

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

ЭРБ – 2023

**XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

25-28 сентября 2023 года

ТРУДЫ

ECOLOGY OF THE RIVER'S BASINS

ERB – 2023

**XI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE**

(September, 25-28, 2023)

PROCEEDINGS

ВЛАДИМИР - VLADIMIR

СУЗДАЛЬ - SUZDAL

2023

УДК 556
ББК 26.222.5л0
Э 40

Э40 Экология речных бассейнов: Труды 11-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, 2023. – 664 с.

ISBN 978-5-93767-502-6

Публикуются труды XI конференции «Экология речных бассейнов», прошедшей 25-28 сентября 2023 года в г. Суздаль Владимирской области.

На конференции представлено более 80 докладов от вузов и научно-исследовательских институтов России, Армении, Азербайджана, Грузии, Узбекистана, Китая.

Рассмотрен широкий круг вопросов: речной бассейн как фундаментальная биосферная геосистема; ландшафты и землепользование; оценка рисков негативного воздействия и здоровье населения; информационные технологии и моделирование; водопользование – управление, оптимизация, охрана; экологическое образование; бассейн реки Клязьма: историко-культурное наследие; экологические проблемы территории бассейна.

Ил. 126. Табл. 47

УДК 556
ББК 26.222.5л0

Труды изданы в авторской редакции.

ISBN 978-5-93767-160-8

© Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Секция №1. Речной бассейн как фундаментальная биосферная геосистема

<i>Алешин А.П., Бухаров Д.Н., Трифонова Т.А., Аракелян С.М.</i> Влияние различных природных факторов на развитие катастрофических событий в речном бассейне (на примере землетрясений и наводнений в Турции/Сирии).....	10
<i>Борисова Т.Е., Ростунов А.О.</i> Видовой состав фауны иксовых клещей (немобионтов) Меленковского района Владимирской области.....	18
<i>Борисова Т.Е., Ростунов А.О.</i> Исследование влияния экологических факторов на иксовых клещей (немобионтов).....	22
<i>Гафурова Л.А., Курбанов М.М., Мазиров М.А., Эргашева О.Х.</i> Особенности формирования и эволюции почв в конусе выноса реки Кашкадарьи.....	27
<i>Дрозденко Т.А., Тимофеев И.В.</i> Таксономический состав и эколого-географическая характеристика фитопланктона устья реки Великой.....	34
<i>Дроздов В.В., Лобанов В.А., Буренкова А.А., Окуличева А.А.</i> Экологические проблемы в речных бассейнах Ленинградской области на фоне изменений климата.....	40
<i>Кияшко И.А., Скориков Д.С., Кияшко В.В., Тихомирова Е.И.</i> Моделирование пространственной структуры биоэкосистем бассейна Волгоградского водохранилища.....	49
<i>Ковалева Н.О., Ковалев И.В.</i> Палеоэкология пойм города Москвы в голоцене.....	55
<i>Ликутев Е.Ю.</i> Особенности природных условий бассейна р. Амур – источники его экологической значимости.....	60
<i>Нефедьева Н.Н., Кузнецова Н.А.</i> Мезофильные почвенные ногохвостки (<i>Hexapoda: collembolan</i>) поймы реки в условиях экспериментального затопления.....	67
<i>Низовцев В.А., Эрман Н.М., Кобзева Ю.А.</i> Методология и методы исследований исторической динамики природопользования (на примере бассейна Верхней Волги).....	76
<i>Обгадзе Т.А.</i> Математическое моделирование динамики горных реки и седиментация грунтовой компоненты.....	84
<i>Ростунов А.О., Марцев А.А.</i> Видовой состав пресноводных моллюсков Меленковского района.....	89
<i>Середовских Б.А., Исынов В.А.</i> Ландшафтно-гидрологический анализ геоэкологической ситуации в бассейне реки Конды.....	95

<i>Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Касимов А.Р.</i> Эколого-гидрологическая функция детрита и самоорганизации долинных лесных экосистем и ее имитация в технологиях почвенного конструирования.....	109
<i>Снег А.А., Сорокин А.Е.</i> Опыт применения типологии пойменных земель (на примере аллювиальных почв верхнего течения р. Оки).....	115
<i>Трифорова Т.А., Мищенко Н.В., Колесова П.Д., Шутков П.С.</i> Оценка фитопродуктивности бассейна реки Клязьмы с использованием данных дистанционного зондирования.....	123
<i>Унанян С.А., Трифорова Т.А., Джангирян Т.А.</i> Экологотоксикологическое состояние древесной растительности в бассейне реки Дебед.....	129
<i>Чебыкина Е.Ю.</i> Последствия лесных пожаров для ландшафтов Волжского бассейна.....	138
<i>Шакирова Ф.М., Смирнов А.А., Латыпова В.З., Анохина О.К., Валиева Г.Д.</i> Изменение ихтиоценоза Куйбышевского водохранилища на современном этапе функционирования экосистемы водоёма.....	141
<i>Шеиницан С.С., Голубкина Н.А.</i> Биоматификация селена в гидроэкосистемах водоемов-охладителей ТЭС.....	151
<i>Шутков П.С.</i> Геоинформационная система «Состояние и динамика почвенно-растительных экосистем бассейна реки Оки на основе данных дистанционного зондирования».....	157
Секция №2. Ландшафты и землепользование	
<i>Бобомуродов Ш.М., Исмонов А.Ж.</i> Почвы Приаралья и их опустынивание в условиях глобального изменения климата.....	165
<i>Браславская Т.Ю., Колбовский Е.Ю., Есипова Е.С., Немчинова А.В., Алейников А.А., Кортков В.Н.</i> Применение бассейнового анализа в комплексной оценке экологических функций малонарушенных северотаёжных лесов (на примере Онежского полуострова).....	171
<i>Задонская О.В.</i> Изменение концентраций биогенных веществ и оценка загрязненности воды в малой реке бореальной зоны в период половодья (на примере р. Казанка Республики Татарстан).....	184
<i>Карапетян К.О.</i> Анализ изменений ландшафтов на территории Владимиро-Суздальского Ополя с середины XIX в. по настоящее время.....	193
<i>Карапетян К.О., Репкин Р.В.</i> Анализ изменений ландшафтов на территории Владимирской области с середины XIX в. по настоящее время.....	200
<i>Космачева А.Г., Курочкин И.Н., Курбатов Ю.Н.</i> Состояние почвы полосы отвода железной дороги вблизи пойменного луга.....	206

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лебедева А.Е., Чугай Н.В.</i> Каталазная активность почв Владимирского ополья.....	213
<i>Макарова М.П., Виноградов Д.В.</i> Агроэкологическое применение органоминерального удобрения в посевах подсолнечника.....	219
<i>Мирзахмедов И.К.</i> Эколого-мелиоративные условия ландшафтов и проблемы планирования (на примере Кокандского оазиса).....	225
<i>Репкин Р.В.</i> Динамика ландшафтов приграничных территорий Владимирской и Московской областей XIX-XXI вв.....	234
<i>Репкин Р.В.</i> Ландшафтный анализ трансформации территорий северо-востока Владимирской области в XIX-XXI веках.....	240
<i>Романов В.В., Кузнецова В.А.</i> Особенности динамики слогового состава песни камышовой овсянки (<i>Schoeniclus Schoeniclus</i>) в поймах рек Клязьма и Нерль в окрестностях г. Владимира.....	246
<i>Скляр В.В., Чугай Н.В.</i> Определение ферментативной активности постагrogenных почв бассейна реки Клязьма в пределах Владимирской области.....	252
<i>Смирнова П.С.</i> Меры по ликвидации и предотвращению загрязнения почвы пестицидами.....	257
<i>Султашова О.Г., Кеунимжаева А.</i> Кратко о приемах картирования влажности и температуры почвы в различных слоях Приаралья.....	263
<i>Трифонов Т.А., Быкова Е.П., Орешикова Н.В., Мищенко Н.В., Матеекина Н.П., Репкин Р.В.</i> Постагrogenная трансформация дерново-подзолистых почв Костромской области.....	267
<i>Филиппова Л.С., Акимов А.С.</i> Снижение загрязнения почвы микропластиком.....	275
<i>Фролов А.А., Быстрова Д.А.</i> Ландшафтный анализ противопожарной устойчивости и горимости лесных геосистем юга Селенгинского среднегорья.....	281
<i>Хирк А.В., Карпова Д.В., Балджиев А., Петросян Р.Д.</i> Распределение подвижных форм фосфора и калия склоновой пахотной серой лесной почвы Владимирского ополья.....	295
<i>Хохлова О.С., Сычева С.А.</i> Проблемы формирования профиля текстурно-дифференцированных почв, на примере палеопочвы Микулинского межледниковья (МИС 5Е).....	301
<i>Чугай Н.В., Скляр В.В.</i> Определение загрязнённости окружающей среды методом лишеноиндикации в городском парке г. Лакинск.....	311

Секция №3. Оценка рисков негативного воздействия и здоровье населения

<u>В.Д. Волкова, Е.В. Федосеева, В.А. Терехова Влияние метаболитов микромицетов <i>Alternaria Alternata</i> и <i>Fusarium Oxysporum</i> на бактериальную активность в водной среде при загрязнении медью</u>	316
Гладуш Е.А., Чугай Н.В. Экологическая оценка качества питьевой воды природных источников города Владимира.....	321
Запруднова Е.А. Влияние особенностей питания на показатели оксидантно-антиоксидантной системы в конденсате выдыхаемого воздуха.....	329
Запруднова Е.А. Электронные сигареты как фактор развития оксидативного стресса.....	335
Карякин А.К., Чугай Н.В. Запрещённые добавки в России.....	340
Кулагина Е.Ю. Анализ возникновения и повторяемости неблагоприятных метеорологических явлений на территории города Владимир.....	346
Курбатов Ю.Н., Трифонова Т.А. Изучение динамики миграции и аккумуляции тяжёлых металлов в нефтезагрязнённой почве.....	351
Луань Юнчи, Трифонова Т.А. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городском округе Харбин (КНР).....	357
Марцев А.А. Оценка эпидемиологического риска здоровью взрослого населения Владимирской области.....	363
Никитенко А.И., Здрок А.В., Горячев Д.В. Оценка качества воды в реке Днепр.....	367
Павловский А.А., Шашиурин В.И. Об адаптации Санкт- Петербурга к изменениям климата.....	371
Селиванов О.Г., Ильина М.Е. Пути решения проблемы утилизации техногенного отхода на территории Владимирской области.....	378
Трифорова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г., Курбатов Ю.Н. Оценка химического загрязнения почв города Гусь-Хрустальный.....	386
Трифорова Т.А., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Курочкин И.Н., Курбатов Ю.Н., Романова Л.Н. Эколого-гигиеническая оценка рек городского округа Владимир.....	391
Черникова А.Г., Исаева О.Н., Русанов В.Б. Индивидуальный донозологический контроль как актуальное научно-практическое направление в профилактической медицине.....	396

Секция №4. Водопользование: управление, оптимизация, охрана

Акимова А.С., Филиппова Л.С. Пути решения накопления гальванических шламов.....	405
Акимова А.С., Филиппова Л.С. Снижение загрязнения природных вод микропластиком.....	410

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Астраханов М.Е., Щеголькова Н.М.</i> Зависимость потоков биогенных элементов в водосборном бассейне реки от структуры бассейнов канализования: подходы к изучению.....	417
<i>Буковский М.Е., Чернова М.А., Кузьмин К.А.</i> Оценка расхода воды на территории Мучкапского муниципального округа Тамбовской области в год 50% обеспеченности в течении вегетационного периода.....	424
<i>Васильев А.Н.</i> Оценка эффективности коагулянтов.....	429
<i>Веденеева Н.В., Морозова О.В.</i> Оценка эффективности применения сорбентов на основе природного бентонита для очистки вод, загрязненных нефтепродуктами.....	435
<i>Дедков В.П.</i> О влиянии растительности на грунтовые воды в Приамударьинской барханной полосе.....	439
<i>Кульнев В.В., Стародубцева Ж.А.</i> Сезонная динамика изменения одержания нефтепродуктов вследствие проведения автогонок на акватории оз. Ближнего (ЗАТО Зеленогорск Красноярского края РФ).....	445
<i>Киреева Т.С., Ростунов А.О., Савельев О.В.</i> Оценка класса качества и уровня сапробности вод реки Тара.....	450
<i>Кутявина Т.И., Рутман В.В., Ашихмина Т.Я.</i> Спутниковые данные как инструмент мониторинга эвтрофирования водохранилищ Кировской области.....	455
<i>Макарычев С.В., Мазиров М.А.</i> Особенности регулирования стока реки Алей попусками из Гилевского водохранилища в Алтайском крае.....	460
<i>Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А.</i> «Локальное» ограничение развития сине-зеленых водорослей для улучшения экологической ситуации в водоемах (реках).....	466
<i>Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А., Толпекин С.А.</i> Решение эколого-энергетических проблем в водоемах и водотоках с эффективным использованием сине-зеленых водорослей.....	474
<i>Поворов А.А., Сенатов А.С.</i> Опыт работы в области очистки шахтных, карьерных, пластовых, подотвальных вод и хвостохранилищ предприятий горнодобывающего и горнообогатительного комплексов.....	479
<i>Роева Н.Н., Зайцев Д.А., Орловский Р.А., Мурачев Е.Б., Воронич Н.С., Потапов С.А., Яковлюк Р.О.</i> Оценка контролируемых показателей и ингредиентов реки Коломенка на основе данных гидромониторинга.....	482
<i>Роева Н.Н., Зайцева И.А., Воронич С.С., Зайцева О.А., Яковлюк Р.О.</i> Определение кобальта в природных водах.....	486

<i>Роева Н.Н., Зачернюк Б.А., Зайцева И.А., Соловьева Е.Н., Зайцева О.А., Потапов С.А.</i> Определение кадмия и цинка в природных водах методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии.....	490
<i>Роева Н.Н., Куликова Н.Е., Чернобровина А.Г., Кольцова Е.Г., Воронич С.С., Яковлюк Р.О., Зайцева И.А.</i> Экстракционно-атомно-абсорбционное определение тяжёлых металлов в донных отложениях Псковской области.....	494
<i>Рязанов А.В., Абрамова Л.А.</i> Оценка динамики антропогенного воздействия на поверхностные воды Тамбовской области.....	499
<i>Смирнова П.С., Тихомирова В.В.</i> Методы удаления солей жесткости из воды.....	504
<i>Тихомирова В.В.</i> Проблема загрязнения водных объектов тяжёлыми металлами и пути её решения.....	510
<i>Тихомирова В.В., Смирнова П.С.</i> Методы очистки воды от тяжёлых металлов.....	515
<i>Фадеева А.Е., Маркова М.М.</i> Анализ качества воды реки Клязьма в пределах Ковровского района Владимирской области гидрохимическим и биоиндикационными методами.....	522
<i>Черная В.В., Шаров В.Ю., Блинова Э.А.</i> О концепте программы стратегического развития «Восстановление эколого-ресурсного потенциала бассейна р. Оки – основа устойчивого туристско-рекреационного природопользования».....	534
<i>Khodjaeva Z.F., Rashidov N.E.</i> Reuse by purifying saline groundwater.....	541
Секция №5. Экологическое образование	
<i>Князьков И.Е.</i> Анализ исследовательских проектов школьников, представленных на конкурсе МАУ ДО СЮН «Патриарший сад».....	546
<i>Пикуленко М.М., Смуров А.В.</i> Современное краеведение и естественнонаучные музеи.....	550
<i>Попова Л.В.</i> Профессиональное экологическое образование: путь длиною в сорок лет.....	556
<i>Рыхликова М.Е.</i> Экологическая проектно-исследовательская деятельность как важный шаг к профессиональной ориентации школьников и их будущей научной работе.....	564
<i>Таранец И.П.</i> Что необходимо знать школьным учителям для подготовки учащихся к ВсОШ по экологии.....	573
Секция №6. Экологические проблемы речных бассейнов: историко-культурное наследие и охрана	
<i>Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Курмашева Г.Р.</i> Экологический мониторинг поверхностных вод бассейна реки Урал на территории Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.....	582

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Гуленова Т.В., Пакурина А.П.</i> Миграция тяжелых металлов в компонентах экосистемы пойменных озер	591
<i>Демин А.П.</i> Сточные воды и качество воды в российской части бассейна трансграничной реки Урал.....	596
<i>Лукьянов Л.Е.</i> Угроза природному и культурному наследию Воробьевского берега Москва-реки.....	607
<i>Малиновский Н.В., Пакурина А.П.</i> Влияние сельского хозяйства на водно-болотные экосистемы бассейна реки Амур.....	615
<i>Марков Д.С.</i> Пространственный анализ объектов историко-культурного наследия в малых городах Ивановского Верхневолжья: систематизация, локализация, оптимизация.....	620
<i>Милюткин В.А., Бородулин И.В., Азарков Е.А.</i> Актуальность решения экологической проблемы распространения сине-зеленых водорослей их эффективным использованием.....	625
<i>Никифоров А.И., Барышников Ю.Е., Ваизова Е.А.</i> Международное сотрудничество в рамках деятельности по восстановлению популяции атлантического лосося в бассейне реки Рейн.....	633
<i>Никифоров А.И., Бобкова А.А., Михеев П.Б.</i> Экологические проблемы бассейнов нерестовых лососевых рек в зоне воздействия предприятий горнодобывающего комплекса.....	642
<i>Оботнин С.И.</i> Характеристика и охрана охотничьих животных бассейна реки Бердь.....	651
<i>Таскаева А.И., Пакурина А.П.</i> Изменение качества воды при добыче золота в малых реках.....	657

**СЕКЦИЯ №1. РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА**

Алешин А.П.¹, Бухаров Д.Н.¹, Трифонова Т.А.^{1,2}, Аракелян С.М.¹

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА
РАЗВИТИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В РЕЧНОМ
БАССЕЙНЕ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И
НАВОДНЕНИЙ В ТУРЦИИ/СИРИИ)**

¹Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Россия, г. Владимир

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, г. Москва
arak@vlsu.ru

Аннотация

Наиболее сложной проблемой гидрологии до настоящего времени является моделирование и прогнозирование катастрофических паводков в горном литоводосборном бассейне, где генезис стока наиболее сложен и зависит от многих факторов.

Даже в аспекте оценки последствий катастрофических наводнений при длительных ливневых осадках с учетом эффектов добегания волны, хотя бы по склонам, до конкретного створа на территории по руслу реки такой анализ не всегда просто провести заранее при определенных неравномерных гидрографах дождевых паводков. При этом необходим учет взаимодействия поверхностных и подземных вод в конкретных условиях функционирования речного бассейна под влиянием разных внешних воздействий, включая землетрясений, а не только из-за обильных атмосферных осадков.

Общая схема такого подхода и рассмотрена в настоящей статье на примере только одного конкретного катастрофического события в Турции/Сирии в феврале-марте 2023 г.

Ключевые слова: мониторинг, землетрясения, моделирование, прогнозирование.

Введение

Роль подземных вод при катастрофических водных событиях на земной поверхности можно уже считать доподлинно обоснованным (см., например, [1,2]).

Главные доводы в пользу этой концепции определяются следующими факторами.

Во-первых, сильным расхождением водных потоков, связываемых с интенсивностью атмосферных осадков с реальным объемом водных масс при наводнениях, когда последние существенно превышают уровень воды, ожидаемый даже от длительных проливных дождей. Например, при наводнении в речном бассейне р. Миссисипи (США) в июле 2014 г. эта разница по проведенному нами анализу доходила до 75% (см. [2]).

Во-вторых, долгое стояние воды на земной поверхности даже в горных ландшафтах в этих условиях и большие площади затопления, когда возможности дебита исторически сложившихся речных русел, тем более, – великих рек, должны приводить к быстрому сходу дождевых масс в течение нескольких дней и даже часов (см., например, по наводнению на р. Миссисипи (США), которое длилось более 1 месяца [2]. Наши численные оценки внезапного/взрывного локализованного прорыва реальной плотины (объемом воды в 4 млн. тонн) привели в рамках используемой гидродинамической модели к временному интервалу схода водных масс всего в несколько часов даже для весьма маленькой реки в практически равнинном ландшафте. Это же подтверждают доступные данные, когда была подорвана плотина ДнепроГЭС в 1943 г. на р. Днепр (СССР) [3], а также подрыв Каховской ГЭС (Украина) в июне 2023. Хотя в этом последнем случае осуществлялась еще и существенная подпитка русловых расходов воды из вышестоящей по течению р. Днепр ДнепроГЭС.

В-третьих, на первый взгляд странным представляется, что при случившихся катастрофических наводнениях на определенной территории в последующем на них возникают очаги сильных пожаров (обычно, через несколько месяцев). Именно так происходило при катастрофическом наводнении в июле 2013 г. на р. Амур (Россия) с последующими пожарами на этой же территории весной 2014 г. [1,2].

Вероятное обоснование всех этих и подобных им событий в разных речных бассейнах и в разных странах со своими специфическими условиями может быть связано с выходом

подземных вод на земную поверхность и длительном их изливании с опустошением их постоянных подземных ресурсов в областях соответствующей локализации, требующим для восстановления длительный временной период (обычно, один сезон).

В рамках данного подхода тогда возникают, по-крайней мере, два вопроса.

Первое. Почему в определенных условиях нарушается устойчивый динамический и непрерывный баланс между подземными и поверхностными водными бассейнами, существующий в постоянных стандартных режимах обмена водными массами между ними?

Второе. Каковы транспортные пути для выхода подземных вод на поверхность, и почему и по каким причинам, их режим внезапно может изменяться, включая и замкнутые полости аккумуляции подземных водных ресурсов?

Ответ на эти оба вопроса, по-видимому, связан в определенных случаях с влиянием землетрясений (ср. с [4]), катастрофические из которых могут приводить к экстремальным последствиям и на больших расстояниях как режимов движения подземных вод в твердых массивах из-за изменившейся карты давлений, особенно, в горных породах, так и самой кардинальной модификации сети трещиноватых пород и ее генезис, являющейся естественным объектом транспортировки водных масс, определяющим взаимодействие поверхностных и подземных вод в единой 3D-системе речного бассейна (см. [5]). При этом такое воздействие сейсмических волн может происходить с определенным запаздыванием на больших расстояниях от очага землетрясения, и, как показывает наш анализ, наиболее сильно оно влияет при залегании очага на глубине 10 км от поверхности Земли (см. [2]). Однако, и постоянно реализующаяся на фиксированных территориях микросейсмика также в своем интегральном воздействии может приводить к перестройке 3D-сети транспортных путей перемещения и движения водных масс и пород вместе с ними, учитывая эффекты тиксотропии (ср. с [4]). Это последние динамические эффекты приводят и к разжижению твердых пород и возникновению потоков типа селевых.

По этой концепции мы кратко рассмотрели с проведением анализа недавние катастрофические наводнения в Турции/Сирии, произошедшим в феврале-марте 2023 г.

Фактические данные по природным событиям в Турции/Сирии в феврале – марте 2023 г.

Землетрясения

Ниже приведены в виде таблицы и рисунка (см. [6,7]) ряд данных по землетрясениям (Таблица 1), на основе которых может быть подтверждена адекватность подхода, обозначенного в разделе 1 (ср. с рис 1).

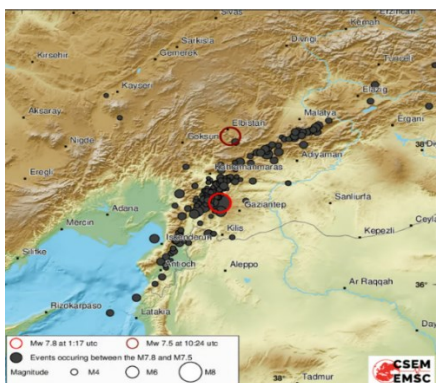
Таблица 1. Данные по землетрясениям

Дата	Время	Магнитуда	Глубина	Координаты <u>эпицентра</u>	Место
6.02	01:17:35	7,8	1 7,9 км	<u>37,174° с. ш.</u> <u>37,032° в. д.</u>	33 км западнее <u>Газиантепа</u>
6.02	01:28:15	6,7	1 4,5 км	<u>37,127° с. ш.</u> <u>36,943° в. д.</u>	
6.02	10:24:49	7,5	1 0,0 км	<u>38,024° с. ш.</u> <u>37,203° в. д.</u>	4 км восточнее <u>Экинёзю</u>
6.02	10:26:48	6,0	2 0,1 км	<u>38,030° с. ш.</u> <u>37,964° в. д.</u>	
6.02	12:02:11	6,0	1 0,0 км	<u>38,061° с. ш.</u> <u>36,537° в. д.</u>	
20.02	17:04:29	6,3	1 6,0 км	<u>36,109° с. ш.</u> <u>36,017° в. д.</u>	в 9 км от <u>Антальи</u>

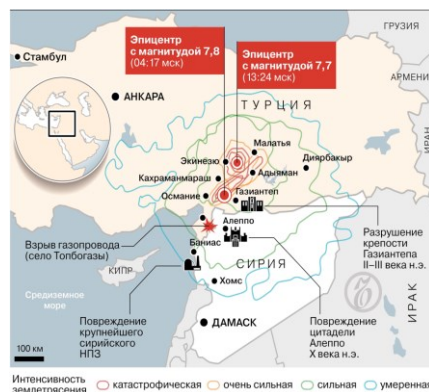
Как видно из этих данных в один день произошел ряд землетрясений, волновые процессы от которых могли резко усиливать свое воздействие в определенных областях из-за эффектов интерференции волн.

На рисунке 1 показаны последствия таких воздействий непосредственно на поверхности территорий.

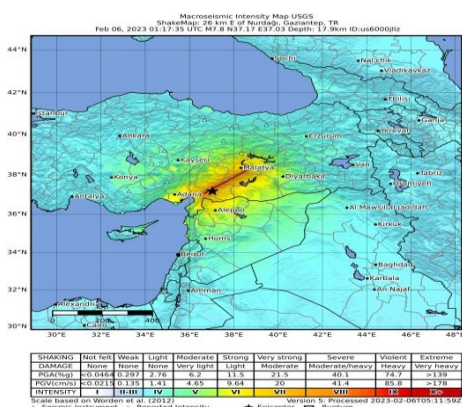
РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1. а) Локации землетрясений на местности; б) интенсивность произошедших землетрясений, по областям опасности; в) выделение самого пострадавшего района на карте, его географические координаты; г) космический снимок тектонического разлома.

Наводнения

8 февраля 2023 года в турецком Искендеруне после землетрясений началось наводнение.

Наличие данных, приводимых ниже, говорит о том, что фактически не было сильных длительных осадков, которые могли бы повлиять на возникновение данного катаклизма (наводнение + селевые потоки, оползни).

Действительно, анализ на основе информации из многих метеорологических сайтов и прогноза погоды на интересующую дату (15.03.2023 в 9:00) дает следующую приводимую ниже картину по фактуре (Рисунок 2).

13.03.2023, Пн	14.03.2023, Вт	15.03.2023, Ср	16.03.2023, Чт	17.03.2023, Пт	18.03.2023, Сб	19.03.2023, Вс
+18°C ☁ +11°C ☁	+15°C ☁ +12°C ☁	+13°C ☁ +12°C ☁	+15°C ☁ +11°C ☁	+14°C ☁ +10°C ☁	+16°C ☁ +9°C ☁	+12°C ☁ +9°C ☁
Небольшие дожди Ветер: 8-9 м/с, В, Ю-В, Давление: 761-755мм, Влажность: 45-47%	Ясно Ветер: 8-9 м/с, Ю-В, Давление: 763-757мм, Влажность: 89-91%	Небольшие дожди Ветер: 9-10 м/с, В, Ю-В, Давление: 758-752мм, Влажность: 90-92%	Ясно Ветер: 5-6 м/с, С-В, Давление: 761-755мм, Влажность: 68-70%	Небольшие дожди Ветер: 3-4 м/с, Ю-В, Давление: 765-759мм, Влажность: 75-77%	Ясно Ветер: 9-10 м/с, В, Ю-В, Давление: 761-755мм, Влажность: 62-64%	Ясно Ветер: 5-6 м/с, В, Давление: 758-752мм, Влажность: 82-84%

Рисунок 2. Данные по наводнениям

Система EFAS, информирующая европейское сообщество о предстоящих наводнениях, позволила нам проанализировать данные по водосборам рек на турецко-сирийской границе на рассматриваемый период.

На этих данных построены соответствующие диаграммы речного расхода (рисунок 3).

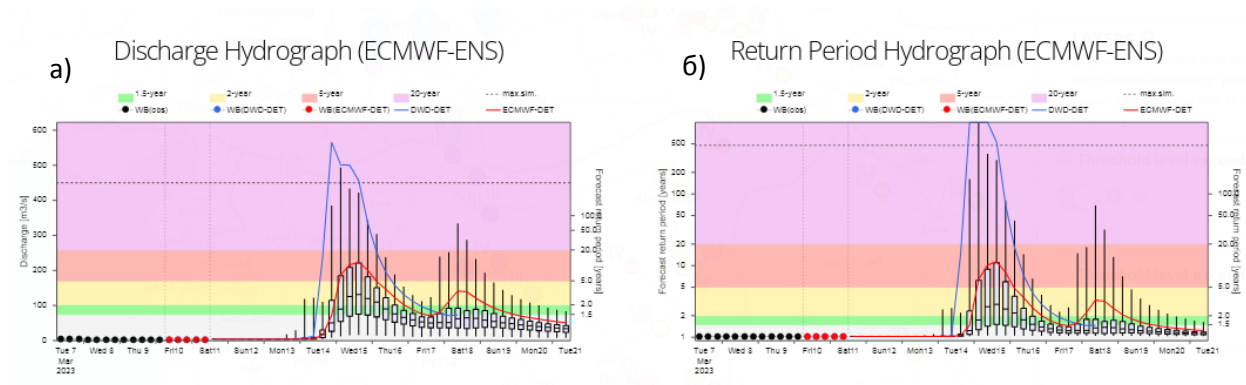


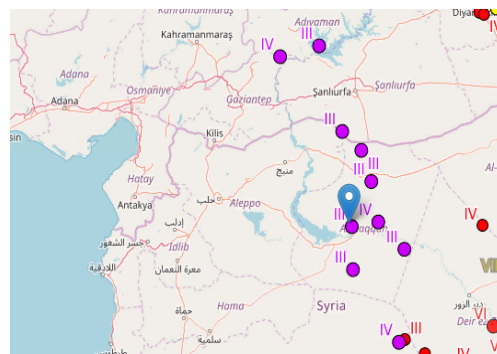
Рисунок 3. Гидродинамические данные речного расхода воды по датам

По приведенным данным видно, что уровень воды начинает подниматься с 13.03.2023, однако, это трудно связать с недостаточным реально произошедшим уровнем дождевых осадков на данной территории: (а) р. Евфрат (водохранилище Эль-Асад); (б) озеро Джаббуль (рис 3,4).

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА



а)



б)

Рисунок 4. а) Ландшафт местности, в которой возникло наводнение (выделены области, с которых были взяты показатели водосборов): синий (озеро Джаббуль), красный (водохранилище Эль-Асад);
б) точечное расположение водосборов в информационной системе EFAS.

Заключение

В настоящей работе рассмотрены процессы, способствующие территориальным аспектам происхождения разрушительных наводнений и селевых потоков. Специфика связана с глубиной залегания подземных/грунтовых вод, возможностью по разным причинам (включая сейсмические процессы) их подъема на поверхность.

Принципиальным при этом является комплексная морфология/топология трещиноватости горных пород, включая особенности разрывных нарушениях земной коры, определяющих в значительной степени подъем воды при произошедшем паводке и параметры речного расхода в зависимости от временных интервалов по текущей продолжительности дождя.

Рассмотренный комплексный и фундаментальный подход является актуальным и требует к себе особого внимания, а также представляет исключительную важность в практическом аспекте.

Список цитируемой литературы

1. Trifonova T., Arakelian M., Bukharov D., Abrakhin S., Abrakhina S., Arakelian S. Catastrophic Floods in Large River Basins: Surface Water and Groundwater Interaction under Dynamic Complex Natural Processes—Forecasting and Presentation of Flood Consequences. Water, MDPI Publishing (Basel, Switzerland, Switzerland), 14, № 9, 1-30

2. Trifonova T, Arakelian M, Bukharov D, Abrakhin S, Abrakhina S, Arakelian S. Catastrophic Floods in Large River Basins: Surface Water and Groundwater Interaction under Dynamic Complex Natural Processes—Forecasting and Presentation of Flood Consequences. *Water*. 2022; 14(9):1405. <https://doi.org/10.3390/w14091405>
3. Очерки истории Министерства иностранных дел России. В трех томах. Т.2 / Гл. ред. И.С. Иванов; отв. ред А.В. Торкунов. - М.: ОЛМА-Пресс, 2002. – 617 с.
4. Trifonova TA, Trifonov DV, Arakelian SM. Catastrophic floods—Possible contribution of groundwater due to flash reconstruction of the rock mass 3D-Cracknet under seismic factors. *Modern Applied Science*. 2015;9:76-86. DOI: 10.5539/mas.v9n6p76
5. Трифонова Т.А. Речной водосборный бассейн как самоорганизующаяся природная геосистема // Известия РАН, серия географическая. 2008. № 1. С. 28–36.
6. Землетрясения в Турции и Сирии. Карта. – URL: <https://www.rbc.ru/society/08/02/2023/63e28bb39a79474fd> (дата обращения 14.09.2023).
7. Землетрясение в Турции и Сирии привело к множеству погибших и невероятным разрушениям. URL: <https://www.1tv.ru/news/2023-02-06/446754-zemletryasenie> (дата обращения 14.09.2023).

Aleshin A.P.¹, Bukharov D.N.¹, Trifonova T.A.^{1,2}, Arakelyan S.M.¹

THE INFLUENCE OF VARIOUS NATURAL FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF CATASTROPHIC EVENTS IN THE RIVER BASIN (FOR EXAMPLE, EARTHQUAKES AND FLOODS IN TURKEY/SYRIA)

Vladimir State University
Russia, Vladimir

²Moscow State University
Russia, Moscow
arak@vlsu.ru

Abstract. The most difficult problem of hydrology to date is the modeling and forecasting of catastrophic floods in the mountain drainage basin, where the genesis of runoff is the most complex and depends on many factors. Even in the aspect of assessing the consequences of catastrophic floods with prolonged heavy rainfall, taking into account the

effects of the wave reaching, at least along the slopes, to a specific target on the territory along the riverbed, such an analysis is not always easy to carry out in advance with certain uneven hydrographs of rain floods. At the same time, it is necessary to take into account the interaction of surface and groundwater in the specific conditions of the functioning of the river basin under the influence of various external influences, including earthquakes, and not only due to heavy precipitation. The general scheme of this approach is considered in this article on the example of only one specific catastrophic event in Turkey/Syria in February-March 2023

Keywords: monitoring, earthquakes, modeling, forecasting.

УДК 595.421

Т.Е. Борисова¹, А.О. Ростунов²

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ФАУНЫ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ
(НЕМОБИОНТОВ) МЕЛЕНКОВСКОГО РАЙОНА
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹tatyana13042000@yandex.ru, ²chelovek-is@yandex.ru

Аннотация: в статье представлены данные по изучению видового состава акарифауны Меленковского района. Выявлено 2 вида клещей-немобионтов семейства *Ixodidae*. Данные виды представляют эпидемиологический интерес.

Ключевые слова: иксодовые клещи, клещи-немобионты, видовой состав, акарифауна, Меленковский район.

Введение

Иксодовые клещи — постоянные компоненты большинства наземных экосистем. Некоторые виды характеризуются обширными ареалами, высокой численностью и имеют большое значение в структуре лесных и степных экосистем. Роль клещей определяется не только паразитированием на позвоночных, но и трансмиссивной передачей возбудителей инфекций [1].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Иксодиды принадлежат к экологической группе облигатных временных эктопаразитов с длительным питанием. В их жизненном цикле стадии личиночного, нимфального и имагинального питания (когда они являются настоящими паразитами) сменяются непаразитическими стадиями эмбрионального развития, метаморфоза напивавшихся личинок и нимф, яйцекладки самок и существования голодающих особей до встречи с хозяевами (многоотрывные паразиты) [2]. По характеру приспособления к обитанию непаразитических стадий развития выделяются две большие экологические группировки – нидобионты и немобионты. Первые проводят непаразитические стадии жизненного цикла в убежищах хозяев, вторые – в природных условиях, вне нор и гнезд [3]. Данная статья посвящена изучению таксономического состава видов-немобионтов.

Таксономический состав иксодовых клещей региона представлен в каталоге беспозвоночных животных Владимирской области Веселкина Г. А. Акарифауна иксодид включает по нему три вида: *Ixodes persulcatus*, *I. ricinus*, *I. apronophorus* [4]. Исследованию таксономического состава и экологии иксодовых клещей Владимирской области посвящена статья Карпинского А. Ю. и Соловьева А. В. По итогам исследования на территории Владимирской области были обнаружены представители видов *I. persulcatus*, *I. ricinus*, *Dermacentor marginatus* (виды-немобионты), *I. apronophorus* (вид-нидобионт) [5]. В учебном пособии Марцева А. А. отмечено, что фауна иксодовых клещей Владимирской области представлена тремя видами: *I. persulcatus*, *I. ricinus*, *D. reticulatus* [6]. Таким образом, фауна иксодовых клещей Владимирской области изучена не в полной мере, а сведений об изучении акарифауны Меленковского района обнаружено вовсе не было.

Объекты и методы

Для проведения сбора было выбрано 26 точек: 8 в окрестностях города Меленки и 18 – на территории Меленковского района. Сбор особей проводился в мае 2022 года и апреле-мае 2023 года. Сбор клещей с растительности осуществлялся в соответствии с МУ 3.1.3012-12 с помощью флага «кошением» и протаскиванием. Тем самым осуществлялась механическая стимуляция клещей, находящихся на растительности в состоянии пассивного подстерегания. Обнаруженные клещи снимались пинцетом и помещались в стеклянные пробирки с пластиковыми пробками,

каждая пробирка снабжалась этикеткой. Сбор особей осуществлялся в ясные дни в утреннее время после высыхания росы до наступления полуденной жары, так как на этот период приходится максимальная активность клещей.

Результаты и обсуждение

За 2022 и 2023 годы на исследуемой территории было обнаружено 2 вида иксовых клещей. Ниже приведено распределение данных видов по основным систематическим категориям. Систематическое положение клещей определялось на основе работы зарубежных авторов [7].

Тип Arthropoda

Класс Arachnida

Подкласс Acari

Отряд Parasitiformes

Семейство Ixodidae

I. ricinus

D. reticulatus

В 2022 году было собрано 92 клеща: 91 особь *D. reticulatus* и единственная особь *I. ricinus*. За 2023 год было собрано 180 клещей: 150 особей *D. reticulatus* и 30 особей *I. ricinus*. Найденные виды характерны для Владимирской области, об этом свидетельствуют литературные источники [4, 5, 6]. Новых видов обнаружено не было.

Заключение

Выявлено 2 вида иксовых клещей: *I. ricinus*, *D. reticulatus*. Оба относятся к группе клещей, подстерегающих прокормителей вне жилищ последних. Обнаруженные виды могут являться переносчиками возбудителей клещевого боррелиоза, туляремии и пироплазмозов на территории Владимирской области и Меленковского района в частности.

Список цитируемой литературы

1. Балашов Ю. С. Ландшафтная приуроченность в распространении иксовых клещей (Acarina, Ixodidae) на территории России // Энтомологическое обозрение. 1997. Т. 76, № 4. С. 921–937.
2. Балашов Ю. С. Паразито-хозяйинные отношения членистоногих и наземных позвоночных // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л.: Наука, 1982. 320 с.

3. Леонович, С. А. О типах паразитизма иксодовых клещей (Ixodidae) // Паразитология. 2019. Т. 53, № 5. С. 416 – 420.
4. Каталог беспозвоночных животных (Invertebrata: Protozoa et Animalia) Владимирской области / Веселкин Г. А, Георгиев Н. Д. и др., Усков М. В. и др.; под ред. Веселкина Г.А. Владимир: Владимиринформэкоцентр, 2003. 128 с.
5. Карпинский А. Ю., Соловьев А. В. Особенности экологии иксодовых клещей в обжитых районах Владимирской области // Актуальные проблемы экологии в XXI веке: Труды II Международной научной конференции. Владимир: ООО АРКАИМ, 2015. С. 52–54.
6. Марцев, А. А. Природно-очаговые болезни Владимирской области [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. 103 с.
7. Nava S., Guglielmone A. A, Mangold A. J. An overview of systematics and evolution of ticks // Frontiers in Bioscience-Landmark, 2009. V. 14. №. 8. P. 2857–2877.

T.E. Borisova¹, A.O. Rostunov²

**SPECIES COMPOSITION OF THE FAUNA OF IXODUS TICKS
(NEMOBIONTS) IN THE MELENKOVSKY DISTRICT OF THE
VLADIMIR REGION**

Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹tatyana13042000@yandex.ru, ²chelovek-is@yandex.ru

Abstract: the article presents data on the study of the species composition of the acarifauna of the Melenkovsky district. Two species of nemobiont ticks of the *Ixodidae* family were identified. These species are of epidemiological interest.

Key words: ixodidae ticks, nemobiont ticks, species composition, acarifauna, Melenkovsky district.

УДК 57.02

Т.Е. Борисова¹, А.О. Ростунов²

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ (НЕМОБИОНТОВ)

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹tatyana13042000@yandex.ru, ²chelovek-is@yandex.ru

Аннотация: Было проведено исследование воздействия антропогенных факторов на численность иксодовых клещей, суточной активности и зависимости численности особей от высоты травостоя. Установлено, что высота травостоя и антропогенные факторы оказывают влияние на численность клещей. Динамики суточной активности клещей не обнаружено.

Ключевые слова: иксодовые клещи, клещи-немобионты, экологические факторы, Меленковский район.

Введение

Семейство иксодовых клещей распространено повсеместно, это постоянные компоненты большинства экосистем на суше. Отдельным видам присущи высокая численностью особей и обширный ареал. Иксодиды имеют большое значение в структуре экосистем лесов и степей. Паразитирование на позвоночных животных и трансмиссивная передача возбудителей природно-очаговых инфекций определяют роль клещей [1]. В зависимости от характера приспособления к обитанию непаразитических стадий развития выделяют обширные группировки нидобионтов и немобионтов. Для первых характерно обитание непаразитических стадий развития в норах и гнездах прокормителей, для вторых – в природных условиях, вне убежищ хозяев [2].

Этапы жизненного цикла клещей синхронизированы с длиной светового дня, так как особи должны получить достаточное количество тепла для завершения определенной стадии развития [3]. На активность клещей влияют освещенность и смена дня и ночи. В зоне смешанных лесов в теплую солнечную погоду наблюдаются утренний и вечерний пики активности и значительное снижение активности в дневные часы. В пасмурные дни минимум активности

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

наблюдается ранним утром, высокая активность – днем, пик активности – в послеполуденные часы [4]. Главным источником влаги для голодных клещей служат водяные пары, поглощение которых возможно при достаточно высокой относительной влажности воздуха. Значительное повышение температуры воздуха при одновременном снижении влажности обычно приводит к повышению смертности и длительному спаду численности популяции. При сильной нехватке влаги клещи не способны нападать, они скрываются в подстилке. Наименее устойчивы к низкой влажности нимфы и особенно личинки, а наиболее – имаго [3; 4].

Высота размещения подстерегающих клещей на растительности зависит от фазы развития, гигротермических условий местообитаний и зон активности главных прокормителей. У вида *Ixodes ricinus* в широколиственных лесах основной процент взрослых особей располагался в среднем на высоте 45 см (2 – 80 см) над поверхностью почвы. Нимфы находились в среднем на высоте 30 см (2 – 80 см) и личинки – на высоте от 2 до 50 см. Высота расположения личинок, нимф и имаго на растительности может соответствовать зонам активных передвижений их главных прокормителей [4].

Объекты и методы

Изучение влияния различных экологических факторов на активность и встречаемость иксодовых клещей осуществлялось на территории Меленковского района, расположенного в зоне смешанных лесов. Сбор клещей с растительности осуществлялся в мае 2022 года и апреле-мае 2023 года в соответствии с МУ 3.1.3012-12 с помощью флага «кошением» и протаскиванием.

В апреле 2023 года на грунтовой дороге в сосновом лесу мы проводили маршрутное исследование с целью изучения воздействия антропогенных факторов на численность клещей: фиксировали количество особей, собранных с каждых 100 м маршрута. Дорога уходит вглубь леса от крупной автотрассы 17К-3, в этом направлении и осуществлялся сбор клещей.

В мае 2023 года на том же маршруте мы изучали суточную активность клещей: производили сбор особей с первых 100 м в ночное время суток (примерно в 01:00).

Было проведено исследование зависимости численности клещей от высоты травостоя. Проведен анализ на нормальность распределения данных по высоте травостоя и количеству собранных

особей каждого вида. Статистическая обработка данных и построение графика производились в программе Past 4.03.

Результаты и обсуждение

Количество особей, собранных с каждые 100 м маршрута при исследовании воздействия антропогенных факторов на численность клещей, отражено на графике (Рисунок 1). Таким образом, численность особей сначала снижается при движении от автотрассы, а затем резко возрастает и снова снижается. Резкое возрастание численности может быть связано с действием иных факторов. В частности, было обнаружено, что между 300 и 400 м маршрута от дороги отходит тропинка, по которой передвигаются люди и домашние животные. Их активность может быть одной из причин всплеска встречаемости иксодид в данной точке.

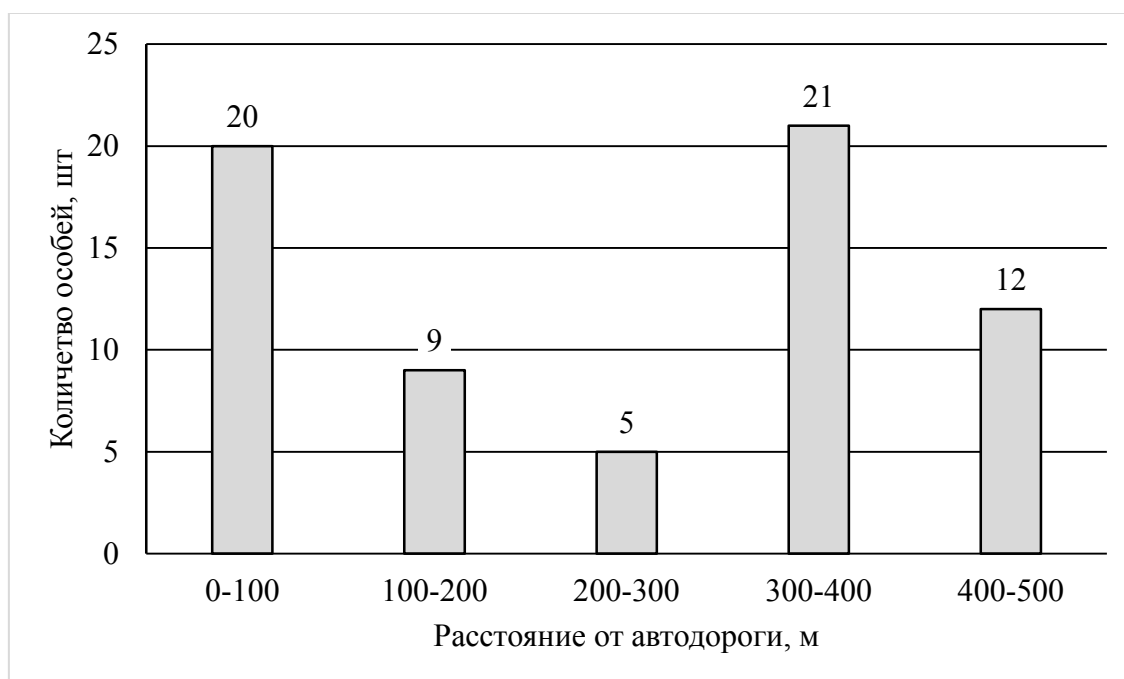


Рисунок 1. Результаты маршрутного исследования

В результате исследования активности клещей в ночное время суток было собрано 19 особей (20 особей было собрано с этого же маршрута в предыдущем месяце в дневное время). Таким образом, можно предположить, что время суток не оказывает непосредственного влияния на активность клещей, а большее значение имеют колебания температуры и влажности в течение суток.

Согласно тесту Шапиро-Уилка все данные не удовлетворяют нормальному распределению ($p \text{ (normal)} < 0,05$), поэтому для

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

корреляционного анализа был применен критерий Спирмана (Spearman's D). Корреляция между высотой травяного покрова и количеством собранных особей *Dermacentor reticulatus* слабая положительная ($p=0,02$). А вот корреляция между количеством обнаруженных особей *Ixodes ricinus* и высотой травостоя очень высокая положительная ($p=0,78$). Так как данные не соответствуют нормальному распределению, зависимость величин была описана обратной параболой (Рисунок 2). В соответствии с уравнением графика функции, максимальное количество клещей *I. ricinus* приходится на высоту травостоя, равную примерно 0,22 м.

$$y = -10,577x^2 + 4,7178x$$

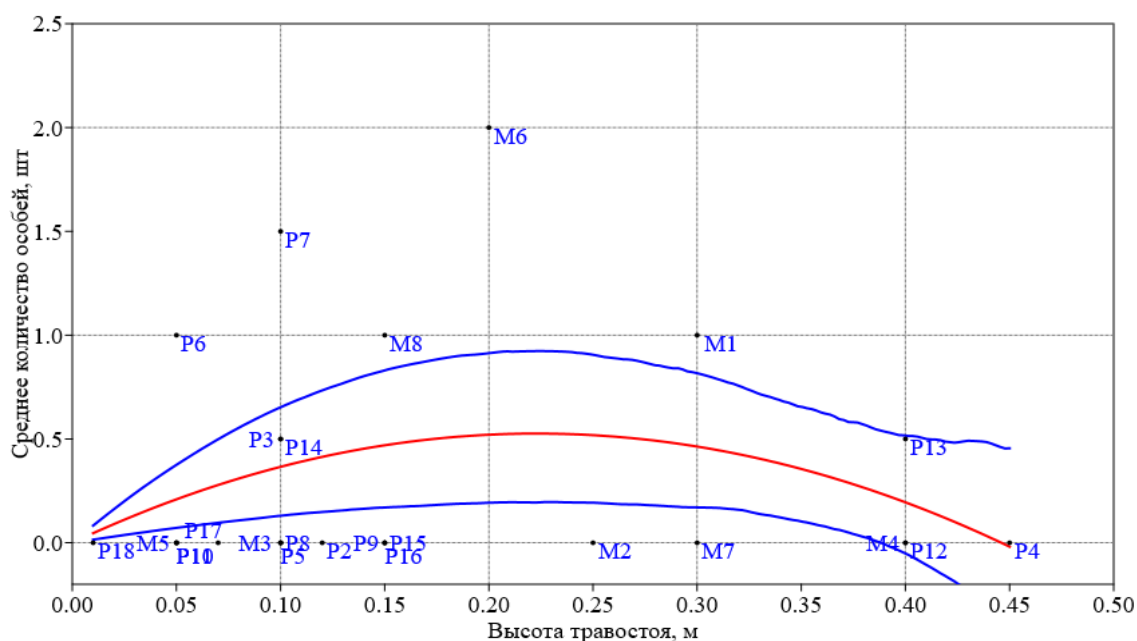


Рисунок 2. Зависимость количества особей *I. ricinus* от высоты травостоя

Заключение

Таким образом, на встречаемость особей иксодовых клещей главным образом оказывают влияние такие факторы, как изменение гигротермических условий в течение суток и активность прокормителей (человека и позвоночных животных). Изменения суточной активности клещей не выявлено.

Список цитируемой литературы

1. Балашов Ю. С. Ландшафтная приуроченность в распространении иксодовых клещей (Acarina, Ixodidae) на территории России // Энтомологическое обозрение. 1997. Т. 76, № 4. С. 921–937.

2. Леонович, С. А. О типах паразитизма иксодовых клещей (Ixodidae) // Паразитология. 2019. Т. 53, № 5. С. 416 – 420.

3. Коротков Ю. С., Шеланова Г. Н., Богданова Н. Г. Динамика численности таежного клеща в хвойно-широколиственных лесах Удмуртии // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2008. № 4. С. 36–41.

4. Балашов Ю. С. Значение популяционной структуры иксодовых клещей (Parasitiformes, Ixodidae) для поддержания природных очагов инфекций // Зоологический журнал. 2010. Т. 89, № 1. С. 18–25.

T.E. Borisova¹, A.O. Rostunov²

**RESEARCH OF THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL
FACTORS ON IXODIDAE TICKS (NEMOBIANTS)**

Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹tatyana13042000@yandex.ru, ²chelovek-is@yandex.ru

Abstract: The research of the impact of anthropogenic factors on the number of ixodidae ticks, daily activity and the dependence of the height of the grass on the number of individuals was made. It has been established that the height of the grass and anthropogenic factors effect on the number of ticks. Dynamics of the daily activity of ticks was not found.

Key words: ixodidae ticks, nemobiont ticks, ecological factors, Melenkovsky district.

Л.А.Гафурова¹, М.М.Курбанов¹, М.А.Мазиров², О.Х.Эргашева¹

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ
В КОНУСЕ ВЫНОСА РЕКИ КАШКАДАРЬИ**

¹Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Республика Узбекистан, г. Ташкент

la.gafurova@nuu.uz

²Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н. Г.

Столетовых

Россия, г. Владимир

mazirov@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты комплексных исследований по выявлению особенностей формирования аридных почв конуса выноса р.Кашкадарьи, их современного состояния на основе информативных показателей почвенного слоя и уточнена степень их деградированности, определены диагностические показатели, основные элементы плодородия, типы и степень засоления, запасы общих и токсичных солей. На основе географических информационных систем составлены картографические модели, отражающие изменения информативных показателей почв Кашкадарьинского конуса выноса.

Ключевые слова: бассейн реки Кашкадарьи, конус выноса, деградированные почвы, засоленные почвы, элементы плодородия

Введение

На формирование почв Кашкадарьинского конуса выноса воздействовали такие природно-экологические условия как континентальность и засушливость климата, гидрогеологические, геоморфологические условия и литологическое строение, разреженность растительного покрова, которые создали условия для процессов деградации. Морфогенетические, агрохимические, физико-химические, биологические свойства почв исследуемой территории, а также их эволюция связаны с антропогенным фактором воздействия и процессами изменения климата. Почвы Кашкадарьинского конуса выноса расположены в полупустынных и пустынных регионах, где сформированы автоморфные (светлые серозёмы, такырные, такыровые, серо-бурые, пустынные песчаные), гидроморфные

(лугово-аллювиальные) и полугидроморфные (лугово-серозёмные, лугово-такырные, серо-буро-луговые) почвы [5].

Целью исследований являлось определение закономерностей формирования и эволюции почв Кашкадарьинского конуса выноса, морфогенетических обенностей, состава и свойств, описание влияния деградирующих факторов на них.

Задачами исследований являлись – проведение анализа формирования, развития, закономерностей эволюции и факторов деградации почв территории Кашкадарьинского конуса выноса; изучение изменений морфогенетических, агрохимических, химических свойств почв конуса выноса под воздействием процессов деградации; разработка критериев диагностики деградации на основе информативных показателей состояния почв конуса выноса.

Методы исследований

Объектом исследований были светлые серозёмы, серозёмно-луговые, луговые аллювиальные, такыры и такырные, а также серо-буро-луговые деградированные орошаемые почвы в различных элементах Кашкадарьинского конуса выноса. В исследованиях использованы современные агрохимические, физико-химические, информационно-компьютерные аналитические методы исследований. Исследования проведены в полевых и лабораторных условиях. Лабораторные анализы образцов, отобранных из генетических горизонтов почв, проводились с использованием «Руководства по химическому анализу почв» Е.В.Аринушкиной и «Методов агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах» [1]. Статистико-дисперсионный анализ данных проводился по методике Б.А.Доспехова «Методы полевого опыта» с помощью компьютерных программ WinQSB-2,0 и Microsoft Excel.

Результаты исследований

На конусе выноса, в основном распространены почвы пустынной зоны и почвы серозёмного пояса. Почвы пустынной зоны: серо-бурые, такыровые, пустынно-песчаные почвы; почвы серозёмного пояса: светлые серозёмы, орошаемые лугово-серозёмные, орошаемые луговые, орошаемые луговые аллювиальные почвы. Почвы региона исследования развиты, в основном, на лёссовых отложениях. Из-за расположения Кашкадарьинской оазиса на юге Узбекистана, его климат сухой и жаркий. Средняя температура января

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

1⁰С, а июля 28⁰С-29⁰С. Самая высокая температура составляла 46⁰С-47⁰С. Количество осадков увеличивалось по мере подъема рельефа, на равнинных частях 200 мм, в предгорных частях 450-500 мм. Большая часть осадков приходится на зимние и весенние периоды года. Из-за сложных геологических, геоморфологических, почвенно-климатических условий Кашкадарьинского бассейна имеет разнообразный растительный покров [6].

Общие физические свойства почв Кашкадарьинского конуса выноса характеризовались тем, что удельная масса светлых серозёмов в пахотном слое в верхних частях конуса составила 2,62-2,66 г/см³, а удельная масса лугово-серозёмных почв на левом берегу реки составила 2,60-2,64 г/см³. Объёмная масса у светлых серозёмов и лугово-серозёмных почв составила 1,33-1,40 и 1,31-1,41 г/см³, а общая порозность – 50,20-44,06 и 50,10-46,36 %, соответственно. В средней части конуса удельная масса староорошаемых лугово-аллювиальных почв составила 2,58-2,61 г/см³, объёмная масса – 1,30-1,48 г/см³, а общая пористость – 49,61-43,30 %. Механический состав почв верхней части конуса, в основном, среднесуглинистый в средней и нижней части конуса на левом берегу реки значения физической глины увеличивались и почвы, в основном, средне- и тяжелосуглинистые, что свидетельствует об утяжелении механического состава от верхней части конуса к его средней и нижней частям [4].

Агрохимические и физико-химические свойства почв Кашкадарьинского конуса выноса представлены данными о том, что в процессе орошения количество гумуса в пахотном и подпахотном слоях было низким и составило 0,7-0,9 %, в пахотном и подпахотном слое на глубине 40-50 см – 0,5-0,7 %, в слоях ниже чем 60 см 0,3-0,4%. Количество питательных веществ, а именно, общего азота -0,048-0,109%, общего P₂O₅ – 0,097-0,150 %, общего K₂O – 0,48-0,81 %, соответственно. По степени обеспеченности подвижными формами фосфора - 9,0-25,0 мг/кг и калия – 252,8-240,8 мг/кг, почвы низко- и среднеобеспеченные, соответственно. В верхней части староорошаемой почвы сформирован агроирригационный горизонт толщиной 60-70 см. Орошаемые лугово-серозёмные почвы обеспечены общим фосфором – 0,12-0,21%, мало обеспечены общим калием – 1,50-1,80%. Количество CO₂ карбонатов в почве составляет 8,28-9,78% [6].

В настоящее время в результате долговременного орошения рельеф описанной территории сильно изменён. В результате оседания

оросительных осадков по берегам каналов, пересекающих равнину, образовались слабые наросты. Длительное использование земель в прошлом без внедрения севооборота и почвенная эрозия, в качестве факторов деградации, а также расположение исследуемой территории в южном регионе и процессы опустынивания стали причиной естественного ухудшения состояния почв [2,3].

В результате введения в строй магистрального канала Амударья – Карши данная территория в настоящее время освоена полностью. В последующем, в результате перехода из автоморфных условий в полуавтоморфное состояние в процессе эволюции сформировались серозёмно-луговые, луговые серозёмные почвы, луговые аллювиальные, серо-буро-луговые и takyрно-луговые почвы.

Качественный состав солей, распространение запаса токсичных солей и химизм засоления представлены запасом солей в слое 0-30 см 63,840 т/га, а в нижнем слое – 90-120 см 139,050 т/га.

Лугово-аллювиальные почвы левого берега реки также засолены в средней степени, а тип засоления представлен хлоридно-сульфатным. Количество токсичных солей в слое 0-30 см составляет 0,56%. Запас солей в пахотном слое составляет 75,060 т/га, в нижней части в слое 80-140 см – 90,560 т/га. Takyрно-луговые и серо-буро-луговые почвы в периферийной части конуса засолены в средней степени, а в нижних частях почвы засолены в высокой степени. Тип их засоления хлоридно-сульфатный, количество токсичных солей в слое 0-25 см составил 0,56-0,50%, запас солей в пахотном слое 72,050-63,840 т/га, а в периферийной части почвенного разреза изменялся в пределах 90,565-133,040 т/га.

В качественном составе солей больше Na_2SO_4 , а с увеличением солей наблюдалось увеличение количества MgSO_4 . Количество натрия изменяется в взаимосвязи с количеством хлора. Количество $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ невысокое (0,052-0,024%). Количество CaSO_4 в типах почв и материнской породе изменяется в пределах от 0,174-0,099 до 0,880-0,905% [6].

На основе комплексных данных по изучению современного состояния почв данной территории с помощью ГИС технологий разработана картографическая модель деградированности почв, где выделены 4 агроэкологические группы: недеградированные, слабо-деградированные, средне-деградированные и сильно-деградированные. При группировании в качестве индикаторов

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

представлены – гумус, количество карбонатов, механический состав, плотность почвы, степень и тип засоления, запас токсичных солей, насыщенность магнием (таблица 1).

Таблица 1. Индикаторы деградации орошаемых почв
Кашкадарьинского конуса выноса

Показатели	Не дегради- рованные	Слабо- дегради- рованные	Средне- дегради- рованные	Сильно- дегради- рованные
Агроирригационный горизонт, см	> 85-100	50-85	< 50	-
Уклон, в градусах	0,5-1	1-2	3-4	>5
Глубина грунтовых	>3-5	2-3	1-2	0,5-1
Гумус, %	>1,2	1,0-0,8	0,8-0,6	< 0,4
Сухой остаток, %	< 0,30	0,30-1,00	1,00-	>2,00-3,00
Подвижный P_2O_5 , мг/кг	> 45-60	30-45	15-30	< 5-15
Обменный K_2O , мг/кг	> 300-400	200-300	100-200	< 100-50
Степень засоления	Незасо- ленный	Слабо- засоленный	Средне- засоленный	Сильно- засоленный
Тип засоления	-	Хлоридно- сульфатный	Сульфатно- хлоридный	Хлоридный
Количество токсичных солей, %	Слабо <20-30	Средне 30-50	Высоко 50-65	Сильно >65-75
Тип засоления по токсичным солям	Сульфатный	Хлоридно- сульфатный	Сульфатно- хлоридный	Хлоридный
Поглощенный магний, %	10-15	20-30	35-55	>60-75
Количество физической глина,	20-30	30-45	45-60	60-75
pH водной вытяжки	7-7,3	7,3-7,5	7,5-7,8	>8

Закключение

На формирование почв Кашкадарьинского конуса выноса воздействуют такие природно-экологические условия как

континентальность и засушливость климата, гидрогеологические, геоморфологические условия и литологическое строение, которые создали условия для процессов деградации.

От верхней к периферийной части конуса выноса от светлых серозёмов, лугово-серозёмных до лугово-аллювиальных почв увеличивается мощность гумусового горизонта, засолённость, карбонатность и утяжеляется механический состав. Староорошаемые оазисные почвы характеризуются наличием агроирригационного горизонта, пылеватым механическим составом и большей мощностью гумусового горизонта, в некоторых почвах выявлено высокое насыщение их поглощенным магнием.

Почвы конуса выноса от верхней части до средней и периферийной частей изменяются в сторону слабой-средней-сильной степени засоления, а по типу засоления пропорционально изменялись в направлении от сульфатны. Хлоридно-сульфатным и сульфатно-хлоридным. Почвы правого берега реки по сравнению с почвами на левом берегу характеризуется более низкими показателями по степени засоления и солевому запасу. По запасам токсичных солей почвы образуют увеличивающийся ряд в направлении от верхней части>средней части>периферийной части конуса выноса. Запасы токсичных солей по отношению к запасу общих солей почвы в верхней части конуса составили 44,84-47,98%, в средней части 50,54-62,23%, в периферии 66,07-67,96%.

Список цитируемой литературы

1. Аринушкина. Е.В Руководство по химическому анализу почв. М. МГУ. 1970. – 488 с.
2. Кимберг Н.В. Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент. ФАН, 1974. С. 298.
3. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана.- Ташкент, EXRTEMUM PRESS, 2009. – 351 с.
4. Курбонов М.М., Эргашева О.Х. Научные основы сохранения и повышения почвенного плодородия в системе чередования хлопчатниказерновые культуры в южных регионах Республики Узбекистан / Материалы региональной науч.-практ. конф. «Современное состояние почв, их картирование и устойчивое управление земельными ресурсами в Таджикистане». – Душанбе: ЭР-граф, 2019. 13-мая. – С. 146-150.

5. Расулов А.М. Почвы Каршинской степи, пути их освоения и повышения плодородия. Ташкент, Фан, 1974. – 248 б.

6. Gafurova L.A., Mamadiyurov F., Ergasheva O.Kh, Makhkamova D., Qurbonov M.M. The effect of the use of organic fertilizers, sowing legumes on the winter wheat yield and quality // Journal Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. – India, 2020. Vol. 21 (41&42). ISSN 0972-2025 – P. 73-79.

L.A.Gafurova¹, M.M.Kurbanov¹, M.A.Mazirov², O.Kh.Ergasheva¹

FEATURES OF SOIL FORMATION AND EVOLUTION IN THE CONE SPREADING OF THE KASHKADARYA RIVER OUTFLOW

¹ Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan

(Republic of Uzbekistan, Tashkent, la.gafurova@nuu.uz)

²Vladimirsky gosudarstvennyy Universitet im. A.G. and N. G. Stoletovs
(Russia, Vladimir, mazirov@mail.ru)

Abstract: The article presents the results of comprehensive studies to identify the features of the formation of arid soils of the cone spreading of the Kashkadarya river, their current state on the basis of informative indicators of the soil layer and the degree of their degradation was clarified, diagnostic indicators, the main elements of fertility, types and degree of salinity, stocks of common and toxic salts were determined. On the basis of geographical information systems, cartographic models reflecting changes in the informative indicators of the soils of cone spreading of the Kashkadarya river have been compiled.

Keywords: Kashkadarya river basin, cone spreading, degraded soils, soils, fertility saline

УДК 574.583

Т.В. Дрозденко¹, И.В. Тимофеев²

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА
УСТЬЯ РЕКИ ВЕЛИКОЙ**

Псковский государственный университет

Россия, г. Псков

¹tboichuk@mail.ru, ²timofeew.g2001@yandex.ru

Аннотация: В осенний период 2020 г. в дельте р. Великой идентифицировано 93 таксона микроводорослей рангом ниже рода из 7 отделов. Основу флористического комплекса составляли представители отделов Bacillariophyta, Chlorophyta и Cyanobacteria. В альгофлоре преобладали широко распространенные планктонные формы микроводорослей, предпочитающие слабощелочные воды.

Ключевые слова: мониторинг, альгофлора, фитопланктон, таксономический состав, эколого-географическая характеристика.

В настоящее время, в связи с растущей антропогенной нагрузкой на биосферу, гидробиологический мониторинг является необходимым мероприятием для контроля качества водной среды.

Важнейшая роль в водных экосистемах отводится планктонным водорослям. Они участвуют в образовании органического вещества, круговороте биогенных элементов, являются ценозообразующей группой организмов [1]. Фитопланктон широко используется в биоиндикационных и мониторинговых исследованиях водных экосистем, которые дают интегральную оценку результатов протекающих в водоеме процессов, что необходимо для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и функционированию природных комплексов [2–4].

По территории Псковской области протекает порядка 15000 рек [5]. Река Великая – наиболее крупный водоток, впадающий в Чудско-Псковское озеро. Длина реки составляет 430 км, площадь водосбора – 25200 км². Впадая в Псковское озеро, р. Великая образует в устье обширную дельту, состоящую из наносных островов и протоков. Длина водосбора р. Великой – 207 км, средняя ширина – 122 м. Заболоченность бассейна в среднем составляет 2 % [6].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

По сравнению с озерами, реки являются менее изученными водными объектами, однако они подвергаются активному хозяйственному использованию и загрязнению. Поэтому исследование фитопланктона для понимания функционирования и экологического состояния речных экосистем является необходимым и актуальным.

Целью работы стало исследование видового состава и экологических особенностей фитопланктона р. Великой в осенний период 2020 года.

Отбор проб фитопланктона проводили в начале ноября 2020 г. на пяти постоянных станциях акватории дельты (рис. 1).

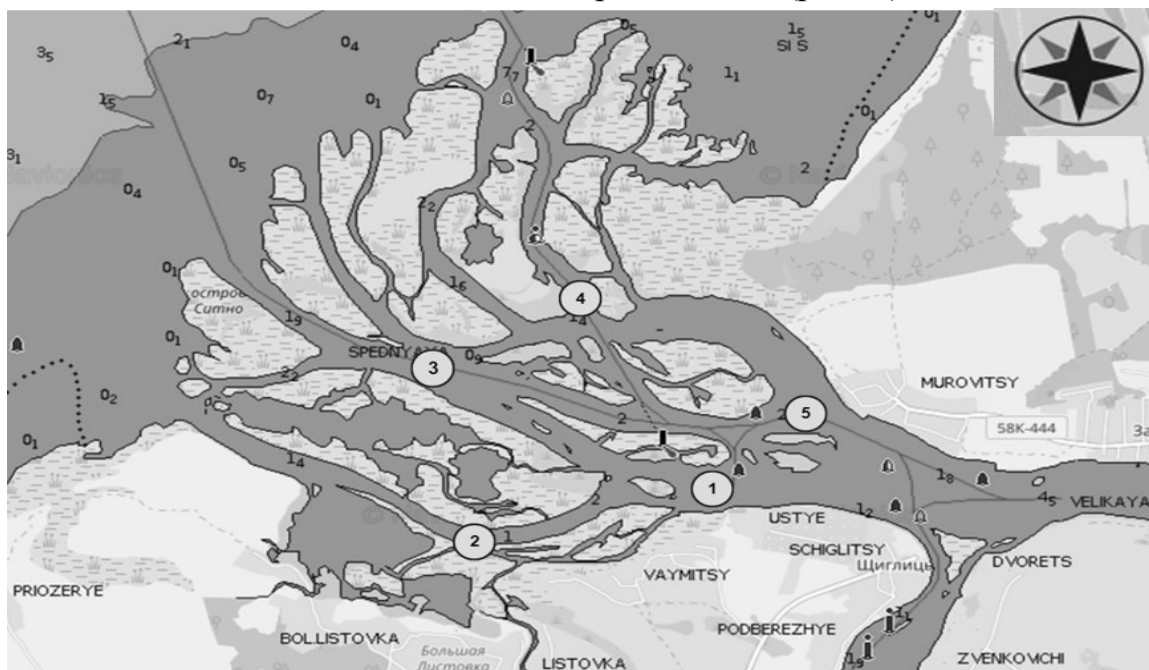


Рисунок 1. Станции отбора проб в дельте р. Великой:

1 – Вайменка, 2 – Большая Листовка, 3 – Средняя, 4 – Горки, 5 – Муровицы

Гидробиологический материал отбирали пластиковыми пробоотборниками (0,5 л) с поверхностного горизонта акватории (0,3-0,5 м) и фиксировали 40%-ым формалином [7]. Водоросли идентифицировали с использованием микроскопа Carl Zeiss Axio Lab. A1. Названия таксонов давали с учетом современных номенклатурных ревизий [8]. Эколого-географические данные микроводорослей уточняли в монографиях [1, 9].

В ходе исследований дельты р. Великой было зарегистрировано 93 видовых и внутривидовых таксона (ВВТ) фитопланктона из 7 отделов (таблица 1).

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Таблица 1. Таксономический состав фитопланктона дельты р.
Великой

Отдел	Число таксонов					Доля от общего числа, %
	Класс	Порядок	Семейство	Род	BBT	
Bacillariophyta	3	14	16	29	44	47,3
Chlorophyta	3	5	9	16	21	22,6
Cyanobacteria	1	4	6	10	12	12,9
Ochrophyta	1	2	3	4	6	6,5
Euglenozoa	1	1	2	4	5	5,4
Cryptista	1	2	2	2	3	3,2
Miozoa	1	2	2	2	2	2,2
Итого	11	30	40	67	93	100,0

Максимальное число видовых таксонов водорослей обнаружено в отделе Bacillariophyta (47,3 %). Среди них наиболее богатыми родами были *Navicula* Bory (9 BBT) и *Fragilaria* Lyngb. (4). На втором месте по числу видов был отдел Chlorophyta, содержащий 22,6 % от общего числа микроводорослей, с преобладающим по видам родом *Scenedesmus* Meyen (4 BBT). Около 13 % от общего видового состава приходилось на отдел Cyanobacteria с доминирующим родом *Microcystis* Kütz. ex Lemmerm. (3 BBT). Вклад остальных отделов в общее видовое богатство альгофлоры дельты было незначительным (табл. 1).

Анализ таксономического состава фитопланктона на исследованных станциях показал, что максимальное число видовых таксонов было выявлено на ст. Большая Листовка (51 BBT) и на ст. Средняя (50), минимальное – на ст. Горки и на ст. Муровицы (по 37 BBT) (таблица 2).

Таблица 2. Таксономический состав фитопланктона исследованных
станций дельты р. Великой

Отделы	Станции									
	1		2		3		4		5	
	экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%
Bacillariophyta	24	51,1	20	39,2	25	50,0	23	62,2	24	64,9
Chlorophyta	10	21,3	13	25,5	11	22,0	7	18,9	6	16,2
Cyanobacteria	2	4,3	12	23,5	4	8,0	2	5,4	4	10,8
Ochrophyta	4	8,5	4	7,8	4	8,0	3	8,1	2	5,4
Euglenozoa	3	6,4	0	0,0	3	6,0	0	0,0	0	0,0
Cryptista	3	6,4	2	3,9	3	6,0	1	2,7	1	2,7
Miozoa	1	2,1	0	0,0	0	0,0	1	2,7	0	0,0
Итого	47	100	51	100	50	100	37	100	37	100

где, 1 – Вайменка, 2 – Большая Листовка, 3 – Средняя, 4 – Горки, 5 – Муровицы

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Основу флористического комплекса на всех станциях составляли представители отделов Bacillariophyta и Chlorophyta. На стт. Большая Листовка и Муровицы заметный вклад в видовое богатство вносили цианобактерии. Эвгленовые водоросли были обнаружены только на стт. Вайменка и Средняя, представители Miozoa – на стт. Вайменка и Горки (таблица 2).

Согласно эколого-географическому анализу, по географической приуроченности в дельте р. Великой преобладали широко распространенные виды – 64,5 % от общего числа видов микроводорослей (таблица 3).

Таблица 3. Эколого-географическая характеристика осеннего фитопланктона дельты р. Великой

Показатели	доля, %	Показатели	доля, %
Распространение:		Галобность:	
космополиты	64,5	галофилы	15,1
бореальные	5,4	галофобы	4,3
голарктические	2,2	олигогалофы	1,1
арктические	1,1	индифференты	53,8
арктоальпийские	1,1	нет данных	25,7
циркумбореальные	1,1		
нет данных	24,6	Группы сапробионтов:	
Местообитание:		β-мезосапробионты	30,1
	43,0	β-о, о-β-мезосапробионты	10,8
планктонные			
планктонно-бентосные	33,3	α-β, β-α-мезосапробионты	7,5
бентосные	19,4	α-мезосапробионты	5,4
обитатели обрастаний	4,3	олигосапробионты	4,3
Отношение к pH:		о-α-мезосапробионты	3,2
алкалифилы	35,5	χ-β-мезосапробионты	1,1
индифференты	6,5	χ-олигосапробионты	1,1
ацидофилы	2,2	ксеносапробионты	1,1
нет данных	55,8	нет данных	34,4

По отношению к местообитанию большинство водорослей являлись планктонными (43,0 %) и планктонно-бентосными (33,3 %) (таблица 3). Преобладание данных экологических групп обусловлено невысокой скоростью течения воды в дельте р. Великой.

По отношению к солености доминировали индифферентные формы фитопланктона (53,8 %). На галофилы и галофобы приходилось 15,1 % и 4,3 % соответственно. Подобное распределение групп свидетельствует о невысокой минерализации воды в дельте.

По отношению к pH воды превалировала группа алкалифилов (35,5 %). Информации по данному показателю у большинства видов не было (55,8 %).

Среди идентифицированных микроводорослей 61 вид водорослей являлись индикаторами сапробности, из которых большинство приходилось на долю β -мезосапробионтов – 30,1 %, что свидетельствует об умеренном загрязнении акватории за счет близости городской инфраструктуры.

Таким образом, планктонная альгофлора дельты р. Великой в осенний период 2020 г. характеризовалась как диатомово-хлорофитовая с присутствием цианобактерий. В исследованной акватории преобладали широко распространённые планктонные виды микроводорослей, предпочитающие слабощелочные воды и свидетельствующие об умеренном загрязнении вод дельты.

Исследование выполнено за счет гранта Псковского государственного университета (проект «Экологический мониторинг дельты реки Великой по структуре и физиологической активности фитопланктона и показателям качества воды»)

Список цитируемой литературы

1. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.
2. Филатов Н.Н., Меншуткин В.В. Проблемы оценки изменений экосистем крупных стратифицированных водоемов под влиянием климата и антропогенных факторов // Ученые записки РГГМУ, 2017. № 48(9). – С. 120–146.
3. Беляева, П.Г. Структура и функционирование альгоценозов водных экосистем Пермского Предуралья: автореф... дис. кан. докт. биол. наук. – Пермь, 2022. – 46 с.
4. Дрозденко Т.В., Александрова С.М., Антал Т.К. Фитопланктон и экологическое состояние Чудско-Псковского озера // Экосистемы, 2023. Выпуск 34. – С. 36–43.

5. Лесненко, В.К. Природные ресурсы Псковской области, их рациональное использование: Учеб. пособие. – Псков: ПГПИ, 2002. – 134 с.
6. Реки Псковской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pskovfish.ru/ozero/reki.htm>. – Дата доступа 17.08.2023.
7. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
8. AlgaeBase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.algaebase.org/>. – Дата доступа: 10.06.2023-10.08.2023.
9. Судницына, Д.Н. Альгофлора водоемов Псковской области. – Псков: ООО «Логос Плюс», 2012. – 224 с.

T.V. Drozdenko¹, I.V. Timofeev²

TAXONOMIC COMPOSITION AND ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON OF THE MOUTH OF THE VELIKAYA RIVER

Pskov State University

Pskov, Russia

¹tboichuk@mail.ru, ²timofeew.g2001@yandex.ru

Abstract: In the autumn period of 2020 in the delta of the 93 microalgae taxa with a rank below the genus from 7 phylums have been identified. The basis of the floral complex was made up of representatives of the phylums *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* and *Cyanobacteria*. The algoflora was dominated by widespread planktonic forms of microalgae, preferring slightly alkaline waters.

Keywords: monitoring, algoflora, phytoplankton, taxonomic composition, ecological and geographical characteristics.

УДК 551.582

В.В. Дроздов¹, В.А. Лобанов², А.А. Буренкова³, А.А. Окуличева⁴
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЙ
КЛИМАТА**

Российский государственный гидрометеорологический университет
Россия, г. Санкт-Петербург,

¹vladidrozdv@yandex.ru, ²va_lobanov56@mail.ru,

³burenkova99@mail.ru, ⁴arina-okulichева@mail.ru

Аннотация. Выполнен анализ изменений климата и связанных с ним гидрометеорологических характеристик в Ленинградской области. Выявлены особенности многолетней динамики величин атмосферных осадков и стока рек в различных районах. Дана оценка проявлений экстремальных значений речного стока, приводящих к паводкам и наводнениям. Обоснованы основные экологические проблемы, возникающие при наводненческих ситуациях, представляющие угрозу для безопасности жизнедеятельности населения и природных экосистем. Предложены рекомендации по обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: колебания климата, атмосферные осадки, речной сток, максимальные годовые расходы рек, паводки и наводнения, безопасность жизнедеятельности населения и экологическая безопасность.

Введение

В Ленинградской области проживает около 2 млн. человек при средней плотности населения 24 чел./км², городское население составляет около 66 %. Здесь расположены крупные административные центры и промышленные предприятия и сельскохозяйственные предприятия, транспортные наземные и водные магистрали, функционирование которых находится в сильной зависимости от климата и его изменений. Кроме того, по состоянию на 2023 г. на территории Ленинградской области расположено 49 особо-охраняемых природных территорий, включая 2 государственных заповедника [1].

В последние два десятилетия в Ленинградской области участилось проявление опасных гидрометеорологических процессов и явлений, которые представляют угрозу безопасности людей, а также

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

могут нанести значительный ущерб объектам экономики и населению [2].

Среди них – высокие уровни воды при паводках и наводнениях, при которых возможно затопление населенных пунктов и нарушение нормального функционирования береговых сооружений и объектов, в том числе обеспечивающих жизнедеятельность населения.

Целью работы является оценка пространственных и временных особенностей динамики речного стока в различных районах Ленинградской области, в том числе максимальных значений в среднем за год, а также анализ возникающих неблагоприятных экологических последствий.

Обычно в данном регионе максимальные расходы воды в руслах рек формируются в период весеннего половодья в апреле по причине таяния накопленных за зимний период атмосферных осадков в твердой форме. Однако, потепление климата, начиная с 1990-х гг. постепенно приводит к тому, что на протяжении зимы осадки могут выпадать и в жидкой фазе, сразу поступая в русло, тем самым несколько снижая проявление максимальных расходов в период весеннего половодья по причине снижения снегового запаса в речных бассейнах.

В Ленинградской области весеннее половодье обычно начинается в конце марта – начале апреля и заканчивается в конце мая – начале июня, на востоке области во второй декаде июня. Его продолжительность в среднем составляет от 60 до 70 дней. Весенние максимумы, как правило, наблюдаются во второй и третьей декадах апреля. При этом подъемы уровней в среднем составляют от 2 до 4 м, а в годы с высоким половодьем, с более холодными зимами обеспечивающими накопление значительного снегового запаса – до 5 – 7 м. Самые крупные половодья, повлекшие за собой целый ряд неблагоприятных экологических последствий на значительной площади Ленинградской области имели место в 1955 и 1966 годах.

Достаточно регулярные, практически ежегодные наводнения характерны в настоящее время для Тосненского, Тихвинского, Кингисеппского, Бокситогорского, Лодейнопольского и Лужского районов, расположенных в восточных и южных, юго-западных территориях области. Наиболее опасные наводненческие ситуации в последние 10 лет оды складывается в бассейнах рек Тихвинка, Свирь, Оять, Паша, Сясь, Тосна, Луга. Выход рек из берегов и затопление значительных участков вдоль русла может представлять угрозу для

нормального функционирования ряда крупных промышленных предприятий и городов – районных центров, таких как г. Тихвин, г. Бокситогорск, г. Сясьстрой, г. Тосно, г. Луга и ряд других. Город Тихвин расположенный на востоке Ленинградской области, основанный в 1560 г., является крупным промышленным и культурным центром. В городе проживает более 56 тыс. человек. 22 апреля 2022 г. уровень воды в р. Тихвинка достиг отметки в 484 см, что привело к затоплениям на обширных пространствах. Пострадали многие приусадебные хозяйства, сельскохозяйственные комплексы, некоторые промышленные предприятия г. Тихвин. Многолетние данные наблюдений говорят о том, что возможны и более крупные весенние наводнения. Например, в 1881 г. значение уровня воды в реке достигло 780 см. В ХХI веке самые высокие отметки уровня были зафиксированы в 2005 году – 658 см и 2013 году – 652 см. Опасным для безопасности жизнедеятельности населения и природных экосистем может считаться подъема воды в р. Тихвинке выше 450–500 см. [3,4].

В конце апреля 2022 г. на р. Паше вблизи села Чесовенское в Волховом районе Ленинградской области уровень воды по гидропосту на реке Паше составил 705 см над 0 поста (10,57 м БС). При подъёме уровня более 760 см ожидалось затопление ряда деревень. В этот же период река Луга вышла из своих берегов даже на территории районного центра – г. Луга на юге Ленинградской области. 15 апреля повышение уровня воды в городе составило 326 см, в поселке Толмачёво 415 см, с дальнейшим ростом до 620 см. Практически ежегодно в апреле наблюдается резкий рост уровня воды в русле р. Тосна Тосненского района Ленинградской области. Здесь критическим является подъем уровня выше 530 см [3,4].

В апреле 2018 г. наблюдалось значительное наводнение на р. Сестра в курортном районе Санкт-Петербурга, на границе с Выборгским районом Ленинградской области. Многие дома в курортном поселке Солнечное оказались подтопленными до 1,5 м. Значительный объем талых вод вызвал также транспортные проблемы на трассе Скандинавия [3,4].

Кроме наводнений в весенний период в последние годы все более заявляет о себе проблема осенних наводнений в конце осени – начале зимы по причине дождевых паводков, чего ранее практически не наблюдалось. Паводковые явления связаны с обильными дождями

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

последних дней и таянием снега, выпавшего в начале ноября в Бокситогорском районе – выше по течению реки Тихвинки. Паводок затронул жилые дома в старой части Тихвина, пострадали мосты [3]. В августе 2019 г. многие ручьи на территории Нижнесвирского государственного заповедника, значительно увеличили свои расходы, что привело к эрозии прибрежных заповедных территорий [5].

Для проведения исследований созданы региональные базы данных многолетних рядов наблюдений продолжительностью более 40 лет с последним годом наблюдений от 2019 г. до 2022 г. по максимальным в году расходам воды в 17 пунктах наблюдений, по максимальным суточным осадкам августа в 23 пунктах наблюдений и по среднемесячным температурам воздуха апреля в 35 метеостанциях. Расположение пунктов наблюдений за данными характеристиками показано на рисунке 1.

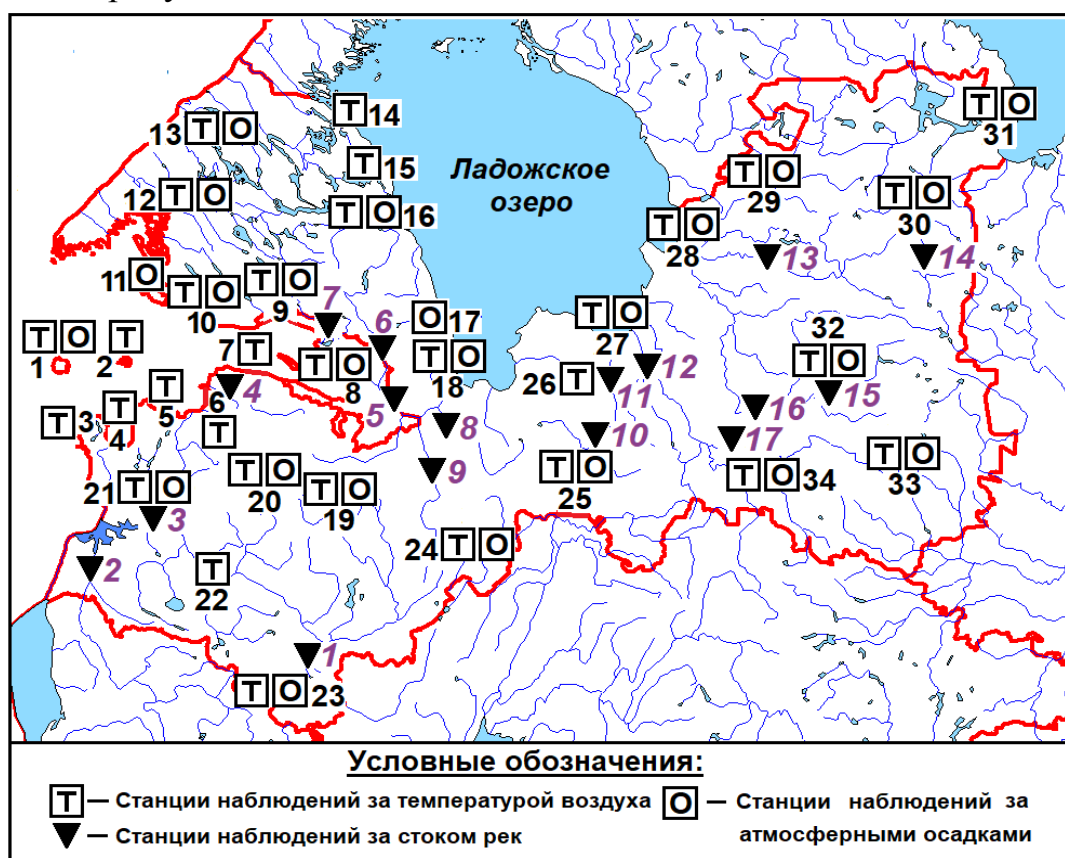


Рисунок 1. Схема размещения пунктов наблюдений за максимальными в году расходами воды (треугольники), среднемесячными температурами апреля (кружки) и максимальными суточными осадками августа (квадраты) по территории Ленинградской области.

Применена методика оценки влияния современного изменения климата на гидрометеорологические характеристики включающая в себя: оценку качества информации, однородности экстремумов, стационарности параметров, восстановление пропусков наблюдений и приведение непродолжительных рядов к многолетнему периоду; аппроксимацию многолетних временных рядов моделями тренда и ступенчатых изменений и оценку их эффективности и устойчивости показателей нестационарности; количественную оценку климатических изменений [6].

На рисунке 2 представлена многолетняя изменчивость значений максимального за год речного стока для р. Мста (*а*), Тигода (*б*) Уверть (*в*), бассейны которых расположены соответственно на территориях юго-восточных районах Ленинградской и граничащих с ними Новгородской области. Данные получены из Гидрологических ежегодников. Как видно из данного рисунка, максимальные расходы воды в руслах рек достигали своих наибольших значений в середине 1950-х и в середине 1960-х годов. Именно в этот период наблюдалось относительное похолодание в Европейской территории России, что выражалось, в том числе, в продолжительном морозном зимнем периоде и значительном запасе снега, который в весенний период при таянии приводил к резкому подъёму величин расходов рек. Начавшийся в конце 1980-х – начале 1990-х гг. период относительного потепления, привел к существенному снижению величин максимальных расходов в весенний период, по причине снижения объема снегового запаса, но при этом многие реки стали демонстрировать паводочный тип водного режима, в связи с общим ростом сумм атмосферных осадков, в том числе жидкой форме в зимний период.

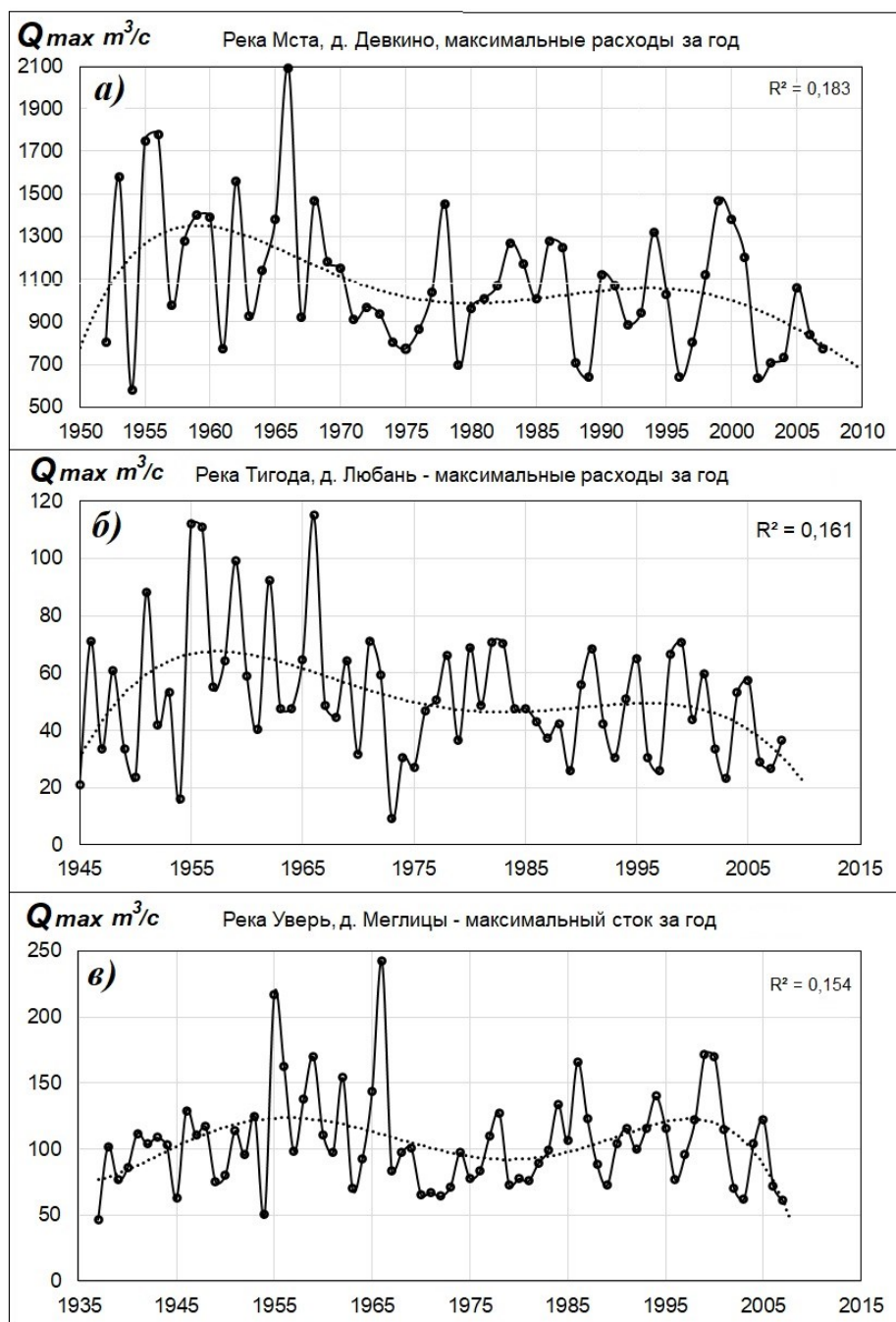


Рисунок 2. Многолетняя изменчивость значений максимального за год речного стока для р. Мста (а), Тигода (б) Уверь (в)

В конце 1980-х гг. произошло резкое, повышение значений температур воздуха в среднем за апрель – основной период снеготаяния и формирования наводнений на реках. В 2016 г. наблюдался резкий рост величин атмосферных осадков на юго-западе области в среднем течении р. Луга. В северной части Ленинградской области максимальные осадки уменьшаются, исходя из тенденций за последние 70 – 90 лет, почти до 14 мм (Выборг), а в остальной части – возрастают (до 10, 6 мм в Тихвине). В целом, для большей части

территории Ленинградской области величины максимальных атмосферных осадков за август в основном увеличились. Только на севере наблюдалось некоторое их уменьшение [7]. Следствием этого являются и соответствующие изменения объемов речного стока.

Наибольшие риски для природных экосистем и промышленной инфраструктуры можно ожидать именно в районах с наиболее выраженным потеплением и ростом количества атмосферных осадков, что, в свою очередь, может сказываться на формировании интенсивных паводков и наводнений [8]. Применительно к Ленинградской области, данная ситуация складывается прежде всего в Тихвинском, Тосненском и Лужском районах, а также в районах на границе Ленинградской и Новгородской областей. Возрастающий поверхностный сток с городских территорий, включая промышленные зоны и автомобильные трассы является одним из основных источников загрязнения рек различными вредными веществами природного и техногенного происхождения.

Для снижения тяжести экологических последствий необходима реализация комплекса мероприятий: эффективное прогнозирование паводков и наводнений, оповещение населения и его эвакуация в случае наличия угроз безопасности жизнедеятельности, строительство и восстановление защитных дамб в прибрежной зоне, а также плотин и шлюзов на реках в наибольшей степени демонстрирующих рост своих расходов в настоящее время.

Исследование выполнено в Российском государственном гидрометеорологическом университете при реализации гранта «Исследование закономерностей и разработка прогностических сценариев изменения климата в Санкт-Петербурге и Ленинградской области для разработки программ адаптации отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства к климатическим изменениям с учетом возникающих экологических рисков», 2022-2023 гг. Соглашение между Российским научным Фондом, руководителем проекта и организацией (РГГМУ) о предоставлении гранта на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований № 22-27-20145 от 25.03.2022 г. Соглашение о предоставлении регионального гранта между Санкт-Петербургским научным фондом, организацией (РГГМУ) и руководителем проекта № 59/2022 от 15.04.2022.

The research was carried out at the Russian State Hydrometeorological University under the grant «Study of patterns and development of predictive scenarios of climate change in St. Petersburg and the Leningrad region for the development of programs for the adaptation of industries and housing and communal services to climate change, taking into account emerging environmental risks», 2022-2023. Agreement between the Russian Scientific Foundation, the project manager and the organization (RSHU) on the grant for basic scientific research and exploratory scientific research No. 22-27-20145 dated 25.03.2022. Agreement on the provision of a regional grant between the St. Petersburg Scientific Foundation, the Organization (RSHU) and the project manager No. 59/2022 dated 15.04.2022.

Список цитируемой литературы

1. Официальный сайт. Ленинградское областное государственное казенное учреждение «Дирекция особо охраняемых природных территорий Ленинградской области». [Электронный ресурс]. URL: <https://ooptlo.ru/oopt.html>. Дата обращения 02.09.2023.
2. Дроздов В.В., Лобанов В.А., Окуличева А.А., Буренкова А.А. Экстремальные гидрометеорологические процессы и их влияние на экосистемы и промышленную инфраструктуру Ленинградской области // Экология и промышленность России, 2023. Vol. 27. Iss. 2. P. 53 – 59. DOI: [10.18412/1816-0395-2023-2-53-59](https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-2-53-59).
3. Официальный сайт. ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles>. Дата обращения 20.08.2023.
4. Информационный портал. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ntv.ru/novosti/2754890/?ysclid=lmjjm017s0304016794>. Дата обращения 22.08.2023.
5. Официальный сайт. Нижне-Свирский государственный природный заповедник. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.n-svirsky.ru/o-zapovednike>. Дата обращения 01.08.2023.
6. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 78 с.
7. Официальный сайт. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: www.pogodaiklimat.ru. Дата обращения 18.07.2023.

8. Лобанов В.А., Шадурский А.Е. Выделение зон климатического риска на территории России при современном изменении климата. Монография. СПб.: РГГМУ, 2013. – 123 с.

V.V. Drozdov¹, V.A. Lobanov², A.A. Burenkova³, A.A. Okulicheva⁴

**ECOLOGICAL PROBLEMS IN RIVER BASINS OF THE
LENINGRAD REGION IN THE BACKGROUND OF CLIMATE
CHANGE**

Russian State Hydrometeorological University
Russia, St. Petersburg

¹vladidrozdov@yandex.ru, ²va_lobanov56@mail.ru,

³burenkova99@mail.ru, ⁴arina-okulicheva@mail.ru

Abstract. An analysis of climate change and associated hydrometeorological characteristics in the Leningrad region was carried out. The features of the long-term dynamics of atmospheric precipitation and river flow in various regions have been revealed. An assessment of the manifestations of extreme values of river flow leading to floods and inundations is given. The main environmental problems that arise during flood situations, which pose a threat to the safety of the population and natural ecosystems, are substantiated. Recommendations for ensuring environmental safety are proposed.

Key words: climate fluctuations, precipitation, river flow, maximum annual river flows, floods and floods, life safety of the population and environmental safety.

И.А. Кияшко¹, Д.С. Скориков¹, В.В. Кияшко,² Е.И. Тихомирова¹

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
БИОЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА ВОЛГОГРАДСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

¹Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.

²Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
Россия, г. Саратов

¹kiyashko_81@list.ru, ²strannik_dolin@mail.ru,
³coba80@mail.ru, ⁴tichomirova_ei@mail.ru

Аннотация: В течение нескольких последних десятилетий во многих водоемах на территории России, и Саратовского региона в том числе, наблюдается возрастание трофии, сопровождающееся резким увеличением обилия фитопланктона, зарастания водной растительностью прибрежных мелководий, изменений качества воды и как следствие рыбохозяйственной деградации. Для практической оценки экологического состояния водных объектов предложен комплексный подход анализа полученных показателей и параметров функционирования экосистемы, играющих роль интегрального критерия с использованием современных IT технологий.

Ключевые слова: Волгоградское водохранилище, мелководья, ихтиоценоз, гидрохимические показатели, видовая модель поведения, фаунистические комплексы, геоинформационное моделирование мелководного участка

Введение

Водные объекты Саратовской области являются стратегическим ресурсом в хозяйственной деятельности региона (Шашуловская и др., 2021). Для рационального природопользования необходимо своевременно получать точные сведения об экологических процессах, протекающих в водоеме.

Особое внимание следует уделить изучению акватории малых притоков водохранилища, которые в настоящее время недостаточно изучены, в связи с тем, что методы наблюдений за их состоянием разработаны не в полном объёме (Шашуловский, 2006). Скудность сведений затрудняет разработку мероприятий по предупреждению и

снижению негативного воздействия на водные биологические ресурсы (Чумаченко и др., 2016).

Подобные исследования могут дать новые данные для понимания глобальных процессов и механизмов, происходящих внутри водохранилища, таких как изменение глубин, в том числе обмеление, зарастание мелководий и заиливание участков с малой проточностью (Михаленко и др., 2009).

Одной из важнейших практических задач современной науки является применение вычислительной техники, позволяющей оперировать с огромными объемами экспериментальных данных, базами данных, позволяющих исследовать роль различных факторов в изменении экологического состояния водных объектов и жизнеспособности их обитателей. На текущий момент актуальны два способа оценки состояния водных объектов, определяющих качеством их вод по гидробиологическим и гидрохимическим показателям.

Для качественной оценки экологического состояния сообществ более целесообразен комплексный подход включающий анализ полученных показателей параметров функционирования экосистемы и их объединение в один или несколько индексов, в виде интегрального критерия.

Цель работы: исследование биоэкосистем в устьевых участках малых рек бассейна Волгоградского водохранилища и моделирование их пространственной структуры с использованием IT технологий.

Объекты и методы

Объектом исследования являлись притоки и мелководья бассейна Волгоградского водохранилища. Сбор материала осуществляли в период с 2019 по 2022 гг. на реках Курдюм, Большой Иргиз, Чардым, Терса, Елшанка, Малый Караман, Терешка, в Краноярской пойме и в Усть-Курдюмском заливе. Для достижения поставленной цели была разработана программа исследований, согласно которой проводили комплексный (многофакторный) анализ полученных данных: гидрохимического, гидрометрического, батиметрического и ихтиологического изучения акваторий с использованием общепринятых и стандартных методов исследования. Проводили исследования пространственной конфигурации дна, данных о распределении донных отложений и зон, наиболее подвергнутых зарастанию водными растениями.

Осуществлялся анализ взаимосвязи между конфигурацией дна,

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

переносом донных отложений и разрастанием прибрежной водной растительности с использованием современного оборудования и ГИС-технологий при обработке полученных данных, фото- и видеоматериалов. На основании полученных результатов разрабатывали геоинформационную модель территории, отражающей мощность донных отложений и распределение различных участков залива с использованием методических приемов и технологий.

В нашей работе помимо указанных показателей мы рассматривали пространственно-временное распределение ихтиофауны с целью оценки экологической значимости части акваторий конкретных водных объектов. Далее согласно полученным моделям, устанавливали корреляционную взаимосвязь изучаемых явлений между собой.

Результаты и их обсуждение

Проведенные нами исследования показали, что близлежащие к г. Саратову реки Курдюм и Елшанка подвергаются большей антропогенной нагрузке. Видовое разнообразие ихтиофауны малых рек находится в корреляционной зависимости от некоторых гидрохимических показателей качества воды. (Рисунок 1).

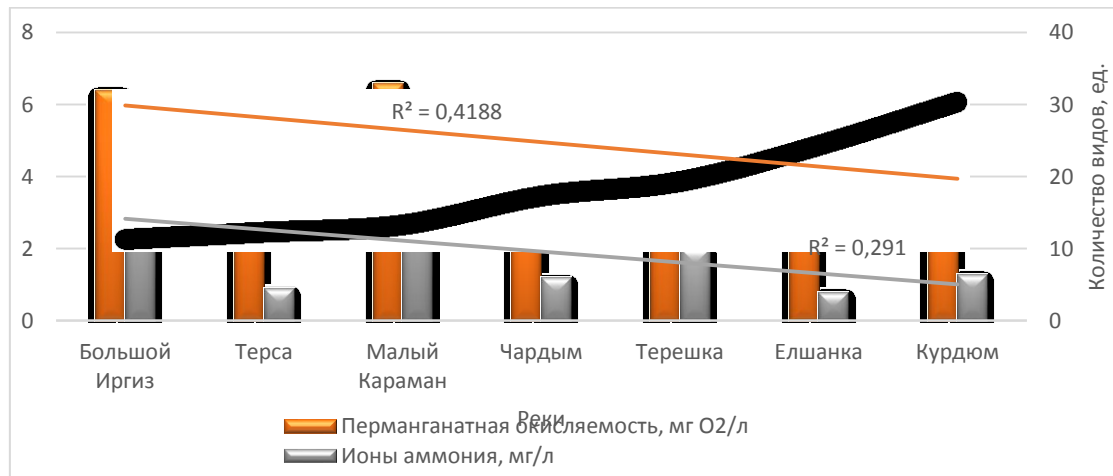


Рисунок 1. Видовое разнообразие ихтиофауны в малых реках в зависимости от некоторых гидрохимических показателей

Исследуемые реки имеют небольшой разброс значений индексов видового сходства — от 0,42 до 0,85.

При анализе разнообразия ихтиофауны было отмечено, что ареалы нагула отдельных видов хотя и перекрываются, но в основе хорошо прослеживается их пространственная и временная разобщенность.

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Создание компьютерной модели на примере Усть-Курдюмского залива строилось на основании данных эхолотации, а источником исходных данных для построения конфигурации поверхности суши являлись топографические карты.

Разработанный программный комплекс позволяет представить рельеф берега и дна залива в виде трехмерной поверхности. Которая дает возможность определить территории, затопленные при максимальном уровне воды, обмелении и полного осушения при сбросе воды (Рисунок 2).



Рисунок 2. Геоинформационная модель рельефа устьевое участка р. Курдюм (Усть-Курдюмский залив)

Таким образом, можно определить площадь территорий неблагоприятных для нереста и, соответственно, возможный ущерб ихтиофауне.

Другим типичным для мелководья явлением выступает заиливание дна. Для измерения толщины слоя ила на дне Усть-Курдюмского залива также использовалась методика поточечного сканирования, однако при этом вводился дополнительный параметр – толщина илистых отложений.

Собранные данные показывают максимальную мощность ила на глубине менее 2 метров. Причем объемная доля донных отложений на мелководьях менее 2 метров составляет 36% от общего. Площадь данных участков составляет 11% от общей. Следовательно, имеет место суждение о том, что на данном участке с уменьшением глубины мощность донных отложений увеличивается (Рисунок 3).

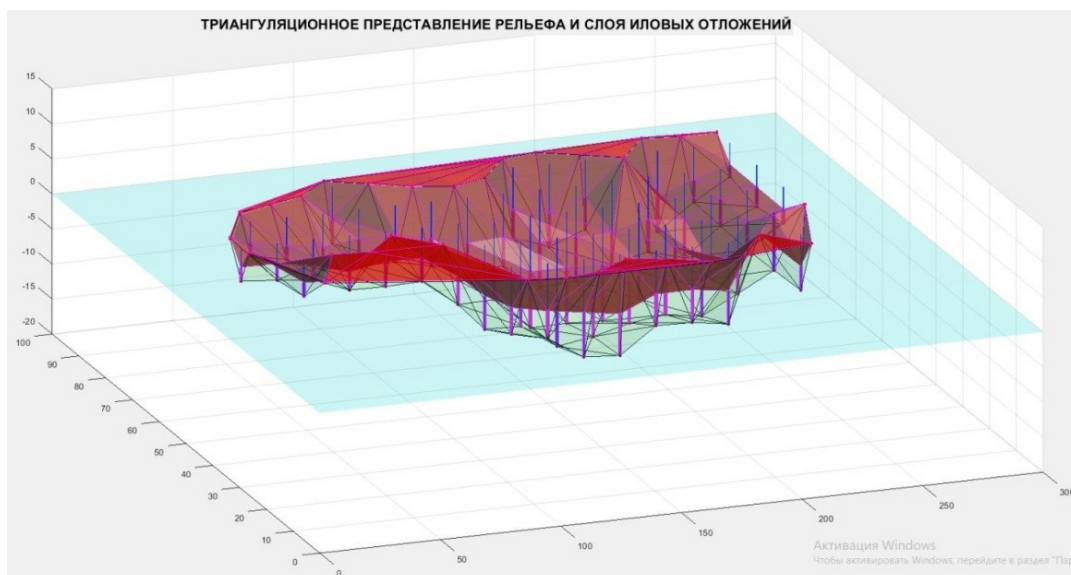


Рисунок 3. Трехмерная модель рельефа и сапропеля на дне Усть-Курдюмского залива

В ходе построения модели и обработки в программе MATLAB были также выделены зоны, занятые воздушно-водной растительностью (Рисунок 4).

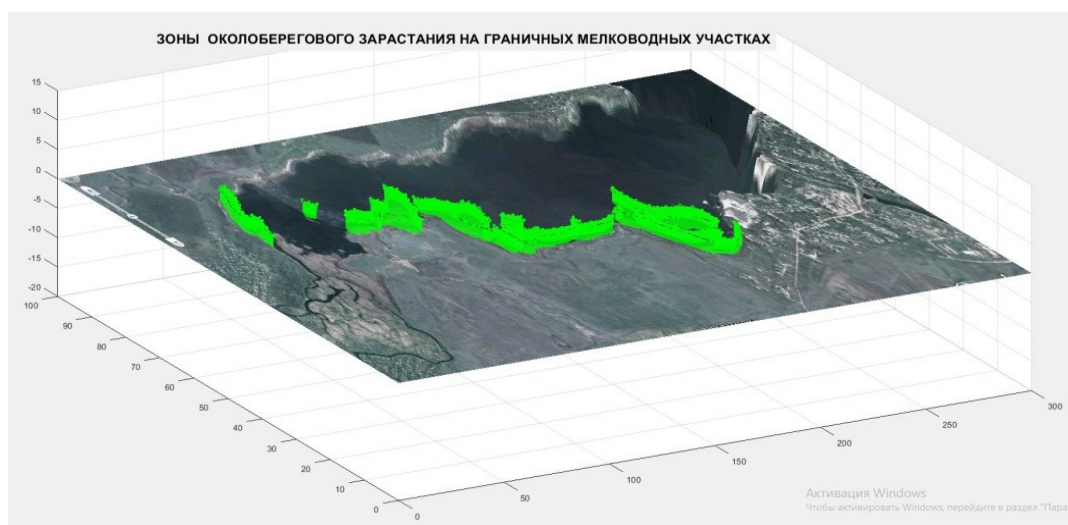


Рисунок 4. Территория распространения макрофитов

Заключение

Полученные результаты вносят существенный вклад в понимание фундаментальных аспектов рационального использования природных ресурсов внутренних водоемов страны. А также определения их экологического состояния, увеличения продуктивности, прогнозирования влияния различных факторов как в качественных, так и в количественных показателях и дополняют данные особенностей использования природно-техногенного водотока.

Отмечено негативное влияние эвтрофирования на количественный и качественный состав ихтиоценозов притоков Волгоградского водохранилища, выраженное рыбохозяйственной деградацией водотоков.

Собранные данные с помощью аппаратных средств о состоянии Усть-Курдюмского залива позволили создать базу геоданных и использовать результаты при проведении экологического мониторинга.

Список цитируемой литературы

1. Шашуловская Е.А. К вопросу оценки экологического состояния различных водотоков в условиях антропогенного пресса / Е.А. Шашуловская, С.А. Мосияш, О.В. Шашуловская, [и др.] // Водное хозяйство России. – 2021. – №2. – С. 106-120.
2. Шашуловский В.А. Динамика Биологических ресурсов Волгоградского водохранилища: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. – Саратов, 2006. – 50 с.
3. Чумаченко А.Н. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области / А.Н. Чумаченко, В.А. Гусев, В.А. Данилов [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016. – Т. 16, – вып. 2. – С. 93-97.
4. Михаленко, Е.Б. Инженерная геодезия. Современные методы геодезических измерений с использованием искусственных спутников земли: учебное пособие. / Е.Б. Михаленко, Н.Н. Загрядская, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич [и др.] – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2009. – 82 с.

I.A. Kiyashko¹, D.S. Skorikov¹, V.V. Kiyashko², E.I. Tikhomirova¹

MODELING OF THE SPATIAL STRUCTURE OF ECOSYSTEMS OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR BASIN

¹Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
Russia, Saratov

¹kiyashko_81@list.ru, ²strannik_dolin@mail.ru,
³coba80@mail.ru, ⁴tikhomirova_ei@mail.ru

Abstract: Over the past few decades, an increase in trophies has been observed in many reservoirs on the territory of Russia, including the Saratov region, accompanied by a sharp increase in the abundance of phytoplankton, overgrowth of coastal shallow waters with aquatic vegetation, changes in water quality and, as a consequence, fisheries degradation. For the practical assessment of the ecological state of water bodies, a comprehensive approach is proposed to analyze the obtained indicators and parameters of ecosystem functioning, which play the role of an integral criterion using modern IT technologies.

Keywords: Volgograd reservoir, shallow waters, ichthyocenosis, hydrochemical indicators, species behavior model, faunal complexes, geoinformation modeling of a shallow area

УДК 631.4

Н.О. Ковалева¹, И.В. Ковалев²

ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ПОЙМ ГОРОДА МОСКВЫ В ГОЛОЦЕНЕ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва

¹natalia_kovaleva@mail.ru, ²kovalevmsu@mail.ru

Аннотация. Гидрологическая история города Москвы – это часть его культурного наследия, а погребенные почвы и культурные слои – архив информации о палеоландшафтах и палеоэкологии городской среды. Цель данного исследования – расшифровка палеоэкологических архивов дневных и погребенных почв на территории г. Москвы (в районе палеорусел рек Неглинная, Химка и береговых обнажений Москва-реки в Братеево). На основе исследования реликтовых свойств палеопочв (характеристик органического вещества, магнитной восприимчивости, гранулометрического и изотопного состава) установлено, что формирование мощных, устойчивых во времени культурных слоев происходило в эпохи прерывания аллювиальных процессов в медно-каменный, бронзовый, железный, средние века и в современный период.

Ключевые слова: погребенные почвы, культурные слои, изотопный состав, голоцен.

Введение. Как известно [1, с. 25], город Москва, как и большинство средневековых русских городов, пронизан естественной транспортной артерией – рекой Москвой, входящей в город в его северо-западной части и выходящей – на юго-востоке мегаполиса. У Москвы-реки, протекающей в городе на расстоянии 80 км, хорошо развита пойма и три надпойменные террасы (Ходынская, Мневниковская и Серебряноборская), разность высот между ними достигает 35 м. Именно от облика долины Москвы-реки зависит и контрастный вид разных частей города: крутые берега Воробьевых гор, Лужниковская и Нагатинская поймы, болотистая низкая плоская часть Мещерской низменности. Высокие территории водоразделов, образовавшиеся при их расчленении долинами рек, впадающих в Москву-реку, легли в основу знаменитого образа города на «семи холмах». Природный ландшафт в ходе строительства и развития города кардинально изменен: осушено больше сотни малых речек, ручьев и оврагов, десятки стариц и болот, больше 700 прудов. Реки Неглинная, Лихоборка, Филька, Сосенка, Нищенка, Халиловка убраны в подземные коллекторы. Заболоченные излучены и меандрирующие русла преобразованы Карамышевским и Хорошевским спрямлениями, каналом имени Москвы, деривационным и Крылатским каналами, Химкинским водохранилищем. Однако, история гидрологии города – это часть культурного наследия Москвы, а погребенные почвы и культурные слои – архив информации о палеоландшафтах и палеоэкологии городской среды. Поэтому цель данного исследования – расшифровка палеоэкологических архивов дневных и погребенных почв в районе палеорусел рек Неглинная, Химка и береговых обнажений Москва-реки.

Объекты и методы. Объектами исследования послужили почвенно-аллювиальные серии на левом берегу Москва-реки в 150 м от устья реки Химки в Тушино (разрезы № 1, 2, 3), содержащие стратозем на погребенной почве (аллювиальную серо-гумусовую почву); стратозем на погребенной почве (аллювиальная дерновая почва) на правом берегу Москвы-реки в районе Братеево (разрезы № 3, 4); стратозем на погребенной почве на правом берегу реки Неглинной в районе Китай-города (разрез № 5) под торговым местом XIX – «Теплые ряды». Все разрезы изучены в ходе совместных комплексных экспедиционных исследований под руководством А.Л. Александровского.

В почвах определяли содержание гумуса методом Тюрина; групповой состав фосфора (Р) – аскорбиновым методом; рН – потенциометрически; содержание илистой фракции – рентгенометрически с ультразвуковой диспергацией в 0,05 % пиррофосфате натрия; магнитную восприимчивость – полевым капнометром KAPPAMETR model KT-5. Изотопный состав органического вещества измерен на масс-спектрометре, возраст – радиоуглеродным методом.

Результаты и обсуждение. В почвенно-аллювиальных сериях разреза № 2 в Тушино вскрыты 4 основные почвы. Почва 1 находится в верхней части профиля и представляет собой слаборазвитую почву (стратозем на погребенной почве). Почва 2 на глубине 120 см имеет датировку 1780 ± 80 лет, то есть диагностирует поселения железного века. Почва 3 (дерново-подзолистая) имеет возраст 5460 ± 60 лет и расположена на глубине 160 см. Почва 4 залегает на глубине 205-210 см и представляет собой криозем с клиновидными нарушениями (возраст почвы 11780 ± 90 лет).

В разрезе № 2 в Братеево на правом высоком берегу Москвы-реки выделены 5 почв. Верхняя дерновая песчаная оподзоленная почва синхронна описанной А.Л.Александровским [2, с. 1287] дерново-подзолистой почве разреза Курьяново, сформировавшейся в последние 500-700 лет. Вторая почва погребена на глубине около 1 м под слоистыми аллювиальными наносами и представляет собой слаборазвитую дерновую почву с темноокрашенным гумусовым горизонтом и профилем А-С. Она сформировалась, по [2, с. 1287], в интервале от 3000 до 900 лет назад. Почва 3, дерновая, погребенная под аллювием на глубине 150-200 см, также состоит из горизонтов А-С и имеет возраст около 5305 лет. Хорошо развитая почва раннеголоценового возраста описана на глубине 240-265 см. Она тянется вдоль обрыва на сотни метров, имеет темноокрашенный гумусовый горизонт, крупные палеокротовины и может быть классифицирована как лугово-черноземная. Эта почва, по-видимому, сформирована в условиях пониженной увлажненности климата в раннем голоцене, а около 8000 лет назад в результате резкого похолодания была перекрыта слоистым речным аллювием. Следы турбированного гумусированного маломощного позднеледникового криозема обнаружены на глубине 325-355 см.

Культурные слои разреза № 5 в Китай-городе обладают угольной окраской. На глубине 90-110 см залегает культурный слой

еще более темного цвета. Нижние слои представляют собой аллювиальные песчаные наносы реки Неглинной, верхние - нарушены строительными работами.

В разрезах Тушино, Братеево, Китай-город значения рН водной вытяжки в верхней части профиля – нейтральные, в нижней – кислые и слабокислые, типичные для почв южной тайги.

Содержание гумуса во всех разрезах резко увеличивается в погребенных культурных слоях и под ними до средних и высоких значений, а затем уменьшается вниз по профилю. Исследование группового состава гумуса обнаруживает различное соотношение гуминовых и фульвокислот по профилю. Гумус современных органогенных горизонтов – гуматно-фульватный (Сгк/Сфк 0,5-1). Гумус культурных слоев и погребенных гумусовых горизонтов – гуматный (Сгк/Сфк = 2,5). Наименьшие величины коэффициента цветности и коэффициента Алешина также типичны для погребенных горизонтов, что обусловлено наибольшей обуглероженностью молекул ископаемого гумуса.

Содержание органического и минерального фосфора также увеличивается в погребенных горизонтах, надежно диагностируя их антропогенное происхождение и принадлежность к культурному слою городского поселения.

Увеличение значений магнитной восприимчивости наблюдается не только в культурных слоях, но и под ними. Причем, наибольшей магнитной восприимчивостью обладают горизонты с преобладанием илистой фракции в гранулометрическом составе почв.

Изотопный состав гумуса коррелирует с выявленными закономерностями профильного распределения величин магнитной восприимчивости и характеристик органического вещества и обнаруживает, что заселение пойм коррелирует с засушливыми климатическими эпизодами. Так, медно-каменный век по характеру увлажнения ($\delta^{13}\text{C} = -25,9\text{‰}$) близок современному периоду ($\delta^{13}\text{C} = -26\text{‰}$), эпоха бронзы отличается более сухим и умеренным климатом ($\delta^{13}\text{C} = -25,4\text{‰}$), в пойме Москвы-реки в эту эпоху начинается выжигание пойм. Иссущение ландшафтов в пойме реки Неглинной и в районе Китай-города в средние века ($\delta^{13}\text{C} = -23,0\text{‰}$), диагностирует сухие и теплые условия почвообразования черноземного типа.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что формирование мощных, устойчивых во времени культурных слоев

происходило в эпохи прерывания аллювиальных процессов в медно-каменный, бронзовый, железный, средние века и в современный период. Возраст почв, сформированных на террасах 1200 лет назад, говорят, напротив, об эпохах интенсивного накопления аллювия и повышенного уровня грунтовых вод в начале исторического времени. Таким образом, этап активного педогенеза совпадает с заселением пойм, а активизация седиментогенеза прерывает развитие культур.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-24-00155.

Список цитируемой литературы

1. Вагнер Б. Б., Манучарянц Б. О. Геология, рельеф и полезные ископаемые Московского региона. – Москва, 2003. – С. 28-35. – 81 с.
2. Александровский А.Л. Этапы и скорость развития почв в поймах рек центра Русской равнины. //Почвоведение, № 11, 2004. С. 1285-1295.

N.O. Kovaleva¹, I.V. Kovalev²

PALEOECOLOGY OF THE FLOODLANDS OF MOSCOW IN HOLOCENE

Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

¹natalia_kovaleva@mail.ru, ²kovalevmsu@mail.ru

Abstract. The hydrological history of the city of Moscow is part of its cultural heritage, and buried soils and cultural layers are an archive of information about paleolandscapes and paleoecology of the urban environment. The purpose of this study is to decipher the paleoecological archives of daytime and buried soils on the territory of Moscow (in the area of paleochannels of the Neglinnaya and Khimka rivers and the coastal outcrops of the Moskva River in Brateevo). Based on a study of relict properties of paleosols (characteristics of organic matter, magnetic susceptibility, granulometric and isotopic composition), it was established that the formation of powerful, time-stable cultural layers occurred during the era of interruption of alluvial processes in the Copper-Stone, Bronze, Iron, Middle Ages and in modern times. Period.

Keywords: buried soils, cultural layers, isotopic composition, Holocene.

УДК 910:551.4:574

Е.Ю. Ликотов

**ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ БАССЕЙНА Р.
АМУР – ИСТОЧНИКИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЗНАЧИМОСТИ**

Россия, г. Калуга

likotov.evgenij@gmail.com

Аннотация. В продолжение исследований бассейна р. Амур [1,2] рассматриваются его природные условия в аспекте их своеобразных свойств и характеристик и особенно - их сочетаний и взаимосвязей между ними, служащих источниками его уникальной экологической значимости.

Ключевые слова: бассейн, Верхний, Средний, Нижний Амур, Приамурье, природные условия, своеобразие, источники, экологическая значимость.

Введение

Р. Амур – одна из крупнейших рек мира (Таблица 1), расположенная на территории России (54% площади), Китая (44,2%) и Монголии (1,8%). Её бассейн только в российской части – весь юг Дальнего Востока и значительная часть Забайкалья.

Таблица 1. Р. Амур среди крупнейших рек мира

Свойства реки и ее бассейна	Характеристики свойств	Место р. Амур		
		в мире	в Азии	в России
Протяженность	4444 км	8-е	5-е	2-е
Площадь бассейна	1855 км ²	11-е	5-е	4-е
Наибольший расход воды в устье	40,00 тыс. м ³ /сек	11-е	4-е	4-е
Средний расход воды в устье	10,90 тыс. м ³ /сек	15-е	7-е	4-е
Твёрдый сток	24,90 млн т/год	18-е	6-е	2-е

Примечание. По величине годового жидкого стока р. Амур находится за пределами десятки крупнейших рек мира (конкретные данные различны в разных источниках).

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

На территории бассейна р. Амур находится несколько российских регионов: Забайкальский край (юго-восточная половина), Амурская область (кроме небольших участков на северо-западе (бассейн р. Олёкма) и на севере (бассейн р. Уда), южная и центральная части Хабаровского края (кроме полосы восточного макросклона горной системы Сихотэ-Алинь и бассейнов малых рек, впадающих непосредственно в Охотское море) и западная часть Приморского края (бассейн р. Уссури) с восточной границей по главному водоразделу Сихотэ-Алиня. Уже это обеспечивает уникальное экологическое, социально-экономическое, геополитическое и военно-стратегическое значение района исследований.

Материалы и методы исследований

Исследования бассейна р. Амур начаты нами более 40 лет назад на локальном уровне и более 30 лет назад – на общем [1] и продолжаются в настоящее время. После реализации выдвинутых нами предложений [1,2] бассейн р. Амур в состоянии стать ключевым регионом страны и мира во всех отношениях, в частности – в экологическом, социально-экономическом, геополитическом, научном.

Природные условия бассейна р. Амур проанализированы в работе далеко не в полном объёме, а лишь в части тех их особенностей, которые формируют его экологическую значимость.

Среди методов исследований важнейшие – полевые маршрутные. Специфика объекта исследований такова, что уже в маршрутах (не говоря уже о применении других методов) удаётся (и удалось) заметить многие его экологически значимые свойства, разрешить ряд сложных и насущных вопросов формирования природных условий и их свойств. Натурные исследования, в частности – синоптической обстановки – продолжаются и вне полевых работ. Из камеральных методов применены картографические, морфометрические, а также – анализ литературных и фондовых первоисточников, причём не только и не столько географических и экологических, но и специализированных на изучение всех природных условий.

Обсуждение результатов исследований

Анализ состояний природных условий бассейна р. Амур показывает, что наибольшее участие в формировании его экологической значимости принимают свойства и характеристики

геоморфологических, атмосферных, литологических, ландшафтных, зоогеографических, гидрологических, тектонических, климатических, почвенных условий – как по отдельности, так и во взаимосвязях.

1. Геоморфологические: крупные черты строения рельефа. Они состоят в практически повсеместном сочетании равнин, отдельных сопок и сопочных массивов [3], предгорий и гор, расчленённых речными долинами. Уменьшение абс. высот часто соответствует направлению господствующих ветров. Положительные формы рельефа субпараллельны друг другу, только если расположены на значительных расстояниях друг от друга, например, Становой хребт и система хребтов Тукурингра-Соктахан-Джагды. В пространствах между ними располагаются упомянутые положительные формы меньших размеров и высот. Отрицательные формы - речные долины обладают преимущественно древовидным плановым рисунком. Такое строение рельефа даёт свободу передвижения всем воздушным массам (далее – ВМ) и тем препятствует застою воздуха, свойственному, в частности, глубоким внутригорным впадинам и, как следствие, образованию смога. В то же время такое строение рельефа не даёт возможности формирования и действия природных «аэродинамических труб», выраженных в виде зон сильных (до ураганных) ветров, как это имеет место, например, на севере Русской равнины. В подобном, хотя и не в ураганном, режиме действуют лишь вдольдолинные ветры, особенно – по долинам крупных рек (Амур, Зея, Бурея, Селемджа): вниз по долинам – при нисходящих (антициклональных) движениях воздуха, вверх по долинам – при восходящих (циклональных).

2. Атмосферные (далее – атм.) *условия*, состоящие главным образом во взаимодействии континентального и муссонного переноса воздуха. Муссонная циркуляция атмосферы – важнейшее отличительное атм. условие бассейна Амура. Она обусловлена разницей атм. давления над сушей и океаном. В тёплые периоды года температура воздуха ниже, чем над сушей, плотность воздуха поэтому больше, и ветры дуют с океана на сушу. Это в данном случае – ветра южных румбов. Они приносят влажные океанические ВМ на сушу. Это происходит довольно часто, т.к. расстояние от океана до р. Амур – примерно 1000 км, а скорость движения ВМ летом – 50 км/ч. Дожди выпадают примерно 2 дня в неделю.

По нашим непрерывным наблюдениям лета-осени 1987 г. в Зейском районе Амурской области, в будни стояла погода без осадков, которая начинала портиться в пятницу вечером. В субботу практически весь день шёл дождь, прекращавшийся к вечеру – к ночи на воскресенье. В воскресенье - снова дождь, но обычно менее интенсивный и продолжительный, чем в субботу.

Более продолжительные дождливые периоды, вопреки бытующим представлениям, непродолжительны и приходятся на 2-ю половину лета и первую половину сентября. Стабильно наибольшее количество осадков (от 50% в Нижнем Приамурье [4] до 82% [5]) в периоды прохождения летне-осенних паводков выпадает в конце июля-начале августа (примерно с 22.07 по 06.08) и, будучи обусловленными тайфунами, в конце августа-начале сентября (примерно с 28.08 по 05.09).

Доля жидких осадков – 74-93% от годового их количества [5].

В холодные периоды года температура воздуха над океаном выше, чем над сушей, плотность воздуха поэтому меньше, и муссонные ветры дуют по суше к океану. Направление муссонных ветров, таким образом, совпадает с направлением континентальных (западных и северо-западных), что, вместе с преимущественно малым влагосодержанием континентальных ВМ, обеспечивает сухую погоду в холодные периоды года и, в периоды постоянных сильных ветров, зимние суховеи [6], губительные для плодовых деревьев и кустарников.

3. Литологические условия левой части бассейна Верхнего Амура. Породы кристаллического фундамента, выветривание которых дало источник обломочного материала рыхлых образований Амуро-Зейской и Зейско-Буреинской равнин (максимальная их мощность – 3710 м) – преимущественно гранитоиды. В их минеральном составе существенно (до 50-60% у плагиогранитов и гранодиоритов [7,8] представлены минералы группы плагиоклаза. Один из главных продуктов их выветривания – вторичный карбонат.

Именно он служит минеральным источником формирования луговых чернозёмовидных почв, распространённых в прилегающих к долине р. Амур районах Амурской области. Такова разгадка происхождения этих почв, по-другому называемых почвами амурских прерий, остававшегося одним из крупных вопросов почвоведения [9].

4. Ландшафтные условия. Интразональные ландшафты днищ долин крупных рек (Амур, Зея, Буряя, Селемджа, Уссури) и ряда

средних рек в сочетании с *климатическими и атмосферными* условиями – предпосылки и основа сохранения в бассейне р. Амур многочисленных представителей (вместе с зональной бореальной) даурско-монгольской, берингийской и маньчжурской флор. Они нередко произрастают на границах ареалов своего распространения и реагируют на изменения условий своего обитания (особенно – на антропогенные) резко и однозначно: своим исчезновением. В охране нуждается, как минимум, 212 видов растений [10].

Набор растительных сообществ вследствие флористического и видового разнообразия и особенностей природных условий широк и, возможно, близок к уникальному. Они участвуют в формировании интразональных ландшафтов, совершенно не свойственных умеренным широтам. Так, на широкопойменных участках долин р.Зeya и р.Амур на фоне густой травянистой растительности развиты редкие высокие деревья (преимущественно ивы) с зонтичными кронами, и формируется ландшафт, похожий на саванну во влажный период.

5. Зоогеографические условия. Вместе с обычными обитателями (в условиях резко и умеренно континентального климата, тайги и лесостепей), в животном мире бассейна р. Амур представлены такие необычные, как, в частности, амурский тигр, дальневосточный леопард, гималайский (белогрудый) медведь.

6. Тектонические условия. Тектонический перекоc поверхности Амуро-Зейской равнины от воздымающихся хребтов Тукурингра-Соктахан-Джагды к р. Амур, в целом – с севера на юг. Он определяет направление переноса вещества на Амуро-Зейской равнине, в частности – реками, которые в существенной своей части маркируют направление тектонического перекоса, будучи обусловленными в своем формировании его действием.

7. Гидрологические условия. Вследствие действия водорегулирующей функции рек, озёр, болот, марей, территория бассейна р. Амур не испытывает недостатка влаги (при не самых высоких величинах количества атмосферных осадков: от 250 мм/год в верховьях, 450-600 мм/год – в верхней и средней частях бассейна до 1000 мм/год в нижней и, местами, в средне- и низкогорье [5]).

Крайне неравномерный режим выпадения осадков с резким преобладанием жидких приводит к регулярным летне-осенним паводкам, Они нередко вызывают наводнения, которые, как в 2013 г.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

(когда попуски воды составляли 4700 куб.м/сек из Бурейского водохранилища и 4500 куб.м/сек –из Зейского), имеют существенно антропогенное происхождение.

Вместе с ними и с весенним половодьем - значительные степень неравномерности речного стока, уклоны продольных профилей рек; резкие сужения речных долин – пережимы (в частности – Киселёвский и Комсомольский на Нижнем Амуре) обеспечивают высокую транспортирующую способность по крайней мере крупных и средних рек, исключают застои воды и связанные с ним возможности возникновения эпидемий (малярии и др.).

8. Климатические условия. Резко континентальный климат с чертами муссонного [4] обуславливает продолжительные теплый и холодный периоды года и минимальные (в сумме – до 3-4 месяцев) переходные, незначительную влажность воздуха в течение большей части года. Это благоприятствует расселению и хозяйствованию. В настоящее время упомянутые здесь и выше климатические характеристики ухудшаются вследствие существования водохранилищ (и будут ещё хуже с намечаемым созданием новых) и деятельности космодрома «Восточный».

Сочетание почвенных и климатических условий особенно благоприятно экологически для Верхнего Приамурья, в частности – для возделывания овощей. Развитые здесь луговые чернозёмовидные почвы отличаются высоким плодородием. Его обуславливают значительные содержания гумуса, небольшие (до 60 см) мощности (способствуют наилучшему усвоению удобрений), супесчаный механический состав, обеспечивающий как сохранение влаги, так и аэрацию почв.

Заключение

Особенности природных условий бассейна р. Амур, по отдельности – нередко т.н. суровых и малопригодных для жизни и деятельности человека, тем не менее и, главное, в своей системе сугубо благоприятны для расселения, хозяйствования, туризма и других отраслей практической деятельности в режиме рационального природопользования, который пока не достигнут. Существующее истощительное природопользование только ухудшит экологические условия. Пока созданная природой (а не человеком) уникальная экологическая значимость бассейна р. Амур сохраняется, ещё не поздно исключить несистемные антропогенные вмешательства в развитие природных условий, поддерживать и системно использовать

в жизни и деятельности особенности природных условий и процессов. Так – чтобы человек не был врагом, «хозяином», «покорителем», «царём» природы, односторонним потребителем природных условий и ресурсов, а оставался её частью. Это достижимо реализацией опубликованных предложений непрерывных научных исследований бассейна р. Амур [1,2].

Список цитируемой литературы

1.Ликутов Е.Ю. Вариант метода и программы экологических исследований в бассейне реки Амур // III советско-китайский симпозиум. Геология и экология бассейна реки Амур: Тезисы докладов. – Ч. I. Благовещенск, 1989. – С. 101-103.

2.Ликутов Е.Ю. Особенности строения и формирования бассейна р. Амур как основания первоочередной необходимости организации узла экологических исследований мирового значения // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: материалы третьей международной научно-практической конференции / Ред. кол.; В.И. Шмыков (отв. ред.). – Воронеж: ВГПУ, 2009. – С.295-299.

3.Ликутов Е.Ю. Сопки и сопочные массивы. Морфология. Возможные пути формирования // Материалы VII научной конференции молодых ученых и аспирантов, Благовещенск, 28 апреля 1988 г.: Сборник научных трудов / Амурский комплексный НИИ ДВО АН СССР. – Благовещенск. – С. 36-43. – Деп. в ВИНТИ 19.06.90, №3501-B90.

4.Витвицкий Г.Н. Климат // Южная часть Дальнего Востока. – М.: Наука, 1969. – С.70-96.

5.Справочник по климату СССР – Л.: Гидрометеиздат, 1966-1968. – Вып. 25: Хабаровский край и Амурская область. – Ч.2: Температура воздуха и почвы. – 1966. – 312 с.; Вып. 25. – Ч.4: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – 1968. – 275 с.

6.Ликутов Е.Ю. Проблемы геоморфологических и в целом географических исследований Дальнего Востока вследствие своеобразия природных условий его территории // Материалы XVI Совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2021. – С.45-48.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

7.Геология СССР. Т. XIX: Хабаровский край и Амурская область. – Часть I: Геологическое описание. – М.: Недра, 1966. - 736 с.

8.Заридзе Г.М. Петрография магматических и метаморфических пород. – М.: Недра, 1980. – 424 с.

9.Ливеровский Ю.А. Колесников Б.П. Природа южной половины советского Дальнего Востока. – М., 1949. – 375 с.

10.Старченко В.М., Дарман Г.Ф., Шаповал И.И. Редкие и исчезающие растения Амурской области. - Благовещенск: Амурский ботанический сад Амур НЦ ДВО РАН, 1995. – 460 с.

E.Yu. Likutov

FEATURES OF NATURAL CONDITIONS OF THE AMUR RIVER BASIN – SOURCES OF ITS ECOLOGICAL SIGNIFICANCE

Russia, Kaluga

likutov.evgenij@gmail.com

Abstract: In continuation of the studies of the Amur River basin [1,2], its natural conditions are considered in terms of their peculiar properties and characteristics, and especially their combinations and interrelations between them, which serve as sources of its unique ecological significance.

Keywords: basin, Upper, Middle, Lower Amur, Amur region, natural conditions, originality, sources, ecological significance.

УДК 595.713:631.46

Н.Н. Нефедьева¹, Н.А. Кузнецова²

МЕЗОФИЛЬНЫЕ ПОЧВЕННЫЕ НОГОХВОСТКИ (НЕХАРОДА: COLLEMBOLA) ПОЙМЫ РЕКИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ

Московский педагогический государственный университет

Россия, г. Москва

¹nmakeeva@mail.ru, ²mpnk@yandex.ru

Аннотация. Экспериментально изучена возможность мезофильной группы почвенных членистоногих – коллембол – выдерживать длительные затопления. Мезофильные ногохвостки, как правило, населяют незатапливаемые верхние участки поймы, в

отличие от привычных к разливам гигрофильных видов. Опыт проводили два года в период весеннего разлива. Почву с коллемболами, взятую с верхнего незатапливаемого участка, погружали на дно реки на срок от трех дней до двух месяцев. Особи мезофильных видов *Isotoma viridis*, *I. anglicana*, *Lepidocyrtus* spp., *Parisotoma notabilis*, *Protaphorura armata*, *Pseudosinella alba*, *Sminthurus viridis* не пережили погружения в течение нескольких дней. Однако при более длительном затоплении некоторые виды вновь обнаруживали в образцах, что, по-видимому, связано с их вылуплением из яиц. Опыт показал, что благодаря устойчивости яиц к затоплению мезофильные виды коллембол могут переживать половодье в течение 2 недель (*Isotomiella minor*), а некоторые (*Sphaeridia pumilis* и *Dicyrtoma fusca*) – даже 2 месяца.

Ключевые слова: пойма реки, коллемболы, затопление, фаза яйца, постэмбриональный период

Введение

Местообитания речных пойм отличаются высокой динамичностью гидрологического режима, связанного с периодическими или эпизодическими разливами. Одна из наиболее многочисленных и разнообразных групп мелких почвенных членистоногих – коллемболы, или ногохвостки – способны быстро увеличивать численность популяций после схода воды в пойме [1–2] за счет миграций с незатопленных территорий на открывающиеся после схода воды участки [3–6], расселения принесенных с речным мусором особей [1, 7–8], переживания под водой на стадии яйца или постэмбрионального развития [9–11]. Способствует выживанию в условиях полного погружения в воду замедление метаболизма при пониженных температурах, и, как следствие, сниженное потребление кислорода [12–16]. При температуре воды ниже 15 °C вылупление из яиц не наступает или является смертельным, от 15 °C и выше оно происходит в течение нескольких дней [17–18]. Ювенильные особи после выхода из яиц не выдерживают затопление свыше 12 дней. При обилии пищи культура *Folsomia candida* выживала под водой до 46 дней [19]. Яйца некоторых Isotomidae могут переживать затопление длительностью в полгода [3]. Очевидно, что гигрофильные виды наиболее устойчивы к затоплению, однако большинство коллембол мезофильны и избегают контакта с поверхностью воды [20].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Цель данной работы – экспериментальная проверка предположения, что мезофильные ногохвостки переживают длительное половодье благодаря устойчивости их яиц к затоплению.

Материалы и методы

Эксперимент проводили на юге Московской области (55°26'33 с.ш., 37°27'27 в.д.) в 2009–2010 гг. в пойме малой реки Пахра (река Москвы и Московской области, правый приток Москвы-реки).

Почву с коллемболами для эксперимента отбирали с линии, параллельной урезу воды, примерно в десяти метрах от реки, где затоплений практически не бывает. Смешанные пробы весом по 2 кг (9 шт. – в 2009 г. и 14 шт. – в 2010 г.) брали из подстилки и верхней части гумусового горизонта (глубиной до 5 см). Каждую пробу делили на 4 одинаковых по весу части (по 500 г). Одну часть – контрольную – сразу помещали на воронки Тульгрена для экстракции коллембол. Остальные 3 части каждой пробы раскладывали в холщовых мешочках по трем проволочным ящикам. Ящики погружали на дно реки на глубину 1 м и извлекали из воды по одному в разные сроки (в 2009 г. – через 3 дня, 2 недели, 1 месяц, в 2010 г. – через 1 месяц, 1.5 месяца и 2 месяца). Почву каждого изъятых из воды мешочка делили на 2 равные части. Одну часть сразу выкладывали на эклекторы для учета выживших коллембол. Для оценки жизнеспособности яиц вторую часть оставляли в пакете в темном прохладном месте на один месяц. Предполагали, что за это время из яиц, если они выживают (даже в случае гибели животных), выведутся молодые особи, что будет обнаружено с помощью отложенной эклекторной экстракции.

Опыт в 2009 году проводили с 25 мая по 25 июня (вода в течение месяца прогрелась от 12 до 20 °С), в 2010 г. – с 22 апреля по 22 июня (температура воды в реке за это время увеличилась от 7 °С до 23 °С). Всего проанализировано 610 экземпляров ногохвосток 28 видов. По отношению к влажности виды относили к мезофильным, гигрофильным и «без четко выраженного гигропреферендума» [20].

Результаты

Сообщества коллембол до затопления. В 10 метрах от воды были многочисленными мезофильные *Sphaeridia pumilis* и *Protaphorura armata*, мезо-гигрофильный *D. fusca*, а также вид без четко выраженного гигропреферендума – *Isotoma viridis* (Рисунок 1).

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

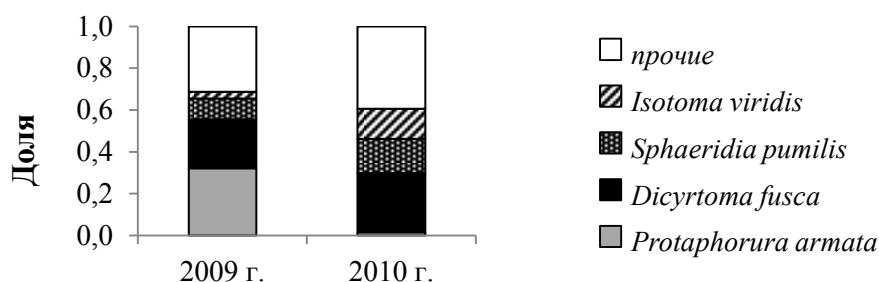
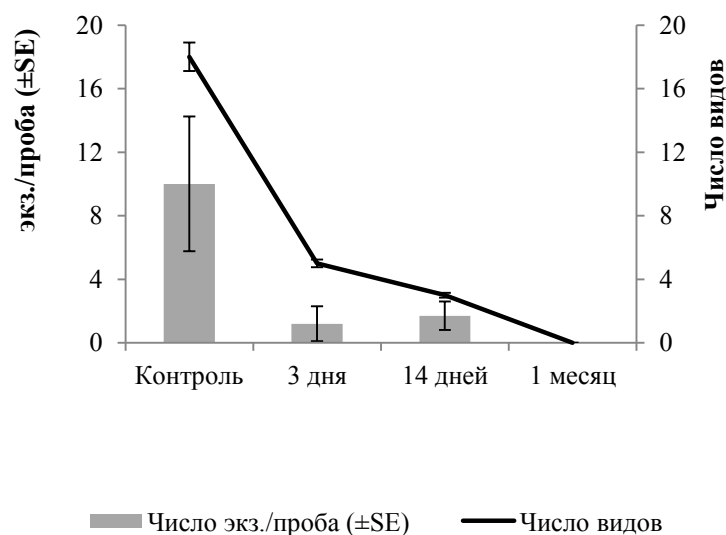
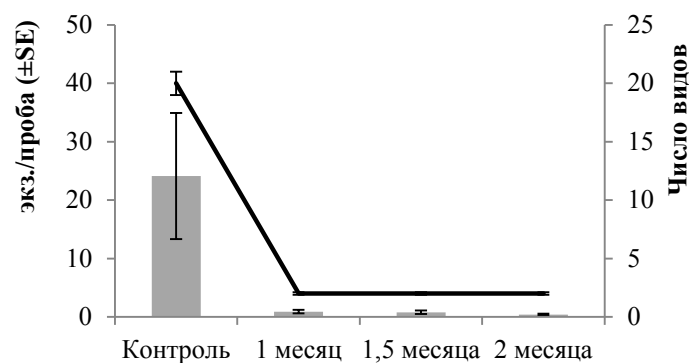


Рисунок 1. Относительное обилие видов на верхней линии до эксперимента, в долях от общей численности

Выживание особей на стадии постэмбрионального развития. Из зарегистрированных на незатапливаемой линии в 2009 году 18-ти обнаруженных в контроле видов через три дня эксперимента осталось 5: *Desoria grisea*, *P. notabilis*, *P. armata*, *Sminthurus viridis*, *S. pumilis*. Две недели затопления выдержали всего три вида: *D. fusca*, *S. elegans* и *S. pumilis*. Через 1 месяц эксперимента коллембол в пробах не обнаружили. В 2010 году только два вида из 20-ти выдержали двухмесячное затопление – *D. fusca* и *S. pumilis*. Таким образом, резкое сокращение численности и видового богатства наступило уже через несколько дней эксперимента (Рисунок 2).



2009 год



2010 год

Рисунок 2. Изменение численности и видового богатства в ходе эксперимента в 2009 и 2010 гг.

Все виды, которые были обнаружены в пробах, находившихся под водой от 14 дней и выше, принадлежали к группе атмобионтов [21].

Выживание коллембол на стадии яйца. В образцах, оставленных после извлечения из воды на 1 месяц, численность коллембол увеличилась в несколько раз, что свидетельствует об интенсивном вылуплении особей из яиц (Рисунок 3).

С большой долей вероятности можно утверждать, что не все коллемболы вылупились из яйца, т.е. часть ногохвосток на стадии постэмбрионального развития изначально не погибла.

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

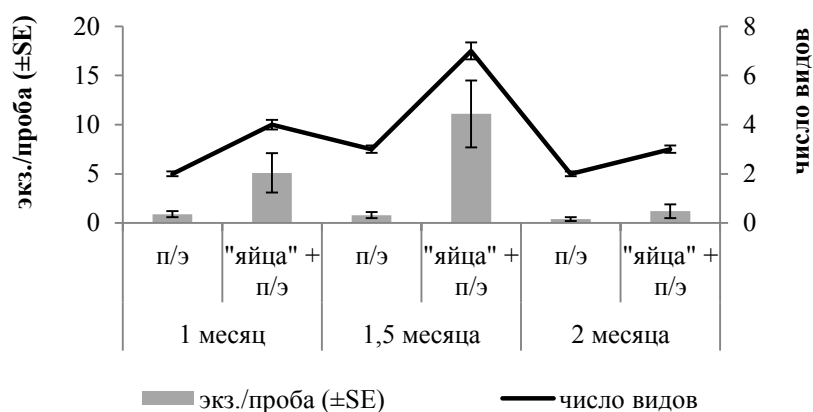


Рисунок 3. Численность и число видов коллембол на разных стадиях развития в разные сроки экспозиции под водой (на примере опыта 2010-го года), п/э – особи на стадии постэмбрионального развития, «яйца» + п/э – все особи, найденные в пробах после выдержки почвы в воздушной среде.

Через 2 недели пребывания под водой в пробах зарегистрирован эуэдафический вид *I. minor*, который, по-видимому, вылупился из яиц, т.к. в постэмбриональной фазе на таком сроке затопления вид в пробах отсутствовал. Обнаружен после 1,5 и 2 месяцев пребывания в реке *Entomobrya marginata*, скорее всего, также появившийся из яиц, так как в контрольных образцах и помещенных на эклекторы сразу после извлечения из воды особи данного вида не обнаружены.

Обсуждение

Некоторые виды (*Entomobrya marginata*, *Friesea mirabilis*, *Willowsia buski*) отсутствовали в контроле, но были отмечены в вариантах опыта. Это может быть связано как со случайным попаданием особей малочисленных видов именно в опытные, а не контрольные образцы, так и со стимуляцией выхода из яиц особей в пробах, погруженных в воду [18].

Контрольные выборки 2009 и 2010 гг. сильно отличались по наборам видов и общей численности коллембол. Эти различия могут быть связаны с межгодовыми флуктуациями сообществ коллембол. Часть проб, погруженных на 1 месяц в 2009 году, смыло водой, поэтому достоверно оценить численность выживших особей невозможно. По этой причине имелись различия в результатах повторного одномесячного затопления: в 2009 г. через 1 месяц затопления коллембол не обнаружено, при этом две недели выдержали *D. fusca* и *S. pumilis*, которые в 2010 году пережили двухмесячное затопление.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Геми- и эуэдафические (т.е. подстилочные и почвенные) жизненные формы из числа мезофильных [21] погибали уже на сроке от двух недель, что связано, прежде всего, с различиями в строении кутикулы и особенностями дыхания коллембол разных жизненных форм. У почвенных ногохвосток, в отличие от атмобионтных *Symphyleona*, отсутствует защитный слой кутикулы – эпикутикула, препятствующий проникновению влаги [22]. При этом их яйца после пребывания на протяжении 1-2 месяцев в воде оставались жизнеспособными, как показал опыт с экспозицией части мешочков на воздухе после их нахождения в воде.

Выводы

1. Среди мезофильных коллембол только два вида выдержали двухмесячное затопление на стадии яйца и в постэмбриональном периоде – атмобионтные *S. pumilis* и *D. fusca*.
2. Для некоторых мезофильных видов коллембол (например, *I. minor*) переживание длительного наводнения в условиях поймы возможно только на стадии яйца.
3. Устойчивость ногохвосток в постэмбриональном периоде к затоплению сроком на 60 дней (максимальный срок эксперимента) более характерна для группы поверхностно-обитающих коллембол, независимо от полевого гигропреферендума.

Благодарности

Авторы благодарны М.Б. Потапову за уточнение таксономической принадлежности ряда видов, Н.М. Нефедьеву за помощь в закладке опыта.

Список цитируемой литературы

1. Russell, D. J., Nährig, D., Schick, H. (2002) Reactions of soil collembolan communities to inundation in floodplain ecosystems of the Upper Rhine Valley. In: Brott, G., Merbach, W., Pfeiffer, E.-V. (Eds.) *Wettandsin Central Europe*. Springer, Berlin, Germany, pp. 35–70
2. Russell, D. J., Griegel, A. (2006) Influence of variable inundation regimes on soil Collembola. *Pedobiologia*, 50, 165–175.
3. Gauer U. (1997) Collembola in Central Amazon inundation forests – strategies for surviving floods. *Pedobiologia*, 41, 69–73.
4. Adis, J., Junk, W. J. (2002) Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology*, 47(4), 711–731.

5. Tronstad L., Tronstad B., Benke A. (2005a). Invertebrate responses to decreasing water levels in a subtropical river floodplain wetland *Wetlands*. 25: 583–593.
6. Tronstad, L., Tronstad B., Benke A. (2005b). Invertebrate seedbanks: rehydration of soil from an unregulated river floodplain in the south-eastern U.S. *Freshwater Biology* 50: 646–655.
7. Беккер Э.Г., Бочарова О.М. Фауна Collembola долины р.Оки в пределах Московской области и вопрос о ее происхождении // Вестн. МГУ. 1948. - N 4. - С. 101–109.
8. Griegel A. (2008) Effects of the summer flood 1997 on the collembolan and gamasid fauna in a Lower Oder Valley floodplain. *Peckiana*, 5, 105-114/
9. Beck L. (1968) Zum jahreszeitlichen Massenwechsel zweier Oribatidenarten (Acari) im neotropischen Oberschwemmungswald. *Verh. dtsh. zool. Ges. Innsbruck*: 535–540.
10. Beck L. (1976) Zum Massenwechsel der Makro-Arthropodenfauna des Bodens in Oberschwemmungswaldern des zentralen Amazonasgebietes. *Amazoniana* 6: 1–20.
11. Tamm J. C. (1984) Surviving long submergence in the egg stage a successful strategy of terrestrial arthropods living on flood plains (Collembola, Acari, Diptera).
12. Hopkin S.P. (1997) *Biology of the Springtails (Insecta : Collembola)*. Oxford University Press. 330 pp.
13. Hoback W.W., Stanley D.W. (2001) Insects in hypoxia. *J. Insect Physiol*, 47, 533–542.
14. Hodkinson I.D., Bird J.M. (2004) Anoxia tolerance in high Arctic terrestrial microarthropods. *Ecological Entomology*, 29, 506–509.
15. Coulson S. J., Hodkinson I. D., Webb N. R., Harrison J. A. (2002) Survival of terrestrial soil-dwelling arthropods on and in seawater: implications for trans-oceanic dispersal. *Functional Ecology*, V. 16 I. 3 P. 353
16. Plum N., Filser J. (2005) Floods and drought: Response of earthworms and potworms (Oligochaeta: Lumbricidae, Enchytraeidae) to hydrological extremes in wet grassland. *Pedobiologia*, 49, 443–453.
17. Tamm J. C. (1984) Surviving long submergence in the egg stage a successful strategy of terrestrial arthropods living on flood plains (Collembola, Acari, Diptera).
18. Tamm J.C. (1986) Temperature-controlled under-water egg

dormancy and post-flood hatching in *Isotoma viridis* (Collembola) as forms of adaptation to annual long-term flooding. *Oecologia*, 68, 241–245.

19. Marshall, V. G. and Kevan, D. K. (1962) Preliminary observations on the biology of *Folsomia candida* Willem, 1902 (Collembola: Isotomidae). *Can. Entomol.* 94:575-586.

20. Кузнецова Н.А. Влажность и распределение коллембол // Зоол. журн., 2003. Т. 82. № 2. С. 239–247.

21. Стебаева С.К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola) // Зоол. журн., 1970. Т. 49, № 10. С. 1437–1455.

22. Гиляров М.С. Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше. М.: Наука, 1970. 277с.

N.N. Nefedyeva¹, N.A. Kuznetsova²

**MESOPHILOUS SOIL SPRINGTAILS (HEXAPODA:
COLLEMBOLA) OF FLOODPLAIN UNDER EXPERIMENTAL
INUNDATION**

Moscow State Pedagogical University

Russia, Moscow

¹nmakeeva@mail.ru, ²mpnk@yandex.ru

Abstract: The ability of mesophilous group of soil arthropods – springtails – to survive prolonged flooding has been experimentally studied. Mesophilous springtails, as a rule, inhabit the upper parts of the floodplain, unlike hygrophilic species are used to floods. The experiment was carried out of two years during the spring flood period. Soil with springtails, taken from the upper non-flooded area, was immersed to the bottom of the river for periods ranging from three days to two months. Individuals of the mesophilous species *Isotoma viridis*, *I. anglicana*, *Lepidocyrtus* spp., *Parisotoma notabilis*, *Protaphorura armata*, *Pseudosinella alba*, *Sminthurus viridis* did not survive the submersion for several days. However, with longer periods of flooding, some species were found again, apparently due to their eggs hatching. Experiment showed because of the resistance of eggs to flooding, mesophilous species of springtails can survive floods for 2 weeks (*Isotomiella minor*) and some ones (*Sphaeridia pumilis* and *Dicyrtoma fusca*) even 2 months.

Keywords: floodplain, springtails, inundation, egg stage, postembryonic development

УДК 911.52

В.А. Низовцев¹, Н.М. Эрман², Ю.А. Кобзева²

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИСТОРИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ)**

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
Россия, г. Москва

¹nizov2118@mail.ru, ²erman.natalie@mail.ru

Аннотация. Продemonстрированы результаты многолетних изысканий исторической динамики природопользования на территории бассейна Верхней Волги в ходе маршрутных исследований и на целом ряде ключевых участков. В качестве полигона отработки методологии и методов исследования был выбран район Сатинской учебно-научной станции географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (Калужская область, Боровский район). Целью данного исследования является выявление основных этапов и динамики природопользования и установление взаимозависимости природопользования и антропогенной трансформации ландшафтов. Методология исследований базируется на ландшафтно-историческом и ландшафтно-экологических подходах, которые включают сочетание полевых и камеральных ландшафтных, палеогеографических, картографических и историко-археологических методов с составлением серий карт и моделей ретроспективных реконструкций природопользования в конкретные хроносрезы в конкретных ландшафтных условиях с использованием ГИС технологий. Применение совокупности методов ландшафтно-исторического картографирования, эколого-эдафического анализа и статистико-математических методов позволили на основе составленных карт восстановленных ландшафтных комплексов для ключевых участков выполнить оценки ландшафтно-экологических условий природопользования, проследить динамику распределения хозяйственных угодий и формирования ландшафтно-хозяйственных систем. Оценка антропогенных нагрузок при разных видах природопользования дала возможность установить антропогенные нагрузки и антропогенные воздействия и, соответствующие им, антропогенные трансформации ландшафтных комплексов.

Ключевые слова: природопользование, историческая динамика, бассейн Верхней Волги, ландшафтный комплекс, антропогенная трансформация.

Изучение социоестественной истории ландшафтов старообжитых территорий с длительным и интенсивным хозяйственным освоением, каковой является территория бассейна Верхней Волги, позволяет не только определить степень антропогенной измененности ландшафтов, но выявить причины возникновения экологических проблем и организовать рациональное природопользование на основе оценки устойчивости ландшафтов к разным видам антропогенных воздействий. Во многом решение этих задач возможно на основе изучения природопользования в историческом аспекте в конкретных ландшафтах. Так как именно природопользования со своими видами и способами ведения хозяйства в ландшафтных комплексах, в зависимости от возникающих при этом антропогенных нагрузках, и приводят к их антропогенной трансформации и проявлению негативных экологических процессов.

Основным районом многолетних полевых комплексных крупномасштабных ландшафтно-исторических исследований по выявлению основных этапов природопользования является бассейн Верхней Волги с притоками от ее истоков до впадения реки Оки. Полевые работы включали как маршрутные исследования, так и детальное картографирование на многочисленных ключевых участках, отражающие провинциально-зональные различия на этой территории. Главным модельным участком и полигоном отработки предлагаемой методологии и методов исследования, стал район Сатинской учебно-научной станции географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (Калужская область, Боровский район) с более чем 50-летними комплексными детальными исследованиями природы и хозяйства.

Целью данного исследования является отработка методологии и методов выявления основных этапов и динамики природопользования на этой территории в зависимости от местных ландшафтных условий и установление периодизации этого процесса, а также установление взаимозависимости природопользования и антропогенной трансформации ландшафтов. В качестве отправной точки исследований выбран бронзовый век – этап перехода от присваивающего хозяйства к производящему. Обработка

многочисленных литературных источников, архивных материалов и собственные полевые исследования на ключевых участках позволили проследить динамику природопользования по настоящее время.

Методология исследований базируется на ландшафтно-историческом и ландшафтно-экологических подходах, которые включают сочетание полевых и камеральных ландшафтных, палеогеографических, картографических и историко-археологических методов с составлением серий карт и моделей ретроспективных реконструкций природопользования в конкретные хроносрезы в конкретных ландшафтных условиях с использованием ГИС технологий [1]. Ландшафтно-исторический подход подразумевает сопряженное изучение ландшафта и времени - сопоставление ландшафтов, измененных человеком в различные временные периоды и анализ длительной истории хозяйственного освоения территории, имеющей отражение непосредственно в ландшафтных комплексах разной степени антропогенной трансформированности. При ландшафтно-экологическом подходе изучение территории заключается во всестороннем охвате ее природных особенностей и оценке произошедших антропогенных изменений. Это позволяет определить характер и степень отклонений природы от ее естественного состояния, проанализировать процессы ее организации, тенденции развития, степень устойчивости к антропогенным воздействиям в определенных ландшафтно-зональных условиях с местным природно-ресурсным потенциалом, а также спрогнозировать дальнейшую тенденцию ее развития [2].

В основе методологии исследований служит представление о том, что конкретная хозяйственная деятельность в конкретных ландшафтных условиях должна рассматриваться как единая ландшафтно (природно)-хозяйственная система (ЛХС) [3, 4, 5]. Ландшафтно-хозяйственные системы – результат совместного влияния природных, в первую очередь, ландшафтных, социально-экономических и позиционных факторов и определяют структуру природопользования на конкретной территории. А ее пространственные масштабы и структуру определяют природные свойства конкретного ландшафтного комплекса локального уровня, в котором ведется то или иное хозяйство. Результатом ведения хозяйства в ландшафтных комплексах появляются новые устойчивые элементы: хозяйственные объекты, антропогенно-

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

трансформированные природные компоненты и антропогенные ландшафтные комплексы более низкого ранга.

Большое место в этих исследованиях занимают сопряженные ландшафтно-историко-археологические и ландшафтно-палеогеографические исследования позволяющие реконструировать особенности формирования поселенческой структуры, виды и способы ведения хозяйства в конкретных ландшафтно-зональных условиях и с разным ходом социоестественной истории [6].

Ландшафтно-историческое картографирование позволяет выявить не только ландшафтную структуру ключевых участков и организацию хозяйственной деятельности (структуру землепользования), но и ареалы негативных последствий этой деятельности. Его основным результатом становится составление серии карт на ключевые участки, отражающих их ландшафтную структуру и эколого-эдафические свойства ландшафтных комплексов, а также хозяйственную деятельность (природопользование) на определенном историческом этапе. Все карты составляются в едином масштабе и едином картографическом оформлении, что дает возможность производить не только качественную оценку, но и количественный анализ происходящих процессов [7]. Для этого все карты выполняются в единой растровой модели, а в дальнейшем - в электронном векторном виде в единой системе координат.

Картографической основой анализа природопользования на модельных участках служит карта условно-восстановленных ландшафтных комплексов рангом урочище или, если позволяют возможности, подурочища в масштабе от 1:5000 до 1:50000. Так как именно на этом ландшафтном иерархическом уровне отмечается наиболее тесная корреляция хозяйственных угодий, отражающих пространственное размещение видов ведения хозяйства с ландшафтной структурой местности. Наиболее кондиционными такие карты выполняются на основе ландшафтно-эдафического метода и обработки данных спорово-пыльцевого анализа и палеопедологических исследований [2]. Разделение характеристик элементарных ландшафтных комплексов на признаки местоположения (относительно устойчивые параметры рельефа и подстилающих пород, определяющих режим увлажнения) и признаки состояний (более динамичные параметры, растительность и почвы) дает возможность оценить эколого-эдафические свойства каждого конкретного ландшафтного комплекса и наиболее оптимальную

«пригодность» для того или иного вида природопользования с учетом лимитирующих свойств ландшафтных комплексов. А это, в свою очередь, дает возможность составление на карте восстановленных ландшафтных комплексах серии карт и моделей-реконструкций природопользования, поселенческих и ландшафтно-хозяйственных систем в исторической динамике их развития [7].

В основе ретроспективного анализа природопользования и формирования ЛХС являются реконструкции (на основе археологических и исторических данных) видов и способов ведения поселенцами хозяйства. Определения датировок событий, происходивших в жизни поселенцев и ландшафтов, базируются на археологическом анализе артефактов, палинологическом и радиоуглеродном методах.

Так как различные виды природопользования и ландшафтные комплексы, в которых это природопользование осуществлялось, с течением времени в определенные хроносрезы, характеризующиеся особыми социально-экономическими условиями, приводили к формированию определенных ЛХС, то выявление последних служит достаточно надежным индикатором периодизации исторической динамики природопользования на исследуемых территориях. На основе детального анализа ландшафтно-эколого-эдафических условий, распределения видов природопользования и соответствующих им нагрузок и антропогенных воздействий становится возможным оценка устойчивости ландшафтных комплексов к разным антропогенным нагрузкам и оценка их антропогенной трансформации.

В нашей работе мы использовали индекс антропогенной трансформации (ИАТ), предложенный А.Г. Исаченко [8]. Методология расчета оценки данного коэффициента для каждого периода позволяет выявить антропогенные нагрузки на ландшафтные комплексы. Интегральный анализ поэтапных смен различных по силе нагрузок в каждом из ландшафтных комплексов может дать оценку их трансформаций.

Анализ исторической динамики природопользования на ключевых участках позволяет проследить и динамику распределения видов антропогенных воздействий на ландшафтную структуру исследуемой территории. Так как в зависимости от глубины воздействия человека на ландшафтные комплексы происходила и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

перестройка ландшафтной структуры территории. Применение методики расчета коэффициента напряженности эколого-хозяйственного состояния территории (K_o), предложенный Б.И. Кочуровым [9], дает возможность проанализировать характерные для каждого периода характер и масштабы хозяйственного воздействия на ландшафтные комплексы. Полученные результаты показывают пространственное распределение и соотношение хозяйственных угодий с разной силой антропогенной нагрузки на каждый ландшафтный комплекс независимо от предшествующих результатов природопользования.

Выполненная работа показала, что с учетом объединения показателей ИАТ, при анализе антропогенной трансформации ландшафтных комплексов, справедливо опираться не на структуру хозяйственных угодий, а на понятие ЛХС, формирующееся в результате взаимодействия ландшафтных комплексов и различных видов хозяйства, сменяющих друг друга в их границах и выполняющие единые социальные и экономические функции.

В результате в бассейне Верхней Волги выделены следующие основные этапы исторической динамики природопользования: 1) Становление производящего хозяйства – бронзовый век («неолитическая революция»). 2) Становление земледелия – железный век. 3) Древнерусский период, становление первых городов с сельскохозяйственными округами – X-XII вв. 4) «Взлет на холмы» – колонизация междуречных ландшафтов – XIII-XIV вв. 5) Становление экстенсивного природопользования и трехпольной системы севооборота – XV-XVI вв. 6) Период максимального освоения ландшафтов, формирование поселенческой структуры современного типа – XVII-XVIII вв. 7) XIX в. – период формирования капиталистических отношений, начало урбанизации. 8) Тридцатые годы XX в. – формирование коллективных хозяйств в сельской местности, индустриализация и применение машинной техники в сельском хозяйстве. 9) Вторая половина XX в. – «укрупнение деревень» и устройство садовых и дачных товариществ. 10) Современный период с развитием урбанизации, с интенсификацией сельского хозяйства и переориентацией сельскохозяйственных земель на рекреационные и селитебные функции. Для каждого этапа для ключевых участков составлены серии карт ЛХС и антропогенных трансформаций ландшафтных комплексов и выполнен соответствующий анализ, позволяющий проследить историческую

динамику природопользования и, сопутствующую ей, динамику антропогенной трансформации ландшафтов. Наиболее полная серия карт выполнена для основного Сатинского ключевого участка.

Составленные картографические материалы на модельные ключевые участки бассейна Верхней Волги позволили не только проследить историческую динамику природопользования, но и на основе сравнительного анализа степени антропогенной трансформации, связанную с ней историческую динамику антропогенного ландшафтогенеза начиная с бронзового века по настоящее время.

*Работа подготовлена по проекту ГЗ № ЦИТИС 121051300176-1
«Факторы и процессы пространственно-временной организации
природных и антропогенных ландшафтов».*

Список цитируемой литературы

1. Низовцев В.А. Антропогенный ландшафтогенез: предмет и задачи исследования // Вестник Московского университет. Сер. 5, Геогр. 1999. №1. С. 26-30.
2. Низовцев В.А. Антропогенный ландшафтогенез - методы и результаты исследований // География. Общество. Окружающая среда. Том II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. – М. Издат. дом Городец. 2004. – С. 196-207.
3. Швебс Г. И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования. География и природные ресурсы. 1987. №4. С. 30-38.
4. Низовцев В.А. История становления первых природно-хозяйственных систем Подмосковья. // История изучения, использования и охраны природных ресурсов Москвы и Московского региона. – М.: Янус-К. 1997. – С. 72-81.
5. Романчук С.П. Історичне ландшафтознавство: Теоретико-методологічні засади та методика антропогенно-ландшафтних реконструкцій давнього природокористування. К.: РВЦ «Київський університет», 1998. – 146 с.
6. Низовцев В.А., Светлосанов В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М. Методологические аспекты исследований формирования основных типов антропогенных ландшафтов России // Природа и общество: в

поисках гармонии: материалы V Всеросс. научн. конференции, посвященной памяти проф. В.А. Шкаликова. Смоленск: СмолГУ, 2019. – С. 193-205.

7. Низовцев В.А. Ландшафтно-историческое картографирование с применением ГИС-технологий лесных областей Русской равнины // Геология, геоэкология, эволюционная география. Т. IX: Сб. науч. тр. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – С. 167-173.

8. Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. – 192 с.

9. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. М.: Институт географии РАН, 1999. – 154 с.

V.A. Nizovtsev¹, N.M. Erman², Yu.A. Kobzeva²

METHODOLOGY AND METHODS FOR RESEARCHING THE HISTORICAL DYNAMICS OF NATURE MANAGEMENT (BASED ON THE EXAMPLE OF THE UPPER VOLGA BASIN)

¹Lomonosov Moscow State University

²S.I.Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the
RAS

Russia, Moscow

¹nizov2118@mail.ru, ²erman.natalie@mail.ru

Abstract: The results of many years of research into the historical dynamics of environmental management in the Upper Volga basin were demonstrated during route studies and in a number of key areas. The area of the Satin educational and scientific station of the Faculty of Geography of Moscow State University named after M.V. was chosen as a testing ground for testing methodology and research methods. Lomonosov (Kaluga region, Borovsky district). The purpose of this study is to identify the main stages and dynamics of environmental management and to establish the interdependence of environmental management and anthropogenic transformation of landscapes. The research methodology is based on landscape-historical and landscape-ecological approaches, which include a combination of field and office landscape, paleogeographic, cartographic and historical-archaeological methods with the compilation of a series of maps and models of retrospective reconstructions of environmental management in specific chronological sections in specific landscape conditions using GIS technologies. The use of a set of methods of

landscape-historical mapping, ecological-edaphic analysis and statistical-mathematical methods made it possible, based on compiled maps of restored landscape complexes for key areas, to assess the landscape-ecological conditions of environmental management, to trace the dynamics of the distribution of economic lands and the formation of landscape-economic systems. The assessment of anthropogenic loads under different types of environmental management made it possible to establish anthropogenic loads and anthropogenic impacts and, corresponding to them, anthropogenic transformations of landscape complexes.

Keywords: environmental management, historical dynamics, Upper Volga basin, landscape complex, anthropogenic transformation.

УДК 532.51

Т.А. Обгадзе

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ
ГОРНЫХ РЕК И СЕДИМЕНТАЦИЯ ГРУНТОВОЙ
КОМПОНЕНТЫ**

Грузинский национальный университет
Грузия, г. Тбилиси
tamaz@mail.ru

Аннотация: в работе строится математическая модель концентрированных суспензий. Для моделирования используется модель баро вязкой среды Гениева-Гоголадзе. Постоянный коэффициент баро вязкости, заменяется линейной функцией от концентрации взвешенных частиц. Полученная система уравнений замкнуто уравнением диффузии. Получено решение задачи седиментации.

Ключевые слова: река, математическая модель.

Введение

В экологических и антропогенных процессах, часто встречаются явления, связанные с процессами переноса мелких твердых частиц водными или воздушными потоками. Это, особенно касается горных

рек, где всегда присутствуют взвешенные частицы грунта и других типов частиц.

Движение таких смесей называют суспензиями. Для изучения динамики суспензий, будем считать, что каждая частичка смеси содержит в себе: как жидкостную, так и твердую компоненту смеси с концентрацией s .

Так, как мы будем рассматривать задачи, где возникают высокие давления, будем основываться на реологической модели Гениева – Гоголадзе [1-2]:

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + (\mu_0 + \lambda p)(v_{i,j} + v_{j,i}). \quad (1)$$

В реологическом уравнении (1) мы будем считать, что коэффициент бар вязкости λ зависит от концентрации твердой компоненты смеси s , иначе говоря, будем считать, что

$$\lambda = f(s). \quad (2)$$

Аналогичную идею, использовал А. Эйнштейн, при изучении эффективной вязкости сильно разбавленной суспензии твердых сферических частиц в вязкой жидкости [3]. Далее, этот результат был обобщен Дж. Джеффри на эллипсоидальные частицы [4].

В последующих работах [5-7] гидромеханики, этот подход получил дальнейшее развитие.

Однако, для **сильно концентрированных смесей пока получено мало теоретических результатов**, позволяющих обоснованно написать замкнутые системы уравнений, моделирующих течение смесей, что по мнению Дж. Бетчелора [8], представляет определенный вызов исследователям.

Математическое моделирование суспензии

Разлагая в ряд Тейлора соотношение (2), получаем что

$$\lambda = f(s) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}s + O(s^2). \quad (3)$$

Если концентрация твердой компоненты равно нулю, тогда мы получаем только жидкую компоненту т.е. $\lambda = 0 \Rightarrow f(0) = 0$ и

$\frac{f'(0)}{1!} = \lambda_0 = const$. Следовательно, получаем что

$$f(s) \cong \lambda_0 s. \quad (4)$$

Считая, что $\lambda_0 = 1$, получаем новую реологическую модель для суспензии в следующем виде:

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + (\mu_0 + sp)(v_{i,j} + v_{j,i}). \quad (5)$$

Частица смеси состоит из жидкой и твердой компоненты, если считать жидкость несжимаемой, для плотности смеси из закона постоянства массы, получаем что

$$\rho = s\rho_s + (1-s)\rho_w, \quad (6)$$

где ρ_w плотность жидкой компоненты, а ρ_s плотность твердой компоненты.

Тогда, уравнение динамики Коши принимает вид:

$$-p_{,j}\delta_{ij} + (s_{,j}p + p_{,j}s)(v_{i,j} + v_{j,i}) + (\mu_0 + sp)(v_{i,jj} + v_{j,ii}) + \rho b_i = \rho \dot{v}_i. \quad (7)$$

Соответствующее уравнение неразрывности записывается в виде:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} + \frac{s\rho_s + (1-s)\rho_w}{\rho_s - \rho_w} \cdot v_{i,i} = 0. \quad (8)$$

Система уравнений (6-8), замыкается уравнением механической диффузии:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} = D s_{,ii}. \quad (9)$$

Таким образом, мы получили замкнутую математическую модель суспензии (6-9), где неизвестными являются следующие определяющие параметры:

$$v_1; v_2; v_3; p; s. \quad (10)$$

К этой системе уравнений присоединяем условия прилипания:

$$v_{i|\partial\Omega} = 0; \quad s_{|\partial\Omega} = 1 \quad (11)$$

начальные условия:

$$v_{i|t=0} = v_i(x_1, x_2, x_3); \quad s_{|t=0} = s(x_1, x_2, x_3), \quad (12)$$

А также, кинематические условия из содержания задачи, например, условие на свободной поверхности:

$$p|_{\partial\Omega_0} = p_{atm}. \quad (13)$$

Задача седиментации твердых частиц

Рассмотрим задачу, седиментации твердых частиц в неподвижной жидкости. В этом случае, скорость равна нулю и уравнения суспензии принимают вид:

$$-p_{,i} + \rho b_i = 0; \quad (14)$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} = 0; \quad (15)$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} = Ds_{,ii}. \quad (16)$$

Кроме уравнений, нам нужно удовлетворить граничным и кинематическим условиям:

$$\begin{cases} s|_{x_3=h} = 1 \\ s|_{x_3=0} = 0 \end{cases} \quad (17)$$

Решая задачу (14-17), получаем

$$s = \frac{1}{h} x_3; \quad (18)$$

$$\rho = \frac{1}{h} x_3 (\rho_s - \rho_w) + \rho_w; \quad (19)$$

$$p = p_{atm.} + \rho_w g x_3 + \frac{x_3^2}{2h} (\rho_s - \rho_w) g. \quad (20)$$

Таким образом, получаем что концентрация твердой компоненты, по глубине потока возрастает по линейному закону (18), соответственно, плотность по глубине (19) увеличивается по линейному закону, а давление (20) увеличивается по слабо квадратическому закону хотя, когда плотности твердой и жидкой компоненты близки к друг-другу, получаем в пределе известный гидростатический закон распределения давлений.

Кинематическая теорема суспензий

Теорема. В стационарном потоке, концентрированной суспензии, когда плотность жидкой и твердой фазы близки к друг-другу, а) градиентное поле концентраций твердой компоненты, ортогонально поля скоростей потока; б) поле концентраций является гармонической.

Доказательство. Рассмотрим уравнения неразрывности и уравнение диффузии твердой компоненты суспензии в системе:

$$\begin{cases} \frac{\partial s}{\partial t} + v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} + \frac{s\rho_s + (1-s)\rho_w}{\rho_s - \rho_w} \cdot v_{i,i} = 0; \\ \frac{\partial s}{\partial t} + v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} = Ds_{,ii}. \end{cases} \quad (21)$$

Из первого уравнения системы (21) следует, что если плотности жидкой и твердо фазы близки к друг-другу, тогда плотность смеси, мало зависит от концентрации твердой компоненты, поэтому суспензию можно считать несжимаемой, соответственно, тогда $v_{i,i} = 0$ и система (21) расщепляются:

$$\begin{cases} \frac{\partial s}{\partial t} + v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} = 0; \\ s_{,ii} = 0 \end{cases} \quad (22)$$

Если течение стационарно, тогда из первого уравнения системы (22) получаем, что $v_k \frac{\partial s}{\partial x_k} = 0 \Leftrightarrow \vec{v} \cdot \text{grad } s = 0 \Leftrightarrow \vec{v} \perp \text{grad } s$.

Таким образом, мы доказали утверждение а) нашей теоремы. Утверждение б) следует из второго уравнения системы (22) ч.т.д.

Список цитируемой литературы

1. Гениев Г.А., Гоголадзе Р.В. Одномерное установившееся движение несжимаемой бара-вязкой среды, Доклады АН Грузии, т.128, №2, 1987.
2. Гениев Г.А. Строительная механика и расчёт сооружений, №2, 1985.
3. Эйнштейн А. Новое определение размеров молекул/ А. Эйнштейн // Собр. науч. трудов. Под редакцией И.Е. Тамма, Я. А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова, Москва, Наука, 1965, т. 3.
4. Джеффри Дж. Jeffery G.B. The Motion of Ellipsoidal Particles Immersed in a Viscous Fluid/ G.B.Jeffery // Proceedings of the Royal Society of London – Ser. A. – 1922. – v. 102.
5. Бреннер Г. Реология двухфазных систем/ Г. Бреннер// Реология суспензий – Москва: Мир, 1975.
6. Бувич Ю.А. Реология концентрированных смесей жидкости с мелкими частицами. Параметры межфазного взаимодействия /Ю.А. Бувич, В.Г. Марков// Прикл. мат и мех. 1972. – т. 36. – №3 – С.

7. Бэтчелор Дж. Успехи микрогидродинамики/ Дж. Бэтчелор // В кн. Теоретическая и прикладная гидромеханика, Труды XIV международного конгресса механиков – Москва: Наука, 1979.

8. Гидродинамическое взаимодействие частиц в суспензиях: пер. с англ. под ред. Буевича Ю.А./ Серия Механика. Новое в зарубежной науке – № 22 / Ред. серии Ишлинский А.Ю., Черный Г.Г. – Москва: Мир, 1980.

T.A. Obgadze

MATHEMATICAL MODELING OF MOUNTAIN RIVER DYNAMICS AND SEDIMENTATION OF SOIL COMPONENT

Georgian National University

Georgia, Tbilisi

tamaz@mail.ru

Abstract. Mathematical model of concentrated suspensions is built in the work. For modeling, Geniev-Gogoladze loader environment model is used. Constant baro viscous coefficient is replaced by linear function of suspended particles concentration. The resulting system of equations is closed by the diffusion equation. A solution to the sedimentation problem was received.

Keywords: river, mathematical model.

УДК 594

А.О. Ростунов¹, А.А. Марцев²

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ МЕЛЕНКОВСКОГО РАЙОНА

Владимирский государственный

университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹chelovek-is@yandex.ru, ²martsevaa@yandex.ru

Аннотация: В данной работе представлены данные о малакофауне водных объектов Меленковского района за 2021 год. Были взяты пробы макрозообентоса из рек Унжа, Райна, Мокрая, Дубровка, Черничка, Салка, из озера Широха и болота Горелое. В

водоемах и р. Райна моллюски обнаружены не были. Обнаружено 19 видов относятся к двум классам: *Gastropoda* (15 видов) и *Bivalvia* (4 вида). Обнаружен новый вид для р. Унжа: *Anodonta stagnalis*. Среди выявленных видов было выявлено 3 вида представляющих эпидемиологическое значение.

Ключевые слова: малакофауна, малые реки, гидробионты, Меленковский район.

Введение

Моллюски являются важным компонентом зообентоса пресноводных экосистем. Они прочно включены в биогеохимические циклы водных объектов, в пищевых цепях занимают место консументов и детритофагов. Представителям *Gastropoda* присущи фитофагия и некрофагия, *Bivalvia* же являются фильтраторами [1].

Большой интерес представляют некоторые виды моллюсков для эпидемиологического контроля. Представители семейства *Bithyniidae* являются промежуточными хозяевами плоских паразитических червей семейства *Opisthorchidae*, вызывающие у человека заболевание описторхоз, который встречается на территории Владимирской области в Муромском районе [2].

Начиная с 1850 года регистрируется изменение климата, связанное с ростом температуры воздуха, в следствии антропогенного воздействия на биосферу. В связи с этим происходит изменение в экосистемах: часть из них подвергается сукцессии, а часть погибает. Все это касается и гидроэкосистем, в особенности мелких водоемов и водотоков, которые в связи с обмелением больше чем крупные подвержены эвтрофикации и заморам [3].

Изменение климата помимо к исчезновению видов может приводить к инвазиям. Причем появление новых видов может как способствовать сукцессионному процессу, так и приводить к уничтожению экосистем. Для человека инвазии представляют эпидемиологический интерес, так как могут приводить к вселению видов переносчиков возбудителей заболеваний.

Изучение экосистем малых рек имеет большую значимость, так как малые реки в большинстве случаев являются притоками крупных рек и оказывают на них непосредственное влияние. Так малые водотоки являются источником воды, которая может приводить к разбавлению поллютантов в крупных реках, а могут наоборот нести

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

эти самые загрязняющие вещества. Небольшие реки могут стать временным местом обитания для мальков рыб.

Таким образом изучение малакофауны мелких водоемов и водотоков приобретает новое значение в свете ситуации изменения климата [4].

Изучение видового состава пресноводных моллюсков на территории Владимирской области за последние 20 лет почти не проводилось. Большинство статей либо относятся к водным объектам, лежащим вне Владимирской области, либо имеющих сейчас лишь исторический интерес. По этим исследованиям в водных объектах, принадлежащих бассейну р. Ока, встречается около 14...16 видов пресноводных моллюсков (точное количество оценить трудно так как в некоторых работах указаны только семейства без конкретных названий видов) [5-9].

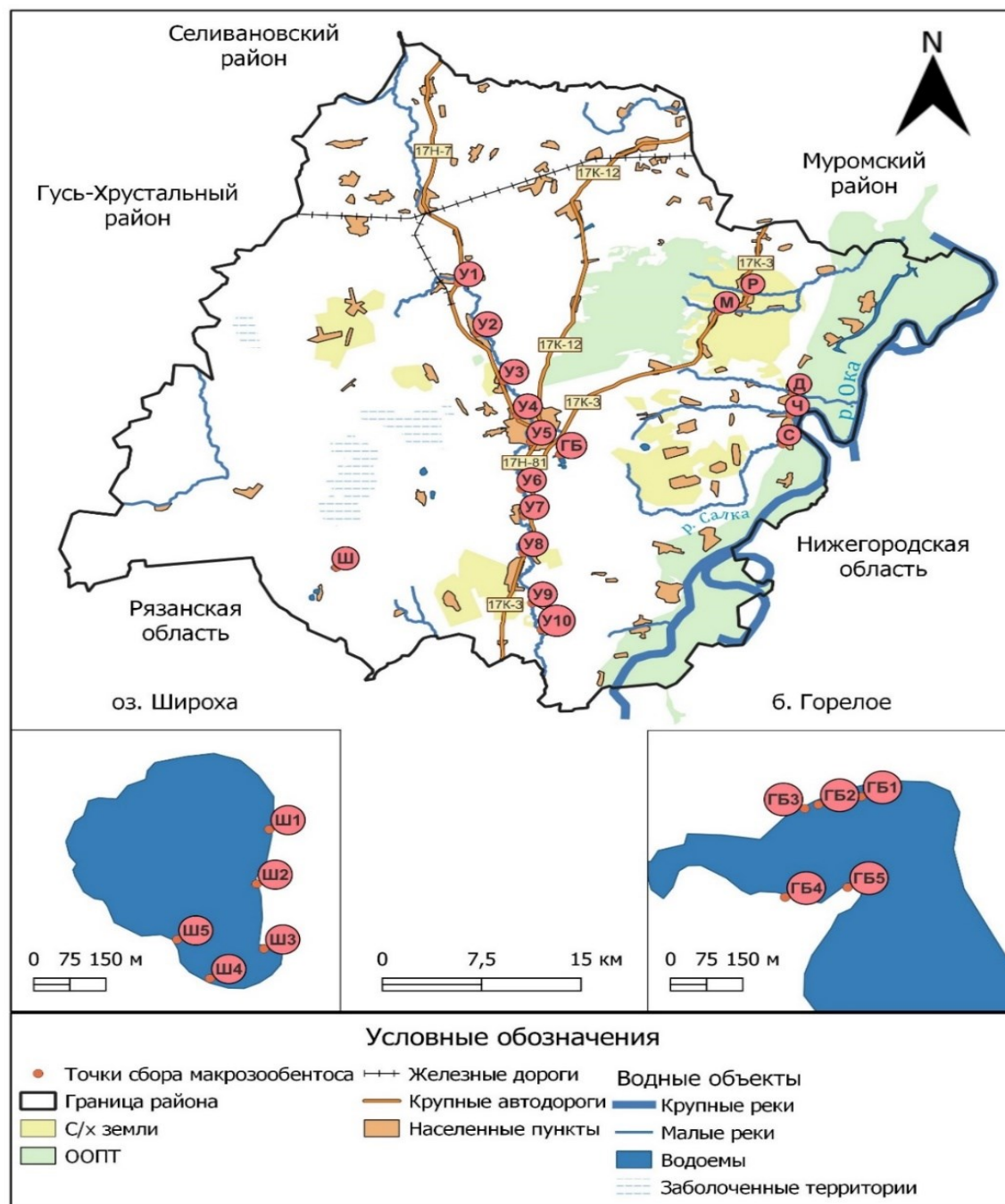
Объекты и методы

Настоящее исследование было направлено на изучение видового состава малакофауны рек Унжа, Райна, Мокрая, Дубровка, Черничка, Салка, из озера Широха и болота Горелое на территории Меленковского района Владимирской области (Рис. 1).

Для этого было решено отобрать пробы грунта с гидробионтами, определить видовой состав моллюсков исследуемых створов. Полевые исследования были проведены в июле – августе 2021г. Пробы были взяты по стандартной методике сбора количественных бентосных проб с помощью гидробиологического скребка площадью 0,031 м² в пятикратной повторности (за исключением р. Райна на которой сбор проводился только 1 раз, так как во второй половине июля она пересохла) на глубине около 1 м на каждой станции, длина хода составляла 1 м [10].

Фиксация гидробионтов производилась 2%-м раствором нейтрализованного формалина. Определение видов осуществлялось с помощью определителя [11].

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА



Буквами обозначены точки сбора макрозообентоса: Р – р. Райна, М – р. Мокрая, Д – р. Дубровка, Ч – р. Черничка, С – р. Салка, У1-У10 – р. Унжа, Ш – оз. Широха, ГБ – б. Горелое

Рисунок 1. Карта-схема района исследования

Результаты и обсуждение. В результате исследования было отобрано 1030 экземпляров водных моллюсков. Из них 785 экземпляра в р. Унжа; остальные 245 экземпляров остальных водотоках, за исключением р. Райна, в которой моллюсков обнаружено не было. В оз. Широха и б. Горелое моллюсков обнаружено не было.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Во время исследования было обнаружено 19 видов моллюсков, которые относятся к классам Gastropoda (15 видов) и Bivalvia (4 вида).

Виды брюхоногих моллюсков относятся к 6 семействам: Bithyniidae (1 вид), Lymnaeidae (4 вида), Physidae (1 вид), Planorbidae (5 видов), Valvatidae (2 вида), Viviparidae (2 вида).

Виды двусторчатых моллюсков относятся к 3 семействам: Pisidiidae (1 вид), Sphaeriidae (1 вид), Unionidae (2 вида).

Далее представлен список найденных видов: *Ancylus fluviatilis*, *Anisus contortus*, *A. spirorbis*, *A. vortex*, *Anodonta stagnalis*, *Bithynia leachi*, *B. tentaculata*, *Lymnaea auricularia*, *L. ovata*, *L. palustris*, *L. peregra*, *L. stagnalis*, *L. truncatula*, *Pisidium amnicum*, *Physa fontinalis*, *Planorbarius corneus*, *Planorbis carinatus*, *P. planorbis*, *Segmentina nitida*, *Sphaerium corneum*, *Valvata piscinalis*, *V. pulchella*, *Viviparus contectus*, *V. viviparus*, *Unio pictorum*.

Преимущественно, малакофауна исследуемых рек представлена видами, предпочитающими медленные реки с заболоченной поймой.

Заключение

В ходе исследования получены данные по малакофауне некоторых водных объектов Меленковского района Владимирской области. В реках Мокрая, Салка, Дубровка, Черничка и Унжа было обнаружено 19 видов пресноводных моллюсков. В реке Райна, озере Широха и болоте Горелое моллюсков обнаружено не было. Среди Gastropoda было выявлено 15 видов, относящихся к 6 семействам; среди Bivalvia 4 вида, относящихся к 3 семействам.

Список цитируемой литературы

1. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты : учебник для студ. вузов : Т. 2. Низшие целомические животные / Э. Рупперт, Р. Фокс, Р. Варне; пер. с англ. Т. А. Ганф, А.И. Грановича, Н.В. Ленцман, Е.В. Сабанеевой; под ред. А.А. Добровольского и А. И. Грановича. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.

2. Марцев, А. А. Ретроспективный анализ эпидемиологической обстановки по паразитарным заболеваниям во Владимирской области / А.А. Марцев, В.М. Рудакова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 9, С. 825-830.

3. Воробьева Л. П. Видовой состав макрозообентоса некоторых малых рек Рязанской области / Л.П. Воробьева // Труды Окского

государственного природного биосферного заповедника. 2012. №27. С. 336-349.

4. Leigh C. Drying as a primary hydrological determinant of biodiversity in river systems: A broad-scale analysis / C. Leigh, T. Datry // *Ecography*. 2017. Vol. 40. №. 4. P. 487-499.

5. Баканов А. И. Мониторинг состояния р. Оки по зообентосу / А.И. Баканов // *Экология*. 1996. №. 2. С. 156-160.

6. Жадин В. И. Очерк жизни водоемов Муромского края / В.И.Жадин // *Материалы по изучению Муромского края*. 1927. Т. 2. С. 3-26.

7. Каталог беспозвоночных животных (Invertebrata: Protozoa et Animalia) Владимирской области / Веселкин Г.А, Георгиев Н.Д. и др., Усков М.В. и др.; под ред. Веселкина Г.А. - Владимир: Владимиринформэкоцентр, 2003. – 128 с.

8. Малова И. В. Фауна водных моллюсков на особо охраняемых природных территориях Рязанской области / И.В. Малова // *Сетевой научный журнал*. 2016. С. 62-64.

9. Пухнаревич Д. А. Зообентос нижнего течения реки Оки / Д.А. Пухнаревич // *Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского*. 2013. №. 1-1. С. 128-135.

10. Машкин П. В. Методика определения численности популяций двустворчатых моллюсков для дополнительной (школьной) сети мониторинга водных экосистем. /П.В. Машкин// – Пущино : Пуш. гос. ун-т, 1999. 45 с.

11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. – СПб.: Наука, 2004. – 528 с.

A.O. Rostunov¹, A.A. Martsev²

**SPECIES COMPOSITION OF FRESHWATER MOLLUSCS IN THE
MELENKOVSKY DISTRICT**

Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹chelovek-is@yandex.ru, ²martsevaa@yandex.ru

Abstract: This research presents data on the malacofauna of water bodies in the Melenkovsky district for 2021. Samples of macrozoobenthos were collected from the rivers Unzha, Raina, Mokraya, Dubrovka,

Chernichka, Salka, from lake Shirokha and the marsh Goreloye. In ponds and rivers Raina molluscs were not found. Found 19 species belong to two classes: Gastropoda (15 species) and Bivalvia (4 species). A new species has been discovered for the river. Unzha: *Anodonta stagnalis*. Among the founded species, 3 species of epidemiological significance were identified.

Key words: malacofauna, small rivers, hydrobionts, Melenkovsky district.

УДК 504.064

Б.А. Середовских¹, В.А. Исынов²

ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КОНДЫ

Нижевартровский государственный университет

Россия, г. Нижневартовск

¹geoboris@mail.ru, ²arctic_arrow@mail.ru

Аннотация: В статье отражен опыт районирования ландшафтно-гидрологических систем севера Западной Сибири (на примере бассейна реки Конды). Приведены основания для выделения ландшафтно-гидрологических единиц на региональном и топологическом уровнях. Произведено ранжирование районов по степени устойчивости к техногенным воздействиям. Произведена оценка суммарного техногенного воздействия на природные компоненты и ранжирование ландшафтно-гидрологических единиц по степени антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: ландшафтно-гидрологическое районирование, бассейновый подход, топозкосистемы, устойчивость к техногенному воздействию, техногенное воздействие, антропогенная нагрузка.

Введение

Актуальные прикладные задачи геоэкологии несомненно связаны с разработкой механизмов ландшафтно-индикационного мониторинга и ландшафтно-экологического прогнозирования, направленных на решение двух взаимосвязанных проблем – обеспечение рационального природопользования и сохранение

окружающей среды. Особенно актуальными эти задачи стоят перед регионами интенсивного освоения, каковыми являются автономные округа севера Западной Сибири.

Несомненно, что результатом геоэкологического изучения территории должны стать геоэкологические картографические модели разных уровней (регионального, бассейнового, локального). Для создания подобных моделей необходимо определить ландшафтно-структурные составляющие картографируемого пространства, произвести оценку дифференцирования, классификации и типологии геокомплексов через систему районирования и на данной основе определить степень антропогенной нагрузки и возникающие при этом проблемы.

Объект исследования

Бассейн Конды занимает значимое место в ландшафтно-гидрологической организации территории Западной Сибири как по своим размерам (около 72,8 тыс. кв. км), так и по своеобразию ландшафтной организации (высокая степень лесистости, заозеренности и заболоченности). Главная река территории Конда – одна из наиболее крупных в Ханты - Мансийском округе (длина – 1097 км). В социально-экономическом аспекте Конда играет важную роль трансрегиональной водной магистрали Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, протекая по территории муниципальных образований Советский район, г.Урай, Ханты-Мансийский район, Кондинский район, где водный транспорт играет определяющую роль.

Материалы и методы исследования

Многолетними исследованиями установлена приоритетная роль речных систем в структурно-функциональной организации разных типов природной среды Западно-Сибирской равнины, во многом территориально совпадающей с Обь-Иртышской бассейновой мегасистемой. Рассмотрение задач функционально-динамического изучения региона требует обращения к проблеме районирования с учетом бассейновой организации ландшафтов. Углубленная разработка бассейнового подхода привела к развитию ландшафтно-гидрологического анализа, в том числе ландшафтно-гидрологической организации (ЛГО) территории Западной Сибири, позволившему выделить новый класс ландшафтно-гидрологических систем (ЛГС) на

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

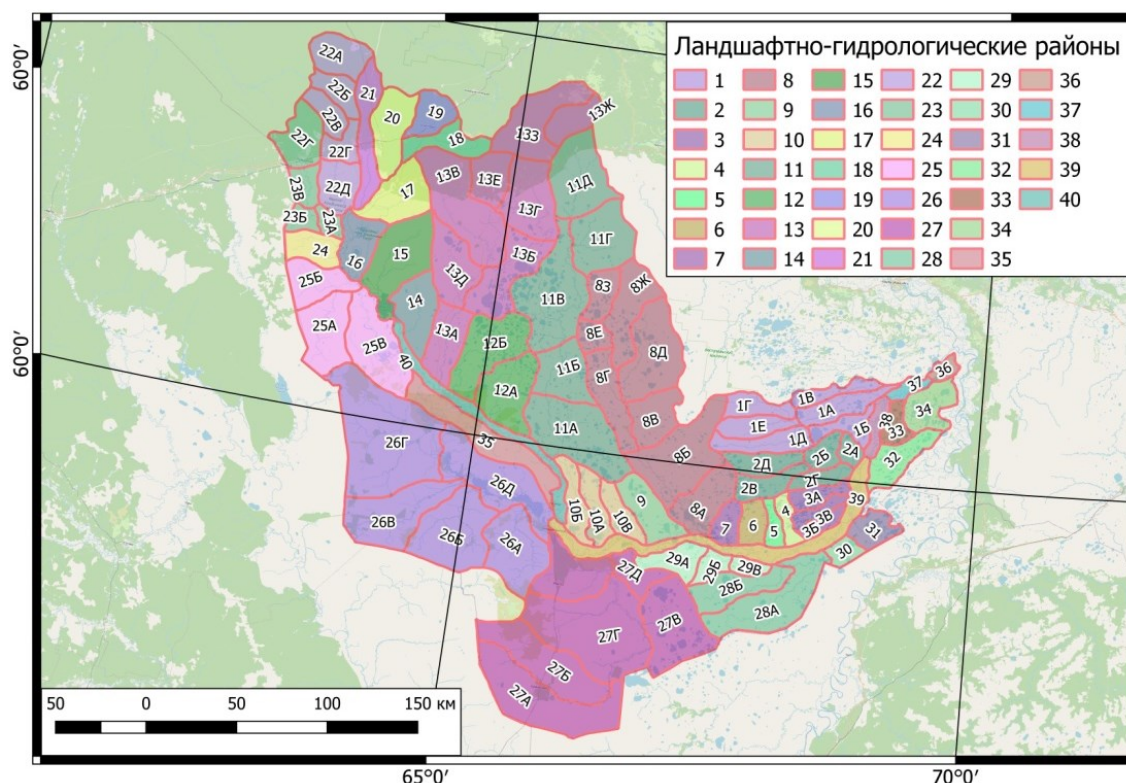
основе модернизации географо-гидрологического подхода А.Н. Антипова, В.Н. Федорова, Л.М. Корытного [1, 5]. В развитие данного подхода В.И. Булатовым и Н.О. Игенбаевой предложен вариант схемы ландшафтно-экологического районирования территории ХМАО – Югры с учетом бассейновой организации территории [2]. Опираясь на вышеуказанную схему и схему ландшафтно-гидрологического районирования Западно-Сибирской равнины и Обь Иртышской поймы (автор А.Н. Антипов) [1] нами предпринята попытка районирования ландшафтно-гидрологических систем севера Западной Сибири на региональном и топологическом уровнях с выделением ландшафтно-гидрологических районов (далее по тексту – ЛГР) и подрайонов с оценкой геоэкологической ситуации. В качестве объекта исследования выбран бассейн реки Конды, по которому авторами ведутся многолетние полевые и камеральные исследования [7, 8].

При определении устойчивости экосистем нами применен метод аналитической экспертной оценки в баллах (Пуговкин и др., 1994) [6]. Топозэкосистемам в пределах выделенных ЛГР присваивался оценочный балл от минимальной устойчивости (1 балл) до максимальной – (5 баллов). При оценке антропогенного воздействия на ландшафтно-гидрологические топонимические системы выделялись типы антропогенных ландшафтов (ТАЛ) и антропогенных местностей (ТАМ) по В.В. Козину [4]. Количественная оценка суммарного воздействия на природные компоненты (в баллах) осуществлялась по методике, предложенной С.А. Говорушко [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Первым этапом работы по ландшафтно-гидрологическому районированию с учетом бассейновой организации территории стало создание бассейново-геоэкологической схемы Кондинской ландшафтно-гидрологической провинции (Рисунок 1).

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА



**Рисунок 1. Схема ландшафтно-гидрологического районирования
бассейна реки Конды**

Ландшафтно-гидрологические районы с подрайонами:

1. Камский (А.Нижне-Камский Б.Инхерский. В.Тондымский. Г.Хойский. Д.Сыртупский. Е.Верхне-Камский) 2. Мордъеганский (А.Нижне-Мордъеганский. Б.Нюрскино-Могатский. В.Вершинный. Г.Чепышский. Д.Антмынско-Верхне-Мордъеганский) 3. Тавинско-Сагинский (А.Тавинский. Б.Больше-Сагинский. В.Ягатский) 4. Хешминский 5. Пуштинский 6. Шумиловский 7. Киндальский 8. Юкондинский (А.Яхтурско-Полымьятский. Б.Хомышско-Невлачкинский. В.Карымско-Яглинский. Г.Левдымско-Шумынский. Д.Лохынский. Е.Вомско-Тантулынский. Ж.Олымско-Емыско-Онтохский. З.Корсунынский) 9. Нурынско-Никулкинский 10. Юмасинско-Туманский 11. Больше-Таповский (А.Пуйинско-Тумынский. Б.Сопротынско-Ойтынский. В.Мурахский. Г.Оханско-Нитльеганский.Д.Выхтопынско-Верхне-Таповский) 12. Тетерский (А.Малотетерско-Ушанахский.Б.Большететерский) 13. Мулымьинский (А.Нижне-Мулымьинский. Б.Мортымьинский. В.Супринско-Навинский. Г.Ловинский. Д.Амыньинский.Е.Картопынский.Ж.Мутомско-Саблинский.З.Верхне-Мулымьинский) 14. Чанчарско-Сымарьинский 15. Умытынский 16. Еныйяхско-Ахский 17. Лемьинско-Шоушминский 18. Верхне-Кондинский 19. Нагско-Портэнский 20. Нюрихский 21. Ухский 22. Эсский (А.Верхне-Эсский.Б.Войский.В.Уйский.Г.Лесьинско-Немнелшошский. Д.Пауляско-Инквойюганский) 23. Ейтынский (А.Нижне-Ейтынский.Б.Солтыньско-Волпынский.В.Средне-Ейтынский.Г.Верхне-Ейтынский) 24. Корыстыньско-Олтумский (А.Корыстыньский. Б.Олтумский) 25. Ворьинский (А.Верхне-Ворьинский. Б.Иусский. В.Ворьинско-Шаимский) 26. Ахско-Туманский (А.Леушинский. Б.Левинский. В.Кандинский. Г.Евринский.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Д.Терез-Амыньинский) 27. Куминский (*А.Малокуминский. Б.Верхнекуминский. В.Ландинский. Г.Лаутско-Среднекуминский. Д.Куминско-Катышский. Е.Морткинский*) 28.Катымско-Вайский (*А.Катымский Б.Вайский*) 29.Вынтско-Подурманский (*А.Вынтский. Б.Карыпшинский. В.Подурманский*) 30. Тугутский 31. Могатско-Болчаровский 32. Кедровский 33. Павинско-Красноярский 34. Чилимский 35. Правобережный притеррасный 36. Усть-Кондинско-Выкатновский 37. Кондинский соровый 38. Нижнекондинский пойменный 39. Среднекондинский пойменный 40. Верхнекондинский пойменный.

В пределах водосборных бассейнов основных притоков реки Конды нами были выделены ландшафтно-гидрологические районы и осуществлена их привязка к ландшафтной карте региона. Для каждого бассейна (ЛГР) определялись соответствующие им преобладающие группы урочищ в пределах водосборов. Бассейны с неоднородной ландшафтной структурой были разделены на ландшафтно-гидрологические подрайоны, диагностируемые по типам водного и геохимического режима, степени дренированности территории, преобладанию выноса или аккумуляции веществ. По указанным признакам и местоположению по отношению к мезорельефу осуществлено разделение ЛГР и подрайонов на группы, характерные для лесоболотной зоны Западной Сибири: дренированные, относительно дренированные, слабодренированные и гидроморфные. Также на основе ландшафтной дифференциации нами выделены пойменные ЛГР, как самой Конды, так и ее притоков [9].

На следующем этапе осуществлено оценивание выделенных ландшафтно-гидрологических систем с учетом принципа природно-антропогенной совместимости, что предполагало определение устойчивости к комплексному антропогенному прессу на речные бассейны, показатели которого являются результатом обобщения различных типов техногенного воздействия. В качестве параметров устойчивости приняты местоположение конкретных ЛГР и подрайонов в общей ландшафтно-гидрологической структуре и связанные с ним показатели (степень увлажнения, проективное покрытие растительностью, потенциал самовосстановления, наличие геохимических барьеров). Восстановимость топоэкосистем к антропогенным нагрузкам оценивалась в аспектах механического воздействия и геохимического загрязнения. С учетом групповых особенностей геосистем и экологически значимых факторов разработана шкала баллов устойчивости: для данного региона с учетом специфики его ландшафтно-экологической среды

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

устойчивость топоэкосистем может оцениваться в пятибалльной шкале в порядке усиления их роли в поддержании устойчивости) с распределением на группы: 1 балл – с преобладанием абсолютно неустойчивых комплексов с низким потенциалом самовосстановления (аквальные, озерно-болотные); 2 балла – с преобладанием неустойчивых легко разрушаемых комплексов (болотно-лесные поймы, верховые плоскобугристые болота); 3 балла – переменнo-устойчивые комплексы речных долин, придолинных поверхностей, гривистых «островов»; 4 балла – относительно устойчивые склоновые комплексы; 5 баллов – устойчивые дренированные междуречные поверхности. Результаты приведены в таблице 1 и рисунке 2

Таблица 1. Типология ландшафтно-гидрологических систем
Кондинской ЛГП по степени устойчивости (Начало)

Ландшафтно- гидрологические районы и подрайоны	Преобладающие группы урочищ в пределах водосборов	Площадь, (км ² , %)	Оценка степени устойчивос ти	
			Устойчивость к механическому воздействию	Геохимическая устойчивость
I.A. Дренированные, возвышенных водно-ледниковых равнин				
18, 22Б	Слабо холмисто-грядовые равнины с елово-кедровыми зеленомошно-кустарничковыми лесами по холмам, сосновыми беломошными лесами по песчаным гривам в комплексе с грядово-мочажинными болотами в низинах	960 /1,3	4	4
20, 21, 22А	Крупноувалистые местами сильно расчлененные крутосклонные с кедрово-еловыми и темнохвойно-сосновыми зеленомошно-кустарничковыми лесами	2270 /3,0	4	4
1Г, 11Д, 13Ж, 13з,22Г	Увалисто-грядовые, полого-увалистые возвышенные расчлененные равнины с сосново-лиственнично-темнохвойными зеленомошно-кустарниковыми лесами	3638 /5,0	4	4
I.B. Дренированные, низменных аллювиальных и озерно-аллювиальных равнин				
11Г, 13Д, 13Е	Плоские равнины с большим количеством заторфованных долинообразных понижений с елово-сосновыми мелкотравно-зеленомошными лесами	3675 /4,9	2	3

Таблица 1. (Продолжение)

26В, 26Г, 27Б	Плоские относительно хорошо дренированные равнины с елово-березовыми кустарничково-зеленомошными иногда вторичными березово-осиновыми лесами	5842 /7,8	3	4
2В,2Г,2 Д, 3А, 3Б, 3В, 28Б	Гривистые равнины с сосново-кедровыми и темнохвойно-березовыми кустарничково-зеленомошными лесами на супесях и суглинках	2766 /3,7	3	4
І.С. Дренированные, низинных озерно-аллювиальных равнин				
27А	Полого-волнистые равнины с елово-пихтовыми (с липой и березой) южнотаежными зеленомошно-широколистными лесами с сосново-кедровыми мелколесьями на грядах	1860 /2,5	2	4
ІІ.А Относительно дренированные, возвышенных водно-ледниковых равнин				
13Г, 19, 22В	Плоские слабонаклонные склоны междуречий, расчлененные водотоками и заторфованными долинообразными понижениями со светлохвойными кустарничково-моховыми лесами в комплексе с грядово-мочажинными болотами	2504 /3,3	3	3
1Д, 1Е	Плоские низкогривисто-западинные равнины, расчлененные в краевых частях заторфованными долинообразными понижениями с темнохвойно-сосновыми зеленомошно-кустарничковыми лесами	1010 /1,4	3	3
ІІ.В Относительно дренированные, низменных озерно-аллювиальных равнин				
13В, 22Г, 23В	Полого покатые слабо расчлененные склоны междуречий с лиственнично-елово-кедрово-березовыми мохово-кустарничковыми лесами с грядово-мочажинно-озерковыми болотами	2683 /3,5	2	3
2АБ,8А БВ,11Б, 12А,26А Б, 27Е,30,3 233	Плоско волнистые местами заозеренные равнины с сосновыми с примесью березы, кедра лишайниково-кустарничково-моховыми лесами и редколесьями в комплексе с моховыми болотами	1123 8 /15,0	2	3
ІІ.С Относительно дренированные, аллювиальных террас				
29АБВ	Полого-волнистые террасы с темнохвойно-кедрово-сосновыми лесами «урманами» с грядово-озерково-мочажинными болотами в понижениях	932 /1,2	3	4
ІІІ.А Слабодренированные, низинных озерно-аллювиальных равнин				
1А, 1Б, 1В	Низинные равнины с преобладанием топяных травяно-моховых болот с грядово мочажинными сосново-сфагновыми рьями	1259 /1,6	1	2
4,5,6,7,8 ГЗ,9,16, 22Д,23А ,25Б,27В Г, 28А,31	Низинные равнины с преобладанием плоскобугристых болот с сосновыми кустарничково-сфагновыми рьями в комплексе с грядово-озерково-мочажинными болотами в понижениях	1128 5 /15,2	1	2

**РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ
ГЕОСИСТЕМА**

Таблица 1. (Окончание)

III.B Слабодренированные, аллювиальных террас				
10,17,25 B26Д,27 Д,35	Плоские террасы с сосновыми мохово-кустарничковыми лесами и редколесьями в комплексе с плоскобугристыми болотами и внутриводными озерами («туманами»)	6704 /8,9	2	2
11А	Плоские террасы с кедрово-еловыми травяно-кустарничково-зеленомошными лесами и редколесьями и плоскими заболоченными поймами в устьевых частях	1798 /2,3	2	2
IV.A Гидроморфные, приозерных террас				
8Д, 8Е, 8Ж, 11В, 12Б, 13Б, 34	Приозерные террасы с топяными, грядово-озерковыми облесенно-открытыми болотами с котловинами озер и дренированными участками пойм с сосново-березово- темныхвойными лесами в верховьях и плоскими заболоченными поймами в устьевых частях рек	6782 /8,9	1	1
IV.B Гидроморфные, пойменные малых и средних рек				
13А, 14, 15, 23Б, 24, 25А	Аккумулятивные плоские, местами гривистые со старицами лесные поймы с елово-кедровыми лесами в комплексе с травяными лугами	4601 /6,2	1	3
IV.C Гидроморфные, пойменные крупных рек				
36	Плоская, местами гривистая относительно дренированная, расчлененная крупными и пересыхающими протоками луговая пойма с разнотравно-злаковыми и закустаренными лугами	154 /0,2	1	2
37	Устьевые части рек – сори с большим количеством проток и рукавов и периодически длительно затопляемыми лесо-луговыми поймами с разнотравно-полевицевыми лугами и осиново-березовыми с тополем лесами на дренированных участках	176 /0,23	1	2
38	Плоские с гривами аккумулятивные лесо-луговые поймы с сосново-березовыми кустарничко-мохово-травяными лесами, заболоченными в понижениях	261 /0,3	1	2
39	Плоские, местами гривистые болотно-лесные поймы со старичными озерами и протоками с осоково-разнотравно-злаковыми лугами и ивняковыми зарослями, в комплексе со смешанными лесами и низинными болотами	1542 /2.1	1	2
40	Гривистые лесные поймы со старичными озерами и протоками, с ивняками и мелколиственными травяно-кустарничковыми лесами	825 /1,1	1	2

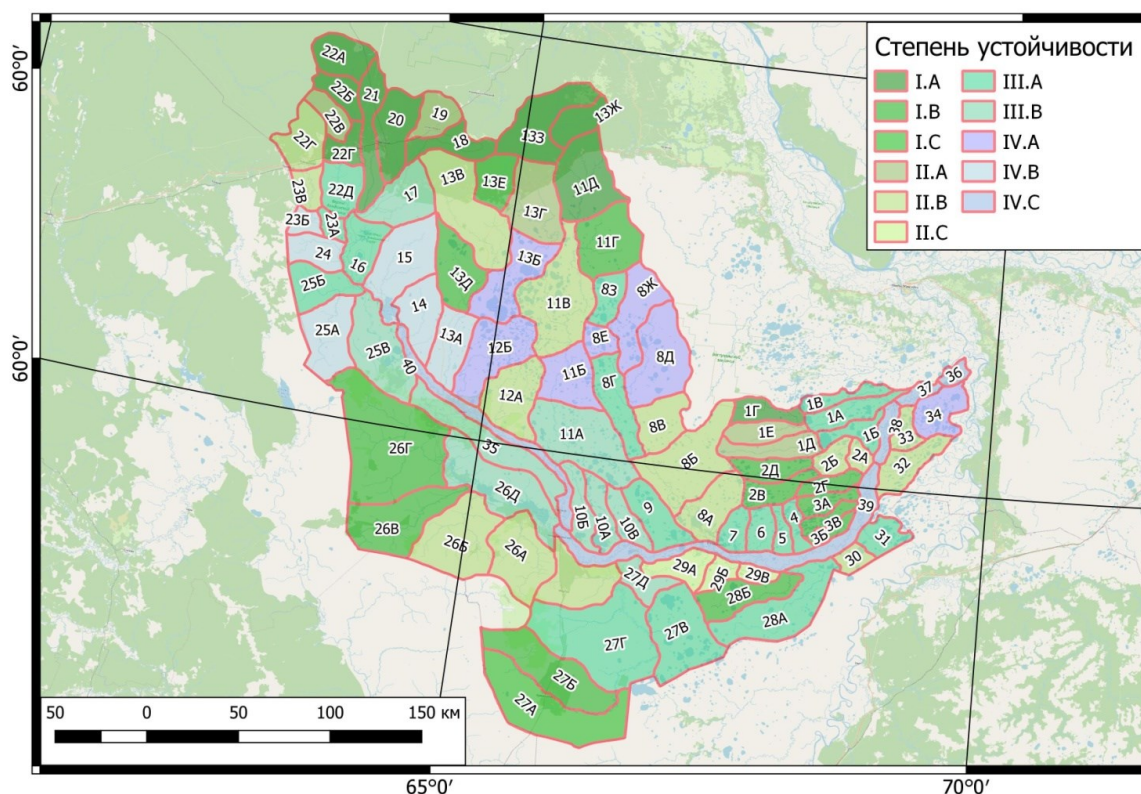


Рисунок 2. Распределение ландшафтно-гидрологических топоэкосистем по степени устойчивости к техногенным нагрузкам

Легенда: латинскими буквами выделены группы районов по степени дренированности, цифрами показана степень устойчивости (геохимическая устойчивость/устойчивость к механическому воздействию): I.A – 4/4, I.B – 4/3, I.C – 4/2, II.A – 3/3, II.B – 3/2, II.C – 3/1, III.A – 2/2, III.B – 2/1, IV.A – 1/1, IV.B – 3/1, IV.C – 2/1.

Произведенные расчеты показали, что в Кондинской ЛГП преобладают геокомплексы с низкой степенью устойчивости к техногенным нагрузкам – 62,3 % (абсолютно неустойчивые – 11 %, неустойчивые – 32,4 %, переменнo устойчивые – 18,9 %), расположенные в основном в южной, центральной и восточной части бассейна Конды. В то время, как на долю относительно устойчивых и устойчивых комплексов, расположенных в северной и западной части бассейна на склонах Северо-Сосьвинской возвышенности и Кондинско-Тавдинской наклонной равнины, приходится соответственно 16,3 и 21,4 %.

Для оценки антропогенного воздействия на ландшафтно-гидрологические топоэкосистемы нами были проанализированы факторы антропогенного воздействия, на основании чего выделены типы антропогенных ландшафтов и местностей, преобладающих в каждом ЛГР [4]. Затем на основании матрицы видов антропогенного воздействия по степени влияния на окружающую среду (по С.А.

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Говорушко) произведена оценка суммарного воздействия на природные компоненты и ранжирование ЛГР по степени антропогенной нагрузки [3] (Таблица 2, Рисунок 3).

Таблица 2. Оценка антропогенного воздействия на ландшафтно-гидрологические топоэкосистемы (Начало)

№ п/п	Типы антропогенных ландшафтов (ТАЛ) и антропогенных местностей (ТАМ) (по В.В. Козину)	Ландшафтно- гидрологические районы и подрайоны (по Б.А. Середовских, В.И. Булатову)	Факторы антропогенного воздействия	Оценка суммарного воздействия (в баллах) (по С.А. Говорушко)
1. Нефтегазопромысловый ТАЛ				
1.1	Поисково-разведочный ТАМ	1А, 1В, 2Д, 8Г, 8Д, 8Ж, 8З, 11В, 11Д, 12Б, 13А, 13Б, 13В, 13Г, 13З, 14Б, 15А, 16, 24А, 24Б, 25Б, 25В, 26Г, 28А, 28Б, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39	региональные сейсмопрофили, участки региональных сейсморазведочных работ; поисково-разведочные скважины; нефтяные и шламовые амбары	48
1.2	Эксплуатационный ТАМ	11В, 11Г, 11Д, 13А, 13Б, 13В, 13Г, 13Д, 13З, 14А, 16, 17, 19, 25В, 31, 35, 40	буровые площадки, кусты скважин, дожимные и кустовые насосные станции (ДНС, КНС), высоковольтные линии, подстанции; ГТЭС на природном газе; межпромысловые нефте- и газопроводы, внутрипромысловые дороги	207
1.3	ТАМ подготовки и переработки нефти и газа	12Д, 13Б, 13В, 13Г, 15А, 17	товарные парки, объекты сбора и подготовки нефти; объекты газопереработки и газохимии (НПЗ, ГПЗ), факельные установки	112

Таблица 2. (Окончание)

2. Линейно-транспортный ТАЛ				
2.1	Трубопроводный ТАМ	13А, 13В, 13Г, 13Д, 13З, 21, 22Г, 23Г, 26В, 26Д, 27А, 27Б, 27Г, 27Д, 27Е, 28А, 29А, 29Б, 29В, 30, 31, 35, 40	магистральные и межпромысловые нефте- и газопроводы, нефтеперекачивающие и компрессорные станции; продуктопроводы;	51
2.2	Дорожный ТАМ	11Д, 13А, 13В, 13Г, 15А, 17, 22А, 22Г, 26Д, 35	автомобильные и железнодорожные трассы	53
2.3	Поли-магистральный ТАМ	19,20, 21, 26А, 26Б, 26Г, 27А, 27Б, 27Г, 27Е	автомобильные и железнодорожные трассы ; магистральные нефте- и газопроводы, продуктопроводы; высоковольтные линии, подстанции;	145
3.	Карьерно-отвалный ТАЛ	25Б	торфяные и песчаные карьеры, котлованы, гидроотвалы	48
4.	Вырубочно-дигрессионный ТАЛ	13Ж, 13З, 17, 18, 19, 21, 22А, 22Б, 22В, 23Б, 23В, 23Г, 24А, 24Б, 25А, 25Б, 25В, 26А, 26Б, 26В, 26Г, 26Д, 27А, 27Б, 27Г, 27Д, 27Е,	лесозаготовки, вырубки, лесопереработка, лесовозные дороги, трелевочные ленты, внутривырубочные склады отходов	43
5.	Пирогенно-дигрессионный ТАЛ	13Г, 13Д,	лесные и торфяные пожары, послепожарные гари	43
6. Селитебный ТАЛ				
6.1	Городской ТАМ	19, 20, 22Г, 23Г, 26А, 27Б, 27Е, 35, 39	городские поселения (города и поселки городского типа, коммунальная инфраструктура	115
6.2	Сельский и вахтово-поселковый ТАМ	12Б, 13Б, 13Г, 15А, 26Д, 37, 38, 39, 40	сельские поселения и вахтовые поселки, коммунальная инфраструктура	56
7.	Утилизационный ТАЛ	19, 20, 22Г, 23Г, 35	свалки и полигоны хранения твердых коммунальных и промышленных отходов	59
8.	Рекреационный ТАЛ	16, 17, 22Д	природные парки, памятники природы как объекты посещения туристами	37

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

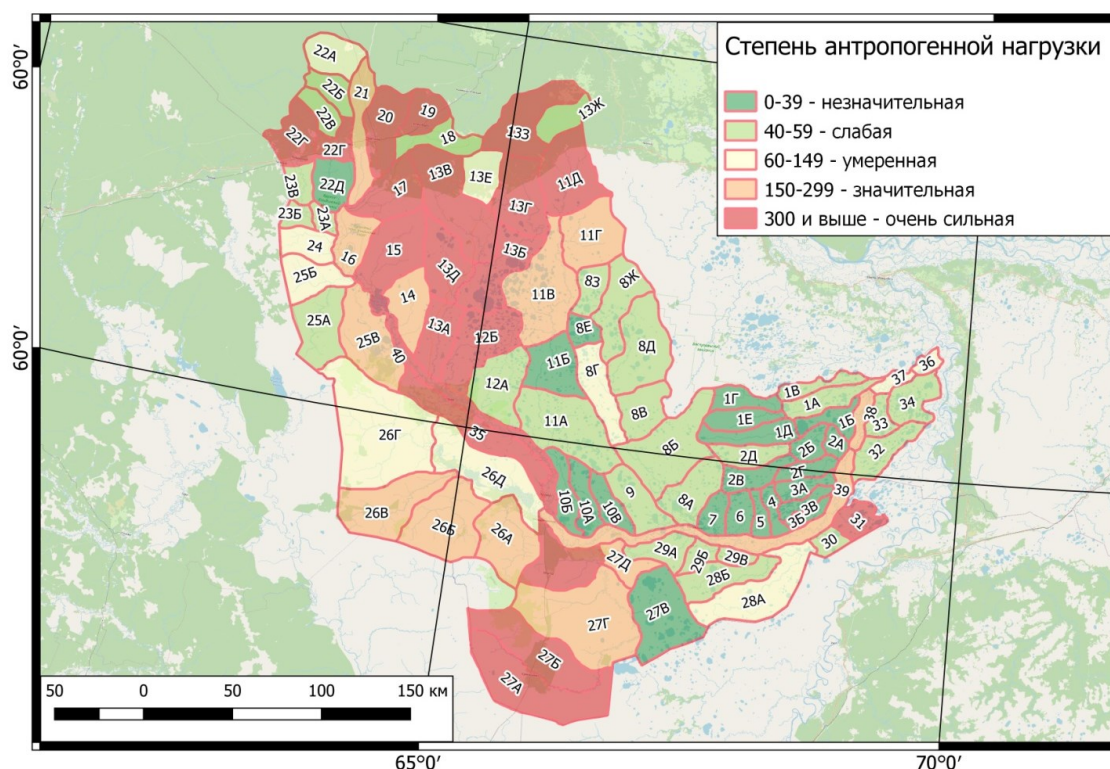


Рисунок 3. Картограмма распределения ландшафтно-гидрологических топоэкосистем по степени антропогенной нагрузки

Сопряженный ландшафтно-гидрологический и геоэкологический анализ показал с одной стороны неоднородность ландшафтно-гидрологических топоэкосистем бассейна реки Конды в плане устойчивости к техногенным нагрузкам, а с другой стороны – разную степень антропогенной нагрузки. Так, наибольшей антропогенной нагрузке подвержены ЛГР, расположенные в северной и центральной (лицензионные участки нефтегазовых месторождений), юго-западной части бассейна (основной район лесозаготовок и транспортные коридоры магистральных трубопроводов) и пойменные ЛГР (где расположены практически все населенные пункты района). Причем большая часть данных ЛГР имеет среднюю и низкую степень устойчивости, за исключением крайних северных ЛГР, расположенных в пределах южных склонов Северо-Сосьвинской возвышенности.

В то же время наблюдения последних лет отметили активизацию техногенного освоения ЛГР низовьев Конды, обладающих невысокой степенью устойчивости. Данная ситуация может иметь негативные геоэкологические последствия, поскольку если в 60-80-е годы шло освоение Шаимской, Мортымья-Тетеревской, Толумской групп месторождений в верховьях Конды и западной части

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

бассейна, то с начала 2010-х годов начали активно осваиваться территории в пределах южной и восточной части бассейна Конды, где по сути, формируется новый Эргинский территориальный нефтегазовый кластер Югры с суммарными запасами ($ABC_1 + C_2$) 295,2 млн. тонн нефти.

Заключение

Выбор профиля хозяйственного использования и система мер по оптимизации территориального развития данных частей бассейна Конды несомненно должны быть соотнесены со структурно-динамическими особенностями ландшафтно-гидрологических комплексов. Полученные результаты показывают необходимость проведения крупномасштабных ландшафтно-геоэкологических исследований на топологическом уровне.

Работа выполнена в рамках Гранта РНФ № 22-17-20011 Тема «Оценка трансформации ландшафтов в условиях изменения климата на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры»

Список цитируемой литературы

1. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 254 с.
2. Булатов В.И. Обь-Иртышский бассейн как геосистема: вопросы теории и практики эколого-географического изучения / В.И. Булатов, Н.О. Игенбаева. Научно-аналитическое изд. Ханты-Мансийск, 2010. – 83 с.
3. Говорушко С.А. Эколого-географические основы оценки взаимодействия природы и общества. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. Барнаул, 2002 – 50 с.
4. Козин В.В. Ландшафтный анализ в нефтегазопромысловом регионе: Монография. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. – 240 с.
5. Кoryтный Л.М. Бассейновая концепция природопользования. Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 2001. – 163 с.
6. Пуговкин М.М., Румянцев Г.Г., Надоховская Г.А. Геоэкологическое картирование состояния природной среды в рамках комплексного подхода по обоснованию хозяйственной деятельности в проектах ОВОС / Зеленая книга России. // Матер. II Междунар. научно-практического конгресса. Ч.4. М. – 1994.

7. Середовских Б.А. Использование разновременных лоцманских карт как источника диагностики изменения территории (научная статья) // Историческая география России: концептуальные основы комплексных полимасштабных исследований регионов: материалы VI Междун. научно-практ. конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена 18–19 ноября 2020 г. / Отв. ред.: Л. Б. Вампилова. СПб.: Астерион, 2020. С.243-247.

8. Середовских Б.А. Гидроморфология реки Конды: ретроспективный аспект динамики изменения русла: монография / Б.А. Середовских. Нижневартовск: изд-во НВГУ, 2022. – 155 с.

9. Середовских Б.А., Исыпов В.А. Подходы к ландшафтно-гидрологическому районированию территории Севера Западной Сибири // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: материалы XIV Международной ландшафтной конференции, Воронеж, 17-21 мая, 2023 года: в 2 т. Том.1. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. – С.76-80.

Seredovskikh B.A.¹, Isypov V.A.²

**LANDSCAPE-HYDROLOGICAL ANALYSIS OF THE
GEOECOLOGICAL SITUATION IN THE KONDA RIVER BASIN**

Nizhnevartovsk State University,

Nizhnevartovsk, Russia

¹geoboris@mail.ru, ²arctic_arrow@mail.ru

Abstract: The article reflects the experience of zoning landscape-hydrological systems of the north of Western Siberia (on the example of the Konda river basin). The grounds for distinguishing landscape-hydrological units at the regional and topological levels are given. The districts are ranked according to the degree of resistance to anthropogenic impacts. An assessment was made of the total anthropogenic impact on natural components and the ranking of landscape-hydrological units according to the degree of anthropogenic load.

Keywords: landscape-hydrological zoning, basin approach, topoecosystems, resilience to anthropogenic impact, technogenic impact, anthropogenic load.

Funding: *The paper was prepared in accordance with the plan of scientific research of the research laboratory of geoecological research of*

the Nizhnevartovsk State University, with financial support of the Russian Science Foundation and the Government of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra (project No. 22-17-20011– ‘Assessment of landscape transformation in the context of climate change in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Ugra).

УДК 631.4

А.В. Смагин^{1,2}, Н.Б. Садовникова^{1,2}, А.Р. Касимов³

**ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ДЕТРИТА В
САМООРГАНИЗАЦИИ ДОЛИННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
И ЕЕ ИМИТАЦИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЧВЕННОГО
КОНСТРУИРОВАНИЯ**

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Россия, г. Москва

avsmag1965@gmail.com, nsadovnik@rambler.ru

²ФГБУН «Институт лесоведения РАН»

Россия, г. Москва

avsmag1965@gmail.com, nsadovnik@rambler.ru

³Sultan Qaboos University

Sultanate of Oman, Muscat, anvar@squ.edu.om

Аннотация: Формирование водного режима и устойчивое функционирование лесных ландшафтов на грубодисперсном аллювии во многом определяются гидрологической функцией детрита (лесной подстилки). Оцененные в лабораторных условиях кривые вододерживания детрита были использованы для компьютерного моделирования водного режима и корневого водопотребления в песчаных лесных почвах, а также дизайна слоистых почвенных конструкций для лесоразведения. Слой детрита толщиной 5-10 см увеличивает влагоемкость ризосферной зоны почвы в 1,5-2 раза и продлевает эффективное корневое водопотребление до 10-15 дней и выше. Эти результаты компьютерного технологического моделирования полностью подтверждены воднобалансовыми экспериментами по выращиванию древесных саженцев на конструкторах с 1-2 слоями детрита.

Ключевые слова: долинные леса, лесная подстилка, торф, водоудерживание, капиллярные барьеры, аккумуляция воды, корневое водопотребление, водный баланс.

Гидрологическая роль леса, выявленная еще в прошлом веке классическими работами русской биогеоценологической школы [1,2], а сегодня вновь открытая специалистами ФАО ЮНЕСКО [3] во многом определяется самоорганизацией лесных экосистем в процессе их экогенетических сукцессий. Среди различных форм и механизмов такой самоорганизации серьезную роль имеет аккумуляция детрита (лесной подстилки), коренным образом меняющая неблагоприятные химические, физико-химические и физические свойства минеральной почвообразующей породы на первых этапах сукцессионного развития долинных лесных биогеоценозов. Лабораторные эксперименты на базе авторского метода центрифугирования [4] позволили, по-видимому, впервые оценить кривые водоудерживания детрита подстилки и торфа на фоне аналогичных характеристик минеральных песчаных образцов дерново-подзолистых лесных почв на речном аллювии в широком диапазоне термодинамического потенциала (давления) почвенной влаги и выявить исключительно высокую влагоемкость детрита при сохранении близкой к пескам фильтрационной способности (Рисунок 1).

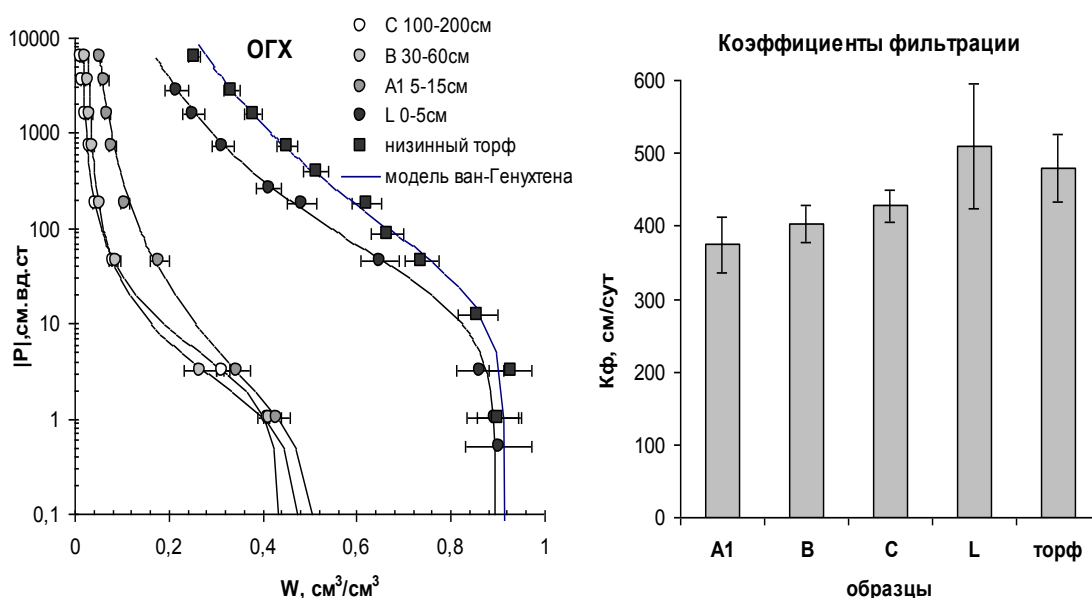


Рисунок 1. Гидрофизические свойства минеральных горизонтов, подстилки дерново-подзолистой почвы и низинного торфа. Планки – доверительные интервалы при $p=0,05$.

После обработки экспериментальных данных стандартной функцией ван-Генухтена (Рисунок 1, сплошные кривые), информация была использована для компьютерного моделирования эколого-гидрологической функции детрита на базе софта энергомассообмена в распределенной системе «почва-растение-атмосфера» HYDRUS-1D [5]. Результаты выявили быстрый (в течение суток) сброс воды в исходно насыщенную песчаную почву из корнеобитаемой толщи за счет внутрипочвенного гравитационного оттока с соответствующим резким снижением корневого водопотребления на 7-8 сутки (Рисунок 2-а,в). Аккумуляция детрита подстилки на поверхности такой почвы увеличивает на 20-40 мм и выше ее влагоемкость, причем не только в водонасыщенном состоянии, но и после гравитационного оттока на 1-10 сут (состояние НВ наименьшей влагоемкости или field capacity в англоязычной литературе).

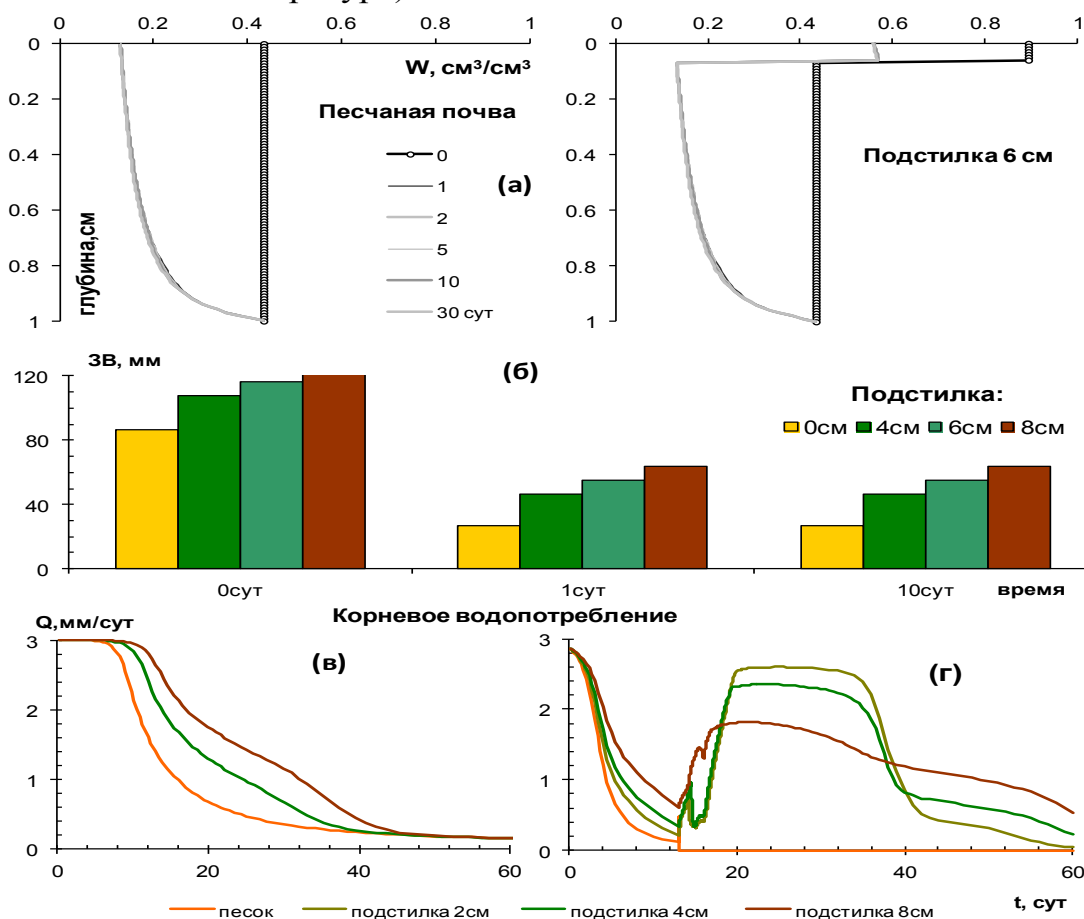


Рисунок 2. Моделирование влияния детрита лесной подстилки на динамику влажности (а), запасы влаги (б) и интенсивность ее корневого потребления (в), (г). Сценарии моделирования: (а) – (в) – режим гравитационного оттока из водонасыщенной почвы, (г) – режим периодического поступления осадков в иссушенную почву

–пропорционально мощности слоя подстилки. В свою очередь этот дополнительный запас влаги пролонгирует корневое водопотребление до 10-14 суток без снижения его интенсивности, а значит, максимальной фитопродуктивности насаждения. Эти закономерности сохраняются и в режиме периодического поступления осадков (Рисунок 2-г), указывая на возможность существенной (10 суток и более) пролонгации бесперебойного корневого питания (фитопродуктивности) благодаря гидрологической функции подстилки как биогенного капиллярного барьера, аккумулирующего влагу осадков и снижающего непродуктивные потери влаги на испарение и внутрипочвенный сток, согласно [6, 7].

Природные закономерности формирования эколого-гидрологической функции детрита были использованы в компьютерном дизайне слоистых конструктоземов для древесной растительности на аллювиальных отложениях легкого гранулометрического состава (Рисунок 3).

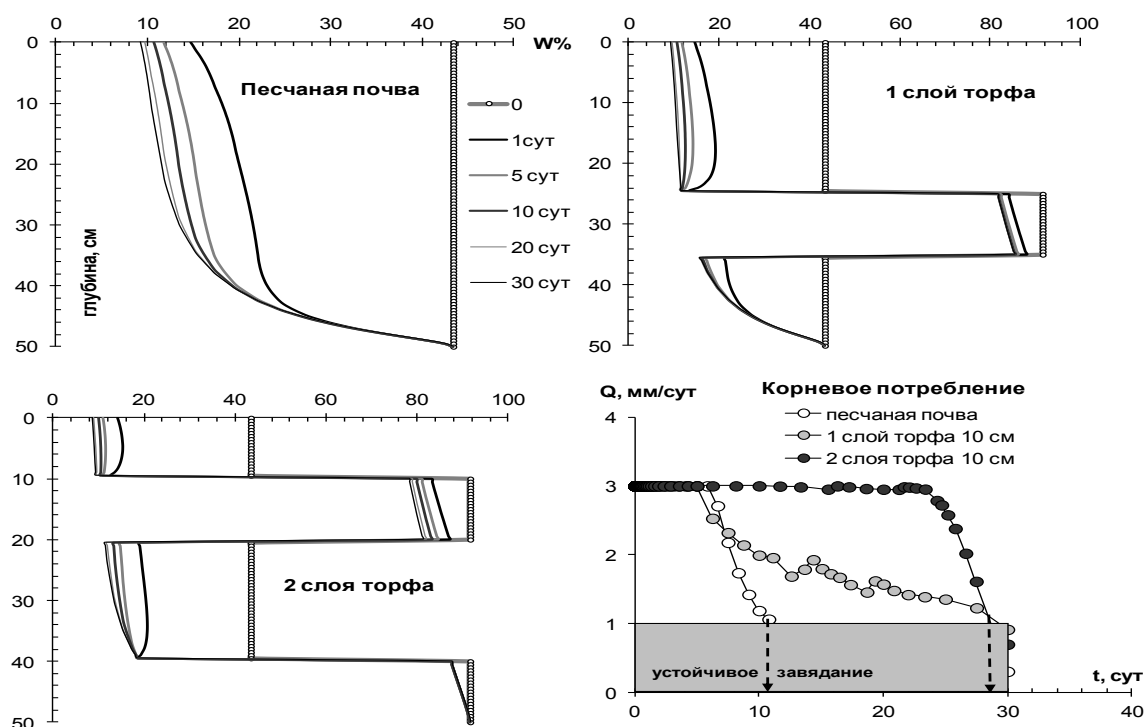


Рисунок 3. Технологическое моделирование водоудерживающей способности почвы и корневого водопотребления саженцев ели под действием торфяных прослоев в песчаной почве на аллювиальных отложениях (внедрение 1-2 слоев торфа повышает водоудерживание и пролонгирует эффективное корневое водопотребление до 10-15 сут без новых осадков)

Однако, в отличие от природного варианта поверхностной аккумуляции лесной подстилки, результаты технологического моделирования в среде HYDRUS позволили обосновать способ расположения 1-2 слоев детрита на определенной глубине от поверхности, гарантирующей сохранение его эколого-гидрологической функции капиллярного барьера для аккумуляции влаги и оптимизации корневого водопотребления, а также устойчивость самого детрита от биodeградации. В свою очередь такая устойчивость является важным условием положительного углеродного баланса формирующегося лесонасаждения, поскольку интенсивность фотосинтетического связывания углерода здесь превышает диссимиляционные процессы автотрофного и гетеротрофного дыхания, приводящие к эмиссии CO₂.

Спроектированные на основе технологического моделирования конструкторы с 1-2 слоями детрита были протестированы в процессе полевых экспериментов по выращиванию ели Глаука (*Picea pungens Engelm.*) с анализом основных статей водного и углеродного балансов на экспериментальных площадках ИЛАН РАН в Серебряноборском опытном лесничестве (ЗАО г. Москвы), начатых весной 2022 г. Полученные за вегетационные сезоны 2022 и 2023 г. экспериментальные результаты полностью подтвердили запланированные технологические характеристики слоистых конструкторов и высокую эффективность детритных капиллярных барьеров в оптимизации водоудерживающей способности песчаной почвы, транспирационного расхода влаги тестовой культуры ели с 2-3-кратным сокращением непродуктивных водных потерь и 1,5-2-кратным увеличением текущего прироста растений относительно необработанного контроля на фоне постоянного в течение вегетационного сезона положительного углеродного баланса.

Работа выполнена при финансовой поддержке междисциплинарного проекта РНФ № 23-64-10002 «Интеллектуальный почвенный дизайн и композитные материалы для лесоразведения с регулируемой карбоновой секвестрацией»

Список цитируемой литературы

1. Сукачев В.Н. (ред). Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
2. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 488 с.

3. Forest and Water Programme [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/in-action/forest-and-water-programme/news/news-detail/en/c/1649863/> Дата доступа: 11.09.2023.
4. Smagin A.V. Thermodynamic Concept of Water Retention and Physical Quality of the Soil. // Agronomy, 2021. Vol. 11, 1686. P. 1-24. DOI: 10.3390/agronomy11091686.
5. Simunek J., van Genuchten M.T., Sejna M. Development and Application of the HYDRUS and STANMOD Software Packages and Related Codes. // Vadose Zone J., 2008, Vol.7. P. 587–600. DOI:10.2136/vzj2007.0077.
6. Al-Maktoumi A.K., Al-Ismaily S.S., Kacimov A.R., Al-Busaidi H.A., Al-Saqri S.M., Haddabi M.H. Soil substrate as a cascade of capillary barriers for conserving water in a desert environment: lessons learned from arid nature // J Arid Land. 2014 . Vol.6. № 6. P. 690703. DOI: 10.1007/s40333-014-0068-7
7. Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Belyaeva E.A., Kirichenko A.V., Krivtsova V.N. Capillary Effects in Polydisperse Systems and Their Use in Soil Engineering // Eurasian Soil Sci., 2021, Vol. 54, № 9. P. 1433–1446. DOI: 10.1134/S1064229321090106)

A.V. Smagin^{1,2}, N.B.Sadovnikova^{1,2}, A.R. Kacimov³

**ECOLOGICAL-HYDROLOGICAL FUNCTION OF DETRITUS IN
THE SELF-ORGANIZATION OF VALLEY FOREST
ECOSYSTEMS AND ITS IMITATION IN SOIL ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

¹Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow

avsmag1965@gmail.com , nsadovnik@rambler.ru

²Institute of Forestry Sciences of the Russian Academy of Sciences
Russia, Moscow

avsmag1965@gmail.com , nsadovnik@rambler.ru

³Sultan Qaboos University
Sultanate of Oman, Muscat
anvar@squ.edu.om

Abstract: The formation of the water regime and the sustainable functioning of forest landscapes on coarse alluvium are largely determined by the hydrological function of detritus (forest litter). The detritus water

retention curves evaluated in laboratory conditions were used for computer modeling of the water regime and root water uptake in sandy forest soils, as well as for the design of layered soil structures for afforestation. The detritus layer of 5-10 cm increases the water capacity of topsoil up to 1.5-2 times and prolongs the effective root water consumption up to 10-15 days and above. These results of computer technological modeling were fully confirmed by water balance experiments on growing tree seedlings on constructozems with 1-2 layers of detritus.

Keywords: valley forests, forest litter, peat, water retention, capillary barriers, water accumulation, root water consumption, water balance.

УДК 631.4

А.А. Снег¹, А.Е. Сорокин²

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОЛОГИИ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ОКИ)

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, г. Москва

sneg_anna@mail.ru

²Московский авиационный институт
Россия, г. Москва

sorokin@mai.ru

Аннотация. С помощью аэрофотоснимков на данной территории выделены следующие типы поймы: прирусловой, параллельно-грядистый, равнинный, пониженно-равнинный и сегментно-островной в пределах современного, зрелого и старого поясов аллювиального почвообразования (АП). Для точного установления границ поясов АП заложена серия разрезов и прикопок. В пределах поясов АП выделено 6 пойменных массивов, отличающихся по устойчивости почвенного покрова. Даны рекомендации по рациональному использованию.

Ключевые слова: аллювиальные почвы; пойменные почвы; типы поймы; устойчивость почвенного покрова; пойменный массив.

Необходимость типизации пойменных ландшафтов обусловлена их сложностью и разнообразием. Существуют три основных направления решения данного вопроса. Это экологический подход [1]; гидролого-геоморфологический ([2-7] и др.) или историко-морфолого-генетический ([8, 9]); комплексный - сочетает первые два подхода ([10-21] и др.).

Для полноразвитых пойм выделяют поясы аллювиального почвообразования (АП), занятые почвами, находящимися на одной стадии развития. Пространственно совпадают с поясами меандрирования ([8]). Совокупность поясов АП можно рассматривать как возрастной ряд пойменных почв и как ряд, отражающий взаимодействие топографических (морфоструктурных) и гидрологических факторов дифференциации почвенного покрова [18].

Отмечена целесообразность в качестве исходной единицы типологии пойменных земель принять пойменный массив ([3, 4, 5, 17, 19, 20, 22, 23] и др.). Это «крупная таксономическая и пространственно-территориальная единица, которая выделяется внутри поймы и характеризуется одинаковым для соответствующих высотных уровней режимом поемности и аллювиальности, одинаковой степенью дренированности, специфическим рисунком рельефа, определенной структурой почвенного и растительного покровов» ([23]). Таким образом, полная схема типологии поймы включает два уровня пространственной организации: поясы меандрирования (поясы АП) и пойменные массивы.

Объект исследования – аллювиальные почвы землепользования агрофирмы «Сосновка» Озерского района Московской области. Пойма Оки - возвышенно-равнинная; проведена планировка поверхности центральной поймы. Осуществляется орошение дождеванием. Выращивают с/х продукцию (свекла, морковь, картофель, капуста; с 2013 г. - картофель, капуста, на эродированных почвах – кукуруза и пшеница).

Типизация пойменных массивов территории проведена на основании исследования геоморфологии, растительности и почвенного покрова.

Методы исследования

С помощью аэрофотоснимков масштаба 1:25000 и 1:10000 обосновано выделение следующих типов поймы: прирусловой,

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

параллельно-грядистый, равнинный, пониженно-равнинный и сегментно-островной в пределах современного, зрелого и старого поясов АП (согласно [13 – 15]). Для более точного установления границ этих поясов заложен ряд разрезов и прикопок. Затем, руководствуясь [4, 8, 17, 18], по относительному возрасту массива, типу поймы, топографической позиции по отношению к руслу и надпойменной террасе, а также особенностям состава почвенного покрова была выделена серия пойменных массивов (рисунок 1).

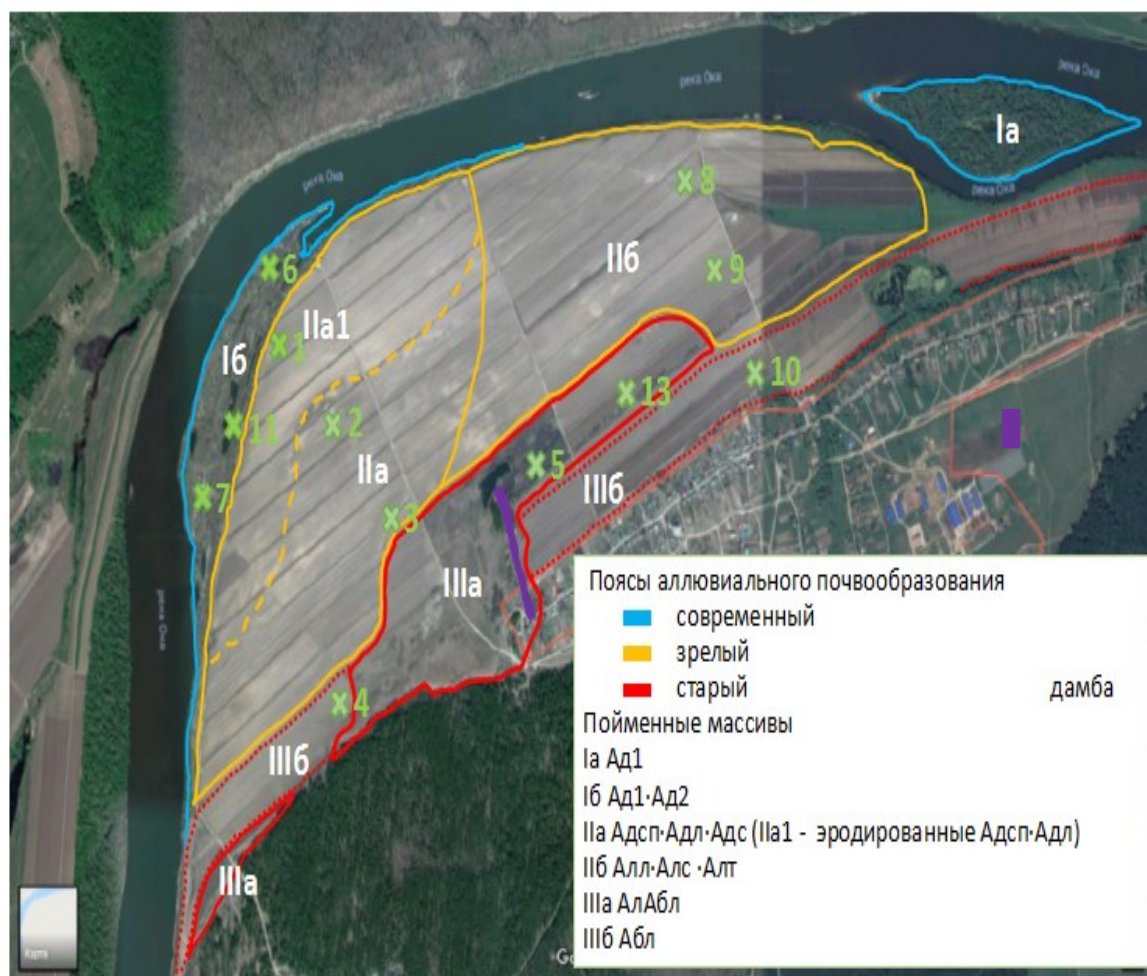


Рисунок 1. Выделенные массивы поймы р.Оки.

Результаты исследования

В пределах участка поймы Оки Озерского района Московской области (землепользование агрофирмы «Сосновка») можно выделить 6 пойменных массивов:

А) для современного пояса аллювиального почвообразования (Ад1·Ад2)

- массив сегментно-островной поймы Ia, почвы аллювиальные дерновые слоистые примитивные (Ад1);

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

- массив приустьевой поймы Iб, пятнистости аллювиальных дерновых слоистых примитивных и слабо развитых почв (Ад1·Ад2);

Б) для зрелого пояса аллювиального почвообразования (АдАл)

- массив параллельно-грядистого типа поймы IIа с пятнистостями аллювиальных глубокодерновых зернистых супесчаных, легко- и среднесуглинистых почв (Ад_{сп}·Ад_л·Ад_с) с выделением зоны IIа-1 эродированных почв;

- массив равнинного типа поймы IIб, занятый пятнистостями аллювиальных луговых зернистых почв разного гранулометрического состава (Ал_л·Ал_с·Ал_т);

В) для старого пояса аллювиального почвообразования (АлАбл)

- массив пониженно-равнинного типа поймы IIIа с комплексами аллювиальных луговых и лугово-болотных почв, находящийся в притеррасном понижении (АлАбл);

- массив IIIб представлен аллювиальными лугово-болотными почвами с намытым легко- и среднесуглинистым материалом в верхней части профиля (Абл).

Агроэкологическая характеристика почв выделенных массивов

А) В пределах современного пояса аллювиального почвообразования сформировались аллювиальные дерновые слоистые примитивные (массивы Ia и Ib) и аллювиальные дерновые слоистые слабо развитые (массив Ib) почвы. Реакция среды слабощелочная ($pH_{\text{водн}}$ 7,2 - 7,4). Содержание гумуса в гумусовом горизонте не превышает 1%. Характерной особенностью почв современного пояса аллювиального почвообразования является слоистость верхних горизонтов профиля. По мере удаления от русла реки слоистость обнаруживается только в нижних горизонтах.

Б) Зрелый пояс аллювиального почвообразования представлен комплексом аллювиальных глубокодерновых зернистых (массив IIа) и аллювиальных луговых зернистых почв (массив IIб). По отдельности массивы зрелого пояса меандрирования являются пятнистостями дерновых и аллювиальных дерновых эродированных почв (массив IIа) и аллювиальных луговых почв разного гранулометрического состава (массив IIб).

Гранулометрический состав аллювиальных дерновых почв изменяется по мере удаления от русла реки от супесчаного к легко- и среднесуглинистому. Самая северо-западная часть массива IIа

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

(территории, расположенные ближе к руслу реки, подмассив Па-1), представлена аллювиальными дерновыми эродированными почвами.

Используемые в сельскохозяйственном производстве аллювиальные дерновые почвы центральной части поймы имеют слабощелочную реакцию среды ($pH_{\text{водн}} 7,3 - 7,7$). Среднее содержание органического вещества в гумусовом горизонте изменяется от 1,2% в супесчаных до 2,2% в легко- и 2,5% в среднесуглинистых почвах. В профиле почв присутствуют слои разного гранулометрического состава, что свидетельствует о переменных условиях аллювиальности в этих почвах.

Гранулометрический состав аллювиальных луговых почв (массив Пб) изменяется от легкосуглинистого в прирусловой части поймы до тяжелосуглинистого в центральной пойме. Реакция среды слабощелочная ($pH_{\text{водн}} 7,2 - 7,7$). Содержание гумуса в аллювиальных луговых почвах прирусловой части поймы составляет в среднем 2,5%, центральной поймы – 3,5%. Характерным отличием почв зрелого пояса меандрирования является отсутствие слоистости в профиле почв.

В) Почвенный покров пойменных массивов старого пояса аллювиального почвообразования представлен луговыми зернистыми тяжелосуглинистыми и лугово-болотными почвами с комковато-творожистой структурой (массив Ша). Реакция среды слабощелочная ($pH_{\text{водн}} 7,2 - 8,0$), среднее содержание органического вещества 4,4%.

Массив Шб покрыт почвами с намытым верхним слоем. В середине XX века имел место неоднократный прорыв русла реки во время весеннего половодья и наложение условий почвообразования, характерных для прирусловой поймы (отложение крупных частиц), на условия притеррасной поймы. Поэтому верхняя часть профиля почв данного массива имеет средней легкосуглинистый состав. Реакция среды слабощелочная ($pH_{\text{водн}} 7,3 - 7,9$), среднее содержание органического вещества составляет 3,8%.

Устойчивость пойменных массивов определяется составом почвенного покрова. Если в почвенном покрове массива преобладают аллювиальные дерновые слаборазвитые, аллювиальные дерновые слоистые примитивные, аллювиальные дерновые легкосуглинистые почвы, то этот массив является неустойчивым к антропогенному воздействию (распашка, пастбищная нагрузка). Следовательно, массивы Ia и Ib, входящие в современный пояс меандрирования, являются неустойчивыми, т.к. почвенный покров этих территорий

представлен аллювиальными дерновыми слоистыми примитивными и слаборазвитыми почвами. На территории этих массивов сохранилась естественная растительность, что поддерживает некоторую устойчивость этих пойменных земель к антропогенному воздействию.

Территория массива Па представляет собой пашню, что отрицательно сказывается на состоянии почвенного покрова, т.к. здесь сформировались агродерновые легкосуглинистые почвы. Этот массив также является неустойчивым, это показывает подмассив эродированных почв (Па-1). Распашка данных почв способствует эрозионным процессам, территория неустойчивых пойменных массивов подлежит залужению.

Пойменный массив Пб занят аллювиальными луговыми почвами, являющимися устойчивыми к антропогенному воздействию, здесь допускается возделывание сельскохозяйственных культур, сенокосно-пастбищное использование.

Пойменный массив Ша представлен лугово-болотными почвами, также являющимися устойчивыми к антропогенному воздействию. Эта территория может быть использована под сенокос. Что касается массива Шб, то наличие намытых легкосуглинистых почв означает его неустойчивость. Для сохранения почвенного покрова пойменных земель этого пояса меандрирования можно рекомендовать залужение и посадки древесных и кустарниковых пород.

Список цитируемой литературы

1. Еленевский Р.А. Вопросы изучения и освоения пойм. М., ВАСХНИЛ, 1936, 100 с.
2. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., АН СССР, 1955, 347с.
3. Попов И.В. Оценка пойменных процессов // Рекомендации по учету руслового процесса при проектировании ЛЭП. Л., 1973, с. 38 – 57.
4. Попов И.В. Типизация речных пойм и ее практическое применение // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. Т. 10. Русловые процессы. Л., 1976, с. 22 – 29.
5. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М., МГУ, 1983, 198 с.
6. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М., МГУ, 1986, 264 с.

7. Чалов Р.С., Беркович К.М., Чернов А.В. Экологическое русловедение. М., 2000.
8. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. Труды Ин-та геол. наук, М., 1951, т. 155, 360 с.
9. Козловский Ф.И., Корнблум Э.А. Мелиоративные проблемы освоения пойм степной зоны. М., "Наука", 1972, 219 с.
10. Плюснин И.И. Вопросы изучения почв речных долин. Тр. Одесского с/х ин-та, 1949, т. 5, с. 43 – 54.
11. Плюснин И.И. Мелиоративное почвоведение. М., Колос, 1971, 413 с.
12. Шраг В.И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М., Россельхозиздат, 1969, 271 с.
13. Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Ремезова Г.Л., Строганова М.Н., Палечек Л.А., Балабко П.Н. Типы пойм среднего течения реки Оби. – Биологические науки, № 4, 1971, с. 117-121.
14. Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Ремезова Г.Л. Типология поймы среднего течения р. Оби // Природные условия Западной Сибири. М., МГУ, 1973, вып. 3, с. 107-127.
15. Добровольский Г.В. Афанасьева Т.В. Ремезова Г.Л., Балабко П.Н. Типы поймы реки Оби в пределах южнотаежной зоны. // Земельные ресурсы Сибири. Изд. Наука, Сиб. Отд., Новосибирск, 1974, с. 29-34.
16. Трифонова Т.А. Типология пойменных земель на основе комплексного дешифрирования аэрофотоснимков. Автореф. канд. дисс., М., 1975, 24 с.
17. Петров И.Б. Обь-Иртышская пойма (типизация и качественная оценка земель). Изд-во «Наука», Сиб. отд., Новосибирск, 1979, 136 с.
18. Аветов Н.А. Типология пойменных земель и микрорайонирование сегментно-гвивистых пойм (на примере р. Чулым). Автореф. канд. дисс. М., 1990, 24 с.
19. Аветов Н.А., Балабко П.Н. Типология и районирование сегментно-гвивистой поймы р. Чулым. Биологические науки, 1992, № 5, с. 109 – 114.
20. Аветов Н.А. Балабко П.Н. Типология пойм. Развитие взглядов и современное состояние проблемы. Почвоведение, 1994, № 9, с. 22-27.

21. Зайдельман Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов. М., КДУ, 2009, 720 с.

22. Гафуров Ф.Г., Фирсова В.П. Почвообразование в долгопоемных ландшафтах высоких широт. Екатеринбург, УрО РАН, 1992.

23. Балабко П.Н., Аветов Н.А., Севастьянова Н.А. Почвенный покров пойменных массивов долины реки Оки в пределах Рязанской Мещеры. Вестн. Моск. ун-та, сер. почв., 1997, № 1, с 32-35.

A.A. Sneg¹, A.E. Sorokin²

**EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF THE TYPOLOGY OF
FLOODPLAIN LANDS (ON THE EXAMPLE OF ALLUVIAL SOILS
OF THE UPPER REACHES OF THE OKA RIVER)**

¹Moscow State University

Russia, Moscow

sneg_anna@mail.ru

²Moscow Aviation Institute

Russia, Moscow

sorokin@mai.ru

Abstract. With the help of aerial photographs, the following types of floodplain have been identified in this territory: near-river, parallel-maned, flat, low-plain and segmented-island within the modern, mature and old belts of alluvial soil formation (AP). To accurately establish the boundaries of the AP belts, a series of incisions and digs are laid. Within the AP belts, 6 floodplain massifs have been identified, differing in the stability of the soil cover. Recommendations for rational use are given.

Keywords: alluvial soils; floodplain soils; floodplain types; stability of soil cover; floodplain massif

Т.А.Трифорова¹, Н.В. Мищенко², П.Д. Колесова³, П.С. Шотов⁴

**ОЦЕНКА ФИТОПРОДУКТИВНОСТИ БАССЕЙНА РЕКИ
КЛЯЗЬМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва

tatrifon@mail.ru

^{2,3,4}Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

²natmich3@mail.ru, ³aleks.keks666@mail.ru, ⁴pav.shutov59@mail.ru

Аннотация: Продуктивность ландшафтов является одним из важнейших показателей эффективности их функционирования. Целью исследования был анализ показателей валовой и чистой первичной продукции ландшафтных провинций и районов бассейна реки Клязьмы по данным дистанционного зондирования с 2002 по 2021 год. За анализируемый период отмечаются долговременные тренды на повышение валовой и чистой первичной продукции, которые обусловлены в основном увеличением площадей лесной растительности за счет зарастающих угодий. Однако, эффективность образования чистой первичной продукции немного снижается. Показано, что в аспекте рассмотренного временного тренда, изменения климатических параметров не способствуют долговременному росту продуктивности и влияют в основном на годовые колебания продуктивности.

Ключевые слова: речной бассейн, фитопродуктивность, ландшафты, землепользование

Введение

Продуктивность ландшафтов является одним из важнейших показателей эффективности их функционирования. Различные естественные процессы, а также антропогенные воздействия изменяют фитопродукционные процессы. Оценка состояния продуктивности ландшафтов с помощью обработки космических снимков совместно с использованием комплексных характеристик функционирования экосистем является актуальным и позволяет обеспечить высокий уровень достоверности, регулярности и оперативности мониторинговых оценок [1,2].

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Цель исследования: анализ показателей валовой и чистой первичной продукции ландшафтных провинций и районов бассейна реки Клязьмы по данным дистанционного зондирования за период с 2002 по 2021 год.

Объектом исследования является бассейн реки Клязьмы.

Материалы и методы.

В работе применялись продукты TERRA/MODIS, содержащие информацию о годовой продуктивности (MOD17A3HGF) на исследуемую территорию, климатические данные, а также цифровые карты и базы данных структуры землепользования. Методы геоинформационного анализа данных дистанционного зондирования использованы для расчета показателей: фитопродуктивности. Определялись валовая первичная продукция (ВПП) и чистая первичная продукция (ЧПП) в углеродных единицах. Применялась программа (ARCGIS. Модуль Spatial analyst).

Результаты и обсуждение.

Оценка средних значения годовых показателей ВПП и ЧПП за период с 2002 по 2021 годы для ландшафтов Клязьмы показала, что наиболее продуктивной является Окско-Цнинская провинция и ее район Окско-Цнинский вал (Таблица). Эффективность образования ЧПП в бассейне Клязьмы составляет в целом 58% и у природных провинций и районов существенно не отличается.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Таблица. Средние многолетние значения показателей годовой фитопродуктивности в бассейне реки Клязьмы (2002-2021 гг.)

Ландшафт	Валовая первичная продукция (ВВП), С,г/м ²	Чистая первичная продукция (ЧПП), г/м ²	Эффективность образования ЧПП (% от валовой)
Волжско-Клязьминская провинция	925	535	58
Волжско-Клязьминский р-н	927	533	57
Нижнелухский р-н	910,5	543	60
Мещерская провинция	954	558	59
Мещерский р-н	954	558	59
Клинско-Дмитровская провинция	896	523	58
Клинско-Дмитровский р-н	928	547	60
Ополье р-н	866	496	57
Окско-Цнинская провинция	965	553	57
Окско-Цнинский вал р-н	981	566	58
Каврово-Касимовское плато р-н	969	560	58
Гороховецкий отрог р-н	950	537	57
Весь бассейн Клязьмы	926	538	58

Годовая динамика ВПП и ЧПП целого Клязьмы, представленная на графике (Рисунок 1), демонстрируют небольшие положительные тренды фитопродуктивности. На фоне этих трендов по годам происходят существенные изменения ЧПП и ВПП, их волнообразные циклы в целом совпадают, но абсолютные максимумы и минимумы за наш период наблюдения приходятся на разные годы. Так наибольшее значение ВПП отмечалось в 2014 г., а ЧПП в 2009 г.

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

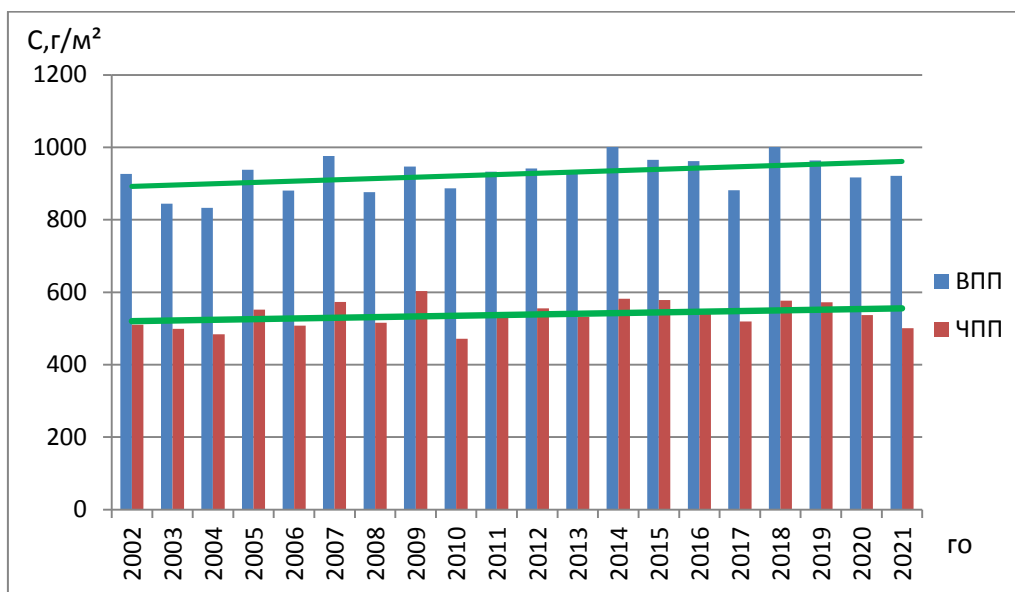


Рисунок 1. Динамика валовой и чистой первичной продукции бассейна реки Клязьмы

Нами были сопоставлены особенности динамики фитопродуктивности целого бассейна, провинций и районов. Периоды повышения и снижения продуктивности в различных ландшафтных структурах в основном, совпадают, однако, размах этих изменений различен (Рисунок 2). Наиболее вариабельны значения ВПП и ЧПП в Клинско-Дмитровском и Мещерском районах. Базовый уровень продуктивности также отличается. Например, в Мещерской провинции ВПП всегда выше, чем в других. Тренды на повышение годовой продуктивности отмечены во всех районах и провинциях бассейна Клязьмы.

Долговременный тренд на повышение продуктивности обусловлен в основном увеличением площадей лесной растительности за счет зарастающих угодий.



Рисунок 2. Динамика валовой первичной продукции провинций бассейна реки Клязьма

Однако эффективность образования ЧПП немного снижается, что означает рост затрат на поддержание жизнедеятельности и указывает на тенденцию ухудшения условий произрастания растений как природного, так и антропогенного характера. Возможно, одной из причин является неблагоприятное изменение погодных условий. Анализ трендов климатических изменений показал, что средние температуры теплого периода снижаются, несмотря на наличие аномально жарких периодов. Количество осадков немного повышается. С учетом того, что в бассейне Клязьмы коэффициент увлажнения больше единицы 1,2 (избыточное увлажнение), эти изменения в целом не способствовали росту фитопродуктивности в рассматриваемом временном отрезке.

Закключение

Таким образом, в бассейне реки Клязьмы за анализируемый период (2002-2021 годы) отмечаются долговременные тренды на повышение валовой и чистой первичной продукции, которые обусловлены в основном увеличением площадей лесов за счет зарастающих угодий. Однако, эффективность образования чистой первичной продукции немного снижается. В аспекте рассмотренного временного тренда изменения климатических параметров не способствуют долговременному росту продуктивности и влияют в основном на годовые колебания продуктивности.

*Исследование выполнено за счёт регионального гранта
Российского научного фонда № 22-27-20127, <https://rscf.ru/project/22-27-20127/> и Владимирской области.*

Список цитируемой литературы

1. Trifonova T, Mishchenko N, Shutov P (2021) Organic matter temporal dynamics in the river ecosystem basin using remote sensing. *One Ecosystem* 6: e61357. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e61357>

2. Trifonova T, Mishchenko N, Shoba S, Bykova E, Shutov P, Saveliev O, Repkin R. Soil and Vegetation Cover and Biodiversity Transformation of Postagrogenic Soils of the Volga-Oka Interstream Area. *Agronomy*. 2022; 12(10):2444. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102444>

T.A. Trifonova¹, N.V. Mishchenko², P.D. Kolesova³, P.S. Shutov⁴

ASSESSMENT OF PHYTOPRODUCTIVITY OF THE KLYAZMA RIVER BASIN USING DATA REMOTE SENSING

¹ Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

tatrifon@mail.ru

^{2,3,4} Vladimir State University

Russia, Vladimir

²natmich3@mail.ru, ³aleks.keks666@mail.ru, ⁴pav.shutov59@mail.ru

Abstract: The productivity of landscapes is one of the most important indicators of the efficiency of their functioning. The purpose of the study was to analyze the indicators of gross and net primary production of landscape provinces and regions of the Klyazma River basin according to remote sensing data from 2002 to 2021. Over the analyzed period, there are long-term trends in increasing gross and net primary production, which are mainly due to an increase in the area of forest vegetation due to overgrown lands. However, the efficiency of generating net primary production is slightly reduced. It is shown that, in terms of the considered time trend, changes in climatic parameters do not contribute to long-term productivity growth and mainly affect annual productivity fluctuations.

Keywords: river basin, phytoproductivity, landscapes, land use

**ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДЕБЕД**

Национальный аграрный университет Армении¹

Армения, г. Ереван

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова²

Россия, г. Москва

tjhangiryan@mail.ru

Аннотация

В бассейне р. Дебед изучено степень загрязненности древесной растительности и их эколого-токсикологическое состояние. Установлено, что техногенное загрязнение растительности в бассейне р. Дебед зависит многих факторов, основным из них является отдаленность от источника эмиссии и направления ветров и рельефа местности. Воздействия техно генеза на растительности по юго-западном, северном и северо-восточном направлениях наблюдается на расстоянии до 15-20 км от Алавердского горно-металлургического завода (АГМЗ). Накопление тяжелых металлов в листьях древесной растительности зависит от степени загрязненности компонентов окружающей среды и биологической особенности. Экологическое состояние растений древесной растительности в бассейне р. Дебед оценивается неблагоприятным.

Ключевые слова: растение, р. Дебед, тяжелые металлы, эколого-токсикология, загрязненность.

Введение

Растения будучи чуткими индикаторами географической среды накапливают разные металлы из загрязненных почв и воздуха в зависимости от характера промышленных выбросов [15,17,22].

Накопление металлов в растениях может превышать фоновое в десятки и сотни раз и зачастую вполне сравнимо с содержанием их в растениях природных биогеохимических провинций, обогащения металлами [12,16,18].

По данным С.А. Унаняна и соавторов (2022), И.Г. Важенина и соавторов (1977), М.А. Тойки (1985), Н.М. Гутиевой (1985) и других, содержание тяжелых металлов в растениях зависит от многих факторов: степени загрязненности почв, содержания гумуса,

расстояния от источника загрязнения, направления господствующих ветров, рельефа местности и занятости угодий, вида растений и т.д.. Накопление тяжелых металлов также зависит от поверхности опущения или шероховатости [3,4,5,12,14,19]. Территория бассейна р. Дебед расположена в северо-восточной части республики и характеризуется довольно развитой гидрогеографической сетью. Река Дебед является самым крупным притоком р. Храм и образуется от слияния рр. Памбак и Дзорагет на отметке 880 м над у. м.. После выхода реки на Марнеульскую равнину (Грузия) она называется Борчалу. Границами бассейна реки служат: с севера – Сомхетские горы и Памбакский хребет; с запада – Кечутский и Джавахетский хребты (Пафенгольц, 1950). Протяженность р. Дебед составляет 178 км, из них 152 км протекает по территории республики. Водосбор бассейна р. Дебед занимает 4080 км², из них 3790 км² принадлежит Армении [11,15]. Основными источниками загрязнения экосистем бассейна р. Дебед являются Алавердский горно-металлургический завод (АГМЗ), Ахталинская обогатительная фабрика, Алавердский, Марцинский и Техутский и другие месторождения и хвост хранилища [8,10]. АГМЗ является основным центром по переработке медно-колчеданных и полиметаллических месторождений. Завод был построен более 250 лет тому назад для переработки всего медьсодержащего сырья, имеющегося в регионе. АГМЗ является заводом полного производственного цикла. Пик производства был достигнут в 1980-1999 гг., когда ежегодно выпускалось почти 55 тыс. тонн рафинированной меди [8].

Исследованиями О.А. Джугарян (2000), С.А. Унаняна (2012) установлено, что ареал распространения техногенных выбросов АГМЗ в зависимости от «розы ветров», рельефа местности достигает 20-30 км. Однако эколого-токсикологическое состояние древесной растительности в бассейне р. Дебед мало изучено. Следовательно, изучение эколого-токсикологического состояния данной местности имеет научно-практическое, экологическое и санитарно-гигиеническое значение.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились посредством полевых и камеральных работ и лабораторными анализами растительных образцов. Уровень загрязненности растительного покрова техногенными выбросами через атмосферу определяли по

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

методике, разработанной в Почвенном институте им. В.В. Докучаева [2,9]. Пробы растений (клен, липа, ясень, вяз, граб, бук, дуб восточный) брались в течение вегетации с около почвенных разрезов на стационарных участках. С каждого стационарного участка (почвенного разреза) от пяти древесных растений собирали по 1 кг зеленых листьев. В лабораторных условиях растительные образцы высушивались до воздушно-сухого состояния, измельчались, а затем часть пробы озолялась в муфельной печи до белой золы при температуре около 450°C. В полученной золе определяли содержание химических элементов (Cu, Pb, Mo, Zn) атомно-абсорбционным методом на установке марки ААС-1 [7] и рентгенофлюоресцентным методом [1]. Количественные характеристики накопления тяжелых металлов в листьях древесных растений определяли методом сравнения фактического материала с данными содержания металлов в листьях растений фоновых участков, разработанным Д. Бекером и Л. Чеснином [17,20,21]. Растительные образцы в бассейне р. Дебед брались до ареала распространения техногенных выбросов АГМЗ [13].

Математическая обработка данных исследований проведена по методике полевого опыта [6].

Стационарные точки для взятия растительных образцов древесных растений в бассейне р. Дебед расположили по разным направлениям розы ветров и на разной отдаленности от источника загрязнения (АГМЗ) (Дсех-Туманян–30 км, юг (фон); с. Цатер–20-22 км, юг; Айгеат–15-17 км, ю/з; Агви–10-12 км, ю/з; Алаверды–3-4 км, юг; Одзун–4-5 км, запад; Акори–4-5 км, с/з; Алаверды–5-6 км, север; Мадан–8-10 км, север; Санаин–5-6 км, восток; Ахпат–10-15 км, с/в; Шнох–13-15 км, восток; Качачкут–20-21 км, с/в; Айрум–25-30 км, с/в; Шамлуг–25-30 км, север). В качестве фонового участка выбран Дсех-Туманян–место слияния рр. Дзорагет, Памбак и начала р. Дебед.

Результаты и анализ

Нашими исследованиями установлено, что эколого-токсикологическое состояние древесной растительности в бассейне р. Дебед зависит от многих факторов. Основным из них является отдаленность от источника эмиссии и направления ветров. Воздействие техногенеза на растительность наблюдается около с. Айгеат, в 15-17 км на юго-запад от АГМЗ, где содержание меди в листьях древесных растений в зависимости от видовых особенностей колеблется в пределах 18,2-23,0 мг/кг, свинца–5,0-12,0, молибдена–0,49-0,90, цинка–29,6-78,2 мг/кг, что превышает фоновое содержание

Cu в 3,97-4,3 раза, Pb–5,0-3,3, Mo–2,33-1,18 и Zn–1,97-1,45 раза. По приближению к источнику загрязнения содержание металлов в листьях резко увеличивается. Так, например, на расстоянии 8-10 км от АГМЗ (с. Мадан) содержание меди в листьях древесной растительности колеблется в пределах от 43 до 93,5 мг/кг, свинца–49,2-99,0, молибдена–2,5-8,0, цинка–39,2-109,1 мг/кг, что превышает фоновое содержание соответственно в 12,6-17,64; 49,2-27,5; 11,9-12,31; 2,61-1,87 раза.

Максимальное накопление металлов в древесной растительности в бассейне р. Дебед наблюдается вблизи источника, а именно на расстоянии 3-4 км от АГМЗ, где количество накопленных металлов превышает фоновое: меди в 23,0-21,5 раза, свинца–69,0-33,06, молибдена–21,9-29,23, цинка–17,0-2,02 раза (рисунок 1).

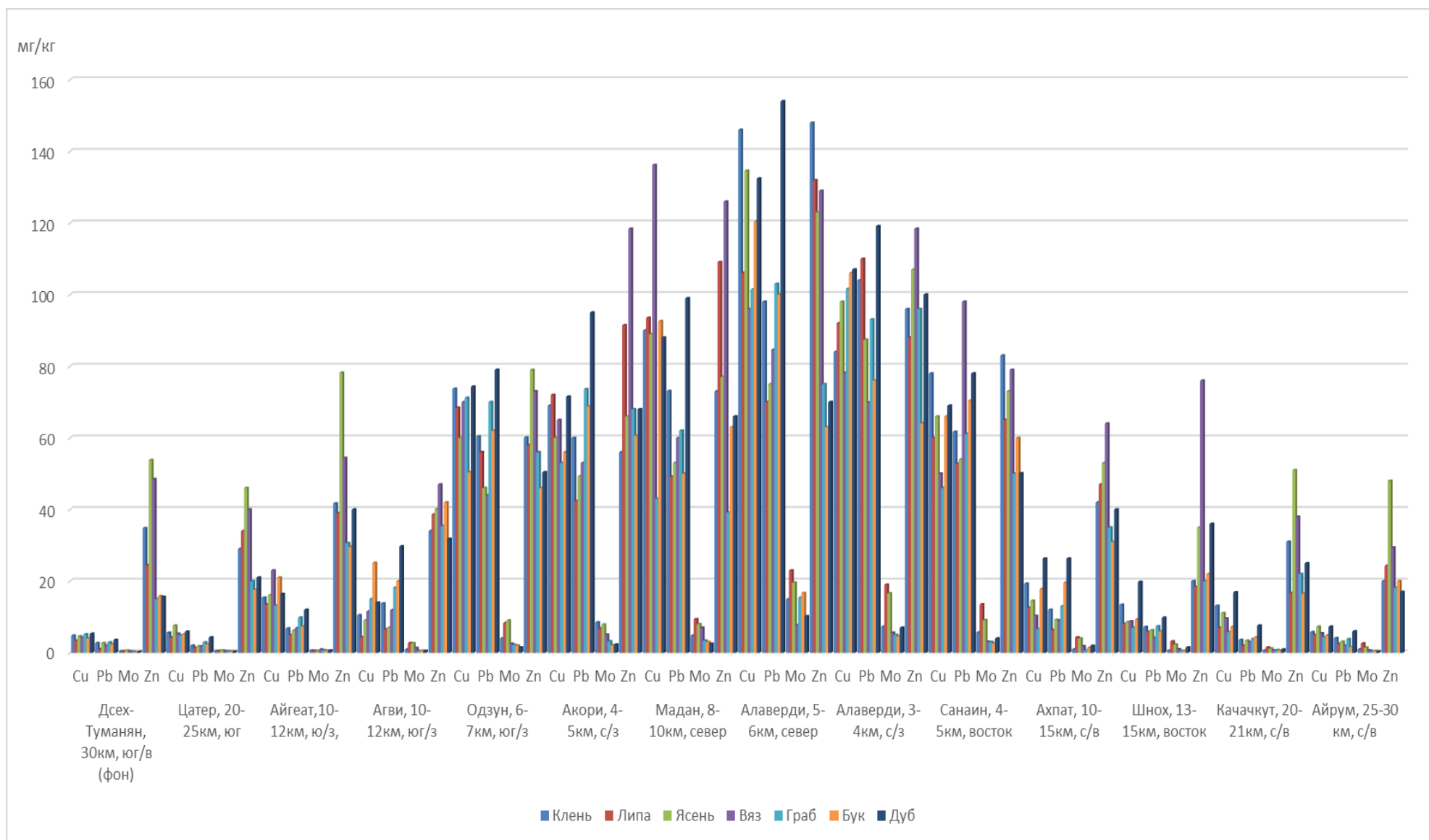


Рисунок 1. Содержание тяжелых металлов древесной растительности в бассейне реки Дебед

Накопление ТМ в листьях древесной растительности в зависимости от отдалённости удаления от АГМЗ наблюдается и в северо-восточном и восточном направлениях (рис. 1).

Исследованиями установлено, что эколого-токсикологическое состояние древесных растений в бассейне р. Дебед во многом зависит от метеорологических параметров. Так, по северному направлению (Алаверди–5-6 км), где повторяемость направления ветров и штилей местности составляет 27-30 % [3,5], количество накопленных металлов в листьях древесных растений на расстоянии 5-6 км от АГМЗ по сравнению с восточным направлением (с. Санаин – 4-5 км, повторяемость направления ветров и штилей 6 %) больше–меди на 108,7-87,2 %, свинца–32,6-97,4, молибдена–297,3-70,37, цинка–26,0-59,0 %.

Таким образом, в бассейне р. Дебед положительная корреляционная связь установлено между степенью загрязнённости почвенного покрова [15] и количеством накопленных токсикантов в листьях древесной растительности для меди составляет $r=0,82 \pm 0,11$, Pb– $r=0,75 \pm 0,08$, Mo– $r=0,86 \pm 0,13$, Zn– $r=0,74 \pm 0,03$.

Исследованиями установлено, что в относительно равных природно-климатических условиях поглощение и накапливание растениями загрязнителей во многом зависит от видового состава растений. Так, в не загрязнённых почвах [14] (Цатер–20-25 км, юг) максимальное накопление меди (7,6 мг/кг) зафиксировано в листьях ясеня, а минимальное (4,0 мг/кг) – в листьях липы, свинца соответственно–в листьях дуба восточного (4,3 мг/кг) и липы (1,4 мг/кг), молибдена–в листьях вяза (0,73 мг/кг) и дуба восточного (0,31 мг/кг), цинка–в листьях ясеня (46,0 мг/кг) и бука (17,6 мг/кг) (рисунок 1).

Таким образом в бассейне р. Дебед по накоплению металлов древесные растения располагаются в следующий ряд:

Не загрязнённые

Cu–ясень > дуб восточный > клен > вяз > бук > граб > липа

Pb–дуб восточный > граб > бук > клен > ясень > вяз > липа

Mo–ясень > липа > клен > граб > вяз > бук > дуб восточный

Zn–ясень > вяз > липа > клен > дуб восточный > граб > бук.

Сильно загрязнённые (2,5-5,0 км)

Cu–клен > ясень > дуб восточный > бук > липа > граб > вяз

Pb–дуб восточный > граб > бук > клен > вяз > ясень > липа

Мо–липа > ясень > бук > граб > клен > дуб восточный > вяз

Zn–липа > вяз > ясень > клен > граб > дуб восточный > бук

Выводы

1. Эколого токсикологическое состояние древесных растений в бассейне р. Дебед находится в напряженном неблагоприятном состоянии.

2. Содержание металлов в растениях обусловлено степенью загрязненности почвенного покрова и воздушного бассейна. Корреляционная связь между степенью загрязненности почвенного покрова и количеством накопленных токсикантов в листьях древесной растительности составляет $Cu-r=0,82\pm0,11$, $Pb-r=0,75\pm0,08$, $Mo-r=0,86\pm0,13$, $Zn-r=0,74\pm0,03$.

3. Накопление техногенных тяжелых металлов зависит от видового состава древесных растений.

Список цитируемой литературы

1. Большаков В.А., Гальпер Н.Я., Клименко Г.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами-ВНИИ Информ. и тех. эконом. исслед. по сельскому хозяйству, М., 1978. – 52 с.

2. Важенин И.Г., Лычкина Т.И., Арсеньева Е.И. О методике полевых исследований при изучении загрязнения почв выбросами промышленных предприятий через атмосферу // Тез. докл. 7 делег. съезда ВОП.- Минск, 1977, вып. 2. – С. 83-85.

3. Варданын З.С. Содержание и особенности миграции тяжелых металлов в почвах Лорийского марза Армении // Вестник МАНЭБ, Санкт-Петербург. – 2006, т. 11, вып. 2, № 8. – С. 79-82.

4. Гутиева Н.М. Влияние тяжелых металлов на урожай и качество ячменя (вегетационно-полевой опыт) /Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1985, вып. 37. – С. 12-15.

5. Джугарян О.А. Экотоксикология техногенного загрязнения. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – 280 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.- М.: Колос, 1979. – 419 с.

7. Иванов Д.Н., Лернер Л.А. Атомно-абсорбционный метод определения микроэлементов в почвах и растениях.- В кн.: Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах.- М.: Колос, 1974. – С. 242-263.

8. Меджлумян В.Д. Стратегия развития медеплавильного производства в Армении // Горный журнал. – 2003, № 2. – С. 18-21.

9. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов, М., Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1976. – 79 с.
10. Парибок Г.А. Загрязнение растений металлами и его эколого-физиологические последствия. – В кн.: Растения в экстремальных условиях минерального питания. – Л.: Наука, 1983. – С. 82-100.
11. Паффенгольц К.Н. Географический очерк Армении и прилегающих частей Малого Кавказа, Ереван: Айастан, 1947. – 215 с.
12. Тойка М.А. Тяжелые металлы и качество сельскохозяйственной продукции/ Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1985, вып. 37. – С. 6-9.
13. Унанян С.А. Экологотоксикологическая оценка экосистем техногенных зон Лорийского марза и пути реабилитации почв: Автореф. дис. доктора. с.х. наук: 06.01.00 – Общее земледелие, почвоведение, агрохимия/Арм. НИИ земледелия. – Ереван, 2012. – 49 с.
14. Унанян С.А. Влияние техногенных выбросов на агрохимические показатели почв окрестностей Ванадзорского химического завода Республики Армения//Известия аграрной науки. 2012. – Том 10, № 3. – С.41-44.
15. Унанян С.А., Джангирян Т.А., Маркосян А.О. Влияние техногенно загрязненных вод реки Дебед на агрохимические показатели почв и химический состав растений
16. Шекоян С.В. Экологическая оценка современного состояния древесно-кустарниковых растений г. Ванадзора//Вестник МАНЭБ.- Санкт-Петербург, 2006, № 8.- С. 37-41.
17. Bakker D., Chesnis L. Chemical monitoring of soil for environmental anaility and animal and human health.- Advances in Agronomy, 1975, v. 27, p. 306-360.
18. Ernst W. Zink und cadmium immissionen auf boden und pflanzen in der umgebung ainer zinkhutte.- Ber. Dtsch. Bot. Ces., 1972, Bd. 85, H. 7-9, S. 295-300.
19. Grössman G. Kontamination pflanzlicher Lebensmittel insbesondere mit Schwermetallen.- Landwirtschaftliche Forschung, 1981, № 38, S. 608-615.
20. He Q., Ren Y., Mohamed I., Ali M., Hassan W., Zeng F. Assessment of trace and heavy metal distribution by four sequential

extraction procedures in a contaminated soil.-Soil Water Res. 2013, 8(2).-p. 71-76.

21. Ivanov D.N., Lerner L.A. Methods for the determination of trace elements in soils, plants. – M., 1979, pp. 242-263.

22. Taylor H. E. ICP-MS Practices Techniques, USA, 2001, chapter 3, pp. 15-27.

*S.A. Hunanyan¹, T.A. Trifonova², T.A. Jhangiryan^{*1}*

**ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL STATE OF WOODY
VEGETATION IN THE DEBED RIVER BASIN**

National Agrarian University of Armenia¹

Armenia, Erevan

Moscow State University named after M.V. Lomonosov²

Russia, Moscow

tjhangiryan@mail.ru

Annotation. In the river basin Debed studied the degree of contamination of woody vegetation and their ecological and toxicological state. It has been established that technogenic pollution of vegetation in the basin of the river Debed depends on many factors, the main of which is the remoteness from the source of emission and the direction of the winds and terrain. The impact of techno genesis on vegetation in the southwestern, northern and northeastern directions is observed at a distance of up to 15-20 km from the Alaverdi mining and metallurgical plant (AGMZ). The accumulation of heavy metals in the leaves of woody vegetation depends on the degree of contamination of the environmental components and biological features. The ecological state of plants of woody vegetation in the basin of the river Debed is assessed as unfavorable.

Key words: plant, r. Debed, heavy metals, environmental toxicology, pollution

УДК 631.48

Е.Ю. Чебыкина

**ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ДЛЯ ЛАНДШАФТОВ
ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА**

Санкт-Петербургский государственный университет
Россия, г. Санкт-Петербург
e.chebykina@spbu.ru

Аннотация. Влияние человека на природные экосистемы, как известно, увеличивается в последние десятилетия. Одним из основных факторов, влияющих на наземные и прилегающие водные экосистемы, являются пожары. Развиваются процессы эрозии на поверхности почв и происходит перемещение элементарных частиц вниз по склонам долин рек и вместе с этим вынос многих веществ.

Ключевые слова: лесные пожары, почвы, линейная эрозия, вынос веществ, геохимический риск

Лесные пожары в России не распространены широко, но, если они случаются, то принимают масштабы бедствия. Такие пожары приводят к глубинной деградации экосистем, наносят значительный вред экономике и инфраструктуре, а также крайне негативно влияют на условия жизни и здоровье населения в регионах распространения пожаров [1, 2].

Аномальные погодные явления 2010 года в виде чрезвычайно низкого количества осадков и высоких значений температуры воздуха привели к возникновению лесных пожаров на большей части территории России. Огнем были затронуты многие регионы нашей страны, в т.ч. и зеленая зона городского округа Тольятти (Самарская область), который находится на берегу Жигулевского моря.

Почва, как неотъемлемая составная часть биогеоценозов, также испытывает на себе разностороннее влияние пожаров. В 2010 году катастрофические природные пожары в городских лесах г. Тольятти привели к образованию пирогенно-трансформированных почв, которые существенно отличаются от ненарушенных по морфологическим признакам и основным химическим и физическим свойствам. Главной особенностью почв гарей является своеобразный пирогенный горизонт, обилие углей в котором определяет его основные свойства. Формируется новый маломощный пирогенный

горизонт, который может сохраняться десятки лет, если на месте гари не поселятся растительность и не изменяются его основные свойства, и который по химическим, физико-химическим свойствам и биологическому круговороту элементов очень сильно отличается от природных неизмененных аналогов.

В дальнейшем, спустя некоторое время наблюдается развитие процессов эрозии на поверхности почв и иллювиирование темноокрашенного материала золы и органического вещества вниз по профилю. В момент начала исследований (2010г.) на поверхности почв наблюдались мощные пеплово-золые горизонты, в то время как пару лет спустя они были представлены лишь тонкой прослойкой на поверхности (мощность органогенного пирогенного горизонта 2-3 см). Весь темный обугленный материал был перемещен вниз по профилю, что проявилось в увеличении мощности верхних темноокрашенных горизонтов. Вероятно, и водорастворимые компоненты продуктов постпиролизного гидролиза и растворения наземного растительного опада вместе с влагой осадков проникают в почвенную толщу и служат основными агентами, воздействующими на органо-минеральную часть почвы. За счет действия процессов эрозии происходит перемещение элементарных частиц вниз по склонам долины Куйбышевского водохранилища, и далее в верхнюю часть акватории Саратовского водохранилища, и вместе с этим вынос многих веществ, в том числе полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Содержание ПАУ в верхних горизонтах почв после пожара колеблется в диапазоне от 4 до 29 нг/г, тогда как для фонового участка их концентрации изменяются в пределах 4-16 нг/г в зависимости от положения в рельефе. При этом после пожаров в составе ПАУ преобладают 2-ядерный нафталин (4-8 нг/г) и 3-ядерный фенантрен (до 9 нг/г) в верхнем горизонте, по всему профилю встречается 4-ядерный пирен. Более тяжелые 4-6-ядерные соединения бенз(а)пирен, бенз(е)пирен, перилен, тетрафен встречаются в почвах единично в количествах, не превышающих 1 нг/г. Чаще всего, они приурочены к гор. Арг и АУ, реже к гор. АС. Миграция ПАУ в пределах склона может происходить в сорбированном на поверхности почвенных частиц состоянии [3].

Таким образом, возникает геохимический риск для бассейна Куйбышевского и Саратовского водохранилищ. Увеличивающееся воздействие человека, а именно в форме лесных пожаров, на естественные биогеоценозы приводит к изменению

функционирования экосистем и делает необходимым проведение мониторинговых работ. Влияние лесных пожаров долговременно проявляется именно на свойствах почвенного покрова в силу его депонирующего характера, поэтому его изучение является особенно важным при оценке влияния пирогенного фактора на ландшафты. Результаты исследований послепожарного функционирования лесных почв в относительно однородных климатических и геолого-геоморфологических условиях представляют большой интерес для объективной экологической оценки современного состояния лесных экосистем, что важно для понимания путей восстановительной динамики компонентов лесных экосистем и прогноза их состояния при разном воздействии пирогенного фактора. Таким образом, постпирогенное почвообразование – интересная модель изучения восстановления почвенно-растительного покрова после катастрофических природных воздействий.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук № МК-4596.2022.1.4.

Работа посвящена 300-летию Санкт-Петербургского государственного университета.

Список цитируемой литературы

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. МЧС России. М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
2. Исаев А.С. Лес как национальное достояние России // Век глобализации. 2011. № 1. С. 148-158.
3. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С., Абакумов Е.В. Полициклические ароматические углеводороды в почвах, пройденных верховым и низовым пожаром // Изв. Самар. НЦ РАН, 2013, т. 15, №3, С. 63-68.

E.Yu. Chebykina

CONSEQUENCES OF WILDFIRES FOR LANDSCAPES OF THE VOLGA WATERSHED

Saint-Petersburg State University
Russia, Saint-Petersburg
e.chebykina@spbu.ru

Abstract. Human effect on natural ecosystems is known as increasing at the last decades. One of the principal factors which effects on terrestrial and adjacent aquatic ecosystems is wildfires. Erosion processes on the soil surface are developing. Elementary particles are moving down the slopes of the river valleys and many other substances as well.

Key words: wildfires, soils, linear erosion, substances leaching, geochemical risk

УДК 597.08.591.9

*Ф.М. Шакирова¹, А.А. Смирнов^{2,5}, В.З. Латыпова^{3,4}, О.К. Анохина¹,
Г.Д. Валиева¹*

ИЗМЕНЕНИЕ ИХТИОЦЕНОЗА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ВОДОЁМА

¹Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (ТатарстанНИРО),

Россия, г. Казань

shakirovafm@gmail.com

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии (ВНИРО)

Россия, г. Москва

andrsmir@mail.ru

³Казанский (Приволжский) федеральный университет

Россия, г. Казань

ecoanrt@yandex.ru;

⁴Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Россия, г. Казань

ecoanrt@yandex.ru;

⁵Северо-Восточный государственный университет (СВГУ)

Россия, г. Магадан

andrsmir@mail.ru

Аннотация: В статье представлены количественные изменения состава ихтиофауны Куйбышевского водохранилища в разные годы его становления, факторы, влияющие на видовое разнообразие рыбного населения водоёма и пути проникновения чужеродных видов

в водохранилище. В настоящее время в Куйбышевском водохранилище встречается 60 видов рыб, из которых вселенцы составляют 19 видов или 31,7%. Отмечено, что в результате завершения строительства нового грузового порта СММЛЦ (Свияжский мультимодальный логистический центр), расположенного на пересечении международных транспортных коридоров «север-юг» и «запад-восток», следует ожидать дальнейшего изменения видового состава ихтиофауны Куйбышевского водохранилища.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, ихтиофауна, инвазийные виды, векторы проникновения.

Создание Куйбышевского водохранилища в значительной степени способствовало изменению не только гидрологических, гидрохимических и гидробиологических условий среды, но и увеличило экологические ниши для многих обитающих и проникающих в водоём рыб, вызвав изменение их состава и структуры, расширило площади нерестилищ и возможности размножения и нагула рыб [1-5].

Материал и методика

Куйбышевское водохранилище возникло вследствие перекрытия р. Волги более 65 лет назад (31 октября 1955 г.) гидротехническими сооружениями Куйбышевского гидроузла в районе Жигулевских гор. Куйбышевское водохранилище – одно из крупнейших в системе Волжского каскада, регулирующее более 90% водных ресурсов бассейна Волги [6-7]. Оно является водоёмом сезонного регулирования и многоцелевого назначения и используется в интересах ряда отраслей народного хозяйства, включая промышленность и энергетику, питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, здравоохранение, сельское, рыбное хозяйство, добычу полезных ископаемых, рекреации др. Водохранилище протяженностью 500 км расположено на территории трех республик и двух областей РФ, на долю которых, согласно административно-территориальному делению, по площадям приходится: Республика Татарстан (50,7%), Ульяновская (30,9%), Самарская (14,7%) области, Чувашская (2,3%), Марийская (1,4%) республики [8].

В основу представленных материалов положены результаты собственных исследований авторов и литературные данные за период

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

1955–2022 гг. Собственные материалы собирали в весенне-летний период на контрольно-наблюдательных пунктах Татарского отделения ГосНИОРХ, расположенных в Ульяновском (Старомайнский залив) и Волжско-Камском плёсе (Мёшинский залив); в осенне-зимний период 2008–2009 гг. – с НИС «Академик Берг»; в ноябре–декабре 2008 г. – с судна тральщика в районе с. Куйбышевский Затон–г. Тетюши. Лов осуществляли ставными сетями с ячейёй 18–120 мм, мальковой волокушей длиной 6 м с ячейёй 5 мм и 23-метровым тралом конструкции ГосНИОРХ с ячейёй 45 мм в крыльях и 40 мм в кутке. Сбор и обработку материала проводили согласно методическим руководствам [9-13].

Видовую принадлежность рыб устанавливали по определителям с учётом новых таксономических ревизий и сводок [13-18].

Результаты и их обсуждение

Ихтиофауна Куйбышевского водохранилища формировалась из видов, которые обитали в водоёмах зоны затопления, а также за счёт вселенцев, проникших с севера и юга, строительства каналов, являющихся транспортными путями для проникающих видов, акклиматизационных мероприятий, садкового выращивания и др. (рисунок).



Рисунок. Схема векторов проникновения чужеродных видов в Куйбышевское водохранилище

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Если ранее в р. Волге, в зоне будущего водохранилища, обитал 51 вид рыб [19], то после начала заполнения водоёма (1956-1957 гг.) их количество стало снижаться, что обусловлено выпадением проходных видов (таблица). В 1957–1969 годы, в связи с выпадением из состава обитателей водохранилища таких реофильных видов как каспийская минога *Caspiomyzon wagneri* (Kessler), севрюга *Acipenser stellatus* (Pallas), шип *A. Nudiventris* (Lovetsky), белорыбица *Stenodus leucichthys leucichthys* (Guldenstadt), каспийская кумжа *Salmo trutta* (L.), шемая *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstadt) и другие [8, 20-21], но с проникновением в водоём ряда видов рыб с севера: корюшки (снетка) *Osmerus eperlanus* (L.) и ряпушки *Coregonus albula* L., черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultiventrus* (Nordman) и бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas) с юга, а также вселением пухлощёкой иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* (Eichwald) из бассейна Чёрного моря [22], пеляди *Coregonus peled* (Gmelin), белого амура *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes) и белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes) и др. за счёт рыбоводных и акклиматизационных мероприятий, видовой состав обитающих в водохранилище рыб увеличился и достиг 50 [5; 23].

Исследование видового состава ихтиофауны Куйбышевского водохранилища выявило, что видовое богатство ихтиофауны постепенно стало возрастать в связи с саморасселением и акклиматизацией новых видов рыб, с проникновением их с балластными водами, предположительно в результате неосторожных действий аквариумистов и других возможных путей [5; 23] (таблица).

Таблица. Количество видов рыб, включая вселенцев, в Куйбышевском водохранилище в разные годы становления

Водный объект	Река Волга	Куйбышевское водохранилище				
Год	1955	1957–1969	1970–1985	1986–2003	2004–2012	2013–2022
Количество видов	51	50	53	56	58	60
Количество видов-вселенцев		12	17	18	17	19

В последние десятилетия исследование разнообразия рыбного населения водохранилища обнаружило 2 новых для водоёма вида рыб. В 2010 г. впервые рыбаками промысловиками в Ундорском плёсе Куйбышевского водохранилища обнаружена трёхиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* (L.). По-видимому, колюшка проникла в водоём из верхневолжских водохранилищ, куда попала из Онежского озера по Волго-Балтийскому водному пути [24].

В феврале 2019 г. сотрудниками ТатарстанНИРО (см. *Благодарности*) в период экспедиционных работ в Волжско-Камском плёсе Куйбышевского водохранилища в сети ячеей 45 мм было выловлено 2 экз. сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* (L.), видовая принадлежность которого подтверждена в ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва).

Таким образом, в результате антропогенного воздействия произошли значительные изменения в составе рыбного населения Куйбышевского водохранилища. Следует отметить, что некоторые из вселенцев успешно натурализовались (тюлька), достигли достаточной численности и осваиваются промыслом. Наибольший вылов тюльки отмечен в 1986 г. (170,0 т). В последние десятилетия вылов её в объёме более 100 т. наблюдался лишь в 2010–2014 гг., причем основная масса была добыта в Ульяновской области. В Чувашской республике в общем объёме вылова доля тюльки также имеет значимую величину, составляя 23–26 т. В 2022 г. вылов тюльки отмечен в Самарской области (7,0 т). Ранее здесь вылов её промыслом не осуществлялся. Исследованиями выявлено, что у большинства видов рыб с коротким жизненным циклом, в том числе и тюльки, наблюдаются значительные флуктуации численности по годам. В Куйбышевском водохранилище она чаще живёт до двух лет, к трём годам, в основном, погибает. При этом отмечено, что с проникновением вселенца в бассейн Волги не произошло полного вытеснения аборигенов даже частично сходных по экологии (чехонь, синец, уклейка). Напротив, наблюдается существенное улучшение кормовой базы большинства хищных видов рыб (судак) [25], при повышении их биологических показателей (численность, темп роста, упитанность и др.) [26].

Из промысловых видов вселенцев особую роль для Куйбышевского водохранилища могут играть дальневосточные пелагофильные растительноядные виды (белый и пёстрый толстолобики и белый амур) выпуск которых стал проводиться с 1958

г. [27]. Естественное воспроизводство их в водохранилище не происходит в силу их биологии, так как отсутствуют необходимые для этого условия внешней среды, а численность контролируется масштабами искусственного воспроизводства. При рациональных объёмах выпуска молоди эти виды могут эффективно использоваться в качестве объектов пастбищного выращивания на естественных кормовых ресурсах водохранилища, что будет способствовать улучшению экологической ситуации и повышению рыбопродуктивности водохранилища. Наибольший вылов толстолобика (29,6 т) отмечен в 1992 г. Основная часть его вылавливается в акватории Ульяновской области и Республики Татарстан. Но в последние 20 лет вылов его в водохранилище не превышает 3,0 т.

Таким образом, в настоящее время в Куйбышевском водохранилище встречается 60 видов рыб, из которых вселенцы составляют 19 видов или 31,7%. Некоторые из них (тюлька) успешно натурализовались, достигли достаточной численности и осваиваются промыслом. Другие (черноморско-каспийская рыба-игла, ротан-головешка, бычок-кругляк, звёздчатая пугловка, бычок-головач и бычок-цуцик) размножаются и стали обычными видами с локальным распределением. Отмечено, что чаще всего в водохранилище проникают непромысловые виды с высокой экологической пластичностью и скоростью их натурализации в водоёме, в том числе трёхиглая колюшка, бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis* (Pallas)), бычок-цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas) и др. Ускоренный характер темпов инвазий исследователи объясняют не только масштабным гидростроительством, но и глобальными климатическими изменениями, в том числе и глобальным потеплением [28].

Процесс формирования ихтиофауны Куйбышевского водохранилища продолжается. Следует ожидать дальнейшего изменения видового состава ихтиофауны Куйбышевского водохранилища после завершения строительства нового грузового порта СММЛЦ (Свияжский мультимодальный логистический центр), расположенного на пересечении международных транспортных коридоров «север-юг» и «запад-восток», который в перспективе станет центром перевозок грузов в Поволжье и будет способствовать самопроизвольному вселению чужеродных видов в экосистему.

Новый грузовой порт станет крупным перевалочным пунктом экспортно-импортных грузов не только для регионов Поволжья, но и международным транспортным коридором маршрута Китай – северо-западная Европа, что значительно может расширить состав вселенцев.

Заключение

После заполнения Куйбышевского водохранилища среда обитания рыб во вновь созданном водоёме претерпела значительные изменения, которые повлекли за собой перестройку видового состава рыбного населения. Одновременно, на разнообразие рыбного населения водохранилища повлияли вселенцы, проникшие с севера и юга, строительства каналов, являющихся транспортными путями для проникающих видов, акклиматизационные мероприятия, садковое выращивание и др. Ускоренный характер темпов инвазий может провоцироваться также и глобальными изменениями климата в современную эпоху.

Современный состав ихтиофауны Куйбышевского водохранилища включает 60 видов рыб, в том числе 19 видов (31,7%) вселенцев. Дальнейшие изменения видового разнообразия могут быть связаны с целенаправленной интродукцией и с продолжающимся самопроизвольным вселением в водоём чужеродных видов, усиление которого можно ожидать после завершения строительства нового грузового порта СММЛЦ (Свияжский мультимодальный логистический центр) – крупного центра перевозок экспортно-импортных грузов для регионов Поволжья и международного транспортного коридора маршрута Китай–северо-западная Европа.

Благодарности. Авторы приносят искреннюю признательность сотрудникам ТатарстанНИРО (г. Казань) зам. руководителя филиала Ю.А. Северову и бывшему специалисту лаборатории ихтиологии Р.Р. Шакирову за предложение озвучить в данной статье неопубликованную информацию о новых вселенцах (сиг обыкновенный *Coregonus lavaretus* (L.)), а также в.н.с. Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва) проф. Ю.С. Решетникову, подтвердившему видовую принадлежность новых вселенцев, выявленных в Куйбышевском водохранилище.

Часть исследований выполнялась за счёт средств субсидий, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2022-0003.

Список цитируемой литературы

1. Шмидтов А.И. Видовой состав рыб и их численность в районе Куйбышевского водохранилища // Уч. зап. Казан. гос. ун-та, 1956. – Т. 116. Кн. 1. – С. 221-226.
2. Кузнецов В.А. Внутрипопуляционная дифференциация рыб в условиях зарегулирования стока рек // Экология, 1975. – № 4. – С. 61 - 69.
3. Терещенко В.Г., Кузнецов В.А., Козловский С.В., Шакирова Ф.М. Оценка состояния экосистемы внутренних водоёмов на основе анализа структурного фазового портрета рыбной части сообщества // Учен. зап. Казан. гос. ун-та, сер.: Естеств. Науки, 2006. – Т. 148. Кн. 1. – С. 35-44.
4. Слынько Ю.В., Терещенко В.Г. Рыбы пресных вод Понто-Каспийского (Разнообразие, фауногенез, динамика популяций, механизмы адаптаций). – М.: ООО «Полиграф-плюс», 2014. – 327 с.
5. Shakirova F. M., Severov Ya. A. Species Composition of Ichthyofauna of the Kuibyshev Reservoir // Journal of Ichthyology, 2014. – Vol. 54, No. 8. – pp. 513-525.
6. Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – 213 с.
7. Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. – 123 с.
8. Лукин А.В. Куйбышевское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ, 1961. – Т. 50. – С. 62-76.
9. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищ. Пром-сть, 1966. – 376 с.
11. Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору личинок и мальков рыб. – М.: Пищ. Пром-сть, 1966. – 42 с.
12. Пахоруков А.М. Изучение распределения рыб в водохранилищах и озёрах. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
13. Коблицкая А.Ф. Определение молоди пресноводных рыб. – М.: Лёг. и пищ. Пром-сть, 1981. – 208 с.
14. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1–3. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 1381 с.

15. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. / Под ред. Решетникова Ю.С. – М.: Наука, 1998. – 219 с.
16. Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. / Под ред. Решетникова Ю.С. – М.: Наука, 2003. – 253, 379 с.
17. Рыбы в заповедниках России. Т. 1 / Под ред. Решетникова Ю.С. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. – 627 с.
18. Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А. Атлас молоди пресноводных рыб России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2011. – 383 с.
19. Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. – Казань: изд-во «Идель-Пресс», 2005. – 201 с.
20. Поддубный А.Г. Ихтиофауна // Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – С. 148-169.
21. Цыплаков Э.П. Расширение ареалов некоторых видов рыб в связи с гидростроительством на Волге и акклиматизационными работами // Вопр. ихтиологии, 1974. – Т. 14. Вып. 3. – С. 396-405.
22. Кирюхина Н.А. Молекулярно-генетическое разнообразие в популяциях иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald 1831 и пути расселения в водоёмы бассейна Волги на основании анализа последовательностей митохондриальной ДНК // Росс. журн. биол. инвазий. 2013. – №3. – С. 60-68.
23. Shakirova F. M., Severov Ya. A., Latypova V. Z. Modern Composition of Alien Fish Species in the Kuybyshev Reservoir and Possible Introduction of New Representatives into Its Ecosystem // Russian Journal of Biological Invasions, 2015. – Vol. 6. No. 4. – P. 278-291.
24. Семёнов Д.Ю. Трёхиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* (*Gasterosteiformes*, *Gasterosteidae*) – новый вид в ихтиофауне Куйбышевского водохранилища // Вопр. Ихтиологии, 2012. – Т. 52. № 5. – С. 607-609.
25. Галанин И.Ф., Андреева Т.В., Галанина А.П., Зиганшин И.И., Смирнов А.А. Состояние популяционных показателей судака *Sander lucioperca* верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Рыбное хозяйство. 2019. – № 5. – С. 54-58.
26. Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г., Северов Ю.А. Изменение видового состава и структуры рыбного населения водоёмов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов. Матер. докл. I Всеросс. конф. с международн. участием (12–

16 сентября 2011 г., Борок, Россия): В 2 т. – М.: АКВАРОС, 2011. – Т. 2. – С. 825-831.

27. Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Видовой состав ихтиофауны Куйбышевского водохранилища // Вопр. ихтиологии, 2014. – Т. 54. №5. – С. 520-532. DOI: 10.7868/S0042875214050105

28. Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю., Новицкий Р.А., Христов О.А. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы // Росс. журн. биол. инвазий, 2010. – № 4. – С.74-89.

*F.M. Shakirova¹, A.A. Smirnov^{2,5}, V.Z. Latypova^{3,4}, O.K. Anokhin¹,
G.D. Valieva¹*

**CHANGES IN THE ICHTHIOCENOSIS OF THE KUIBYSHEV
RESERVOIR AT THE PRESENT STAGE OF FUNCTIONING OF
THE RESERVOIR ECOSYSTEM**

¹Tatar branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and
Oceanography (TatarstanNIRO)

Russia, Kazan

shakirovafm@gmail.com

²All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Russia, Moscow

andrsmir@mail.ru

³Kazan (Volga Region) Federal University

Russia, Kazan

ecoanrt@yandex.ru

⁴Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of the Academy of
Sciences of the Republic of Tatarstan

Russia, Kazan

ecoanrt@yandex.ru

⁵Northeastern State University (SVSU)

Russia, Magadan

andrsmir@mail.ru

Abstract: The article presents data on changes in the composition of the ichthyofauna of the Kuibyshev reservoir at the present stage of ecosystem functioning, factors affecting the species diversity of the fish population of the reservoir, and ways of penetration of alien species into

the reservoir. Currently, 60 species of fish are found in the Kuibyshev reservoir, of which 19 species or 31.7% are invasive. It was noted that as a result of the completion of the construction of a new cargo port SMMLC (Sviyazhsky multimodal logistics center), located at the intersection of the international transport corridors "north-south" and "west-east", further changes in the species composition of the ichthyofauna of the Kuibyshev reservoir should be expected.

Keywords: Kuibyshev reservoir, ichthyofauna, invasive species, penetration vectors.

УДК 574.4+574.524

Шешницан С.С.¹, Голубкина Н.А.²

БИОМАГНИФИКАЦИЯ СЕЛЕНА В ГИДРОЭКОСИСТЕМАХ ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТЭС

¹Воронежский государственный лесотехнический
университет им. Г.Ф. Морозова

Россия, г. Воронеж

²ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

Россия, г. Воронеж

sheshnitsan@gmail.com

Аннотация. На примере лентических водных экосистем с разным уровнем антропогенной нагрузки в долине Днестра изучены особенности биоаккумуляции селена в водных пищевых цепях. Показано, что в условиях сильного антропогенного загрязнения продуктами сжигания ископаемого топлива в водохранилище-охладителе наблюдается биомагнификация селена до токсических уровней у гидробионтов высших трофических уровней.

Ключевые слова: селен, биомагнификация, пищевая цепь, гидробионты, антропогенный фактор

Введение

Селен является уникальным микроэлементом, для которого характерен крайне узкий диапазон между физиологической нормой и токсичностью. Он наиболее эффективно аккумулируется в лентических водных экосистемах с замедленным водообменом и

небольшой глубиной [1]. Поэтому гидроэкосистемы такого типа являются одними из наиболее уязвимых к антропогенному загрязнению селеном, приводящему к проявлению токсических эффектов у организмов высших трофических уровней [2]. Распределение и миграция селена в пищевой сети разных типов водных экосистем могут различаться, и они связаны не только с гидрологическими и гидрохимическими условиями, но и с особенностями преобладающих трофических связей. Так, например, в некоторых типах гидроэкосистем преобладающими являются бентосные детритные трофические цепи, в других – первичным звеном большинства пищевых цепей является фитопланктон. В обоих случаях может наблюдаться эффект биоматнификации (биологического усиления) селена [3]. Причиной этого является накопление селена микроорганизмами – водорослями, бактериями, находящимися в основании пищевой цепи. Потенциально они способны концентрировать этот элемент на четыре – шесть порядков больше, чем его содержится в воде [4].

Исследованием были охвачены две водные экосистемы – Кучурганское водохранилище и Ягорлыкская заводь, которые характеризуются разной степенью антропогенной нагрузки. Первая является водоемом-охладителем Молдавской ГРЭС и поэтому со времени преобразования коренного водоема лиманного типа в водохранилище испытывает постоянный антропогенный пресс. Вторая, также являясь антропогенно преобразованным водоемом, тем не менее, может являться эталонной, поскольку входит в состав заповедного фонда.

Материалы и методы

Отбор проб воды, донных отложений, почв и биоматериала проводился в соответствии с общепринятыми методами. Определение содержания селена в пробах воды проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе AAnalyst800 (Perkin Elmer, USA), в пробах почв, донных отложений и биоматериала – флуорометрическим методом. Статистическую обработку данных проводили методами параметрической и непараметрической статистики в зависимости от характера эмпирических распределений и объема выборок. Интенсивность биоаккумуляции селена оценивали с помощью коэффициента биологического поглощения (K_6).

Результаты и их обсуждение

Источниками поступления селена в пищевую цепь водной экосистемы, как правило, являются вода и донные отложения. Однако на уровне абиотических компонентов водных экосистем не наблюдается достоверных различий по содержанию селена между экосистемой, находящейся в условиях интенсивного воздействия антропогенного фактора и относительно благополучной в этом отношении экосистемы.

Очевидно, что миграция селена в пищевой сети водных экосистем связана не только с абиотическими условиями (гидрологическими и гидрохимическими), но и обусловлена преобладающими трофическими связями водных организмов. В структуре водных экосистем водохранилища и заводи выделяются три главных пути миграции селена, основой которым служит фитопланктон, эпифитные водоросли и донные отложения/детрит, при этом кормовыми ресурсами для рыб служат организмы, принадлежащие к разным пищевым цепям.

Так, в Кучурганском водохранилище фитопланктон является пищей для семи групп гидробионтов, эпифитные водоросли – для трех групп. В обоих случаях наблюдается биомагнификация элемента. Подобная ситуация характерна и для пищевой сети Ягорлыкской заводи, где фитопланктон служит кормовым ресурсом четырех групп гидробионтов, а эпифитные водоросли – пяти. Концентрации селена возрастают в пяти из восьми и в двух из семи детритных пищевых цепях Кучурганского водохранилища и Ягорлыкской заводи соответственно. Это свидетельствует о лучшей биодоступности селена в детрите и донных отложениях Кучурганского водохранилища, что подтверждается более ранним исследованием [5], в котором показано присутствие в седиментах значительных количеств органических форм элемента.

Стоит отметить, что именно донные отложения и детрит являются преобладающими путями миграции селена, поскольку с ними трофически связано большинство групп гидробионтов, причем наибольшее значение для биомагнификации элемента эти пути миграции имеют в гидроэкосистеме, подверженной интенсивному антропогенному воздействию. Например, одни и те же виды брюхоногих моллюсков-детритофагов в условиях Кучурганского водохранилища аккумулируют в 1,6–15,0 раз больше селена, чем в Ягорлыкской заводи.

Водные и амфибиотические насекомые в пищевых сетях исследованных экосистем являются важным связующим звеном в миграции селена ввиду сравнительно высокого содержания элемента. При этом заметим, что биомагнификация селена не происходит в трофической цепи, если пищей насекомых является детрит. Иначе обстоит ситуация с насекомыми-зоофагами, в которых концентрации селена, как правило, выше, чем в их основных пищевых ресурсах. В целом, у семи из восьми таксонов в Кучурганском водохранилище и у пяти из шести групп гидробионтов в Ягорлыкской заводи, для которых на любой из стадий жизненного цикла пищей могут служить насекомые, наблюдается возрастание концентраций селена в организме.

Трофические связи рыб с их пищевыми объектами в обеих исследуемых экосистемах в большинстве случаев оказались положительными ($K_b > 1$). Для рыб Кучурганского водохранилища 77% всех коэффициентов биологического поглощения характеризуют процесс биомагнификации, который оказался более значительным у тех же видов ихтиофауны и в Ягорлыкской заводи, где доля коэффициентов, равных или превышающих единицу, составила 74%. Повышенный уровень концентраций селена в обеих гидроэкосистемах характерен для хищных видов рыб, а также рыб-бентофагов. Меньшие количества элемента аккумулируют виды с преобладающей растительной пищей, всеядные – занимают промежуточное положение. Эта особенность вполне адекватно отражает увеличение содержания селена с ростом трофического уровня вида в водной экосистеме.

Исходя из общего анализа коэффициентов биологического поглощения, рассчитанных для отдельных звеньев водных пищевых цепей, можно сделать вывод о том, что в водных пищевых цепях в обеих исследуемых гидроэкосистемах происходит активная биоаккумуляция селена. Так в Кучурганском водохранилище 80% всех коэффициентов (36 из 45) свидетельствуют об увеличении концентраций элемента при продвижении вверх по трофическим уровням, в Ягорлыкской заводи – 76% (37 из 49). При этом необходимо учитывать, что более высокая интенсивность биоаккумуляции селена характерна для пищевой цепи Кучурганского водохранилища, где наблюдается резкое увеличение концентраций элемента.

В Кучурганском водохранилище преобладающим путем миграции и биоаккумуляции селена являются детритные пищевые цепи, при этом беспозвоночные фито- и детритофаги в этой водной экосистеме аккумулируют в среднем в 5,4 раза больше селена, чем в Ягорлыкской заводи. В отличие от водной экосистемы, подвергающейся антропогенному влиянию, в Ягорлыкской заводи большее значение для миграции элемента приобретает планктонная пищевая цепь, хотя уровень концентраций селена у планктонофагов в этой экосистеме ниже. Различия в концентрациях элемента в автотрофном компоненте биоценозов рассматриваемых гидроэкосистем являются статистически значимыми, при этом аккумуляция селена в основании пищевой цепи Кучурганского водохранилища в 4,4 раза эффективнее, чем в Ягорлыкской заводи. В конечном счете, на высших трофических уровнях у зоофагов в условиях рассматриваемых экосистем содержание селена в организме различается достаточно резко.

Такие особенности перераспределения селена в гидроэкосистеме водохранилища создают определённый риск токсических эффектов для водоплавающих птиц, населяющих эту территорию. Показано, что в половине образцов тканей внутренних органов содержание селена превышает установленные пороги токсичности [6], хотя внешних признаков проявления токсичности (тератогенные эффекты) в ходе исследования нами выявлено не было.

С другой стороны, преобладающее направление ветров благоприятствует оседанию в этом районе выбросов Молдавской ГРЭС, имеющей возможность производить электроэнергию с использованием природного газа, угля и мазута. Однако топливный баланс предприятия в последние годы на 76–99% основывается на природном газе, поэтому в настоящее время следует ожидать существенное снижение выбросов токсичных элементов. С этим была сопряжена работа ГРЭС в предыдущие периоды (вплоть до 1985 года), когда основным видом используемого топлива был каменный уголь. Поэтому вполне обоснованным является предположение О.П. Богдевича [5] об источнике повышенного содержания селена в донных отложениях водохранилища.

Заключение

Очевидно, что в экосистеме Кучурганского водохранилища в результате биоаккумуляции и миграции в пищевых сетях селен

накапливается в повышенных концентрациях, которые у отдельных представителей гидробиоценоза превышают установленные пороги токсичности. Причиной этому в первую очередь являются антропогенные факторы, связанные с работой электростанции (в топливном балансе которой долгое время основу составлял каменный уголь), зарегулированием водоема и последующим коренным изменением гидрологического, термического, гидрохимического и гидробиологического режимов.

Список цитируемой литературы

1. Bowie, G.L. Assessing selenium cycling and accumulation in aquatic ecosystems / G.L. Bowie [et al.] // *Water, Air and Soil Pollution*. – 1996. – Vol. 90. – P. 93-104.
2. Lemly, A.D. Selenium assessment in aquatic ecosystems : a guide for hazard evaluation and water quality criteria / A.D. Lemly. – New York : Springer, 2002. – 162 p.
3. Stewart, A.R. Food web pathway determines how selenium affects aquatic ecosystems: a San Francisco Bay case study /A.R. Stewart, S.N. Luoma, C.E. Schlekat, M.A. Doblin, K.A. Hieb // *Environmental Science and Technology*. – 2004. – Vol. 38. – P. 4519–4526.
4. Baines, S.B. Interspecific differences in the bioconcentration of selenite by phytoplankton and their ecological implications / S.B. Baines, N.S. Fisher // *Marine Ecology Progress Series*. – 2001. – Vol. 213. – P. 1-12.
5. Bogdevich, O.P. Assessment of natural and artificial sources of selenium in the environment of Moldova Republic / O.P. Bogdevich, R.E. Hannigan, D.N. Izmailova // *Proceeding of Sixth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and Commonwealth of Independent States*. 1-4 September 2003. Prague, Czech Republic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prague2003.fsu.edu/content/pdf/016.pdf>
6. Шешнищан, С. С. Экологические аспекты биоаккумуляции селена в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС / С. С. Шешнищан, Н. А. Голубкина, М. В. Капитальчук // *Биогеохимия – научная основа устойчивого развития и сохранения здоровья человека : труды XI Международной биогеохимической школы, посвященной 120-летию со дня рождения Виктора Владиславовича Ковальского: в 2 томах, Тула, 13–15 июня 2019 года. Том 1.* – Тула:

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2019. – С. 256-260.

7.

Sheshnitsan S.S.¹, Golubkina N.A.²

**BIOMAGNIFICATION OF SELENIUM IN HYDROECOSYSTEMS
OF WATER-COOLING PONDS OF THERMAL POWER PLANTS**

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²Federal Scientific Vegetable Centre
Russia, Voronezh

Abstract: On the basis of lentic freshwater ecosystems presenting diverse anthropogenic pressures in the Dniester valley, selenium bioaccumulation in aquatic food webs was analyzed. The study showed that under conditions of significant anthropogenic contamination by combustible fossil fuels in the cooling reservoir, selenium biomagnification occurs and accumulates to toxicity thresholds in hydrobionts at higher trophic levels.

Key words: selenium, biomagnification, food chain, hydrobionts, anthropogenic factor

УДК 26.191

П.С. Шутов¹

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «СОСТОЯНИЕ И
ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ
БАССЕЙНА РЕКИ ОКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ»**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
pav.shutov59@mail.ru

Аннотация. Разработана структура геоинформационной системы «Состояниеи динамика почвенно-растительных экосистем бассейна реки Оки на основе данных дистанционного зондирования» (ГИС-ОКА). На основе нового методического подхода, реализуемого

средствами ГИС предпринята попытка провести комплексное исследование динамики экосистем в пределах бассейна реки Оки, одного из двух крупнейших притоков Волги, находящегося в двух географических поясах и трех почвенно-ландшафтных зонах. Созданная ландшафтно-экологическая ГИС система, позволяет оценивать состояние почвенно-растительного покрова бассейна р. Ока на уровне речных бассейнов 3-го и 4-го порядков.

Ключевые слова: ГИС-ОКА, методологический подход, методика создания ГИС-ОКА, алгоритм работы ГИС-ОКА, Окский водосборный бассейн, данные дистанционного зондирования.

Введение. Обработка космических снимков позволяет проследить долговременные временные ряды различных характеристик почвенно-растительного покрова. В настоящее время набор дистанционных продуктов, предназначенных для этого, очень разнообразен и постоянно обновляется, он предоставляет исследователям обширную информацию [1], но возникает необходимость разработки подходов к их эколого-ландшафтной интерпретации и использованию. Следовательно, исследования характеристик почвенно-растительного компонента ландшафтов должны идти параллельно с разработкой методов использования данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и выбором наиболее объективных и информативных дистанционных продуктов [2].

Важным аспектом оценки экологического состояния природно-антропогенных объектов всегда является вопрос выбора территориальных единиц. Известно, что бассейновый и зональный типы геопространства являются основными в биосфере, однако различаются структурной организованностью. Так, зональные системы характеризуются открытым способом организации, границы между ними имеют переходные зоны и часто неоднозначно определяются разными исследователями [3]. Речной бассейн имеет полузамкнутый способ организации с чётко выраженными границами. Ведущую системообразующую роль здесь играет речной сток, он формирует экосистему речного бассейна через распределение водных ресурсов, особенности рельефа и микроклимата, тем самым влияя на почвенный покров и растительность [3, 4].

Впервые для крупной речной и водохозяйственной системы Окского бассейна создана открытая геоинформационная система,

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

характеризующая динамику почвенно-растительного покрова на уровне ландшафтно-экологических единиц. В геоинформационной системе отражены как стабильные, так и динамичные компоненты ландшафтов, включая морфометрические показатели рельефа речных бассейнов, почвенный покров, структура землепользования, растительность, фитопродукционные характеристики и показатели углеродного баланса. Проведенные исследования пространственной структуры и временной динамики ландшафтов Окского бассейна позволяют на основе почвенно-продукционного потенциала комплексно оценить изменения, происходящие под воздействием природных и антропогенных факторов.

Объект и методы. Объектом исследования являются экосистемы бассейна Оки. Бассейн реки Оки, который относительно симметричен и охватывает территории Орловской, Тульской, Калужской, Московской, Рязанской, Тамбовской, Пензенской, Владимирской, Нижегородской областей и небольшую часть республики Мордовия, его площадь составляет 245 000 км².

Для выявления пространственной структуры и временной динамики ландшафтов Окского бассейна применялся системный методологический подход к оценке динамики ландшафтов, который предусматривает использование блока полевых, дистанционных, картографических, статистических методов и метода расчета почвенно-продукционного потенциала. Пространственные данные исследовали за 15-летний период с 2000 по 2015 годы.

Результаты. Разработка структуры геоинформационной системы бассейна реки Оки проведена в несколько этапов. Разработанный алгоритм функционирования геоинформационной системы представлен на рисунке 1.

Предлагаемый методологический и методический подход к созданию ГИС-ОКА имеет следующие характеристики:

- 1) Использование разномасштабных картографических материалов и данных дистанционного зондирования.
- 2) Создание и размещение баз данных: по климатическим параметрам (температура, осадки).
- 3) Размещение имеющихся картографических материалов (почвенные, геоботанические, геоморфологические, ландшафтные).

РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

- 4) Создание синтезированной карты на основе анализа морфоструктурного, бассейнового и ландшафтного строения территории.
- 5) Определение и описание ключевых участков и внутренних бассейнов.
- 6) Разработка и включение в ГИС методов анализа почвенно-продукционного потенциала на основе полевых и данных дистанционного зондирования.
- 7) Создание алгоритма работы ГИС-ОКА.

Созданная ландшафтно-экологическая ГИС бассейна Оки объединяет картографическую информацию различного масштаба, что обусловлено исходными материалами, а также атрибутивные данные, материалы дистанционного зондирования и результаты их обработки.

Вся информация группируется по малым речным бассейнам, морфоструктурам, ландшафтным провинциям и представляет собой несколько блоков многоуровневых электронных слоев: морфометрические характеристики территории, почвенно-растительный покров (растительность, почвенный покров, почвенно-продукционный потенциал), структура землепользования (антропогенная освоенность территории, сукцессии, распашка, заболачивание), цифровая модель рельефа, включая целый ряд баз данных, и др. (рисунок 2).

ГИС система является открытой, она может быть дополнена и актуализирована. Цифровой формат позволяет проводить анализ и обработку данных на различном масштабном уровне и для разных природно-территориальных единиц (рисунок 3).

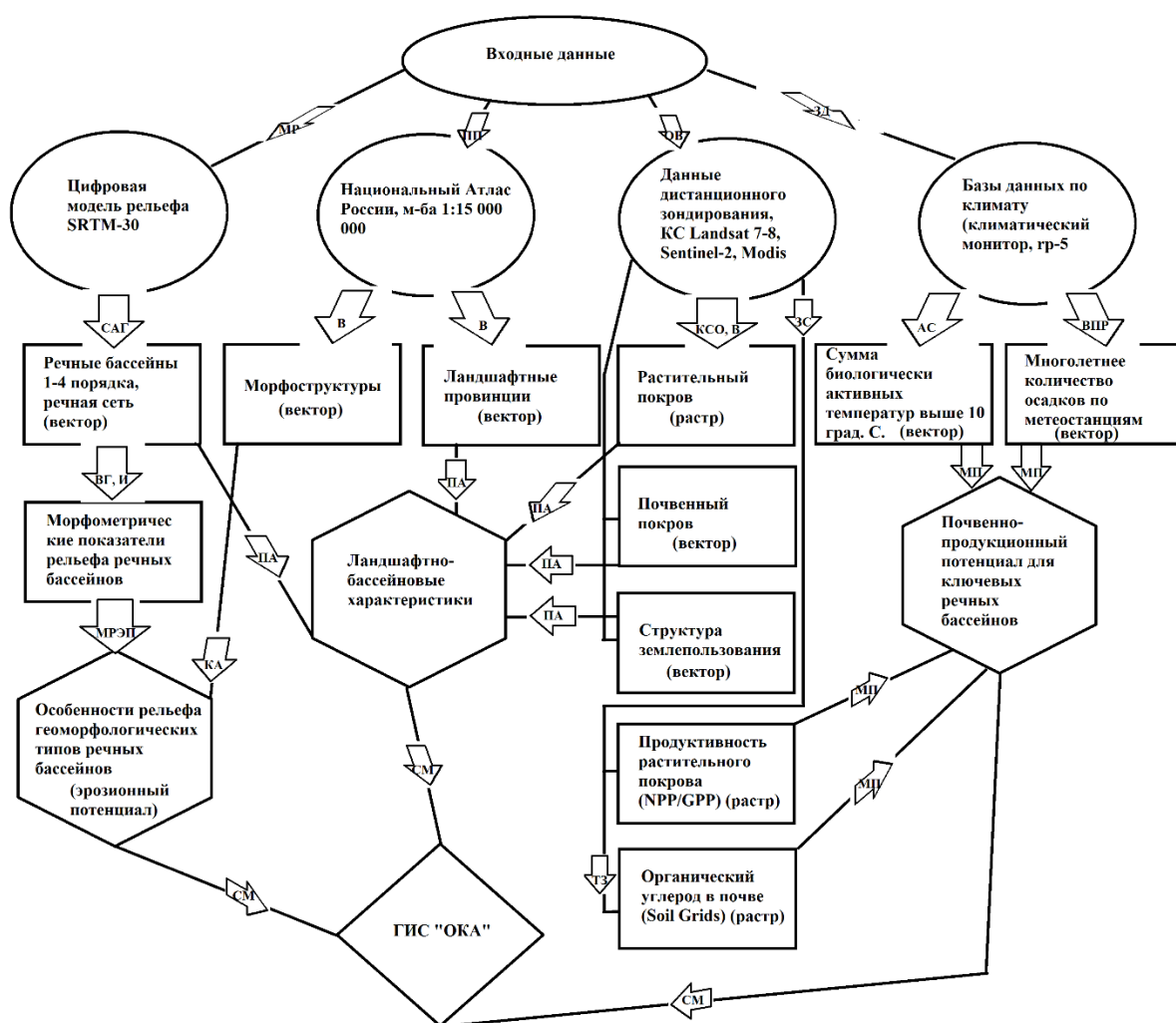


Рисунок 1. Алгоритм функционирования ГИС ОКА

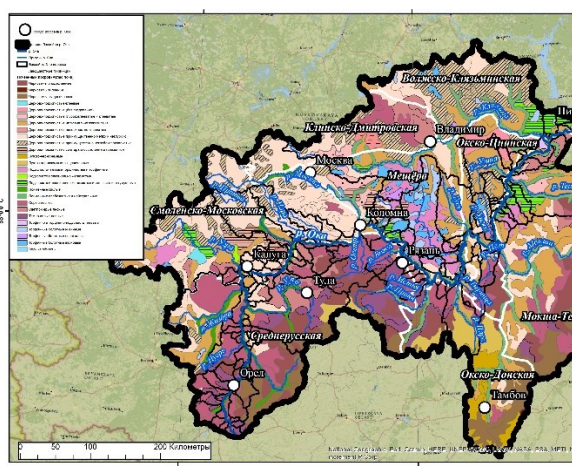
Пояснения к алгоритму функционирования ГИС ОКА Блоки.

1. Блоки овальной формы (первый уровень данных) – входные данные в растровом формате или атрибутивные данные.
2. Блоки прямоугольной формы (второй уровень данных) – полученные на основе входных данных, с применением различных ГИС инструментов, векторные, растровые или числовые данные.
3. Блоки шестиугольной формы (третий уровень данных) – высокий уровень данных (выходные данные) полученный при анализе основных слоев, содержащий информацию в виде табличных числовых данных.
4. Блок ромбической формы (четвертый уровень) – заключительный уровень данных, комбинированный в ГИС ОКА.

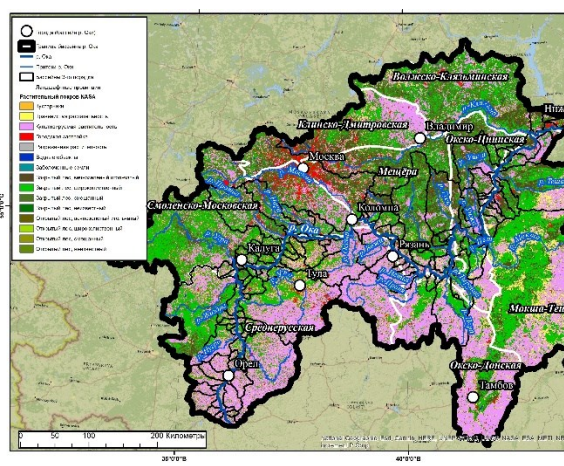
РЕЧНОЙ БАССЕЙН КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОСФЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА

Стрелки. Демонстрируют направление и функционирование работы ГИС, а также обозначают определенный инструмент анализа, либо метод, с помощью которого получен тот или иной блок данных.

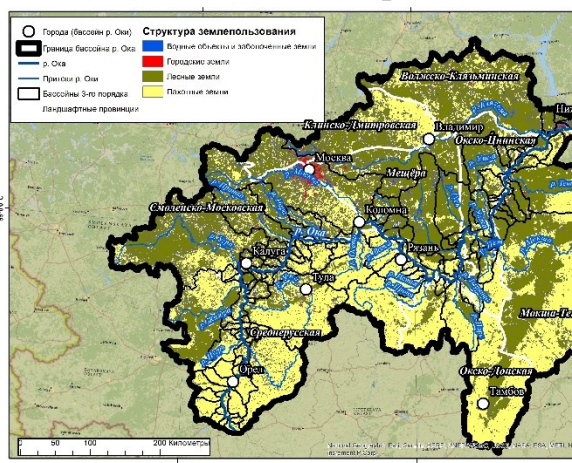
Сокращение стрелок следующее: САГ – Spatial analyst Гидрология; ВГ, И – вычислить геометрию, измерить; МРЭП – методика расчета эрозионного потенциала; КА – кластерный анализ; В – векторизация; КСО – классификация с обучением; ЗС – зональная статистика; ТЗ – тренды Земля; АС – Arc S.W.A.T; ВПР – выбрать по расположению; ПА – пространственный анализ; МП – метод расчета почвенно-продукционного потенциала; СМ – статистические методы; ПП – пространственная привязка; МР – мозаика в новый растр; ОВ – обработка растра, вырезать; ЗД – загрузка данных из сторонних ресурсов.



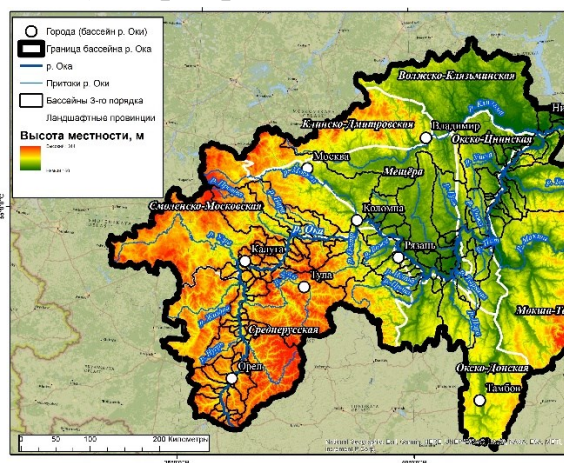
А). Почвенная карта



Б). Карта растительности



В). Структура землепользования



Г). Цифровая модель рельефа

Рисунок 2. Примеры электронных слоев ландшафтно-экологической ГИС системы

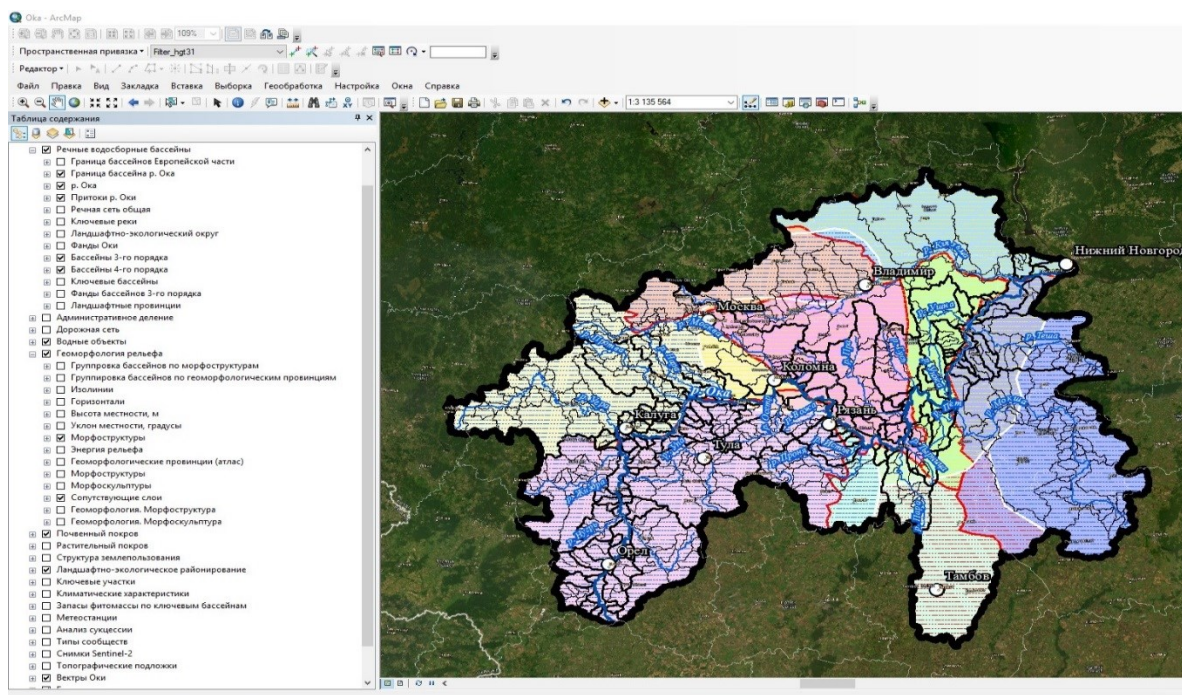


Рисунок 3. Ландшафтно-экологическая ГИС система бассейна р. Ока

Дальнейшие исследования состояния почвенно-растительного покрова бассейна Оки проводились нами в цифровой среде данной ГИС. Это позволило получить новые, оригинальные научные данные, интегрировать их в блоки существующей информации и разработать новые, тем самым апробировать ГИС бассейна Оки, а также продемонстрировать ее возможности к дальнейшему развитию.

Заключение. Разработана структура геоинформационной системы «Состояние и динамика почвенно-растительных экосистем бассейна реки Оки на основе данных дистанционного зондирования» (ГИС-ОКА).

На основе разработанного методического подхода создана ландшафтно-экологическая геоинформационная система, позволяющая оценить состояние и динамику почвенно-растительного покрова бассейна р. Ока на уровне речных бассейнов 3-го и 4-го порядков.

Исследование выполнено за счёт регионального гранта Российского научного фонда № 22-27-20127, <https://rscf.ru/project/22-27-20127/> и Владимирской области.

Список цитируемой литературы

1. Robinson N. P., Allred B. W., Smith W. K., Jones M. O., Moreno A., Erickson T. A., Naugle D. E., Running S. W. Terrestrial primary

production for the conterminous United States derived from Landsat 30 m and MODIS 250 m // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2018. V. 4. No. 3. P. 264–280.

2. Безбородов В. Г., Сурженко С. А., Проскурнин А. Н. Комплексное использование космических и геоинформационных технологий для решения задач регионального управления [Электронный ресурс] / В. Г. Безбородов // Геоматика. – 2010. - № 1. – Режим доступа: <http://geomatica.ru/category/clauses/> (дата обращения 01.09.2023).

3. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Будаков Д. А. Использование геоинформационных технологий в почвенно-экологических исследованиях // Почвоведение. — 2007. — № 1. — С. 23–30.

4. Трифонова Т.А. Развитие бассейнового подхода в почвенных и экологических исследованиях // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1054–1061.

P.S. Shutov¹

**GEOINFORMATION SYSTEM "STATE AND DYNAMICS OF
SOIL AND PLANT ECOSYSTEMS OF THE OKA RIVER BASIN
BASED ON REMOTE SENSING DATA"**

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Soletovs
Russia, Vladimir
pav.shutov59@mail.ru

Abstract. The structure of the geoinformation system "State and dynamics of soil and plant ecosystems of the Oka River basin based on remote sensing data" (GIS- OKA) has been developed. Based on a new methodological approach implemented by GIS, an attempt has been made to conduct a comprehensive study of ecosystem dynamics within the Oka River basin, one of the two largest tributaries of the Volga, located in two geographical zones and three soil-landscape zones. The created landscape-ecological GIS system makes it possible to assess the state of the soil and vegetation cover of the river basin. Oka at the level of river basins of the 3rd and 4th orders.

Keywords: GIS-OKA, methodological approach, GIS-OKA creation methodology, GIS-OKA operation algorithm, Oka catchment basin, remote sensing data.

**СЕКЦИЯ №2. ЛАНДШАФТЫ И
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ**

УДК: 631.481; 626.87

Ш.М.Бобомуродов¹, А.Ж.Исмонов²

**ПОЧВЫ ПРИАРАЛЯ И ИХ ОПУСТЫНИВАНИЕ В
УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

МСХ РУз, «Институт почвоведения и агрохимических исследований»

Узбекистан, г. Ташкент.

¹shuhrat_bm@inbox.ru, ²abduvahob60@mail.ru

Аннотация. В статье описаны особенности луговых аллювиальных почв, сформировавшихся в дельте Амударьи в условиях изменения климата. В ходе мониторинговых исследований было отмечено, что процессы дегумификации происходят на 49,62% староорошаемых луговых аллювиальных почв массива Й.Охунбабаев Кунградского района, на 51,78% староорошаемых луговых аллювиальных почв массива Хамза Ходжейлийского района.

Ключевые слова: территория Приаралья, гумус, засоленности, процессы деградации, опустынивание

Введение

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (ФАО), 33% почв во всем мире подверглись деградации, и вероятность того, что деградация продолжится, может составить 90% к 2050 году. Ежегодный ущерб от деградации во всем мире в настоящее время составляет 490 миллиардов долларов. 2,6 миллиарда человек в более чем ста странах страдают от последствий деградации почв и опустынивания, от которых страдают более 33% поверхности Земли. Около 73 процентов пастбищ деградировали, в то время как 47 процентов богарных земель и значительная часть орошаемых пахотных земель деградировали [1].

Такие негативные ситуации, встречающиеся на сельскохозяйственных угодьях, разбросанных по регионам нашей республики, стали серьезными социально-экономическими и научно-техническими проблемами нашей страны.

Объект и методы исследования

В 2022 году были проведены мониторинговые полевые исследования сельскохозяйственных угодий районов нижнего течения Амударьи. Основные доминирующие группы почв, отобранные для проведения мониторинговых исследований, интенсивно используются в сельскохозяйственном производстве в дельте Амударьи и расположены в различных геоморфологических районах. Методологическую основу проводимых мониторинговых исследований составляют опубликованные в нашей республике [2;3;4], а также методы геохимического, сравнительно-географического, лабораторно-аналитического анализа.

Результаты и их обсуждение

Многие ученые в 1970-2022 годах проводили исследования почвы в дельте Амударьи [5;6;7;8;9;10;11].

В результате осушения Аральского моря в дельте Амударьи усилился процесс маловодья, в настоящее время площадь озер по сравнению с 1960 - ми годами сократилась более чем в 15 раз, уровень грунтовых вод снизился до 8 раз, на дальних расстояниях - до 500 км выявлено рассредоточение солей и песков до 2,0 тонн на гектар [12]. В результате за 50 лет произошли изменения почвенного покрова, а площадь гидроморфных почв сократилась с 630 тыс. га до 80 тыс. га, площадь солончаков увеличилась с 85 тыс. га до 273 тыс. га, отмечено наблюдение изменения климата в пределах 150-200 км, и возникновение несколько других неблагоприятных ситуаций.

При исследовании новоорошаемых луговых аллювиальных почв на территории массива Равшан Кунградского района в северной части дельты нижней Амударьи, изученных в мониторинговых исследованиях, механический состав их почв был преимущественно средне- и легкосуглинистым, в пахотном слое почв частицы песка составляли 18,9%, частицы пыли – 68,3%, ил – 12,9% и физическая глина – 60,0%. Вновь орошаемые луговые аллювиальные почвы слабо засолены по хлоридно-сульфатному и сульфатному типу. В пахотном слое умеренно засоленных почв сухой остаток составлял в среднем 0,325%. Содержание гумуса в пахотном слое исследуемых почв колеблется в среднем от 0,607% до 0,521%, наблюдается резкое снижение содержания гумуса к нижней стороне профиля почвы. Отмечено, что в этих почвах содержание подвижного фосфора распределено в среднем около 22,5-28,5 мг/кг, обменного калия в среднем около 108-132 мг/кг и азота около 4,2-8,4 мг/кг. Все

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

изученные почвы мало и очень мало обеспечены подвижным фосфором, обменным калием. Валовой запас азота в почве составляет 0,017%, фосфора 0,375% и калия 1,80% (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав новоорошаемых луговых аллювиальных почв массива Равшан

Раз рез №	Глубина слоя, см	Гумус , %	Питательные вещества					Карбонат, %	Гипс , %
			валовые, %			подвижные, мг/ кг			
			Азот	Фосфор	Калий	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1 СЭМ	0-33	0,60	0,036	0,37	1,80	8,56	132	9,26	0,560
	33-65	0,40	0,042	0,35	1,10	5,38	69	9,08	0,493
	65-101	0,39	0,036	0,24	1,20	4,46	62	10,42	0,421
	101-138	0,31	0,032	0,14	0,72	3,54	57	10,06	0,414
	138-170	0,20	0,025	0,10	0,67	1,51	27	8,34	0,197

Результаты анализа показали, что 90,1% орошаемых земель массива и 100% орошаемых сельскохозяйственных земель мало обеспечены подвижным фосфором, и умеренно обеспечены обменным калием, 80% земель (до 1,0%) обеспечены гумусом.

На территории массива Й.Охунбобоев Ходжейлийского района, расположенного в южной части дельты нижней Амударьи состав староорошаемых луговых аллювиальных почв состоит из легких суглинков и суглинков. В пахотном слое почв легкого механического состава частицы песка составляют в среднем 46,1%, частицы пыли - 50,2%, ил - 3,7% и физическая глина - 24,6%. В суглинистых почвах частицы песка составляют 30,4%, частицы пыли - 46,6%, и физическая глина - 23,0%. Слабосоленые почвы встречаются на большей площади на староорошаемых луговых аллювиальных почвах. На слабозасолённых почвах сухой остаток в пахотном слое составляет 0,405%, на средnezасолённых - 0,970%. 38,1% орошаемых почв массива подвержены слабому засолению, 28,9% - умеренному, 12,0% - сильному и 21,0% - очень сильному.

В пахотном слое староорошаемых луговых аллювиальных почв содержание гумуса колеблется в среднем от 0,367% до 0,390%, а в нижних слоях разреза этот показатель снижен. Все изученные почвы очень мало обеспечены гумусом (Рисунок).

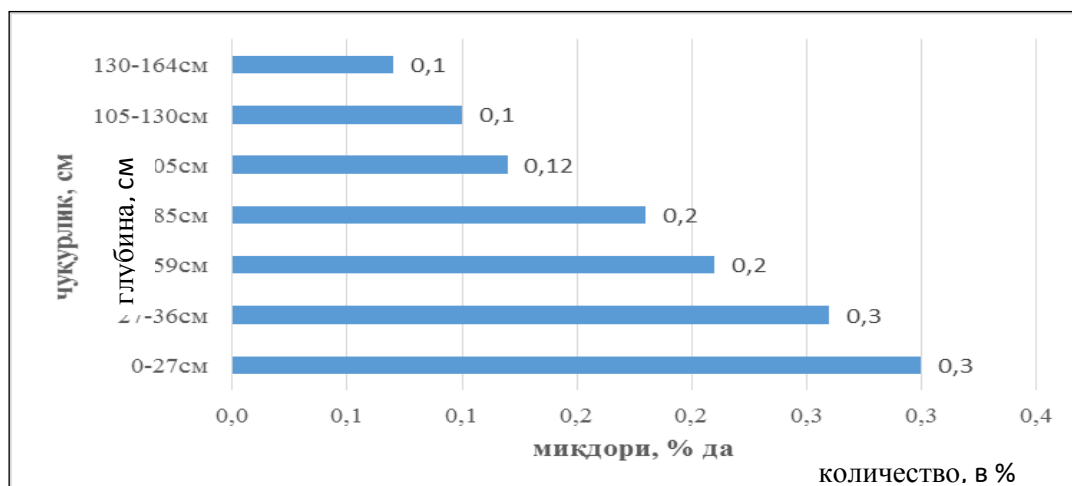


Рисунок. Содержание гумуса в пахотном слое староорошаемых луговых аллювиальных почв, в расчете на %

Установлено, что в исследованных почвах содержание подвижного фосфора в пахотном слое колеблется в среднем в пределах 6,0-7,54 мг/кг, калия - в среднем около 105,0-165,0 мг/кг, их распределение неравномерно. Все изученные почвы мало обеспечены подвижным фосфором и калием. В староорошаемых луговых аллювиальных почвах валовой азот составил в среднем 0,052%, валовой фосфор – в среднем 0,255%, и калий-1,440%. В орошаемых гидроморфных почвах массива содержание карбонатов составило в среднем 7,603-8,44%, содержание в этих почвах гипса в растворенном состоянии с частицами почвы составляло в среднем около 0,144%.

Таблица 2. Химический состав староорошаемых луговых почв массива Й.Охунбобоев

Разрез №	Глубина слоя, см	Гумус, %	Питательные вещества					Карбо- нат, %	Гипс, %
			валовые, %			подвижные, мг/кг			
			Азот	Фосфор	Калий	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Стороорошаемые луговые аллювиальные почвы									
СЭМ1	0-31	0,30	0,020	0,52	0,90	7,54	165	7,65	0,329
	31-61	0,30	0,020	0,33	0,98	5,08	127	8,18	0,265
	61-95	0,21	0,010	0,33	0,68	4,15	108	7,55	0,408
	95-125	0,16	0,007	0,14	0,57	3,85	93	7,97	0,473
	125-170	0,34	0,006	0,11	0,55	2,67	69	7,23	0,375
ЯСЭМ - 2	0-32	0,27	0,048	-	-	6,0	105	8,13	0,362
	32-51	0,23	0,039	-	-	4,46	74	8,06	0,194
	51-89	0,45	0,029	-	-	4,15	69	-	-
ЯСЭМ-3	0-31	0,45	0,045	-	-	3,85	108	-	-
	31-50	0,36	0,023	-	-	1,9	91	-	-
	50-98	0,26	0,011	-	-	179	70	-	-

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В 2022 году в мониторинговых исследованиях было отмечено, что процессы дегумификации происходят на 49,62% новоорошаемых луговых аллювиальных почв массива Й.Охунбобоев Кунградского района и на 51,78% староорошаемых луговых аллювиальных почв массива Хамза Ходжейлийского района.

Выводы

Согласно данным исследования, в условиях глобального изменения климата площадь слабозасоленных земель общего орошаемого почвенного покрова Республики Каракалпакстан составила 31,0%, умеренных 30,30%, сильно засоленных 15,1% и очень сильно засоленных 15,1%. Процессы дегумификации (обеднения гумусом) на орошаемых землях, пригодных для сельского хозяйства, составляют в Кунградском районе 49,6%, в Элликалинском районе 85,2%, в Амударьинском районе 51,7%, в Турткульском районе 51,6% и в Тахтакупирском районе 67,5%. Уровень обеспечения земельных участков гумусом и питательными веществами изменился в отрицательную сторону, это указывает на интенсивность процессов опустынивания и нарушение экологического баланса.

Список цитируемой литературы

1. Интернет-данные: 2022.
<https://www.fao.org/documents/card/ru/c/cb7654ru>.
2. Кузиев Р. и другие. 2013. Инструкция по проведению обследования почвы и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра/ Нормативный документ, Ташкент, 2013. – С. 52
3. Качество почвы по ISO 11277; 2021 (ISO 11277; 2020, DDT). Определение гранулометрического состава минерального вещества почвы. Использовались методы погружения и просеивания. 2020. STANDART INSTITUTIONS #1MF9QN79PP-05/11/2022
4. Методы исследования агрофизических, агрохимических и микробиологических свойств почв на хлопковых полях УзНИИХ. 1993. / УзНИИХ. Ташкент. 1993. - С. 37
5. Каттаева Г., Каландаров Н.Н., Мамажонов У.Х. 2022. Целинно-пастбищные почвы Аральской акватории // Вестник Национального университета Узбекистана, 2022. № 3/1/1. - С. 71-74.
6. Сектименко В.Е., Исмонов А.Ж. 2009. Особенности опустынивания почв Приаралья // «Теоретические и прикладные

проблемы географии на рубеже столетий». Материалы Международной научно-практической конференции. - Алматы: Казахский Национальный Университет, 2009. - С. 164-166

7. Хакимов Ф.И. 1989. Почвенно-мелиоративные условия опустынивающиеся дельт // Пушино. 1989, - С. 217.

8. Девид Р. Монтгомери. 2015. Почва – Эрозия цивилизаций // ФАО. Анкара. С 5-10

9. В.А.Рафиков. 2013. Процессы опустынивания южного Приаралья // Ташкент. изд: АН РУз. – С. 140

10. V.Rafikov, G.Mamadganova. 2014. The forecast of hidrological and hidrochemical conditions of Aral Sea // Editorial office for Journal of Geodesy and Geodinamics. – China, -vol. №2 pp. 16-23

11.Исмонов А., Дусалиев А., Мамажанова У. 2022. Мелиоративное состояние осушенных почвенных грунтов центральной части обсохшего дна Аральского моря / Вестник Национального университета Узбекистана, № 3/2/1 2022 г. - С. 52-55.

12. Интернет-данные: 2022.
<https://uz.denemetr.com/docs/769/index-330835-1.html>

Sh.M.Bobomurodov¹, A.J. Ismonov²

SOILS OF THE ARAL SEA REGION AND THEIR DESERTIFICATION IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan, "Institute of Soil
Science and Agrochemical Research"

Uzbekistan, Tashkent

shuhrat_bm@inbox.ru¹, abduvahob60@mail.ru²

Abstract. The article describes the features of meadow alluvial soils formed in the Amu Darya Delta under the climate change. During the monitoring studies, it was noted that dehumification processes occur on 49.62% of the old-irrigated meadow alluvial soils of the Y.Okhunbabayev mass of the Kungrad district, on 51.78% of the old-irrigated meadow alluvial soils of the Khamza mass of the Khodjeyli district.

Keywords: territory of the Aral Sea region, humus, salinity, degradation processes, desertification

*Т.Ю. Браславская¹, Е.Ю. Колбовский², Е.С. Есипова³, А.В. Немчинова⁴,
А.А. Алейников⁵, В.Н. Коротков⁶*

**ПРИМЕНЕНИЕ БАССЕЙНОВОГО АНАЛИЗА В
КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
МАЛОНАРУШЕННЫХ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ (НА
ПРИМЕРЕ ОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА)**

^{1,5}Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской
академии наук

²⁻⁴Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

⁶Институт глобального климата и
экологии имени академика Ю.А. Израэля
Россия, г. Москва,

¹t-braslavskaya@yandex.ru, kolbowisky@mail.ru,
lemnina.minuta@gmail.com, nemanvic@rambler.ru, aaacastor@gmail.com,
korotkovv@list.ru

Аннотация. Продемонстрировано применение геоинформационного моделирования речных бассейнов 3–4 порядка (по Стралеру) в прогнозировании последствий интенсивного лесопользования. На основе статистического анализа геоморфометрических и гидрографических параметров выделено 7 типов бассейнов, различающихся по преобладающим тенденциям процессов стока (аккумуляция, транзит, разгрузка). Прогнозируется, что после проведения концентрированных сплошных рубок в бассейнах с преобладанием аккумуляции стока усилится заболачивание, что будет причиной замедления лесовосстановления. В транзитных бассейнах начнется интенсивная эрозия почвы и эвтрофикация водных экосистем, которая распространится ниже по течению – в бассейны, где происходит разгрузка стока. В последних прогнозируется ущерб ресурсам питьевой воды местного населения и рыбным ресурсам, снижение рекреационной ценности территорий национального парка “Онежское Поморье”. Природоохранная ценность лесного массива в северной части Онежского полуострова в наибольшей степени будет снижена в результате интенсивных лесозаготовок в транзитных бассейнах – не только из-за последствий эрозии почвы, но и в связи с тем, что 42% наименее нарушенных старовозрастных хвойных лесов сосредоточено именно в этих бассейнах.

Ключевые слова: моделирование бассейнов, типы бассейнов, прогноз последствий лесопользования

Бассейновый анализ уже несколько десятилетий применяется в гидрологических, геоморфологических, ландшафтных, геоботанических, почвенных исследованиях и для научного обоснования и планирования землепользования [1-5]. Необходимо его более широкое применение также и в оценке природоохранной ценности лесов и выполняемых ими экологических функций. В нашем исследовании это сделано для северной части Онежского полуострова – территории, на которой находится не фрагментированный массив малонарушенных старовозрастных (до 425 лет [6]) хвойных лесов площадью более 400 тыс. га. Важный аспект природоохранной ценности этого лесного массива – чистая и холодная вода в протекающих через него ручьях и малых реках, о чем свидетельствует обитание в них европейской жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1757) – пресноводного моллюска, занесенного в Красную книгу МСОП [7]. Также в этих лесах обитает целый ряд других охраняемых видов животных, растений, грибов и лишайников [8,9]. В 2013 г. побережье северной части полуострова вошло в состав созданного государственного национального парка «Онежское Поморье». Но при этом во внутренней части полуострова предпринимаются попытки развивать интенсивное лесопользование, включающее концентрированные сплошнолесосечные рубки на участках площадью до 50 га с 5-летним интервалом примыкания участков. Целью проведенного анализа было выявить на этой территории бассейны, где интенсивное лесопользование наиболее негативно отразится на таких экологических функциях лесов как защита почв от эрозии и поддержание биоразнообразия, а также на лесовосстановлении.

Онежский полуостров расположен в подзоне северной тайги, характеризуется умеренно-континентальным климатом. Литологическая основа территории полуострова – цоколь из плотных метаморфических протерозойских пород, перекрытый преимущественно глинистыми четвертичными отложениями мощностью от первых метров до первых десятков метров [10,11]. Поверхность полуострова в центральной части представляет собой сочетание пологоволнистой ледниково-озерной равнины (абсолютные высоты 60-160 м) с пологонаклонной моренной равниной,

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

включающей вытянутые гряды краевой морены с высотами пригребневой части до 180 м. Поверхность на периферии полуострова – пологонаклонная, местами холмисто-западинная, ледниковая морская равнина (абсолютные высоты 30-60 м), которая в прибрежной зоне переходит в плоскую морскую террасу с отметками от 15 до 40 м. Переход от водоразделов к зандрам часто выражен крутыми уступами. На контакте с морем выражена неровная неширокая полоса еще более низкой террасы сложного генезиса. Большинство четвертичных отложений характеризуются низкой водопроницаемостью, чем обусловлен слабый дренаж территории полуострова, особенно в центральной части. В целом на полуострове заболоченность – более 50%, заозеренность – более 6%. Лесистость в 1990-е годы была 60%, причем более 50% территории занимали старовозрастные леса [12], преимущественно ельники: заболоченные кустарничково-сфагновые – в центральной части, дренированные зеленомошные – на периферии.

Вследствие плотного сложения и низкой водопроницаемости литологической основы на большей части территории Онежского полуострова, а также его значительной изоляции от гидрогеологических бассейнов материка, моделирование бассейновой структуры здесь можно проводить на основе анализа морфометрических показателей рельефа земной поверхности. Основой для такого моделирования служили цифровая модель рельефа (далее – ЦМР) GMTED2010 Global Grids и векторный слой оцифрованных по топографическим картам водотоков Онежского полуострова (до 3-4-го порядка по классификации Стралера). На первом этапе моделирования была проведена формализация морфолитогенной основы территории, построение матрицы водосборов и сети бассейнов 3-4-го порядка. Следует отметить, что водоразделы Онежского полуострова представляют собой сложно устроенные гидрографические узлы со слабой выраженностью «граней» (т.е. пригребневых и прикилевых элементарных поверхностей) и, одновременно, с высоким уровнем заболоченности и заозеренности. Сток из таких узлов может осуществляться в разные стороны, поэтому в данном случае решаемая задача моделирования водосборов была не тривиальной: алгоритм выявления «направления стока» (Flow direction) в автоматическом режиме работал «неуверенно» и зачастую создавал большое количество артефактов (воспринимал гидрографические узлы как бессточные и\или беспорядочно мелко-расчлененные ареалы). Второй аспект, который в

обсуждаемых условиях критичен для работы любого алгоритма моделирования, – это выявление размерности элементарного водосбора, способного генерировать постоянный русловой сток: в заозеренных и заболоченных областях «истоками» речных сетей могут быть гидрографические звенья разного характера (от перетоков между озерами до эфемерно существующих ложбин, отводящих воду из периферийных частей обширных болотных массивов, переходных по характеру процесса заболачивания). В связи с этими сложностями моделирование проводилось независимо в пакетах ArcMap, SAGA и Whitebox с последующим сравнением результатов. Модели, построенные в разных пакетах, различались количеством артефактов, корректностью проработки водораздельных областей и уровнем генерализации очертаний водосборов. По итогам их сравнения предпочтение было отдано модели, построенной в программе ArcMap при помощи операций группы Hydrology с усовершенствованным алгоритмом поиска приустьевых точек водотоков. Площадь элементарного водосбора, согласно этой модели, составила 1,4 км². Построенная матрица водосборов была подвергнута корректировке для ликвидации артефактов, генерализации (упрощение и сглаживание границ водосборов) и иерархическому объединению элементарных водосборов в бассейны 3-4-го порядка (по классификации Стралера) при помощи операции «аккумуляция стока». В результате объединения был получен 231 бассейн 3-4-го порядка. Распределение этих бассейнов по площади близко к нормальному с минимальным значением 0,4 км², максимальным 119,0 км² и медианой 17,0 км².

На следующем этапе моделирования было проведено выявление специализации бассейнов 3-4-го порядка по их функциональной роли в процессах стока. Сначала из ЦМР были генерированы в ГИС SAGA при помощи алгоритмов блока Terrain Analysis – Morphometry тематические растровые карты следующих геоморфометрических показателей: высот – абсолютной (Height), стандартизированной (Standardized Height) и относительной над уровнем ближайшего водотока (Height Above Rivers), а также глубины залегания днищ речных долин (Valley Depth), катенарной дифференциации склонов (Middle Slope Position), гребне-килевой дифференциации склонов (Topographical Index, TPI), индекса влажности местоположения (Wetness Index), индекса эрозионного потенциала рельефа (Protection Index). Чтобы типизировать речные бассейны по их функциональной

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

специализации в процессах стока, атрибутировали полигон каждого бассейна извлеченными из тематических растров рельефа преобладающими значениями геоморфометрических показателей (инструмент Grid Statistics to Polygons с опцией Majority), а также двумя гидрографическими показателями – плотностью речной сети и заозеренностью бассейна. Затем была проведена кластеризация бассейнов по сходству геоморфометрических и гидрографических показателей; оптимальное число кластеров было предварительно определено в программе ArcMap 10.3 с применением опции «без пространственных ограничений» (то есть без учета близости\удаленности бассейнов при определении степени их функционального сходства). Кластерный анализ был выполнен в пакете SAGA при помощи инструмента Cluster Analysis (Shapes) с опцией Hill-Climbing, тоже без учета пространственной близости. Каждый кластер рассматривается как функциональный тип бассейнов. Полигоны всех бассейнов, отнесенных к одному и тому же функциональному типу, были подвергнуты слиянию в программе ArcMap 10.3 (инструмент Dissolve). Каждая выявленная при этом пространственно-целостная локальная группа бассейнов одного и того же функционального типа рассматривалась как операционно-территориальная единица (ОТЕ) в ходе последующего комплексного экологического анализа северной части Онежского полуострова. Всего было выделено 63 ОТЕ площадью 4,9-356,2 км².

В качестве исходных данных для модели разнообразия экосистем в северной части Онежского полуострова и составления их карты были использованы данные дистанционного зондирования (ДДЗ) – созданные в Университете Мэриленда [13] мультиспектральные композитные изображения на основе снимка Landsat 8 (с разрешением 30 м) вегетационного периода 2018 г. Все представленные на территории экосистемы были классифицированы по следующим категориям, имеющим хорошо различимые спектральные характеристики: еловые леса, сосновые леса, мелколиственные леса, смешанные (хвойно-мелколиственные) леса, не заболоченные безлесные территории, безлесные болота, акватории. Не заболоченные безлесные территории» классифицировали на основе созданного Global Forest Change покрытия [13], отражающего антропогенные нарушения за период 2000-2018 гг. Остальные категории экосистем классифицировали на основе интерпретации композитных изображений в программе NeRIS (Neural Raster

Interpretation System), разработанной Инженерно-технологическим центром «СканЭкс» и использующей метод искусственных нейронных самоорганизующихся сетей Кохонена [14]. Для обучения нейронной сети использовали эталонные контуры (20-30 на каждую категорию экосистем), выбранные из результатов предшествующего исследования территории [15] и проверенные по снимкам высокого разрешения для уточнения границ между редкостойными лесами и болотными массивами. Для валидации результатов классификации экосистем были использованы 75 геопривязанных геоботанических описаний, выполненных в северной части Онежского полуострова в 2014-2018 гг. Общая точность классификации составила 73%, что обусловлено, с одной стороны, ожидаемым перепутыванием категории «смешанные леса» со всеми остальными категориями лесных экосистем, а с другой стороны – не очень большой выборкой проверочных данных. При этом точность дифференциации еловых лесов от всех остальных категорий экосистем (рассматриваемых вместе) составила 84%; для сосновых лесов точность аналогичной дифференциации составила 93%; такие оценки были признаны пригодными для дальнейшего использования карты экосистем в исследовании, в котором решается задача выявления малонарушенных лесов.

Построенные карты бассейнов 3-4 порядка, полученных на их основе ОТЕ и разнообразия экосистем в северной части Онежского полуострова опубликованы ранее [9]. Карта экосистем была наложена на сеть бассейнов 3-4 порядка и сеть ОТЕ. После этого при помощи инструментов зональной статистики ArcMap 10.3 (группа Spatial Analyst) была определена структура общего разнообразия экосистем (доля площади каждой их категории) в каждом бассейне и в каждой ОТЕ, в том числе заболоченность (доля площади безлесных болот), антропогенная нарушенность (доля площади не заболоченных безлесных территорий), а также лесистость (доля суммарной площади всех лесных экосистем).

В результате анализа сходства/различия бассейнов 3-4 порядка по геоморфометрическим и гидрографическим показателям было выделено 7 функциональных типов, различающихся по преобладающим в бассейнах тенденциям процессов поверхностного стока: накопители (Acc-I), транзитно-аккумулятивные (Acc-II), транзитные верхнесклоновые (Trn-I), транзитные основные (или среднесклоновые, Trn-II), транзитные разгружающие (TrUn),

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

разгружающие основные (UnI-I) и разгружающие дополнительные (или окраинные, UnI-II).

Большинство бассейнов с преобладанием аккумуляции стока (типы Асс-I и Асс-II) занимают наиболее центральное положение в северной части полуострова, суммарно охватывая 21% его площади. В них находятся истоки и верховья многих рек, формирующих южную и восточную часть самого большого по площади бассейна на Онежском полуострове – Ленско-Золотицкого, а также некоторых основных (протяженностью 40-50 км) рек полуострова – Лямцы и Вежмы. Наиболее крупные ОТЕ в этих типах – Мяндозерско-Вежмозерская (в Асс-I) и Лямецко-Золотицко-Ленская (Асс-II). Бассейны с преобладанием аккумуляции стока характеризуются малыми уклонами рельефа, заболоченностью 30-40%. Вследствие этого они играют главную роль в сглаживании межгодовых колебаний поверхностного стока: не позволяют ему полностью прекратиться в засушливые годы и предотвращают его резкое повышение в годы с обильными осадками. В настоящее время в большинстве бассейнов, отнесенных к типам Асс-I и Асс-II, нет антропогенной инфраструктуры и при этом вырубки и гари занимают не более 3% площади. Молодые смешанные и мелколиственные леса обычно занимают в бассейнах этих типов не более 20%; но после лесозаготовок с применением интенсивной технологии останутся только эти леса, то есть до такого значения уменьшится лесистость. Можно прогнозировать, что в результате резкого уменьшения лесистости в ОТЕ типов Асс-I и Асс-II эти территории будут охвачены подъемом уровня почвенно-грунтовых вод полностью (поскольку в них невелики амплитуды рельефа), вследствие чего леса, сохранившиеся после рубок, пострадают от подтопления и начнут усыхать. В условиях широкомасштабного заболачивания рост древостоев в формирующихся вторичных лесах будет очень замедлен, поэтому возвращение испарения к современному уровню произойдет не за 80-100 лет, как обычно в условиях северной тайги [16], а за гораздо более длительный срок. Биоразнообразие будет нанесен ущерб в результате утраты местообитаний для видов, которые узко специализированы к старовозрастным лесам (прежде всего – редких грибов, лишайников и мхов). Виды птиц и млекопитающих, уязвимые к фактору беспокойства, сократят численность популяций в результате повышения доступности территории по лесовозным дорогам.

Бассейны с выраженной тенденцией транзита стока в более крупные водотоки (типы Trn-I и Trn-II) занимают в северной части Онежского полуострова 31% площади. Они тоже локализованы преимущественно во внутренней части полуострова, но в области конечных морен. У многих рек северной части Онежского полуострова среднее течение проходит через бассейны транзитных типов; также в них расположены истоки и верховья различных рек, формирующих юго-западную часть Ленско-Золотицкого бассейна. Наиболее крупные ОТЕ в этих типах – Кумжево-Яреньгская (Trn-I) и Рыбозерско-Золотицкая (Trn-II). В отличие от бассейнов аккумулятивных типов, в транзитных бассейнах более крутые уклоны (особенно в типе Trn-I) и меньше заболоченность, поверхностный сток через эти бассейны идет быстрее и в большей степени зависит от погодных условий каждого года. Лесная растительность тоже играет существенную роль в регуляции поверхностного стока: на облесенных территориях замедлено снеготаяние, в результате чего сглаживается пик весеннего половодья; кроме того, леса сглаживают пики летне-осенних дождевых паводков, поскольку частично задерживают осадки пологом крон и поглощают часть воды, просочившейся в почву, а затем испаряют ее в гораздо большем объеме, чем испарялось бы с открытой поверхности почвы [16,17]. В настоящее время бассейны транзитных типов обычно облесены на 70-80%, причем 55-60% приходится на старовозрастные хвойные леса (40-50% – на еловые). Доля площади недавних антропогенных нарушений здесь тоже невелика (менее 3%). Молодые мелколиственные и смешанные леса (которые будут вносить основной вклад в лесистость после проведения лесозаготовок) занимают менее 20%. Резкое уменьшение лесистости в ОТЕ транзитных типов приведет, прежде всего, к увеличению объема поверхностного стока и к усилению его сезонной неравномерности: станут более интенсивными паводки, в том числе летне-осенние дождевые. В результате этого начнется интенсивная эрозия почвы на водосборах (особенно в ОТЕ типа Trn-I) после летних рубок с применением тяжелой техники, почти полностью уничтожающей покров напочвенной растительности [18,19]. В ОТЕ типа Trn-II, где уклоны не слишком велики и при этом на водосборах относительно много рыхлых отложений, может также участиться размыв берегов русел в периоды паводков. Следует отметить, что на большей части территории бассейнов транзитных типов водоохранные полосы лесов, оставляемые при лесозаготовках, не

смогут полностью предотвратить поступление грунта в гидрографическую сеть: судя по наблюдениям, сделанным нами в ходе полевых исследований на Онежском полуострове, и по аналогичным сведениям из литературы [18], смытый грунт перемещается по кюветам лесовозных дорог и попадает из них прямо в водотоки, пересекающиеся с дорогами. В результате поступления грунта в водоемы произойдет загрязнение (эвтрофикация) воды, изменится состояние водных экосистем в самих транзитных бассейнах и в расположенных ниже по течению бассейнах разгружающих типов, в том числе ухудшится качество воды, которую использует население приустьевых деревень, уменьшится численность популяций пресноводных видов животных, в том числе промысловых рыб, заходящих в устья на нерест, и жемчужницы.

Бассейны транзитно-разгружающего типа (TrUn) расположены в зоне между центром и периферией полуострова, занимают в его северной части 18% территории. Наиболее крупная ОТЕ этого типа – Вежмо-Ухтинско-Унская. Транзитно-разгружающие бассейны включают участки как с крутыми, так и с пологими уклонами, могут быть в разной степени заболочены – таким образом, гидрологический режим в них существенно регулируется как внутренними, так и внешними условиями. Не очень большая доля площади, занятой в этих бассейнах старовозрастными хвойными лесами (около 35%), обусловлена, с одной стороны, наличием безлесных болот, а с другой – относительной доступностью со стороны побережья, из-за чего на их территории в прошлом проводились рубки и к настоящему времени сформировалось достаточно много молодых и средневозрастных лиственных и смешанных лесов (занимают около 37% территории).

Бассейны с преобладанием тенденции разгрузки речного стока в Белое море (типы Unl-I и Unl-II) расположены по периферии полуострова – на морской ледниковой равнине и в области ее контакта с моренной равниной – и включают 30% территории северной части Онежского полуострова. Наиболее крупные ОТЕ этих типов – Пушкозерско-Летнезолотницкая (тип Unl-I) и Вейговская (Unl-II). Уклоны и амплитуды рельефа в разгружающих бассейнах обычно невелики, заболоченность варьирует. Но гидрологический режим в них сильно зависит не только от внутренних условий, но и от режима в бассейнах, расположенных выше по течению (особенно в относящихся к типам Trn-I и Trn-II). На Онежском полуострове

именно в периферических бассейнах типов Unl-I и Unl-II находятся населенные пункты и их сельскохозяйственные угодья, а также сосредоточено больше всего транспортных путей; в этих бассейнах леса всегда были лучше достигаемы для лесозаготовителей, продвигавшихся с побережья, и значительно больше подвергались антропогенному воздействию. Поэтому в настоящее время именно в таких бассейнах доля площади, занятой молодыми и средневозрастными смешанными и мелколиственными лесами (около 30-40%), сопоставима с долей площади, занятой старовозрастными хвойными лесами; но недавно нарушенных (безлесных) территорий здесь в настоящее время не больше, чем в бассейнах других типов.

В ОТЕ типов TrUn, Unl-I и Unl-II, если они будут затронуты лесозаготовками, остаточная лесистость сохранится на уровне не менее 30-40%, то есть уменьшится не так резко, как в ОТЕ, занимающих более центральное положение на полуострове. Однако для ОТЕ этих типов более опасные последствия рубок будут обусловлены тем влиянием, которое окажут на них изменения режима стока в ОТЕ центральной части полуострова, то есть в питающих их бассейнах транзитных типов Trn-I и Trn-II. Эти последствия – заиливание гидрографической сети и эвтрофикация водных экосистем в результате почвенной эрозии, а также регулярное возникновение экстремальных паводков (в результате чего может произойти усыхание лесов – как сохранившихся от рубок, так и восстанавливающихся). Важно подчеркнуть, что большинство ОТЕ разгружающих типов включены в состав национального парка «Онежское Поморье», поэтому в результате интенсивных лесозаготовок в центральной части Онежского полуострова может в одних участках парка значительно снизиться природоохранная ценность экосистем, а в других – рекреационная. И, как уже было сказано, от ухудшения качества используемой речной и озерной воды и от ущерба, нанесенного рыбным ресурсам, будет страдать население приустьевых деревень.

Таким образом, применение бассейнового анализа позволяет заключить, что в северной части Онежского полуострова интенсивные лесозаготовки нанесут наибольший ущерб экологическим функциям малонарушенного лесного массива, если будут проведены в бассейнах с преобладанием транзита стока (типы Trn-I и Trn-II). Помимо того, что в этих бассейнах сосредоточена почти половина старовозрастных хвойных лесов, предоставляющих местообитания редким видам,

изменения режима стока в этих бассейнах приведут к каскадной деградации водных и наземных экосистем в бассейнах разгружающих типов. При планировании землепользования и прогнозировании его последствий целесообразно объединять смежные функционально однотипные бассейны в более крупные операционно-территориальные единицы, в пределах которых анализируемые процессы имеют сходный характер.

Список цитируемой литературы

1. Зотов С.И. Бассейново-ландшафтная концепция природопользования / Зотов С.И. // Известия РАН. Сер. геогр. 1992. № 6. С. 55-65.
2. Заугольнова Л.Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна (на примере Приокско-Террасного заповедника) / Заугольнова Л.Б. // Ботанический журнал. 1999. Т. 84, № 8. С. 42-56.
3. Коротный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. / Коротный Л.М. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001. 163 с.
4. Симонов Ю.Г. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки / Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 14. Научн. ред. Р.С. Чалов. М.: Географический ф-т МГУ, типография МГУ, 2003. С. 7-33.
5. Мищенко Н.В. Почвенно-продукционный потенциал малых речных бассейнов / Мищенко Н.В., Трифонова Т.А., Шоба С.А. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. № 4. С. 26-32.
6. Wallenius T. H. Forest Age Distribution and Traces of Past Fires in a Natural Boreal Landscape Dominated by *Picea abies* // *Silva Fennica*. 2002. Vol. 36. No. 1. P. 201–211.
7. Волков А.Е. Предварительные результаты исследования популяций европейской жемчужницы ручьев бассейна реки Лопшеньга на Онежском полуострове Архангельской области / Волков А.Е., Волкова Е.В. // Известия РАН. Сер. биол. 2017. № 1. С. 19-23.
8. Покровская И.В. Двинско-Онежский пролетный коридор – территория особого природоохранного значения и объект разработки нестандартного природоохранного менеджмента / Покровская И.В., Брагин А.В., Соболев Н.А. // Природное наследие России: Сб. науч. работ Международ. науч. конф., посвященной 100-летию заповедного

дела и Году экологии в России (Пенза, 23–27 мая 2017 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. С. 243–244.

9. Браславская Т.Ю. Ландшафтно-бассейновый подход в экологической оценке малонарушенных лесов Онежского полуострова / Браславская Т.Ю., Колбовский Е.Ю., Есипова Е.С., Коротков В.Н., Немчинова А.В., Чуракова Е.Ю., Козыкин А.В., Кулясова А.А., Алейников А.А. // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84, № 6. С. 905–919.

10. Кальберг Э.А. Геологическое описание Онежского п-ова (Лист Q-37 В.Г. Южная часть) / Кальберг Э.А. / Тр. Сев. геологич. упр. Вып. 5. Л.: Гостоптехиздат, 1940. 62 с.

11. Атлас Архангельской области / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М., 1976. 176 с.

12. Эколога-экономическое обоснование и основные положения Схемы организации и развития Национального парка «Онежское Поморье» / Архангельская лесоустроительная экспедиция, Национальный парк «Водлозерский»; С.В. Торхов, О.В. Червяков. Петрозаводск, 1999. Т. 1. 149 с.

13. Hansen M.C. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // Science. 2013. V. 342. № 6160. P. 850–853.

14. Kohonen T. Self-organizing maps (3rd ed.). / Kohonen T. Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2001. 501 p.

15. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / Под ред. Кобякова К.Н. СПб.: Кольский центр охраны дикой природы, 2011. 506 с.

16. Карпечко Ю.В. Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне европейского Севера России. / Карпечко Ю.В., Бондарик Н.Л. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. 225 с.

17. Buttle J.M. The effects of forest harvesting on forest hydrology and biogeochemistry // Forest Hydrology and Biogeochemistry. Springer: Dordrecht, 2011. P. 659–677.

18. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. / Побединский А.В. М.: Лесная промышленность, 1979. 174 с.

19. Рубцов М.В. Водорегулирующая роль таежных лесов. / Рубцов М.В., Дерюгин А.А., Салмина Ю.Н., Гурцев В.И. М.: Агропромиздат, 1990. 223 с.

*T.Yu. Braslavskaya¹, E.Yu. Kolbowsky², E.S. Esipova³, A.V. Nemchinova⁴,
A.A. Aleinikov⁵, V.N. Korotkov⁶*

APPLYING BASIN ANALYSIS TO EVALUATE ECOLOGICAL FUNCTIONS OF INTACT BOREAL FOREST AREAS: A CASE STUDY ON THE ONEGA PENINSULA

^{1,5}Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of
Sciences

²⁻⁴Lomonosov Moscow State University

⁶Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology
Russia, Moscow

¹t-braslavskaya@yandex.ru, ²kolbowsky@mail.ru,

³lemnina.minuta@gmail.com, ⁴nemanvic@rambler.ru,

⁵aaacastor@gmail.com, ⁶korotkovv@list.ru

Abstract. The study deals with consequences of intensive clear-cuts of old-growth boreal forests within modelled net of small river basins (Straler's 3–4 order). Resulting from cluster analysis of parameters of relief and rivers, 7 types of small basins were described that differ by their role in water and sediment discharge processes. Accordingly, basins where discharge-transit process prevails are keystone for nature conservation because of either their strong impact on downstream basins or the largest percentage (42%) of old-growth forests with rare species of flora and fauna localized within such transit basins. Consequences of intensive clear-cuts are also different due to the basin types. In basins where discharge accumulation is the main trend, one can predict intensive elevation of ground-water level that will impede reforestation for a long time. Where discharge transit prevails, strong soil erosion is highly expected, and this will bring such negative consequence as eutrophication of rivers and lakes in these basins and also in downstream-situated basins which unload discharge into sea. In the last ones, mostly situated within the national park "Onezhskoe Pomorie", the rivers are important as water sources for local villages and as places of fish breeding, so the damage will be sufficient from the eutrophication induced.

Keywords: basin modelling, basin types, forecast of intensive forestry consequences.

О.В. Задонская^{1,2}

**ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ В МАЛОЙ РЕКЕ
БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ (НА ПРИМЕРЕ
Р. КАЗАНКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)**

¹Государственный гидрологический институт

Россия, г. Санкт-Петербург

² Всероссийский научно-исследовательский институт охраны

окружающей среды

Россия, г. Москва

ov-zadon@yandex.ru

Аннотация. Малая река Казанка (площадь водосбора 2002 км²) является левым притоком Куйбышевского водохранилища и впадает в Казанский залив в г. Казани. Водосбор реки сильно изменен хозяйственной деятельностью человека – сельскохозяйственные и селитебные земли покрывают более 80% бассейна. По результатам ежедневных измерений в трех пунктах на р. Казанка в апреле 2022 г. проанализированы изменения концентраций биогенных веществ (минеральных форм азота и фосфора, общего фосфора) в течение половодья (26 дней). Половодье 2022 г. характеризовалось наличием двух пиков (волн) подъема. Загрязненность вод реки оценена по 12 параметрам (включая биогенные вещества, нефтепродукты, фенолы, алюминий, основные ионы) по индексу УКИЗВ как в целом за период половодья, так и отдельно по 5 периодам внутри него (предполоводный, подъемы и спады 1 и 2 волн).

Ключевые слова: река Казанка, биогенные вещества, половодье, загрязнение воды.

Введение

Река Казанка – малая река (длина реки 126 км, площадь водосбора 2002 км²), левый приток р. Волги (Куйбышевское водохранилище). Водосбор реки расположен в бореальной ландшафтной зоне подтаежной ландшафтной подзоне в северной части Республики Татарстан. Более 57% бассейна занимают светло-серые лесные почвы, более 27% – дерново-подзолистые [Мозжерин, 2012]. Водосбор реки сильно изменен хозяйственной деятельностью

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

человека – сельскохозяйственные земли покрывают более 75% бассейна, селитебные – более 10%.

Климат рассматриваемой территории характеризуется как континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. По данным метеостанции Арск средняя температура июля составляет 18.8°C, января -14.0°C. Годовая сумма осадков за многолетний период составляет в среднем 527 мм, в теплый период с апреля по октябрь выпадает 355 мм. В бассейне преобладает западный и юго-западный перенос воздушных масс.

Средний многолетний расход воды на гидропосту Арск (площадь водосбора 650 км²) составляет 3.32 м³/с, модуль стока – 5.11 л/с*км², слой стока – 161 мм/год. По данным гидропоста в устьевой части р. Казанка в пос. Б.Дербышки, закрытого после затопления Куйбышевского водохранилища в 1958 г., средний многолетний расход воды составлял 13.0 м³/с, модуль стока – 5.47 л/с*км², слой стока – 172 мм/год.

В питании реки преобладает снеговое питание. Река Казанка имеет четко выраженные сезонные колебания уровней воды. Весеннее половодье наступает в среднем 5 апреля, пик его приходится на 17 апреля, общая продолжительность – 26 суток. За период половодья стекает около 75% всего годового объема воды. Амплитуда уровней в половодье относительно предвесеннего уровня составляет в среднем 397 см, в отдельные годы доходит до 5 м.

Целью данного исследования является анализ характера изменений концентраций биогенных веществ (минеральных форм азота и фосфора, общего фосфора), тесно связанных с сельскохозяйственной деятельностью, в период половодья 2022 г., включая предполоводный период и различные фазы половодья. Также выполнена оценка загрязненности воды в этот период по индексу УКИЗВ [РД 52.24.643-2002, 2002] по 12 гидрохимическим показателям.

Материалы и методы исследования

В период с 4 по 29 апреля 2022 г. подведомственной организацией Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан ГБУ «НПО «Геоцентр РТ» была выполнена серия ежедневных отборов проб воды в р. Казанка в трех точках по длине реки. Схема расположения точек отбора проб представлена на Рисунок 1.

Пробы отбирались ежедневно из поверхностного слоя воды (до 0.5 м). Отбор проб воды и лабораторный анализ осуществлялся ГБУ «НПО «Геоцентр РТ». Химический анализ проб выполнялся по 21 показателю, включающему биогенные вещества (азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, фосфор фосфатов, общий фосфор), ХПК, нефтепродукты, фенолы, хлориды, сульфаты, водородный показатель pH, алюминий и другие.

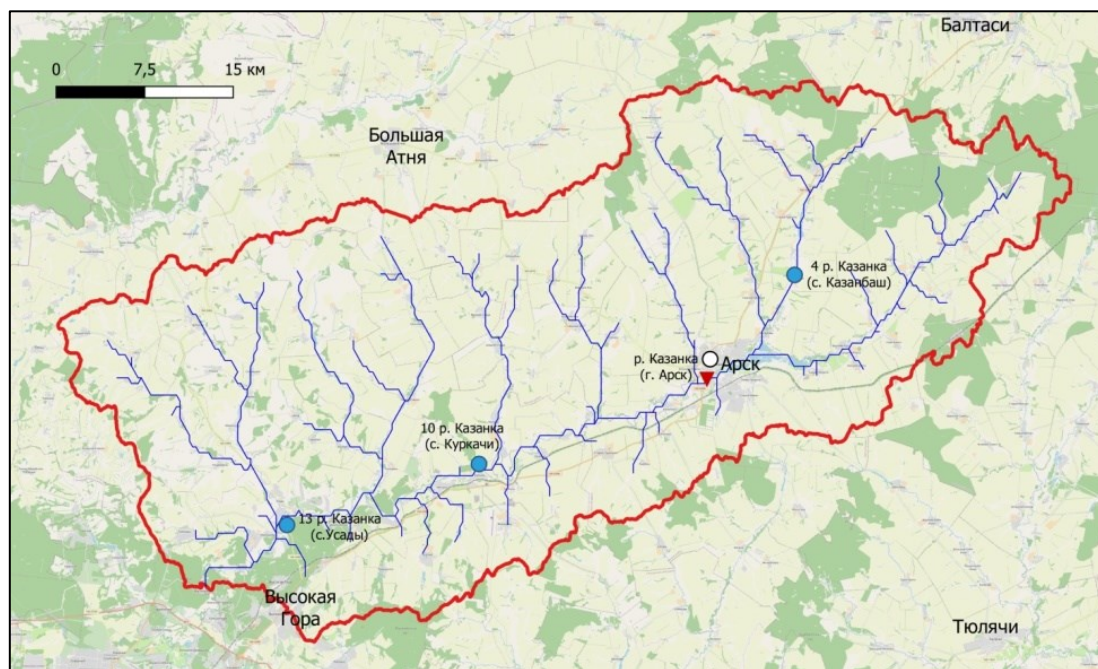


Рисунок 1 Схема расположения точек отбора проб воды в период половодья 2022 года (пункты 4,10 и 13).

Результаты и выводы

Половодье 2022 г. на р. Казанка характеризовалось наличием двух пиков (волн) подъема. Начало половодья пришлось на 11 апреля, что несколько позже средних многолетних сроков. Максимум первого пика наступил через 6 дней после начала, амплитуда изменения уровня воды составила 417 см. Высота поднятия воды во второй волне (через 5 дней) была несколько ниже и составила 384 см. Наличие двух волн половодья связано с временным снижением температур воздуха (до -0.5°C в ночное время).

Сравнение измеренных концентраций биогенных веществ и уровней воды на г/п р.Казанка – г.Арск позволяют оценить связь между притоком воды в русло реки и концентрациями загрязняющих веществ. Очевидно, что такая связь различна как для разных периодов половодья, так и для разных по генезису веществ. Так для азота аммонийного наблюдается увеличение концентрации в 5-10 раз

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

относительно зимнего уровня в самом начале половодья, которое как бы предвосхищает увеличение стока воды (Рисунок 2). В дальнейшем можно наблюдать несколько волн не столь значительного роста концентраций азота аммонийного, которые происходят с периодом 4-6 дней.

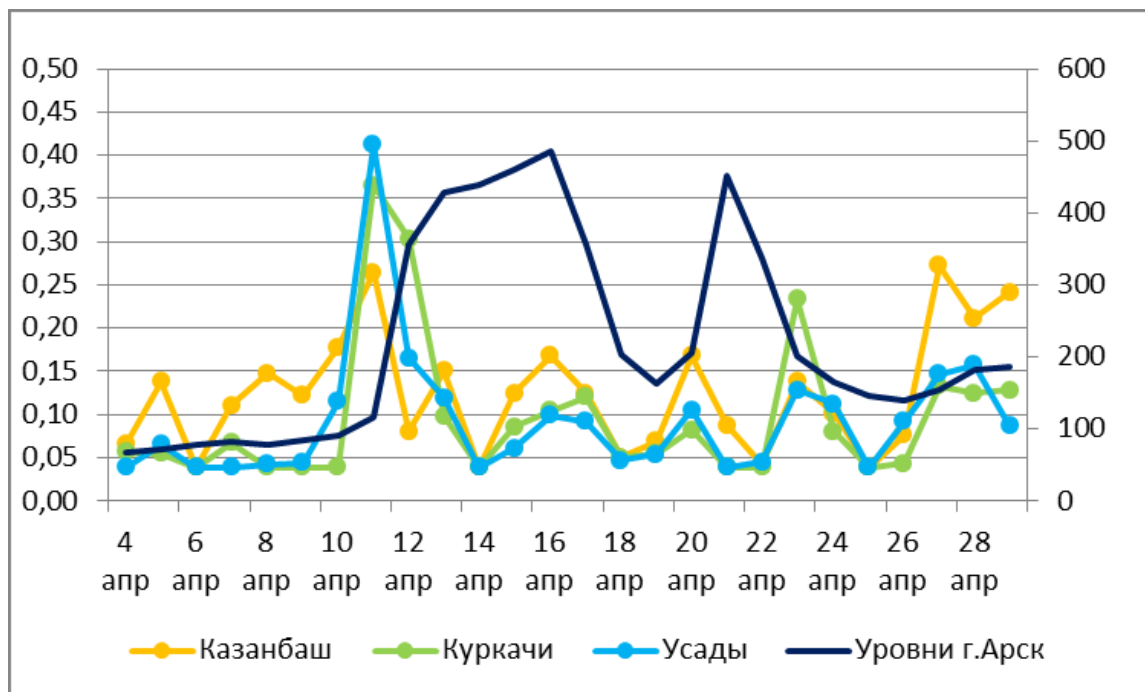


Рисунок 2. Изменения концентраций азота аммонийного (мг/дм³) и уровней воды (см над «0» поста) в р. Казанка в половодье 2022г.

Концентрации азота нитритного в какой-то мере повторяют ход уровней в период половодья, но с задержкой от пиковых значений в 1 день (Рисунок 3). На посту в верхнем течении реки (Казанбаш) отсутствует подъем концентраций в первый пик половодья, но кроме увеличения концентраций во вторую волну половодья обнаруживается дополнительный пик через 3 дня, что может быть связано с антропогенным загрязнением. При этом в нижнем течении реки на двух створах два пика увеличения концентраций повторяют пики половодья с задержкой в 1 день.

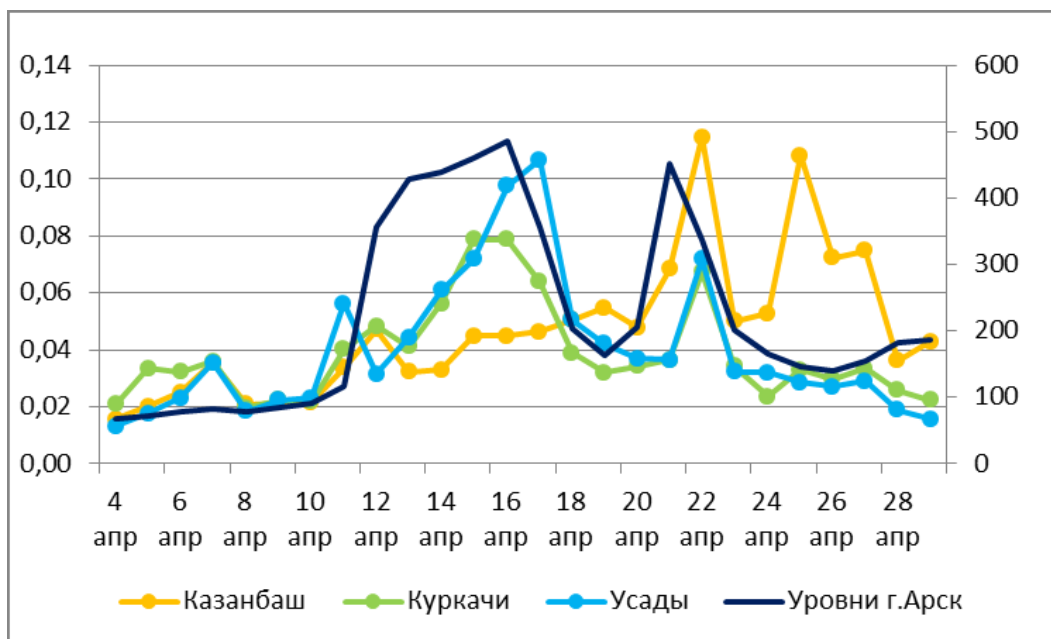


Рисунок 3. Изменения концентраций азота нитритного (мг/дм^3) и уровней воды (см над «0» поста) в р. Казанка в половодье 2022 г.

Иная картина наблюдается в ходе концентраций азота нитратного — его концентрации снижаются с начала апреля независимо от резкого подъема уровней воды (Рисунок 4). Рост содержаний нитратного азота начинается только после прохождения пика половодья. Это наводит на мысль о поступлении этого вещества в реку с подземными водами.

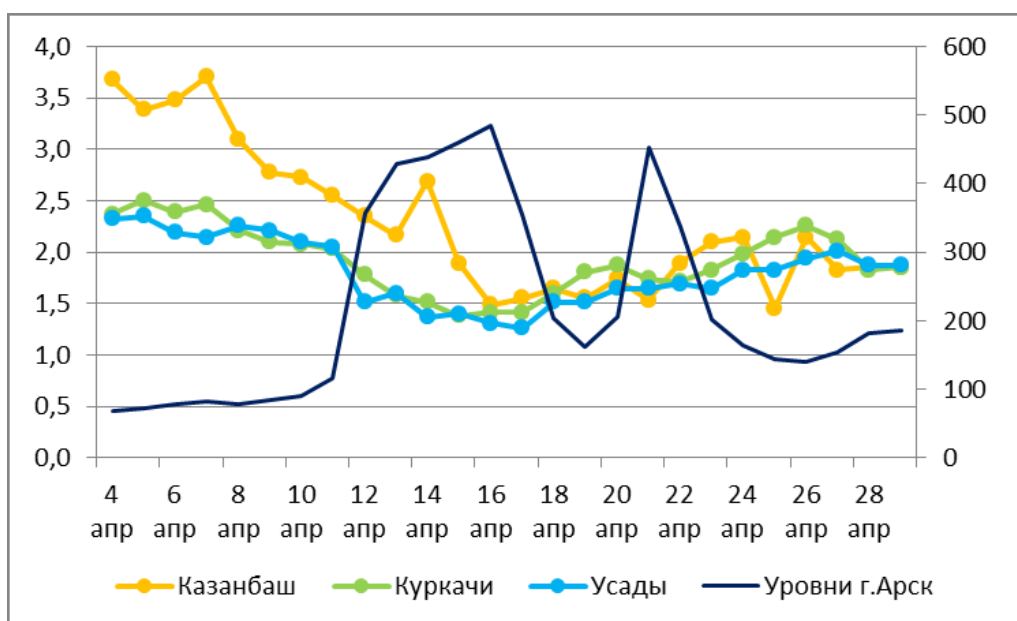


Рисунок 4. Изменения концентраций азота нитратного (мг/дм^3) и уровней воды (см над «0» поста) в р. Казанка в половодье 2022 г.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Концентрации фосфора общего в значительной степени повторяют ход уровней в половодье (Рисунок 5), что может быть связано также с изменением концентрации взвешенного вещества, обычно зависящей от стока воды. Однако на спаде половодья наблюдаются в отдельные дни высокие значения концентраций даже при падении уровней и расходов воды. Изменение концентраций фосфора фосфатов в начале половодья происходит не скачкообразно, а постепенно, достигая своего первого максимума к пику первой волны половодья. После второго пика половодья также наблюдается повышение концентраций фосфатов, наиболее значительное в верхнем течении реки.

В целом, значительное повышение концентраций азота нитритного и фосфора фосфатов в створе пос. Казанбаш после 22 апреля 2022 г. свидетельствует о возможном свежем загрязнении на водосборе, по-видимому, в результате сельскохозяйственной деятельности.

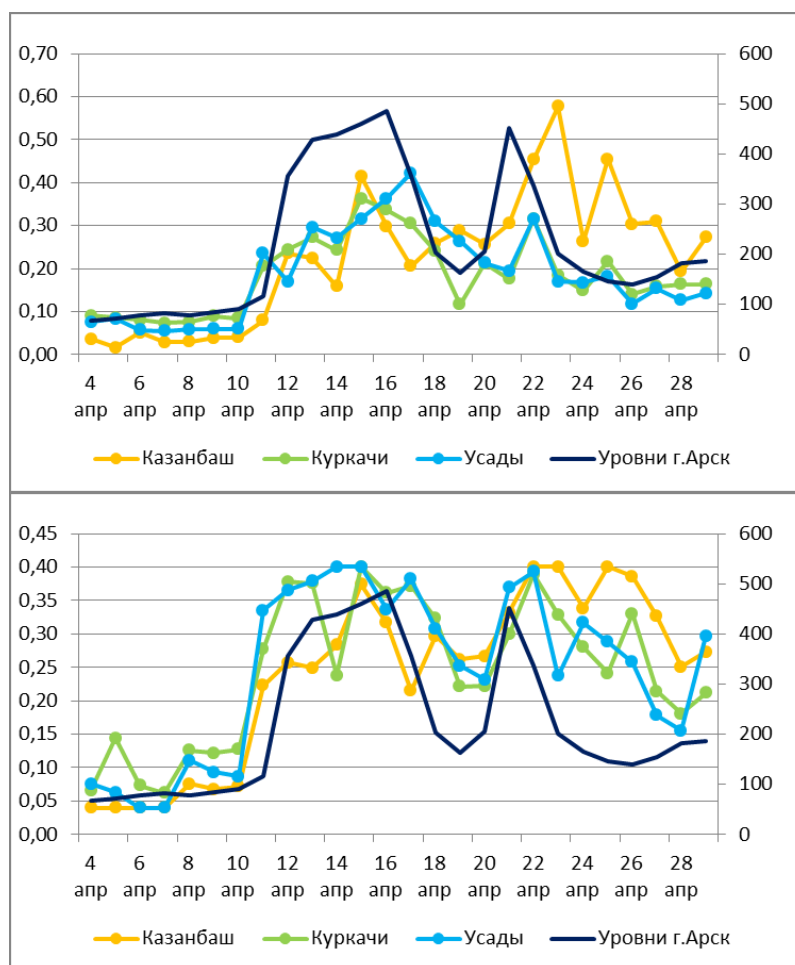


Рисунок 5. Изменения концентраций фосфора фосфатов (слева) и фосфора общего (справа) (мг/дм³) и уровней воды (см над «0» поста) в р. Казанка в половодье 2022 г.

Загрязненность вод реки Казанка была оценена по 12 параметрам (включая биогенные вещества, нефтепродукты, фенолы, алюминий, основные ионы) по индексу УКИЗВ как в целом за период половодья, так и отдельно по 5 периодам внутри него (предполоводный, подъемы и спады 1 и 2 волн). Расчеты удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), а также других параметров проводились по РД 52.24.643 – 2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям».

В таблице 1 представлены различные характеристики загрязненности вод реки Казанки в период половодья 2022 г. в трех пунктах наблюдения.

Таблица 1. Загрязненность воды в р. Казанка в период половодья 2022г.

Пункты отбора	УКИЗВ	Класс качества	Характерное загрязнение (>50%)	Доля ЗВ в общем загрязнении
Казанбаш	3,39	3 "б" - очень загрязненная	ХПК, N-NO ₂ , P-PO ₄ , Al	N-NO ₂ - 22,0% , Al - 21,9%, P-PO ₄ - 21,5%
Куркачи	3,44	3 "б" - очень загрязненная	ХПК, N-NO ₂ , P-PO ₄ , Al	Al - 21,5%, N-NO ₂ - 20,8%, P-PO ₄ - 16,7%
Усады	3,84	3 "б" - очень загрязненная	N-NO ₂ , P-PO ₄	N-NO ₂ - 19,3% , Al - 18,1%, SO ₄ - 17,5%

Качество воды во всех трех пунктах в период половодья соответствовало классу 3 «б» (очень загрязненная), но несколько ухудшалось к устью. Характерное загрязнение в более чем половине проб наблюдалось по органическим веществам (по ХПК), азоту нитритному, фосфору фосфатов и алюминию. В общем загрязнении более 20% приходилось на долю азота нитритного, алюминия и фосфора фосфатов.

Для уточнения связи загрязненности воды и водности реки период половодья был разделен на 5 фаз: I – предполоводье (4-10 апреля, 7 дней), II – подъем 1 волны (11-16 апреля, 6 дней), III – спад 1 волны (17-19 апреля, 3 дня), IV – подъем 2 волны (20-21 апреля, 2 дня), V – спад 2 волны (22-26 апреля, 5 дней). При этом пиковые значения уровня попадали в конец периода подъема волны. В каждый из этих период были посчитаны УКИЗВ для каждого пункта наблюдений. Результаты их изменений представлены на рисунке 6.

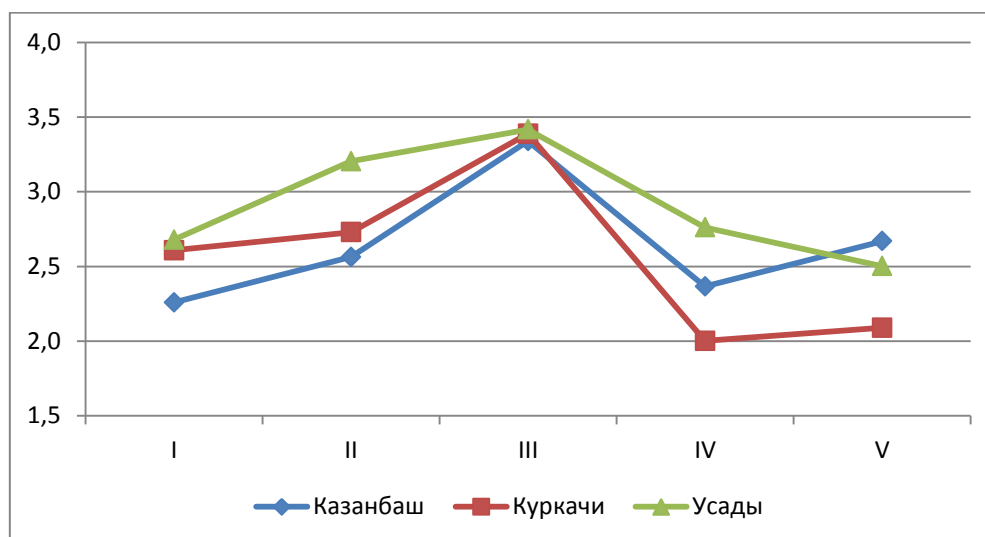


Рисунок 6. Изменения УКИЗВ в р. Казанка в половодье 2022 г.

Индексы загрязненности, рассчитанные по отдельным периодам половодья изменялись в пределах 2,00–3,42, что соответствует классам качества воды 3«а» и 3«б» (загрязненная и очень загрязненная). Наибольшая загрязненность воды по индексу УКИЗВ отмечалась в период спада первой волны половодья, а наименьшая – в период подъема второй волны. Однако в этот период было отобрано только по 2 пробы воды, что может искажать полученные результаты. В целом, можно отметить значительно изменение загрязненности воды в реке Казанка в разные периоды половодья, которое происходит почти синхронно по всей длине реки. Только на второй волне половодья отмечается повышение загрязненности воды в верховье реки, что может быть связано, как уже показано выше, с интенсификацией сельскохозяйственной деятельности в этот период на этом участке водосбора.

Таким образом, в период половодья отмечается значительное изменений концентраций биогенных веществ и загрязненности воды, зависящее как от происхождения загрязнителей, так и от особенностей формирования стока воды в реке в отдельный период. Для уточнения полученных закономерностей требуется дальнейшее изучение гидрохимического состава вод в различные сезоны года.

Список цитируемой литературы

1. Мозжерин В.И., Ермолаев О.П., Мозжерин В.В. Река Казанка и ее бассейн. Казань: Orange key, 2012. – 280 с.

2. РД 52.24.643-2002 . Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. ГХИ, 2002 – 26 с.

O.V. Zadonskaya^{1,2}

NUTRIENTS CONCENTRATIONS VARIATIONS AND WATER POLLUTION ASSESSMENT IN THE BOREAL ZONE SMALL RIVER DURING THE FLOOD PERIOD (ON THE EXAMPLE OF THE KAZANKA RIVER, REPUBLIC OF TATARSTAN)

¹State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia

² All-Russian Scientific Research Institute for Environmental Protection,
Russia, Moscow
ov-zadon@yandex.ru

Abstract. The small Kazanka river (catchment area 2002 km²) is a left tributary of the Kuibyshev Reservoir and flows into the Kazan Bay in Kazan. The river's catchment area has been greatly transformed by human economic activity - agricultural and residential lands cover more than 80% of the basin. Based on the results of daily measurements at three points on the Kazanka river in April 2022, variations in the concentrations of nutrients (mineral forms of nitrogen and phosphorus, total phosphorus) were analyzed during the flood (26 days). The flood of 2022 consisted of two peaks (waves). River water pollution was assessed by 12 parameters (including nutrients, petroleum products, phenols, aluminum, main ions) using the UKIZV index, both for the whole flood period, and separately for 5 periods within it (pre-flood, rises and falls of waves 1 and 2).

Keywords: Kazanka river, nutrients, flood, water pollution.

К.О. Карапетыан

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ
ВЛАДИМИРО-СУЗДАЛЬСКОГО ОПОЛЬЯ С СЕРЕДИНЫ XIX
В. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
karen.karapetyan@gmail.com

Аннотация. Работа является расширением и продолжением нашего исследования исторических изменений ландшафтов на территории Владимирской области и рассматривает часть Владимиро-Суздальского ополья. В исследовании проводится сравнительный анализ ландшафтной структуры рассматриваемого района на основе ГИС-обработки картографических данных четырех исторических эпох с середины XIX в. по настоящее время. Прделанный комплексный анализ исторических и экономических условий позволил выделить основные факторы и механизмы антропогенных изменений ландшафтов на рассматриваемой территории за последние 2 века.

Ключевые слова: антропогенные изменения ландшафта, Владимиро-Суздальское ополье, ГИС.

Введение

Плодородные земли Владимиро-Суздальского Ополья были заселены и освоены человеком еще в древности. Хозяйственная деятельность человека заметно отразилась на ландшафтной структуре этой территории, значительная часть которой издавна была занята пашнями. Наглядное представление о масштабах сельскохозяйственной деятельности населения дают старые карты и архивные сведения о занятиях населения на этих землях. Так, подробная картограмма соотношения площадей пашни, сенокоса и выгона по Владимирской Губернии была составлена еще в XIX в. [1], а статистические обследования населения Губернии и его занятий проводились, начиная с XVIII в. [2]. Использование компьютерной техники и современных ГИС технологий позволяет получать и анализировать численные показатели ландшафтной структуры территории и характера землепользования, оценивая, при наличии

достаточного материала, историческую динамику этих показателей. Тем не менее, подобные работы малочисленны и фрагментарны.

В нашей работе используются картографические данные четырех различных исторических эпох, начиная с середины XIX в., относящиеся к территории Владимиро-Суздальского ополья:

1. Топографическая межевая карта Менде Владимирской Губернии 1850г. [3];
2. Топографическая военная карта 1941г. [4];
3. Топографическая карта Владимирской области 2001г. Госгеоцентра [5];
4. Карты растительного покрова Земли, созданные международным проектом мониторинга земной поверхности Коперник по спутниковым снимкам 2019 г. [6].

Район исследования находится в северо-восточной части Владимиро-Суздальского ополья и захватывает часть трех ландшафтных подрайонов: Небыловско-Стародворского, Борисовского и Суздальско-Гавриловопосадского [7]. Изучаемая территория находится между 56° и 57° северной широты и 40° и 41° восточной долготы и представляет собой два смежных квадрата, площадью 1000 км^2 каждый (рисунок 1). Задачей нашего исследования было проведение сравнительного анализа ландшафтной структуры изучаемой территории в различные исторические эпохи и выявление основных исторических и экономических факторов, послуживших возможной причиной обнаруженных изменений ландшафтов.



Рисунок 1. Район исследования, состоящий из двух смежных квадратов, обозначенных красной линией. Картографическая основа - OpenStreetMap, 2023.

Результаты исследования

Карты, созданные с разницей в 150 лет, сильно отличаются условными обозначениями. Поэтому нами была предложена универсальная система из 12 базовых ландшафтных элементов, совместимая со всеми четырьмя используемыми в нашей работе картами. Для графического отображения выбранных элементов ландшафта была выбрана цветовая палитра, близкая к общепринятым условным обозначениям современных топографических карт (Рисунок 2).

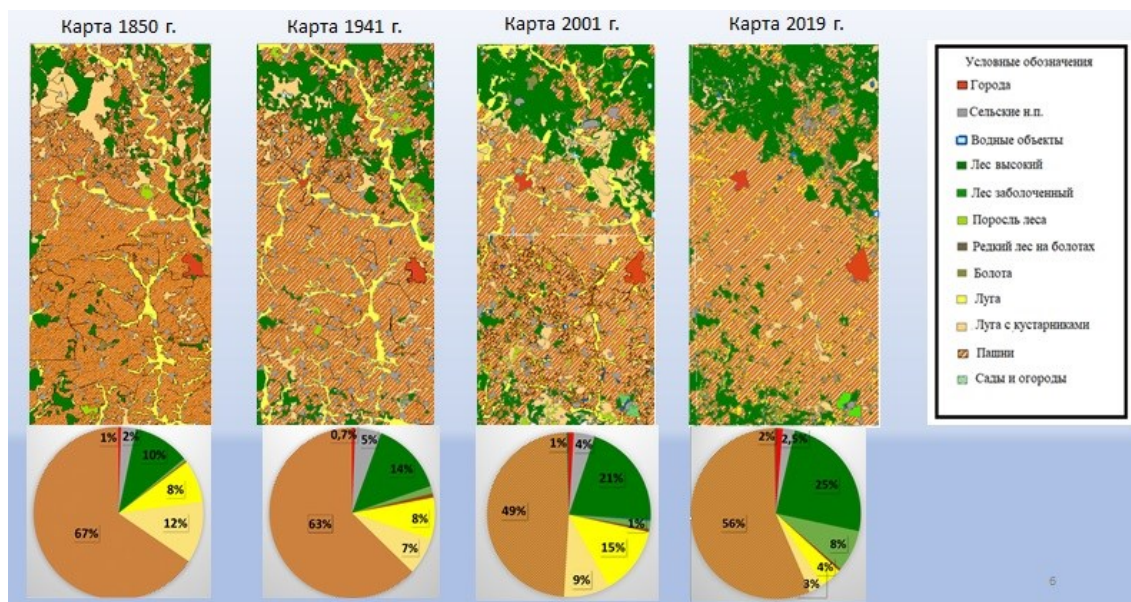


Рисунок 2. Результат сравнительного картометрического анализа оцифрованных карт

С помощью геоинформационной системы ArcGIS были оцифрованы картографические изображения исторических карт и произведен картометрический анализ составляющих ландшафт элементов (рисунок 2, 3).

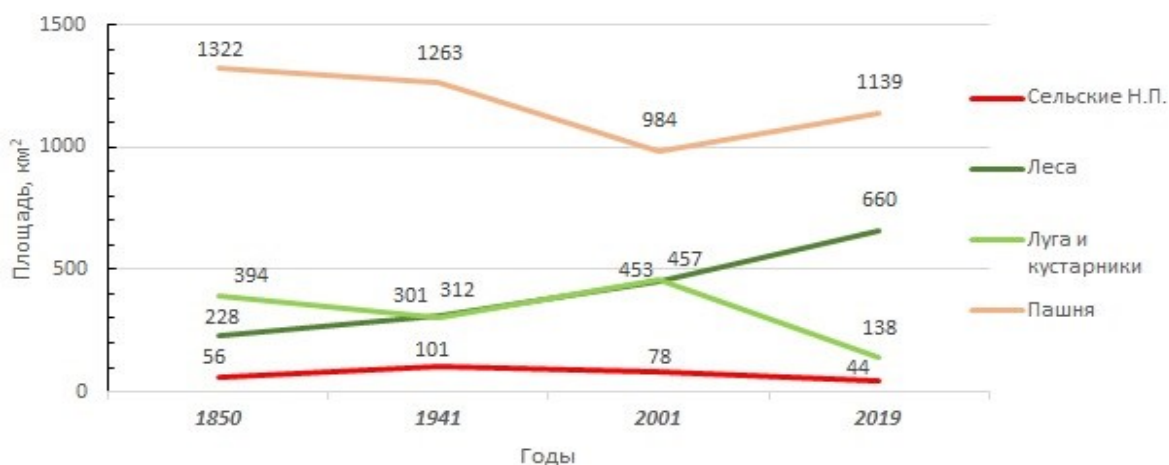


Рисунок 3. Динамика площадей некоторых базовых элементов ландшафта в течение рассматриваемого периода.

За последние 170 лет в ландшафтной структуре исследуемой территории произошли значительные изменения: с 1850 г. по 2019 г. на 183 км² снизилась площадь пашни, площади лугов сократились на 60 км², а лугов с кустарниками - на 176 км². Площади высокого леса увеличились на 284 км², площади поросли леса - на 150 км². Площадь

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

городских населенных пунктов возросла на 17 км², а площадь сельских населенных пунктов, поднявшись с 56 до 101 км² в 1941 г., к настоящему моменту сократилась до 44 км² (рис. 3). Анализ исторических событий показывает, что динамика ландшафтной структуры напрямую связана с ключевыми изменениями в общественном устройстве, хозяйственном и технологическом укладе, происходившими на протяжении двух последних веков [8]. Так, после земельной реформы 1860-х гг. множество обнищавших освобожденных крестьян стали тянуться в города, ускоряя процессы урбанизации и обеспечивая рабочей силой все более технологичную индустрию. В начале советского периода коллективизация 1930-х гг. привела к укрупнению сел, а в 1950-х гг. политика преобразования колхозов в совхозы – к еще большему сокращению числа мелких хозяйств. Число деревень и сел на исследуемой территории сокращается с 277 в 1850 г. до 256 к 1941 г., а к 2001 г. – еще на 1/3. С началом XXI века обработка сельскохозяйственных земель все более переходит к крупным агропромышленным комплексам, поэтому, несмотря на рост площадей обрабатываемой земли, тенденция сокращения количества и общей площади сельских населенных пунктов исследуемого района сохраняется (Рисунок 3).

Выводы

Исследование архивных материалов и обработка карт с помощью современных методов и ГИС-технологий позволяет проанализировать динамику ландшафтной структуры территории в течение почти 2 последних столетий. Комплексный анализ исторических и экономических условий развития Владимиро-Суздальского Ополя в этот период показал, что антропогенное воздействие являлось ключевым фактором изменений его ландшафтной структуры. Процессы урбанизации и индустриализации XIX – XX вв. сопровождались как уменьшением площадей сельских населенных пунктов, так и самих пашен. Пустующие сельхозугодья конца XX в. начали зарастать кустарником и лесами. Полученные результаты являются частью масштабного исследования исторической динамики природных и антропогенных ландшафтов Владимирского края [9,10].

Список цитируемой литературы

1. Обзор Владимирской губернии в сельскохозяйственном отношении за 1896 год. М: типолитография губернской земской управы, 1897 г. – 191 с.
2. Список населенных мест по сведениям 1859 г. Владимирская Губерния. Издано Центральным статистическим комитетом Министерства Внутренних Дел, Санкт-Петербург, 1863 г. – 283 (342) с.
3. Карта Менде Владимирской губернии 1848-1850 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_mende/?x=40.409355&y=56.127262. – Дата доступа: 20.01.2023.
4. Карта РККА О-37 (Г) N-37, 1941 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-rkka_o-37-g-n-37-b/. – Дата доступа: 20.01.2023.
5. Подробная топографическая карта Владимирской области, 2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_topographic-map/. – Дата доступа: 20.01.2023.
6. Программа Коперник // ВикибриФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikibrief.org/wiki/Copernicus_Programme. – Дата доступа: 28.04.2023)
7. Романов В.В. Ландшафты Владимирской области. Ландшафты Мещерской провинции: учеб. пособие/; Владим. гос. унт-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. -136 с.
8. Семёнов-Тян-Шанский В.П. Город и деревня в Европейской России: Очерк экономической географии с 16 картами и картограммами / Записки императорского Русского географического общества по общей географии. – Т. X, выпуск 2.. – СПб., 1910. — 212 с.
9. Карапетян К.О., Петросян С.Х. Анализ изменений природных и антропогенных ландшафтов на территории юга Нерлинско-Уводской низменности с середины XIX в. по настоящее время // Экология речных бассейнов: Труды 10-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. унт. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим. г.Владимир, 2021. – С.415-420.
10. Карапетян, К.О. Демографический фактор в формировании антропогенных ландшафтов Владимирской губернии в

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

середине 19-го века. Сохранение экосистем и биоразнообразие [Электронный ресурс] : материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 29 нояб. 2022 г., Владимир / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 318 с. – ISBN 978-5-9984-1706-1.

K.O. Karapetyan

ANALYSIS OF LANDSCAPE CHANGES IN THE TERRITORY OF VLADIMIRO-SUZDAL OPOLJE FROM THE MIDDLE OF THE 19TH CENTURY UNTIL NOW

Vladimir State University

Vladimir, Russia

karen.karapetyan@gmail.com

Abstract. The work is an extension and continuation of our study of historical landscape changes on the territory of the Vladimir region and considers part of the Vladimir-Suzdal Opolje. The study provides a comparative analysis of the landscape structure of the area under consideration based on GIS processing of cartographic data from four historical eras from the middle of the XIX century to the present. The comprehensive analysis of historical and economic conditions made it possible to identify the main factors and mechanisms of anthropogenic landscape changes in the territory under consideration over the past 2 centuries.

Key words: anthropogenic changes in the landscape, Vladimir-Suzdal Opolje, GIS.

К.О. Карапетян¹, Р.В. Репкин²

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ С СЕРЕДИНЫ XIX в. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

¹karen.karapetyan@gmail.com, ²repkinerom75@mail.ru

Аннотация. В работе представлены исследования исторических изменений ландшафтов на территории Владимирской области. Произведен сравнительный анализ ландшафтной структуры трёх контрастных полигонов в разных районах области. На основе ГИС-обработки картографических данных с середины XIX в. по настоящее время составлены базы данных структуры и трансформации ландшафтов, проведен комплексный анализ исторических и экономических условий, выделены основные причины и тенденции антропогенных изменений ландшафтов.

Ключевые слова: ландшафт, структура ландшафта, антропогенные изменения ландшафта, ГИС.

Введение

Территория Владимирской области наполовину покрыта лесами, но взгляду путешественника открывается множество обработанных полей, садов и огородов. Какую долю составляют культурные элементы во Владимирских ландшафтах, как они связаны с расселением людей, какова их история и будущее? Исследование исторических карт территории Владимирской области с использованием современных ГИС технологий позволяет проанализировать роль антропогенного фактора в формировании ландшафтов региона. В работе используются картографические данные 1.Топографической межевой карты А.И. Менде Владимирской Губернии 1850г. [1]; 2. Топографическая военная карта Владимирской области 1941г. [2]; 3.Топографическая карта Владимирской области 2001г. Госгеоцентра [3]; 4. Карты растительного покрова Земли, созданные международным проектом мониторинга земной поверхности Коперник по спутниковым снимкам 2019 г. [4].

В работе рассматриваются три полигона в юго-западной, центральной и северо-восточной частях Владимирской области

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

(рисунок 1). Каждый полигон состоит из двух смежных квадратов площадью 1000 км². Полигон №1 расположен в Мещерском ландшафтном округе и на юге Клинско-Дмитровской гряды [5]. Полигон №2 находится в северо-восточной части Владимиро-Суздальского ополья и захватывает часть трех ландшафтных подрайонов: Небыловско-Стародворского, Борисовского и Суздальско-Гавриловопосадского [там же]. Полигон №3 – в ландшафтах Коврово-Касимовского карстового плато и Лухского полесья Балахнинской низины.

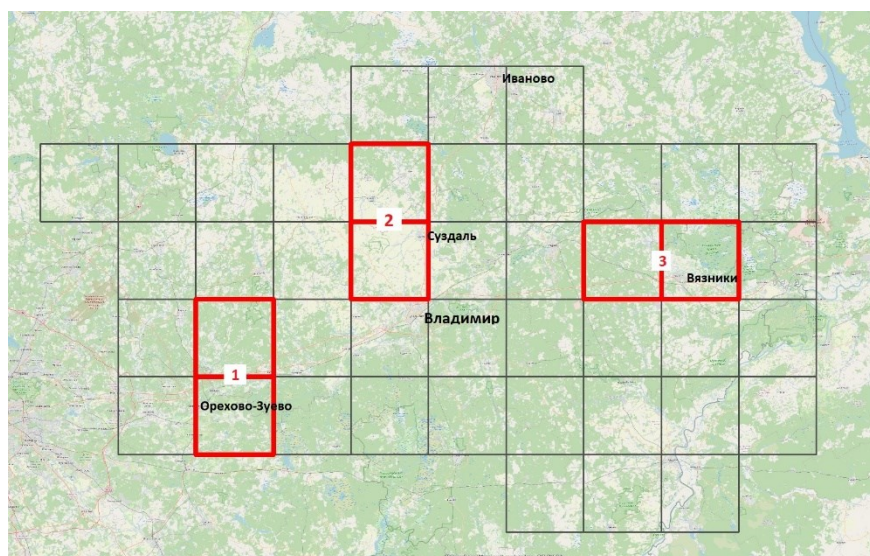


Рисунок 1. Полигоны исследования, состоящие из двух смежных квадратов. Картографическая основа – OpenStreetMap, 2023.

Результаты исследования

Чтобы избежать разночтений при анализе столь разнообразных по датировке картографических материалов, была предложена универсальная система из 12 базовых ландшафтных элементов, совместимая со всеми четырьмя используемыми в нашей работе картами. Для графического отображения выбранных элементов ландшафта была выбрана цветовая палитра, близкая к общепринятым условным обозначениям современных топографических карт (Рисунок 2).

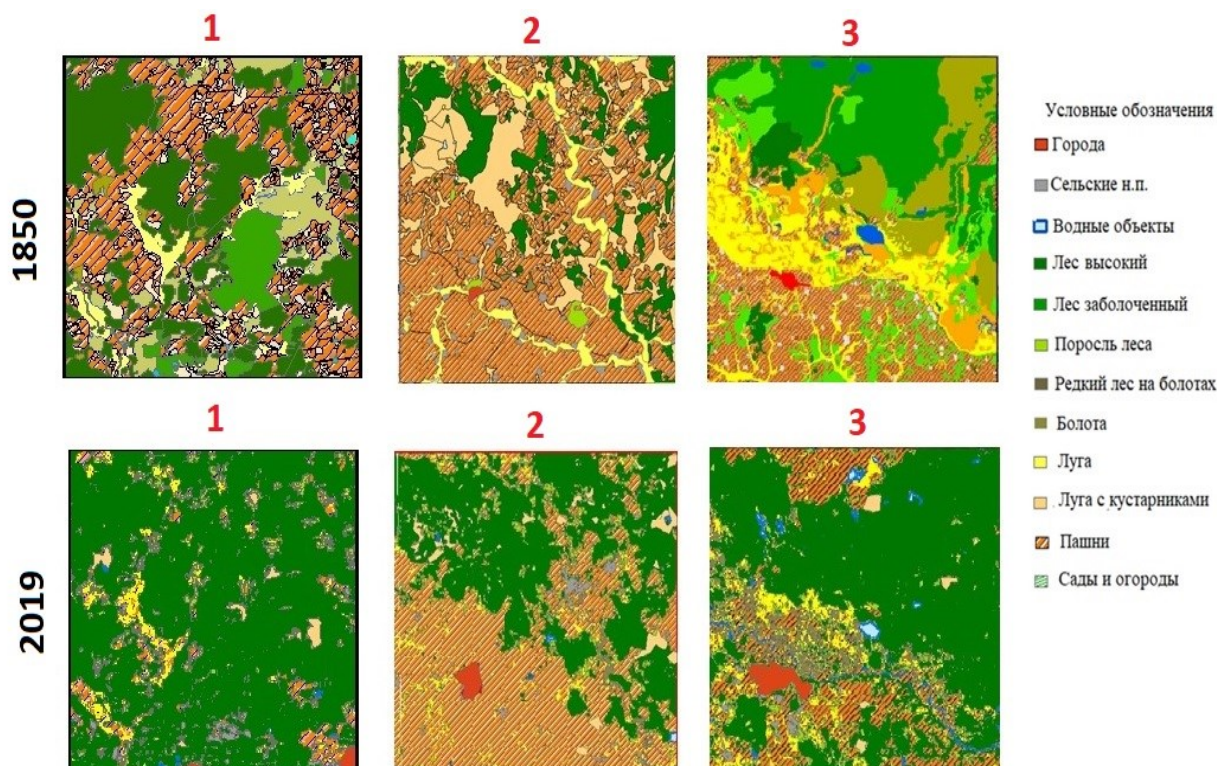


Рисунок 2. Результат оцифровки базовых ландшафтных элементов.

В результате наших исследований выявлены следующие тенденции. За прошедшие более полутора веков все исследуемые ландшафты в разных частях области претерпели существенные изменения, которые в большей степени выражены в динамике величины площади пашни и высоких (спелых) лесов, а также в соотношении площадей городских и сельских населенных пунктов, что связано со сменой системы природопользования за исследуемый период.

Отходничество, еще в 18 в. затрагивавшее до 20% мужского населения деревень Владимирской губернии, резко возросло после Крестьянской реформы 1861г. [6]. Множество безземельных и обедневших крестьян потянулись в города уже насовсем, пополняя ряды нового социального класса – пролетариата. Революция и последующая советская индустриализация лишь усилили этот процесс. Если в конце 19 в. во Владимирской губернии крестьяне составляли более 90% населения, к 1940 – уже около 60%. Города растут вместе с их населением. На всех полигонах мы наблюдаем заметное увеличение суммарной площади городских населенных пунктов в период с 1850 г. по 1941 г. (Рисунок 3). Особенно это заметно на 1 полигоне, территория которого испытывала наибольшее воздействие урбанизированного Московского региона. Несколько

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

поселков здесь приобрели в этот период статус городских поселений, образовав города Орехово-Зуево и Ликино-Дулево, увеличив общую площадь городских поселений с 15 км² до 30 км² (Рисунок 3).

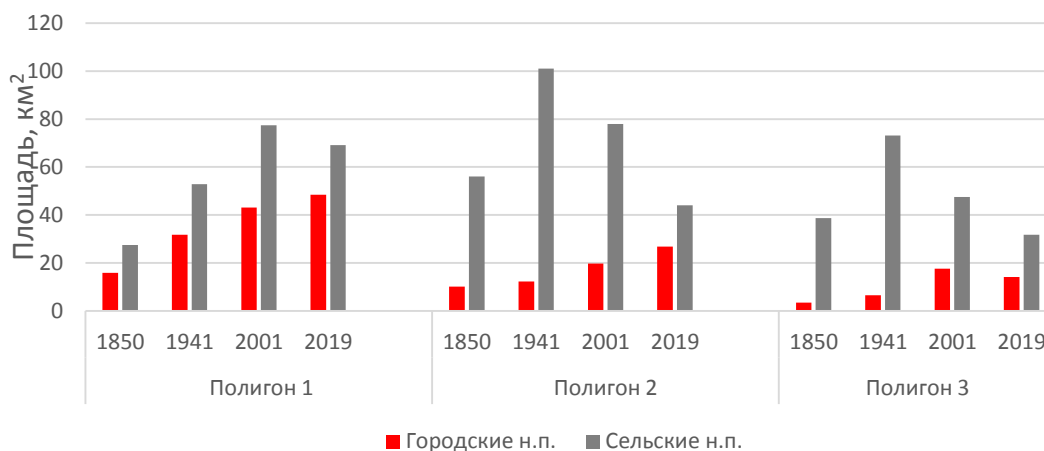


Рисунок 3. Динамика площадей городских и сельских населенных пунктов в течение рассматриваемого периода.

Коллективизация 1930-х вызвала укрупнение сел. Поэтому, при общем сокращении числа сельских населенных пунктов за счет исчезновения малых деревень, можно отметить существенный рост их суммарной площади к 1941 г. на территории всех трех полигонов (Рисунок 3).

В послевоенные годы процессы урбанизации вызывают еще больший отток сельского населения в города, что проявляется в одновременном росте суммарной площади, занимаемой городами (на всех исследуемых полигонах), и сокращении площади сельских населенных пунктов на территории второго и третьего полигонов. Сельские поселения полигона №1 демонстрируют увеличение площади к 2001 году на 23 км² по отношению к состоянию на 1941 г., что объясняется повышенным спросом на землю сельских поселений и окрестных сельхозугодий вблизи Москвы, ставших в постсоветские годы территорией активной дачной и коттеджной застройки.

Миграционные процессы в регионе не могли не сказаться на сельском хозяйстве. Уменьшилось число занятых в нем людей, опустели многие деревни, поля вокруг которых неизбежно зарастали лесом. Кроме того, изменились технологии обработки земли, на смену лошади и плугу пришли мощные трактора и комбайны, которые не могли обрабатывать мелкие, неправильной формы поля и сенокосы. Сокращалось поголовье крупного рогатого скота в личных подсобных

хозяйствах колхозников, что также приводило к зарастанию лесом лесных полян, оврагов, и ложбин, пойм рек и ручьев. Все эти явления выразились в повсеместном уменьшении площадей пахотных земель и увеличении площадей леса. За прошедшие почти два века на территории полигона №1 пашни сократились в 2,5 раза: с 512 км² до 216 км², а в границах полигона 3№ - еще больше – с 660 км² до 250 км² (Рисунок 4). В наиболее развитой сельскохозяйственной зоне региона - Владимиро-Суздальском ополье, на землях которого был выбран полигон №2, сокращение пашни стало особенно заметно. Площади пахотных земель, занимавшие в середине 18 в. более половины территории полигона, к началу XXI века уменьшились на 26% (а это почти 340 км²) (Рисунок 4). Этот полигон стал единственным, где эта тенденция нарушилась в последние два десятилетия благодаря действующей во Владимирской области программе развития агропромышленного комплекса. На картах 2019 г. фиксируется прирост пахотных земель более, чем на 150 км² по отношению к 2001 г. (Рисунок 4).

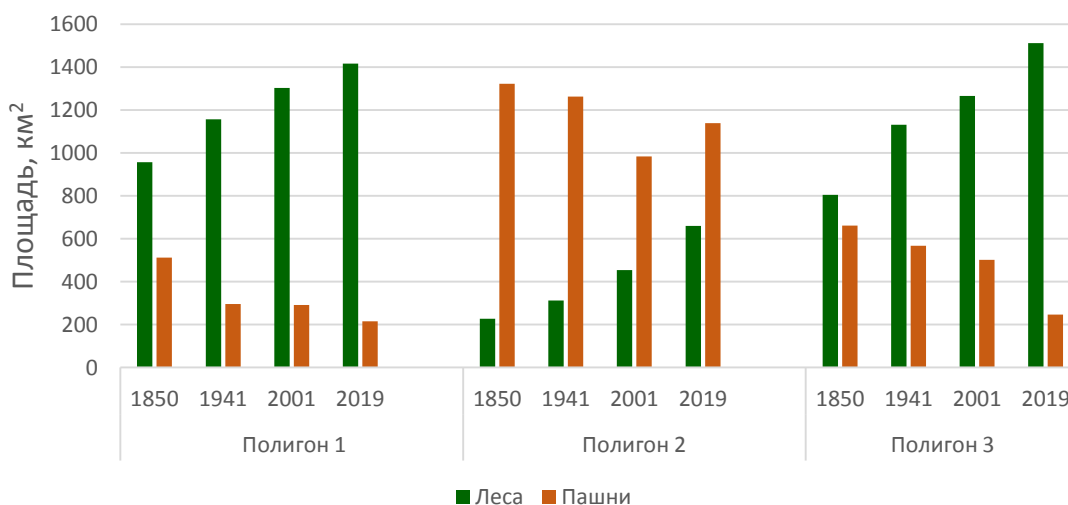


Рисунок 4. Динамика площадей леса и пашни в течение рассматриваемого периода.

Площадь территорий, покрытых высоким лесом, показывает стабильную положительную динамику на протяжении всего исследуемого периода (Рисунок 4). Суммарная площадь леса на трех полигонах за это время почти удвоилась, покрывая теперь 60% территории в границах полигонов.

Сравнивая динамику рассмотренных ландшафтных элементов, можно заключить, что выявленные изменения ландшафтной структуры выбранных в нашей работе полигонов не могут быть

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

объяснены климатическими колебаниями и иными природными факторами, а имеют безусловно антропогенное происхождение. Переворот в науке и технике, политике, культуре и экономике, смена общественного строя – все это коснулось не только человеческой жизни и истории, но и окружающих нас ландшафтов, буквально изменив облик природы нашего региона.

Выводы

Использование современных методов картографического анализа с применением ГИС-технологий открывает новую эпоху как в изучении исторических документов, так и в исследовании истории ландшафтов. Сравнительный анализ исторической динамики ландшафтной структуры трех удаленных друг от друга районов Владимирской области за последние 2 века позволил нам выявить как общие, единые для региона процессы, так и индивидуальные, характерные для каждого полигона факторы и их проявление в ландшафтах. Полученные результаты удовлетворяют поставленным в работе целям и дают нам основание с оптимизмом рассматривать будущее выбранного нами метода исследования родного края.

Список цитируемой литературы

1. Карта Менде Владимирской губернии 1848-1850 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_mende/?x=40.409355&y=56.127262. – Дата доступа: 20.01.2023.
2. Карта РККА О-37 (Г) N-37, 1941 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-rkka_o-37-g-n-37-b/. – Дата доступа: 20.01.2023.
3. Подробная топографическая карта Владимирской области, 2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_topographic-map/. – Дата доступа: 20.01.2023.
4. Программа Коперник // ВикибриФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikibrief.org/wiki/Copernicus_Programme. – Дата доступа: 28.04.2023)
5. Романов В.В. Ландшафты Владимирской области. Ландшафты Мещерской провинции: учеб. пособие/; Владим. гос. унт-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. -136 с.

6. Фёдоров В. А. Помещичьи крестьяне Центрально-промышленного района России конца XVIII-первой половины XIX в. М., 1974. 308 с.

K.O. Karapetyan¹, R.V. Repkin²

**ANALYSIS OF LANDSCAPE CHANGES IN THE TERRITORY OF
VLADIMIR REGION FROM THE MIDDLE OF THE XVIII TH
CENTURY. UNTIL NOW**

Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹karen.karapetyan@gmail.com, ²repkinerom75@mail.ru

Abstract. The paper presents studies of historical changes in landscapes at the territory of the Vladimir region. A comparative analysis of the landscape structure of three contrasting polygons in different areas of the region was carried out. Based on GIS processing of cartographic data from the mid-19th century to the present, databases of the structure and transformation of landscapes have been compiled. A comprehensive analysis of historical and economic conditions has been carried out, and the main causes and trends of anthropogenic changes in landscapes have been identified.

Key words: landscape, landscape structure, anthropogenic changes in the landscape, GIS.

УДК 504.064.2

А.Г. Космачева¹, И.Н. Курочкин¹, Ю.Н. Курбатов¹,

**СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПОЛОСЫ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНОЙ
ДОРОГИ ВБЛИЗИ ПОЙМЕННОГО ЛУГА**

¹Владимирский государственный

университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

hijadelaluna@mail.ru, ivan33vl@yandex.com, iur.curbatov@gmail.com)

Аннотация: Проведена комплексная оценка состояния почвы полосы отвода железной дороги вблизи пойменного луга.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Установлено, что исследуемая почва характеризуется слабощелочной реакцией среды по актуальной кислотности ($pH_{\text{водн}}=7,68$), нейтральной – по потенциальной кислотности ($pH_{\text{KCl}}=7,13$). Содержание органического вещества составляет $4,62\pm 0,46\%$, нитрифицирующая активность – $1142,28\pm 69,96$ мг $\text{NO}_3^-/\text{кг}$. Почва является бедной по степени обогащенности каталазой ($2,26\pm 0,35$ мл $\text{O}_2/\text{мин}\times 1$ г), очень бедной по степени обогащенности уреазой ($0,53\pm 0,1$ мг $\text{NH}_3/10\text{г}\times 24\text{часа}$), по результатам биолюминесцентного теста – нетоксичной ($T=0$), по суммарному показателю загрязнения характеризуется как умеренно опасная ($Z_c=29,09$). Приоритетными загрязнителями являются Zn, As, Ni.

Ключевые слова: почва, ферментативная активность, тяжелые металлы, катионно-анионный состав.

Введение

В связи с тем, что строительство и эксплуатация железных дорог оказывают негативное воздействие на состояние почвенного покрова, изменяя его структуру и свойства, оценка состояния почвы полосы отвода железной дороги является актуальной. К настоящему времени опубликован ряд подобных исследований в г. Москва [1], г. Киров [2], г. Уссурийск [3], г. Волжский [4], Республике Коми [5], а также Кировской [6], Самарской [7], Саратовской [8] областях.

Цель данного исследования – оценка состояния почвы полосы отвода железной дороги вблизи пойменного луга. Актуальность обусловлена местоположением изучаемого участка, подверженного как техногенному воздействию железной дороги, находящейся на расстоянии 40 м, так и влиянию половодья.

Объекты и методы

Объект исследования – почва полосы отвода железной дороги, расположенного во Владимирской области (56.195280 N, 40.542045 E) вблизи пойменного Боголюбовского луга.

Отбор почвенных проб и подготовку к анализу проводили в июле 2022 года в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 на глубине 0–10 см. Определение $pH_{\text{водн}}$ и удельной электропроводности осуществляли по ГОСТ 26423-85, pH_{KCl} – согласно ГОСТ 26483-85, органическое вещество – по ГОСТ 26213–2021, содержание водорастворимых форм анионов и катионов – методом капиллярного электрофореза согласно ПНД Ф 16.1:2.2:3.2.2.69-10 и ПНД Ф 16.1:2.2:3.74-2012, концентрации валовых тяжелых металлов и мышьяка в почве –

рентгенофлуоресцентным методом в соответствии с ПНД Ф 16.1.42-04. Каталазную активность устанавливали газометрическим методом А.Ш. Галстяна [9], уреазную – фотоколориметрическим методом [10], нитрифицирующую – потенциометрическим по ГОСТ 26951-86 после тридцатидневной инкубации [10], интегральную токсичность – по изменению интенсивности биолюминесценции бактерий согласно методике МР № 01.019-07 «Определение интегральной токсичности почв с помощью биотеста «Эколюм». Все исследования проводились в трехкратной повторности.

Для тяжелых металлов и мышьяка были рассчитаны следующие показатели:

Коэффициент опасности (K_o), согласно формуле 1:

$$K_o = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i / \text{ОДК}_i},$$

где C_i – концентрация металла и мышьяка в почве мг/кг; ПДК_i – предельно-допустимая концентрация / ОДК_i – ориентировочно допустимая концентрация металла и мышьяка в почве, мг/кг.

Коэффициент концентрации (K_c), согласно формуле 2:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi}},$$

где C_i – концентрация металла и мышьяка в почве мг/кг, C_{ϕ} – фоновое содержание металла и мышьяка в почве мг/кг.

Суммарный показатель загрязнения (Z_c), согласно формуле 3:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

где n – число определяемых суммируемых веществ, K_c – коэффициенты концентрации.

Значения ПДК/ ОДК и оценка степени опасности загрязнения почвы по показателю Z_c определены согласно СанПиН 1.2.3685-21. Фоновые концентрации тяжелых металлов и мышьяка приведены по: «Письмо Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 7.12.1993 года №04-25 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами».

Результаты и их обсуждение

По величине актуальной кислотности ($\text{pH}_{\text{водн}}=7,68$) почва характеризуется слабощелочной реакцией среды, по потенциальной кислотности ($\text{pH}_{\text{КCl}}=7,13$) – нейтральной, и является благоприятной для роста и развития большинства растений и микроорганизмов. Полученные данные демонстрируют достаточно высокое содержание

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

органического вещества для данного типа почв ($4,62 \pm 0,46\%$). Величина удельной электропроводности составляет $98,0$ мкСм/см.

Согласно шкале по Звягинцеву Д.Г. [10], исследуемая почва является бедной по степени обогащенности каталазой ($2,26 \pm 0,35$ мл O_2 /мин $\times 1$ г) и очень бедной по степени обогащенности уреазой ($0,53 \pm 0,1$ мг NH_3 /10 г почвы $\times 24$ часа), что соответствует литературным данным по г. Киров [2]. Нитрифицирующая активность составляет $1142,28 \pm 69,96$ мг NO_3^- /кг почвы. Таким образом, несмотря на то, что данная почва обладает благоприятными характеристиками по актуальной и потенциальной кислотности, достаточным количеством органического вещества, величина активности ферментов не является высокой, что может быть связано с загрязнением.

По результатам биOLUMиНесцентного теста, почва является нетоксичной ($T=0$), что соответствует литературным данным по г. Киров [2] и ниже, чем в Кировской области [6].

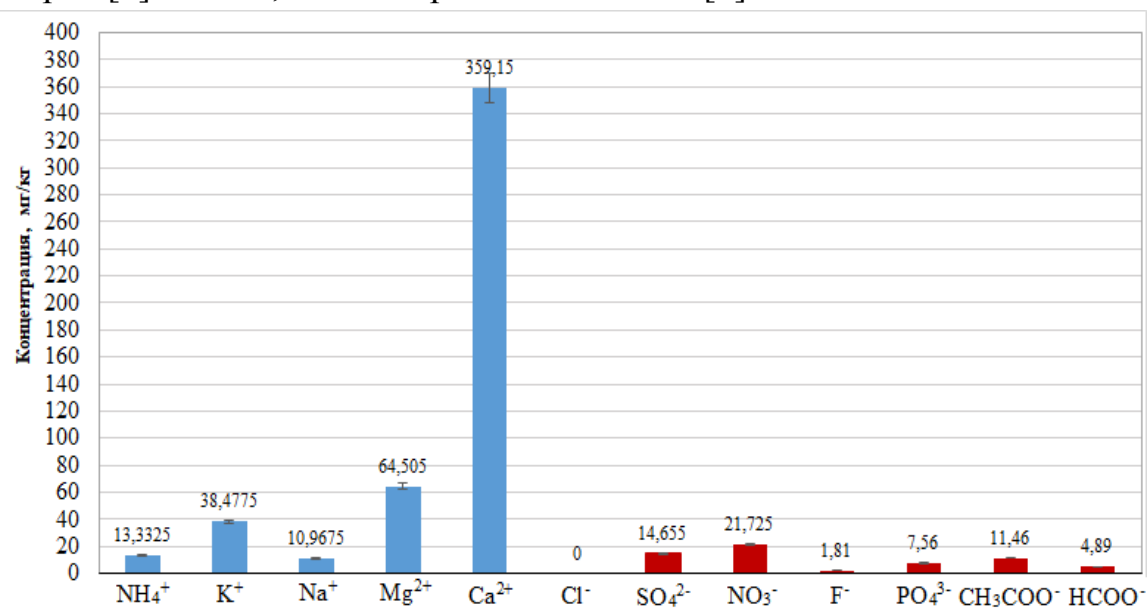


Рисунок 1. Содержание водорастворимых форм катионов и анионов.

Результаты определения водорастворимых форм ионов (рисунок 1) демонстрируют преобладание Ca^{2+} . Высокое содержание кальция, а также наличие NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , оказывает благоприятное воздействие на вегетацию зеленых насаждений в связи с важным значением данных элементов в метаболизме растений. Наименьшие концентрации катионов выявлены для Na^+ , что также является благоприятным фактором, так как повышение данных ионов в почве способствует усилению процессов осолонцевания. Содержание анионов не превышает ПДК согласно СанПиН 1.2.3685-21. Таким

образом, среди обнаруженных ионов наибольший вклад в величину удельной электропроводности почвенной вытяжки вносят катионы Ca^{2+} .

Результаты определения валового содержания тяжелых металлов и мышьяка, рассчитанных величин коэффициента опасности, коэффициента концентрации, суммарного показателя загрязнения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка, коэффициент опасности (K_o), коэффициент концентрации (K_c), суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Определяемые показатели	Концентрация (мг/кг)	ПДК/ОДК (мг/кг)	K_o	K_c	Z_c
V	72,49±6,94	150,0	0,49	-	29,09
Co	12,68±0,34	-	-	4,23	
Ni	76,37±5,28	20,0	3,82	12,73	
Cu	31,82±14,09	33,0	0,96	3,98	
Zn	82,85±3,73	55,0	1,51	2,96	
As	9,32±3,24	2,0	4,66	6,21	
Pb	23,86±0,74	32,0	0,75	3,98	

Согласно рассчитанным значениям коэффициента опасности (K_o), в порядке возрастания тяжелые металлы составили последовательность: $V \rightarrow Pb \rightarrow Cu \rightarrow Zn \rightarrow Ni \rightarrow As$, среди которых только Zn, Ni, As превышали ПДК. Для валовой формы кобальта нормативные показатели отсутствуют, соответственно, расчет K_o для него не проводился. Таким образом, наиболее токсичными для исследуемой почвы являлись Zn и As, относящиеся к первому классу опасности, и Ni, относящийся ко второму классу опасности, согласно ГОСТ 17.4.1.02-83.

Для ванадия фоновые значения отсутствуют, поэтому расчет K_c и Z_c по данному металлу не проводился. Согласно оценочной шкале, по суммарному показателю загрязнения Z_c (29,09), исследуемая почва характеризуется как умеренно опасная. Установленное значение превышает опубликованные данные для исследованных участков полосы отвода железной дороги в г. Москва [1], но является более низким в сравнении с г. Уссурийском [3].

Повышение содержание Zn и Ni вблизи железнодорожного полотна согласуется с литературными данными по г. Волжский [4] и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Республике Коми [5]. Высокое загрязнение цинком также отмечено в г. Уссурийск [3], Самарской [7] и Саратовской [8] областях. Увеличение содержания мышьяка не является следствием воздействия железнодорожного транспорта и требует дальнейших исследований источников его поступления.

Выводы

Установлено, что приоритетными загрязнителями исследуемой почвы полосы отвода железной дороги являются Zn и As, относящиеся к первому классу опасности, и Ni, относящийся ко второму классу опасности. По суммарному показателю загрязнения (Z_c) почва характеризуется как умеренно опасная. Повышенное содержание тяжелых металлов оказывает ингибирующее влияние на ферментативные процессы почвы, несмотря на благоприятные значения актуальной и потенциальной кислотности, содержания органического вещества и катионно-анионного состава. Выявлено отсутствие острой токсичности согласно результатам биолюминесцентного теста.

Список цитируемой литературы

1. Журавлева М.А., Зубрев Н.И., Кокин С.М. Загрязнение придорожной зоны тяжелыми металлами // Мир транспорта. 2014. № 6. С. 174–181.
2. Пасынкова В.Г., Соловьёва Е.С. Некоторые показатели состояния почвы в зоне влияния железной дороги // Экология родного края: Проблемы и пути их решения. материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 62–64.
3. Ключников Д.А., Платонова С.А., Соболева Е.В. Тяжелые металлы в почвах зоны железнодорожного отвода станции Уссурийск ОАО «РЖД» // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 1 (22). С. 54–57.
4. Кастерина Н.Г., Околелова А.А., Заикина В.Н. Поллютанты в почвах агломерации Волгоград–Волжский // Естественно-гуманитарные исследования. 2015. № 3 (9). С. 15–26.
5. Евдокимова Т.В., Кузнецова Е.Г. Организация эколого-ландшафтного мониторинга вдоль трассы железной дороги в таежной зоне Республики Коми // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2009. № 8 (142). С. 20–23.

6. Адамович Т.А., Будина Д.В., Ситникова Н.А. Оценка токсичности почв, подверженных воздействию железной дороги вблизи станции Далинич Мурашинского района Кировской области // Современные научные исследования и разработки. 2018. № 1 (18). С. 37–38.

7. Казанцев И.В., Зарубин Ю.П., Пурыгин П.П. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. 2007. № 2 (52). С. 172–179.

8. Любимов В.Б., Ларионов М.В., Смирнова Е.Б., Бурдин М.В. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вдоль железнодорожных путей в условиях городского и сельского ландшафта // Вестник Брянского государственного университета. 2011. № 4. С. 200–204.

9. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Ин-т биологии Уфим. НЦ. Москва: Наука, 2005. 252 с.

10. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2003. 216 с.

A.G. Kosmacheva¹, N.V.Mishchenko¹, I.N. Kurochkin¹, Y.N. Kurbatov¹, T.A. Trifonova^{1,2}

SOIL CONDITION OF THE RAILWAY RIGHT-OF-WAY NEAR THE FLOODPLAIN MEADOW

¹Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs
Russia, Vladimir

²Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow

hijadelaluna@mail.ru, tatrifon@mail.ru, natmich3@mail.ru,
ivan33vl@yandex.com, iur.curbatov@gmail.com

Abstract: A comprehensive assessment of the soil condition of the railway right-of-way near the floodplain meadow was carried out. It was found that the studied soil is characterized by a slightly alkaline reaction of the medium in terms of actual acidity ($\text{pH}_{\text{water}} = 7.68$), neutral in terms of potential acidity ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7.13$). The organic matter content is $4.62 \pm 0.46\%$, the nitrification activity is $1142.28 \pm 69.96 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$. The soil is poor in the degree of catalase enrichment ($2.26 \pm 0.35 \text{ ml O}_2/\text{min} \times 1 \text{ g}$), very poor in

the degree of urease enrichment (0.53 ± 0.1 mg $\text{NH}_3/10$ g $\times 24$ hours), according to the results of the bioluminescent test – non-toxic ($T=0$), according to the total pollution index is characterized as moderately dangerous ($Z_c=29.09$). Priority pollutants are Zn, As, Ni.

Keywords: soil, enzymatic activity, heavy metals, cationic-anionic composition.

УДК 631.4:66.51

А.Е. Лебедева¹, Н.В. Чугай²

КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, Владимир

¹shendamyxa@gmail.com, ²chugaj-n@yandex.ru

Аннотация: Ферментативная активность почв – показатель функциональной активности почвенной биоты и способности ее к разнообразным биохимическим превращениям. Ферментативная активность показывает внутренние изменения и плодородие почв, происходящие при сельскохозяйственном использовании и повышении уровня культуры земледелия. В статье приведен обзор результатов каталазной активности почв, в зависимости от показателей кислотности почв на полях.

Ключевые слова: ферментативная активность почв, каталаза, кислотность почв.

Ферментативная активность многофакторная и многофункциональная характеристика почв.

По ферментативному разнообразию почва – самая богатая природная система.

Важный компонент природного комплекса – почва. Этот поверхностный слой появился за счёт взаимодействия организмов и продуктов их распада с горными породами, продуктами их выветривания. Являясь результатом взаимопроникновения литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы, почвы формировались в длительный период. Формирование и изменение

почв происходит и в настоящее время. Природными факторами почвообразования являются климат, материнские горные породы, растительность, микроорганизмы, животный мир, рельеф. Все эти природные компоненты взаимодействуют одновременно и на территории района распространены неодинаково. Даже незначительные изменения климата, связанные с температурным режимом и осадками, воздействуют на процесс накопления гумуса.

В Суздальском районе преобладают дерново-подзолистые, серые лесные и пойменные (аллювиальные) почвы. На формирование и распространение почв существенное воздействие оказывает растительность, существует закономерность их взаимовлияния.

Серые лесные почвы распространены в широколиственных дубовых, липовых лесах, дерново-подзолистые почвы благоприятно развиваются в районах, где произрастают хвойные леса или хвойные в сочетании с лиственными колками.

На формирование и распространение почв оказывает влияние рельеф. При всем при том из-за незначительных колебаний высот, не ощущается каких-либо существенных различий почв. Возвышенные поверхности Суздальского района имеют почвы более плодородные, чем пониженные, заболоченные участки.

Образцы почвенных проб отбирались на полях опытной станции Отдела агрохимии и экологии Верхневолжского региона. Пробы отбирали на защитных полосах вблизи опытных полей (Рисунок 1). На полях произрастали следующие культуры: на 1-м – овёс с подсевом трав, на 2-м – яровая пшеница, на 3-м – горохоовсяная смесь.



Рисунок 1. Поля опытной станции

Одним из важнейших фактором почвообразования является ферментативная активность почв.

Ферменты – обязательная часть биологической составляющей почвы. Ключевые источники почвенных ферментов – почвенные микроорганизмы, в меньшей степени корни растений и почвенные животные. Любая почва отличается определенным уровнем ферментативной активности и обеспечена многообразием и количественным содержанием ферментов, которое выступает в качестве их индивидуальной активности. При этом интенсивность ферментативных процессов определяется конкретными условиями: температурой, влажностью, рН почвы, количеством гумуса, органического вещества как питательного субстрата для микроорганизмов, а также содержанием и количеством различных ингибиторов ферментов.

Каталазная активность почвы – способность почвы разлагать перекись водорода. Обусловлена активностью ферментов–каталаз, относящихся к группе дыхательных ферментов, и наличием в почве неорганических катализаторов этого процесса.

В результате ее действия происходит расщепление перекиси водорода на воду и свободный кислород. На каталазную активность минеральных почв растительность производит не малое влияние. Располагающиеся под растениями с мощной глубоко проникающей корневой системой почвы, обладают

хорошей каталазной активностью. Состоит особенность активности каталазы в том, что вниз по профилю она мало изменяется, имеет обратную зависимость от влажности почв и прямую – от температуры.

Создано определение каталазной активности почвы на способности фермента разлагать перекись водорода на воду и молекулярный кислород. Активность каталазы определяли газометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода.

При определении каталазной активности в почве, собственно активность каталазы рекомендуется многими авторами в качестве информативного диагностического показателя (Glinsky et al., 1986; Perez M.M. and Gonzalez, 1987; Trasar-Cepeda, 1999; Margesin et al., 2000; Kizilkaya et al., 2004; Kizilkaya and Hepser, 2007; Даденко, Денисова и др., 2013; Колесников и др., 2013, 2014 и др.).

Отбор почв производился согласно ГОСТ 17.4.4.02–84, определение pH согласно ГОСТ 26423–85 [1]. Отбирался верхний слой почвы под дерном, с глубины 0 – 15 см. Образцы почвы были взяты в 3–х повторностях.

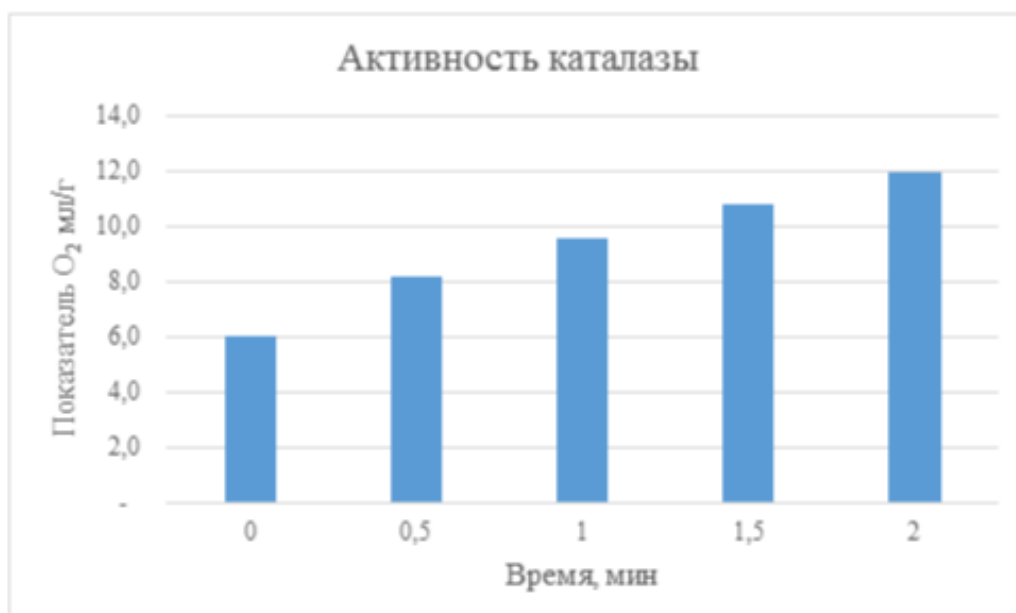


Рисунок 2. Каталазная активность почв на 1 поле



Рисунок 3. Каталазная активность почв на 2 поле

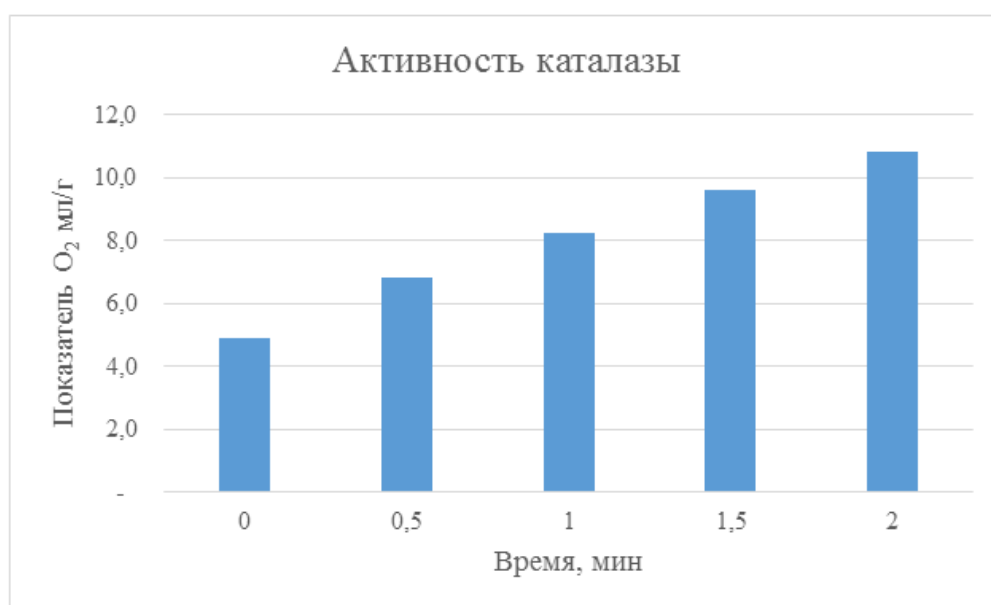


Рисунок 4. Каталазная активность почв на 3 поле

Полученные результаты оценивали по шкале Д.Г. Звягинцева [2].

Таблица 1. Степень обогащения почв ферментами каталазы
(Д.Г. Звягинцев)

Степень обогащения почв	Каталаза, O_2 см ³ /г за 1 мин
Очень бедная	< 1
Бедная	1 – 3
Средняя	3 – 10
Богатая	10 – 30
Очень богатая	< 30

Показатели кислотности почвы (рН) на поле №1 – 5,56, поле №2 – 5,53, поле №3 – 5,54, являются близкими к нейтральному, что характерно для серой лесной среднесуглинистой почвы данного района.

Среднее значение каталазной активности почвы по всем полям, полученное в данном опыте, равно $8,8 \pm 0,1$ O_2 см³/г за 1 мин. Все поля характеризуются средней ферментативной активностью со средним количеством каталазы.

Достаточно высокая активность каталазы была зафиксирована на 1 и 2 поле, что обусловлено поступлением свежего органического вещества за счет внесения навоза, плюс небольшое варьирование органического вещества при внесении навоза и последствием внесенного 60 и 80 т/га навоза на 2 поле.

Показатели активности ферментов эффективно использовались как диагностический показатель при характеристике генетических особенностей почв, оценке эффективности агротехнологий – удобрений, обработки почв, севооборотов, мелиорации, уровня плодородия, характеристике фосфатного и азотного состояния почв, загрязнения почв пестицидами и других мониторинговых исследованиях природной среды. Каталазная активность может служить индикатором способности почвы транспортировки питательных веществ для растений.

Список цитируемой литературы

1. ГОСТ 26423–85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

2. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / О.П.Мелехова [и др.]. – М.: издательский центр «Академия»: 3–е изд., 2010. – 288 с. Вальков, В.Ф. Почвоведение: учебник для вузов / В.Ф.

A.E. Lebedeva¹, N.V. Chugay²

ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS.

CATALASE ACTIVITY IN THE SOILS OF VLADIMIR OPOL'E

Vladimir State University

(Russia, Vladimir, ¹shendamyxa@gmail.com, ²chugaj-n@yandex.ru)

Abstract: Enzymatic activity of soils is an integral indicator of the functional activity of soil biota and its ability to various biochemical transformations. Enzymatic activity reflects the state of soil fertility and internal changes that occur during agricultural use and an increase in the level of farming culture.

Key words: soil enzymatic activity, catalase, soil acidity.

УДК 633.854.78

М.П. Макарова¹, Д.В. Виноградов²

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В ПОСЕВАХ
ПОДСОЛНЕЧНИКА**

¹Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Россия, г. Рязань
assistant_84@mail.ru

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва
vdv-rz@rambler.ru

Аннотация. Применение органоминерального удобрения Экорост в условиях Рязанской области, оказало положительное действие на биометрические показатели растений подсолнечника и элементы структуры урожая, что привело к увеличению урожайности на 0,6-3,1 ц/га (4,5-13,8%). По результатам полевого опыта наиболее

эффективной является трехкратная обработка агроценозов подсолнечника раствором удобрения Экорост.

Ключевые слова: подсолнечник, жидкое органоминеральное удобрение, урожайность, масличность.

Подсолнечник является востребованной на рынке сельскохозяйственной культурой. Увеличение спроса на маслосемена обуславливает необходимость получения максимально высокого урожая с единицы площади, в том числе, за счет применения органоминеральных удобрений. В свою очередь повышенные нормы минеральных удобрений и других агрохимикатов оказывают негативное воздействие на состояние почв [1]. Кроме этого, интенсивность усвоения элементов питания из почвы в значительной степени зависит от физических и агрохимических свойств почвы, а также от природно-климатических условий произрастания сельскохозяйственных культур [2].

Таким образом, основным направлением по повышению экономической эффективности использования земельных ресурсов является применение органоминеральных удобрений в виде некорневых подкормок растений в периоды их интенсивного роста [3, 4, 5].

Наличие в научной литературе противоречивых данных, полученных при изучении действия подкормок на растения подсолнечника, а также широкий ассортимент применяемых агрохимикатов определяют актуальность проведенных исследований.

Цель работы – определение эффективности органоминерального удобрения Экорост и его кратности обработок в агроценозах подсолнечника.

Опыты проведены в 2022 году на опытной агростанции Рязанского ГАТУ. Агрохимический состав серой лесной почвы опытного участка: гумус 3,38-3,44% в слое 0-10 см; P_2O_5 14,6 мг/100 грамм почвы, K_2O – 15,6 мг/100 грамм почвы. Реакция почвенной среды слабокислая – pH 5,38.

Комплекс агротехнических мероприятий включал основную и предпосевную обработки почвы, посев семян подсолнечника сорта Посейдон 625 с последующим прикатыванием, обработки вегетирующих растений инсектицидами, проведение механизированной уборки. Под основную обработку почвы вносили

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

минеральные удобрения в дозе $N_{120}P_{60}K_{60}$ в пересчете на действующее вещество.

Вегетирующие растения подсолнечника обрабатывали агрохимикатом Экорост в дозе 0,5 л/га с использованием производственного опрыскивателя ОПШ-15 в агрегате с МТЗ-1221, и ручного опрыскивателя «ЖУК-10». Расход рабочего раствора – 250 л/га. Проводили по вариантам 2-4 обработки: первая – в фазе 4-6 листьев; далее через 14-15 дней после предыдущего опрыскивания.

Все наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с общепринятыми методиками и нормативными документами. Опытные делянки площадью 100 м² располагались систематически в четырехкратной повторности.

В результате проведенных фенологических наблюдений было установлено, что применение жидкого органоминерального удобрения не оказало влияния на сроки наступления и продолжительность фаз развития растений подсолнечника: появление всходов отмечалось на 10 день после посева, корзинки образовались через 51 день, цветение началось через 12-13 дней, период цветения-созревание длился 55-57 дней.

В связи с тем, что погодные условия на протяжении всего вегетационного периода 2022 года отличались высокими температурами воздуха и дефицитом влаги, растения подсолнечника сформировались низкорослыми. Так, высота растений в контрольном варианте составила, в среднем, 154 см. Однако, проведение некорневой подкормки растений подсолнечника Экорост способствовало увеличению линейных параметров на 4,3-11,8% в зависимости от нормы расхода агрохимиката.

Важным фактором, определяющим величину урожая, является фотосинтетическая деятельность растений. Так, максимальная площадь листьев в опытных вариантах превышала контроль на 3,8-16,1% пропорционально увеличению нормы расхода удобрения Экорост.

Так как форма и размер корзинки являются сортовыми признаками, диаметр корзинки подсолнечника в зависимости от нормы расхода удобрения Экорост варьировал незначительно (рисунок 1).

Применение количества обработок Экорост способствовало варьированию биометрических показателей у подсолнечника. В тесной зависимости от биометрических показателей растений

находятся элементы структуры урожая, такие как количество и масса семян в одной корзинке, а также масса 1000 семян (табл. 1).

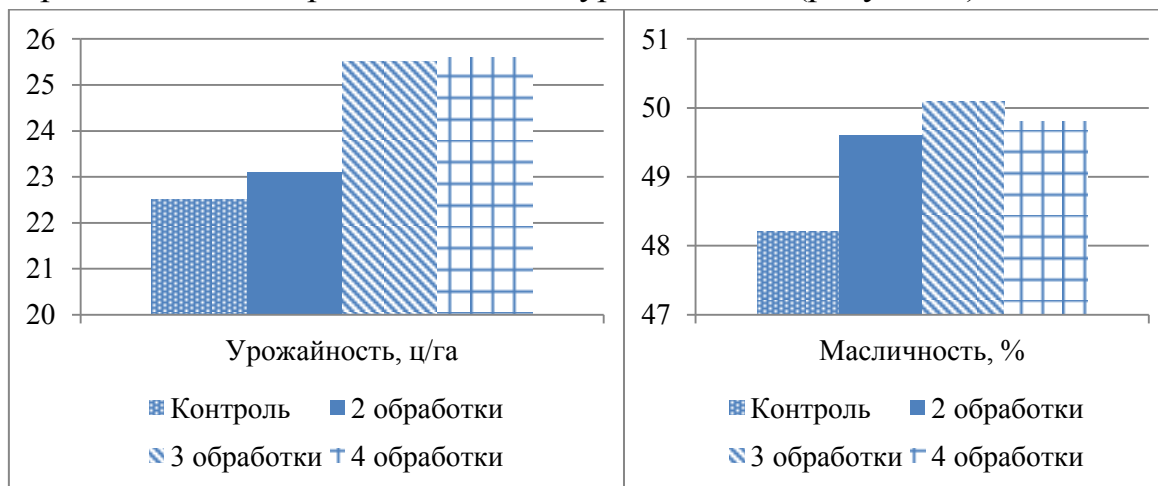
Таблица 1. Биометрические показатели растений подсолнечника

Вариант	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м ² /га	Диаметр корзинки, см	Масса 1000 семян, г
Контроль, без обработки	156,6	18,3	17,3	56,5
Экорост, 2 обработки	164,7	20,9	18,1	61,2
Экорост, 3 обработки	173,8	23,5	18,9	66,0
Экорост, 4 обработки	179,5	23,9	19,8	65,4
НСР ₀₅	5,51	0,98	1,45	2,77

Наиболее высокие значения количества и массы семян подсолнечника отмечались в варианте с трех- и четырехкратной обработкой Экорост – 1033 шт. (+14,7% к контролю) и 66,0 г (+16,8% к контролю).

Применение некорневых подкормок удобрением Экорост привело к увеличению выживаемости растений к уборке. Так, на контроле к уборке сохранилось 30,6 тыс. растений на 1 га, а на вариантах с обработками Экорост – 31,1-31,8 тыс. растений на 1 га в зависимости от варианта.

Конечным результатом воздействия на сельскохозяйственные растения всех абиотических и биотических факторов, а также агротехнических приемов является урожайность (рисунок 1).



НСР₀₅ урожайность (ц/га) – 2,12; масличность (%) – 1,31.

Рисунок 1. Урожайность (ц/га) и масличность (%) семян подсолнечника в опыте

В опыте было установлено положительное действие некорневой подкормки растений подсолнечника жидким органоминеральным удобрением Экорост на прирост урожайности маслосемян на 0,6-3,1 ц/га (4,5-13,8%). Наибольшая урожайность была получена при трех- и четырехкратной обработки удобрением. Причем достоверная прибавка урожая семян при трехкратной обработке Экорост (+3,0 ц/га) была практически одинаковой, что и при четырехкратной обработке (+3,1 ц/га)

Проведение некорневых обработок исследуемым удобрением отразилось и на качественном показателе – содержании масла в семенах.

В зависимости от кратности обработок данный показатель увеличился на 1,4-1,9%. Максимальная масличность выявлена на варианте с трехкратной обработкой Экорост (50,1%).

Таким образом, в опыте было установлено, что проведение некорневых обработок посевов подсолнечника сорта Посейдон 625 жидким органическим удобрением Экорост является эффективным приемом, активизирующим процессы роста и развития растений подсолнечника и способствующим улучшению количественных и качественных характеристик полученного урожая маслосемян. По результатам полевого опыта наиболее эффективной является трехкратная обработка агроценозов подсолнечника раствором удобрения Экорост.

Список цитируемой литературы

1. Курчевский, С.М. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органоминеральных удобрений и бактериального препарата "Байкал ЭМ-1" / С.М. Курчевский, Д.В. Виноградов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 113-116.
2. Макарова, М.П. Влияние различных уровней минерального питания на фотосинтетические показатели и продуктивность гибридов подсолнечника в условиях Рязанской области / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 4(24). – С. 36-40.
3. Макарова, М.П. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник РГАТУ. – 2013. – № 3(19). – С. 109-112.

4. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019. Vol. 341. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012204.

5. Дубровина, О.А. Влияние некорневых подкормок многокомпонентными микроудобрениями на пигментный комплекс и продуктивность сои / О.А. Дубровина, Т.В. Зубкова, Р.В. Щучка // Вестник КрасГАУ. – 202. – № 9 (186). – С.47-54.

M.P. Makarova¹, D.V. Vinogradov²

**AGROECOLOGICAL APPLICATION OF ORGANOMINERAL
FERTILIZER IN SUNFLOWER CROPS**

¹Ryazan State Agrotechnological University
named after P.A. Kostychev

(Russia, Ryazan, assistant_84@mail.ru)

²Lomonosov Moscow State University
(Russia, Moscow, vdv-rz@rambler.ru)

Annotation. The use of organomineral fertilizer Ecorost in the conditions of the Ryazan region had a positive effect on the biometric parameters of sunflower plants and elements of the crop structure, which led to an increase in yield by 0.6-3.1 q/ha (4.5-13.8%). According to the results of field experience, the most effective is the triple treatment of sunflower agrocenoses with a solution of Ecorost fertilizer.

Keywords: sunflower, liquid organomineral fertilizer, yield, oil content.

И.К. Мирзахмедов

**ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ЛАНДШАФТОВ И
ПРОБЛЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ КОКАНДСКОГО ОАЗИСА)**

Наманганский государственный университет

Узбекистан, г. Наманган

ismoil_landsat@mail.ru

Аннотация. В данной статье описывается эколого-мелиоративное состояние почв Кокандского оазиса, происходящие изменения, влияние антропогенных факторов на плодородие почв и меры борьбы с ними. Кроме того, разработаны вопросы районирования эколого-мелиоративных условий оазиса и его картографическая схема.

Ключевые слова: оазисные почвы и плодородие, засоление почв, осадки, дефляция, экологические проблемы, районирование, антропогенные факторы.

Введение. Большое внимание уделяется ряду реформ в аграрной и экологической сферах, проводимых руководством нашей страны, в том числе эффективному использованию орошаемых земель, зонированию территорий для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Соответственно эффективное использование существующих ирригационных сооружений, внимание к ландшафтным особенностям осваиваемых земель, разработка системы севооборотов, правильный учет потенциала земель, применение на научной основе мелиорации и агротехники, неудовлетворительное экологическое и мелиоративных условиях, повышенные минерализованные грунтовые воды, заболоченность, загипсованность, подчеркивается необходимость исследования толщи горных пород исследовательскими методами и повышения продуктивности орошаемых земель в будущем.

В 81-й цели Стратегии развития Республики Узбекистан на период 2022-2026 годы Президента Республики Узбекистан «...расширить площадь лесов на территориях Республики и эффективно использовать земли лесного фонда, создавать окружающие древесные рощи для защиты орошаемых земель от эрозии и мелиоративных объектов от наноса песка, использовать леса

на землях государственного лесного фонда, регулирование расширения лесного фонда определяется как один из важные стратегические задачи в связи с...». В связи с этим актуальными являются целенаправленные научные исследования по определению роли природно-географических факторов, влияющих на ландшафты Коканского оазиса.

В настоящее время более 20 млн га, в том числе 3,2 млн га орошаемой пашни, используются в сельском хозяйстве для выращивания продовольственных товаров для нужд населения и сырья, необходимого для отраслей экономики. Несмотря на небольшую площадь орошаемых земель, которая является нашим основным достоянием, прирост населения у нас очень низкий. Причина этого в том, что в течение 1980-х и 1990-х годов в нашей республике ежегодно осваивалось в среднем 90 тысяч гектаров новых земель, а в последние годы из-за маловодья эта цифра достигла 5-6 тысяч гектаров.

Более 50 процентов орошаемых земель засолены и из-за плохой мелиорации снизилась их продуктивность, они выводятся из сельскохозяйственного оборота. Например, если мы видим, что в 2010 г. 2446,9 га площади засоленных и экологически неблагополучных земель страны достигли уровня засоления, т.е. видим, что 31,0 % слабо засоленные, 11,9 % умеренно засоленные и 1,9 % сильно засоленные.

Ферганская долина отличается от других регионов Узбекистана динамичным изменением ландшафтно-эколого-мелиоративных условий. В то же время долина характеризуется развитым сельским хозяйством, ее природой, тяготеющей к хозяйственной деятельности человека, наиболее плотной заселенностью, высокой степенью трансформации под воздействием антропогенных факторов. Тема исследования, освещаемая в данной статье, посвящена эколого-мелиоративным условиям Коканского оазиса и влияющим на него факторам, а также вопросам районирования.

Цели и задачи работы: Ведется научно-исследовательская работа по ряду приоритетных направлений по определению уровня антропогенного воздействия на обрабатываемые земли в передовых странах мира, в том числе оценка ущерба окружающей среде, причиняемого загрязнение земельных и водных ресурсов российскими учеными (Московский государственный университет, Россия) с использованием усовершенствованной методики

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

исследования целью научно-исследовательской работы было изучение эколого-мелиоративного состояния Кокандского оазиса и вопросы его районирования, а также как эффективный опыт в этом отношении. Определение влияния природных компонентов на создание, формирование и развитие оазиса, изучение и анализ эколого-мелиоративных условий Кокандского оазиса, выявление природных и антропогенных факторов, влияющих на плодородие почв, являются основными задачами научно-исследовательской работы.

История орошаемого земледелия в Кокандском оазисе включает длительный период, за прошедшее время произошли значительные изменения в почвенном покрове, процесс почвообразования перешел от автоморфного режима к полугидроморфному почвообразованию. По его словам, почвы оазиса имеют уникальное морфолитогенетическое строение и отличаются агрохимическими, агрофизическими и мелиоративными свойствами. Также за последние годы проведены комплексные работы, направленные на эффективное использование орошаемых земель и улучшение эколого-мелиоративного состояния земель. Однако исследованию генезиса земель с тяжелыми эколого-мелиоративными условиями, определению их морфогенетических особенностей, разработке современных агротехнологий, направленных на предупреждение экологических и древесных зарослей и эрозионных процессов, уделяется недостаточно внимания.

Разделение орошаемых земель на районы и их мелиорация в эколого-мелиоративном отношении имеет большое значение при оценке эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов. В частности, эколого-мелиоративное состояние ландшафтов Кокандского оазиса плохое, минерализованные грунтовые воды поднимаются, присутствуют заболоченные, гипсовые, каменистые слои, плодородие и продуктивность почвы низкие, она в разной степени засолена целесообразно размещать плодовые деревья типа бобовых, масличных, овоще-поликультурных, засухоустойчивых и питательных.

В настоящее время в результате выдувания песчаных барханов, расположенных в отдаленных северных частях реки Сох, «Кокандский ветер» создает новые небольшие песчаные массивы, с каждого гектара выдувается около 60-80 тонн песка. земли в течение года, а образующихся песчаных дюн 10-15 в год. Мы наблюдали, что во время практики он перемещался на метры. В ходе наших исследований на 26

га земли в селе Октепа Дангаринского района Коканского оазиса были посажены различные сельскохозяйственные культуры, около 2000 ив и 70 крупных ив. Но в процессе мониторинга было установлено, что за последние 10 лет осталось 280 кустов турангил и 14 кустов ивы.

Также было замечено, что площади саксаула, посаженного с целью снижения скорости ветра и предотвращения развития песчаных массивов и живых изгородей, посаженных против эрозии, практически исчезнут вокруг возделываемых полей в районах, прилегающих к пустыням Центральной Ферганы. Например, в ходе исследования, проведенного в 2021 году, когда мы подсчитали имеющиеся саксаулы, выяснилось, что 123 из 127 саксоулов на 100 м² были срезаны жильцами, а 4 не срезаны. В результате таких эколого-мелиоративных условий наблюдаются опустынивание, засоление, подъем грунтовых вод, выход из сельскохозяйственного фонда земель. К причинам вышеуказанных ландшафтно-экологических проблем можно отнести увеличение численности населения в оазисе.

Известно, что большая часть оазиса находится на террасах левобережья Сырдарьи у подножия Сохской и Шохимардонской равнин, а также на сильно дренированных равнинах, спускающихся к Сырдарье ниже аккумулятивных аллювиально-деллювиальных отложений. Географическое положение объекта исследований сделало его геологические, геоморфологические, гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия резко отличными от других оазисов долины.

Гидрогеологическое состояние Кокандского оазиса и связанные с ним эколого-мелиоративные условия определяются проникновением подземного стока из верхних гипсометрических точек долины в сторону центра из-за неровностей рельефа. Сильный дренаж оазиса вызывает движение просачивающейся воды вверх из-за проницаемости недр. Эти процессы, связанные с освоением и орошением оазисных земель, привели к резкому изменению ландшафтно-мелиоративной ситуации за более чем 70-летний период.

Отсутствие дренажных сетей имело негативные последствия в определении гидрогеологического состояния Кокандского оазиса до освоения. Например, со строительством мусоросборника, расположенного в северной части Багдадского района, резко снизился уровень воды Коканского оазиса, расположенного в северо-восточных частях конического растекания Соха. Благодаря проходящему через Ёзёвонский массив Файзиабадскому коллектору уровень

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

фильтрационных вод здесь снизился с 1-1,5 м до 1,5-2 м. Это также вызвало снижение уровня просачивающихся вод в районах, где расположены другие коллекторы отходов.

В гидрогеологическом состоянии подземных вод Коканского оазиса основное положение определяют уровень грунтовых вод и их минерализация. Особенно в межконусной низменности Сох-Исфайрам накопление солей, связанных с аллювиальными отложениями старого озера, явилось основным источником сильного засоления земель этой местности. В результате регулярного орошения стало наблюдаться постепенное вымывание солей на участке.

Особенно в селе Ёзёвон и его окрестностях количество солей в родниковой воде снизилось до 0-1-1 г/л. Количество солей в восточных районах Маргиланского оазиса уменьшилось до 3-5 г/л. В аллювиальных долинах Сырдарьи за счет орошения наблюдалось снижение солености фильтрационных вод. Особенно на террасе Каир и Кайирусти в радиусе 1-1,5 км от Сырдарьи соленость сызотовой воды снизилась до 1 г/л. В результате соли были вымыты орошением и сброшены речной водой.

В первые годы орошения наблюдается вымывание солей, содержащихся в почве Коканского оазиса, что связано с усилением аллювиального процесса. К более поздним стадиям развития стали происходить резкие изменения гидрогеологического состава подземных вод. Такие изменения заняли большие площади Коканского оазиса. Также негативное влияние стали оказывать ландшафты Дангаринского, Бувайдинского, Риштонского, Багдадского, Алтыарыкского районов, уровень минерализации колодезной воды в них составляет 2,26-2,48 г/л, количество солей, поступающих на орошаемые площади, в несколько раз превышает количество выходящей соли. На участках, где уровень воды Сизота составляет 1-1,5 м, количество солей составляло 3 г/л и более.

Минерализация фильтрационных вод в северо-восточной части Сохского района, считающегося одним из крупных участков Коканского оазиса, увеличилась с 2,5 г/л в 1980 г. до 4 г/л в 2018 г., а в восточной части - с 1,0 г/л. до 2,1 г/л. С 2010-х годов экологическое состояние Сохской равнины ухудшилось. Основными причинами этого являются освоение новых земель, игнорирование типов ландшафта при размещении сельскохозяйственных культур, усиление деятельности промышленных предприятий в той части реки, где ведется добыча гравия. Это приводит к распространению характера,

процесс загрязнения подземных пресных вод становится все более интенсивным.

Расширение орошаемых площадей в верхней части Кокандского оазиса и широкое применение в них минеральных и химических удобрений ухудшает мелиоративное состояние посевных площадей и населенных пунктов в нижней части пространства и приводит к увеличению уровня просачивающихся вод. Верхние части Кокандского оазиса в настоящее время полностью освоены за счет орошаемого земледелия, на этих землях заложены сады, развиты садоводство, овощеводство, хлопководство. Однако вода, используемая для орошения, омывает гипсовые и засоленные породы и попадает в грунтовые воды, повышая тем самым их жесткость и минерализацию. Площадь распространения подземных вод с общей жесткостью более 7 мг.экв/л увеличилась на 120 км² по сравнению с 1970-ми годами, когда началась эксплуатация.

Уникальные природно-географические особенности Кокандского оазиса и механический состав почвообразующих пород под влиянием орошения создают в районе уникальные почвенные эколого-мелиоративные комплексы и их геохимические свойства. Изучение агрохимических свойств почв важно с геохимической точки зрения, причем элементы, входящие в ее состав (Fe, Rb, Tn, Ce, Cs, Ta, Li), участвуют в геохимической цепи вода-почва-растение. наряду с другими питательными веществами.

Геохимическая характеристика Кокандского оазиса очень сложна, особенно для засоленных почв и орошаемых луговых почв, по механическому составу они легкие и средние песчаные, с утяжелением механического состава от верхних слоев к нижним. Концентрация раствора в поверхностном слое орошаемых почв составляет 10,5-12,5 г/л, а в засоленных – 240 г/л. Расход подземных вод в Кокандском оазисе составляет 44,5 % через почву и 17,5 % через сточные коллекторы. Испарение и транспирация также составляют 38 % сброса сточных вод. Количество дождевой воды, покидающей оазис за счет испарения и транспирации, достигает в среднем 6000 м³/га в год.

Режим фильтрационных вод, их баланс, свойства почвенного слоя наряду с растительным покровом имеют большое значение при делении оазисных ландшафтов на эколого-мелиоративные районы. При изучении площадей, занятых культурными растениями, установлено, что за счет культурных культур наблюдается большая

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

транспирация. Основной причиной этого является густое и плотное расположение здесь культурных растений, регулярный полив. В частности, с одного гектара хлопка испаряется в среднем 6165 м^3 воды в год, что существенно влияет на баланс подземных вод. Разница между притоком и оттоком в Коканском оазисе, имеющем сложные гидрогеологические условия, зависит от глубины просачивания вод.

В соответствии с ним оазис делится на районы с устойчивым и неустойчивым гидрогеологическим режимом. Поля культурных растений представляют собой участки с неустойчивым гидрогеологическим режимом в зависимости от интенсивности орошения. Потому что это зависит от транспирации и подъема просачивающейся воды под влиянием орошения. Уникальный источник подземных вод сформировался в оазисе за счет взаимообусловленности водоносных горизонтов, развитых в разновозрастных отложениях благодаря его уникальному геолого-литологическому строению. Значение этого источника в снабжении водой фермы Коканского оазиса за последнее столетие возросло до очень высокого уровня. В 1970-х годах воду брали из 14 скважин в районе оазиса, а в 2017 году количество водозаборных скважин увеличилось до 3444. Среднегодовой расход воды источника составляет $1944,76 \text{ м}^2$, а на практике используется только 45 %.

В результате проведенных исследований ландшафтные комплексы Коканского оазиса изучены с учетом динамических характеристик природных и антропогенных факторов при формировании антропогенного воздействия и эколого-мелиоративного состояния почвы. В процессе исследования ландшафтов Кокандского оазиса был использован ландшафтно-геохимический метод поэтапного развития геокомплексов и выделены следующие эколого-мелиоративные районы:

- ✓ Эколого-мелиоративная область нижних частей слабозасоленных просторов Коканского оазиса.
- ✓ Эколого-мелиоративная область средне и сильнозасоленных аллювиальных равнин и котловин Коканского оазиса.
- ✓ Эколого-мелиоративная область Коканского оазиса с высокогорным и бесплодным песком.
- ✓ Эколого-мелиоративный район Коканского оазиса с луговыми аллювиальными почвами Сырдарьинского каира и надкаировыми террасами.

В заключение можно сказать, что результаты исследований, проведенных в Коканском оазисе, показали, что освоение земель без учета специфических особенностей засушливых районов приводит к изменению эколого-мелиоративных условий на больших площадях, промыванию почвенного слоя, различные формы эрозионных явлений, подъем уровня грунтовых вод, засоление вызвали такие негативные последствия, как застройка. Поэтому необходимо опираться на новейшие достижения науки и техники и положительное влияние хозяйственной деятельности человека в развитии засушливых регионов и землепользования. Для этого целесообразно реализовать следующие экологические и мелиоративные рекомендации:

- адаптация культурных культур к типам почв и ландшафтов;
- широкое распространение интенсивных садоводческих производств;
- учет экологических условий местности при размещении антропогенных ландшафтов типа техногенных, селитеб;
- применение новых эффективных методов обогащения почв органическими веществами и улучшения их химического, физического, агрохимического, экологического и мелиоративного состояния;
- повысить продуктивность почвы оазиса, не допустить сдувания ветром плодородного слоя почвы, закладывая в канавах 10 тонн илистых пород (грязей) тяжелого механического состава на гектар земли;
- проводить солевые промывки в феврале-марте на слабозасоленных почвах, а в осенне-зимний и весенний периоды на средне- и сильнозасоленных почвах;
- посадка между ними люцерны, зерновых и кормовых трав до создания живых изгородей;
- учет степени эродированности его гумусового слоя при оценке мелиоративного состояния оазисных почв.

Список цитируемой литературы

1. Абдулкасимов А, Козибоева О. Микрорайонирование и мелиоративная оценка ландшафтов Сохского хребта. Самарканд.: СамДУ, 2009. – 134 с.
2. Боймирзаев К.М., Мирзахмедов И.К. Воды оазисов Ферганской долины и их гидрогеологическая характеристика //

Сведения Географического общества Узбекистана. 53 – Том. – Ташкент, 2019. С. 44-47.

3. Мирзахмедов И.К. Экологическая оптимизация ландшафтов Коканского оазиса. PhD автореферат диссертации, написанный для получения степени. – Самарканд. 2021, с. 50

4. Мирзахмедов И.К. Особенности формирования и развития почвенного оазиса Ферганской долины // Наука и Земля. №1. Научный журнал. Худжанд, 2020. – с. 32-36.

5. Мирзахмедов И.К. Почвенно-экологические условия Коканского оазиса и влияние на них эрозионных процессов // Известия Географического общества Узбекистана. Том 58. Ташкент, 2020. – С. 60-67.

6. Боймирзаев К.М., Солиев И.Р. Влияние ветровой эрозии на ландшафтно-экологические условия оазисов (на примере Коканского оазиса) // Актуальные проблемы развития геодезии, картографии и кадастровой отрасли. Материалы республиканской научно-практической конференции. Самарканд, 2014. С. 78-80.

Mirzahmedov Ismoil Karimjon Ugli

ECOLOGICAL-AMELIORATIVE CONDITIONS OF LANDSCAPES AND PLANNING PROBLEMS (ON THE EXAMPLE OF THE KOKAND OASIS)

Namangan state university

Uzbekistan, Namangan

ismoil_landsat@mail.ru

Abstract: This article describes the ecological and reclamation state of the soils of the Kokan oasis, the ongoing changes, the impact of anthropogenic factors on soil fertility and measures to combat them. In addition, issues of zoning the ecological and reclamation conditions of the oasis and its cartographic scheme have been developed.

Key words: oasis soils and fertility, soil salinization, precipitation, deflation, environmental problems, zoning, anthropogenic factors.

Р.В. Репкин

**ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ПРИГРАНИЧНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ ВЛАДИМИРСКОЙ И МОСКОВСКОЙ
ОБЛАСТЕЙ XIX-XXI ВВ.**

Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

repkinerom75@mail.ru

Аннотация: Представленные материалы отражают динамику изменения ландшафтов приграничных территорий Владимирской и Московской областей на протяжении XIX-XXI вв. по результатам цифровизации карт на промежутке с 1850 по 2019 гг. Проанализированы полученные данные после оцифровки карт. Выявлены причины изменения основных ландшафтов исследуемой территории.

Ключевые слова: компоненты ландшафта, антропогенные изменения ландшафта, динамика ландшафтов, ГИС, ArcGis.

Введение

Территории, на которых столетиями велась хозяйственная деятельность, представляют важную ценность для исследования изменения ландшафтов. С помощью исторических данных можно отследить, как, по средству антропогенного воздействия изменялась природная среда и ландшафты. Такой территорией является исследуемый в данной работе участок, расположенный на границе двух смежных областей – Московская и Владимирская. Использование компьютерной техники и современных ГИС технологий позволяет получать и анализировать численные показатели ландшафтной структуры территории и характера землепользования, оценивая, при наличии достаточного материала, историческую динамику этих показателей. Благодаря появлению современных способов изучения ландшафтов в виде ГИС-технологий, данное исследование приобретает всё большую актуальность, ведь теперь можно проследить изменения ландшафтов более чем за столетний промежуток времени.

Примерно 200 лет назад началось систематическое крупномасштабное картографирование территории центральных районов России. Это дает возможность точно восстановить динамику

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

изменения ландшафта применительно к конкретной территории. В данном исследовании использовались картографические материалы четырех исторических эпох, начиная с середины XIX в.: 1.Топографическая межевая карта А.И. Менде Владимирской Губернии 1850 г. [1]; 2. Топографическая военная карта (РККА) 1941 г. [2]; 3.Топографическая карта Владимирской области Госгеоцентра 2001 г. [3]; 4. Карты растительного покрова Земли, международного проекта мониторинга земной поверхности «Коперник» («Copernicus land») по спутниковым снимкам 2019 г. [4].

Зона исследования расположена на границе двух смежных областей-Московская и Владимирская, и входила в границы Владимирской губернии в XIX веке. Полигоны, выбранные для исследования, расположены в двух природных районах: на севере – это территория Клинско-Дмитровской гряды, на юге – Мещерской низменности, с типичными для них ландшафтами [5]. Главным водным объектом является река – Клязьма. Каждый исследуемый квадрат (полигон) имеет площадь 1000 км² со стороной 33,33 км (Рисунок 1).



Рисунок. 4. Район исследования, относительно бассейна реки Клязьмы и природных районов и на основе – OpenStreetMap, 2023

Цель исследования – проведение сравнительного анализа ландшафтной структуры изучаемой территории в различные исторические эпохи и выявление основных исторических и экономических факторов, послуживших возможной причиной обнаруженных изменений ландшафтов. Для решения поставленных задач применён пакет прикладных программ ArcGIS и OCAD 9,

автоматически выполняющие все процедуры, необходимые для обеспечения совместимости карт, их наложения, анализа, выявления сценариев и построения карт, включая подсчет необходимых количественных характеристик (площадей и др.).

Компьютерная обработка карт проведена по следующему алгоритму: 1) перевод (оцифровка) всех картографических источников в цифровую форму с привязкой к топооснове в проекции Гаусса-Крюгера; 2) создание единой базы геоданных, которая помогла объединить картографическую и атрибутивную информацию; 3) на картах выделены контуры 12 базовых ландшафтных элементов, занятых лесными, пахотными и сенокосными угодьями, селитебными территориями и др.; 4) подсчитана площадь каждой категории угодий; 5) проведено парное наложение карт за последовательные этапы, при этом выделялись: городские населённые пункты, сельские населённые пункты, лес высокий, лес на болоте, лес заболоченный, водные объекты, луг, луг с кустарником, болото, редколесье, пашни, сады и огороды. Этот набор исчерпывает все разнообразие наблюдавшихся трансформаций угодий и позволяет построить карты динамики угодий [6].

Результаты исследования

Данные, полученные в ходе оцифровки карт по выбранным элементам ландшафтов, отражают общую картину состояния и динамики ландшафтов в границах исследуемой территории.

Полученные результаты в ходе оцифровки карты А.И. Менде показали, что в 1850 году наибольшее значение площади имеет такой элемент ландшафта как лес высокий (строевой), который занимает 30 процентов от всей площади полигона. Следующий по значению элемент – пашня, занимающая 25 % площади полигона. Высокие показатели площади пашни связаны с тем, что большинство населения занималось сельским хозяйством. В условиях крепостного права, из-за которого крестьяне работали на помещиков, им приходилось возделывать огромные площади пахотных земель.

С середины XIX века по 1941 год (карта РККА) доля пашни от общей площади упала и составила 14 % от общей площади, что практически в 2 раза меньше, чем в 1850 году. Данная тенденция связана с тем, что в начале XX века происходили процессы урбанизации населения страны. Люди стали оставлять свои дома в деревнях и уезжать в города, при этом пашни оставались без обработки и стали зарастать травой и редколесьем. На это указывает и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

резкое увеличение поросли леса и строевого сухого леса (поросль выросла с 19 до 106 км², а лес высокий увеличился в площади на 200 км²).

Результаты оцифровки карты 2001 года отражают рост доли высокого леса до 936 км², что связано с предшествующими двумя десятилетиями, которые характеризовались падением доли сельского хозяйства. К этому привёл экономический кризис и распад СССР.

Обращаясь к изменению площади городов и сельских населённых пунктов, можно констатировать, что площадь городов значительно выросла в процессе урбанизации и составила 41 км². Площадь сельских населенных пунктов и дачных посёлков также увеличилась, показав результат в 73 км², что на 23 км² больше, чем в 1941 году.

Итоговый 2019 год оцифровки показал, что площади пашни достигли минимального значения и имеют показатели в двое меньшие, чем в середине XIX века. Лес высокий по-прежнему имеет наибольшую площадь 871 км² среди всех ландшафтных элементов (Рисунок 2).

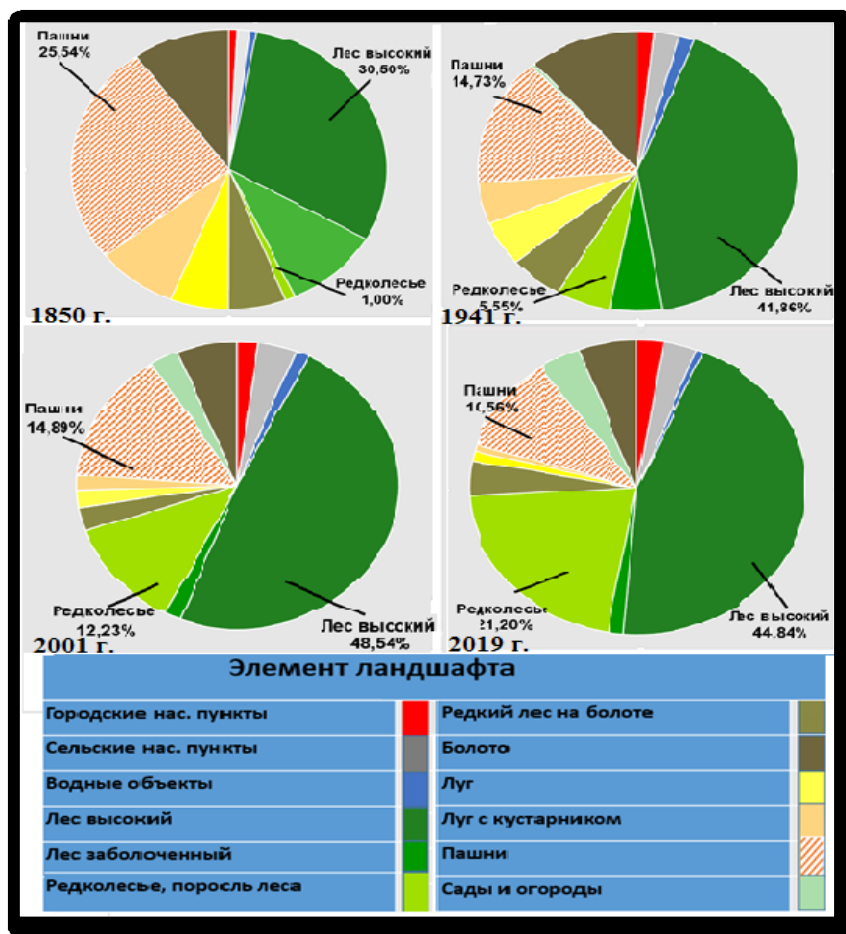


Рисунок 5. Результат сравнительного картометрического анализа оцифрованных карт.

Выводы

Исследование архивных картографических материалов и обработка их с помощью современных методов и ГИС-технологий позволяет проанализировать динамику ландшафтной структуры территории XIX-XXI веков. Проанализирована и изучена история развития приграничных территорий Владимирской и Московской областей за несколько этапов.

Результаты отражают то, что на исследуемой территории растет площадь населённых пунктов благодаря увеличению миграции из соседних районов и областей, которая связана с нахождением рядом с исследуемым районом экономического политического и культурного центра – Москвы и её агломерации. Анализ элементов структуры ландшафтов показал, что площадь сельских населенных пунктов увеличилась с 26 км² до 65 км², значительно увеличились в площади и городские населённые пункты с 15 км² до 46 км². Площадь пашни уменьшилась на 42 %, в 1850 году показатель составил 486 км², а в 2019 всего 205 км². Луга уменьшились в площади с 114 км² до 22 км², луга с кустарником с 145 км² до 13 км².

Проанализированы природные и антропогенные изменения в ландшафте на исследуемой территории и уставлены возможные причины и тенденции выявленных изменений. Динамика в ландшафте на исследуемой территории с XIX по XXI века выражена в увеличении доли леса высокого и редколесий, связанные прежде всего с антропогенным воздействием – регрессией сельского хозяйства и урбанизацией, которые привели к уменьшению площади пашен и зарастанию этих земель древесно-кустарниковой растительностью.

Список цитируемой литературы

1. Карта А.И. Менде Владимирской губернии 1848-1850 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_mende/?x=40.409355&y=56.127262. – Дата доступа: 20.01.2023.
2. Карта РККА О-37 (Г) N-37, 1941 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-rkka_o-37-g-n-37-b/. – Дата доступа: 20.01.2023.
3. Подробная топографическая карта Владимирской области, 2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_topographic-map/. – Дата доступа: 20.01.2023.

4. Программа Коперник // ВикибриФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikibrief.org/wiki/Copernicus_Programme. – Дата доступа: 28.04.2023.
5. Романов В.В. Ландшафты Владимирской области. Ландшафты Мещерской провинции: учеб. пособие/; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. -136 с.
6. Карапетян К.О., Петросян С.Х. Анализ изменений природных и антропогенных ландшафтов на территории юга Нерлинско-Уводской низменности с середины XIX в. по настоящее время // Экология речных бассейнов: Труды 10-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифионовой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим. г.Владимир, 2021. – С. 415-420.

R.V. Repkin¹

DYNAMICS OF LANDSCAPES OF THE BORDER TERRITORIES OF THE VLADIMIR AND MOSCOW REGIONS OF THE XIX-XXI CENTURIES

Vladimir State University
Russia, Vladimir
repkinerom75@mail.ru

Abstract. In the course of the work, the dynamics of changes in the landscapes of the border territories of the Vladimir and Moscow regions of the XIX-XXI centuries was studied. The digitization of maps was carried out in the period from 1850 to 2019. The data obtained after digitizing the maps were analyzed. The causes of changes in the main landscapes of the studied territory are revealed.

Key words: landscape, anthropogenic changes in the landscape, GIS.

Р.В. Репкин

**ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ
ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА ВЛАДИМИРСКОЙ
ОБЛАСТИ В XIX–XXI ВЕКАХ**

Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

repkinerom75@mail.ru

Аннотация: В процессе работы исследована динамика изменения ландшафтов территорий северо-востока Владимирской области за XIX–XXI вв. Проведена векторизация карт за период с 1850 по 2019 года. Проанализированы полученные данные после оцифровки карт. Выявлены причины изменения основных ландшафтов исследуемой территории.

Ключевые слова: компоненты ландшафта, антропогенные изменения ландшафта, динамика ландшафтов, ГИС, ArcGis.

Введение

Территория северо-востока Владимирской области достаточно широко изучена. Однако, динамика трансформации ландшафтной структуры ранее не рассматривалась.

В XIX веке началось систематическое крупномасштабное картографирование территории центральных районов России, что позволило восстановить динамику изменения ландшафтов в пределах исследованной территории. В настоящее время, при помощи GIS технологий у нас появилась возможность провести анализ ландшафтных структур и выявить изменения в них за 170 лет.

В данном исследовании использовались картографические материалы разных исторических эпох, а именно: 1. Топографическая межевая карта А.И. Менде Владимирской Губернии 1850 г. [1]; 2. Топографическая карта рабоче-крестьянской Красной армии (РККА) 1939 г. и комплементарная ей американская топографическая карта запада СССР 1950 г., перекрывающая полностью район исследования [2]; 3. Топографическая карта Владимирской области Госгеоцентра 2001 г. [3]; 4. Карта растительного покрова Земли, международного проекта мониторинга земной поверхности «Коперник» («Copernicus land») по спутниковым снимкам 2019 г. [4].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Исследования проведены в пределах территории Волжско-Окского междуречья в бассейне реки Клязьма, на северо-западе Владимирской области. Включает в себя большую часть Вязниковского района и захватывает юго-восток Ковровского района. Объектом исследования является ландшафтная структура северо-востока Владимирской области. Исследуемая территория находится на границе 2-х природных районов: северо-восток Ковровско-Касимовского плато и юго-запад Лухского полесья [5].

Предмет исследования – динамика элементов ландшафтной структуры исследуемого района. Каждый исследуемый квадрат (полигон) имеет площадь 1000 км^2 со стороной 33,33 км (Рисунок 1).

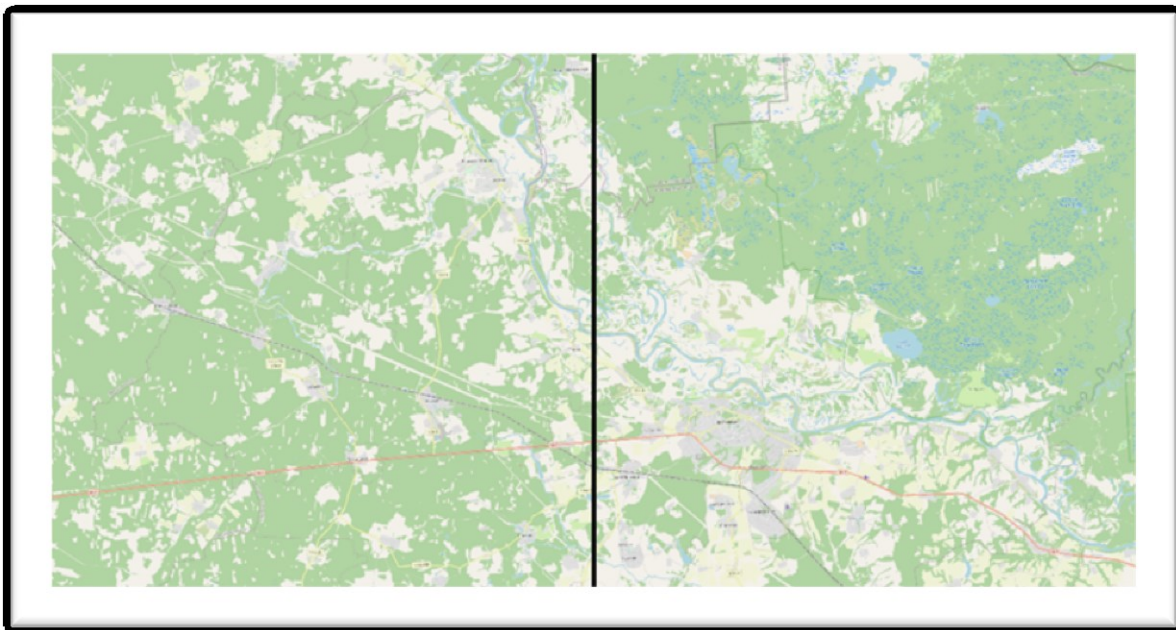


Рисунок 6. Район исследования в окрестностях г. Вязники на основе – OpenStreetMap, 2023.

Цель исследования – изучение трансформации ландшафтов северо-востока Владимирской области. Для реализации работы применён пакет прикладных программ ArcGIS и OCAD 9, автоматически выполняющие все процедуры, необходимые для обеспечения совместимости карт, их наложения, анализа, выявления сценариев и построения карт, включая подсчет необходимых количественных характеристик (площадей и др.).

На картах выделены контуры 12 основных базовых ландшафтных элементов, занятых лесными, пахотными и сенокосными угодьями, селитебными территориями и др. Элементы данной классификации позволяет наиболее точно определить динамику изменения структуры ландшафтов на исследуемой нам

территории. Итогом векторизации карт стало создание базы значений площадей ландшафтных элементов в разные периоды времени.

Результаты исследования

Анализ полученных результатов показал, что на протяжении всего исследуемого периода, главными из ландшафтных элементов являлись: лес высокий, пашни, заболоченный лес, поросль леса, и луга чистые (Рисунок 2).

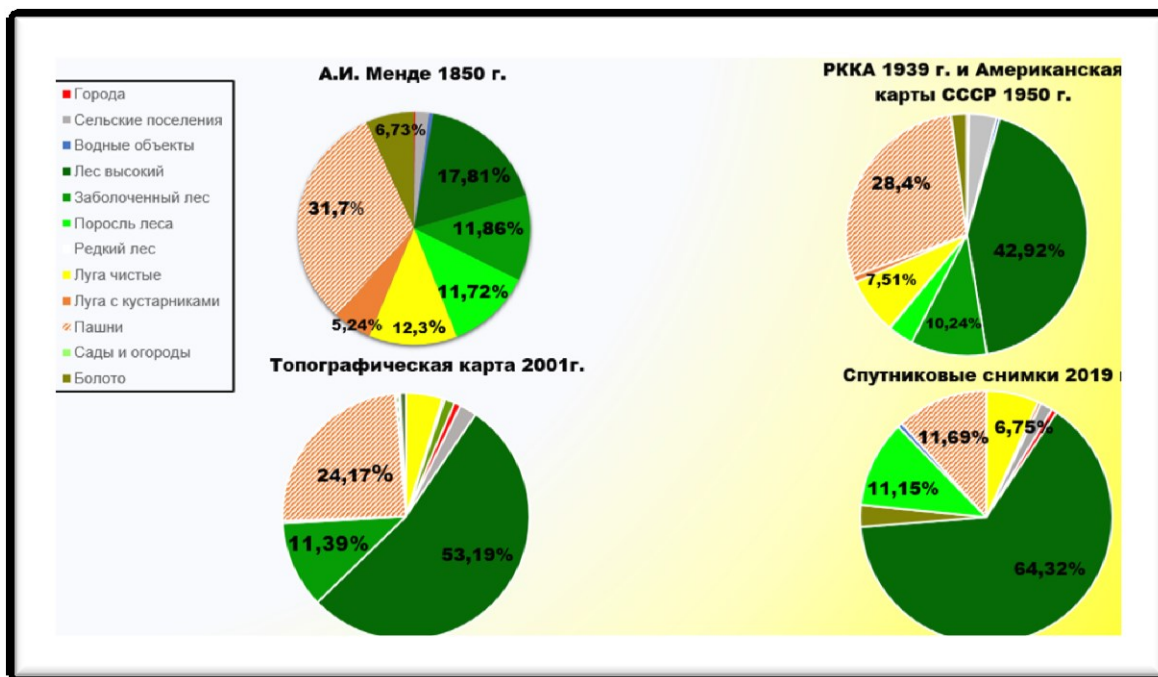


Рисунок 7. Результат сравнительного картометрического анализа оцифрованных карт.

Исследование динамики изменения площадей панеш, сел. И городских населенных пунктов. Показало, что за исследуемый период времени площадь пашен сократилась на 416,81 км². Уменьшение площадей сельхоз угодий связано в первую очередь с коллективизацией в середине XX века. В XXI веке виден наибольший спад площадей. Это связано с изменением структуры экономики Вязниковского района – от сельского хозяйства к промышленности. Изменение площади городских и сельских населенных пунктов выражена достаточно незначительно (Рисунок 3).

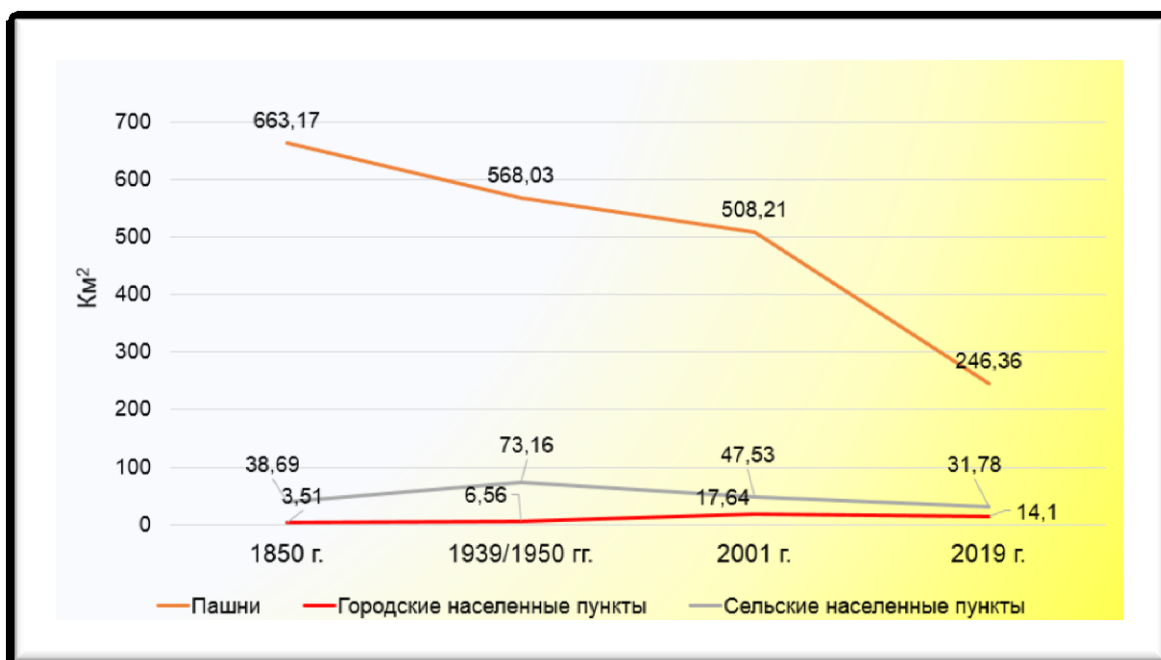


Рисунок 3. Динамика изменения пашен, городских и сельских населенных пунктов

Исследование динамики изменения площадей высоких лесов, заболоченных лесов и поросли леса, показало, что: за исследуемый промежуток времени, площадь высоких лесов значительно увеличилась до 944,89 км². Увеличение площадей лесов связано с зарастанием сельскохозяйственных угодий. Со временем, посевные территории были заброшены, что привело к увеличению площадей лесов.

Динамика изменения площадей заболоченных лесов выражена незначительно. На спутниковых снимках 2019 года данных ландшафтный элемент не выявлен.

Площадь поросли леса в период с 1850 по 2001 года значительно снизилась на 232 км². В XXI веке наблюдается резкое увеличение территорий под порослью леса на 221 км². Уменьшение площадей в начале исследуемого нами временного отрезка связано с переходом данного ландшафтного элемента в категорию – высокие леса. По истечении большого количества лет, бывшие не используемые сельскохозяйственные территории начали покрываться лесной растительностью, образуя массив высоких лесов.

Площадь болотных угодий не имеет выраженной динамики. В период с 1939 по 2001 год началась активная добыча торфа на территории квадрата «Б» в ландшафтах Лухского полесья. С этим процессом связано уменьшение водно-болотных угодий (Рисунок 4).

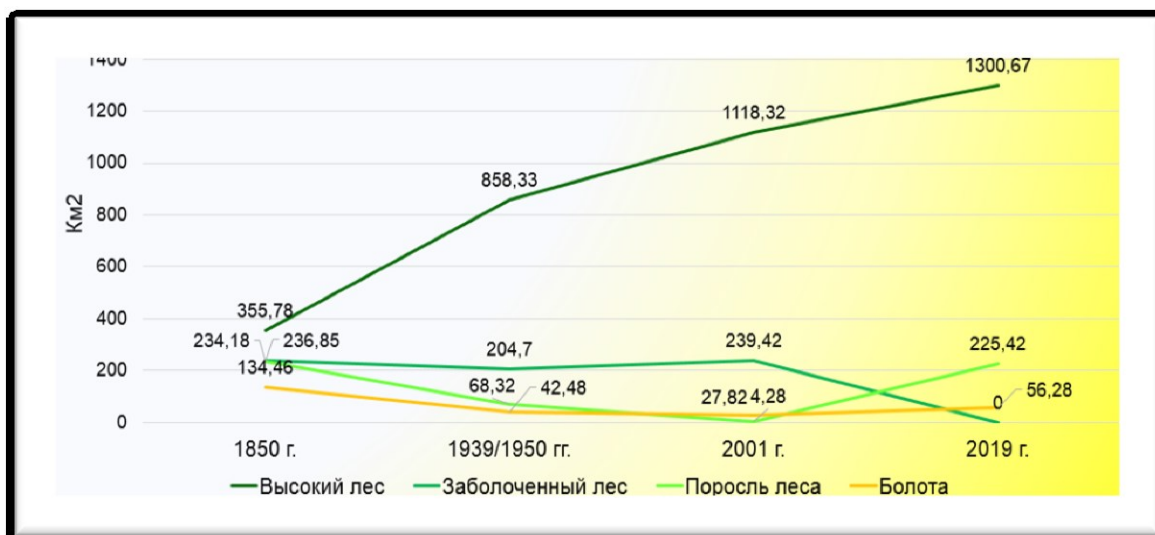


Рисунок 4. Динамика изменения площадей высоких лесов, заболоченных лесов, поросли леса и болот

За исследуемый период времени площадь чистых лугов сократилась на 109,15 км². Площадь лугов с кустарниками сократилась на 96,07 км². Данные уменьшения площадей ландшафтных элементов связано главным образом с распашкой лугов под сельское хозяйство, а также зарастание луговых территорий лесными массивами. Резкое снижение площади лугов с кустарниками связано с трансформацией этих территорий в другие категории – поросли леса или сухие, зрелые леса. Территории, занимаемые данным ландшафтных элементов, зарастали лесом, вследствие чего уменьшалась их площадь. Увеличение площадей лугов с кустарниками в XXI веке происходит благодаря зарастанию сельскохозяйственных земель.

Выводы

Сравнительный анализ структуры ландшафтных элементов показал значительное изменение площадей пашней, высоких лесов, порослей леса и чистых пойменных лугов. Территории пашен сократились на 416,81 км² в период за 170 лет. За исследуемый промежуток времени, площадь сухих, высоких лесов значительно увеличилась. За исследуемый нами период территории высоких лесов увеличились на 944,89 км². Площадь поросли леса в период с 1850 по 2001 года значительно снизилась на 232,57 км². В XXI веке наблюдается резкое увеличение территорий порослей леса на 221,14 км².

Комплексный анализ исторических факторов показал, что основной причиной изменений ландшафтной структуры зоны исследования является антропогенное воздействие человека. Индустриализация и коллективизация являлись основной причиной уменьшения сельскохозяйственных угодий и увеличения территорий высоких лесов.

Список цитируемой литературы

1. Карта А.И. Менде Владимирской губернии 1848-1850 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_mende/?x=40.409355&y=56.127262. – Дата доступа: 20.01.2023.
2. Карта РККА О-37 (Г) N-37, 1941 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-rkka_o-37-g-n-37-b/. – Дата доступа: 20.01.2023.
3. Подробная топографическая карта Владимирской области, 2001 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-vladimir_topographic-map/. – Дата доступа: 20.01.2023.
4. Программа Коперник // ВикибриФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikibrief.org/wiki/Copernicus_Programme. – Дата доступа: 28.04.2023.
5. Романов В.В. Ландшафты Владимирской области. Ландшафты Мещерской провинции: учеб. пособие/; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. – 136 с.

R.V. Repkin

LANDSCAPE ANALYSIS OF THE TRANSFORMATION OF THE TERRITORIES OF THE NORTH-EAST OF THE VLADIMIR REGION IN THE XIX–XXI CENTURIES.

Vladimir State University

Vladimir, Russia

repkinerom75@mail.ru

Abstract: In the course of the work, the dynamics of changes in the landscapes of the territories of the north-east of the Vladimir region for the XIX-XXI centuries is studied. Vectorization of maps for the period from 1850 to 2019 was carried out. The data obtained after digitizing the maps

are analyzed. The reasons for the change in the structure of the landscapes of the studied territory are revealed.

Key words: landscape, anthropogenic changes in the landscape, GIS.

УДК 598.296.4

В.В. Романов¹, В.А. Кузнецова²

**ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СЛОГОВОГО СОСТАВА
ПЕСНИ КАМЫШОВОЙ ОВСЯНКИ (*SCHOENICLUS*
SCHOENICLUS) В ПОЙМАХ РЕК КЛЯЗЬМА И НЕРЛЬ В
ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ВЛАДИМИРА**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹vl.vl.romanov@yandex.ru, ²kuznetsova02valeriya@mail.ru

Аннотация. Проанализированы многолетние изменения набора начальных слогов в песне камышовой овсянки на двух участках – в поймах рек Клязьма и Нерль на рубеже второго и третьего десятилетий XXI века. Отмечена высокая межгодовая вариабельность набора используемых типов слогов.

Ключевые слова: птицы; диалектная вариабельность пения; камышовая овсянка.

В пойменных местообитаниях бассейна Клязьмы камышовая овсянка (*Schoeniclus schoeniclus* или *Emberiza schoeniclus*) — обычный широко распространенный вид, способный достигать высоких значений плотности населения в полуоткрытых и открытых околородных и переувлажненных биотопах, типичный вид для агроландшафта Владимирского ополья, где на фоне изменений структуры землепользования отмечен рост численности [1]. Это характерный обитатель пойм рек Клязьмы и Нерли.

В отличие от ряда других видов певчих птиц, диалектная изменчивость пения камышовой овсянки в Северной Евразии до недавнего времени практически не изучалась. Песня представляет собой серию разделенных паузами коротких повторяющихся строф, состоящих из отдельных слогов. Слоги устойчиво воспроизводятся в

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

песне одного самца; одни и те же слоги могут встречаться в пении разных птиц. Песни разных самцов отличаются разной степенью вариабельности. У одних птиц в течение вокальной сессии происходит смена большей части исполняемых слогов, у других песня от строфы к строфе практически неизменна, различаясь лишь количеством повторений отдельных слогов. Полная песня формируется строфами из 3 частей [2, 3, 4]. Начальная часть песни обычно образована повторением одного слога, причем паузы между этими слогами могут быть заметно длиннее, чем пауза между первой и второй частями песни (либо однократным его исполнением). Как правило, у одного самца в первой части песни всегда исполняется один и тот же слог; эти первые слоги могут совпадать в пении разных птиц. Иногда слог, отмечаемый в песне одного самца как первый, отмечается в песнях других самцов во 2-3 частях песни. Некоторые самцы (вероятно, преимущественно молодые) исполняют сильно упрощенную песню, например, сводящуюся к повторению сочетания из 2 слогов, или даже воспроизводят только один слог.

Записи пения самцов камышовой овсянки выполнены в период с конца мая до начала июля с применением цифровых диктофонов Tascam DR-05 и Tascam DR-22WL, использовался выносной микрофон Rode NTG-2. Запись пения осуществлялась в формат wave без последующей обработки. Для получения сонограмм использована программа Syrinx 2.6h (автор программы — John Burt). Всего на 2 стационарах выявлен 21 тип первого слога.

В пойме Клязьмы у мкр. Коммунар г. Владимира в 2017 г. выполнены записи пения 10 самцов, у всех слог начальной части песни – P1 [2, 3]. В 2022 г. записано пение 7 самцов камышовой овсянки (причем это были все поющие самцы, обнаруженные на данной территории). Слог P1 обнаружен только у одного самца. У 2 самцов первый слог песни P4, слоги P9, P26, P27, P28 исполняло по одному самцу. При этом слоги P4 и P9 ранее отмечены в записях 2021 г. [4], а P26, P27, P28 – новые (Таблица 1, Рисунок 1).

Записи пения камышовой овсянки в Боголюбовской пойме р. Нерль отмечены в 2021, 2022 и 2023 г. [4; 5]. Второй сезон (2022 г.) резко выделяется разнообразием отмеченных типов первых слогов (11 вариантов) на фоне 2021 и 2023 г. Ни один тип первого слога не отмечен на стационаре все три сезона. Преемственность между двумя соседними годами хотя и наблюдается, но в весьма ограниченном объеме. Из 11 типов слогов, отмеченных в 2022 году, в предыдущем

году отмечено лишь 2 типа слога. В 2023 г. отмечено 4 типа слогов первой части песни. Из зарегистрированных в 2022 г. типов слогов лишь 2 встречены и в 2023 г. (Таблица 1, Рисунок 1). Интересно, что абсолютно доминировавший на всех изученных участках в 2017 г. слог P1 [2, 3] в его аутентичном варианте встречен только в 2022 году (у 2 самцов). В 2023 г. на территории Боголюбовской поймы отмечен самец с упрощенным типом песни, состоящим только из двух слогов, причем оба эти слога в том же порядке встречались в песне самца, записанной в 2021 г. неподалеку. Однако в 2021 году им предшествовал образующий начало песни слог P7, а в конце строфы периодически добавлялся еще один слог. (Рисунок 2). Т.е. песня от 2023 года – это как бы песня от 2021 г., у которой «исчезла» первая часть и «усечена» третья. Обнаруженный феномен потенциально может интерпретироваться либо как результат неполного заимствования пения у птицы старшего возраста и последующего формирования упрощенной песни, либо следствие «деградации» структуры песни у взрослой птицы.

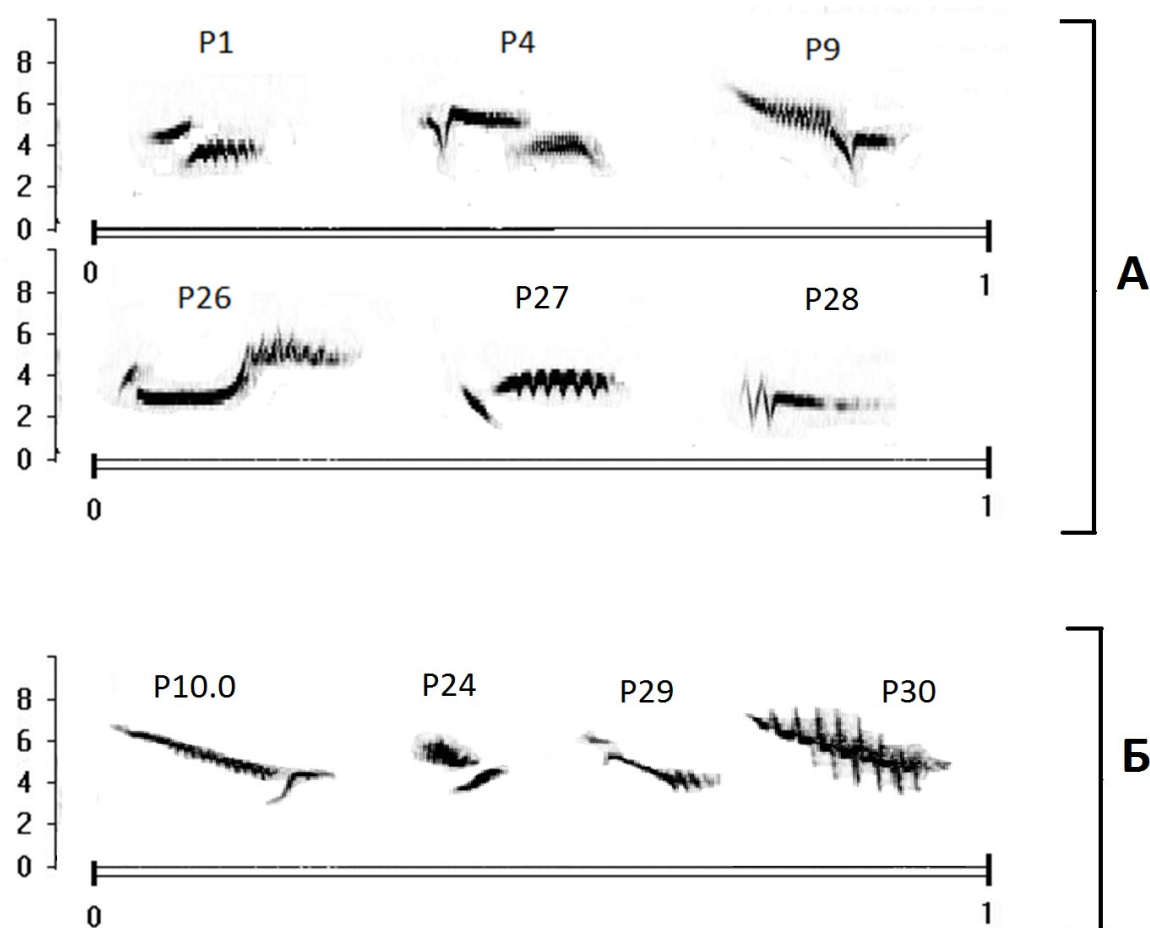


Рисунок 1. Сонограммы слогов первой части песни камышовой овсянки, отмеченные в пойме Клязьмы у мкр. Коммунар г. Владимира в 2022 гг. (А) и в Боголюбовской пойме Нерли в 2023 г. (Б). По оси Х – время, сек; по оси Y – частота, кГц.

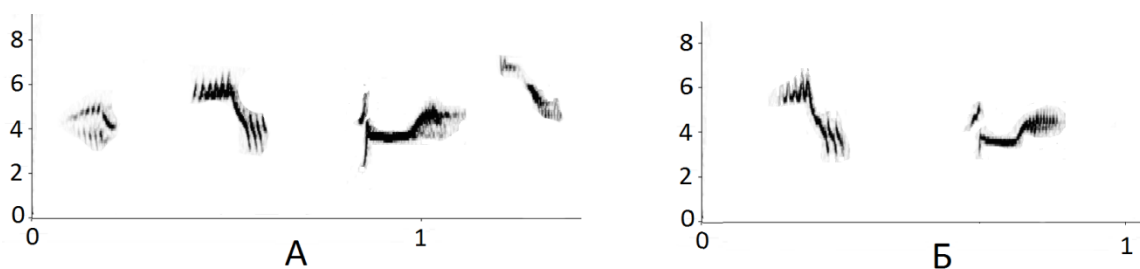


Рисунок 2. Сонограммы пения самца камышовой овсянки в Боголюбовской пойме Клязьмы в 2021 г. (А) и 2023 г. (Б). По оси Х – время, сек; по оси Y – частота, кГц.

Таблица 1. Распределение регистраций типов и подтипов слогов первой части песни камышовой овсянки по двум стационарам в исследуемые годы

Слоги	Число поющих самцов, исполняющих слог				
	Пойма Клязьмы у мкр. Коммунар		Боголюбовская пойма р. Нерль		
	2017 г.	2021 г.	2021г	2022г	2023 г.
P1.0	10	1	-	2	-
P1.1	-	-	2	-	-
P4	-	2	-	-	-
P7	-	-	1	1	-
P7.1	-	-	-	1	-
P9	-	1	-	-	-
P10	-	-	-	1	(1)*
P12.1	-	-	-	1	-
P14.1	-	-	-	1	-
P20	-	-	1	-	-
P21	-	-	3	1	-
P22	-	-	3	-	-
P22.1	-	-	-	1	-
P24	-	-	-	1	1
P25	-	-	-	1	-
P25.1	-	-	-	1	-
P26	-	1	-	-	-
P27	-	1	-	-	-
P28	-	1	-	-	-
P29	-	-	-	-	1
P30	-	-	-	-	3
-	-	-	-	-	1**
Всего поющих самцов	10	7	10	12	6
Всего типов слогов	1	6	5	11	5

* Слог исполнялся в качестве дополнительного, наряду со слогом P24.

** Самец исполнял упрощенную песню, в которой невозможно выделить типичную для камышовой овсянки первую часть

Список цитируемой литературы

1. Романов В.В. Многолетние изменения населения птиц долинно-балочной сети малого речного бассейна на востоке Владимирского ополья. // Орнитологические исследования в странах Северной Евразии [Электронный ресурс]: тезисы XV Междунар. орнитолог. конф. Северной Евразии, посвящённой памяти акад. М.А.

Мензбира (165-летию со дня рождения и 85-летию со дня смерти) доп. выпуск – Иркутск: Аспринт, 2021. С. 32-33.

2. Романов В.В. Сравнительный анализ структуры и вариабельности песни камышовой овсянки в некоторых агроландшафтах Владимирской области / Ю.И. Круглова // Птицы и сельское хозяйство. Материалы II Международной орнитологической конф. «Птицы и сельское хозяйство: современное состояние, проблемы и перспективы изучения». – Иваново: ПресСто, 2018. – С.282-288.

3. Романов В.В. Динамика слогового состава первой части песни камышовой овсянки в Среднем Приклязьмье в 2017–2022 гг. Второй Всероссийский орнитологический конгресс (г. Санкт-Петербург, Россия, 30 января – 4 февраля 2023 г.). Тезисы докладов. — М.: Товарищество научных изданий КМК. 2023. С.228.

4. Романов В.В., Владыкина П.Ю., Кузнецова В.А. Некоторые особенности слогового состава песни камышовых овсянок (*Schoenichus schoenichus*) в поймах рек Нерль и Каменка (Владимирское ополье) в 2021 г. // Экология речных бассейнов: Труды 10-й Междунар. науч.- практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Аркаим. г. Владимир, 2021. С.379-385.

5. Кузнецова В.А., Владыкина П.Ю. Динамика диалектных особенностей песни камышовой овсянки (*Schoenichus schoenichus*) в долине р. Нерль в 2021-2022 гг // Дни науки студентов Владимирского гос. университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых : сб. материалов науч.- практ. конф., 20 марта – 7 апр. 2023 г., г. Владимир [Электронный ресурс] / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023 С.1193-1198 Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/cbFZ/GYGZokLVQ>

V.V. Romanov¹, V.A.Kuznersova²

**FEATURES OF THE DYNAMICS OF THE SYLLABIC
COMPOSITION OF THE SONG OF REED BUNTING
(*SCHOENICLUS SCHOENICLUS*) IN THE FLOODPLAINS OF
THE KLYAZMA AND NERL RIVERS IN THE VICINITY OF
VLADIMIR**

Vladimir State University

(Russia, Vladimir, ¹vl.vl.romanov@yandex.ru,

²kuznetsova02valeriya@mail.ru)

Abstract. The long-term changes in the set of initial syllables in the song of reed bunting on two sites – in the floodplains of the Klyazma and Nerl rivers at the turn of the second and third decades of the XXI century are analyzed. A high interannual variability of the set of syllable types used was noted.

Keywords: birds; dialectic variation of song; common reed bunting .

УДК 631.4

В.В. Скляр, Н.В. Чугай

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ БАСЕЙНА РЕКИ КЛЯЗЬМА В
ПРЕДЕЛАХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г.
Столетовых

Россия, г. Владимир

varvara_golcova@mail.ru, chugaj-n@yandex.ru

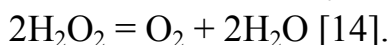
Аннотация: Постагроденные почвы – площади, которые формально числятся пашней, но не засеваются и переходят в перелог. Для того, чтобы их вновь перевести в пашни, необходимо установить агрохимические показатели таких почв. Одним из таких показателей является ферментативная активность. В данной работе была изучена каталазная активность постагроденных почв бассейна реки Клязьма в пределах Владимирской области.

Ключевые слова: почва, каталазная активность, бассейн реки, ферменты, антропогенная нагрузка.

Под каталазной активностью почв (КАП) понимают потенциальную способность почвы в разложении перекиси водорода

Величина каталазной активности почв характеризует величину обуславливающую активность почвенных ферментов–каталаз и присутствием в почве специфических неорганических ускорителей реакций–катализаторов.

Ферменты – каталазы относятся к группе дыхательных ферментов, обуславливающих биологическую активность почвы.



Перекись водорода является токсичным соединением для биоты. Каталазная активность же в свою очередь обладает так называемым активирующим действием, которое позволяет расщеплять пероксид водорода, тем самым снижая вредное воздействие на живые организмы. Растительность оказывает высокое воздействие на каталазную активность почв [1]. Таким образом, если растения обладают мощной и глубоко проникающей корневой системой, то каталазная активность таких почв очень высока, и наоборот. С изменением горизонтов внутри по профилю почвы каталазная активность практически не изменяется, что является особенностью для данной способности почв. Каталаза имеет прямую зависимость от температуры окружающей среды, и обратную – от влажности почвы [2].

Однако, в некоторых случаях каталазная активность может уменьшаться с глубиной профиля почв. Это касается почв парков, лесопарков, скверов, бульваров. Это связано с тем, что данный фермент образуется в основном с участием аэробных организмов, то есть при наличии кислорода. Но с увеличением глубины содержание кислорода снижается, соответственно снижается и численность аэробов. Также, на активность каталазы оказывает влияние количество гумуса и гранулометрический состав почв. В верхних горизонтах содержание гумуса наибольшее, гранулометрический состав благоприятный, а значит и каталазная активность выше в верхних горизонтах.

На рекреационных территориях города плотность почвы повышена, увеличена антропогенная нагрузка, соответственно каталазная активность на таких территориях ниже, нежели чем в почвах с ненарушенным сложением.

В почвах, которые расположены под лиственными лесами активность почвенной биоты высокая, если сравнивать их с антропогенно–нарушенными [3]. Это объясняется, тем, что в условиях города растительный опад поступает в крайне малых количествах, а также идет активное загрязнение тяжелыми металлами и химическими соединениями. В комплексе все эти факторы приводят к угнетению жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [4].

Результаты исследования представлены в таблице 1. Ниже, на рисунке 1 приведен график по полученным данным. Установка, на которой производилось исследование изображена на рисунке 2.

Таблица 1. Результаты определения каталазной активности почв

	30 с					1 мин				2 мин							
проба	I	II	III	среднее	пересчет за 1 мин	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	пересчет за 1 мин	1 мин среднее	стандартное отклонение	
1	1,4	1,4	1,4	1,40	2,80	1,9	1,9	1,9	1,90	2,5	2,5	2,5	2,50	1,25	1,98	0,45	
2	2,4	2,6	2,2	2,40	4,80	4	4,3	3,6	3,97	6,8	7,1	6,1	6,67	3,33	4,03	0,42	
3	1,7	1,5	1,7	1,63	3,27	3,3	3,1	3,1	3,17	6,2	6	6,1	6,10	3,05	3,16	0,06	
4	1,2	1,1	1,1	1,13	2,27	1,3	1,2	1,2	1,23	1,5	1,5	1,5	1,50	0,75	1,42	0,45	
5	2,7	2,7	2,7	2,70	5,40	4,6	4,7	4,7	4,67	7,9	8,1	8,1	8,03	4,02	4,69	0,40	
6	8,4	9	8,6	8,67	17,33	13,2	13,6	13	13,27	15,7	15,9	15,6	15,73	7,87	12,82	2,74	
7	1,7	1,7	1,8	1,73	3,47	3,2	3,3	3,3	3,27	5,8	5,8	5,9	5,83	2,92	3,22	0,16	
8	0,4	0,5	0,3	0,40	0,80	0,6	0,7	0,5	0,60	1	1,1	0,9	1,00	0,50	0,63	0,09	
9	0,5	0,5	0,6	0,53	1,07	1,2	1,1	1,2	1,17	2,2	2,3	2,4	2,30	1,15	1,13	0,03	
10	0,3	0,4	0,3	0,33	0,67	0,7	0,8	0,7	0,73	1,2	1,3	1,2	1,23	0,62	0,67	0,03	
11	0,7	0,7	0,7	0,70	1,40	1,3	1,5	1,4	1,40	2,6	2,8	2,6	2,67	1,33	1,38	0,02	
12	0,8	0,8	0,7	0,77	1,53	1,4	1,3	1,3	1,33	2,3	2,3	2,2	2,27	1,13	1,33	0,12	
13	0,1	0,2	0,2	0,17	0,33	0,5	0,5	0,6	0,53	1,2	1,2	1,3	1,23	0,62	0,49	0,08	
14	1,3	1,3	1,3	1,30	2,60	2,3	2,3	2,4	2,33	3,9	4,1	4,1	4,03	2,02	2,32	0,17	
15	0,5	0,5	0,4	0,47	0,93	0,9	1,1	0,9	0,97	1,9	1,8	1,7	1,80	0,90	0,93	0,02	
16	0,8	0,7	0,8	0,77	1,53	1,3	1,2	1,2	1,23	1,9	1,9	2	1,93	0,97	1,24	0,16	
17	0,7	0,8	0,8	0,77	1,53	1,3	1,4	1,4	1,37	2,2	2,4	2,4	2,33	1,17	1,36	0,11	
18	0,5	0,4	0,4	0,43	0,87	0,8	0,7	0,8	0,77	1,2	1,1	1,2	1,17	0,58	0,74	0,08	

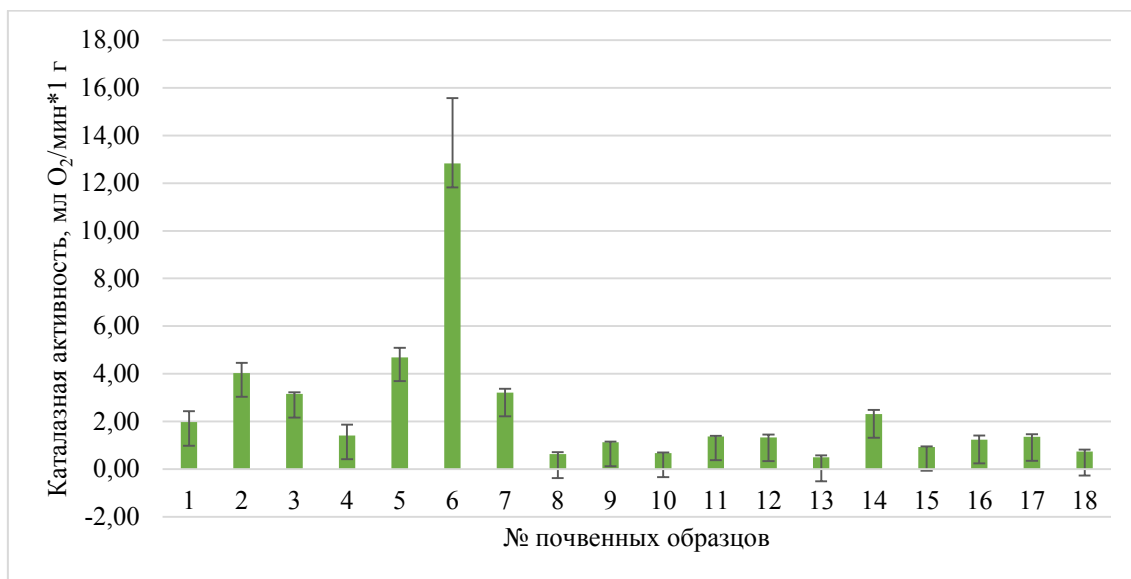


Рисунок 1. Каталазная активность в образцах почв



Рисунок 2. Установка для исследования каталазной активности

Таблица 2. Шкала для оценки степени обогащенности почв ферментами (расчет на весовые единицы почвы) (по Звягинцеву, 1978)

Степень обогащенности почв	Каталаза, O_2 см ³ /г за 1 мин
1.Очень бедная	<1
2.Бедная	1–3
3.Средняя обогащенность	3–10
4.Богатая	10–30
5.Очень богатая	>30

Самая высокая скорость расщепления в образце №6 – аллювиальная почва. По шкале оценки степени обогащенности почв ферментами (Таблица 2) данная почва является богатой. Самая низкая скорость у образцов №8, №10, №13, №18. Образец №8 – дерново–среднеподзолистая супесчаная почва, отобранная на 6/21, Свалка, 30 см. Образец №10 – дерновая среднеподзолистая супесчаная почва, отобранная в Камешковском районе, ул. Свердлова, 30 см. Образец №13 – торфяная почва. Образец №18 – дерновая среднеподзолистая супесчаная почва, отобранная в Чижово (лесогорье ½), Ставрово. Исходя из таблицы 5, почвы являются очень бедными по степени обогащенности почв ферментами. Низкая скорость обусловлена низким содержанием ферментов–каталаз, которые относятся к группе дыхательных ферментов. Происходит это из–за влияния автомобильного транспорта, выбрасывающего большое количество загрязнителей. Соответственно, перекись водорода, содержащаяся в почвах, ввиду низкой скорости расщепления угнетает растительные культуры, произрастающие на них. Экологическая обстановка такой местности нестабильная. При вводе таких почв в сельское хозяйство, необходимо учесть полученные данные.

Список цитируемой литературы

- 1.Ганжара Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – Москва: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
- 2.Герасимова и др. М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учеб. пособие / М.И. Герасимова и др. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
3. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зе– нова Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зе– нова. – Москва: МГУ, 2005. – 445 с.

4. Казеев К.Ш. биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / к.ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов–на–Дону: Издательство РГУ, 2003. – 214 с.

Sklyar V.V., Chugai N.V..

**DETERMINATION OF ENZYMATIC ACTIVITY OF
POSTAGROGENIC SOILS OF THE KLYAZMA RIVER BASIN
WITHIN THE VLADIMIR REGION**

Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletov

Russia, Vladimir

varvara_golcova@mail.ru, chugaj-n@yandex.ru

Abstract: Postagrogenic soils are areas that are formally listed as arable land, but are not sown and are transferred to pereleg. In order to transfer them back to arable land, it is necessary to establish agrochemical indicators of such soils. One of these indicators is enzymatic activity. In this work, the catalase activity of postagrogenic soils of the Klyazma River basin within the Vladimir region was studied.

Key words: soil, catalase activity, river basin, enzymes, anthropogenic load.

УДК 614.771, 632.95

П.С. Смирнова

**МЕРЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ПЕСТИЦИДАМИ**

Владимирский государственный

университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

poliinchik888@gmail.com

Аннотация: Одними из актуальных экологических проблем на сегодняшний день являются избыточное и нерациональное применение пестицидов в сельском хозяйстве и негативные экологические последствия, к которым приводит применение пестицидов. В данной работе обобщаются данные о масштабах применения пестицидов и загрязнения ими почв Российской

Федерации. Проанализированы концепции по мониторингу, защите почв от пестицидов, технологии их очистки и меры по предотвращению загрязнения.

Ключевые слова: пестициды, почва, загрязнение почвы, очистка почвы

Введение

Аккумуляция в почве пестицидов в больших количествах является одной из главных проблем современного общества и для того, чтобы избежать необратимых экологических последствий необходимо как можно скорее приступить к ее решению. Источником этой проблемы является нерациональное применение в аграрном секторе пестицидов и ядохимикатов, обеспечивающих защиту сельскохозяйственных растений от вредителей и заболеваний, что дает возможность увеличить урожайность до 30 %.

Токсичные вещества в составе пестицидов могут на долгое время сохраняться на поверхности растений и почвы. Частое и бесконтрольное применение ядохимикатов оказывает отрицательное воздействие на здоровье живых организмов и процессы, происходящие в биосфере. Всё это обосновывает особую актуальность защиты почвы и растений от загрязнений чрезмерными количествами пестицидов.

Целью работы является описание влияния пестицидов на почву, а также методов, технологий и способов очистки почв от загрязнений пестицидами.

Основные характеристики и классификация пестицидов

Пестицидами называют препараты, в состав которых входят химические соединения, применяемые для борьбы с вредителями и болезнями растений и животных, регуляции роста растений, удаления листьев и подсушивания растений перед сбором урожая.

По группам вредителей, для борьбы с которыми они применяются, пестициды подразделяют на следующие группы [1]:

- инсектициды (уничтожение насекомых);
- акарициды (уничтожение клещей);
- овициды (уничтожение яиц насекомых и клещей);
- ларвициды (уничтожение личинок);
- нематоды (уничтожения нематод - аскарида, острица, власоглав, трихинелла);

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

- родентициды (уничтожение вредных грызунов);
- фунгициды (уничтожение грибных заболеваний) и т.д.

По способу проникновения в организм выделяют пестициды кишечного, контактного, фумигационного и системного действия.

По химическому составу среди пестицидов различают органические инсектициды, производные дитиофосфорной кислоты, производные сульфонилмочевины.

Применение всех этих веществ связано с тем, что ежегодно из-за сорных растений, вредителей и заболеваний теряется до 34 % от возможного объема урожая сельскохозяйственной продукции.

За счет пестицидов и ядохимикатов появляется возможность существенно уменьшить эти потери, но параллельно с этим происходит нарушение равновесия в экосистемах, связанных с сельским хозяйством, уменьшается биоразнообразие и наносится значительный экологический ущерб. Кроме того, существует опасность попадания токсичных веществ из пестицидов в организм человека вместе с потребляемой продукцией сельского хозяйства. Однако негативные последствия применения пестицидов обычно игнорируют ради повышения урожайности.

Загрязнение пестицидами почв Российской Федерации

При попадании в почву пестициды способны растворяться в почвенном растворе, легко распространяться на большие площади и сохраняться в течение достаточно длительного периода, продолжительность которого определяется составом и строением химических препаратов в их составе. Проникновение пестицидов в почву может происходить несколькими путями [2]:

- прямое внесение в пашню для борьбы с почвенными вредителями и сорняками;
- посев предварительно обработанных пестицидами семян;
- опрыскивание и опыление надземных частей растений;
- использование авиации для обработки сельскохозяйственных и лесных угодий;
- хранение и транспортировка пестицидов.

В 2021 году на территории 5 субъектов Российской Федерации (с учетом ДДТ 10 субъектов) зарегистрированы участки, в почве которых наблюдается превышение установленных ПДК/ОДК для следующих видов пестицидов [3]:

– суммарным ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан), который является запрещенным во многих странах инсектицидом. Запрет на использование ДДТ связан с тяжелыми последствиями от его накопления в больших количествах в организмах животных и человека. Было выявлено 356,4 гектар, что соответствует 2,1 % от проверенной территории;

– 2,4-Д (2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота), используемый против сорняков на кукурузе и злаковых культурах. Было выявлено 10,7 гектар из 10676 гектар проверенной территории;

– ГХБ (гексахлорбензол), применяемый в качестве инсектицида и фунгицида. Было выявлено 20,5 гектар из 14673 гектар проверенной территории;

– метафосом, являющимся контактным инсектицидом-акарицидом. Было выявлено 42,66 гектар из 4740 гектар проверенной территории;

– далапоном, используемым против сорняков. Было выявлено 58,52 гектар из 532 гектар проверенной территории;

– ПХБ (полихлорированные бифенилы), применявшиеся как присадки к запрещенным ДДТ и ГХЦГ (гексахлорциклогексан). Было выявлено 26,2 гектар из 874 гектар проверенной территории.

Территории, на которых наблюдается превышение обнаруживают каждый год, при этом меняется перечень наиболее распространенных пестицидов и площадь загрязнения.

Меры по защите почв от пестицидов

На данный момент идет развитие и распространение системы мероприятий по очистке почв от пестицидов следующими способами [1, 4]:

– техническая рекультивация, заключающаяся в удалении и замене наиболее загрязненного слоя почвы;

– инженерное восстановление, представляющее собой создание дренажа для отвода загрязненных грунтовых вод и просачивающихся отложений;

– биodeградация пестицидов и их метаболитов при помощи штаммов микроорганизмов и грибов;

– адсорбционная очистка за счет использования цеолитов, угольных адсорбентов, полимерных глин на основе монтмориллонита и др.;

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

– биологическая фиторемедиация, при которой на загрязненную поверхность высаживают специально отобранные растения, способные поглощать компоненты пестицидов.

Перечисленных мер и методов недостаточно для эффективной и масштабной очистки почвы от накопленных пестицидов. В связи с этим для решения данной проблемы необходимо предотвращение попадания излишних доз пестицидов и загрязнения ими почвы за счет следующих мер [1]:

- тщательные подбор количества и дозировка пестицидов;
- разработка и внедрение пестицидов, выполняющих свои функции, но обладающих повышенной безопасностью для окружающей среды;
- соблюдение требований безопасных транспортировки и хранения ядохимикатов;
- периодический мониторинг почвы и сельскохозяйственной продукции на содержание пестицидов;
- стимуляция естественной способности почвы к самовосстановлению для защиты растений;
- практическое применение существующих изобретений для восстановления и повышения плодородия почвы.

На сегодняшний день большая часть пестицидов при их использовании попадает в почву, откуда с водой распространяется в окружающей среде. В связи с этим еще одной важной задачей является сокращение периода разложения пестицидов и возможность их распада на неопасные составляющие. Известно, что большинство ядохимикатов разлагаются под действием ультрафиолета, часть пестицидов могут распадаться в процессах гидролиза, а наиболее эффективно пестициды перерабатываются микроорганизмами [2, 4]. Многие страны, включая Россию, проводят мониторинг за содержанием в окружающей среде пестицидов и внедряют препараты с повышенной экологичностью. Например, институтом органического земледелия разработан продукт с торговым названием Биосойл, представляющий собой микробиологические удобрения на основе жидкого биогумата с фунгицидной активностью и который может повысить плодородие почвы и урожайность, модифицировать структуры почвы и повысить в ней содержание микроэлементов, а также очистить ее от пестицидов [5].

Заключение

Пестициды являются одними из самых распространенных загрязнителей почвы и представляют опасность для окружающей среды. Чтобы избежать глобальных и опасных последствий от накопления в почве пестицидов необходимо внедрять технологии, направленные на осторожное отношение к почве и рациональное использование химических препаратов. Необходимо использовать методы и технологии по очистке уже загрязненных территорий и препятствовать загрязнению новых участков. При этом важно развивать и совершенствовать существующие методы, в т.ч. создавать новые технологии и способы очистки. Это необходимо для сохранения окружающей среды, производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции.

Список цитируемой литературы

1. Смирнова П.С., Тихомирова В.В. Проблема загрязнения почвы пестицидами и пути ее решения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2023. – №3. – С. 37-41.
2. Жеребцов А.А., Кузнецова Е.Л., Апинян К.А. Загрязнение почвы химическими соединениями и их очистка // VI Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум-2014». URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014000580/> (дата обращения: 18.06.2023).
3. Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2021 году. Ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО Тайфун», 2022. – 88 с.
4. Тармаева И.Ю., Белых А.И., Боева А.В. Санитарно-гигиенический контроль за применением пестицидов и минеральных удобрений в сельском хозяйстве: учебное пособие. – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 84 с.
5. Российский биопрепарат для очистки земли от пестицидов получил международные органик сертификаты. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/126449/> (дата обращения: 18.06.2023).

P.S. Smirnova

MEASURES TO ELIMINATE AND PREVENT SOIL CONTAMINATION WITH PESTICIDES

Vladimir State University

Russia, Vladimir
poliinchik888@gmail.com

Annotation: One of the urgent environmental problems today is the excessive and irrational use of pesticides in agriculture and the negative environmental consequences that the use of pesticides leads to. This paper summarizes data on the extent of the use of pesticides and their contamination of the soils of the Russian Federation. The concepts of monitoring, protection of soils from pesticides, technologies of their purification and measures to prevent pollution are analyzed.

Keywords: pesticides, soil, soil pollution, soil cleaning

О.Г. Султашова, А. Кеунимжаева

**КРАТКО О ПРИЕМАХ КАРТИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ И
ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В РАЗЛИЧНЫХ СЛОЯХ
ПРИАРАЛЬЯ**

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха,
Узбекистан, г.Нукус
oralxan@rambler.ru

Аннотация: Известно, что влажность почвы является интегральным показателем влагообеспеченности растений и имеет большое значение для оценки условий увлажнения территории и сельскохозяйственных культур. Однако водный режим почв зависит от многих факторов, но основные из них структура почво – грунтов – это климат, рельеф, водно-физические свойства почв, агротехника возделывания культур, условия грунтового питания и др. Обычно при анализе водного режима почв вначале необходимо рассмотреть климатические факторы. Ведущая роль в создании того или иного типа водного режима принадлежит атмосферным осадкам и испаряемости.

Ключевые слова: Аральское море, влажность почвы, рельеф, картирование.

Опираясь на различные документы, ежегодные послания секретариата ВМО необходимо отметить, что в связи с изменением климата в настоящее время наблюдается наиболее непосредственная

угроза не только жизни человечества, но, в первую очередь, сельскому хозяйству, которое кормит и обувает людей любой страны, требует расширения производства. Эти угрозы определяются особенностями частоты возникновения сильных экстремальных явлений, связанных с погодой и климатом. К ним следует отнести устойчивые отклонения от нормы температуры почвы и воздуха, суммы осадков, атмосферные, почвенные и гидрологические засухи и др. Эксперты ВМО по изменению климата считают, что эти изменения будут продолжаться, поэтому они считают, что при планировании в целях противостояния угрозе изменения климата необходимо картирование ряда сложившихся и ожидаемых возможных, будущих изменений климата или уже наблюдающихся повышений температуры, которые преподносят все более сложные проблемы в отношении многих аспектов нашей жизни, в частности сельского хозяйства.

Суть метода заключается в логическом сопоставлении и анализе всех факторов, обуславливающих закономерности пространственного распределения температуры и влажности почвы, в получении количественных или качественных показателей связи этих элементов с учетом географических координат (широта, долгота) и рельефа (высота) местности и другими факторами, то есть, путем проверки сопоставления фактических и расчетных данных и далее оценка его приемлемости на практике. В этом отношении у специалистов-агроклиматологов приобретен достаточно большой опыт, который реализован на практике. В работе Л. С. Кельчевской [2] предложена методика картирования влагозапасов, где использованы материалы фактических наблюдений над влажностью почвы, а также восстановленные данные, которые использованы в данной работе.

В монографии А. К. Абдуллаева [1] установлена зависимость сумм эффективных температур воздуха от географических координат – широты, долготы и высоты местности над уровнем моря.

Известно, что жестокой экологической и экономической катастрофой XX века является гибель Аральского моря. Чрезмерный забор пресной воды в 50-80-е годы для развития ирригационных систем в бассейне рек Амударьи и Сырдарьи, питающих это море, привел к сокращению его объема, и на бывшем дне Аральского моря в конечном итоге образовалась «Аральская пустыня». В настоящее время предпринимаются меры оздоровления территории Приаралья. При этом большая роль принадлежит агро- и гидрометеорологическому обеспечению заинтересованных

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

организаций и особенно, сельскохозяйственных предприятий, которые разрабатывают различные технологии обработки почвы для разных сельскохозяйственных культур, особенно в весенний период. Для этого в первую очередь необходима информация о температуре почвы по территории. В связи с этим в работе О. Г. Султашовой [5] предлагается для расчета температуры поверхности почв использовать уравнение регрессии, если известны долгота, широта и высота местности над уровнем моря. Они имеют следующий вид;

$$U_n = -1,03X_1 - 0,24X_2 - 0,01X_3 + 46,39; R = 0,94 \quad (1)$$

где U_n – расчетная температура поверхности почвы, °C; X_1 – долгота, X_2 широта и X_3 – высота местности над уровнем море; R – коэффициент корреляции.

Для апреля месяца уравнения регрессии для расчета температуры почвы на разных глубинах, имеют следующий вид:

а) для расчета температуры почвы ($U_{0.5}$) на глубине 0-5 см слоя:

$$U_{0.5} = 1,25X_1 + 0,26X_2 - 0,01X_3 + 51,58; R = 0,79, \quad (2)$$

б) для расчета температуры почвы ($U_{0.10}$) на глубине 0- 10 см слоя:

$$U_{0.10} = 1,10X_1 + 0,34X_2 - 0,01X_3 + 40,16; R = 0,80. \quad (3)$$

В формуле (3) обозначения X_1 , X_2 , X_3 и R аналогичны формуле (1).

Для составления карт был использован метод картографирования, описанный Реймовым П.Р и Э. Ю. Сафаровым [3,4].

На наш взгляд, для составления карты в почвенно-климатическом аспекте требовалось следующее:

- хорошо знать классификацию и систематику картируемых элементов почв, а это требует солидных знаний в области почвоведения, географии почвы, агроклиматологии и почвенной климатологии;

- устанавливать функциональные и коррелятивные связи между температурой почвы и температурой воздуха и уметь выявить закономерности с учетом почвенного покрова и рельефа местности.

- владеть некоторыми методами топографии и картографии, путем использования компьютерной техники решить задачи в основном

путем применения современно географических информационной системы (ГИС).

Список цитируемой литературы

1. Абдуллаев А.К. Агрометеорологическая оценка состояния и прогноз урожайности посевов хлопчатника в Узбекистане. - Ташкент: САНИГМИ, 1997. – 173 с.
2. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 207 с.
3. Реймов П.Р., Статов В.А, Мамутов Н.К., Худайбергенов Я.Г., Реймов М.П. Применение современных методов геоинформатике к интерпретации разновременных и нечетких геоэкологических данных. IV рациональное использование природных условий Южного Приаралья» материалы республиканской научно практической конференции посвященной к дню «Всемирной охраны окружающей среды», Нукус, 2015 г. – С. 254-256.
4. Сафаров Э. Гис-технологии и картографическая база данных при создании карт кадастров // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. – 29-жилд. – 2007. – С 166-168.
5. Султашова О.Г. Тепловой режим почв Узбекистана. Т. 2011. – 165 с

O.G. Sultashova, A. Keunizhmaeva

**BRIEFLY ABOUT THE METHODS OF MAPPING HUMIDITY
AND SOIL TEMPERATURES IN DIFFERENT LAYERS OF THE
ARAL SEA REGION**

Berdakh Karakalpak State University
Nukus, Uzbekistan
oralxan@rambler.ru

Abstract: It is known that soil moisture is an integral indicator of the moisture supply of plants and is of great importance for assessing the conditions of humidification of the territory and crops. However, the water regime of soils depends on many factors, but the main ones are the soil–soil structure – climate, relief, water-physical properties of soils, agricultural technology of crop cultivation, soil nutrition conditions, etc. Usually, when analyzing the water regime of soils, it is first necessary to consider climatic factors. The leading role in the creation of a particular type of water regime belongs to atmospheric precipitation and evaporation.

Keywords: Aral Sea, soil moisture, relief, mapping.

*Т.А. Трифонова¹, Е.П. Быкова², Н.В. Орешникова³, Н.В. Мищенко⁴,
Н.П. Маткина⁵ Р.В. Репкин⁶*

**ПОСТАГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ДЕРНОВО-
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

^{1,2,3,5} Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва

^{4,6} Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н. Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹tatrifon@mail.ru, ²elebyk2008@yandex.ru, ³oreshinka@list.ru,
⁵matekina1949@yandex.ru ⁴natmich3@mail.ru, ⁶repkinerom75@mail.ru

Аннотация: Изучены дерново-подзолистые почвы на территории Костромской области. На примере двух наиболее типичных разрезов дерново-подзолистых почв: на участке, вышедшем из сельхозоборота 10 лет назад, а также на участке под естественной растительностью, показано влияние постагрогенной трансформации на морфологическое строение и физико-химические свойства. Выявлены изменения, происходящие в постагрогенной почве по сравнению с естественным аналогом.

Ключевые слова: старопахотные почвы, антропогенное воздействие, морфологическое строение, физико-химические свойства.

После прекращения сельскохозяйственного использования на месте агроценозов возникают постагрогенные фитоценозы [1]. При этом меняется как состав, так и структура растительности. Данные процессы играют ведущую роль в постагрогенной трансформации почв. В обзорной статье Васильковой Т.М. и Шашковой А.А. на основе анализа баланса питательных веществ в земледелии на территории Костромской области показана необходимость внесения кардинальных изменений в процессы воспроизводства плодородия земель региона. Результаты исследования позволяют говорить о необходимости проведения комплексных работ, связанных не только с повышением, но и с поддержанием плодородия пахотных земель [2]. Однако по статистическим данным [3,4] до настоящего времени в области продолжается сокращение посевных площадей, что делает

актуальным изучение вопросов возвращения заброшенных земель в сельскохозяйственный оборот, сохранение и воспроизводство их плодородия.

Целью данного исследования было изучение изменения свойств дерново-подзолистых почв после прекращения распашки и сенокошения.

Объекты и методы. Объектами исследования послужили дерново-подзолистые почвы Костромской области, расположенные на участке естественного фитоценоза, а также на участке, используемом в земледелии, который был заброшен около 10 лет назад. Маршрутные полевые исследования с заложением ключевых участков были проведены в 2017 г. Размеры площадок определялись типом экосистемы: на старопахотном участке контрольная площадь составила 100 м²; в лесной экосистеме – 0,25 га.

В полевых условиях были проведены: морфологическое описание разрезов с отбором почвенных образцов, а также геоботанические описания в точках заложения. Для физико-химической характеристики исследуемых почв были определены: рН_{Н2О}, рН_{КСl} (потенциометрически); содержание углерода органических соединений (по методу Тюрина в модификации Никитина); сумма обменных оснований (по Каппену-Гильковицу); а также подвижные формы Р₂О₅ и К₂О (по Кирсанову с фотометрическим и атомно-абсорбционным окончанием); гранулометрический состав почв (методом лазерной дифракции); Fe₂O₃ по Тамму и Мэру-Джексону.

Результаты и обсуждения. Для характеристики почвенного покрова были выбраны: старопахотные почвы под луговой растительностью, а также почвы под лесной растительностью. В данной статье рассмотрим два наиболее типичных разреза, в которых прослеживаются изменения в профилях почв, отражающие сельскохозяйственное использование территории, а также почвы в естественном состоянии.

Разрез дерново-слабоподзолистой постагрогенной легкосуглинистой почвы [5] (координаты 57°42'17,2¹¹ (120 м н.у.м.) заложен на вершине водораздела на зарастающей пашне, в 30 метрах от опушки леса и в 200 метрах к западу от трассы Кострома — Иваново, участок выровнен. Микрорельеф представлен бороздками от вспашки, кротовинами, реже кочками. Пашня заброшена менее 10 лет. Заращение происходит в основном березой, реже сосной. Профиль

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

вскрыт до глубины 120 см и представлен горизонтами: A_0 - $A_{\text{пах1}}$ - $A_{\text{пах2}}$ - B_{t1} - B_{t2} -C.

Разрез слабодерновой поверхностно-подзолистой легкосуглинистой почвы, координаты: $57^{\circ}42',15''$ (120 м н.у.м.) заложен на вершине водораздела в елово-черничном (костяничном) лесу, в 80 метрах от вышеописанного разреза и в 200 метрах к западу от трассы Кострома – Иваново участок выровнен. Микрорельеф – выступы корней, микропонижения. Профиль вскрыт до глубины 95 см и представлен горизонтами: A_0 - A_1 A_2 - B_{t1} - B_{t2} - B_{t3Fe}

Данные полевых описаний исследуемых почв позволяют заключить, что особенностями морфологического строения дерново-подзолистых постагрогенных почв является мощный старопашотный гумусовый горизонт (более 30 см), крупно-комковато-зернистая структура, отсутствие ярко выраженного подзолистого горизонта, а также слабая оглеенность нижней части профиля. Увеличение мощности гумусового горизонта, улучшение его структуры и уменьшение плотности являются признаками окультуривания. Подобные морфологические особенности не наблюдаются в естественном аналоге дерново-подзолистых почв и являются прямым следствием воздействия сельскохозяйственной обработки почвы. Следовательно, сельскохозяйственное использование дерново-подзолистой почвы привело прежде всего к морфологической невыраженности подзолистого горизонта и нарушению естественного гидрологического режима почв.

Данные результатов гранулометрического анализа изученных почв (Таблица 1) показали, что он меняется от легкого суглинка в верхних горизонтах, до супеси – в нижележащих. Почвообразующие породы представлены озерно-ледниковыми отложениями.

Таблица 1. Гранулометрический состав дерново-подзолистых почв
Костромской области

Горизонт (глубина)	Фракция d (мкм)							Физ. глина	Гран- состав
	<1	1-5	5-10	10-50	50- 250	250- 500	500- 1000	<10	
Почва: дерново-слабоподзолистая постагрогенная легкосуглинистая									
A _{пах1} (4–24)	3,5	15,5	9,4	45,3	25,9	0,4	0,0	28,4	Суглинок легкий
A _{пах2} (24–32)	3,6	15,2	9,1	44,4	27,7	0,0	0,0	27,9	Суглинок легкий
Bt ₁ (32–50)	4,9	10,0	6,6	51,5	27,0	0,0	0,0	21,5	Суглинок легкий
Bt _{2Fe} (50–82)	3,6	8,1	4,3	38,5	45,4	0,1	0,0	16,0	Супесь
C (82–120)	2,8	7,2	3,5	34,2	48,1	4,1	0,1	13,5	Супесь
Почва: слабо дерновая поверхностно-подзолистая легкосуглинистая									
A ₁ A ₂ (6–12)	2,3	11,5	9,5	46,1	29,9	0,7	0,0	23,3	Суглинок легкий
Bt ₁ (12–50)	2,9	11,5	8,1	48,0	29,5	0,0	0,0	22,5	Суглинок легкий
Bt ₂ (50–70)	2,2	7,7	5,7	46,2	37,9	0,3	0,0	15,6	Супесь
Bt _{3Fe} (75–95)	5,6	9,0	4,3	32,1	41,3	5,4	2,3	18,9	Супесь

Химические свойства почв, представленные в таблице 2, свидетельствуют о более кислой реакции почвенного профиля, сформированного под естественной растительностью по сравнению с почвой, находящейся под зарастающей пашней, что обусловлено преобладанием хвойного опада.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Таблица 2. Химические свойства дерново-подзолистых почв
Костромской области

Горизонт (глубина)	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Гидр. кис- ть.	C _{орг} , %	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Ca	Mg	Степень насыщ. основаниями %
							мг-экв/100		
							г		
Почва: дерново-слабоподзолистая постагрогенная легкосуглинистая									
A _{пах1} (4–24)	5,72	4,97	2,86	2,34	38,14	47,07	3,08	0,57	59,54
A _{пах2} (24–32)	6,31	4,95	2,57	2,03	49,36	43,55	3,58	0,94	66,91
Bt ₁ (32–50)	5,49	3,92	5,85	2,42	23,52	51,54	1,53	0,48	28,34
Bt _{2Fe} (50–82)	5,51	4,1	2,62	2,18	69,05	23,33	1,91	0,58	52,20
C (82–120)	5,57	4,15	2,31	0,84	98,13	23,32	2,75	0,56	62,26
Почва: слабо дерновая поверхностно-подзолистая легкосуглинистая									
A ₁ A ₂ (6–12)	4,17	3,38	16,9	1,04	8,30	44,24	0,46	0,24	4,53
Bt ₁ (12–50)	4,31	4,21	4,14	1,49	69,56	13,10	0,31	0,18	12,14
Bt ₂ (50–70)	4,49	4,22	3,33	0,70	66,97	10,13	0,54	0,29	22,33
Bt _{3Fe} (75–95)	4,9	3,92	4,92	1,80	51,70	16,79	0,37	0,81	42,67

Степень насыщенности основаниями обнаруживает большой диапазон варьирования как в дерново-подзолистой почве под лесом, так и в старопахотной почве. Установить корреляционную зависимость с каким-то внешним природным фактором или внутрипочвенными процессами не представлялось возможным, ввиду того что данный показатель весьма динамичен. Содержание углерода органических соединений в профиле дерново-подзолистой почвы, на участке бывшем в сельскохозяйственном использовании невелико и

не имеет выраженной профильной дифференциации. Предположительно это обусловлено значительной глубиной старопахотного горизонта, а также тем, что легкий гранулометрический состав и промывной режим способствуют однородному распределению углерода по профилю. В дерново-подзолистой почве в естественных условиях под лесом распределение углерода характерное для данной зоны.

Известно, что емкость катионного обмена и состав почвенно-поглощающего комплекса дерново-подзолистых почв, используемых в земледелии, претерпевает значительные изменения под действием известкования, внесением минеральных удобрений, механической обработки почвы и агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. В нашем случае обеспеченность изученных почв кальцием может служить иллюстрацией данного утверждения: если в постагрогенной почве содержание кальция довольно высокое, то в почве под лесом оно резко снижается с глубиной.

Результаты валового химического анализа (таблица 3) свидетельствуют о наличии в профилях изученных почв признаков дифференциации. В элювиальной части профиля отчетливо отмечается обеднение полуторными окислами и обогащение кремнеземом, при этом железо выносится сильнее чем алюминий. Данная закономерность весьма устойчива и характерна для дерново-подзолистых почв. Иллювиальный горизонт дерново-слабоподзолистой постагрогенной почвы диагностируется по накоплению железа. В слабо дерновой поверхностно-подзолистой почве под лесом распределение железа по профилю равномерное.

Таблица 3. Валовой химический состав дерново-подзолистых почв
Костромской области

Горизонт, (глубина)	Содержание полуторных окислов на прокаленную почву, %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Почва: дерново-слабоподзолистая постагрогенная легкосуглинистая					
A _{пах1} (4–24)	69,22	9,77	2,55	0,76	0,87
A _{пах2} (24–32)	75,79	10,79	2,38	0,74	1,00
Bt ₁ (32–50)	69,57	15,08	4,32	0,69	1,65
Bt _{2Fe} (50–82)	69,67	11,42	3,01	0,65	1,17
C (82–120)	70,78	10,39	2,42	0,65	1,03
Почва: слабо дерновая поверхностно-подзолистая легкосуглинистая					
A ₁ A ₂ (6–12)	73,85	10,09	2,42	0,68	0,77
Bt ₁ (12–50)	76,47	11,14	2,36	0,63	1,03
Bt ₂ (50–70)	70,35	8,74	2,38	0,63	0,84
Bt _{3Fe} (75–95)	70,82	14,04	3,49	0,60	1,35

Накопление его отмечается в нижнем отделе иллювиального горизонта. Отметим также, что в профильном распределении железа и алюминия в изученных почвах наблюдается синхронность, что не всегда характерно для дерново-подзолистых почв.

Заключение. Несмотря на то, что описанная дерново-слабоподзолистая постагрогенная легкосуглинистая почва под луговой растительностью была выведена из сельскохозяйственного

использования около 10 лет назад, положительные изменения свойств в ней сохраняются: она имеет менее кислую реакцию, чем почва, сформированная под лесом; в ней сохраняется агрономически ценная структура, она наполнена почвенной мезофауной. Кроме того, окультурирование способствовало увеличению мощности гумусового горизонта. Многие исследователи гумусного состояния различных типов почв, находящихся в залежи, утверждают, что по мере увеличения срока снятия антропогенной нагрузки статус гумусированности почв повышается [6]. Однако для подтверждения данного тезиса необходимо провести повторное обследование постагрогенных почв изученных участков для уточнения изменений их свойств за прошедший период.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова 121040800147–0.

Список цитируемой литературы

1. T.Trifonova, N.Mishchenko, S.Shoba et al./Soil and vegetation cover and biodiversity transformation of postagrogenic soils of the Volga-Oka interstream area // AGRONOMY-BASEL. – 2022. – Vol.12, no.10
2. Василькова Т. М., Шашкова А. А. Воспроизводство экономического плодородия земли Костромской области // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 38. – С.42-57.
3. Костромская область в цифрах. Стат.сб./Костромастат. – К., 2016. – 119 с.
4. Костромская область в цифрах. Стат.сб./Костромастат. – К., 2022. – 116 с.
5. Классификация и диагностика почв СССР. М.:Колос. 1977. – 223 с.
6. Кечайкина, И. О.; Рюмин, А. Г.; Чуков, С. Н. Постагрогенная трансформация органического вещества дерново-подзолистых почв. / ж. Почвоведение. – 2011. – № 10. С. 1178–1192.

*T.A. Trifonova¹, E.P. Bykova², N.V. Oreshnikova³, N.V. Mishchenko⁴,
N.P. Matekina⁵, R.V. Repkin⁶*

POSTAGROGENIC TRANSFORMATION OF SODDY-PODZOLIC SOILS IN THE KOSTROMA REGION

¹ Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

²Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹tatrifon@mail.ru, ²elebyk2008@yandex.ru, ³oreshinka@list.ru,

⁵matekina1949@yandex.ru ⁴natmich3@mail.ru, ⁶repkinerom75@mail.ru

Abstract: Soddy-podzolic soils on the territory of the Kostroma region were studied. On the example of the two most typical sections of soddy-podzolic soils: on the plot that left agricultural circulation 10 years ago, as well as on the plot under natural vegetation, the effect of postagrogenic transformation on the morphological structure and physicochemical properties is shown. The changes occurring in the post-agrogenic soil in comparison with the natural analogue were revealed.

Keywords: old-arable soils, anthropogenic impact, morphological structure, physical and chemical properties.

УДК 628.477

Л.С. Филиппова¹, А.С. Акимова²

СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ МИКРОПЛАСТИКОМ

Владимирский государственный

университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹fil.gasdertyu5@gmail.com, ²anastas.akimova2002@gmail.com

Аннотация: Большие объемы повсеместного использования полимеров и материалов на полимерной основе являются причиной большого количества полимерных отходов, среди которых особого внимания заслуживает микропластик. По недавним исследованиям загрязнение почвы микропластиком превышает аналогичное загрязнение пресных и морских вод. В данной работе представлен обзор о влиянии микропластика на почву и почвенную биоту, а также современных мер по снижению и предотвращению дальнейшего загрязнения почвы микропластиком.

Ключевые слова: Почва, полимерные отходы, микропластик, нанопластик, биоремедиация, утилизация

Введение

На сегодняшний день полимеры и материалы на полимерной основе являются одними из самых распространенных во всех сферах человеческой деятельности, благодаря тому что они сочетают в себе легкость, прочность, химическую устойчивость, водостойкость и высокие диэлектрические характеристики [1, 2]. Объемы применения этих материалов постоянно и повсеместно увеличиваются, что в свою очередь являются причиной образования и накопления полимерных отходов производства и потребления, в первую очередь отходов материалов и изделий с низким сроком эксплуатации: полимерных упаковки и одноразовой посуды.

Одной из разновидностей полимерных отходов, которой до недавнего времени уделялось недостаточно внимания, является микропластик, который представляет собой полимерные фрагменты, размером менее 5 мм. К разновидностям микропластика относится нанопластик, размер фрагментов которого составляет от 1 нм до 1 мкм. Микропластик образуется в процессе эксплуатации автомобильных шин, стирке синтетических тканей, износе дорожных и лакокрасочных покрытий, при использовании зубной пасты, косметических и чистящих средств, в состав которых входят полимерные микрогранулы [3, 4]. Такой микропластик называют первичным, а под вторичным понимают микропластик, образующийся в процессе старения отходов на полимерной основе, в процессе которого он распадается на всё более мелкие фрагменты. В настоящее время микропластик обнаружен в атмосфере, гидросфере, почве и в тканях живых организмов. За счет легкости и длительных сроков разложения микропластик легко мигрирует в природных средах, а из-за малого размера легко попадает с пищей, водой или воздухом в живые организмы и уже продолжает миграцию по трофическим цепям. Во всех объектах, где микропластик обнаружен, он способен накапливаться в больших количествах, что становится причиной серьезных экологических последствий.

Целями данной работы являются обобщение и оценка информации по загрязнению почвы микропластиком, способах предотвращения этого загрязнения и его последствий.

Загрязнение почвы микропластиком

По мнению большинства исследователей наибольшее количество микропластика скапливается в поверхностных пресных и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

морских водах, однако по результатам недавних исследований появились данные о том, что загрязнение суши может быть выше в 4-23 раза [3-5]. В почву микропластик может попадать в результате распада крупных фрагментов полимерных отходов, оседать из атмосферы или выпадать с атмосферными осадками, попадать при контакте с загрязненной водой, в т.ч. уличными стоками и в результате ирригации, из компоста, при использовании осадков очистных сооружений, в которых он часто присутствует, в качестве удобрения или в результате применения пленочных отходов в качестве мульчирующего материала [3, 6]. В почве мелкие фракции микропластика, особенно нанопластик и более мелкие фрагменты, относящиеся к пикопластику (размер менее 1 нм), способны мигрировать вместе с влагой, перемещаться в результате биотурбации или вспашки, рыхления и др. механических воздействий, могут поглощаться почвенной мезофауной, микроорганизмами и корневой системой растений. В тоже время при контакте с полимерами из них могут выделяться химические вещества, такие как мономеры и различные добавки, которые являются токсичными веществами. Кроме того, на поверхности микропластика легко сорбируются другие загрязнения, включая тяжелые металлы, и закрепляются различные микроорганизмы, в т.ч. патогенные. Всё это является источником загрязнения для окружающей среды и отравления для живых организмов. При этом микропластик в организме оказывает абразивное действие и в большинстве случаев не выводится, а накапливается в живых тканях, в т.ч. в кровеносной системе. Находясь в почве, микропластик нарушает ее структуру, процессы миграции и трансформации различных элементов, изменяет pH, водоудерживающую способность и влагопроницаемость [4-6]. В тоже время есть данные о том, что микропластик способен повышать количество фульвокислот и гуминовых кислот, повышать активность почвенных ферментов, однако пока эта информация лишь предварительная и требует дополнительных исследований, особенно учитывая различия в составе разных пластиков [6]. При этом микропластик в результате закрепления на корнях и накопления в тканях негативно влияет на развитие корневой системы и вегетацию растений [4, 5].

Методы очистки почвы от микропластика

На сегодняшний день практически отсутствуют методы очистки почвы от микропластика. Известны несколько предложений, которые находятся на стадии разработки и связаны с биоремедиационной способностью живых организмов. В частности, немецкие ученые предлагают использовать возможности корневой системы березы *Betula pendula* (серебряной березы) для удаления микропластика размером от 5 до 10 мкм, однако для этого требуются дальнейшие исследования [7]. Японские ученые обнаружили микроорганизмы *Ideonella sakaiensis*, выработавшие способность проводить полный гидролиз полиэтилентетрафталата за счет системы из двух ферментов, однако их каталитическая активность низкая для масштабного применения и в будущем предлагается генная модификация бактерий для биodeградации пластика и рекуперации его продуктов [8].

Предотвращение загрязнения почвы микропластиком

В виду отсутствия эффективных методов очистки и глобальных масштабов загрязнения почвы микропластиком снижение уровня загрязнения возможно по трем направлениям. В первую очередь необходимо снизить потребление полимерных материалов и изделий, в частности исключить применение полимерных микрогранул, предусмотреть и активно внедрять альтернативные материалы для производства наиболее массовой продукции: ткани, одноразовой посуды и упаковки. Вторым направлением является развитие очистных сооружений, препятствующих попаданию пластика и микропластика в окружающую среду, в первую очередь это совершенствование процессов и линий по очистке выбросов в атмосферу и сточных вод при строгом контроле уровня очистки и мониторинге уровня загрязнений. Третьим направлением является уменьшение количества полимерных отходов, особенно отходов потребления, чтобы исключить образование вторичного микропластика. Для этого необходимо проводить рекуперацию полимерных отходов путем их селективного сбора, сортировки, мойки и сушки (для предварительной подготовки отходов потребления), измельчения и грануляции с последующей переработкой в полимерные материалы и изделия. Возможным направлением является деполимеризация с получением мономеров и различных химических веществ для применения в качестве вторичного сырья на различных предприятиях. Полимерные отходы также можно

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

использовать в качестве выгорающей добавки в производстве керамики [9], в качестве добавки для улучшения свойств асфальтобетонов [2] или в качестве связующих для получения композиционных материалов строительного назначения [10, 11].

Заключение

Загрязнение почвы микропластиком является одной из наименее изученных среди глобальных экологических проблем, требующих сегодня решения. Особенность данной проблемы заключается в сложности почвенных систем, многофакторности и динамичности процессов, которые в этих системах происходят. Важно исследовать влияние микропластика на микробиологические сообщества, растения и основные почвенные показатели. Необходимо разрабатывать и совершенствовать методы по извлечению микропластика из почвы и предотвращению дальнейшего загрязнения.

Список цитируемой литературы

1. Колосова, А.С. Современные газонаполненные полимерные материалы и изделия / А.С. Колосова, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 10. – С. 54-67.
2. Салахова, В.К. Анализ методов обращения с пластиковыми отходами / В.К. Салахова, Л.В. Рудакова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2022. – С. 107-111.
3. Морачевская, Е.В. Источники и пути транслокации микропластика в почве и растениях / Е.В. Морачевская, Л.П. Воронина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2022. – № 1. – С. 41-50.
4. Horton, A.A. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities / A.A. Horton, A. Walton, D.J. Spurgeon, E. Lahive, C. Svendsen // Science of The Total Environment. – 2017. – V. 586. – P. 127-141.
5. Khalid, N. Microplastics could be a threat to plants in terrestrial systems directly or indirectly / N. Khalid, M. Aqeel, A. Noman // Environmental Pollution. – 2020. – Vol. 267. – P. 115653.
6. Сапрыкин, А.И. Микро- и нанопластики в окружающей среде (аналитика, источники, распределение и проблемы экологии) / А.И.

Сапрыкин, П.П. Самойлов // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 2021. – №110. – С. 1-115.

7. Austen, K. Microplastic inclusion in birch tree roots / K. Austen, J. MacLean, D. Balanzategui, F. Hölker // Science of The Total Environment. – 2022. – Vol. 808. – P. 152085.

8. Taniguchi, I. Biodegradation of PET: current status and application aspects / I. Taniguchi, S. Yoshida, K. Hiraga, K. Miyamoto, Y. Kimura, K. Oda // ACS Catalysis. – 2019. – Vol. 9. – Iss. 5. – P. 4089-4105.

9. Павлычева, Е.А. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные материалы / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №7. – С. 76-87.

10. Виткалова, И.А. Разработка способа получения облицовочного композиционного материала на основе полимерных и стекольных отходов / И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов // Экология промышленного производства. – 2018. – № 3. – С. 2-6.

11. Павлычева, Е.А. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №4. – С. 55-61.

L.S. Filippova¹, A.S. Akimova²

REDUCING SOIL CONTAMINATION WITH MICROPLASTICS

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov»

Russia, Vladimir

¹fil.gasdertyu5@gmail.com, ²anastas.akimova2002@gmail.com

Annotation: Large volumes of widespread use of polymers and polymer-based materials are the cause of a large amount of polymer waste, among which microplastics deserve special attention. According to recent studies, soil pollution with microplastics exceeds similar pollution of fresh and sea waters. This paper presents an overview of the impact of microplastics on soil and soil biota, as well as modern measures to reduce and prevent further soil contamination with microplastics.

Keywords: Soil, polymer waste, microplastics, nanoplastics, bioremediation, recycling

А.А. Фролов¹, Д.А. Быстрова²

**ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ И ГОРИМОСТИ ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМ
ЮГА СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН ¹

Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова²;

Россия, г. Иркутск

f-v1984@mail.ru¹, da.bystrova@mail.ru²

Аннотация: Увеличение горимости лесных ландшафтов в Северном полушарии, особенно на юге Селенгинского среднегорья в Забайкалье, обусловлено изменением климата и погодных условий, таких как повышение температуры воздуха, изменение уровня влажности и увеличение засушливых периодов. В этом регионе сочетание жаркого засушливого климата, продолжительных ветров и характеристик лесных геосистем способствует развитию пожаров. Для оценки противопожарной устойчивости и горимости лесных геосистем рекомендуется использовать ландшафтный подход, который учитывает комплекс факторов и процессов, определяющих функционирование геосистем и их природный режим. В данной работе представлен опыт применения ландшафтного анализа для изучения и оценки противопожарной устойчивости и горимости лесных геосистем на юге Селенгинского среднегорья в Забайкалье.

Ключевые слова: противопожарная устойчивость, горимость лесных геосистем, пожары, ландшафтный анализ, Landsat 8 OLI и TIRS, LST, NDMI.

В XX-XXI веке наблюдается увеличение лесных пожаров в Северном полушарии, особенно в России [1-3]. В Сибири каждый год происходит от 4,5 до 27 тысяч пожаров, занимающих от 3,5 до 18 миллионов гектаров [4,5]. В последние годы количество и площадь пожаров в лесах Сибири постоянно растут [6]. Это связано с изменением климата – повышением температуры, изменением увлажнения и увеличением периодов засухи [7, 8]. Особенно сложная ситуация на юге Селенгинского среднегорья в Забайкалье, где преобладают сосновые и лиственничные древостой высокой пожарной опасности.

При оценке противопожарной устойчивости (ПУ) в лесах рекомендуется использовать ландшафтный подход [9,10], который предполагает изучение лесных территорий как природно-территориальных комплексов. Этот подход включает анализ факторов и процессов, определяющих формирование ландшафтной структуры территории, состоящей из различных геосистем с их собственными особенностями функционирования и природным режимом [11].

Для разработки научно обоснованной системы мероприятий по защите лесов от пожаров и минимизации их негативных последствий необходимо проанализировать уязвимость различных типов лесных геосистем к пожарам и оценить их противопожарную устойчивость. В данной работе представлен опыт применения ландшафтного анализа для изучения и оценки противопожарной устойчивости лесных геосистем на юге Селенгинского среднегорья.

При ландшафтном анализе необходимо учитывать основные принципы организации территории, как ландшафтного пространства, включая комплексный, дискретный, динамический, классификационно-иерархический и функциональный принципы [12,13].

Исследование проводилось на примере лесных геосистем юга Селенгинского Среднегорья. Рельеф данной территории имеет горный и горно-котловинный характер, с хребтами, расположенными в кулисном порядке. Это противоположно господствующему направлению северо-западного переноса воздушных масс над регионом, что приводит к высотно-поясной и экспозиционной дифференциации природно-климатических условий. Барьерные и котловинные эффекты также проявляются здесь, способствуя формированию различных типов ландшафтов - таежных, лесостепных и степных [14,15].

Территория Селенгинского среднегорья расположена в центре Азиатского материка и удалена от морей и океанов, что приводит к формированию резкоконтинентального климата с большими колебаниями температуры и недостатком влаги [16,17]. В прошлом отрицательные среднегодовые температуры были обычным явлением, однако в последние полвека наблюдается тенденция к потеплению. Среднегодовая температура воздуха в 2019 году составила +1,7 °С. Январская температура составляла -20,8 °С, а июльская - +19,1 °С [17].

Годовое количество осадков на степных территориях составляет 200-300 мм/год, а в горно-таежных ландшафтах - 350-450 мм/год.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Осадки выпадают в основном в июле и августе, составляя около 70-80% годовой нормы [15]. Весенний период характеризуется засушливостью.

Ветры на территории Селенгинского среднегорья дуют северными, северо-западными и западными направлениями. В позднюю весну и первую половину лета на юге часто дуют сухие ветры из Монголии, вызывающие засушливость и пыльные бури. Среднемесячные значения скорости ветра достигают до 6 м/сек [16].

Территория исследования включает степные, лесостепные и таежные геосистемы с различными типами почв и растительности. Климатические условия и местоположение играют важную роль в формировании этих геосистем.

Селенгинское среднегорье относится к Селенгинско-Орхонской котловинно-среднегорной остепненной и Хилокско-Чикойской горно-таежно-котловинной остепненной провинциям Южно-Сибирской горной области [19]. Различные типы почв и растительности развиты на разных участках территории, включая сухостепные и степные геосистемы, лесостепные геосистемы и горно-таежные геосистемы [20].

Одним из важных факторов, влияющих на функционирование геосистем и горимость лесов, являются водоэнергетические условия. Они включают в себя влагообмен между почвой, растительностью и атмосферным воздухом, определяющие мезо- и микроклиматические особенности ландшафтов. Влагообмен зависит от количества осадков, влажности почвы, характеристик растительности и их способности удерживать воду. Это формирует водно-тепловой режим геосистем.

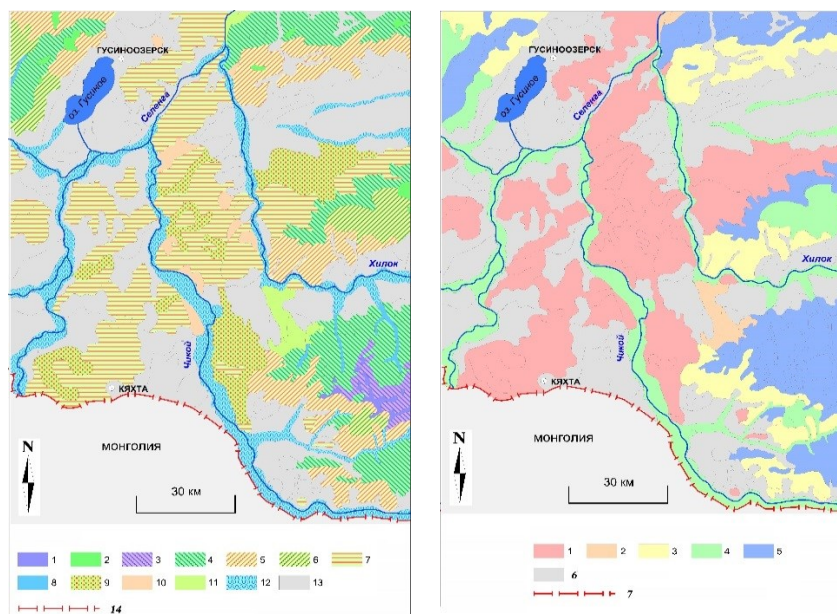
Связь между водным и тепловым режимами геосистем можно описать уравнением теплового баланса суши [21]. Значение потока скрытого тепла (LE), который зависит от величины влагообмена растительного покрова с атмосферой, напрямую влияет на интенсивность турбулентного потока явного тепла (P) и приповерхностные температуры лесных массивов [22]. Лесные геосистемы с высокой противопожарной устойчивостью имеют более высокий потенциал влагообмена и наименьшие значения приповерхностных температур [23].

Измерение приповерхностной температуры с помощью данных ДЗЗ позволяет оценить водно-тепловой режим геосистемы. Этот режим формируется в результате взаимодействия климатических, геоморфологических и биологических факторов, которые определяют

ландшафтную структуру территории. Использование комплексных показателей при оценке природных условий геосистем позволяет учитывать взаимосвязь между факторами и компонентами геосистемы через вещественно-энергетический обмен.

Для создания ландшафтно-информационной основы исследования на территории юга Селенгинского среднегорья были применены динамический и классификационно-иерархический принципы. При этом использовались ландшафтно-типологический и факторально-динамический подходы. В результате была построена генерализованная карта топогеометров уровня групп фаций, которая отражает факторально-динамическую структуру геосистемтерритории и показывает локальное внутриландшафтное разнообразие природных условий и факторов, влияющих на противопожарную устойчивость геосистем [24]. Упрощенный вариант этой карты и легенды был представлен в данном исследовании для оценки природных условий лесных геосистем (рисунок 1а, таблица. 1).

Легенда карты (Таблица 1) содержит информацию о геоморфологических особенностях геосистем (рельеф, подстилающие породы), почвах и растительности. Карта позволяет получить представление о свойствах местоположения геосистем, которые определяют их состояние противопожарную устойчивость. Для оптимизации масштаба исследования и объекта картографирования составление карты проводилось с учетом генерализации картографируемых выделов. На карте представлены ареалы скопления фаций, относящихся к определенной преобладающей группе. Территориальное доминирование этих фаций показывает преобладающие локальные природные условия внутри ареала, характерные для доминирующей группы фаций.



а.

б.

Рисунок 1. Карта лесных геосистем юга Селенгинского среднегорья (а) и их противопожарной устойчивости (б).

1–13 – типы геосистем (см. таблицу). Уровень противопожарной устойчивости: 1 – очень низкая, 2 – низкая, 3 – средняя, 4 – высокая, 5 – очень высокая. 6 – нелесные геосистемы. 7 – государственная граница.

Для оценки противопожарной устойчивости геосистем был использован летний дневной безоблачный космический снимок Landsat 8 OLI и TIRS. Для получения приповерхностных температур территории применялся дальний инфракрасный спектральный канал (канал 10; 10,3–11,3 мкм). Использовался плагин LandSurfaceTemperature (LST) в программе QGIS для проведения операций. В результате было построено индексное температурное изображение земной поверхности, отражающее интенсивность турбулентных потоков явного тепла, исходящих от геосистем территории исследования. Для подтверждения вывода о высоком влагообменном потенциале и высокой противопожарной устойчивости лесных геосистем с низкими значениями приповерхностных температур было построено индексное изображение NDMI (Normalized difference moisture index – нормализованный разностный индекс влажности). Данный индекс чувствителен к уровню влажности в растительности и используется для отслеживания засух и определения характера горючих материалов в пожароопасных районах. Для расчета индекса использовались

значения спектральной яркости в ближнем и среднем инфракрасном зонах спектра [25].

Впоследствии был проведен совместный анализ полученных результатов методом наложения данных, чтобы выявить ранговые распределения и обнаружить модальные значения температуры и индексов влажности, характерные для каждой группы фаций (Рисунок 2).

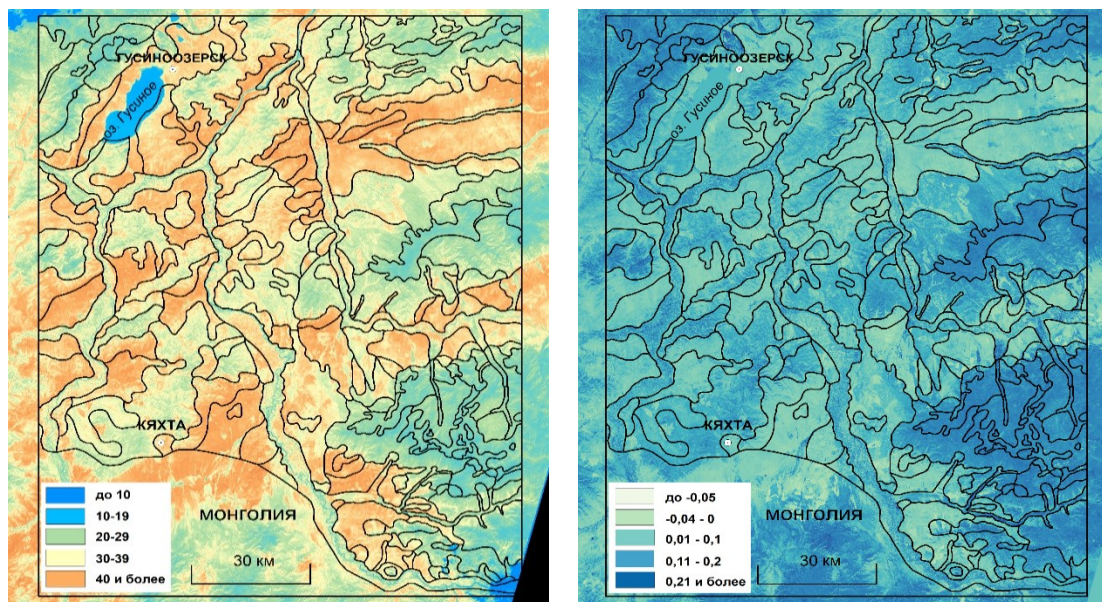


Рисунок 2. Индексные изображения приповерхностных температур LST (°C) (а) и влажности NDMI (б) с нанесенной на них сеткой выделов ландшафтной карты

Вышеуказанные операции реализуют дискретный принцип, при котором объектом анализа являются отдельные группы геосистем, объединенные по определенным признакам в типы геосистем (группы фаций). На основе полученных данных была выполнена сравнительная экспертная оценка противопожарной устойчивости разных типов лесных геосистем по балльной шкале. Анализ горимости осуществлялся на основе временного ряда космических снимков Landsat 1 – 5 MSS, 4 – 5 TM, 7 ETM+, 8 OLI, полученных в разные годы с 1975 по 2022 гг. Использовались снимки, полученные в теплый пожароопасный период года. Анализ производился методом визуального дешифрирования свежих гарей на синтезированных RGB-изображениях снимков в различных комбинациях каналов. Горимость лесных геосистем вычислялась по формуле, учитывающей площадь гарей и долю площади группы фаций от всей площади лесных геосистем.

Исследования показали, что анализ индексных изображений, характеризующих температуру и влажность, карты ландшафта и оценки горимости лесных геосистем, позволяют классифицировать различные типы геосистем по их противопожарной устойчивости. Наибольшая противопожарная устойчивость наблюдается в горно-таежных геосистемах среднегорных хребтов на склонах северных экспозиций, а также в долинных геосистемах межгорных понижений. Это объясняется не только условиями местоположения, но и особенностями растительного покрова, такими как высокая интенсивность транспирации лиственницы сибирской [26]. Средний уровень противопожарной устойчивости характерен для горно-таежных геосистем склонов южных экспозиций. Более низкий уровень ПУ характеризует лесные геосистемы на аллювиально-озерных равнинах, а минимальный уровень – для сосновых разнотравных остепненных лесов на холмисто-увалистых возвышенностях и других типах геосистем, развивающихся на отложениях песков и супесей (Рисунок 1б, таблица 1). Также было выяснено, что уровень ПУ лесных геосистем зависит от рельефа, растительности, состава пород и почв. Наименьший уровень ПУ характерен для геосистем, развитых на четвертичных отложениях и почвах легкого механического состава, из-за их низкой способности удерживать воду. Это приводит к дефициту влаги в геосистемах, особенно в периоды повышенной пожароопасности.

Результаты оценки противопожарной устойчивости (ПУ) геосистем с использованием индексных изображений и ландшафтных карт подтверждаются мониторингом фактической горимости лесов, проводимым в течение последних 50 лет. Анализ космических снимков Landsat разных периодов показал, что на исследуемой территории в течение последних пятидесяти лет пожарами было затронуто примерно 51% площади всех лесов, что составляет около 5402 км² из 10610 км². Сухие сосновые и березово-сосновые леса на холмисто-увалистых возвышенностях и подгорно-равнинных местоположениях на аллювиально-озерных, делювиально-пролювиальных и эоловых отложениях легкого механического состава понесли наибольший ущерб от пожаров, примерно 68% от общей площади лесных пожаров.

Геосистемы с очень низким и низким уровнем ПУ были классифицированы как наиболее уязвимые к пожарам. Максимальный ущерб от пожаров был нанесен в период с 1996 по 2011 годы, когда

лесные пожары охватили площадь около 4000 км². В это время в Забайкалье были засушливые весенне-летние сезоны [9,27,28]. Анализ средних значений горимости для каждого уровня ПУ показал следующее: для геосистем с очень низким уровнем ПУ характерна горимость на уровне 13,79%, для низкого уровня ПУ – 19,66%, для среднего - 8,48%, для высокого - 6,63%, для очень высокого - 3,45%. Наблюдается тенденция снижения горимости с увеличением уровня ПУ лесных геосистем.

В данной работе продемонстрирован опыт использования ландшафтного анализа для оценки ПУ лесных геосистем. Ландшафтный анализ рассматривается как основа для изучения природно-территориальных комплексов, включая геосистемы и ландшафты. Процесс изучения и оценки ПУ геосистем осуществляется поэтапно в соответствии с принципами ландшафтного анализа, включая функциональный, комплексный, динамический, классификационно-иерархический и дискретный подходы. Эти принципы применяются на практике для анализа факторов и условий формирования ландшафтов, выбора показателей функционирования и развития геосистем, создания информационной базы для анализа данных с использованием ландшафтно-типологических карт.

При оценке ПУ учитывался показатель влагообменного потенциала лесных геосистем, определяемый с использованием методов дистанционного зондирования Земли. В данной работе не рассматривались все факторы и условия, влияющие на устойчивость и горимость лесов, такие как антропогенный фактор, экстремальные погодные явления и свойства горючих материалов. Постановка и решение таких задач могут стать следующим этапом исследования влияния пирогенного фактора на развитие геосистем на территории Селенгинского среднегорья.

Работа выполнена за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (AAAA-A21-121012190056-4).

Список цитируемой литературы

1. Dennison P.E., Brewer S.C., Arnold J.D., Moritz M.A. Large wild fire trends in the western United States, 1984–2011 // Geophys. Res. Lett. – 2014. – Vol. 41, Iss. 8. – P. 2928–2933.

2. Kharuk V.I., Ranson K.J., Dvinskaya M.L. Wildfires dynamic in the larch dominance zone // *Geophys. Res. Lett.* – 2008. – Vol. 35, Iss. 1. – P. 1–6.
3. Flannigan M., Stocks B., Turetsky M., Wotton M. Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest // *Glob. Change Biol.* – 2009. – Vol. 15, Iss. 3. – P. 549–560.
4. Forkel M., Thonicke K., Beer C., Cramer W., Bartalev S., Schmullius C. Extreme fire events are related to previous-year surface moisture conditions in permafrost-underlain larch forests of Siberia // *Environ. Res. Lett.* – 2012. – Vol. 7, N 4. – P. 1–9.
5. Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Climate change and wildfires in Russia // *Contemp. Probl. Ecol.* – 2013. – Vol. 6, Iss. 7. – P. 683–692.
6. Цветков П.А., Буряк Л.В. Исследования природы пожаров в лесах Сибири // *Сибир. лесной журнал.* – 2014. – № 3. – С. 25–42.
7. Школьник И.М., Мелешко В.П., Ефимов С.В., Стафеева Е.Н. Изменения экстремальности климата на территории Сибири к середине XXI века: ансамблевый прогноз по региональной модели ГГО // *Метеорология и гидрология.* – 2012. – № 2. – С. 5–23.
8. Пономарев Е.И., Харук В.И. Горимость лесов Алтае-Саянского региона в условиях наблюдаемых изменений климата // *Сибир. экологический журнал.* – 2016. – № 1. – С. 38–46.
9. Михеев В.С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 208 с.
10. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. – М.: Наука, 1988. – 192 с.
11. Байкальский регион: общество и природа. Атлас. / Ред. А.Р. Батуев, Л.М. Корытный, В.М. Плюснин. – М.: Паулсен, 2021. – 320 с.
12. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
13. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
14. Преображенский В.С., Фадеева Н.В., Мухина Л.И., Томилов Г.М. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР. – М.: Наука, 1959. – 218 с.
15. Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В. Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2017. – 139 с.

16. Фадеева Н.В. Селенгинское среднегорье (Природные условия и районирование). – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1963. – 171 с.
17. Сайт ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД". [Электронный ресурс]. – <http://meteo.ru> (дата обращения 04.08.2021 г.)
18. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Предбайкалье и Забайкалье / Отв. ред. В.С. Преображенский. – М.: Наука, 1965. – 492 с.
19. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. М-б 1:1500000 / Ред. О.П. Космакова, В.С. Михеев. – М.: ГУГК, 1977.
20. Убугунов Л.Л., Убугунова В.И., Бадмаев Н.Б., Гынинова А.Б., Убугунов В.Л., Балсанова Л.Д. Почвы Бурятии: разнообразие, систематика и классификация // Вестн. Бурят. гос. сельскохозяй. академии им. В.Р. Филиппова. – 2012. – № 2 (27). – С. 45–52.
21. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
22. Медведков А.А., Котова М.В. Противопожарный потенциал лесов водоохранной зоны озера Байкал (на примере территории Байкало-Ленского заповедника) // Изв.РАН. Серия географическая. – 2020. – Т. 84, № 5. – С. 764–775.
23. Медведков А.А. Подходы к оценке противопожарной функции лесных ландшафтов в условиях бореальной криолитозоны. Т. 2: Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата (ГЕОРИСК–2018). – М.: Изд-во Росс. ун-та дружбы народов, 2018. – С. 209–213.
24. Фролов А.А. Ландшафтообразующие процессы, факторы и ландшафтная структура юга Селенгинского среднегорья // Изв. Иркутск. ун-та. Серия Науки о Земле. – 2022. – Т. 42. – С. 102–118.
25. Официальный сайт ESRI. [Электронный ресурс]. – <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/arcpy/image-analyst/ndmi.htm> (дата обращения 20.08.2021 г.)
26. Касьянова Л.Н. Экология растений Прибайкалья (водный обмен). – М.: Наука, 2004. – 288 с.
27. Борисова Т.А. Лесные пожары Бурятии: причины и следствия // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия География. Геоэкология. – 2017. – № 2. – С. 78–84.
28. Евдокименко М.Д. Пирогенная дигрессия светлохвойных лесов Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2008. – № 2. – С.109–115.

Таблица 1. Противопожарная устойчивость (ПУ) и горимость лесных геосистем юга Селенгинского среднегорья

№	Тип лесных геосистем (группы фаций)	Модальные значения приповерхностных температур, °С	ПУ	Горимость, %
Горно-таежные геосистемы				
1	Лиственнично-кедровые кустарничково-мелкотравно-зеленомошные леса на плоских водоразделах, сложенных элювиальными отложениями (глыбы, щебень, дресва, суглинки) на подзолистых почвах.	~19–22	очень высокая	0,36
2	Сосново-лиственничные кустарничково-мохово-травяные леса на плоских водоразделах, сложенных элювиальными отложениями (суглинки, глыбы, щебень, дресва) на дерново-подзолистых почвах.	19–22	очень высокая	5,63
3	Лиственнично-кедровые кустарничково-зеленомошные на склонах преимущественно северных экспозиций, сложенных делювиальными и коллювиально-делювиальными отложениями (суглинки с дресвой, щебнем и глыбами) на подбурах.	~18–22	очень высокая	0,13
4	Березово-лиственничные мохово-травяные кустарниковые леса на склонах преимущественно северных экспозиций, сложенных делювиальными и коллювиально-делювиальными отложениями (суглинки с дресвой, щебнем и глыбами) на дерново-подбурах и дерново-подзолистых почвах.	~19–23	очень высокая	9,08
5	Березово-сосновые и сосновые кустарничково-травяные леса на склонах преимущественно южных экспозиций, сложенных делювиальными и коллювиально-делювиальными отложениями (суглинки с дресвой, щебнем и глыбами) на дерновых таежных почвах.	~25–33	средняя	8,48

6	Лиственнично-березовые с сосной травяные леса на склонах преимущественно южных экспозиций, сложенных делювиальными и коллювиально-делювиальными отложениями (суглинки с дресвой, щебнем и глыбами) на дерновых таежных почвах.	~24–26	высокая	13,06
7	Сосновые и березово-сосновые разнотравные кустарниковые местами остепненные леса на склонах низкогорий и холмисто-увалистых возвышенностях сложенных делювиальными в сочетании с эоловыми отложениями (супеси, пески с щебнем и дресвой) на легких дерново-серых почвах.	~36–41	очень низкая	18,84
8	Лиственнично-березовые с елью кустарниковые разнотравно-крупнотравные леса в речных долинах межгорных понижений на аллювиальных, аллювиально-пролювиальных и аллювиально-делювиальных отложениях (пески, супеси с гравием, галькой, суглинки с дресвой и щебнем) на слоисто-аллювиальных, аллювиальных торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах.	~18–24	очень высокая	2,03
Подгорно-равнинные подтаежные геосистемы				
9	Сосновые с березой кустарниковые разнотравные, местами мертвопокровные леса на предгорной полигенетической равнине, переработанной эоловыми и другими экзогенными процессами, сложенной эоловыми и делювиально-пролювиальными отложениями (пески, лёссовидные супеси с дресвой и щебнем, алевроиты) на псаммоземах (сосновые боры).	~38–40	очень низкая	11,85
10	Березово-сосновые разнотравные остепненные леса на предгорных шлейфах и конусах выноса, сложенных делювиально-пролювиальными, эоловыми отложениями (супеси с дресвой и щебнем, пески) на дерновых таежных почвах и псаммоземах.	~38–43	очень низкая	10,67

11	Березово-сосновые и сосново-березовые с кустарником разнотравные леса на аллювиально-озерных равнинах, сложенных аллювиально-озерными отложениями (супеси, пески мелкозернистые, алевролитовые, с прослоями гальки, гравия) на серых метаморфических почвах.	~33–35	низкая	19,66
12	Кустарниковые заросли с тополем и сосной в сочетании с луговыми и лугово-болотными территориями с участками песчаных и песчано-галечных пляжей на поймах и низких (первых надпойменных) речных террасах, сложенных аллювиальными отложениями (пески, галечники, гравий, супеси, илы) на слоисто-аллювиальных, аллювиальных перегнойно-глеевых, аллювиальных луговых серо- и темногумусовых и лугово-болотных почвах.	~24–39	высокая	0,20
13	Нелесные геосистемы и геотехнические системы (степи, селитебные территории, сельхозугодья и др.).	-	-	-

A.A. Frolov¹, D.A. Bystrova²

**LANDSCAPE ANALYSIS OF FIRE RESISTANCE AND
BURNABILITY OF FOREST GEOSYSTEMS IN THE SOUTH OF
THE SELENGA MIDLANDS**

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS¹;
Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov²;
Russia, Irkutsk

f-v1984@mail.ru¹, da.bystrova@mail.ru²

Abstract: The increase in the burnability of forest landscapes in the Northern hemisphere, especially in the south of the Selenga Srednegorye in Transbaikalia, is due to climate change and weather conditions, such as an increase in air temperature, a change in humidity levels and an increase in dry periods. In this region, the combination of a hot arid climate, prolonged winds and characteristics of forest geosystems contributes to the development of fires. To assess the fire resistance and burnability of forest geosystems, it is recommended to use a landscape approach that takes into account a set of factors and processes that determine the functioning of geosystems and their natural regime. This paper presents the experience of using landscape analysis to study and assess the fire resistance and burnability of forest geosystems in the south of the Selenga Srednegorye in Transbaikalia.

Keywords: fire resistance, burnability of forest geosystems, fires, landscape analysis, Landsat 8 OLI and TIRS, LST, NDMI.

А.В. Хирк^{1,2}, Д.В. Карпова¹, А. Балджиев¹, Р.Д. Петросян³

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И
КАЛИЯ СКЛОНОВОЙ ПАХОТНОЙ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ
ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ**

¹Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

²ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», «Верхневолжский
ФАНЦ»

Россия, Москва

khirkav@my.msu.ru

Аннотация: На распределение подвижных форм фосфора и калия значительное влияние оказывают рельеф и агротехника. Роль этих факторов является механической, калий и фосфор перемещаются в пахотном слое в составе почвенных агрегатов и на почвенных частицах. Подвижность фосфора и калия зависит от кислотности пахотного слоя, что связано с комплексностью почвенного покрова.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, агросерые почвы, плотность, органическое вещество, удобрения

Кроме мезорельефа в распределении подвижных форм фосфора и калия могут играть значительную роль особенности почвенного покрова: значение кислотности и содержание гумуса в пахотном горизонте [1]. Контрастность почвенного покрова приводит к тому, что в агрономическом отношении комплекс серых лесных почв неоднороден. Потенциальное плодородие серых лесных почв микроповышений, ниже чем потенциальное плодородие почвы микропонижений со вторым гумусовым горизонтом [2]. На доступность для растений фосфора влияют дозы и формы внесения минеральных удобрений, а также и органических [3] доступность подвижного фосфора и обменного калия зависит от погодных условий, так при высоких температурах и низкой влажности преобладают процессы иммобилизации [4].

Цель работы: выявление факторов, влияющих на распределение подвижных форм калия и фосфора в пахотном слое агросерых почв в условиях склона.

Объектом исследования (Рисунок 1) явилось поле в нижней части склона к реке Каменка (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»). Площадь поля составляет 12 га. Открытая поверхность почвы

представляла из себя чередование темно-серых и светло-серых пятен 10-15 м в диаметре. Поле интересно для исследования подвижных форм калия и фосфора, так как оно находится в нижней части склона, со стороны ближе к реке проходит автомобильная дорога и лесополоса. Под дорогой располагается быстроток для отвода воды ложбины. Таким образом, с одной стороны на поле может происходить накопление удобрений, прибывающих с выше расположенных полей, а также транзит химических веществ в пойму через ложбину.

На поле в 48 точках были отобраны образцы пахотного слоя 0-20 см буром методом конверта. Масса смешанного образца 1 кг. На нем также были заложены три разреза в характерных точках. Первый разрез располагается в пологой ложбине (глубина 50 см, ширина 2 м), второй в 50 м от него в светлом пятне пашне и третий в 100 м от ложбины в темном пятне пашни. Превышение между первым и третьим разрезами составляет 2 м. Пахотный горизонт (0-20 см) в ложбине однородной темно-серой окраски, комковато-зернистой структуры уплотненный, мягкий, сложение рыхлое структурное. Во втором разрезе пахотный горизонт мощностью 30 см, комковато-зернисто-порошистой структуры и также уплотненный, мягкий, сложение рыхлое структурное. Пахотный горизонт в третьем разрезе имел мощность 42 см, отличался очень темно-серой окраской и глыбисто-зернистой структурой, горизонт мягкий, структурно-рыхлый. Пахотные горизонты имели ровную и слабоволнистую границу с нижележащими горизонтами.

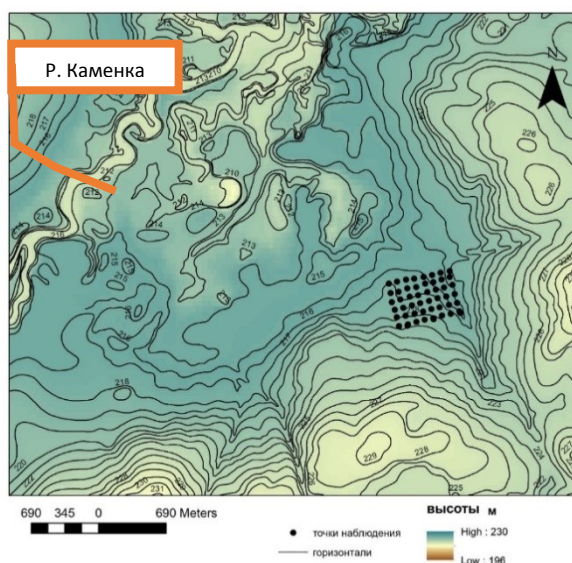


Рисунок 1. Расположение участка исследования

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Содержание органического вещества определялось методом Тюрина в модификации ЦИНАО, рН определялся потенциометрическим методом. Плотность сложения определялась цилиндром с заданным объёмом в трёхкратной повторности. Наблюдения проводились в конце июня. Поле находилось под чистым паром. Почва была сильно иссушена. Обработка данных и построение распределений проводилось в программе Arcgis методом универсального кригинга.

Содержание гумуса в пахотном слое (рис. 3б) находится в диапазоне от 2.5% до 5.5%. Через содержание гумуса в пахотном слое прослеживается рисунок почвенной структуры. Содержание гумуса в пахотном слое ложбины ниже 3%. Четко прослеживаются микропонижения пятнами с содержанием гумуса больше 4%. На микроповышениях также, как и в ложбине, содержание гумуса ниже 3%.

Плотность пахотного слоя (Рисунок 2а) находилась в наиболее благоприятном диапазоне от 1 до 1.3 кг/м³, несмотря на то, что в момент измерений почва была иссушена. В ложбине плотность пахотного слоя несколько выше чем на остальном поле и составляет до 1.3 кг/м³. Также прослеживается некоторое снижение плотности в точках с повышенным содержанием гумуса.

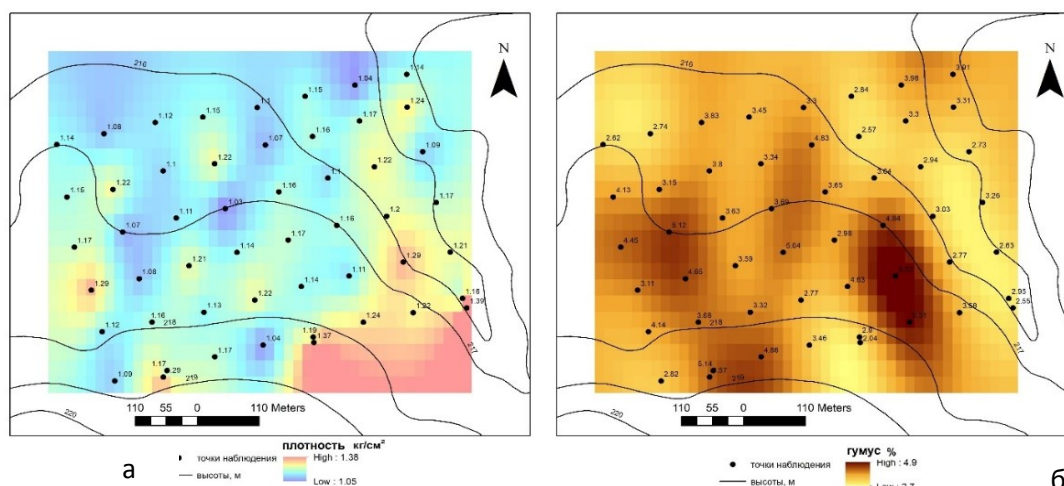


Рисунок 2. Распределение (а) плотности и (б) содержания гумуса в пахотном слое

Пахотный слой (Рисунок 3) имеет слабокислую реакцию от 6.25 до 6.5. При чём вниз по склону рН_{Н₂О} повышается достаточно равномерно. Высокие показания рН_{КСl} наблюдаются в ложбине и есть

точка на поле с $pH_{KCl}=6.18$. Высокая обменная кислотность может говорить о накоплении подвижных форм фосфора и калия.

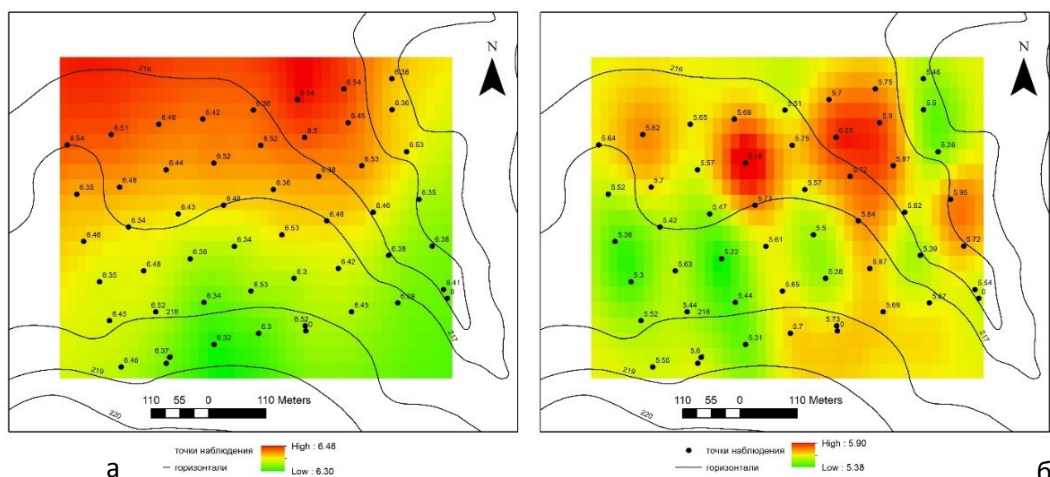


Рисунок 3. Распределение (а) pH_{H_2O} (б) pH_{KCl} пахотного слоя

Подвижные формы калия и фосфора (Рисунок 4) накапливаются в ложбине. Однако наблюдается полоса высоких содержаний подвижных форм калия и фосфора, не связанная с рельефом. Можно предположить, что такая полоса могла явиться артефактом внесения удобрений или обработки поля, так как это повышение находится в нижней части поля, на развороте техники и произошло механическое накопление. Важно отметить, что так как обработка ведётся поперёк склона, то не происходит смыв и механический перенос удобрений. Также есть точка с содержанием фосфора, превышающим среднее содержание более чем в два раза. Отбор проб методом конверта исключает случайный характер этого показателя. Также в этой точке высокий pH_{KCl} , что подтверждает возможность накопления фосфора.

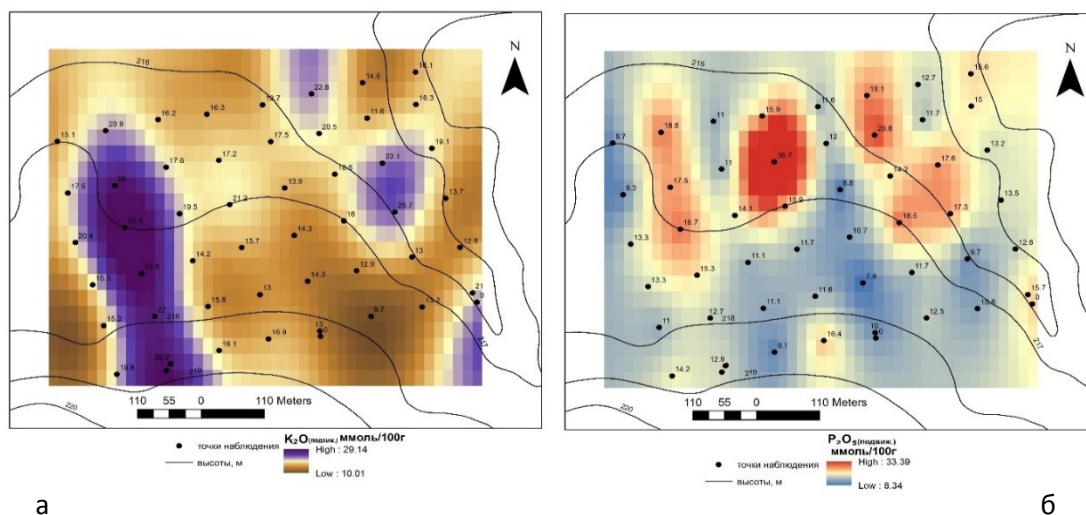


Рисунок 4. Распределение подвижных форм (а) калия и (б) фосфора

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Содержание подвижных форм фосфора связано с кислотностью и в первую очередь с pH_{KCl} (Таблица 1) В свою очередь содержание подвижных форм калия имеет связь с фосфором. Также существует связь между водной и солевой кислотностью, а также обратная зависимость между pH_{H_2O} и содержанием гумуса. В точках с низким содержанием гумуса pH_{H_2O} ниже, что характерно для ложбины.

Таблица 1. Корреляционный анализ физико-химических свойств пахотной серой лесной почвы (0-20 см) Владимирского ополья ($p < 0.05$)

	Среднее	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Гумус, %	P_2O_5	K_2O	Плотность
pH_{H_2O}	6.43 ± 0.07		0.39	-0.31	0.29	0.16	-0.08
pH_{KCl}	5.61 ± 0.20			-0.16	0.57	-0.01	-0.05
Гумус, %	3.65 ± 0.83				-0.15	0.11	-0.23
P_2O_5 , ммоль/100г	13.84 ± 4.5 5					0.38	0.02
K_2O , ммоль/100г	17.70 ± 4.9 6						-0.26
Плотность, кг/см ³	1.15 ± 0.06						

Таким образом, подвижность фосфора и калия зависит от кислотности пахотного слоя, которая, в свою очередь, связана с комплексностью почвенного покрова. В распределении подвижных форм фосфора и калия важную роль играет рельеф, примером может быть наличие ложбины, в которой может происходить их накопление, как в нашем случае. Агротехника как фактор, влияет на механическое, перемещение калия и фосфора в пахотном слое в составе почвенных агрегатов и на почвенных частицах.

Список цитируемой литературы

1. Карпова Д. В., Чижикова Н. П., Колобова Н. А., Кононенко В. В. / Анализ состояния фосфора в агросерых почвах Владимирского ополья // Агрохимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 15-19.
2. Шеин Е.В., Кирюшин В.И., Корчагин А.А., Мазиров М.А., Дембовецкий А.В., Ильин Л.И. / Оценка агрономической однородности и совместимости почвенного покрова Владимирского Ополья // Почвоведение, 2017, № 10, с. 1208–1215

3. Рогова, О. Б. Сорбционная способность серой лесной почвы в отношении фосфора в зависимости от системы удобрения / О. Б. Рогова, Н. А. Колобова, А. Л. Иванов // Почвоведение. – 2018. – № 5. – С. 573-579.

4. Окорков, В. В. / Фосфорно-калийный режим серой лесной почвы Владимирского Ополя // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 8. – С. 28-31.

A.V. Khirk^{1,2}, D.V. Karpova¹, A. Baldzhiev¹, R.D. Petrosyan³

**DISTRIBUTION OF MOBILE FORMS OF PHOSPHORUS AND
POTASSIUM IN THE ARABLE LAYER ON THE SLOPE,
VLADIMIRSKY OPOLYE**

¹Faculty of Soil Science Lomonosov MSU

²Dokuchaev Soil Science Intitute

³Verkhnevolzhsky FANTs

Russia, Moscow

khirkav@my.msu.ru

Abstract: The distribution of mobile forms of phosphorus and potassium is significantly influenced by relief and agricultural technology. The role of these factors is mechanical, potassium and phosphorus move in the arable layer as part of soil aggregates and on soil particles. The mobility of phosphorus and potassium depends on the acidity of the arable layer, which is associated with the complexity of the soil cover.

Keywords: soil cover structure, agrograin soils, density, organic matter, fertilizers

О.С. Хохлова, С.А. Сычева

**ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ
ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВ, НА
ПРИМЕРЕ ПАЛЕОПОЧВЫ МИКУЛИНСКОГО
МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ (МИС 5Е)**

¹Институт физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН

Россия, г. Пущино

²Институт географии РАН

Россия, г. Москва

olga_004@rambler.ru

Аннотация. Цель работы – оценить полное время и процессы образования текстурно-дифференцированных почв на примере палеопочв микулинского межледниковья в центре Восточно-Европейской равнины. Изучены межледниковая палеопочва (МИС 5е) и позднемосковский лёсс (МИС 6) в Танеевском карьере Курской области. Проведены макро- и микроморфологический анализ выбранного профиля, определен ОСЛ-возраст и основные физико-химические свойства указанных почвы и лесса. Результаты проделанной работы позволяют заключить, что дифференциация профиля на сравнительно легкую по гранулометрическому составу часть и относительно тяжелую заложена склоновыми и мерзлотными процессами еще в предшествующую позднеледниковую эпоху, а деление изученной палеопочвы на горизонты Ah-E-BT – продукт микулинского межледниковья. Другими словами, педогенез микулинской текстурно-дифференцированной почвы осуществлялся в исходно дифференцированной по гранулометрическому составу литогенной матрице, в процессе развития почвы текстурные различия были подчеркнуты.

Ключевые слова: Текстурно-дифференцированные палеопочвы, микроморфология, склоновый перенос, московский лесс, инициальные почвы, криогенез

Введение. Генезис текстурно-дифференцированных почв (ТДП) до сих пор вызывает горячие дискуссии среди почвоведов. Существует несколько гипотез возникновения профиля с обедненным илом и полуторными оксидами элювиальным горизонтом и

обогащенным этими элементами иллювиальным горизонтом [1]. Неоднозначно оценивается возраст образования такого профиля. Одни исследователи считают, что он межледниковый – голоценовый [2]. Другие же полагают, что более древний, а текстурная дифференциация профиля полностью унаследована от гранулометрического состава материнских пород: более тяжелого – для горизонта Vt и облегченного эолового происхождения – для горизонта E [3]. Возможность оценить условия и полное время образования ТДП дают палеопочвы микулинского межледниковья, предшествующего современному межледниковью – голоцену.

Объекты и методы. Почвенно-седиментационные разрезы с ТДП были изучены в Танеевском карьере в 25 км к югу от г. Курска. Карьер заложен на приводораздельном склоне к крупной балочной системе. Межбалочные водоразделы в районе карьера сложены песками палеогенового возраста, перекрытыми маломощными лёссами и фациально связанными с ними аллювиально-склоновыми отложениями московского возраста. В стенках Танеевского карьера вскрываются погребенные малые эрозионные формы московского времени, которые врезаны в толщу палеогеновых песков [4]. Один из таких перигляциальных оврагов наследует позднемосковско-микулинская палеоложбина. Она заполнена суглинком с постшлировой текстурой с многочисленными мелкими карбонатными стяжениями по порам (позднемосковский лёсс). Эта толща образовалась за счет эоловых и малоинтенсивных делювиальных процессов, периодически промерзала в условиях холодного перигляциального климата [5].

По склонам и в днище погребенной ложбины развита межледниковая палеопочва, образуя неконтрастную катену. Проведены морфологические описания почв в поле, микроморфологический анализ выделенных горизонтов, сделан гранулометрический состав, определено содержание органического и карбонатного углерода по профилю, магнитная восприимчивость, получены ОСЛ-даты. Анализ по катене, представленной в карьере, позволил проследить пути латерального переноса мелкозема, детализировать историю развития форм микро- и мезорельефа, почв и ландшафтов.

Результаты. Палеопочва в Танеевском карьере по диагностическим признакам идентична рышковской, изученной в Александровском карьере (в 15 км от Танеевского карьера), где был

определен ее возраст, как микулинский (МИС 5e). В основании гор. Вt рышковской палеопочвы в Александровском карьере получена ОСЛ-дата 127 тыс. л.н., в перекрывающем сеймском лессе – 115 и 112 тыс. л.н. [6]. Эти даты показывают продолжительность межледникового почвообразования и совпадают с определениями возраста МИС 5e (130/128-117 тыс. лет). Для горизонта ЕВ рышковской палеопочвы в Танеевском карьере (глубина 4,05 м) получены две ОСЛ-даты 123 ± 16 тыс. л.н. (по кварцу) и 136 ± 10 тыс. л.н. (по полевым шпатам), показывающие идеальное совпадение с возрастом микулинского межледниковья.

Палеопочва в днище неглубокой палеоложбины резко дифференцирована, с хорошо выраженными горизонтами Afire-АО-Ah-AE-E-EB-Vt. Общая мощность профиля достигает 185 см. Он состоит из трех основных горизонтов: гумусового – 25 см, элювиального – 25 см и иллювиально-глинистого. Все три горизонта отличаются друг от друга цветом, структурой и гранулометрическим составом. Структура укрупняется от пластинчато-мелкореховатой в гор. AE до крупно-ореховатой и призматической в гор. Vt. Почвенные агрегаты наследуют постшлировую текстуру, характерную для московского склонового лесса, по которому развит иллювиальный горизонт. Закономерно меняются новообразования и их количество: от обилия силтан в элювиальном и переходном горизонтах до бурых глинистых кутан в верхах и темно-серых манган в низах иллювиального горизонта. Элювиальный и переходный горизонты оглеены. Гумусовый горизонт почвы слоистый, испытавший склоновое переотложение. Рышковская почва может быть классифицирована как поверхностно-оглеенная дерново-подзолистая.

В кровле почвы наблюдается пирогенный прослой (Afire) мощностью 1-2 см, насыщенный углями, – результат сильного лесного пожара. Ниже в виде линз толщиной 1-2 см и протяженностью 10-20 см залегает красновато-оранжевый (обожженный) суглинок, изменивший цвет в результате воздействия огня.

Микроморфологические наблюдения показывают, что гор. или слой Afire бесструктурен, состоит из бурой органики, утратившей клеточное строение, угольной пыли, включает зерна минерального скелета (ЗМС), (рис. 1а, красные стрелки). В местах скопления угольной пыли (рис. 1а, левый верхний угол) видны разрозненные спаритовые зерна, иногда сложенные в карбонатные новообразования.

Зерна спарита связаны именно с угольными включениями. Это пирогенный кальцит, образующийся при сгорании больших количеств органической (растительной) массы [7, 8].

Гор. АО, 355-357(360) или [0-3(5)] см, имеет еще значительное содержание черной углистой пыли, а также бурой массы несгоревшего и сильно разложившегося растительного материала, залегающих в виде прерывистых слойков. Но здесь уже обнаруживается и глинисто-пылеватый материал палевого цвета (*рис. 1б*). Горизонт бесструктурный, в нем имеется сеть ходов корней и червей, и выбросы мелких почвенных животных в порах.

Гор. Ah, 357(360)-375 или [3(5)-20] см, неоднородного сложения, содержит углистые включения в порах, иногда – в виде прерывистых микрослойков. В отдельных микрозонах фиксируется постшлировая текстура (субпараллельные пластинчатые отдельности). Можно также отметить микрозоны с вполне отчетливой зернистой структурой и наличием выбросов мезофауны в порах. Почвенная масса неоднородна по цвету, встречаются более бурые и более серые микрозоны рядом (*рис. 1в, центр, стрелки*).

Гор. АЕ, 375-380, [20-25] см, демонстрирует четкую сеть субпараллельных пор-трещин, делящих почвенную массу на пластинчатые структурные отдельности, в основной массе хорошо видны осветленные микрозоны – силтаны (*рис. 1г, серые полосы на рыжем фоне*). Почвенная масса неоднородна в этом горизонте, незакономерно переплетаются микрозоны разнородных материалов, более и менее окрашенных оксидами железа и по-разному уплотненных (*рис. 1д, нижняя и верхняя половины, соответственно*). По границе внедрения одного материала в другой виден прослой угольной пыли (*рис. 1д, середина, справа*), маркирующий разные делювиальные слойки.

Гор. Е, 380-397 [25-42] см, характеризуется светло-палевой окраской, основная масса обезжелезнена, в ней разбросаны обособленные мелкие (не более 0,5 мм в d) округлые Fe-Mn пятна, а также угольная пыль, иногда образующая тончайшие прослойки (*рис. 1е, стрелки*). В порах и среди основной массы отмечаются скопления «отмытых» зерен кварца. Материал неоднородный, четко видна микрослоистость, иногда вдоль границы слойков четко читаются скелетаны.

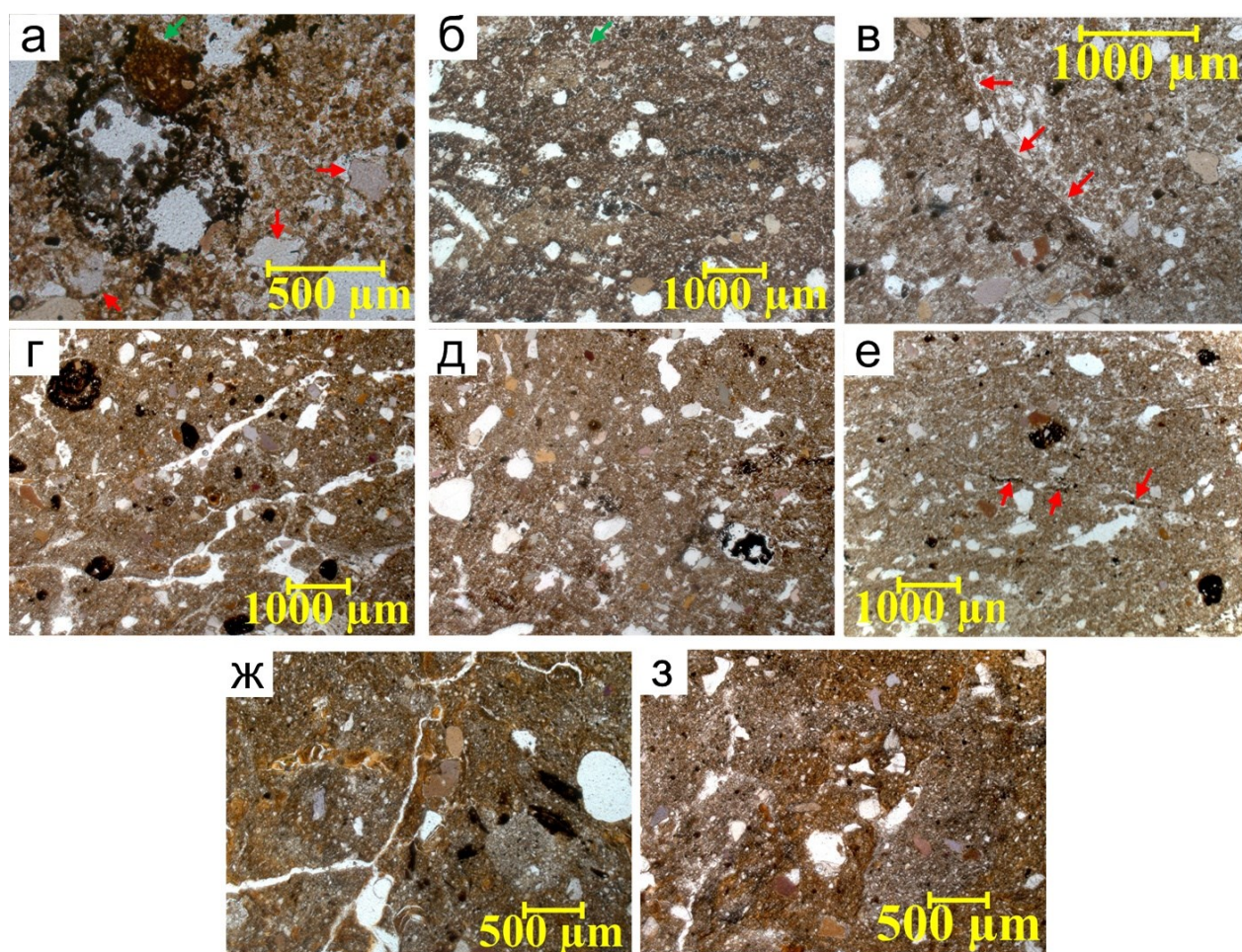


Рисунок 1. Микроморфологическое строение горизонтов палеопочвы МИС 5е в Танеевском карьере. Объяснения даны в тексте. Все фото сняты без анализатора (PPL).

Гор. ЕВ, 397-420, [42-65] см, оставляет двойное впечатление. С одной стороны, здесь еще хорошо развиты обесцвеченные микрозоны тонкодисперсной массы, но они часто имеют неестественно ровные границы (*рис. 1ж, стрелки*) и четко видны внедрения более глинистого бурого материала. С другой, есть микрозоны с бурой глиной и приуроченным к ней гумусово-Fe-глинистыми кутанами и пятнами Fe-Mn оксидов (*рис. 1ж, центр и левая часть*). Но и здесь видны микрозоны внедрения материала более крупнозернистого и обезжелезненного, эти фрагменты имеют произвольную форму, материал в целом разбит трещинной сетью, которая сечет как бурые, так и светлые фрагменты.

В гор. Bt1, 420-450, [65-95] см, Bt2, 450-520, [95-165] см, происходит смешивание высокоглинистого материала с пылеватым, бурого и серого, соответственно, (*рис. 1з*), причем последний похож на тот, что мы видели выше в гор. Ah-ЕВ, а высокоглинистый – это

новый материал, который в незначительном количестве уже присутствовал в вышележащем гор. ЕВ. В буром материале множество Fe-глинистых кутан, их число и мощность достигает профильного максимума, кутаны нескольких генераций или этапов накопления. Сверху вниз по иллювиальной части профиля увеличивается выраженность и все более темная окраска пятен Fe-Mn оксидов. Отмечается и криогенная сортировка материала: зерна крупнопесчаного размера в поре, иногда такие зерна покрыты Fe-глинистой кутаной.

Позднемосковский лёсс представлен в основном пылеватым и меньше – глинистым материалом, но с заметной долей мелко- и среднеспесчаных практически неокатанных зерен. Хорошо выражена слоеватая постшлировая текстура, при этом поры-ваги не имеют никаких покровов, а биогенные округлые поры (ходы корней) заняты карбонатными скрытокристаллическими кутанами. Среди зерен минерального скелета присутствует глауконит и множество удлиненных и округлых зерен литогенного кальцита, что указывает на примесь коренных (палеогеновых и карбоновых) пород в лёссе.

Данные гранулометрического состава почвы МИС 5е и подстилающего ее позднемосковского лёсса (рис. 2) хорошо коррелируют с микроморфологическими наблюдениями и четко показывают неоднородность литогенной матрицы для изучаемого профиля. В верхней части профиля, включая гор. ЕВ, гранулометрический состав легкосуглинистый с резким преобладанием фракции крупной пыли (53-57%), мелкий песок и мелкая пыль находятся примерно в равных соотношениях, по 11-16%, ил при этом составляет 3-8%, достигая профильного минимума в гор. Е, ЕВ (около 3%). Ниже, в гор. Bt1, резко снижается фракция крупной пыли (42-43%) и увеличивается – илистой фракции (21-22%), грансостав становится среднесуглинистым, сохраняясь таким до нижней границы гор. Bt3. Обращает на себя внимание заметное снижение доли песка (как мелкого, так и особенно среднего) в гор. Bt2-Bt3. Если обособленно рассмотреть совокупность гор. Bt почвы МИС-5е, четко видна слоистость этой толщи по илу и содержанию песчаных фракций, отличающаяся от позднемосковского лёсса. В лёссе грансостав легкосуглинистый, увеличивается доля песчаных фракций, падает содержание илистой фракции, хотя и не достигает тех значений, как в гор. Bt.

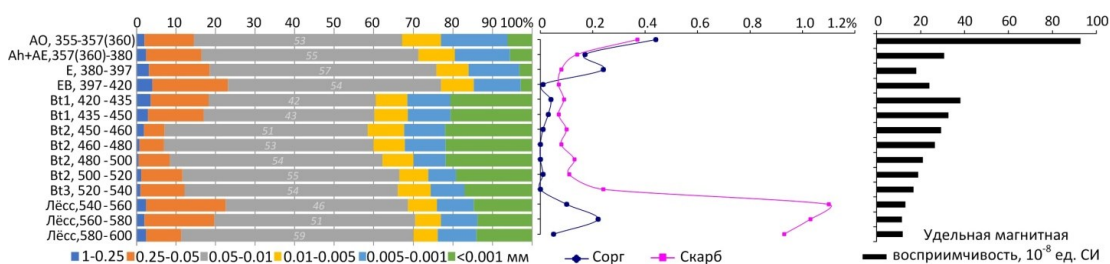


Рисунок 2. Гранулометрический состав, содержание углерода органического (Сорг) и карбонатного (Скарб) и удельной магнитной восприимчивости в профиле палеопочвы МИС 5е в Танеевском карьере.

По распределению углерода органического (Сорг) в почве МИС 5е и подстилающем лёссе значения от 0,4 до 0,2% получены для верхней гумусовой части профиля межледниковой почвы, (рис. 2). В гор. EB значения нулевые. Необходимо обратить внимание на небольшое увеличение содержания Сорг в гор. Bt1 на фоне нулевых значений этого показателя в остальных Bt горизонтах профиля. В лёссе значения С орг от 0,1 до 0,2%.

В распределении углерода карбонатов (С карб) отмечается небольшой пик его содержания в пирогенном слое Afire, 0,4%, затем снижение в гор. Ah+AE до 0,1% (рис. 2). С карб остается на уровне 0,1% по всему профилю и резко увеличивается в лёссе, 0,9-1,1%.

Магнитная восприимчивость (МВ) показывает закономерный пик в пирогенном горизонте (рис. 2), величина МВ достигает почти $100 \cdot 10^{-8}$ ед СИ и намного превышает остальные значения в профиле. Еще одно повышенное значение МВ приурочено к гор. Bt, 420-435 см, что совпадает с резкой сменой гранулометрического состава в рассматриваемом профиле и сменой внешнего облика материала по микроморфологическим наблюдениям. В московском лёссе значения МВ самые низкие и одинаковые, не превышают $13 \cdot 10^{-8}$ ед СИ.

Обсуждение результатов. На основе микроморфологического анализа можно заключить, что гор. Bt3 сформирован на поздне-московском лёссе. В гор. EB-Bt1-Bt2 к пылеватому лёссе добавляется бурая глинистая масса, практически не содержащая Fe-глинистых кулан. Начиная с гор. E вверх, идет пылевато-песчаный материал, в нем доля песчаных фракций достигает максимума. Практически во всех горизонтах профиля почвы видны внедрения разнородного материала, хорошо видные на микроуровне. По гранулометрическому составу фиксируется литологический разрыв на уровне кровли гор.

Bt1, заметный не только по резкому (в семь раз) увеличению доли илистой фракции, но и по снижению доли среднего и мелкого песка, это снижение наиболее хорошо выражено в гор. Bt2 (в три-шесть раз) по сравнению с гор. ЕВ. Затем такой же разрыв виден и между слоями лёсса и подошвой гор. Bt3. В распределении С орг обнаруживаются некоторые повышения его содержания в гор. Bt1, что указывает на добавление не только глинистого, но и обогащенного органическим веществом материала. В распределении Скарб также хорошо фиксируется пирогенный пик его накопления, как и по микроморфологическим наблюдениям, который закономерно не достигает величин содержания С карб в лёссе.

Изучаемый разрез расположен в днище палеоложбины, куда по склонам и тальвегу стекался и отлагался, прежде всего, тонкий иловатый, слегка обогащенный органикой материал. Можно назвать этот процесс латеральной или склоновой сепарацией мелкозема по гранулометрическому составу. Предлагается следующее объяснение. В позднеледниковье образовались слаборазвитые (инициальные почвы), описанные в Пушино [9], в Костенках 11, 14 [10]. В Костенках 11 выделено пять таких почв с профилями, состоящими из двух горизонтов: АВ или В и Вк. Наличие профиля и особых трещиноватых границ верхнего бурого горизонта, показывает, что это – именно инициальные почвы, а не делювиальные прослои. Вероятно, верхний горизонт более ожелезнен и оглинен, возможно, был слегка гумусирован. Почвы отражают теплые фазы кратковременных (100-500 летних) климатических ритмов, имевших место в столь динамичное время, как позднеледниковье. В педогенную фазу ритма инициальные почвы образовывались, а затем в морфолитогенную фазу материал их верхних горизонтов сносился и переоткладывался ниже по склону и/или накапливался в днищах ложбин или балок, периодически промерзая, создавая поясковую текстуру в нижних частях. При вытаивании льдистых прослоев криогенная сепарация приводила к чередованию супесчаного алеврита с более глинистыми прослоями. Так формировался материал для будущего гор. Bt1.

Затем, в межледниковье, при формировании горизонтов Е и Ah, склоновое перемещение частиц продолжалось, но без участия криогенеза и инициальных палеопочв, поэтому вверху отложился материал более грубый, не обогащенный глиной. Процесс латерального переноса периодически возобновлялся после пожаров, которые являются необходимым механизмом функционирования

лесных экосистем. В межледниковье скорости склоновых процессов значительно снизились, а скорости почвообразования: оподзоливания, лессиважа, гумусообразования возросли. Формировался единый профиль Ah-E-Bt с серией переходных подгоризонтов, оттеняя и усиливая текстурную дифференциацию, охватывая значительную мощность пород (от метра до двух), зависящую от энергетики климата межледниковья и особенностей материнских пород. Таким образом, можно заключить, что дифференциация изучаемой почвы на горизонты Ah-E-Bt – продукт межледниковья, но предпосылки для такой дифференциации создавались склоновыми и мерзлотными процессами еще в позднеледниковье.

Благодарности. Полевые и лабораторные исследования выполнены при поддержке РФФИ, проект 19-29-05024 мк. Данная статья написана в рамках выполнения проекта РНФ, № 23-17-00073.

Список цитируемой литературы

1. Тонконогов В.Д. Глинисто-дифференцированные почвы Европейской России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1999. 156 с.
2. Александровский А. Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 150 с.
3. Макеев А.О. Поверхностные палеопочвы лёссовых водоразделов Русской равнины. М.: Молнет, 2012. 260 с.
4. Беляев Ю.Р. Развитие малых эрозионных форм центра Русской равнины в межледниково-ледниковом климатическом цикле. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук: М., 2006. 25 с.
5. Сычева С.А. Палеомерзлотные события в перигляциальной области Русской равнины в конце среднего и в позднем плейстоцене // Криосфера Земли, 2012, т.16, № 4. С. 45-56.
6. Сычева С.А., Хохлова О.С., Пушкина П.Р. Структура позднеплейстоценового климатического ритма на основе изучения детального почвенно-седиментационного архива внеледниковой области Восточно-Европейской равнины (Александровский карьер). Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 3. С. 93-114
7. Каздым А.А., Корякова Л.Н., Ковригин А.А., Берсенева Н.А. Петрографическое и минералогическое исследование "зольников" Павлинова городища (V в. до н.э., Курганская область). Минералогия техногенеза. 2003. Т. 4. С. 198-203.

8. Александровский А.Л. Пирогенное карбонатообразование: результаты почвенно-археологических исследований. Почвоведение. 2007. № 5. С. 517-524.

9. Гугалинская Л.А., Алифанов В.М., Фоминых Л.А. Концепция формирования профиля почв гумидной области Русской равнины. Пространственно-временная организация и функционирование почв. Пущино, 1990. С. 83-92.

10. Седов С. Н., Синицын А. А., Бессуднов А. А. и др. Отражение вековых и тысячелетних изменений природной среды в палеопочвах верхнепалеолитических стоянок Восточно-европейской равнины в МИС 3 и МИС 2. Геоморфология. 2022. Т. 53, № 5. С. 69-77.

O.S. Khokhlova¹, S.A. Sycheva²

PROBLEMS OF PROFILE FORMATION OF TEXTURE-DIFFERENTIATED SOILS, A CASE-STUDY OF THE MIKULINO INTERGLACIAL PALEOSOL (MIS 5e)

¹Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science,
Russian Academy of Sciences

Russia, Pushchino

²Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

Russia, Moscow

olga_004@rambler.ru

Abstract: The purpose of this work is to estimate the total duration and processes of formation of texture-differentiated soils using a case-study of the Mikulino interglacial paleosol in the center of the East European Plain. Interglacial paleosol (MIS 5e) and late Moscow loess (MIS 6) in the Taneevsky quarry of the Kursk region were studied. The macro- and micromorphological analysis of the selected profile was carried out, the OSL age and the main physicochemical properties of the indicated soil and loess were determined. The results of this work allow us to conclude that the differentiation of the profile into a relatively light part in terms of particle size distribution and a relatively heavy part was determined by slope and permafrost processes as early as the previous late glacial period. Whereas the division of the studied paleosol into the Ah-E-BT horizons is a product of the Mikulino interglacial time. In other words, the pedogenesis of the Mikulino texture-differentiated soil was carried out in the lithogenic matrix, which was initially differentiated in terms of particle size

distribution, and textural differences were enhanced during soil development.

Keywords: texture-differentiated paleosol, micromorphology, slope transfer, Moscow loess, initial soils, cryogenesis

УДК 574.21

Н.В. Чугай, В.В. Скляр

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В ГОРОДСКОМ ПАРКЕ Г.
ЛАКИНСК**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
chugaj-n@yandex.ru, varvara_golcova@mail.ru

Аннотация: В данной работе была произведена работа по изучению состояния атмосферного воздуха в городском парке г. Лакинск методом лишеноиндикации.

Ключевые слова: лишайники, лишеноиндикация, загрязнение воздуха.

Проблема загрязнения окружающей среды является одной из глобальных проблем современной цивилизации. В связи с развитием промышленности и транспорта в биосферу поступает большое количество вредных выбросов. Среди них большой удельный вес имеют сернистый газ, оксид углерода, сероводород, аммиак, а также копоть, пепел, твердые частицы. При изучении степени загрязнения окружающей среды промышленными объектами важна реакция биологических объектов на поллютанты. Одним из таких биологических объектов являются лишайники, а их уникальные свойства лишайников позволили развиваться особому направлению индикационной экологии — лишеноиндикации [1].

Лишайники выбраны объектом глобального биологического мониторинга, поскольку они распространены по всему Земному шару и их реакция на внешнее воздействие очень сильна, а собственная

изменчивость незначительна. Лишайники чутко реагируют на окружающие их условия.

Городской парк культуры и отдыха расположен в городе Лакинск по адресу Собинский район, Лакинск, Центральная площадь, 6.



Рисунок 1. Карта расположения городского парка

Большая часть этой территории представляет собой зеленую зону.

В парке произрастают различные деревья, такие как березы, осины, рябины, ели, сосны.

Лакинск – город в Собинском муниципальном районе Владимирской области России. Город расположен на автомобильной трассе М7 «Волга» между Москвой и Владимиром, в 4 км от Собинки, на реке Ундопка (левый приток Клязьмы).

Лакинск является промышленным спутником Владимира. В городе расположены прядильно-ткацкая фабрика, Коудайс МКорма, молокозавод, пивзавод, мебельная фабрика, птицефабрика. А также около Лакинска проходит федеральная трасса М7. Всё это является источниками загрязнения атмосферного воздуха.

С помощью определителя был выяснен видовой состав лишайников в городском парке г. Лакинск и обнаружено 2 вида лишайников – Ксантория настенная (лат. *Xanthoria parietina*), Лепрария серо-зеленая (лат. *Leprogia incana*).

Ксантория настенная – достаточно распространенный лишайник, который можно встретить на стволах деревьев. Окраску лишайнику придают микроскопические кристаллы вещества париетина, накапливающиеся в верхнем слое коры. Яркую желтую или оранжевую окраску имеет лишайник, растущий на солнечном свете. В

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

тени он окраску теряет. Если тень достаточно густая, Ксантория будет не желтой, а грязно-зеленой. Их главная задача – поглощать из окружающей среды влагу и минеральные соли, особенно активно это происходит после дождя

Лепрария – беловато-сине-зеленая лепра корковый лишайник, который растет на его субстрате в виде пятен гранулированных, спекшихся, мучнистых пылинок. Как и другие представители рода *Leparia*, он размножается только бесполом путем. Основное вегетативное тело (слоевище) состоит из участков соредия, маленькие шарики водорослей, обернутые грибом. Тело слоевища может быть прерывистым, начиная с отдельных гранул, которые делятся с образованием агрегатов, которые затем сливаются, образуя корку толщиной 0,1–0,7 мм без кортикального слоя (экортикального). Он постепенно образует организованный. Фотобионт состоит из зеленых глобозных коккоидных клеток. Он дает толстое слоевище и (обычно) не имеет ризогиф и восходящих краев слоевища [4].



Рисунок 2. Процентное соотношение количества накипных и листоватых лишайников

Диаграмма отображает процентное отношение количества накипных и листовых лишайников. Количество накипных лишайников составляет 100%, что говорит о неблагоприятной экологической обстановке.

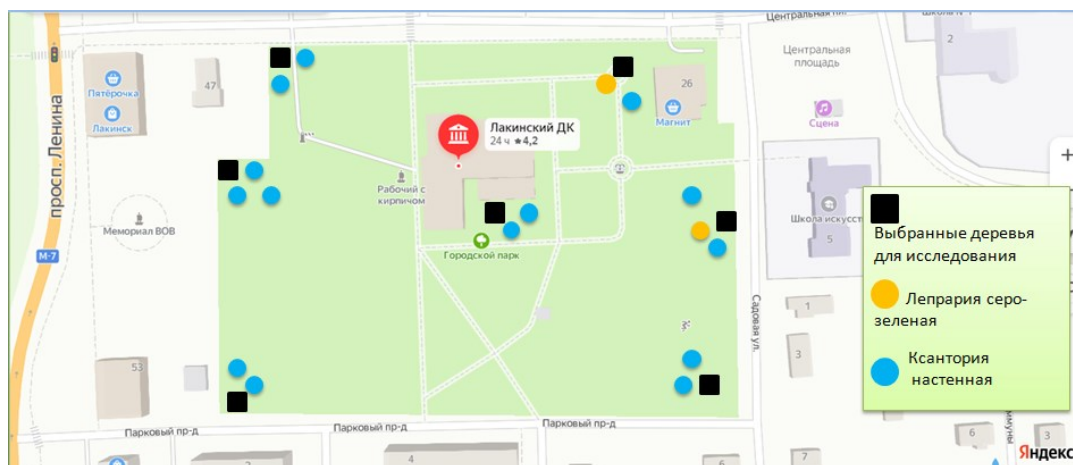


Рисунок 3. Данные по картированию лишайников

Таблица 1. Шкала количества воздуха по проективному покрытию лишайников стволов деревьев [3]

Степень покрытия, %	Число видов (шт)	Число лишайников доминантного вида	Степень заражения
Более 50%	Более 5	Более 5	6-я зона Очень чистый воздух
	3-5	Более 5	5-я зона Чистый воздух
	2-5	Менее 5	4-я зона Относительно чистый воздух
20-50%	Более 5	Более 5	3-я зона Умеренное загрязнение
	Более 2	Менее 5	2-я зона Сильное загрязнение
Менее 20%	3-5	Менее 5	1-я зона Очень сильное загрязнение
	0-2	Менее 5	

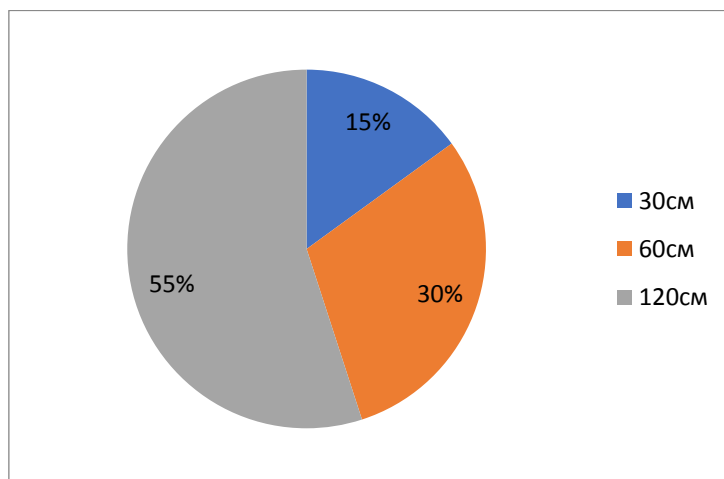


Рисунок 4. Распределение лишайников по высоте на стволах деревьев

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Из графика хорошо видно, что высоте 30 см количество лишайников наиболее низкое, на высоте 60 см обнаружено самое высокое количество, на высоте 120 см- среднее значение.

В результате проведенных исследования обнаружено два вида лишайников: Лепрария серо-зеленая, Ксантория настенная. Степень покрытия около 20%. Следовательно, в городском парке культуры и отдыха г. Лакинск воздух умеренно загрязненный (3-я зона).

Список цитируемой литературы

1. Жизнь растений. Том 3 - водоросли. // А.А. Федоров, под ред. М.М. Голлербаха. М.: 1977.
2. Калинова, Г. С. Биология. Растения, бактерии, грибы, лишайники (+ приложение) / Г.С. Калинова. - М.: Национальное образование, 2013. - 208 с.
3. Чеснокова С.М. Лихеноиндикация загрязнения окружающей среды: Практикум/ Владим. гос. Ун-т. Владимир, 1999, 36с.
4. Тарасова, В.Н. Лишайники: физиология, экология, лихеноиндикация: учебное пособие / В.Н. Тарасова, А.В. Сониная, В.И. Андросова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012.

N.V. Chugai, V.V. Sklyar

DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY THE METHOD OF LICHENOINDICATION IN THE CITY PARK OF LAKINSK

Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletov
Russia, Vladimir

chugaj-n@yandex.ru, varvara_golcova@mail.ru

Abstract: In this paper, work was carried out to study the state of atmospheric air in the city park of Lakinsk by the method of lichenoid indication.

Key words: lichens, lichenoid indication, air pollution.

СЕКЦИЯ №3. ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

УДК 579.6, 57.04

В.Д. Волкова¹, Е.В. Федосеева², В.А. Терехова¹

ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИТОВ МИКРОМИЦЕТОВ *ALTERNARIA ALTERNATA* И *FUSARIUM OXYSPORUM* НА БАКТЕРИАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Россия, г. Москва

v_v_d_2000@mail.ru, elenfedoseeva@gmail.com, vtterekhova@gmail.com

Аннотация: Разработка новых способов биоремедиации водных сред, в том числе с использованием микромицетов, – одно из актуальных направлений современной экологии. Исследовали воздействие метаболитов грибов *Alternaria alternata* и *Fusarium oxysporum* на бактериальную тест-культуру в жидкой среде, без и с катионами меди. Интенсивность биолюминесценции бактериального биосенсора под действием культуральной жидкости грибов возрастала, что свидетельствует об увеличении численности бактерий. Максимальные значения биолюминесценции зафиксированы при анализе культуральной жидкости обоих видов грибов при наличии в среде 0,05 мг Cu/л. На бактериальный биосенсор не оказывало токсического влияния остаточное после сорбции мицелием содержание меди. Можно предположить, что при умеренном загрязнении воды тяжелыми металлами, в частности медью, бактериально-грибная ассоциация может представлять эффективный агент микробной биоремедиации, способный снижать содержание поллютантов путем биосорбции или биодеградации.

Ключевые слова: ремедиация, мицелий, сорбция, тяжелые металлы, биотесты, биолюминесценция

Введение

Возрастающие темпы загрязнения водных объектов [1] привели к необходимости поиска эффективных средств ремедиации водных

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

биомов [2]. В этом направлении предложен целый ряд способов и средств очистки воды, в том числе с помощью биологических объектов разной таксономической принадлежности. Мицелиальные грибы рассматриваются как эффективные сорбенты целого ряда загрязняющих веществ, как в наземных, так и в водных ценозах [3, 4], однако их влияние на другие организмы в ходе ремедиации изучено недостаточно.

Для оценки токсичности сред до и после применения ремедиационных средств рекомендованы стандартные методики, основанные на реакциях разных тест-видов [<https://fcao.ru/>]. Традиционными и широко распространенными методами являются модификации биолюминесцентного бактериального анализа, к числу которых относится методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколум» на приборе «Биотокс-10» (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 (ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.8-04).

Метод определяет токсичность испытуемых проб по снижению свечения препарата биолюминесцентных бактерий относительно контроля (биосенсор в дистиллированной воде), что отражает снижение плотности бактериальных клеток за определенный период экспозиции в неблагоприятных условиях, и наоборот, увеличение биолюминесценции коррелирует с возрастанием численности бактерий в пробе.

Задача данной работы заключалась в оценке воздействия культуральной жидкости после выращивании микромицетов (мицелия альтернрии и фузариума) в среде Чапека без и с добавлением меди на светящиеся бактерии.

Материалы и методы

Для исследования использовали чистые культуры двух видов микромицетов – меланизированного *Alternaria alternata* и гиалинового *Fusarium oxysporum*, у которых исследуются ростовые характеристики в присутствии поллютантов и сорбционная способность по отношению к катионам металлов в рамках проекта РНФ.

Эксперименты проводили в лабораторных условиях при моделировании загрязнения жидкой среды Чапека катионами меди в составе соли CuSO_4 . В колбы со стерильной средой объемом 100 мл вносили раствор меди до достижения концентраций Cu^{2+} 0; 0,05; 0,1;

0,25; 0,5 мг/л и инокулят в объеме 1 мл, представляющий собой суспензию спор грибов плотностью 10^6 ед/мл. Суспензию спор получали смывом стерильной дистиллированной водой с 10-14 суточного мицелия, выращенного на агаре Чапека. Колбы помещали на шейкер для наращивания грибной биомассы при скорости вращения 120 об/мин. По истечении 7 сут. биомассу мицелия отделяли от культуральной жидкости фильтрованием. Культуральную жидкость анализировали в тест-системе по реакции биолуминесценции бактерий согласно выше указанной методики – ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 (ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.8-04).

Опыты имели трехкратную повторность. Рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки биолуминесценции бактерий показали, что культуральная жидкость обоих видов микромицетов содержит вещества, стимулирующие свечение биосенсора, что отражает темпы прироста численности тест-бактерий. При этом стимуляция биолуминесценции культуральной жидкостью без добавления меди, в которой развивался мицелий *F. oxysporum*, на порядок выше по сравнению с мицелием *A. alternata* (Рисунок 1).

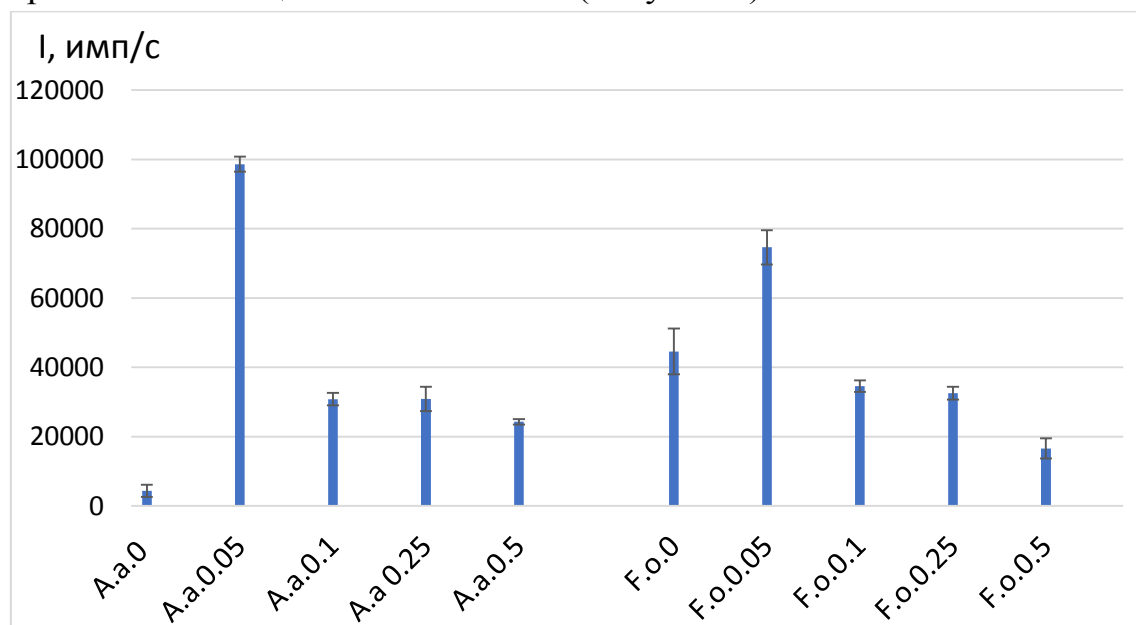


Рисунок 1. Значения индекса биолуминесценции бактериального биосенсора «Эколюм» (среднее и стандартное отклонение) в образцах культуральной жидкости после выращивании мицелия альтернарии (А.а) и фузариума (F.о.) в среде Чапека без и в присутствии катионов меди (0; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 мг/л)

При добавлении меди в минимальной из испытанных концентраций (0,05 мг/л) наблюдалось заметное повышение биолюминесценции в культуральной жидкости обоих видов грибов, что, очевидно, связано со стимуляцией роста численности клеток бактерий, поскольку медь выполняет роль коферментов в ряде метаболических процессов. Дальнейшее повышение доз меди (в диапазоне 0,1-0,5 мг/л) приводило к снижению индексов биолюминесценции биосенсора. При этом токсичность в бактериальном биотесте, которая определяется, согласно примененной методики, как угнетение биолюминесценции (значимое отклонение от контроля), не наблюдалась.

Таким образом, метаболиты исследованных грибов не оказывают ингибирующего действия на бактериальную тест-культуру. На бактериальный биосенсор не оказывало токсического влияния и то количество катионов меди, которое оставалось в среде после удаления мицелиальной биомассы. По предварительным данным, остаточное содержание меди в среде на 7 сут. роста мицелия исследуемых грибов составляет 20-40 % от исходного количества. Можно предположить, что при умеренном загрязнении воды тяжелыми металлами, в частности медью, бактериально-грибная ассоциация может представлять эффективный агент микробной биоремедиации, способный снижать содержание поллютантов путем биосорбции или биodeградации.

Финансирование. Исследование поддержано РНФ (грант 22-24-00666).

Список цитируемой литературы

1. Jones K.R., Klein C.J., Halpern B.S., Venter O., Grantham H., Kuempel C.D., Shumway N., Friedlander A.M., Possingham H.P., Watson J.E.M. The Location and protection status of earth's diminishing marine wilderness. *Current Biology*, 2018, vol. 28, pp. 2506–2512. DOI: 10.1016/j.cub.2018.06.010
2. Nti E.K., Cobbina S.J., Attafuah E.A., Senanu L.D., Amenyeku G., Gyan M.A., Forson D., Safo A.R. Water pollution control and revitalization using advanced technologies: Uncovering artificial intelligence options towards environmental health protection, sustainability and water security. *Heliyon*, 2023, vol. 9. e18170. DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e18170

3. Rathore D., Dubey R., Dwivedi A. Advances in mycoremediation of emerging potential toxic effluents. In: Fungi Bio-Prospects in Sustainable Agriculture, Environment and Nano-Technology, 2021. P. 301–329. DOI: 10.1016/b978-0-12-821925-6.00014-9
4. Negi B.B., Das C. Mycoremediation of wastewater, challenges, and current status: A review. Bioresource Technology Reports, 2023, vol. 22, 101409 <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101409>
5. Terekhova V. A. Biotesting of soil ecotoxicity in case of chemical contamination: modern approaches to integration for environmental assessment (a review). Eurasian Soil Science. 2022, vol. 55, no. 5. P. 601–612. DOI: 10.1134/S106422932205009X

V.D. Volkova¹, E.V. Fedoseeva², V.A. Terekhova¹

**INFLUENCE OF METABOLITES MICROMYCETES
ALTERNARIA ALTERNATA AND FUSARIUM OXYSPORUM ON
BACTERIAL ACTIVITY IN THE AQUATIC ENVIRONMENT
UNDER COPPER POLLUTION**

¹Moscow State University

²Institute of Ecology and Evolution RAS

Russia, Moscow

v_v_d_2000@mail.ru, elenfedoseeva@gmail.com, vterekhova@gmail.com

Abstract: The development of new methods for water bioremediation, including the use of micromycetes, is one of the current trends in modern ecology. The effect of fungal metabolites on a bacterial test culture in a liquid medium, without and with copper cations, was studied. The bioluminescence intensity of the bacterial biosensor increased under the influence of the fungal culture liquid, which indicates an increase in the number of bacteria. The maximum bioluminescence values for both species were recorded in an environment with 0.05 mg Cu/l. The residual copper content after sorption by mycelium did not have a toxic effect on the bacterial biosensor. It can be assumed that with moderate water pollution with heavy metals, in particular copper, the bacterial-fungal association can be an effective agent of microbial bioremediation, capable of reducing the content of pollutants through biosorption or biodegradation.

Key words: remediation, mycelium, sorption, heavy metals, biotests, bioluminescence

Е.А. Гладуш, Н.В. Чугай

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ГОРОДА ВЛАДИМИРА**

Владимирский государственный
университет им. А.Г и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

katya.skorokhod.02@mail.ru

Аннотация: изучены природные источники подземных вод на урбанизированной территории города Владимира. Проведен ряд экологических исследований методом биотестирования с применением экспрессного определения интегральной химической токсичности грунтовых вод путем бактериального теста «Эколюм» и прибором экологического контроля "Биотокс-10М". Методом капиллярного электрофореза с использованием прибора «Капель-205» выполнено измерение массовой концентрации катионов и анионов данных источников.

Ключевые слова: родники, катионы, анионы, биотестирование.

Родники являются частью экосистемы любого города, одним из важнейших гидрогеологических показателей условий формирования, распространения и разгрузки подземных вод. Родники имеют большое значение в питании поверхностных водоемов, поддержании водного баланса. На территории города Владимира в настоящее время функционируют и используются населением более 20 природных ключей. Регулярному мониторингу подвергаются 7 основных родников. Нами были проведены исследования неорганизованных родников в городе Владимир.

Цель работы: оценка качества питьевой воды природных источников на территории города Владимир.

Объект исследования: подземные воды Владимирской области выходящие на поверхность земли в виде родников в г. Владимир. Карта схема отбора проб представлена на рисунке 1.

Предмет исследования: вода природных источников г. Владимира.

Методы исследования: метод экспрессного определения интегральной химической токсичности грунтовых вод; метод капиллярного электрофореза.

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

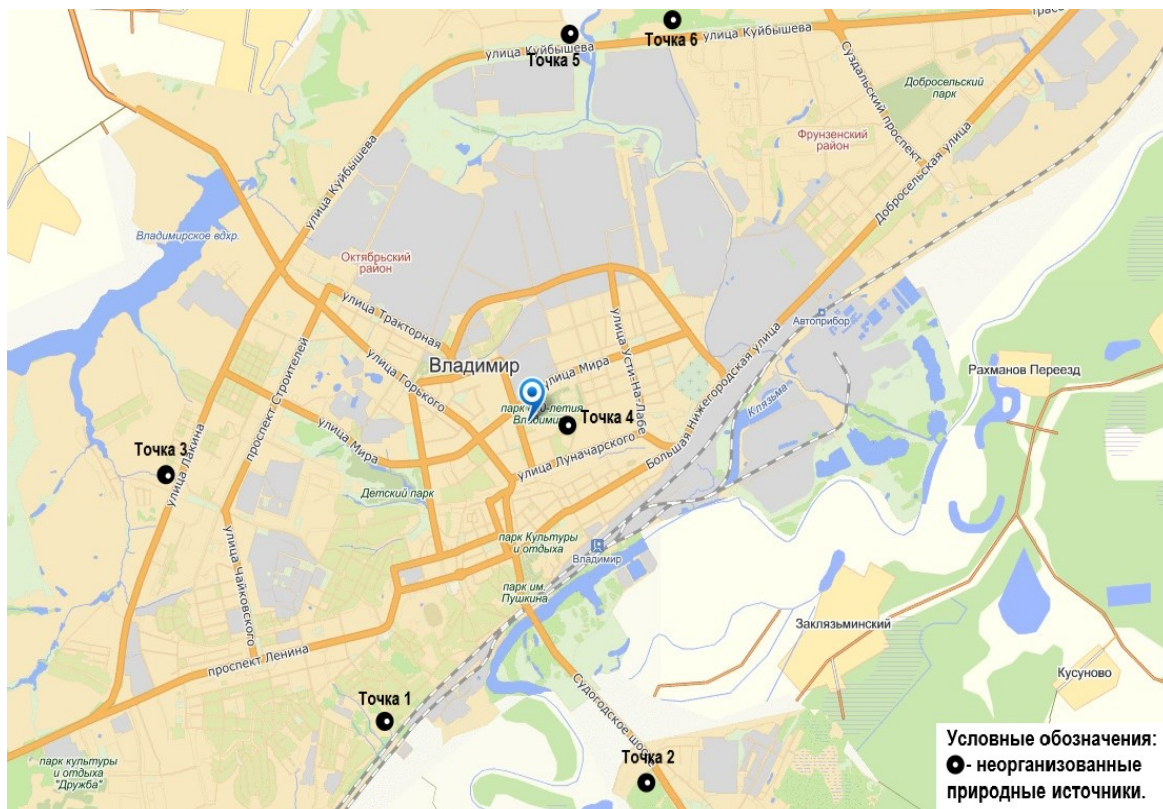


Рисунок 1. Карта-схема отбора проб в городе Владимир.

Географическое месторасположение родников:

- 1 точка: родник расположен в Ленинском районе города Владимир, между улицей Красная Горка и железной дорогой.
- 2 точка: Октябрьский район, выход подземных вод в Загородном парке, возле озера Глубокое.
- 3 точка: источник расположен в Ленинском районе, у ГСК-9 на улице Лакина, питает реку Содышка.
- 4 точка: Октябрьский район, улица Суздальская у дома № 8А.
- 5 точка: Ленинский район, на берегу реки Рпень, между улицей Заречной и трассой М7.
- 6 точка: Фрунзенский район, между СНТ Юбилейный и улицей Куйбышева, в озелененном участке города.

Метод капиллярного электрофореза с использованием прибора «Капель-205» подразумевает под собой измерение массовой концентрации катионов (аммоний, калий, натрий, магний и кальций) и анионов (хлорид, сульфат, нитрат, нитрит, фосфат и фторид).

Предельно-допустимое значение употребления катионов и анионов регламентировано в СанПиН 2.1.4.1175-02 [1].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Результаты измерения концентрации каждого катиона и аниона в отобранных пробах воды приведены в виде линейного графика, где отчетливо прослеживается разница в содержании элементов в изучаемой воде.

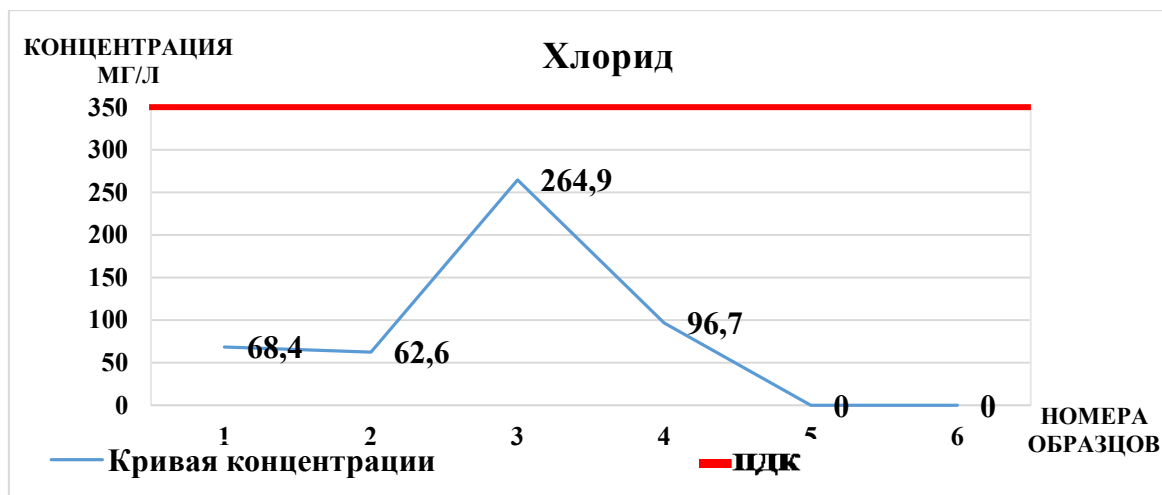


Рисунок 2. Содержание хлорид-иона в исследуемых родниках

Родник на улице Лакина (под номером 3) имеет наибольшее содержание хлорида-иона. Это связано с тем, что природный источник находится рядом с федеральной трассой М-7, в следствие чего в подземные воды попадают эксплуатационные материалы от автомобилей, а также происходит загрязнение родника бытовыми стоками. Употреблять воду с такой высокой концентрацией хлорид-иона небезопасно, так как это может с высокой долей вероятности вызвать нарушение пищеварительной системы человека.

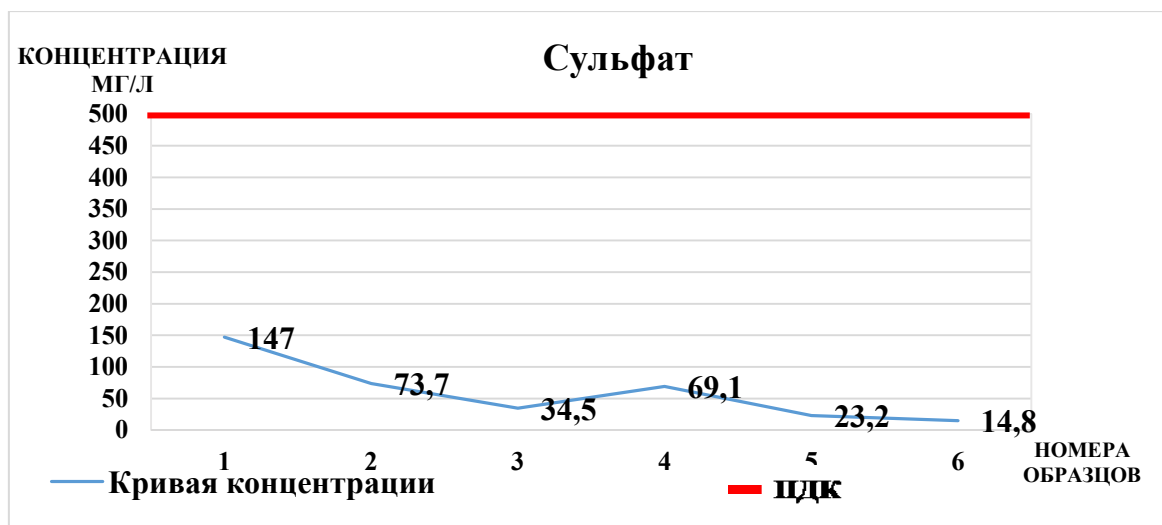


Рисунок 3. Содержание сульфат-иона в исследуемых родниках

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Наибольшее значение сульфатов замечено в роднике под номером 11, на улице Красная горка. Природный источник расположен на вершине небольшого оврага, в следствии чего в период таяния снега и льда происходит повышение доли сульфат-иона. Также стоит отметить, что в данный родник попадает сток, обусловленный сливом бытовых отходов, что объясняет высокое содержание.

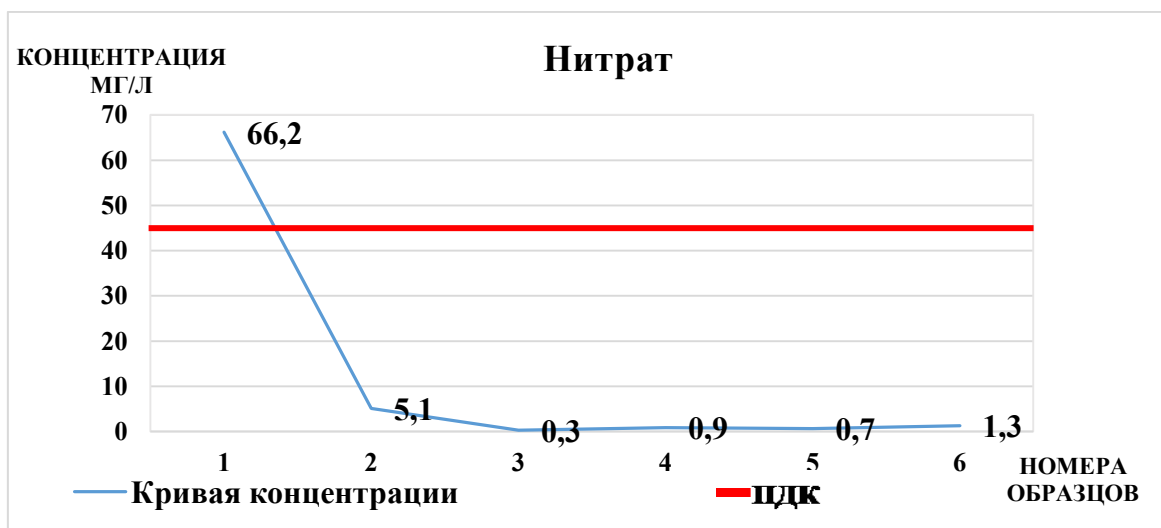


Рисунок 4. Содержание нитратов в исследуемых родниках

В роднике под номером 1, на улице Красная Горка выявлено превышение по нитратам относительно ПДК. На высокую концентрацию данного иона влияет антропогенный фактор, а именно жилые застройки, использование азотных удобрений вблизи природного источника, а также сток, обусловленный попаданием бытовых стоков.

Наибольшее значение нитритов (рисунок 5), содержится в роднике на улице Лакина (№ 3).

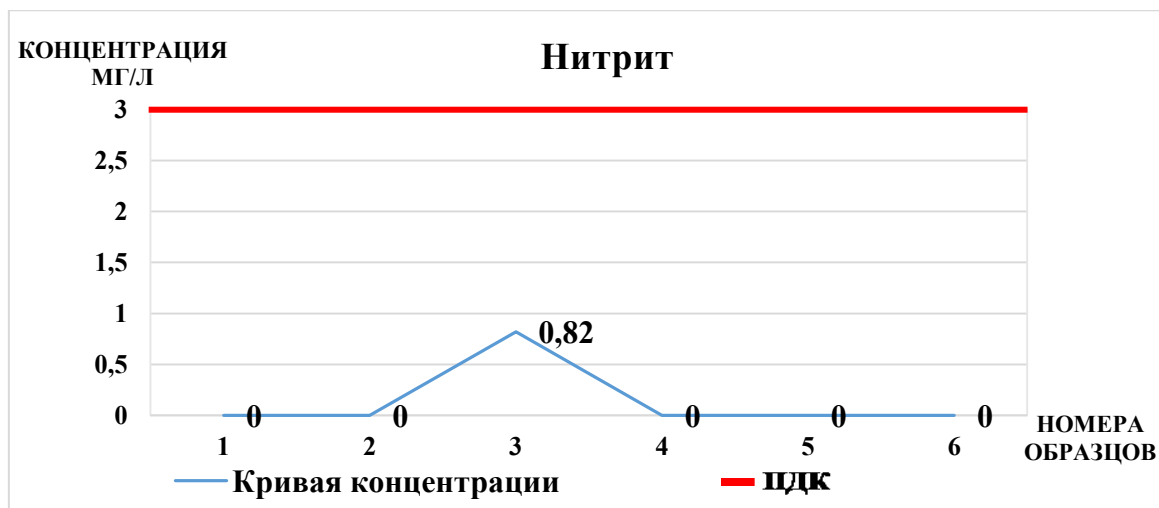


Рисунок 5. Содержание нитрит-иона в исследуемых родниках

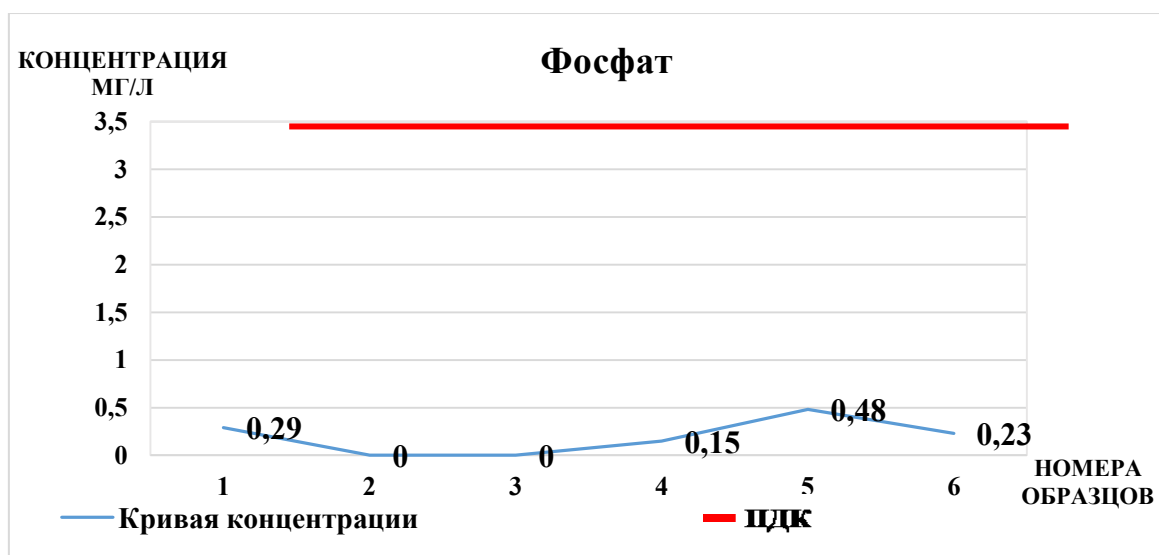


Рисунок 6. Содержание фосфата в исследуемых родниках

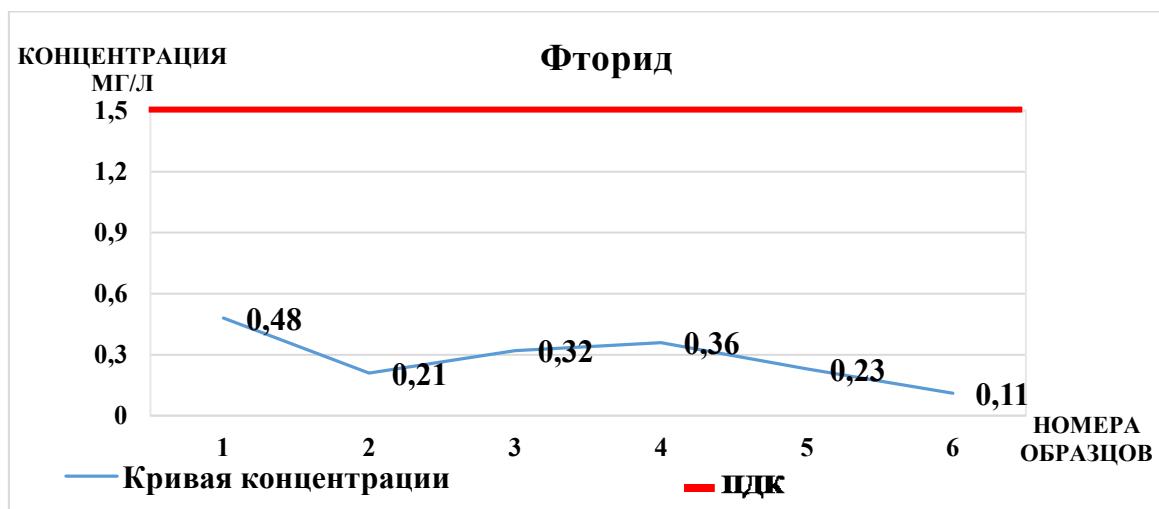


Рисунок 7. Содержание фторид-иона в исследуемых родниках

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Превышение содержания фосфатов и фторидов в родниках не выявлено (рис. 6,7)



Рисунок 8. Содержание аммония в исследуемых родниках

Превышение значение аммония выявлено у родника №3, расположенного на улице Лакина. Наличие такого количества данного элемента свидетельствует о попадании в воду стоков и остаточных количеств пестицидов.

Наибольшее содержанием калия (рис.9) выявлено в роднике на улице Красная горка (№1), это можно объяснить поступлением сельскохозяйственных удобрений и бытовых стоков в почву.

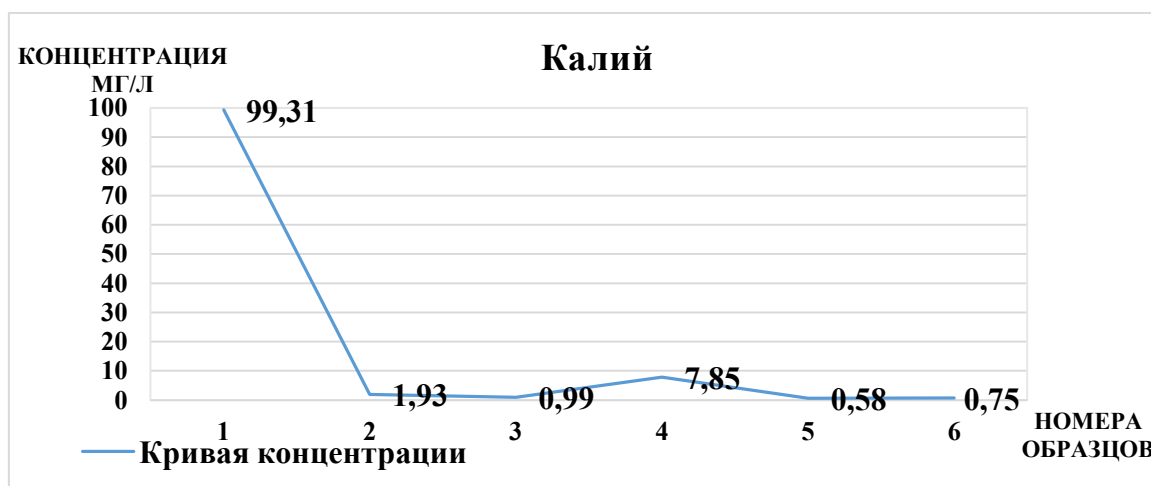


Рисунок 9. Содержание калия в исследуемых родниках

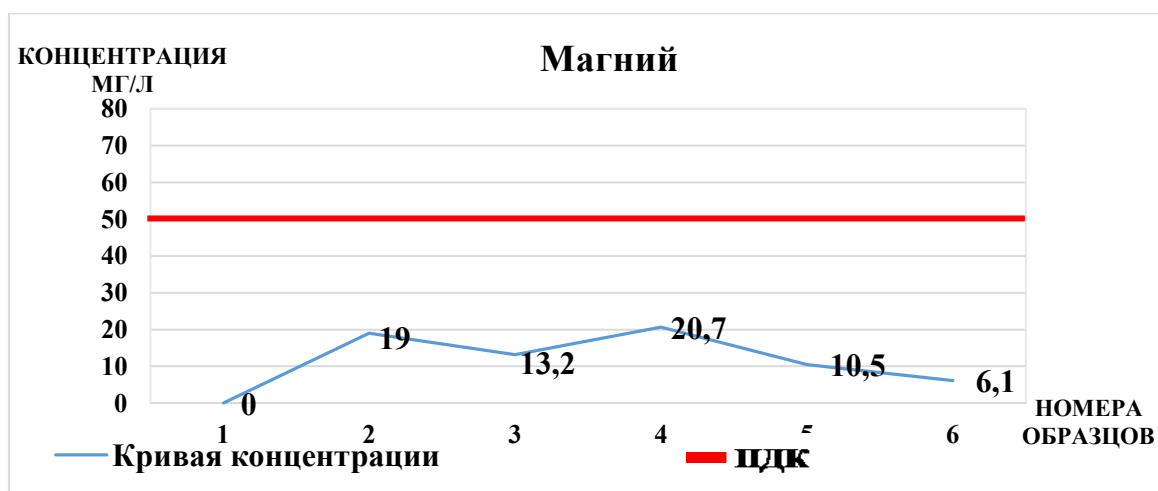


Рисунок 10. Содержание магния в исследуемых родниках

По графикам (рис. 10,11) можно заметить, что наибольшее содержание магния и кальция находится в роднике №4. Такие показатели свидетельствуют о том, что вода в данном роднике является жесткой. Употребление такой воды возможно только после термической обработки воды (кипячении).

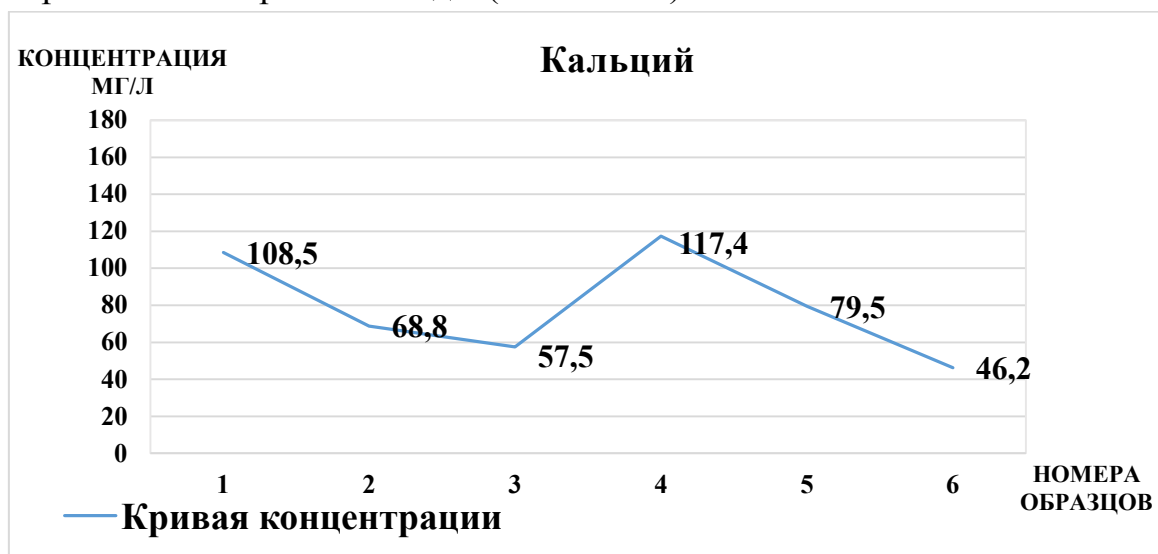


Рисунок 11. Содержание кальция в исследуемых родниках

Проведено экспрессное определение интегральной химической токсичности грунтовых вод проводилось с помощью бактериального теста «Эколюм», прибором «Биотокс-10М». В качестве тест-объекта использовались биосенсоры серии «Эколюм», представляющие собой лиофилизированные культуры люминесцентных генно-инженерных бактерий *Escherichiacoli* M-17. По данным результатов анализа пробы, взятые с исследуемых родников, показали отрицательный результат, индекс токсичности отрицателен. Вода в родниках не токсичная.

Таким образом, на основании произведенного анализа можно сделать вывод о том, что вода подземных источников города Владимира не в полной мере соответствует санитарно-гигиеническим нормативам, установленным для воды хозяйственно-питьевого назначения. Наиболее загрязненный родник расположен на улице Лакина (№3). Самые безопасные показатели воды выявлены в роднике №5 – природный источник на берегу реки Рпень. Родник является одним из наиболее чистых, так как в него не попадают бытовые стоки и нет значительного антропогенного влияния.

Список цитируемой литературы

1. СанПиН 2.1.4.1175-02. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М.:Роспотребнадзор, 2003. 5 с.

E.A. Gladush, N.V.Chugai

**ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF DRINKING
WATER FROM NATURAL SOURCES OF THE CITY OF
VLADIMIR**

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Russia, Vladimir

katya.skorokhod.02@mail.ru

Abstract: the natural sources of groundwater in the urbanized territory of the city of Vladimir have been studied. A number of ecological studies have been carried out by the method of biotesting using express determination of the integral chemical toxicity of groundwater by the bacterial test "Ecolume" and the environmental control device "Biotox-10M". The mass concentration of cations and anions of these sources was measured by capillary electrophoresis using the Kapel-205 device.

Keywords: springs, cations, anions, biotesting.

Е.А.Запруднова

**ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИТАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ
ОКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ В
КОНДЕНСАТЕ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА**

Владимирский государственный
Университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
eazaprudnova@mail.ru

Аннотация: Нарушение баланса между возникающими свободными радикалами и возможностями антиоксидантной защиты является причиной возникновения множества патологических состояний. Данная работа посвящена изучению эффективности противодействия окислительному стрессу поступающих с пищей антиоксидантов. Рассмотрено употребление, как свежих овощей и фруктов – источников антиоксидантных веществ, так и витаминных препаратов, как добавки к пище.

Ключевые слова: антиоксиданты, антиоксидантная система, конденсат выдыхаемого воздуха, оксид азота, каталаза, витамины.

Организм человека является неотъемлемой частью экосистемы, в которой он существует. Различные аспекты его существования определяют состояние гомеостаза внутренней среды. Внешние факторы различными способами, включая воздействие на психическое состояние организма, провоцируют запуск спектра регуляторных механизмов, необходимых для успешного существования видов. Весомый вклад в такие механизмы вносит антиоксидантная система организма, следовательно, изучение влияния антиоксидантов на организм является актуальной задачей. Различные агрессивные факторы приводят к образованию свободных радикалов, что существенно корректирует метаболические процессы в организме.

Свободные радикалы необходимы организму и являются естественной частью различных процессов. Однако, широко известна и их способность провоцировать развитие различных патологических состояний [1]. К числу первичных свободных радикалов относится моноокись азота (NO). Ее взаимодействие с супероксидным радикалом приводит к образованию пероксинитрита ONOO^- , который

является мощным оксидантом и может служить источником очень токсичного гидроксилрадикала OH^\bullet . Многие исследователи связывают патогенез различных заболеваний, в том числе заболеваний дыхательной системы (рак легких, ХОБЛ [2] и бронхиальной астмы [3]) с активизацией свободно-радикального окисления. В свою очередь, антиоксидантная система препятствует развитию окислительного стресса и направлена на устранение «вредоносных» свободных радикалов. Нарушение баланса оксиданты – антиоксиданты приводит к развитию окислительного стресса [1,4].

Удобной средой для скрининговых исследований является конденсат выдыхаемого воздуха (КВВ), исследование которого позволяет проводить неинвазивное изучение параметров внутренней среды организма. Компоненты КВВ отражают не только состояние дыхательной системы, но и организма в целом [5,6]. В конденсате нашли уже более 200 различных соединений, что показывает его высокий потенциал для дальнейших исследований и перспективность для использования в диагностической практике [7,8].

Целью данного исследования является исследование особенностей питания, включающего употребление антиоксидантных веществ на баланс оксидант – антиоксидант конденсата выдыхаемого воздуха молодых людей.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 45 человек. 15 здоровых, без диагностически выявленных заболеваний, людей от 18 до 45 лет; средний возраст 25,2 лет), не употребляющие в пищу витаминные препараты и сырые овощи и фрукты в течение двух недель до исследования, 15 здоровых, без диагностически выявленных заболеваний, людей от 18 до 40 лет; средний возраст 24,8 лет), не употребляющие в пищу витаминные препараты в течение двух недель до исследования, но использующие сырые овощи и фрукты в соём питании, 15 здоровых, без диагностически выявленных заболеваний, людей от 18 до 45 лет; средний возраст 25,2 лет), употреблявшие в пищу витаминные препараты С и Е в качестве добавки к пище на протяжении двух недель. Сбор КВВ осуществлялся в одно и то же время суток, испытуемые не находились под действием стрессовых ситуаций. В КВВ проводилось определение метаболитов оксида азота (NO) - суммарной концентрации нитратов и нитритов - по методу Грисса, активности каталазы по методу Баха и Зубковой.

Результаты и обсуждение

Наиболее доступными витаминными препаратами, обладающими антиоксидантным действием являются витамины С и Е, поэтому в работе исследовалась возможность коррекции окислительного баланса организма с помощью данных препаратов. Главным источником витамина С в питании являются сырые овощи и фрукты, поскольку при термической обработке происходит потеря структуры данного компонента, в следствие чего в работе прослежено влияние употребления именно не обработанных термически главных источников витамина С на оксидантно – антиоксидантный потенциал здорового человека. В таблице 1 представлены результаты изменения содержания метаболитов NO и активности каталазы при дополнительном употреблении сырых овощей и фруктов, либо витаминных препаратов.

Таблица 1. Параметры КВВ при различном уровне употребления антиоксидантов испытуемыми.

Параметры КВВ	Не употребляющие антиоксиданты	Употребляющие сырые овощи и фрукты	Употребляющие витаминные препараты
Метаболиты NO (мкМ)	$6,14 \pm 2,64$	$5,23 \pm 0,32^*$	$4,78 \pm 1,98^*$
Активность каталазы (мЛг)	$0,468 \pm 0,156$	$0,491 \pm 0,092$	$0,298 \pm 0,193^*$

*- $p < 0,05$ по сравнению с группой не употребляющих дополнительные антиоксиданты

Оксид азота синтезируется в организме из L-аргинина с помощью NO-синтаз (NOS), активность которой регулируется под действием различных факторов, в том числе наличия субстратов активных форм кислорода, которые в свою очередь, могут активно образовываться в дыхательной цепи митохондрий. Несмотря на то, что оксид азота, являясь нейротрансмиттером, а также молекулой обладающей бактерицидными свойствами, и выполняет в организме множество важных функций, его свободнорадикальная природа позволяет ему активизировать окислительный стресс.

Из полученных результатов следует, что прием витаминных антиоксидантов способствует снижению концентрации метаболитов NO, в не зависимости от их источника, т.е. употребление и витаминных препаратов и свежих овощей и фруктов приводит к

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

снижению оксидантного компонента конденсата (в 1,28 и 1,17 раз соответственно. $p < 0,05$, табл.1). При этом не выявлено разницы в уровне снижения образования NO в КВВ между употребляющими сырые овощи и фрукты и употребляющими витаминные препараты ($p > 0,05$).

Употребление веществ, обладающих антиоксидантным действием – не единственный способ борьбы с агрессивным действием свободных радикалов, живой организм сам производит компоненты, обладающие подобным действием. И среди них – ферментативная система защиты. Среди антиоксидантных ферментов известна каталаза, являющаяся одним из наиболее важных ферментов антиоксидантной системы человека. Каталаза способствует разрушению перекиси водорода, превращая ее в воду и молекулярный кислород. Перекись водорода является интермедиатом свободнорадикальных реакций и также является токсичной для клеток [7,8]. Недостаточность антиоксидантной защиты организма может привести к окислительному взрыву, итогом которого является не только бесконтрольный синтез свободных радикалов, но и развитие, так называемого перекисного окисления липидов (ПОЛ) в организме. Развитие ПОЛ свидетельствует о повреждении клеток, которое запускается свободными радикалами, т. е. это цепные реакции, приводящие к высвобождению еще большего числа радикалов. У здорового человека ферменты антиоксидантной защиты справляются с обезвреживанием радикалов, но нарушения в балансе образования свободнорадикальных и антиоксидантных молекул, приводит к неотвратимым повреждениям клеточных структур [7].

Из результатов, отраженных в таблице 1 видно, что активность каталазы уменьшается при приеме витаминных препаратов ($p < 0,05$) и остаётся на том же уровне при употреблении только продуктов – источников витаминов ($p > 0,05$). Снижение показателей активности каталазы можно связывать с уменьшением субстратов для работы антиоксидантных ферментов, в частности, и предполагаемого снижения концентрации перекиси водорода. Также данный факт может быть связан с поступлением других антиоксидантов, в достаточной для данного организма дозе. Также стоит учесть, что активность каталазы высока только, когда концентрация перекиси водорода в клетке превышает 10^{-4} М, а при более низких концентрациях доминируют пероксидазные реакции [6]. Отсутствие

снижения активности каталазы при употреблении свежих овощей и фруктов может свидетельствовать о низком уровне конкурентного взаимодействия эндо- и экзогенных антиоксидантов в данном случае. Возможно, именно этот способ питания наиболее эффективный для создания диет пациентам, страдающим хроническими заболеваниями, поскольку позволяет поддерживать высокий уровень антиоксидантной защиты при снижающейся оксидантной нагрузке.

Заключение

В ходе работы было установлено, что употребление антиоксидантов в любых формах высоко эффективно в отношении предотвращения окислительного стресса в организме человека. Прием препаратов витаминов С и Е в течение двух недель приводит к уменьшению уровня свободных радикалов (в частности NO) и, следовательно, посредством торможения процессов ПОЛ, препятствует развитию деструктивных процессов в клетках. Наиболее эффективным способом предотвращения развития окислительного стресса стоит считать употребление нативных источников антиоксидантных компонентов, поскольку именно в этом случае наблюдается снижение образования свободных радикалов, сопровождающееся поддержанием эндогенного уровня активности антиоксидантных регуляторов. Таким образом, употребление экзогенных антиоксидантных веществ при питании препятствует развитию окислительного стресса и повышает адаптационные возможности организма, связанные с эффективностью антиоксидантной защиты.

Список цитируемой литературы

1. Карбышев М.С., Абдуллаев Ш.П. Биохимия оксидативного стресса: учебно-методическое пособие // ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Издательство XX, – 2018. – 60 с.
2. Габитова Д.М. Роль процессов свободно-радикального окисления в возникновении ХОБЛ и рака легкого //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24032> (дата обращения: 21.09.2022).
3. Горячкина Н. М. Клиническое значение определения показателей оксидативного стресса в конденсате выдыхаемого воздуха у больных бронхиальной астмой. / Горячкина Н.М., Чжоу Сян

Дун, Ли Ци, Бородин Е. А., Перельман Ю. М. // Бюл. физ. и пат. дых.. – 2011. – №42.

4. Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: добро и зло // Соросовский Образовательный Журнал. - 1996. - № 3. - С. 4-16.

5. Жила О.В. Эндотелиальная дисфункция в патогенезе хронической обструктивной болезни легких на фоне курения и отказа от него. / Жила О.В., Шапорова Н.Л., Меншутина М.А., Ачкасова В.В., Кадинская М.И., Галкина О.В. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2012. – 11(1). – С. 15-20. URL: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2012-11-1-15-20> (дата обращения: 24.08.2023).

6. Kodydková J., Vávrová L., Kocík M., Žák A. Human Catalase, Its Polymorphisms, Regulation and Changes of Its Activity in Different Diseases // Folia Biologica (Praha). – 2014. – Vol. 60. – P. 153–167.

7. Анаев Э.Х. Маркеры воспаления в конденсате выдыхаемого воздуха. // Новые лекарства и новости фармакотерапии. – 2002. – № 2. – С.10-12.

8. Соловьева А.Г. Роль оксида азота в процессах свободнорадикального окисления / Соловьева А.Г., Кузнецова В.Л., Перетягин С.П., Диденко Н.В., Дударь А.И. // Вестник российской военно-медицинской академии. – 2016. – 1(53). – С. 228-233.

E.A. Zaprudnova

**INFLUENCE OF NUTRITIONAL PECULIARITIES ON
INDICATORS OF THE OXIDANT-ANTIOXIDANT SYSTEM OF
EXHALED BREATH CONDENSATE**

Vladimir State University

Russia, Vladimir

eazaprudnova@mail.ru

Abstract: An imbalance between the resulting free radicals and the ability of antioxidant protection is the cause of many pathological conditions. This work is devoted to the study of the effectiveness of counteracting oxidative stress of antioxidants supplied with food. The use of both fresh vegetables and fruits - sources of antioxidant substances, and vitamin preparations as food supplements is considered.

Keywords: Antioxidants, antioxidant system, exhaled breath condensate, nitric oxide, catalase, vitamins.

Е.А. Запруднова

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИГАРЕТЫ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА

Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

eazaprudnova@mail.ru

Аннотация: В работе проведена оценка динамики метаболитов оксида азота, железа и супероксиддисмутаза у молодых людей, использующих электронные сигареты до и после нагрузки. Также учитывались показатели ЧСС, ЖЕЛ и насыщение крови кислородом. Работа рассматривает один из главнейших вопросов патологии и профилактики заболеваний.

Ключевые слова: Электронные сигареты, антиоксиданты, конденсат выдыхаемого воздуха, оксид азота, каталаза, супероксиддисмутаза.

Количество курящих людей остаётся высоким, несмотря на то, что давно доказано пагубное воздействие на организм этой привычки. В дополнение к обычным табачным сигаретам с недавних пор пришли электронные сигареты (вейпы). Жидкость-наполнитель вейпов может содержать ароматические добавки и никотин [1,2]. Трудности с определением масштаба негативного эффекта на организм от электронных сигарет связаны и с новизной продукта, а также с недостатком длительных репрезентативных исследований. Вейпы стали особенно популярны среди молодёжи, поскольку они позиционируются, как более здоровая замена потреблению табака с минимальным или нулевым вредом, а также ввиду привлекательности этих устройств.

Физическая нагрузка, являясь стрессорным фактором, позволяет оценить резервные возможности организма и определить особенности его функционирования. Данный провокационный тест особенно полезен для диагностики ранних стадий патологических изменений, а также скрытых и вялотекущих форм, сопровождающихся дисбалансом обмена веществ. Курение электронных сигарет является достаточно молодым явлением и распространённым среди молодых практически здоровых людей. В связи с этим, изучение

метаболической реакции организма курящего человека на физическую нагрузку является актуальным [3].

Целью работы стала оценка влияния электронных сигарет на показатели свободнорадикального окисления в конденсате выдыхаемого воздуха (КВВ) молодых людей.

Материалы и методы

В исследовании участвовало 45 молодых людей в возрасте 20-25 лет. 25 человек составили группу контроля. Вторую группу составили 20 курящих электронные сигареты людей, длительность курения также не меньше 1 года. В эксперименте использовались только никотинсодержащие электронные сигареты. Все испытуемые не имели диагностированных заболеваний. В процессе выполнения физической нагрузки, которая включала бег по лестнице (1-4 этаж) в течение 20 минут, проводилось измерение ЖЕЛ, ЧСС и сатурации. До и после выполнения нагрузки регистрировались показатели ЖЕЛ, собирался КВВ для исследования метаболитов оксида азота (NO) – нитратов/нитритов с помощью кадмиевого редуктора и реактива Грисса, а также уровня железа и активности каталазы и супероксиддисмутазы (СОД).

Результаты и обсуждения

В исследовании принимали участие испытуемые, не имеющие диагностически выявленных заболеваний дыхательной системы. Показатели ЖЕЛ у всех испытуемых соответствовали норме. В процессе выполнения физической нагрузки происходило увеличение вентиляции органов дыхания, что можно увидеть на рисунке 1.

У курящих электронные сигареты в процессе выполнения нагрузки происходит более интенсивное увеличение ЧСС, нежели у некурящих (в 1,2 р. по сравнению с некурящими), в тоже время, влияние физической нагрузки на уровень сатурации кислорода в крови курящих не выявлено.

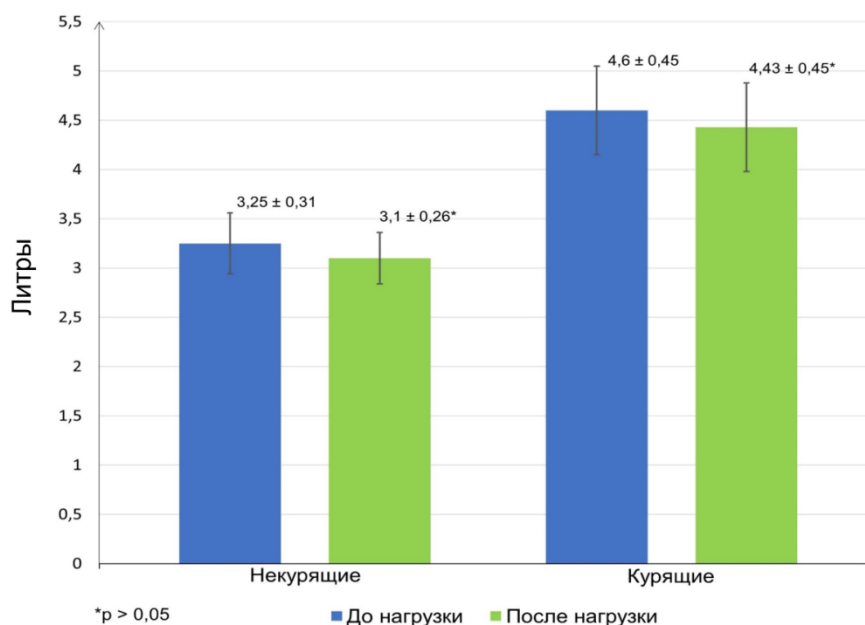


Рисунок 1. Динамика показателей ЖЕЛ у курящих вейпы и некурящих молодых людей при физической нагрузке

Среднее значение уровня насыщения крови кислородом в конденсате выдыхаемого воздуха у некурящих до нагрузки равно $98,30 \pm 0,57$ %, а после нагрузки – $99,20 \pm 0,29$ %, т.е. уровень насыщения кислородом крови в конденсате выдыхаемого воздуха у некурящих людей незначительно повышается после нагрузки.

На рисунке 2 можно увидеть, что в группе курящих электронные сигареты наблюдается заметное повышение метаболитов NO в КВВ после физической нагрузки (в 2,3 раза в сравнении с контрольной группой некурящих), что свидетельствует о большей активации свободнорадикальных механизмов. Подобные нарушения могут приводить к развитию окислительного стресса. Такая динамика может быть связана с увеличением активности эндотелиальной NO-синтазы после физической нагрузки, которая способствует образованию оксида азота из аргинина. NO, в свою очередь, может превращаться в нитраты и нитриты [4,5]. Особенно интенсивное образование свободных радикалов у курящих вейпы может свидетельствовать о том, что они имеют недостаточные (по сравнению с некурящими) адаптивные механизмы в отношении такого стрессорного фактора, как физическая нагрузка. Физическое усилие вызывает повышенное потребление кислорода, и соответственно, увеличивает процесс окисления в организме.

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

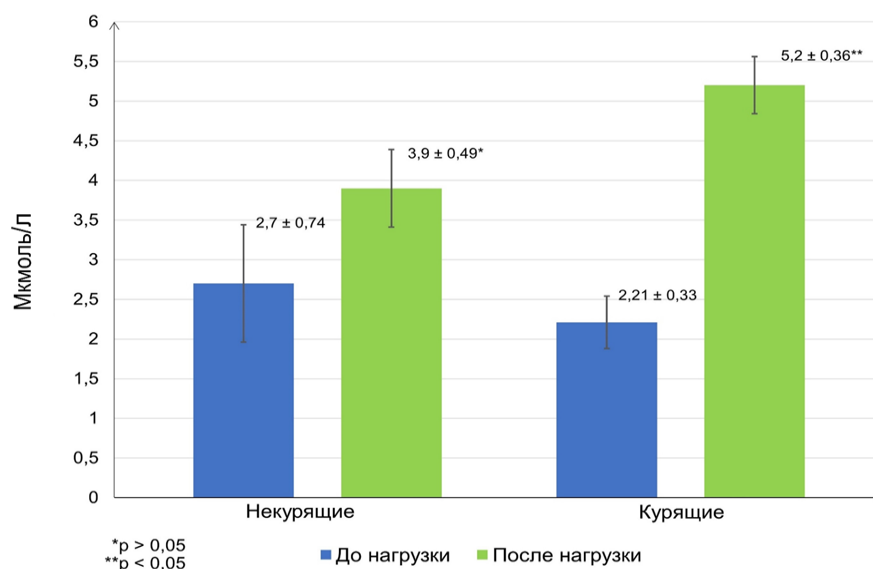


Рисунок 2. Динамика суммарной концентрации нитратов и нитритов в КВВ у курящих вейпы и некурящих молодых людей при физической нагрузке

Каталаза в совокупности с СОД входит в систему первичной защиты и обеспечивает защиту от свободнорадикального повреждения. Показатели активности каталазы у некурящих и курящих сигареты отличаются незначительно – в 1,1 раза, а СОД в 1,87 раза. У курящих вейп показатели активности СОД находятся на более низком уровне (в 1,87 раза), у курящих электронные сигареты после физической нагрузки этот показатель оказался более высоким (в 1,1 раза), но эти отличия не были достоверными ($p \geq 0,05$). Такая динамика подтверждает недостаточность системы регуляции свободнорадикального стресса у курящих вейпы, усиленная продукция NO при физической нагрузке не сопровождается аналогичным уровнем подъёма активности антиоксидантных ферментов. Данная ситуация может стать причиной развития оксидативного стресса и последующих патологических изменений.

Динамика уровня железа в КВВ также не показала отличий группы курящих от контрольной группы.

Заключение

Таким образом, тест с физической нагрузкой показал более высокую активизацию свободнорадикальных механизмов и недостаточную (по сравнению с некурящими) антиоксидантную защиту. Данные изменения сопровождались большей интенсификацией ЧСС и поддержанием на прежнем уровне сатурации.

Таким образом, курение вейпа сопровождается активизацией процессов свободнорадикального окисления и приводит к незначительному усилению активности антиоксидантных ферментов. Активизация антиоксидантной системы у курящих вейп может говорить об увеличении субстратов для антиоксидантных ферментов, т.е. свободных радикалов.

Изменение уровня свободных радикалов и активности антиоксидантных ферментов у курящих доказывает небезопасное воздействие паров вейпа на дыхательную систему.

Список цитируемой литературы

1. Муханова С. К., Шопабеева А. Р., Нургожин Т. С. Оценка безопасности электронных сигарет // Евразийский Союз Учёных. 2018. №11-3 (56). С. 42-45.
2. Park-Lee E, Ren C, Sawdey MD, et al. Notes from the Field: E-Cigarette Use Among Middle and High School Students — National Youth Tobacco Survey, United States, 2021 // MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2021. Vol.70 no.39. pp.1387-1389.
3. Карбышев М.С., Абдуллаев Ш.П. Биохимия окислительного стресса: учебно-методическое пособие. Москва: Изд-во ФГБОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, 2018. 60 с.
4. Владимиров Ю.А. Активные формы кислорода и азота: значение для диагностики, профилактики и терапии // Журнал Российской Академии Наук «БИОХИМИЯ». 2004. Т. 69. № 1. С. 5-7.
5. Рогачиков А. И., Шаханов А. В., Урясьев О. М. Выдыхаемый оксид азота как дополнительный диагностический инструмент в амбулаторной практике // Земский Врач. 2015. №1 (25). С.32-36.

E.A. Zaprudnova

E-CIGARETTES AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF OXIDATIVE STRESS

Vladimir State University
Russia, Vladimir
eazaprudnova@mail.ru

Abstracts: The paper assessed the dynamics of metabolites of nitric oxide, iron and superoxidedismutase in young people using e-cigarettes

before and after exercise. Heart rate, Vital capacity of the lungs and blood oxygen saturation were also taken into account. The work considers one of the most important issues of pathology and disease prevention.

Keywords: E-cigarettes, antioxidants, exhaled breath condensate, nitric oxide, catalase, superoxidedismutase.

УДК 663.051

А.К. Карякин, Н.В. Чугай

ЗАПРЕЩЁННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ В РОССИИ

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н. Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
arkar01@mail.ru, chugaj-n@yandex.ru

Аннотация: приведена классификация пищевых добавок, список запрещённых в России пищевых добавок; объясняются причины их запрета, вред от их употребления; описаны способы проверки пищевых добавок на безопасность.

Ключевые слова: пищевые добавки, классификация, красители, консерванты, вред, канцероген, запрет.

В соответствии с Федеральным законом №29 ФЗ от 02.01.2000 «Пищевые добавки – это природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в продукты питания в процессе их изготовления в целях придания продуктам питания определённых свойств и/или сохранения качества продуктов питания».

Пищевые добавки, в отличие от технологических добавок, влияют на продукт, тогда как вторые влияют именно на технологию приготовления, то есть улучшают ведение технологических процессов. Технологические добавки могут входить в пищевые.

В настоящее время, известно около 45 классов пищевых добавок (23 – основные), входящие в следующие основные группы:

- 1) вещества, улучшающие цвет продуктов
- 2) вещества, улучшающие аромат и вкус
- 3) влияющие на консистенцию
- 4) увеличивающие срок годности

- 5) облегчающие ведение технологических процессов
- 6) вспомогательные материалы

Важно отметить, что повышение пищевой ценности не относится к их функциям. Соответственно, вещества, повышающие пищевую ценность – это не пищевые добавки.

Существует общепринятая классификация пищевых добавок. Они разделяются по видам, назначениям, свойствам, и каждая из них имеет свой код:

E100-E199: красители; E200-E299: консерванты; E300-E399: антиокислители; E400-E499: стабилизаторы, эмульгаторы, загустители; E500-E599: регуляторы кислотности и антислеживатели; E600-E699: усилители вкуса и аромата; E700-E799: антибиотики; E800-E899: категории для новых добавок; E900-E999: подсластители и пенообразователи, улучшители муки и хлеба; E1000-E1999: ферментные препараты – вещества, препятствующие пенообразованию, вещества с широким спектром действия.

Буква Е означает «essbar», «edible», что в переводе с английского на русский обозначает «съедобный». Это значит, что все пищевые добавки могут быть использованы в приготовлении тех или иных пищевых продуктов, и поэтому относиться скептически к товарам, у которых на упаковке в составе указаны «Е-шки», не стоит. Все они изучены и безопасны. Другое дело, что существуют добавки, которые когда-то использовались в пищевой промышленности, но вошли в список запрещённых, такие пищевые добавки могут вызывать проблемы со здоровьем у человека. Однако это не значит, что все подобные «Е-шки» запрещены абсолютно во всём мире. Стоит отметить, что разрешённых к использованию пищевых добавок, очевидно, больше, чем неразрешённых, и это не может не радовать потребителей. Какие-то запрещены у нас, но разрешены, к примеру, в США, также и наоборот. Поэтому здесь следует указать следующую классификацию пищевых добавок:

- 1) Разрешены в РФ и во всём остальном мире
- 2) Разрешены в РФ, но запрещены в остальных странах
- 3) Запрещены в РФ, но разрешены в других странах
- 4) Запрещены везде

Отсюда следует вопрос: по какой причине какая-либо определённая пищевая добавка может быть разрешена в одной стране, но запрещена в другой? Ответ заключается в следующем: каждая страна имеет право на запрет использования тех или иных добавок [1].

Она также имеет право проводить собственные исследования на предмет опасности той или иной «Е-шки» и по итогу решать, ограничивать её использование или нет.

Существует ещё один не менее интересный вопрос: как пищевые добавки исследуются на предмет безопасности? Любой пищевой добавке нужно право заполучить свой уникальный Е-код. Согласно экспертному независимому научно-исследовательскому объединённому комитету ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA), могут использоваться только те пищевые добавки, которые прошли оценку безопасности JECFA, и по итогам которой они были признаны не представляющими существенного риска для здоровья потребителей. Только после проведённого исследования данной организацией, то или иное государство имеет право выдать разрешение на использование той или иной пищевой добавки на своей территории. JECFA выносит свою оценку согласно результатам необходимых испытаний на подопытных животных, научным исследованиям и наблюдениям за влиянием добавки на организм человека. У этой организации есть следующие обязательные исследования: на острую токсичность, кратко- и долгосрочные исследования токсичности, в процессе которых изучается всасывание, распределение, выведение пищевой добавки, возможное действие добавки в различных дозах, концентрациях. Допустимое суточное потребление (ДСП) – это такая концентрация вещества, которая может поступать в организм человека ежедневно в течение всей его жизни, при этом не доставляя ему вреда. Если пищевая добавка соответствует требованию по ДСП, то она может использоваться без негативных последствий для здоровья и жизни человека. Хотя на некоторые добавки ДСП не устанавливается, так как такая добавка настолько безопасная для людей, что не имеет смысла контролировать её количество [1].

Пищевые добавки, запрещённые в России:

1) Е121 – искусственный краситель «цитрусовый красный 2» с формулой $C_{18}H_{16}N_2O_3$. Представляет из себя порошок жёлтого, оранжевого, тёмно-красного цвета. Цель его использования – окрашивание кожуры апельсинов (в США). Этот пигмент классифицирован как канцероген группы 2В, поэтому запрещён в России.

2) E123 – искусственный азокраситель «амарант» с формулой $C_{20}H_{11}N_2O_3Na_{10}S_3$. Порошок, в основном тёмно-красного цвета, но может иметь и синегато-красный, красно-коричневый или красно-фиолетовый оттенок [2]. Интересный факт: в природе есть злаковая культура с таким же названием. Она популярна у жителей Южной Америки, её выращивали ещё древние ацтеки. Само по себе растение не ядовитое, однако в его цветках есть насыщенные красные пигменты под названием беталаины. И раньше люди использовали цветки амаранта в качестве красителей. А когда в 19 веке химики начали синтезировать анилиновые красители, одно из полученных веществ они назвали амарант. В синтезе само растение не использовалось! То есть название этого пигмента взято от зёрен амаранта, имеющих вызывающий красный цвет. Данному красителю присвоили код E123, а потом провели научные опыты с целью определения безопасности для человека. По результатам необходимых исследований, оказалось, что синтетический амарант может провоцировать развитие рака у крыс, поэтому его признали канцерогеном, пищевой добавкой с очень высокой опасностью, которую по итогу запретили в России, США и многих странах Европы. Однако в Великобритании амарант легален используется для придания консервированной вишне её отличительного цвета. Амарант раньше применялся в смесях для сухих завтраков и смесей для кексов, в смеси для желе, для приготовления безалкогольных напитков [2].

Как выяснилось, если употребить амарант в пищу, это может спровоцировать возникновение сыпи и насморка. E123 негативно влияет на работу печени, почек, репродуктивной функции человека. Он категорически запрещён к употреблению детям, беременным женщинам и чувствительным к аспирину людям. Существует вероятность её тератогенного эффекта, то есть она может вызывать врождённые уродства и порок сердца у новорожденного. E123 – это канцероген. [2].

3) E128 – синтетический азокраситель «красный 2G» с формулой $C_{18}H_{13}N_3O_8S_2$. Из названия понятно, что он имеет красный цвет. Представляет из себя порошок. Запрещён в 2007 году ввиду своего генотоксичного действия: красный 2G при употреблении в пищу метаболизируется в кишечнике в анилин, являющийся токсичным соединением, а это может привести к раку крови. E128 – канцероген.

4) E216 – консервант «пропиленпарабен» с формулой $C_{10}H_{12}O_3$. Встречается в природе, но для использования его в качестве консерванта получается синтетическим путём. Это белый порошок. Как правило, его консервирующие свойства используются для борьбы с плесенью. Запрещён в 2012 году из-за подозрения в гормональной активности. Если E216 и применяется в каких-то странах, то в основном в сочетании с E218.

5) E217 - пара-оксибензойной кислоты пропиловый эфир, натриевая соль с формулой $C_{10}H_{11}O_3Na$. Синтетический консервант. Это белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. В пищевой промышленности используется для консервации мясных и кондитерских изделий. Запрещён в России с 2005 года. Может вызывать расстройство ЖКТ, головные боли, гиперактивность у детей, аллергию и др. E217 -также является канцерогеном [2].

6) E240 – формальдегид. Многим известное вещество. Запрещен к использованию ввиду своего высокого канцерогенного эффекта. Собственно, формалин само по себе довольно ядрёное, токсичное, вещество.

7) E909 – спермацетовый воск, получаемый из головы китов. Запрещена добавка в связи с тем, что Международная китобойная комиссия выступила против использования этой добавки с целью сохранения жизни кашалотов и дельфинов-афалинов. В России E909 не используется.

8) E924a (бромат калия) и E924b (бромат кальция) – это улучшители муки и хлеба. Из себя представляют порошки белого цвета. Они запрещены по причине канцерогенности и токсичности.

Таким образом, в России официально запрещены к использованию восемь пищевых добавок. В основном они не разрешены к применению в пищевой промышленности из-за их канцерогенного эффекта, однако они несут и другие не менее негативные последствия для здоровья человека. Конечно, не все разрешённые пищевые добавки имеют нулевую опасность для человеческого организма. Есть вещества, до сих пор активно или не очень, но добавляемые в пищевые продукты. Как они, так и разрабатываемые новые пищевые добавки, проходят немало этапов по проверке на безопасность для человека. Всем перечисленным выше запрещённым пищевым добавкам есть очень хорошие и гораздо более безопасные альтернативы. Пищевая отрасль промышленности

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

ежегодно развивается, и учёные-технологии стараются находить в природе и/или синтезировать как можно больше безопасных Е-добавок, которые будут активно применяться в производстве продуктов питания.

Список цитируемой литературы

1. Косникова О.И. Страшная химия: Еда с Е-шками. Из чего делают нашу еду и почему не стоит её бояться / Ольга Косникова. – Москва: Эксмо, 2023. – 304 с.: ил. – (Плюс один здоровый человек. Книги о медицине от ведущих экспертов) ISBN 978-5-04173684-2
2. <https://dobavkam.net/additives/usiliteli-vkusa-i-aromata>

A.K. Karyakin, N.V. Chugaj

PROHIBITED FOOD ADDITIVES IN RUSSIA

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai
Grigoryevich Stoletov
Russia, Vladimir
arkar01@mail.ru, chugaj-n@yandex.ru

Abstract: the classification of food additives is given, the list of food additives banned in Russia is given; the reasons for their prohibition, the harm from their use is explained, the methods of testing a food additives for safety are described.

Key words: food additives, classification, dyes, preservatives, harm, carcinogenicity, prohibition.

УДК 57.045

Е.Ю. Кулагина

**АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПОВТОРЯЕМОСТИ
НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВЛАДИМИР**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
kylaginaek@mail.ru

Аннотация: в работе приведены данные о неблагоприятных метеорологических явлениях за период с 2014 по 2021 год, которые возникали на территории города Владимир.

Ключевые слова: неблагоприятные метеорологические явления, климат.

В «Наставлении по краткосрочным прогнозам погоды» (РД 52.27.724-2019) [1] указано, что под неблагоприятными метеорологическими явлениями (НЯ) понимают явления, которые по интенсивности и продолжительности не достигают критериев опасного явления, но при этом значительно затрудняют деятельность отдельных отраслей экономики. Неблагоприятные метеорологические явления являются фактором риска не только для сферы экономики, хозяйственной деятельности, но и для здоровья человека.

Ученые всего мира пытаются оценить состояние основных компонентов климатической системы и выявить тенденции их изменения, чтобы минимизировать негативное воздействие этих изменений на жизнь и хозяйственную деятельность человека [2,3]. Среди таких явлений чаще всего выделяют аномалии температуры, осадков и ветра. Специалисты ранжируют вклад каждого фактора следующим образом – 50-60% приходится на влияние осадков, ветер оказывает влияние на 15-25%, вклад минимальной температуры оценивается в 10-15%, а максимальной от 5 до 10% [4].

В работе [5] приведены данные, согласно которым наиболее значительные потенциальные ущербы могут быть вызваны ветром, далее по значимости – ущербы, полученные в результате осадков теплого периода; далее следуют ущербы от осадков холодного периода и, в меньшей степени, ущербы от морозов.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В данной работе был проведен анализ неблагоприятных метеорологических явлений, которые были зафиксированы в летний период на территории города Владимир. Необходимо отметить, что город Владимир расположен в центре европейской части России, основная часть города находится на южной кромке Владимиро-Суздальского ополья; территория города вытянута вдоль высокого левого берега Клязьмы. Климат характеризуется как умеренно-континентальный.

Исходные данные за период с 2014 по 2021 год в виде массива значений были представлены Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ. На метеостанциях данные фиксируются каждые три часа. Кроме основных погодных параметров, таких как температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра и т.д., отмечаются и состояние погоды: максимальное значение порыва ветра за 10 минут на высоте 10-12 м над земной поверхностью за десятиминутный период, непосредственно предшествующий сроку наблюдения (м/с), максимальное значение порыва ветра на высоте 10-12 м над земной поверхностью за период между сроками (м/с), текущая погода, сообщаемая со станции, прошедшая погода между сроками наблюдения, количество осадков и период времени, за который накоплено это количество осадков.

Основные неблагоприятные явления, которые характерны для территории города Владимир – ливень (количество осадков 15-29 мм за период 1 час и менее) и ухудшение видимости при осадках, из-за дымки, дыма, тумана, мглы (явление возникает при метеорологической дальности видимости 1000 метров и менее до достижения критерия опасного явления). За период с 2014 по 2021 год было отмечено 3777 случаев ухудшения видимости и 3817 случаев с ливневыми осадками. Также на территории города часто фиксируются такие явления как сильный снег (количество осадков 6-19 мм за период 12 часов и менее) и гроза. На рисунке 1 показано распределение основных неблагоприятных явлений на территории города.

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

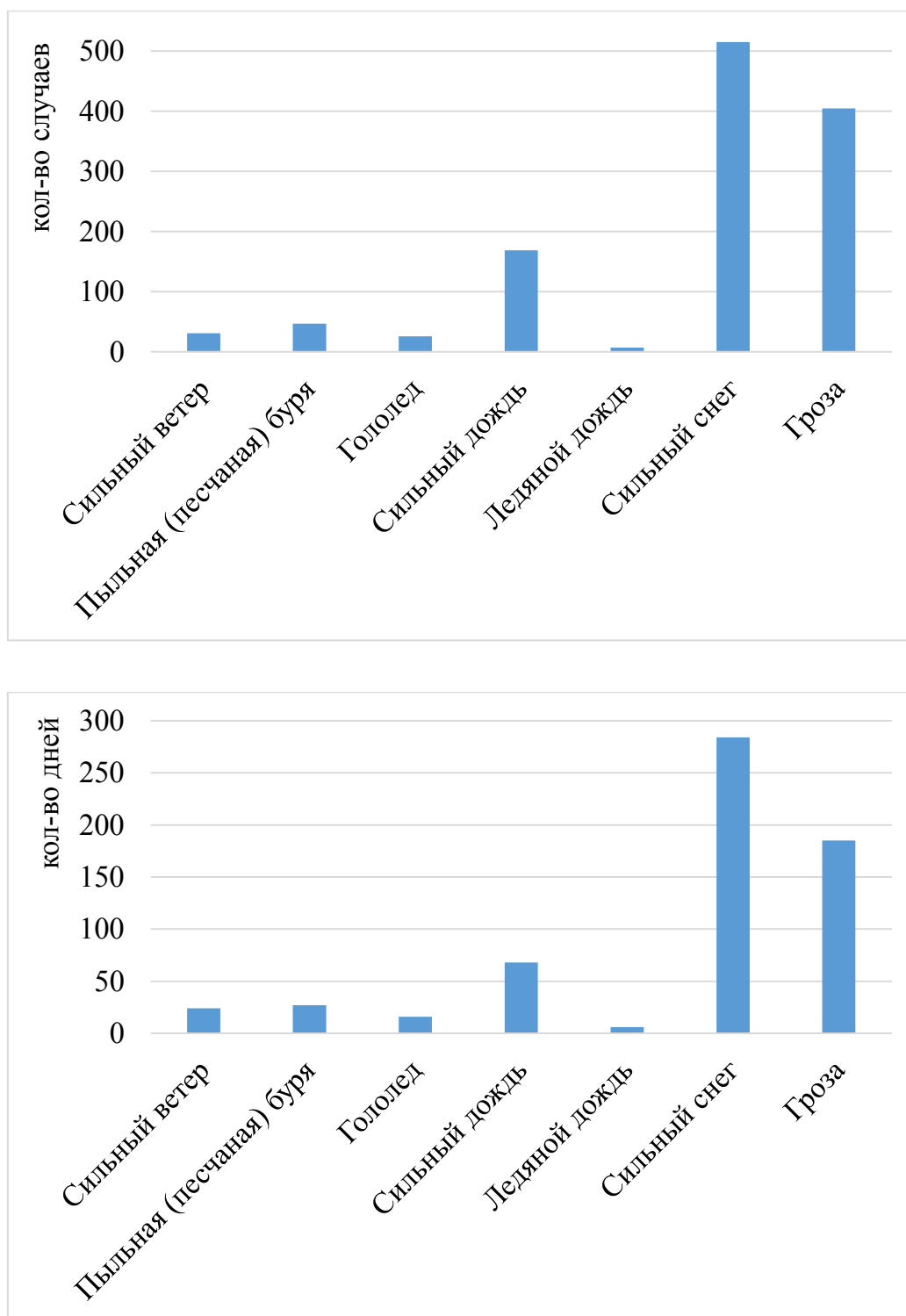


Рисунок 1. Распределение основных неблагоприятных метеорологических явлений на территории города Владимир за период с 2014 по 2021г.

Наиболее неблагоприятным оказался 2017 год – 1254 случая с разными неблагоприятными метеоявлениями, а в 2018 году было зафиксировано меньше всего таких случаев – 825 случаев (рисунок 2).

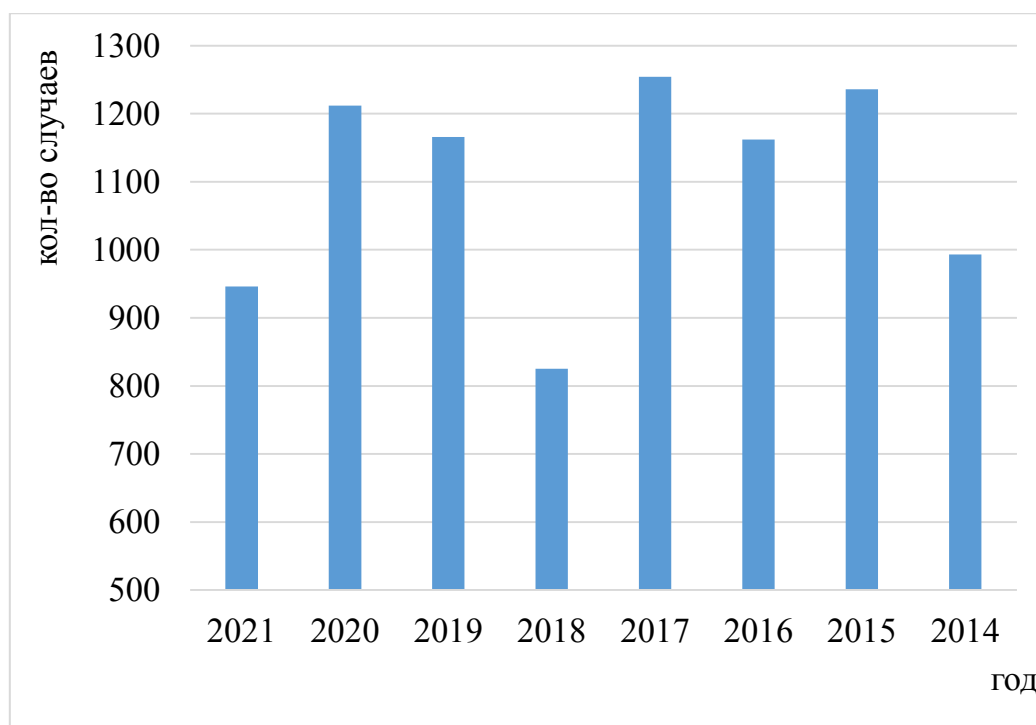


Рисунок 2. Количество случаев возникновения неблагоприятных метеорологических явлений.

Анализ распределения НЯ в течении года показал, что наиболее неблагоприятным является осенний период, за время исследования было отмечено 2527 явлений, среди которых преобладают ухудшение видимости и ливневые осадки. В весенний период, напротив, зафиксировано минимальное количество НЯ – 1815 явлений.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о необходимости более детального изучения возникновения неблагоприятных метеоявлений с целью прогнозирования и минимизирования возможных негативных последствий.

Список цитируемой литературы

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения, Москва, 2019, 73 с.
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Последствия изменений климата: М., 2008.
3. Изменения климата 2014 г. Обобщающий доклад МГЭИК.

4. Оценка погодных рисков и ущербов в отраслях экономики России, Москва, 2014 Росгидромет (источник Оценка погодных рисков и ущербов в отраслях экономики России. (meteof.ru)).

5. Оганесян, В. В. Потенциальные ущербы от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории Российской Федерации: региональные особенности / В. В. Оганесян, А. М. Стерин, Л. Н. Воробьева // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2021. – № 1(379). – С. 143-156. – DOI 10.37162/2618-9631-2021-1-143-156. – EDN FXABDK.

E.Yu. Kulagina

**ANALYSIS OF THE OCCURRENCE AND RECURRENCE OF
ADVERSE METEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE
TERRITORY OF THE CITY OF VLADIMIR**

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai
Grigoryevich Stoletov
Vladimir, Russia
kylaginaek@mail.ru

Abstract: the paper presents data on adverse meteorological phenomena for the period from 2014 to 2021, which occurred on the territory of the city of Vladimir.

Keywords: adverse meteorological phenomena, climate.

Курбатов Ю.Н.¹, Трифонова Т.А.²

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ МИГРАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ
ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННОЙ ПОЧВЕ**

¹Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир
Московский государственный университет
Имени М.В. Ломоносова
Россия, г. Москва

¹iur.curbatov@gmail.com, ²tatrifon@mail.ru

Аннотация: в условиях загрязнения почвы отработанным маслом была изучена динамика содержания цинка, меди, никеля и свинца на глубине 0-10, 10-20 и 20-30 см в течение двух лет наблюдений. Показано, что нефтезагрязнение способствует аккумуляции Zn в поверхностном слое почвы, причем концентрация этого металла увеличивается пропорционально дозе нефтепродуктов. Медь в присутствии нефтяных углеводородов практически не аккумулируется в почве, наблюдается усиление ее вертикальной миграции с увеличением дозы поллютанта. Вне зависимости от дозы отработанного масла, концентрации никеля и свинца остаются близки к контрольному уровню, то есть в данных условиях поллютант практически не влияет на миграцию этих элементов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, миграция, аккумуляция, нефтепродукты, загрязнение.

На настоящий момент во всем мире остро стоит проблема утилизации отработанных моторных масел. Согласно данным зарубежных ученых, ежегодно в мире производится около 40 млн. тонн моторных масел, 60% из этого количества становятся непригодными для эксплуатации. Из этого объема отработки менее 45% собираются и должным образом перерабатываются, регенерируются или утилизируются, а остальная часть нелегально сбрасывается на почву или в водоемы [1]. Таким образом, создается опасность загрязнения поверхностного слоя почвы отработанными моторными маслами и сопутствующими поллютантами, такими как тяжёлые металлы (ТМ).

В связи с этим, целью данной статьи является изучение динамики миграции тяжёлых металлов в нефтезагрязнённой почве в течение двух лет наблюдений.

Материалы и методы

В рамках данного эксперимента были заложены 8 пробных площадок площадью 1 м² каждая. 6 делянок были попарно загрязнены следующими дозами нефтепродуктов (НП): 10, 20 и 30 г отработанного масла на кг почвы соответственно. Две оставшиеся площадки служили контролем (без загрязнений). Расстояние между двумя участками – 8 м. Расстояние между пробными площадками 3-4 метра, а между контрольными и опытными делянками – 5м.

Отбор проб производился в середине августа 2019-2020 гг. с глубины 0-10, 10-20 и 20-30 см методом конверта по ГОСТ Р 58595-2019. Всего за период наблюдения было проанализировано 96 проб в двух повторностях. Тип исследуемой почвы – дерново-подзолистая супесчаная. Массовая доля органических веществ на глубине 0-10 см составляет 1,37–1,83%, на глубине 10-20 см – 0,8–1,1%. pH солевой вытяжки почвы равен 5,59 (по ГОСТ 26483-85). Концентрация тяжелых металлов в анализируемых образцах определялась с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора «Спектроскан Макс-G» в соответствии с методикой М-049-ПДО/18 (ФР.1.31.2018.32143).

Статистическая обработка данных производилась в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Для определения динамики содержания тяжёлых металлов в нефтезагрязнённой почве, были осуществлены измерения методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии. В табл. 1 представлены усредненные данные концентраций ТМ по двум участкам за 2 года наблюдений.

Таблица 1. Валовое содержание тяжёлых металлов в нефтезагрязнённой почве, отобранной с глубины 0-10, 10-20 и 20-30 см в середине сентября 2019-2020 гг.

Глубина пробы, см	Валовое содержание металлов, мг/кг							
	Zn		Cu		Ni		Pb	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Контроль (0 г/кг)								
0-10	59,43	62,28	25,3	49,55	29,41	30,47	16,92	22,18
10-20	60,5	62,24	36,89	56,71	30,78	31,14	17,34	18,22
20-30	61,45	62,78	40,28	30,86	34,98	32,04	14,51	18,65
Доза нефтепродуктов – 10 г/кг								
0-10	101,27	85,18	22,39	41,57	32,13	31,03	17,54	19,02
10-20	65,38	64,87	30,86	55,09	32	33,72	15,05	19,07
20-30	63,58	65,33	31,49	23,87	34,5	33,51	22,37	21,96
Доза нефтепродуктов – 20 г/кг								
0-10	99,13	96,67	15,26	26,10	32,21	31,55	19,19	19,29
10-20	66,11	64,59	29,1	55,86	33,36	33,54	17,3	19,00
20-30	61,99	64,19	30,83	18,31	34,03	31,61	18,89	18,85
Доза нефтепродуктов – 30 г/кг								
0-10	113,97	158,53	6,34	17,29	30,23	28,65	16,63	20,01
10-20	73,31	67,63	17,62	52,68	30,66	33,65	17,58	20,39
20-30	62,17	66,55	23,35	20,89	30,46	33,12	17,47	17,45
ПДК*, ОДК**	55,0**		33,0**		20,0**		32,0*	

Примечание: ПДК и ОДК тяжёлых металлов даны для дерново-подзолистых супесчаных почв, согласно СанПиН 1.2.3685-21. Жирным шрифтом выделены превышения ПДК/ОДК.

Согласно данным, представленным в таблице 1, на контрольных участках было обнаружено превышение ПДК никеля в 1,5–1,8 раза, меди – до 1,7 раза, содержание цинка доходит до 1,16 ПДК, свинец находится в пределах нормы. Концентрация меди на разных глубинах колеблется от 25,3 до 56,7 мг/кг. Динамика содержания цинка, никеля и свинца показала незначительные колебания за весь период наблюдений.

При анализе табл. 1 видно, что вне зависимости от дозы НП, концентрации Ni и Pb остаются близки к контрольному уровню, т.е. в данных условиях поллютант практически не влияет на миграцию этих элементов.

Доза нефтепродуктов 10 г/кг. В условиях нефтезагрязнения цинк активно аккумулируется в поверхностном слое почвы, а медь напротив – увеличивает свою миграционную активность. Так, после внесения в почву дозы 10 гНП/кг, концентрация цинка в слое 0-10 см

увеличилась по сравнению с контролем в 1,7 раза, а в 2020 году – превысила контроль на 37%. На нижележащих горизонтах содержание этого элемента не изменилось.

Медь в условиях низкого в рамках данного эксперимента загрязнения в 2019 году показала снижение концентрации на всех горизонтах в диапазоне 11,5-22% по сравнению с контрольными площадками. В следующем году снижение так же продолжилось и составило 3-23% от уровня контроля.

Доза нефтепродуктов 20 г/кг. В 2019 году после внесения средней дозы НП (20 г/кг), отмечается увеличение содержание цинка в поверхностном слое почвы – показатель на 67% выше контрольных значений, в 2020 – контроль превышен на 55%. На глубине 10-20 и 20-30 см содержание цинка осталось практически неизменным.

В 2019 году при той же дозе НП соединения меди вновь показывают тенденцию к уменьшению концентрации – значения ниже контроля в диапазоне от 21 до 40% на разных глубинах. Для следующего года так же характерна миграция меди: на глубине 10-20 см её концентрация приблизилась к контролю, однако на глубине 0-10 см концентрация снизилась на 47%, проба с глубины 20-30 см показала уменьшение на 23%.

Доза нефтепродуктов 30 г/кг. При максимальном загрязнении почвы НП (30 г/кг) наблюдается сильное повышение концентрации цинка. Летом 2019 года внесенные НП привели к увеличению содержания Zn у поверхности почвы практически в 2 раза, также несколько повысилось его содержание на глубине 10-20 см (на 21% относительно контроля). Пробы 2020 года показывают повышение валового содержания этого металла в 2,5 раза на глубине 0-10 см, также зафиксировано превышение контроля на глубине 10-20 и 20-30 см – на 10,4% и 15,7% соответственно.

Что касается меди, то в случае с дозой загрязнения 30 г/кг наблюдается ее максимальная миграционная активность. Так, в 2019 году уменьшилась ее концентрация относительно контроля в поверхностном слое на 75,5%, на глубине 10-20 см – на 52%, на 42% снизилась концентрация на глубине 20-30 см. Аналогичная тенденция наблюдается в случае с пробами, отобранными в августе 2020 года: содержание этого элемента уменьшилось на 65, 7 и 32% на глубинах 0-10, 10-20 и 20-30 см соответственно.

Заключение

Таким образом, внесенные в почву отработанные масла привели к резкому росту содержания цинка в почве, причем наибольшие концентрации характерны для проб с глубины 0-10 см. Известно [2], что цинк чаще всего находится в прямопропорциональной зависимости от мощности гумусового горизонта, отличается высокой биологической значимостью и проявляет склонность к биологическому накоплению. Вносимые в почву углеводороды в разы увеличивают количество доступных для микробиологического окисления органических веществ, что создает благоприятные условия, в том числе и для активного усвоения и аккумуляции Zn микробным сообществом почвы. Кроме того, отработанное масло, использованное нами в качестве загрязнителя, согласно ГОСТ 8581-78, содержит противоизносную цинксодержащую присадку, массовая доля которой в чистом масле составляет 0,09%.

В отношении валовой концентрации меди отмечается обратная зависимость: данный металл практически не накапливается биогенно, слабо аккумулируется в гумусовом горизонте, что создает благоприятные условия для его активной миграции в нижележащие почвенные слои. Таким образом, нефтяные углеводороды создают благоприятную среду для вымывания Cu в условиях настоящего эксперимента. Кроме того, кислая реакция среды ($\text{pH}=5,59$) так же может способствовать этим процессам. Известно [3], что по отношению к кислотности почв медь является достаточно подвижным элементом.

Вне зависимости от дозы НП, концентрации никеля и свинца остаются близки к контрольному уровню, т.е. в данных условиях загрязнитель практически не влияет на миграцию этих элементов.

Список цитируемой литературы

1. Pelitli V., Doğan Ö., Köroğlu H.J. Waste oil management: Analyses of waste oils from vehicle crankcases and gearboxes // Global Journal of Environmental Science and Management. – 2017 – №3. – P. 11–20. – doi: 10.22034/gjesm.2017.03.01.002.
2. Лесных Е.А. Поведение микроэлементов в почве при утрате гумуса на примере почв приобского плато Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2005. – №3. – С. 27–30.

3. Груздков Д.Ю., Ширкин Л.А., Трифонова Т.А. Оценка миграции тяжелых металлов в почвах // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2009. – №4. – С. 40–45.

Y.N. Kurbatov¹, T.A. Trifonova²

**STUDYING THE DYNAMICS OF MIGRATION AND
ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN OIL-
CONTAMINATED SOIL**

¹Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov
Russia, Vladimir

²Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow

¹iur.kurbatov@gmail.com, ²tatrifon@mail.ru

Abstract: under conditions of soil contamination with used oil, the dynamics of the content of zinc, copper, nickel and lead at a depth of 0-10, 10-20 and 20-30 cm was studied over two years of observations. It is shown that oil pollution contributes to the accumulation of Zn in the surface layer of the soil, and the concentration of this metal increases in proportion to the dose of oil products. Copper in the presence of petroleum hydrocarbons practically does not accumulate in the soil; its vertical migration increases with increasing pollutant dose. Regardless of the dose of used oil, the concentrations of nickel and lead remain close to the control level, that is, under these conditions, the pollutant has practically no effect on the migration of these elements.

Keywords: heavy metals, migration, accumulation, oil products, pollution.

^{1,2}Луань Юнчи, ²Т.А. Трифонова

**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В
ГОРОДСКОМ ОКРУГЕ ХАРБИН (КНР)**

¹Beijing Institute for Drug Control
China, Beijing

²Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова Россия, г. Москва
tatrifon@mail.ru

Аннотация: В работе представлен анализ статистических данных о загрязнении атмосферного воздуха в Харбине. Предложены меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: Загрязнение атмосферного воздуха, Харбин, КНР

Стремительное экономическое развитие, рост населения, индустриализация, интенсификация сельского хозяйства, увеличение потребления энергии приводят к усилению деградации окружающей среды.

Загрязнение воздуха представляет собой серьезную экологическую угрозу для здоровья населения, как развитых, так и развивающихся стран. Согласно оценкам, ежегодно в мире около двух миллионов преждевременных смертей связано с загрязнением атмосферы [1-5], глобальное экономическое бремя болезней, вызванных загрязнением воздуха в 176 странах в 2015 году составило 3,8 триллиона долларов. Загрязнение воздуха связано с широким спектром острых и хронических последствий для здоровья, характер которых может варьироваться в зависимости от состава загрязняющих веществ и группы населения.

Цель работы – оценка загрязнения атмосферного воздуха в городском округе Харбин, КНР

Объекты и методы

Объект исследования – загрязнение атмосферного воздуха в Харбине, который является административным центром и крупнейшим городом, а также местом пребывания властей, и расположенном на северо-востоке Китая провинции Хэйлунцзян. Настоящее исследование является частью крупномасштабного проекта, посвященного мониторингу состоянию здоровья и факторов

риска жителей провинции Хэйлунцзян. Данные по источникам загрязнения воздуха были загружены с сайта Министерства экологии и окружающей среды КНР.

Результаты и их обсуждение

На 2017 год в Харбине было зарегистрировано 1275 промышленных предприятий, большая часть которых приходится на малые и микропредприятия.

Установлено, что за исследуемый период с 1978 по 2012 гг. изменилось соотношение между количеством предприятий легкой и тяжелой промышленности. Если в 1978 году на долю предприятий тяжелой промышленности приходилось 59%, то в 2012 году – 43,5%.

Как по легкой, так и по тяжелой промышленности мы наблюдаем ежегодно (за исключением 1980 и 1990 гг. по тяжелой промышленности) прирост значения ИПП (индекс промышленного производства). Данный показатель определяется в виде отношения текущего объема производства в денежном выражении к объему промышленного производства в предыдущем году. Отмечается положительная динамика ВВП (с 1,88 млрд юаней в 1978 г. до 120,6 млрд юаней в 2017 г.).

В пятерку крупнейших промышленных предприятий городского округа с основным доходом более 100 миллионов юаней входят следующие предприятия:

1. Китайская национальная нефтегазовая корпорация
2. Харбинская фармацевтическая группа
3. Харбинский котельный завод
4. Хэйлунцзянская табачная промышленность
5. Харбинский турбинный завод

Основными энергоносителями для промышленных предприятий Харбина являются сырой уголь, природный газ, бензин, сырая нефть, керосин, дизельное топливо и электроэнергия.

За период с 2005 по 2017 гг. потребление сырого угля увеличилось на 46,9%; сырой нефти – на 40,1%; природного газа – на 4744,5%; электроэнергии – на 17%. При этом потребление бензина, керосина и дизельного топлива сократилось на 29,9%, 22,3% и 37,7% соответственно.

С ростом промышленного производства, в Харбине наблюдаются увеличение объемов выбросов в атмосферу.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В настоящее время наиболее важной причиной загрязнения воздуха в Харбине является малоэффективное использование источников энергии. Хотя в настоящее время страна энергично выступает за развитие новой энергетики, но, согласно изученным данным, энергетическая политика Харбина необоснована. Потребление угля достигает 60%, в то время как уголь, используемый для производства электроэнергии, составляет менее 40% от общего объема. Кроме того, большая часть угля используется для прямого сжигания, что, несомненно, приводит к большому загрязнению атмосферы. В процессе добычи угля город Харбин сосредоточился на увеличении объемов производства, но пренебрег контролем товарного сернистого угля. Технический уровень различных типов оборудования для сжигания топлива еще не развит. Кроме того, большинство компаний имеют относительно небольшие капиталовложения в борьбу с загрязнением воздуха. Поэтому многие предприятия до сих пор используют старое оборудование. Все вышесказанное создает низкий коэффициент эффективного использования энергии, что приводит к серьезному атмосферному загрязнению. Согласно полученным данным, в течение 2013 и 2014 годов уровень загрязнения воздуха в Харбине, столице провинции Хэйлунцзян, был едва ли не самым высоким в стране. Индекс качества воздуха в нескольких районах сразу достиг верхнего предела в 500.

Провинция Хэйлунцзян является высокоширотным регионом, соответственно зима наступает здесь раньше и отличается холодными температурами. Отопительный сезон обычно начинается в октябре и длится вплоть до апреля следующего года. В течение длительного отопительного периода сжигается большое количество угля, что приводит к большему загрязнению атмосферы и образованию серьезного смога. В течение отопительного периода 2018-2019 гг. в провинции Хэйлунцзян было 59 дней сильного загрязнения.

К 2020 году эффективный контроль муниципальных властей привел к тому, что количество дней сильного загрязнения в городе Харбин сократилось более чем на 50% по сравнению с 2015 годом. Хотя муниципальное правительство приняло ряд мер для смягчения проблемы загрязнения, его уровень остается существенным.

Согласно информации отчета об испытаниях и измерениях, загрязнение воздуха на протяжении многих лет приводило к регулярному смогу. Согласно мониторингу 2021 года, концентрации $PM_{2.5}$ (мелкодисперсные частицы) и NO_2 (диоксид азота) были

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

довольно высокими среди загрязнителей воздуха в воздухе Харбина, причем концентрации $PM_{2.5}$ в некоторых городских районах однажды превысили 4000, что указывает на чрезвычайно высокие концентрации загрязняющих частиц в воздухе.

Согласно статистическим данным, представлен рейтинг городов с худшим качеством воздуха в целом по стране на 11 декабря 2021 года. В 6 часов утра AQI Харбина (индекс качества воздуха) достиг 264, что считается серьезным загрязнением, и это стало худшим значением среди 74 городов, публикующих данные о $PM_{2.5}$.

Хотя муниципальное правительство Харбина упорно работает над борьбой с загрязнением воздуха, результаты показывают медленный прогресс. В 2022 году в Харбине регулярно наблюдается смог, в основном в январе, апреле и июне.

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выхлопные газы (около 30%), увеличение объемов которых за 1997 - 2008 гг. составило 54,7%. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят оксиды серы, азота и взвешенные частицы.

С ростом ВВП частные автомобили вошли в повседневную жизнь тысяч семей. Согласно статистике, в 2018 году в Харбине на дорогах было около 1,75 миллиона автомобилей. Загрязнение воздуха, вызванное таким огромным количеством выхлопных газов автомобилей, является беспрецедентным. Выхлопные газы непосредственно воздействуют на легкие и другие дыхательные системы людей и серьезно влияют на эндокринную систему.

Заключение

Итак, основными источниками загрязнения воздуха в Харбине являются: низкий коэффициент эффективного использования энергии, сжигание угля, продолжительный отопительный сезон и стремительный рост числа транспорта. Все это приводит к большому загрязнению атмосферы.

В борьбе с атмосферным загрязнением государству необходимо призывать к разработке новых, более эффективных источников энергии и сокращать уровень выбросов. Муниципальное правительство Харбина должно активно откликнуться на призыв найти практические решения для проведения борьбы с загрязнением атмосферы. Требуется подробный план и сплоченность вокруг данной проблемы.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В связи с возникшими проблемами загрязнения воздуха необходимо сделать все возможное для внедрения технологических инноваций и оптимизации использования ресурсов: устранить чрезмерное потребление энергии, а также оптимизировать устаревшее энергопроизводящее оборудование; активно внедрять новые источники энергии с высокой производительностью и низким энергопотреблением; строго препятствовать использованию бурого угля в качестве источника энергии; сильно загрязняющим и высокопроизводительным предприятиям необходимо переехать в менее населенные районы или пригороды, а органам власти оказать им поддержку в оптимизации их производственной структуры и содействовать развитию энергосберегающих и природоохранных технологий; для новых производственных проектов необходимо установить приемлемый порог входа; активно развивать отрасли энергосбережения и защиты окружающей среды, а также добиваться сокращения выбросов.

Уголь, используемый для отопления, промышленный уголь и выхлопные газы автомобилей – все это ключевые источники загрязнения. При сжигании угля необходимо внедрять технологические инновации, использовать новые энергетические технологии для преобразования энергии угля без прямого сжигания или использовать новые научно-технические методы фильтрации воздуха. Следует заменить использование этилированного бензина в общественном транспорте на природный газ или сжиженный нефтяной газ в качестве топлива; продвигать использование электромобилей или гибридных транспортных средств; стимулировать граждан не водить личный автомобиль, а больше ходить пешком или ездить на велосипеде или общественном транспорте.

Муниципальное правительство Харбина должно разработать эффективные методы экологического надзора и управления. Необходимо своевременно находить и регулировать работу сильно загрязняющих атмосферу предприятий, оказывать им поддержку в быстром переходе на модель использования чистой энергии;

Властям города Харбин необходимо разработать план экологически чистого отопления и внедрять его использование как в городских районах, так и в сельской местности; контролировать потребление энергии, работающей на угле.

Список цитируемой литературы

1. Kampa, M. Human health effects of air pollution / M. Kampa, E. Castanas // Environ. Pollut. – 2008 – V. 151(2). – P. 362–367.
2. Impact of Air Pollution on Public Health / E. Marchwinska–Wyrwal, G. Dziubanek, I. Hajok, [et al.] // The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources. Edited by Mohamed Khallaf. IntechOpen, London. – 2011. – P. 3–16.
3. Study of the health effects of long-term exposure to cadmium and lead in a region of Poland / E. Marchwinska–Wyrwal, G. Dziubanek, M. Skrzypek, [et al.] // Int. J. Environ. Health. Res. – 2010. – Vol. 20(2). – P. 81–86.
4. Brook, R. D. Cardiovascular effects of air pollution / R.D. Brook // Clin. Sci. (Lond). – 2008. – Vol. 115(6). – P. 175–187.
5. Exposure of children to air pollution (particulate matter) in outdoor air. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. – 2009. (ENHIS fact sheet 3.3).

^{1,2}*Luan Yunchi, ²T.A. Trifonova*

**THE PROBLEM OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN
HARBIN CITY DISTRICT (CHINA)**

¹Beijing Institute for Drug Control
China, Beijing

²Moscow State University named after M.V. Lomonosov
Russia, Moscow
tatrifon@mail.ru

Abstract: The paper presents an analysis of statistical data on atmospheric air pollution in Harbin. Measures to reduce the negative impact on the environment are proposed.

Keywords: Atmospheric air pollution, Harbin, China

А.А. Марцев

ОЦЕНКА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

martsevaa@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты расчета эпидемиологического риска здоровью взрослого населения Владимирской области. Установлены административные территории и классы болезней с очень высокими значениями эпидемиологического риска.

Ключевые слова: Эпидемиологический риск, взрослые, Владимирская область.

Обычно при изучении заболеваемости населения (в каком либо аспекте, будь то географический, экологический или эпидемиологический) используют относительные (% , ‰, ..) и их среднемноголетние значения [1]. Это позволяет строить динамические ряды, ранжировать административные территории по значению заболеваемости, а также использовать математические методы (например, кластерный и корреляционно-регрессионный анализы) [2,3]. Однако, данный подход не позволяет оценить территории по степени риска заболеваемости. Для решения данной задачи может быть использована методика оценки эпидемиологического риска, позволяющая оценить здоровье населения, формирующегося под влиянием комплекса факторов среды обитания территорий, контрастно различающихся по качественным и количественным параметрам. Показатели эпидемиологического риска, получаемые в результате данного анализа, являются количественными показателями здоровья и также могут быть использованы при статистических исследованиях при изучении причинно-следственных связей в системе "среда обитания – здоровье населения".

Цель исследования – оценка эпидемиологического риска здоровью взрослого населения во Владимирской области.

Объекты и методы

В исследовании использованы официальные статистические сборники МИАЦ «Состояние здоровья населения Владимирской области» за 2005–2019 гг. Проведен анализ относительных (‰) данных по первичной заболеваемости взрослых (старше 18 лет) по 16 классам болезней классификации ВОЗ (МКБ-10). В основу оценки вероятного риска заболеваемости положено определение показателей эпидемиологического риска [4], полученные значения которого были преобразованы в нормированные по предельной ошибке фонового уровня (Δ) величины. Основной расчетной характеристикой являлся нормированный показатель эпидемиологического риска (W^{Δ}), значение которого оценивалось по пяти степеням: низкий ($W^{\Delta} < 0$), умеренный ($0 < W^{\Delta} < 1$), повышенный ($1 < W^{\Delta} < 2$), высокий ($2 < W^{\Delta} < 3$) и очень высокий ($W^{\Delta} > 3$).

Результаты и их обсуждение

В результате исследования были получены значения эпидемиологического риска здоровью взрослого населения по всем административным районам области, областному центру и закрытому административно-территориальному образованию город Радужный по каждому из 16 классу болезней классификации МКБ-10 (Таблица).

Расчет эпидемиологического риска позволил установить, что во Владимирской области у взрослых по большинству административных территорий очень высокий риск заболеваемости по классам болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90); системы кровообращения (I00-I99); кожи и подкожной клетчатки (L00-L99). По классу болезней уха и сосцевидного отростка (H60-H95) очень высоких значений эпидемиологического риска ни по одной административной территории не выявлено.

Результаты анализа также позволили выявить административные территории, характеризующиеся очень высокими значениями риска по наибольшему числу классов болезней. Это город Владимир и Вязниковский район.

Александровский, Гороховецкий, Камешковский, Муромский, Собинский и Суздальский районы характеризуются наименьшим числом классов болезней с очень высокими значениями эпидемиологического риска.

Таблица. Значение эпидемиологического риска, нормированное по предельной ошибке фонового уровня

Административная территория	A00-B9	C00-D48	D50-D89	E00-E90	F00-F9	G00-G99	H00-H59	H60-H95	I00-I99	J00-J99	K00-K93	L00-L99	M00-M99	N00-N99	O00-O99	S00-T98
Александровский район	1,25	1,37	0,56	5,52	2,55	-0,15	2,17	1,62	1,99	0,37	0,54	8,41	2,88	0,77	1,22	0,43
Вязниковский район	4,15	5,96	6,71	15,60	4,38	3,79	2,39	1,78	5,20	1,26	5,42	9,39	5,66	2,53	5,03	1,55
Гороховецкий район	3,05	0,03	0,34	2,55	0,23	2,19	1,38	2,07	0,69	2,84	3,71	7,47	0,54	0,84	4,27	1,12
Гусь-Хрустальный район	6,56	3,85	4,73	9,80	1,39	2,81	5,40	2,95	6,91	2,74	2,04	18,40	8,26	1,76	2,80	3,84
Камешковский район	2,08	3,02	3,19	0,70	1,29	0,41	0,43	-0,55	0,41	-0,13	1,40	-0,10	3,76	3,87	2,21	2,50
Киржачский район	-0,16	0,70	7,15	4,79	2,55	3,30	1,44	2,59	9,44	3,96	0,94	4,16	3,22	2,76	4,92	1,00
Ковровский район	1,57	3,13	0,56	2,42	3,13	2,07	0,49	2,36	3,18	3,35	3,16	2,85	2,06	0,83	5,90	2,85
Кольчугинский район	3,47	2,56	2,53	18,37	2,16	5,02	1,65	1,71	3,34	3,62	2,74	5,36	2,19	0,85	1,71	3,20
Меленковский район	0,58	4,16	0,78	6,24	3,61	2,38	1,41	1,23	6,27	1,19	0,49	7,51	6,50	1,41	-0,54	0,11
Муромский район	0,20	2,69	2,97	9,01	2,26	1,45	1,87	1,20	4,25	1,22	1,30	0,85	2,41	0,67	1,11	1,70
Петушинский район	1,66	1,42	3,63	2,02	3,51	6,69	0,92	2,27	6,67	2,02	10,67	4,88	1,66	2,15	2,39	0,80
Селивановский район	6,41	0,24	5,83	4,26	1,29	2,78	3,47	2,76	2,94	1,37	1,59	7,69	10,80	5,16	1,81	1,94
Собинский район	2,65	2,66	5,83	1,63	1,29	2,25	1,53	1,08	3,30	1,66	1,00	3,86	2,55	0,62	2,83	1,41
Судогодский район	2,44	0,18	3,85	9,54	1,29	3,92	-0,58	-0,15	3,94	1,33	1,06	3,38	7,76	0,90	1,28	2,93
Суздальский район	0,81	-0,07	0,12	0,44	1,87	3,12	2,54	2,28	1,52	2,92	2,78	1,09	4,18	0,93	0,59	0,95
Юрьев-Польский район	3,87	2,40	0,12	3,47	2,45	8,10	5,68	1,40	5,92	2,29	2,00	5,55	1,98	3,55	6,66	1,94
г. Радужный	2,20	4,36	4,51	9,80	0,52	5,02	3,44	2,10	2,13	2,48	1,49	6,08	2,21	2,13	1,97	1,06
г. Владимир	4,00	5,03	4,07	15,73	4,77	4,96	3,17	2,25	3,78	4,17	5,63	2,85	5,24	3,65	3,83	5,07

* Цветом выделены очень высокие значения эпидемиологического риска

Заключение

Впервые для Владимирской области на основе данных о первичной заболеваемости был рассчитан эпидемиологический риск по 16 классам болезней МКБ-10. Полученные данные могут быть использованы для обоснования проведения эколого-гигиенических исследований с целью поиска факторов окружающей среды, негативно влияющих на состояние здоровья населения на популяционном уровне.

Список цитируемой литературы

1. Марцев А.А., Рудакова В.М. Ретроспективный анализ эпидемиологической обстановки по паразитарным заболеваниям во Владимирской области. Гигиена и санитария. 2018; 97(9): 825-830. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-825-830>
2. Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г. Газовоздушные выбросы стеклотарного производства как фактор риска здоровью населения. Теоретическая и прикладная экология. 2020; 4: 155-161. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-4-155-161
3. Трифонова Т.А., Марцев А.А. Оценка влияния атмосферного воздуха на заболеваемость населения Владимирской области. Гигиена и санитария. 2015; 94(4): 14-18
4. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий: Пособие для врачей. / Под редакцией академика РАМН, профессора А.И. Потапова. М., 1999. 48 с.

A.A. Martsev

ASSESSMENT OF EPIDEMIOLOGICAL RISK TO THE HEALTH OF THE ADULT POPULATION OF THE VLADIMIR REGION

Vladimir State University named after
Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov"
(Vladimir, Russia, martsevaa@yandex.ru)

Annotation. The paper presents the results of calculating the epidemiological risk to the health of the adult population of the Vladimir region. Administrative territories and classes of diseases with very high values of epidemiological risk have been established.

Keywords: Epidemiological risk, adults, Vladimir region.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ ДНЕПР

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»
(ВНИИПРХ)

Россия, Московская область, Рыбное

¹alexey_nikitenko90@mail.ru, ²zdrok_av@vniiprh.ru, ³wbr@vniiprh.ru

Аннотация: Представлены результаты научных исследований, выполненных в 2022 г. на реке Днепр в границах Смоленской области. Пробы были отобраны в летне-осенний период по заранее спланированной сетке станций. По результатам исследований выявлено превышение содержания загрязняющих веществ относительно ПДК по веществам аммонийной группы и общему железу на протяжении всего участка реки Днепр в границах Смоленской области. Таким образом, экологическую ситуацию на обследованном участке реки Днепр, можно охарактеризовать как неблагоприятную. Превышение значений показателей аммонийного загрязнения свидетельствуют об антропогенном воздействии на водоем.

Ключевые слова: гидрохимические исследования, ПДК

Введение

Антропогенное загрязнение водных объектов в современное время считается одной из наиболее актуальных и региональных экологических проблем.

Река Днепр – четвертая по длине река Европы после Волги, Дуная и Урала. Крупнейший трансграничный водоток, между Республикой Беларусь и Российской Федерацией [1]. Длина Днепра от истока до устья в естественном состоянии составляла 2285 км, а после постройки каскада водохранилищ, когда во многих местах выпрямили фарватер – 2201 км. Площадь водосборного бассейна – 504 000 км². Средний расход воды в устье - 1670 м³/с. Уклон реки - 0,09 м/км.

По результатам исследований в период с 2005 по 2008 гг. воды Верхнего Днепра характеризуются как гидрокарбонатно-кальциевые с повышенным природным содержанием железа, марганца и меди [2]. Аналогичные данные были получены в 2019-2020 гг. [3].

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Цель работы – оценка экологического состояния реки Днепр в границах Смоленской области в условиях антропогенного воздействия в 2022 г.

Объекты и методы

Гидрохимические исследования включали определения тех показателей, которые в первую очередь выявляли неблагополучие водной среды и ее загрязненность. Отбор проб производили в летне-осенний период 2022 г. на реке Днепр в границах Смоленской области (Рисунок 1).

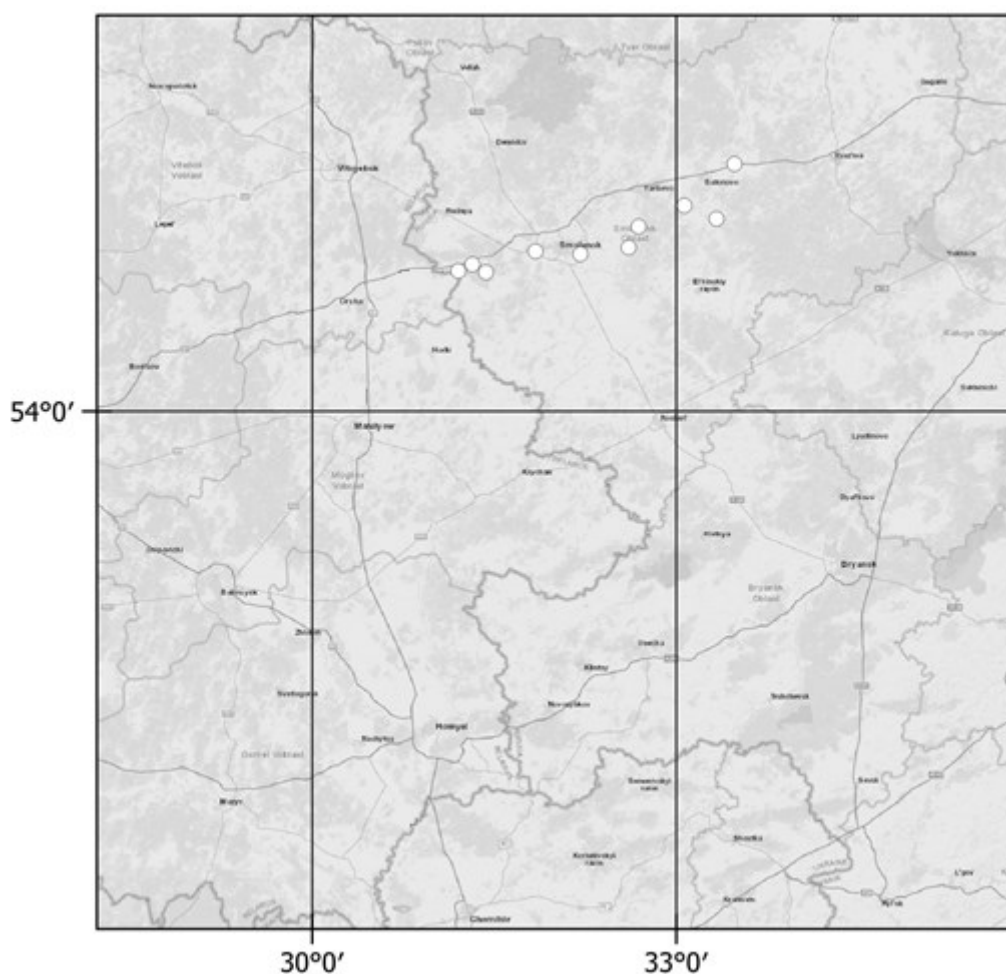


Рисунок 1. Карта-схема отбора проб на р. Днепр в 2022 г.

Гидрологические и гидрохимические исследования воды проводили по следующим показателям: растворенный кислород ПНД Ф 14.1:2:3.101-97, водородный показатель (рН) ПНД Ф 14.1:2:3.4.121-97, азот аммонийный ПНД Ф 14.1:2:3.1-95, нитрит-ионы ПНД Ф 14.1:2:4.3-95, нитрат-ионы ПНД Ф 14.1:2:4.4-95, фосфат-ионы ПНД Ф

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

14.1:2:4.112-97, БПК₅ ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97, перманганатная окисляемость ПНД Ф 14.1:2:4.154-99, железо общее ПНД Ф 14.1:2:4.50-96,

Отбор проб проводили согласно требованиям ГОСТ 31861-2012, собранный материал подготовлен согласно общепринятым в отрасли документам. В качестве оценочных показателей были приняты нормативы для водных объектов рыбохозяйственного значения, согласно приказу Минсельхоза России № 552 от 13.12.2016 г.

Результаты и обсуждение

Согласно проведенным испытаниям, отобранных проб воды из реки Днепр в границах Смоленской области в 2022 г., установлено, что кислородные условия в период наблюдений были вполне благоприятными и соответствовали нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, как и в работе [3], содержание растворенного кислорода находилось в диапазоне от 6,1 до 8,4 мг/дм³, насыщение воды кислородом от 59% до 94%. Однако, на отдельных станциях отбора проб, было выявлено превышение загрязняющих веществ относительно предельно допустимых концентраций (ПДК) для водных объектов рыбохозяйственного значения, по нитрит-иону до 1,6 раза, что также соответствует предыдущим исследованиям [2-3]. Содержание в воде железо общего достигает максимальных значений (до 5,4 ПДК) рядом с очистными сооружениями города Смоленска. Отмечен рост в сравнении с работами 2011 и 2022 г., где превышение составляет до 2,4 и 1,3 ПДК соответственно.

В целом условия среды обитания были удовлетворительным для жизнедеятельности гидробионтов.

Заключение

Исследования продемонстрировали превышение содержания загрязняющих веществ относительно ПДК по веществам аммонийной группы и общему железу на протяжении всего участка реки Днепр в границах Смоленской области.

Таким образом, экологическую ситуацию на обследованном участке реки Днепр, можно охарактеризовать как неблагоприятную. Превышение значений показателей аммонийного загрязнения свидетельствуют об антропогенном воздействии на водоем.

Список цитируемой литературы

1. Никитенко А.И., Горячев Д.В., Костоусов В.Г., Прищепов Г.П., Ризевский В.К., Корабельникова О.В., Клец Н.Н. Современное состояние водных биоресурсов трансграничного участка реки Днепр в пределах Смоленской области Российской Федерации и Республики Беларусь // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 7(186). – С. 8-21. – DOI 10.33920/sel09210701
2. Зверькова Ю.С. Современное состояние реки Днепр на территории Смоленской области в условиях антропогенного воздействия // Вестник МГОУ. 2011. Серия Естественные науки. № 3. С. 112-116.
3. Романова Н.Н., Никитенко А.И., Здрок А.В., Кукин М.С., Корабельникова О.В. Оценка качества воды и эпизоотической ситуации на реке Днепр в современный период // Вопросы рыболовства. – 2022. – Т. 23, № 1. – С. 16-31. – DOI 10.36038/0234-2774-2022-23-1-16-31

A.I. Nikitenko¹, A.V. Zdrok², D.V. Goryachev³

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE DNIEPER RIVER

Branch for the freshwater fisheries of “VNIRO”

(“VNIIPRKH”)

Russia, Moskovskay oblast, Rybnoe

¹alexey_nikitenko90@mail.ru, ²zdrok_av@vniiprh.ru, ³wbr@vniiprh.ru

Abstract: The results of scientific research carried out in 2022 on the Dnieper River within the borders of the Smolensk region are presented. Samples were taken in the summer-autumn period according to a pre-planned grid of stations. According to the results of the studies, an excess of the content of pollutants relative to the MPC for ammonium group substances and total iron was revealed throughout the entire section of the Dnieper River within the borders of the Smolensk region. Thus, the ecological situation on the surveyed section of the Dnieper River can be characterized as unfavorable. Exceeding the values of ammonium pollution indicators indicate an anthropogenic impact on the reservoir.

Keywords: hydrochemical research, MPC

А.А. Павловский, В.И. Шамиурин

**ОБ АДАПТАЦИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА К ИЗМЕНЕНИЯМ
КЛИМАТА**

СПб ГКУ «НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга»

Россия, г. Санкт-Петербург

pa1@yandex.ru, gc.shamshurin@gmail.com

Аннотация: В статье на примере Санкт-Петербурга приводятся результаты оценки климатических рисков для высоко урбанизированного субъекта Российской Федерации. Показана необходимость выработки специальных подходов для разработки региональных планов адаптации к изменениям климата городов федерального значения. Отмечена проблема сбора информации о зафиксированных жертвах и экономических ущербах от опасных гидрометеорологических явлений.

Ключевые слова: изменения климата, адаптация, город, последствия, мероприятия.

Изменение климата является одной из глобальных проблем человечества, экономические, социальные и экологические последствия которого могут повлиять на устойчивое развитие современной цивилизации и сохранность земных и морских экосистем. В последние десятилетия значительно возросла скорость изменения различных индикаторов глобального потепления (глобальные среднегодовая приземная температура и осадки, содержание тепла в океане, концентрация двуокиси углерода в атмосфере, глобальный средний уровень моря, изменение протяженности и массы криосферы), что вызывает обеспокоенность населения во всем мире. В специальном отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата (далее – МГЭИК) о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней обоснованно доказывается необходимость принятия оперативных и масштабных мер во всех сферах социально-экономической деятельности человечества (*Третий оценочный доклад...*, 2022; *IPCC*, 2021).

Темпы потепления на территории России с середины 1970 гг. примерно в 2,5 раза превосходят среднеглобальные. Наибольшая скорость повышения температуры имеет место в высоких широтах.

Потеплению подвержена вся территория России как в целом за год, так и во все сезоны. Наиболее интенсивный рост температуры наблюдается весной ($0,63^{\circ}\text{C}/10$ лет), летом и осенью он составляет $0,39^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0,43^{\circ}\text{C}/10$ лет соответственно. Зимой средний по территории России тренд ($0,39^{\circ}\text{C}/10$ лет) незначим на 1% уровне (как и для большинства регионов России) (*Доклад об особенностях климата..., 2023; Доклад о научно-методических основах..., 2020*).

По данным шестого оценочного доклада МГЭИК, средний глобальный уровень Мирового океана по сравнению с его средним значением за 1995–2014 годы, возрастет к 2100 году на величину от 28 до 101 см в зависимости от сценария выбросов парниковых газов. К 2150 году разброс прогностических значений составляет 37–188 см (*IPCC, 2021*).

При этом имеются оценки, что повышение уровня моря может значительно превысить данные значения при условии ускорения таяния ледников Гренландии и Антарктиды и составить до 2 м к 2100 году и до 5 м к 2150 году при очень высоких сценариях выбросов парниковых газов. В долгосрочной перспективе глобальный уровень моря будет продолжать подниматься на протяжении столетий и тысячелетий в связи с термическим расширением океанических вод и таянием покровных ледников. В соответствии с модельными оценками, если изменение климата ограничится повышением средней глобальной температуры приземного воздуха (по сравнению с доиндустриальным периодом) на $1,5^{\circ}\text{C}$, то средний уровень Мирового океана возрастет на 2–3 м; при $2,0^{\circ}\text{C}$ его рост составит 2–6 м, при $5,0^{\circ}\text{C}$ – это будет 19–22 м (*IPCC, 2021*).

Российская Федерация является последовательным участником международных соглашений по вопросам противодействия климатическим изменениям и адаптации к ним. В 1994 году ратифицирован Рамочная конвенция ООН об изменении климата. В 2009 году принята Климатическая доктрина РФ. В 2019 году принято Парижское соглашение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В настоящее время в развитие международных обязательств России и обеспечения ее устойчивого развития на долгосрочную перспективу, выполняются работы по разработке региональных планов адаптации к изменению климата, оценке климатических рисков территории и определению перечня адаптационных

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

мероприятий выполняются согласно требованиям: Климатической доктрины РФ, утвержденной распоряжением Президента РФ от 17.12.2009 №861-рп; Национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 25.12.2019 №3183-р; Методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата, утвержденных приказом Минэкономразвития России от 13.05.2021 №267.

Урбанизированный субъект Российской Федерации – город федерального значения Санкт-Петербург, также как Москва и Севастополь, обладает следующими основными особенностями, которые необходимо учитывать при подготовке его регионального адаптационного плана: категория земель – земли поселений (земли населенных пунктов); высокая плотность населения (от 600 до 5000 чел./км²); концентрация отраслей экономики, историко-культурного наследия; наличие локального изменения естественного климатического режима территории – «городского острова тепла»; особенности осуществления градостроительной деятельности.

В границах субъекта Российской Федерации – города Санкт-Петербург распространены следующие климатические риски: весьма опасного уровня: жара; ураганы; опасного уровня: сильные атмосферные осадки (очень сильный дождь (дождь со снегом, мокрый снег); умеренно опасного уровня: абразия; переработка берегов водохранилищ, озер; карст; суффозия; затопление территории; эрозия плоскостная и овражная; русловые деформации; пучение; град; природный пожар.

По данным расчетов климатической модели Главной геофизической обсерватории Росгидромета, средняя годовая температура приземного воздуха в Санкт-Петербурге для середины XXI века (2041–2060 гг.) по отношению к базовому климатическому периоду 1981–2000 гг. может возрасти от 4.2 до 5.8 °С. Наибольшего потепления следует ожидать в зимний период (от 5.2 до 6.9 °С). Количество атмосферных осадков возрастет от 0.2 до 0.3 мм/сут.

Развитие глобального потепления способно привести к смене строительно-климатического подрайона местоположения Санкт-Петербурга с ИБ (относительно умеренный) на ШБ (умеренный) (см. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»). По классификации климатов Кёппена, в середине XXI века климатические условия

Санкт-Петербурга будут соответствовать «морскому» типу климата Cfb (умеренно теплый с равномерным увлажнением).

По данным Интерактивного атласа РГ-1 Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), средний уровень моря в Восточной части Финского залива для периода 2041–2060 гг. по сравнению с базовым периодом 1995–2014 гг. может возрасти на 10–40 см в соответствии с климатическими сценариями SSP2-4.5 и SSP5-8.5.

Повышение температуры приземного воздуха, развитие «городского острова тепла», в результате градостроительных преобразований территории (увеличение площади многоэтажной жилой застройки), могут привести к увеличению интенсивности и продолжительности жары в Санкт-Петербурге. В связи с этим, в середине XXI века уровень опасности данного климатического риска может смениться с «весьма опасного» на «чрезвычайно опасный».

В связи со значительным увеличением интенсивности атмосферных осадков, повышением повторяемости «ненормативных» дождей, уровень опасности «сильных атмосферных осадков» может повыситься до «весьма опасного».

Повышение среднего уровня моря на 30–40 см в 1.5 раза увеличит площадь зоны затопления Санкт-Петербурга и в 4 раза – количество объектов историко-культурного наследия, попадающих в ее границы. В связи с этим данный климатический риск станет «опасным» в середине XXI века. При дальнейшем повышении среднего уровня моря (до 1 м) данный риск станет «катастрофическим».

Без проведения специальных берегозащитных мероприятий при повышении среднего уровня моря и повторяемости наводнений опасное явление «абразия» также достигнет опасного уровня.

При этом изменения климата создают и новые возможности для развития Санкт-Петербурга. Например, в соответствии с Федеральным законом от 02.07.2021 № 296 «Об ограничении выбросов парниковых газов», в условиях запланированного устойчивого развития экономики Российской Федерации при снижении уровня выбросов парниковых газов создаются перспективы для внедрения энергосберегающих технологий и развития возобновляемых источников энергии.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Сокращение продолжительности и потепление отопительного периода, повышением температуры наиболее холодной пятидневки, способны привести к экономии топливно-энергетических ресурсов.

Увеличение продолжительности агротехнического периода, времени с температурами грунта и наружного воздуха, позволяющими выполнить работы по восстановлению зеленых насаждений, покрытий, а также иные работы по благоустройству, также можно отнести к положительным последствиям глобального потепления для Санкт-Петербурга.

Улучшение ледовых условий (увеличение продолжительности навигации) создает перспективы развития речного и морского судоходства, включая систему портовых терминалов.

В связи с изменением агроклиматических условий создаются условия для обогащения видового состава зеленых насаждений за счет использования при благоустройстве и озеленение города ассортимента трав, древесных пород и кустарников, типичных для более влажных и теплых зон.

Повышение температуры и увеличение продолжительности вегетационного сезона способно привести к увеличению продуктивности городских зеленых насаждений и городских лесов. Это открывает перспективы создания на свободных землях плантационных лесных культур быстро растущих долговечных древесных растений с целью депонирования углерода.

Сокращение продолжительности холодного периода и доли твердых атмосферных осадков может способствовать экономии сил и средств системы зимней уборки усовершенствованных городских поверхностей, сокращению числа дорожно-транспортных происшествий, случаев травмирования населения.

Развитие мер по адаптации к изменению климата будет способствовать использованию новых строительных материалов и технологий.

В результате выполнения работы по оценке климатических рисков территории и определению перечня адаптационных мероприятий регионального плана адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата определены региональные показатели адаптации:

Общее количество и перечень климатических рисков Санкт-Петербурга, дифференцированных по уровням опасности: весьма опасного уровня (жара; ураганы); опасного уровня (сильные атмосферные осадки); умеренно опасного уровня (абразия;

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

переработка берегов водохранилищ, озер; карст; суффозия; затопление территории; эрозия плоскостная и овражная; русловые деформации; пучение; град; природный пожар; распространение вредителей и болезней в лесах и городских насаждениях; обледенение).

Общее количество чрезвычайных ситуаций природного характера за 1991–2021 годы: очень сильный ветер – 8; шквал – 2; сильный ливень – 2; очень сильный дождь – 9; очень сильный снег – 2; сильная метель – 1; сильная жара – 2; чрезвычайная пожарная опасность – 5; аномально-жаркая погода – 17; аномально-холодная погода – 7; штормовой нагон/сгон – 8; высокий уровень в результате образования зажора, затора – 18.

В соответствии с принятием Национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 11.05.2023 № 559-р, проект Регионального плана должен быть актуализирован.

Важнейшей мерой по принятию обоснованных решений при планировании мероприятий по адаптации к изменениям климата является обеспечение бесплатного доступа субъектов РФ к необходимой специализированной гидрометеорологической информации, накапливаемой Росгидрометом (возможно в рамках специального государственного задания и финансирования).

Кроме того, необходимо производить организацию сбора, обработки и накопления специальной информации о фактическом ущербе (экономическом и неэкономическом) от климатических рисков (опасных природных явлений).

Обеспечение доступности информации о плотности населения и о суточной смертности позволит детально оценить влияние климатических рисков на здоровье и человека.

Также важным является разработка специальной методики по расчету возможного ущерба от воздействия климатических рисков на существующее положение и на перспективу.

Список цитируемой литературы

1. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов: Амирит, 2020. 120 с.

2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. Москва, 2023. 104 стр.

3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. Санкт-Петербург: Научные технологии, 2022. 676 с.

4. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

A.A. Pavlovsky, V.I. Shamshurin

ON ADAPTATION OF ST. PETERSBURG TO CLIMATE CHANGE

State Research and Design Center of Saint Petersburg Master Plan

Russia, St. Petersburg

pa1@yandex.ru, gc.shamshurin@gmail.com

Abstract: The article on the example of St. Petersburg provides the results of the assessment of climatic risks for a highly urbanized entity of the Russian Federation. The need to develop special approaches for the development of regional plans for adaptation to climate changes in cities of federal significance is shown. The problem of collecting information on recorded victims and economic damage from dangerous hydrometeorological phenomena was noted.

Keywords: climate change, adaptation, city, consequences, events.

УДК 666.3

О.Г. Селиванов¹, М.Е. Ильина²

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА НА ТЕРРИТОРИИ
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир

¹selivanov6003@mail.ru; ²ilina4@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены пути решения проблемы утилизации гальванического шлама – техногенного отхода 2-3 класса опасности, накопившегося на территории Владимирской области в результате длительной деятельности предприятий машиностроительного комплекса региона. Представлены места размещения гальванического шлама на территории области и приведена общая оценка количество накопившегося в области гальванического шлама. Представлены сведения об возможности использовании гальванического шлама, образующегося после реагентной очистки сточных вод гальванических производств, в составе различных строительных керамических и полимерных материалов. Рассмотрены вопросы экологической безопасности материалов, содержащих гальванический шлам.

Ключевые слова: машиностроительные предприятия, гальванический шлам, объекты размещения, утилизация, строительные материалы, модифицирующие добавки, наполнители, экологическая безопасность

Антропогенное загрязнение окружающей природной среды, связанное с активной промышленной деятельностью человека, не только не уменьшается, но с каждым годом увеличивается. Масштабы образования отходов производства и потребления в России характеризуются величиной порядка около 2,6 млрд. тонн в год. В результате низкого уровня вовлечения отходов в хозяйственный оборот происходит постоянное их накопление. Одним из экологически опасных техногенных отходов, накопившемся на территории Владимирской области – является гальванический шлам (ГШ) – отход, образующийся после реагентной очистки сточных вод

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

гальванических производств предприятий машиностроительного комплекса и содержащий в своем составе тяжелые металлы, такие как медь, никель, хром, цинк, кадмий, свинец и т. д. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам и представляют серьезную опасность с точки зрения своей биологической активности, токсичности для живых организмов, а также способности к биоаккумуляции.

Согласно данным администрации Владимирской области общее количество накопившегося гальванического шлама на территории региона составляет 19767 тонн (по данным за 2011 год) [1]. На сегодняшний день известно, что только лишь 2-3 % от общей массы ГШ подлежит утилизации [2]. Поэтому невостребованные ГШ накапливаются. Практически, при отсутствии технологий по его утилизации, этот отход попадает на полигоны по захоронению промышленных, а иногда и твердых бытовых отходов. Учитывая тот факт, что большинство работающих в нашей стране объектов по складированию и захоронению промышленных и бытовых отходов не соответствуют действующим природоохранным нормам, накопленные в теле полигона тяжелые металлы постепенно попадают в подземные и поверхностные воды, результате чего наносится огромный вред как окружающей природной среде, так и здоровью населения. Поскольку в настоящее время на территории Владимирской области функционируют машиностроительные предприятия, имеющие гальванические производства, вопрос утилизации их отходов и ранее накопившихся в регионе, остается крайне актуальным.

Целью работы является рассмотрение имеющихся технологий и способов утилизации гальванического шлама, позволяющих улучшить экологическую обстановку в регионе, уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду и способных снизить вредное воздействие на здоровье жителей Владимирской области.

Одной из наиболее важных проблем охраны окружающей среды Владимирской области является обезвреживание и утилизация осадков очистных сооружений, содержащих тяжелые металлы – гальванических шламов. Гальванические производства машиностроительных предприятий области существенно влияют на загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, наиболее опасных для биосферы. Объемы таких отходов достаточно велики, а коэффициент использования достаточно мал, что связано с их обводненностью, многокомпонентностью и непостоянством состава,

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

высоким содержанием соединений тяжелых металлов. Их токсичность и класс опасности во многом зависит от технологии гальванического производства и от способа очистки образующихся сточных вод. Обычно ГШ, полученные после реагентной обработки гальванических стоков, а это основная классическая на сегодняшний день технология, имеют 2-3 класс опасности [3-4]. Подобные токсичные отходы, из-за отсутствия специальных полигонов и низких штрафных санкций, зачастую складировуются на собственных территориях предприятий или вывозятся на несанкционированные свалки, создавая реальную угрозу вторичного загрязнения окружающей среды. Данная проблема актуальна и для Владимирской области, где шламы гальванических производств образуются практически на всех крупных предприятиях машиностроения и металлообработки. Проведенная инвентаризация объектов размещения гальванических шламов показала, что количество объектов достаточно большое и рассредоточено практически по всей территории области, представляя потенциальную экологическую угрозу окружающей среде и здоровью жителей Владимирской области. Результаты инвентаризации объектов размещения гальванических отходов на территории Владимирской области представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Карта размещения гальванических отходов на территории Владимирской области

Объекты крупнотоннажного организованного размещения отходов гальванических производств на территории Владимирской области представлены в таблице 1 [5]. Кроме того, на территории некоторых промышленных предприятий области имеются объекты длительного хранения гальваношламов: ФГУП "ВПО "Точмаш", ООО "ВЭМЗ" (г. Владимир), ГНИИЛЦ "Радуга" (г. Радужный), ФГУП ВНИИ "Сигнал" (г. Ковров), ООО "Вязниковский льнокомбинат" (г. Вязники), ООО "Бавленский завод электродвигателей" (Кольчугинский район Владимирской области), что может привести к загрязнению тяжелыми металлами промышленной зоны вблизи этих предприятий, имеющих на собственной территории подобные площадки размещения гальванических шламов.

Таблица 1. Объекты крупнотоннажного организованного размещения отходов гальванических производств на территории Владимирской области

Предприятие	Тип объекта	Основные виды отходов	Проектная мощность	Фактическое наполнение
ОАО "Завод "Автосвет" г. Вязники	Полигон промышленных отходов	Шламы гальванические отходы оксидов и гидроксидов	20000 куб. м	8882 т
ГНИИЛЦ "Радуга", г.Радужный	Шламо-накопитель	Шламы гальванические	2000 куб. м	35 т
АО "Освар", г.Вязники	Полигон промышленных отходов	Шламы гальванические	60000 куб. м	6900 т
ОАО "Муроммашзавод", г.Муром	*Карта захоронения	Шламы гальванические	10000 т	2000 т
ОАО "Муромский радиозавод", г.Муром	*Карта захоронения	Шламы гальванические	1500 т	1050 т
ОАО "Муромтепловоз", г.Муром	*Карта захоронения	Шламы гальванические	2250 т	900 т

*Карта захоронения выполнена по типу полигона промышленных отходов

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

В настоящее время в Государственный реестр объектов размещения отходов по Владимирской области включены 8 объектов размещения твердых коммунальных отходов и 1 объект размещения промышленных отходов [6].

Единственный полигон, который на сегодняшний день, может принимать промышленные отходы 2-3 класса опасности во Владимирской области для захоронения – это полигон промышленных отходов в городе Вязники (эксплуатирующая организация – ПАО «ОСВАР» г. Вязники). На сегодняшний день, во Владимирском регионе нет ни одного предприятия способного принимать и перерабатывать гальванические шламы с целью их утилизации. Поэтому, важность проблемы утилизации ГШ для региона, очевидна. Но также очевидно и то, что по своему составу, содержанию цветных металлов, гальванические шламы могут представлять практический интерес для использования в ряде отраслей промышленности. Разрабатываемые технологии утилизации ГШ могут идти по пути извлечения ценных цветных металлов из ГШ, а могут использовать ГШ (предварительно прокаленный и измельченный) в составе керамических и полимерных материалов в качестве модифицирующих добавок и наполнителей для улучшения их физико-механических свойств. Так известна комплексная технология по извлечению тяжелых металлов, таких как цинк, медь, никель, хром из ГШ сложного состава [3]. В данной технологии использованы следующие стадии: сернокислотное выщелачивание, отстаивание и фильтрование, стадии сорбции и десорбции на ионитах, концентрирование истощенных растворов десорбатов обратным осмосом, получение катодных осадков металлов электролизом десорбатов.

Перспективным направлением можно считать использования ГШ для производства керамических материалов в качестве различных модифицирующих добавок к шихте. Разработаны технологии, которые за счет жидкофазного спекания керамики при обжиге позволяют иммобилизовать тяжелые металлы в составе стекловидной фазы [6-8] и в тоже время модифицировать и улучшить свойства керамики за счет имеющихся тяжелых металлов и их соединений [9-11]. Другим вариантом утилизации является применение ГШ в качестве выгорающей добавки в керамических материалах [12]. Важным направлением утилизации является использование ГШ в

качестве наполнителя в защитных полимерных покрытиях и лакокрасочных материалах [12-14], в т.ч. на основе полиуретановых и пипериленистирольных связующих [15-17]. Введение в рецептуры полимерных покрытий прокаленного и тонкоизмельченного ГШ позволяет значительно улучшить их физико-механические характеристики (прочностные, антикоррозионные, термостойкие) [13]. Важно отметить, что решение о применении ГШ в технологиях производства строительных материалов должно приниматься только на основании результатов проведения комплексных эколого-гигиенических исследований. Проведенные оценки потенциальной экологической опасности полученных керамических материалов и полимерных покрытий, содержащих ГШ, на основании исследования миграции тяжелых металлов (ТМ) в водную вытяжку, а также путем определения индекса токсичности разработанных образцов методом биотестирования, показало их экологическую безопасность для окружающей среды [7, 13].

Таким образом, использование ГШ в технологиях получения стеновых керамических материалов и полимерных покрытий, позволяет повысить эксплуатационные характеристики строительных материалов и решить вопрос с утилизацией техногенного отхода, способствует возврату в хозяйственный оборот ранее накопленных отходов, сохранению природных ресурсов, позволяет снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Список цитируемой литературы

1. Схема очистки территории от отходов производства и потребления. Приложение № 1 к постановлению Губернатора Владимирской области № 97 от 09.02.2011.
2. Ольшанская Л.Н., Лазарева Е.Н., Егоров В.В. Утилизация гальванических шламов предприятий Саратовского региона в товары народного потребления. Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т.15. – № 3. – С. 41-45.
3. Трифонова Т.А., Селиванова В.Н., Селиванов О.Г., Ширкин Л.А., Михайлов В.А. Утилизация гальваношламов сложного состава. Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 5(3). – С. 850-852.
4. Трифонова, Т.А. Утилизация шламов гальванических производств / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, М.Е. Ильина, Л.А. Ширкин. – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «РОСТ», 2011. – 97 с.

5. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2006 году. Ежегодный доклад под редакцией члена- корреспондента МАНЭБ Алексева С.А. Владимир, 2007. – 200 с.

6. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2021 году», 2022. Вып. №29. Владимир. Изд-во: ГБУ «Экология региона». – 178 с.

7. Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Сухарникова М.А. Применение региональных техногенных отходов в производстве стеновых керамических изделий // Экология и промышленность России. – 2017. – № 6. – С. 24-29.

8. Воробьева А.А., Шахова В.Н., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Сысоев Э.П., Чухланов В.Ю. Получение облицовочной керамики с эффектом остекловывания на основе малопластичной глины и техногенного отхода Владимирской области // Стекло и керамика. – 2018. – №2. – С. 13-17.

9. Маркова А.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Подолец А.А. Комплексная утилизация отходов Владимирской области в производстве высокопрочной строительной керамики из местной малопластичной глины // Экология промышленного производства. – 2016. – № 3. – С. 14-17.

10. Vitkalova I., Torlova A., Pikalov E., Selivanov O. Development of environmentally safe acid-resistant ceramics using heavy metals containing waste // MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 03035.

11. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 4. С. 55-61.

12. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 7. С. 76-87.

13. Филиппова Л.С., Акимова А.С., Пикалов Е.С. Защитное полимерное покрытие с повышенными прочностными и адгезионными характеристиками // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 5. – С. 492-504.

14. Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Селиванова Н.В., Михайлов В.А., Савельев О.В. Оценка экологической опасности полимерных

строительных покрытий, наполненных гальваническим шламом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т.15. № 3(6). – С. 1956–1960.

15. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г., Селиванова Н.В., Чухланова Н.В. Разработка и исследование свойств защитного покрытия на основе модифицированного полиуретана // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – С.1365-1368.

16. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Модификация полиорганосилоксаном связующего на основе полиуретана // Пластические массы. – 2013. – №9. – С.8-10.

17. Чухланов, В.Ю. Усачева Ю.И., Селиванов О.Г., Ширкин Л.А. Новые лакокрасочные материалы на основе модифицированных пипериленистирольных связующих с использованием гальваношлама в качестве наполнителя // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2012. – №12. – С. 52- 55.

O.G. Selivanov¹, M.E. Ilina²

WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF UTILIZATION OF TECHNOGENIC DEPARTURE OF THE VLADIMIR REGION

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Russia, Vladimir

¹selivanov6003@mail.ru; ²ilina4@mail.ru

Abstract: The paper considers ways to solve the problem of disposal of galvanic sludge – technogenic waste of 2-3 hazard classes accumulated on the territory of the Vladimir region as a result of long-term activities of enterprises of the machine-building complex of the region. The locations of galvanic sludge on the territory of the region are presented and a general estimate of the amount of galvanic sludge accumulated in the region is given. Information is presented on the possibility of using electroplating sludge formed after reagent treatment of wastewater from electroplating industries as part of various building ceramic and polymer materials. The issues of environmental safety of materials containing galvanic sludge are considered.

Keywords: machine-building enterprises, galvanic sludge, accommodation facilities, recycling, building materials, modifying additives, fillers, environmental safety.

УДК 504.05+614.76

Т.А. Трифонова¹, А.А. Марцев², О.Г. Селиванов³, Ю.Н. Курбатов⁴

**ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДА
ГУСЬ-ХРУСТАЛЬНЫЙ**

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, г. Москва

²Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н. Г. Столетовых
Россия, г. Владимир

¹tatrifon@mail.ru, ²martsevaa@yandex.ru, ³selivanov6003@mail.ru,
⁴iur.curbatov@gmail.com

Аннотация: В работе представлены результаты исследования по оценке уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами и мышьяком города Гусь-Хрустальный. Установлено наличие полиэлементного загрязнения почвенного покрова города, что вероятно связано со спецификой и длительностью функционирования стекольного производства.

Ключевые слова: загрязнение, почва, тяжёлые металлы, стекольное производство.

Аккумуляция тяжелых металлов в почве во многом определяет эколого-геохимические характеристики городского почвенного покрова. Загрязнение почв в городах вблизи промышленных предприятий не ограничивается одним тяжелым элементом [1], часто их более десятка, при этом они, как правило, характеризуются малой подвижностью и высокой аккумулирующей способностью их живыми организмами и депонирующими средами. Возможно образование ореолов загрязнения почв тяжелыми металлами на территории городов, содержание которых на отдельных участках превышает фоновые уровни и гигиенические нормативы в несколько десятков раз.

Цель работы – оценка загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почвенного покрова города Гусь-Хрустальный.

Объекты и методы

Объектом исследования является почвенный покров города Гусь-Хрустальный, который является административным центром Гусь-Хрустального муниципального района Владимирской области.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Градообразующей отраслью, упоминание о которой начинается со второй половины 18 века, является производство стекла и хрусталя.

При изучении уровня загрязнения почвенного покрова городских территорий города Гусь-Хрустальный особое внимание было уделено территориям, находящимся в зоне влияния производственных предприятий (Рисунок 1).

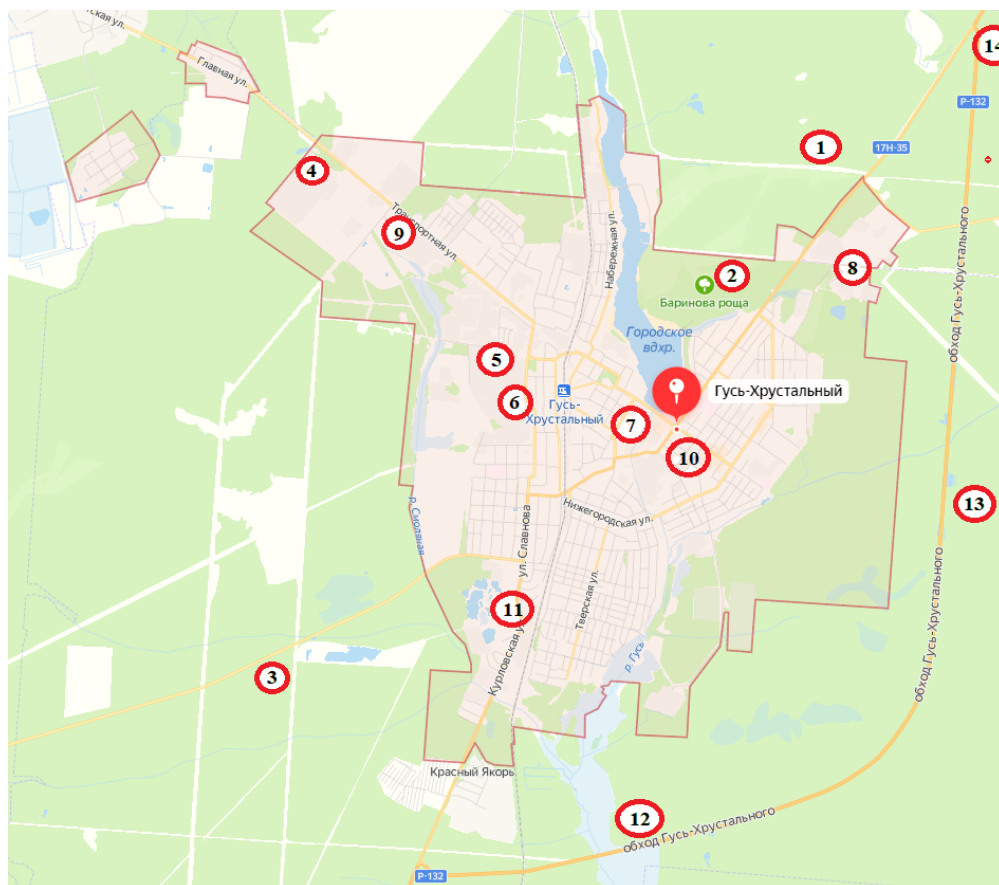


Рисунок 1. Места отбора проб почв

Отбор образцов почв для исследований проводили летом 2022 года из горизонта 0-10 см методом конверта в трех повторностях в соответствии с ГОСТ Р 58595-19. Пробоподготовку к анализу производили в соответствии с ГОСТ 14.4.02-84. Определение ТМ и мышьяка в почве проводили рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «Спектроскан МАКС-G» в соответствии с методикой М-049-ПДО/18 (ФР.1.31.2018.32143).

Для оценки уровня загрязнения почв тяжелыми металлами и мышьяком были использованы показатель накопления (P_n) и коэффициент опасности (K_o).

Фоновые концентрации ТМ и мышьяка в почве взяты из документа «Письмо Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 7.12.1993 года №04-25

"О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами».

Предельно-допустимые концентрации ТМ и мышьяка в почве ($ПДК_i$) и ориентировочно допустимые концентрации ($ОДК_i$) определены согласно СанПиН 1.2.3685-21.

Результаты и их обсуждение

Почвы в Гусь-Хрустальном районе Владимирской области характеризуются как дерново-подзолистые песчаные и супесчаные с содержанием физической глины ($< 0,01$ мм) – 10-20 % , гумуса – 1,83 %, рН – 4,5-6,0 [2].

Концентрации тяжёлых металлов в исследуемых почвах находятся в следующих диапазонах ($\min \rightarrow \max$): Co – 2,93 - 18,23; As – 6,61 - 25,98 мг/кг; Ni – 5,57 - 179,24; Cu – 5,97 - 571,7; Pb – 16,98 - 513,46 мг/кг; Cr – 19,05 - 2571,63; Zn – 20,24 - 7443,65 мг/кг.

Для выявления приоритетных химических загрязнителей почвы был рассчитан показатель накопления ($П_n$). В связи с тем, что по хрому отсутствуют значения фоновых концентраций, нами в качестве фонового значения для расчётов было использовано минимально установленное значение концентрации хрома. Показатель накопления ТМ и мышьяка в почве возрастает в ряду: Co→Ni→Cu→As→Cr→Pb→Zn.

Токсическую опасность загрязнения почвы ТМ оценивали по степени превышения содержания величины ПДК ($ОДК$) того или иного тяжелого металла, рассчитав для каждого поллютанта величину коэффициента опасности (K_o). В связи с тем, что по валовым формам кобальта и хрома нормативные показатели отсутствуют, по данным элементам расчеты не проводились. При этом ряд имеет следующий вид ($\min \rightarrow \max$): Ni→Cu→Pb→As→Zn.

Приоритетными загрязнителями почвы г. Гусь-Хрустальный, среди анализируемых, являются в первую очередь, Zn, Pb и As, относящиеся к первому классу опасности.

Самые высокие концентрации химических элементов обнаружены в центральной части города (№6,7,10). По некоторым элементам превышение нормативных показателей ($ПДК/ОДК$) достигает нескольких десятков раз. Во многом это связано со спецификой стекольного и хрустального производства, с составом сырья и его примесей при производстве специального и цветного стекла. Так, при производстве хрусталя используют оксиды свинца

(PbO , Pb_3O_4), при производстве оптических и химико-лабораторных стекол используется оксид цинка, в качестве осветлителя при производстве стекла используется высокотоксичное соединение мышьяка As_2O_3 . В состав шихты при изготовлении стекла вводят оксид хрома Cr_2O_3 и дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, используемые как красители, а также оксиды цинка, кобальта, марганца. Многие компоненты шихты обладают летучестью в диапазоне температур образования стекла. Большой летучестью обладают оксиды свинца, соединения мышьяка, поэтому часть этих соединений при варке хрусталя или стекла попадают в атмосферу, а затем выпадают вокруг территорий стекольных заводов.

Чрезвычайно высокий уровень загрязнения выявлен в почве на территории завода имени Ф.Э. Дзержинского (точка №6). Отбор данной пробы был проведен непосредственно с территории завода, так как часть его производственных площадей в настоящее время не используется и доступ к ним открыт. По количеству химических элементов данную территорию можно отнести к локальной техногенной литогеохимической аномалии. Почва фактически представляет из себя индустризем, почвенный покров экстремально загрязнен тяжелыми металлами, что делает ее практически безжизненной. Выявление таких локальных техногенных аномалий должно являться одной из важнейших эколого-геохимических задач при оценке состояния окружающей среды любого промышленного города (в том числе и с остановленным производством), и сопровождаться проведением специальных природоохранных мероприятий по удалению и дальнейшей нейтрализации химических элементов.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено наличие полиэлементного загрязнения почвенного покрова г. Гусь-Хрустальный, что вероятно связано со спецификой и длительностью функционирования стекольного производства. Приоритетными загрязнителями городской почвы являются в первую очередь, относящиеся к первому классу опасности Zn , Pb и As . Максимальные уровни загрязнения зафиксированы в урбаноземах промышленной, минимальные – в ландшафтно-рекреационной зоне.

Выявлено чрезвычайно опасное по суммарному показателю химическое загрязнение почвы на территории нефункционирующей в

настоящее время части стекольного завода, по сути являющееся локальной техногенной литогеохимической аномалией.

С целью снижения поступающих в почву города загрязняющих веществ, требуется модернизация промышленных предприятий, а также создание вокруг них расширенных санитарно-защитных зон. Для сокращения содержания химических элементов в почве необходимо проведение мероприятий по детоксикации загрязненных почв, используя современные методы, прежде всего, биологической очистки – фиторемедиацию, фиторекультивацию.

Список цитируемой литературы

1. Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О. Г. Газовоздушные выбросы стеклотарного производства как фактор риска здоровью населения // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №4. – С. 155–161. – <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2020-4-155-161>
2. Комаров В.И., Селиванов О.Г., Марцев А.А., Подолец А.А., Лукьянов С.Н. Содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте почв сельскохозяйственного назначения Владимирской области // Агрохимия. – 2019. – №12. – С. 75–82. – <https://doi.org/10.1134/S0002188119100089>

T.A. Trifonova¹, A.A. Martsev², O.G. Selivanov³, Y.N. Kurbatov⁴

ASSESSMENT OF CHEMICAL CONTAMINATION OF SOILS OF THE CITY OF GUS-KHRUSTALNY

Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Russia, Vladimir

¹tatrifon@mail.ru, ²martsevaa@yandex.ru, ³selivanov6003@mail.ru,

⁴iur.curbatov@gmail.com

Abstract: The paper presents the results of a study to assess the level of soil contamination with heavy metals and arsenic in the city of Gs-Khrustalny. The presence of polyelement contamination of the soil cover of the city has been established, which is probably related to the specifics and duration of the functioning of glass production.

Key words: pollution, the soil, heavy metals, glass production.

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕК
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ВЛАДИМИР**

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва

^{2,3,4,5,6}ФГБОУ ВО Владимирский государственный
университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹tatrifon@mail.ru ²selivanov6003@mail.ru, ³martsevaa@yandex.ru,

⁴ivan33vl@yandex.com, ⁵iur.curbatov@gmail.com,

⁶Ludmila.romanova98@yandex.ru

Аннотация: в работе представлены результаты проведенных исследований проб воды рек Клязьма, Нерль, Содышка, Рпень и Лыбедь на содержание тяжелых металлов, а также изучен их анионно-катионный состав. Показано, что в пробах воды рек городского округа Владимир есть превышение значений гигиенических нормативов по ряду тяжелых металлов и ионов, что связано как с хозяйственной деятельностью человека, так и с региональной спецификой геохимического состава водовмещающих пород и особенностями режима функционирования и питания подземных вод.

Ключевые слова: город Владимир, поверхностные воды, загрязнение рек, тяжелые металлы, анионы и катионы.

Реки играют важную роль в жизни городов как источник хозяйственно-питьевого назначения. Они используются в разных сферах производства: промышленности, сельском хозяйстве, городском жилищно-коммунальном хозяйстве. В связи с этим, развитие экономики города и здоровье его жителей во многом определяется состоянием и качеством его поверхностных вод.

Антропогенное воздействие на местные реки значительное, а самоочищающая способность их ограничена. При этом их роль для города велика – по берегам размещены населенные пункты, дачные поселки, новые жилые микрорайоны, для жителей города они являются зонами активными отдыха. Состояние рек является одним из главных экологических вопросов, которые волнуют местных жителей.

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Целью данной работы является эколого-гигиеническая оценка поверхностных вод городского округа Владимир.

Материалы и методы. Исследование проведено в августе 2022 года. Объект исследования – поверхностные водные источники, протекающие по территории городского округа Владимира. Это малые реки: Содышка (точки №1-4), Рпень (№5,6), Лыбедь (№7,8) и средние реки: Нерль (№9,10), Клязьма (№11,12). Точки отбора проб показаны на рисунке 1.

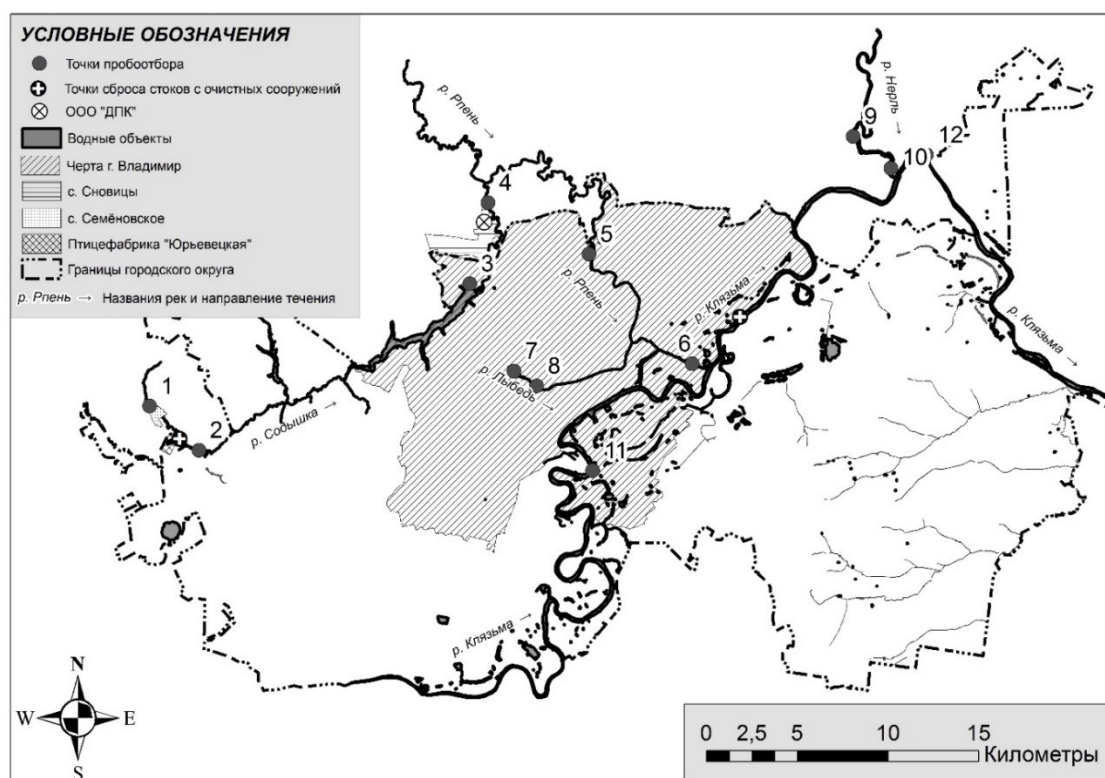


Рисунок 1. Точки отбора проб

Пробы речной воды отбирались в период летней межени в соответствии с ГОСТ Р 51592 - 00. Пробы анализировались на наличие тяжелых металлов и ионный состав.

Определение концентраций тяжелых металлов в воде проводили в соответствии с методикой М-049-ВП/09. Определение концентраций катионов в воде проводили по методике М 01-31-2011. Определение концентраций анионов проводили в соответствии с методикой М 01-58-2018.

Оценку содержания химических элементов в пробах проводили в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21.

Физиологическую полноценность воды, т.е. наличие необходимых в физиологическом отношении макро и микроэлементов в оптимальном для организма человека количестве, определяли в соответствии с СанПин 2.1.4.1116-02.

Картографирование проводили с помощью ГИС программы ArcMap.

Результаты. В результате исследования соответствии по разным точкам отбора установлены превышения санитарно-гигиенических нормативов по следующим металлам: Pb, Fe и Cd. Превышение ПДК по свинцу в пробах из рек Нерль и Лыбедь, вероятно связано с непосредственной близостью автодорог и высоким потоком здесь автомобильного транспорта, что способствует попаданию техногенного свинца в поверхностные воды. Отмечено значительное превышение ПДК по кадмию в пробе №4. Учитывая, что в пробах воды выше по течению кадмия обнаружено не было, его попадание здесь может быть связано со сбросом неочищенных или плохо очищенных промышленных стоков. Содержание высоких концентраций железа в поверхностных водах Владимирской области является серьезной проблемой, вызванной рядом причин. В реках Нерль и Клязьма данное обстоятельство вероятно обусловлено влиянием притоков, дренирующих заболоченные территории. Дополнительным источником железа может служить его сброс со сточными водами. Что касается малых рек Лыбедь, Рпень и Содышка, здесь высокие концентрации железа вероятно вызваны другими причинами. Например, с присутствием в урбанизированных почвах города техногенного железа, прежде всего, магнетита Fe_3O_4 , поступающего в почву с частицами атмосферных выбросов промышленных предприятий и предприятий топливно-энергетического комплекса, а также с аэральными отходами эмиссии автомобилей [1, 2].

В связи с тем, что в части города Владимира в качестве хозяйственно-питьевого назначения подается вода поверхностных источников (место водозабора – впадение реки Нерль в реку Клязьма) необходима ее оценка на физиологическую полноценность, т.е. насколько питьевая вода соответствует биологическим потребностям организма человека [3]. По содержанию ионов магния и кальция воды рек Нерль и Клязьма соответствуют нормам физиологической полноценности. По калию, при физиологической норме 2-20 мг/дм³, пробы реки Клязьма соответствуют, а вот пробы реки Нерль имеют

нижний предел физиологической полноценности воды (1,93-2,14 мг/дм³). Длительное употребление такой воды может негативно отразиться на здоровье населения. Превышения в реках Рпень и Лыбедь значений ПДК по представленным в таблице элементам не обнаружено. В пробах воды реки Содышка установлено близкое к гигиеническим значениям ПДК содержание ионов аммония (№1,4), что возможно связано, с попаданием хозяйственно-бытовых стоков от прилегающих к реке населенных пунктов. В пробе №2 установлено превышение ПДК ионов магния, что вероятно связано с недостаточной степенью очистки промышленных стоков птицефабрики, расположенной немного выше по течению.

По хлоридам, сульфатам, нитратам, фторидам и фосфатам в реках Нерль, Клязьма и Рпень превышения гигиенических значений ПДК в воде не обнаружено. Что касается реки Содышка, то здесь обнаружено превышение норм по нитратам (створ 2 и 4), фторид-ионам и по фосфатам-ионам (створ 2). Как было отмечено выше, место отбора пробы №2 расположено после сброса очищенных стоков с очистных сооружений птицефабрики. Известно, что для производственных стоков, образующихся в процессе работы птицефабрик, характерно высокое содержание соединений азота и фосфора. Причиной высокой концентрации фтора здесь может служить его попадание в воду с остатками суперфосфата, который является важным компонентом при утилизации птичьего помета.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что реки городского округа Владимир испытывают серьезное антропогенное воздействие. Выявление превышений ПДК в конкретных местах отбора проб позволяет определить источник загрязнения, количественный и качественный состав загрязнителей и дает возможность для принятия оперативных природоохранных и управленческих решений, с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Малые реки городов являются уязвимыми и мало защищёнными, поэтому требуют к себе особого внимания природоохранных органов. Являясь притоками более крупных рек, малые реки формируют качество их вод. В случае использования для нужд хозяйственно-питьевого назначения, являются фактором, определяющим здоровье городских жителей.

Список цитируемой литературы

1. Марцев А.А., Селиванов О.Г., Трифонова Т.А. Оценка почвы придорожной территории автодороги Р72 по содержанию тяжёлых металлов и мышьяка // Гигиена и санитария. 2022. т. 101. № 7. С. 730–735.
2. Водяницкий Ю.Н., Шоба С.А. Магнитная восприимчивость как индикатор загрязнения тяжелыми металлами городских почв (обзор литературы) /Вестник Московского университета. Сер.17. Почвоведение. 2015. №1. С.13–20.
3. Чеснокова С.М., Савельев О.В. Оценка качества воды децентрализованных источников водоснабжения г. Владимира / Водоснабжение и санитарная техника. 2019. №2. С.25-31.

T.A. Trifonova¹, O.G. Selivanov², A.A. Martsev³, I.N. Kurochkin⁴, Yu.N. Kurbatov⁵, L.N. Romanova⁶

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF RIVERS VLADIMIR CITY DISTRICT

Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

Vladimir State University

Russia, Vladimir

¹tatrifon@mail.ru²selivanov6003@mail.ru, ³martsevaa@yandex.ru,

⁴ivan33vl@yandex.com, ⁵iur.curbatov@gmail.com,

⁶Ludmila.romanova98@yandex.ru

Abstract: the paper presents the results of studies of water samples of the Klyazma, Nerl, Sodyshka, Rpen and Lybed rivers for the content of heavy metals, and also studied their anionic-cationic composition. It is shown that in the water samples of the rivers of the Vladimir city district there is an excess of the values of hygienic standards for a number of heavy metals and ions, which is associated both with human economic activity and with the regional specifics of the geochemical composition of the water-bearing rocks and the peculiarities of the functioning and supply of groundwater.

Keywords: surface waters, river pollution, heavy metals, anions and cations, public health.

А.Г. Черникова¹, О.Н. Исаева², В.Б. Русанов³

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
КАК АКТУАЛЬНОЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ
НАПРАВЛЕНИЕ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ**

ФГБУН ГНЦ РФ ИМБП РАН

Россия, г. Москва

anna.imbp@mail.ru¹, olga.isaeva33@yandex.ru², rusvb@imbp.com³

Аннотация: В данном сообщении представлены системы для проведения массового скрининга и индивидуального донозологического контроля: аппаратно-программный комплекс «Экосан-ТМ», системы «Дельта-2013», «Светофор здоровья» и программа «Светофор здоровья», и история их развития. Профилактика заболеваний признана приоритетным направлением в развитии Российского здравоохранения.

Ключевые слова: донозологическая диагностика, космическая медицина, вариабельность сердечного ритма, профилактика, телемедицина.

Несмотря на огромные успехи медицинских наук в лечении многих заболеваний с каждым годом все большую значимость приобретает профилактическая медицина. Существуют лишь общие научно обоснованные санитарно-гигиенические и медико-физиологические положения, на основе которых разрабатываются оздоровительные и профилактические рекомендации. Необходимо разрабатывать оптимальный «маршрут здоровья» для каждого отдельного человека.

Наиболее ярким примером высокой эффективности индивидуального подхода к оценке и сохранению здоровья является космическая медицина. Сложившийся на первых порах традиционный клинический подход к оценке здоровья космонавтов быстро перерос в систему так называемой донозологической диагностики, когда речь идет не столько о распознавании заболеваний, сколько о выявлении признаков, предшествующих развитию болезни. Основными методиками донозологической диагностики в космосе были стандартные записи электрокардиограммы и дыхания, измерения массы тела и артериального давления, детальный расспрос о самочувствии и жалобах [1]. Но уже с первых космических полетов

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

важнейшим источником информации о течении процесса адаптации организма к условиям невесомости стал математический анализ сердечного ритма, позволивший определять уровень активности и степень взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [2].

Хотя, донозологический подход возник и получил дальнейшее развитие в космической медицине, но уже в 70-80-е годы он стал активно использоваться на Земле. Созданная в 1982 году передвижная автоматизированная лаборатория «Автосан-82» для массовых профилактических обследований населения повторяла структуру медицинского оборудования на орбитальной станции «Салют-7» и дополнительно была оснащена персональным компьютером. В ней впервые была использована ставшая классической схема донозологической диагностики в виде светофора, где зеленый цвет символизирует состояние физиологической нормы, желтый цвет указывает на переходные между нормой и патологией донозологические состояния, а красный цвет сигнализирует о возможной патологии [3]. В результате обследования в передвижной лаборатории «Автосан-82» каждый пациент получал индивидуальное заключение с рекомендациями по здоровому образу жизни и необходимых ему профилактических или оздоровительных мероприятиях.



Рисинок 1. Передвижная автоматизированная лаборатория «Автосан-82». Слева направо авторы разработки: Азалия Павловна Берсенева, Роман Маркович Баевский, Ирина Исаевна Фунтова, Вадим Алексеевич Степанов

В последние годы началось активное развитие домашней телемедицины, в том числе телемедицинских систем индивидуального донозологического контроля [4, 5, 6].

Сегодня направление индивидуального донозологического контроля рождается заново. Прежде всего это относится к общим принципам метода – он становится активным процессом взаимодействия между пациентом и технической системой с возможностью обратной связи. Алгоритм такого взаимодействия предусматривает сбор объективной и субъективной информации, ее автоматический анализ и формирование индивидуальных оздоровительно-профилактических рекомендаций. В космической медицине для оценки и прогнозирования функционального состояния человека в системах индивидуального донозологического контроля предложено использовать критерии адаптационного риска [7]. Сущность этого нового подхода заключается в том, что рассматривая развитие болезни как результат процесса дизадаптации, как полом адаптационного механизма, мы можем математически рассчитать вероятность такого события. Зная вероятности развития преморбидных и патологических состояний, можно более надежно выбирать необходимые профилактические мероприятия и следить за их эффективностью по степени снижения вероятности развития болезни. Еще одной отличительной особенностью современных систем индивидуального донозологического контроля является то, что они являются телемедицинскими, т. е. работают дистанционно, используя Интернет или сотовую связь. Все указанные отличия дают основание говорить о новом этапе развития донозологической диагностики, о появлении нового класса систем для распознавания и индивидуализации функциональных состояний на грани нормы и патологии.

В Институте медико-биологических проблем РАН было создано несколько образцов телемедицинских систем индивидуального донозологического контроля. «Экосан-ТМ» предназначена для использования в производственных условиях, когда каждый работник предприятия может пройти обследование, уточнить свое функциональное состояние и получить индивидуальные оздоровительно-профилактические рекомендации [8].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

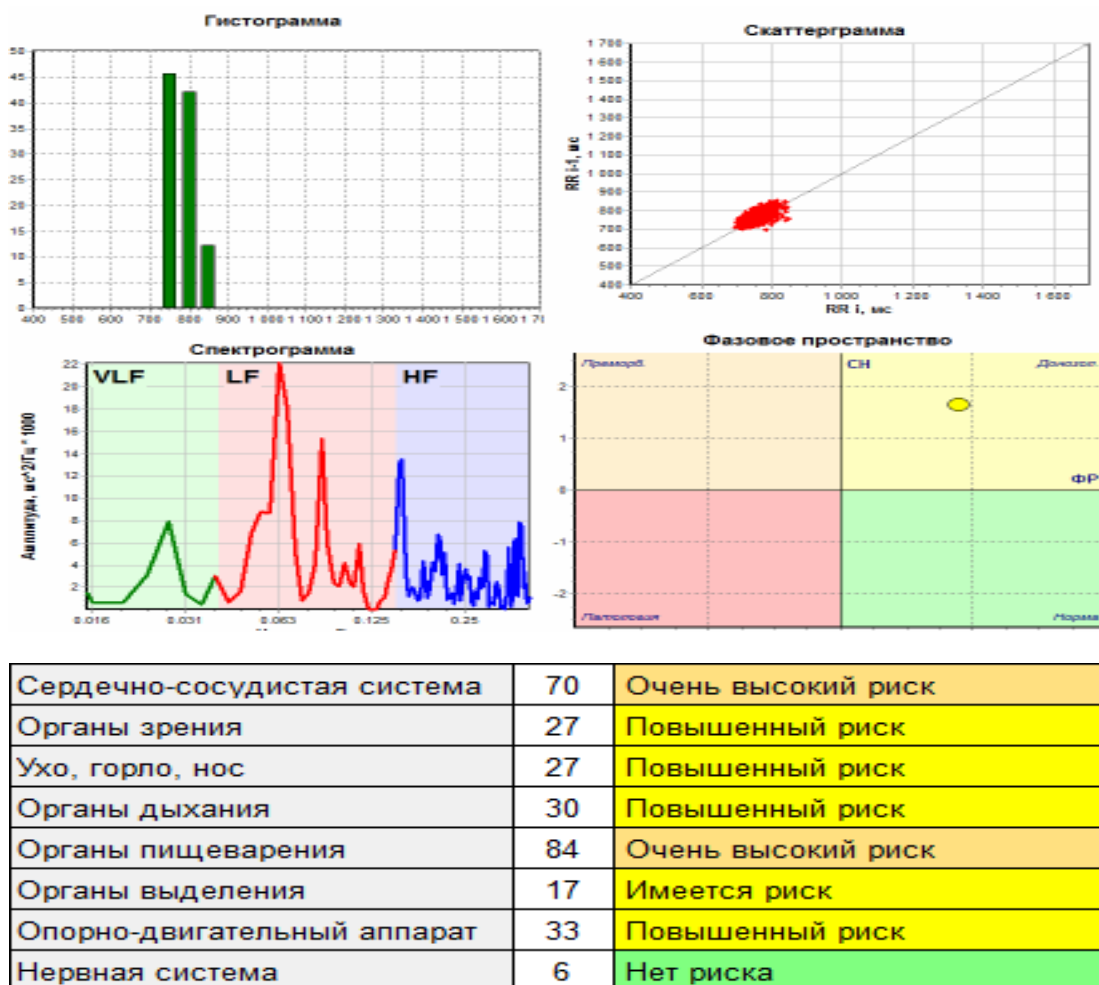
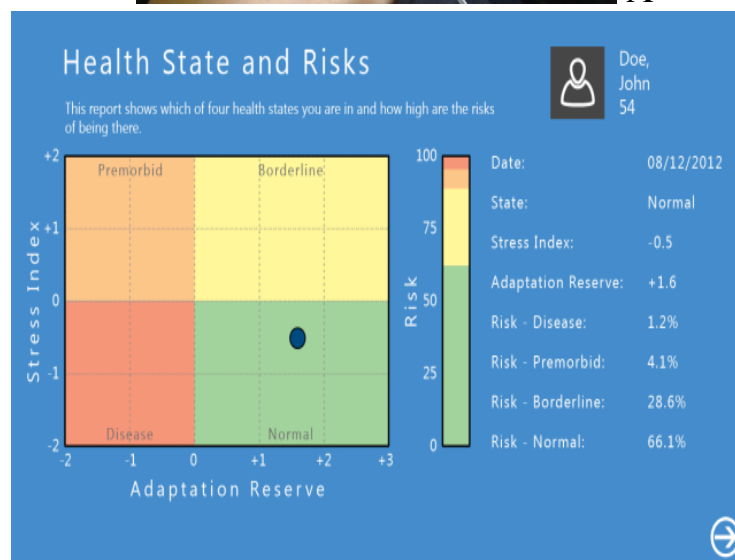


Рисунок 2. Пример автоматизированного заключения системы «Экосан-ТМ»

Вторая система специально создана для домашнего использования с применением персонального компьютера и Интернета. В ней применяется ушной фотоплетизмографический датчик для проведения математического анализа сердечного ритма с целью измерения показателей variability сердечного ритма, необходимых для оценки адаптационного риска. Этот прибор под названием «Дельта-2013» создан Институтом медико-биологических проблем РАН совместно с американской компанией «Bioscom Technologies» [9].



А



Б

Рисунок 3а. Фотография крепления клипсы системы «Дельта-2013» на мочке уха испытуемого;

Рисунок 3б. Пример автоматизированного заключения по результатам обследования системой «Дельта-2013»

Третьей системой для индивидуального донозологического контроля является мобильное приложение «Светофор Здоровья». Эта система создавалась Институтом медико-биологических проблем РАН совместно с канадской компанией «Autosun Health Technologies Inc». Сигналы работы сердца распознаются с помощью фотокамеры смартфона по пульсовым колебаниям светопроницаемости кожи пальца руки – фотоплетизмограмме пальца. Микрокомпьютер

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

смартфона распознает и измеряет длительности кардиоинтервалов и по ним вычисляет ряд статистических показателей ВСР [10].

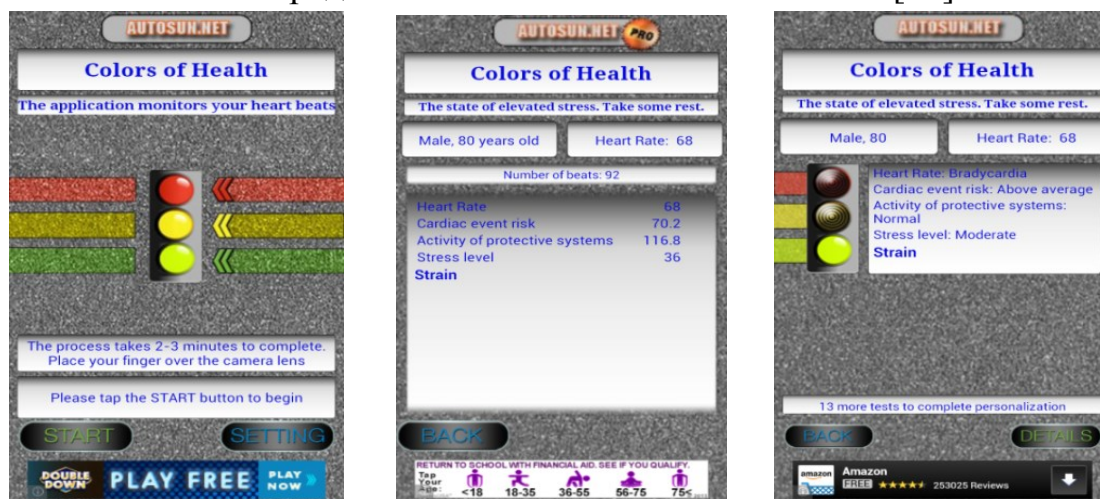


Рисунок 4. Снимки экрана заключения и рекомендаций мобильного приложения «Светофор здоровья»

Программное обеспечение «Стресс-контроль» предназначено для длительного самостоятельного мониторинга состояния одного или нескольких пользователей на основе регистрации субъективных (самооценка) и объективных параметров. Исходными данными для программы являются субъективные оценки пациентом своего самочувствия, настроения, качества сна, уровня нагрузок (заполняется анкета), а также объективные данные об артериальном давлении и вариабельности сердечного ритма. Программа позволяет получать автоматизированные заключения о функциональном состоянии обследуемого.

ОЦЕНКА РИСКОВ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

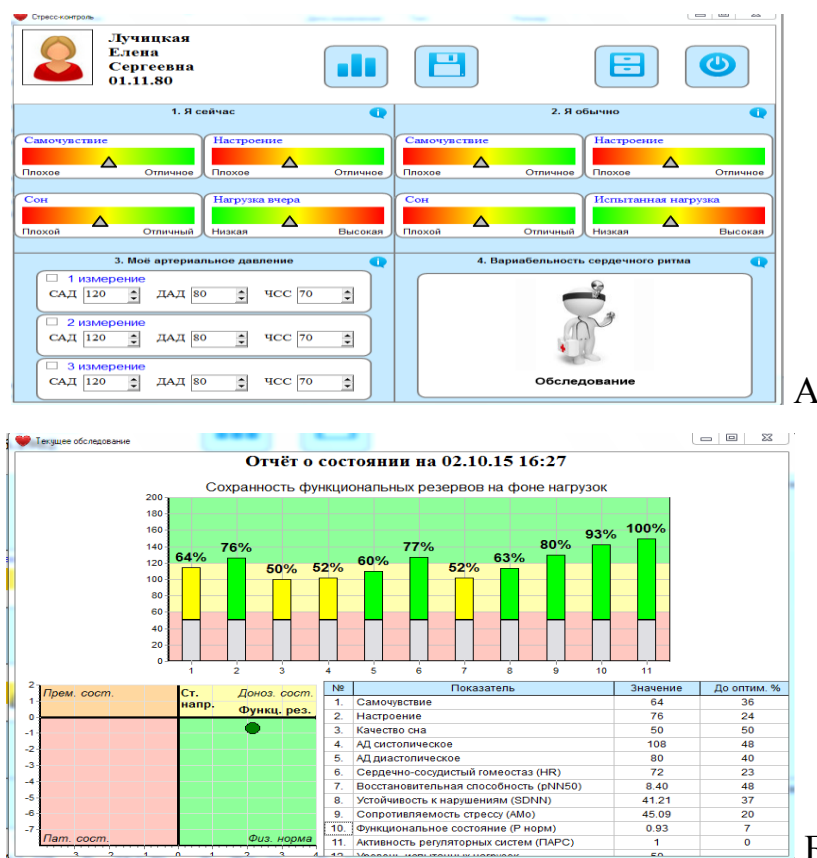


Рисунок 5а. Анкетированный опрос перед началом обследования;
5б. Пример автоматизированного заключения, выдаваемого программой «Стресс-контроль»

Таким образом, к настоящему времени в космической медицине создан ряд новых медико-технических систем для телемедицинского индивидуального донозологического контроля с использованием Интернета и сотовой связи. Этот новый этап развития донозологической диагностики может быть условно обозначен как важный завершающий шаг профилактической медицины в направлении реализации принципа трех «П» (Профилактика, Прогнозирование, Персонализация). Сегодня мы находимся в начале третьего этапа- «Персонализации». Этот этап отличается, во-первых, передачей активной роли в оценке здоровья от врача к пациенту (самоценка), во-вторых, переходом от детерминистской логики оценки здоровья к вероятностному подходу. Еще одним отличием данного этапа развития донозологической диагностики является интенсивное развитие принципов персонализации оценок здоровья. Здесь работа только еще начинается, поскольку еще не сформировались окончательные представления о критериях персонализации.

Следует, однако, отметить, что на этапе персонализации речь уже идет о развитии принципиально нового подхода к всеобщей диспансеризации населения. Современные научно-технические средства открывают возможность подключения практически любого человека к будущей «глобальной сети» контроля здоровья. Домашняя телемедицина и удобные носимые бесконтактные устройства съема информации в недалеком будущем должны сделать профилактическую медицину одним из ведущих направлений научно-технического и социального прогресса. Поэтому активно развиваемый в последние годы индивидуальный донозологический контроль можно смело назвать новым важным научно-практическим направлением в профилактической медицине.

Исследование осуществлялись по программе фундаментальных исследований ГНЦ РФ ИМБП РАН по теме 64.1 на 2021–2023 гг.

Список цитируемой литературы

1. Баевский Р.М., Кудрявцева В. И., Хозяинова Е. В. Опыт экспертного прогнозирования состояния экипажа орбитальной станции «Салют-4». Космическая биология и авиакосмическая медицина 1978, №3, с.84-87;
2. Баевский Р.М. «К проблеме прогнозирования состояния человека в условиях космического полета» Физиологический журнал СССР 1972, N 6
3. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А. П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. –Л.: Медицина, 1980. -225 с.;
4. Кудряшов Ю. Ю., Атьков О.Ю., Прохоров А. А., Довгалецкий Я. П. «Домашнее лицо» персональной телемедицины», Врач и информационные технологии, 2014, №1;
5. Милашевич Е.А. «Внедрение информационных услуг в национальные системы здравоохранения: мировой опыт», Россияб тенденции и перспективы развития, 2021;
6. Аксенова Е. И., Горбатов С. Ю. «Экспертный разбор. Цифронизация здравоохранения: опыт и примеры трансформации системах здравоохранения в мире. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. – 44 с.
7. Черникова А. Г. Оценка функционального состояния организма в условиях длительного космического полета на основе

анализа вариабельности сердечного ритма. Автореф. канд. дисс., М., 2010, 24 с.

8. Баевский Р.М., Берсенева А. П., Берсенов Е. Ю., Черникова А. Г., Исаева О. Н., Усс О.И. Оценка состояния здоровья практически здоровых людей, работающих в условиях длительного воздействия стрессорных факторов. Методическое руководство по использованию аппаратно-программного комплекса «Экосан-ТМ». Москва. СЛОВО. 2014. 144 с.

9. Берсенева А. П., Пугачев В. А., Баевский Р.М., Баевский А.Р., Жирнов Е.Н., Грибков Е.Н., Исаева О. Н., Черникова А. Г. Анализ вариабельности сердечного ритма при проведении медико-экологических исследований с использованием прибора «Heart Wizard» // Вестник Удмурского Государственного университета 2012. №6–1. С. 30–37;

10. Берсенов Е. Ю., Исаева О. Н., Черникова А.Г., Усс О.И. Внедрение космических технологий оценки вариабельности сердечного ритма в практику здравоохранения и прикладную физиологию // VI Всероссийский симпозиум с международным участием «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов», 11-12 октября 2016 г. Ижевск. С. 71–75.

A.G. Chernikova¹, O.N. Isaeva², V.B. Rusanov³

**INDIVIDUAL PRENOSOLOGICAL CONTROL AS AN ACTUAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL DIRECTION IN PREVENTIVE
MEDICINE**

FSBI SSC RF IMBP RAS

Russia, Moscow

anna.imbp@mail.ru¹, olga.isaeva33@yandex.ru², rusvb@imbp.com³

Abstract: This report presents systems for mass screening and individual prenosological control: hardware and software complex "Ecosan-TM", systems "Delta-2013", "Traffic light of health" and the program "Traffic Light of health", and the history of their development. Disease prevention is recognized as a priority in the development of Russian healthcare.

Keywords: prenosological diagnostics, space medicine, heart rate variability, prevention, telemedicine.

**СЕКЦИЯ №4. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ,
ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА**

УДК 628.477

А.С. Акимова¹, Л.С. Филиппова²

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹anastas.akimova2002@gmail.com, ²fil.gasdertyu5@gmail.com

Аннотация. Гальванические шламы образуются и накапливаются в больших количествах, представляя угрозу для окружающей среды из-за содержащихся в них в больших концентрациях соединений тяжелых металлов. В данной работе представлен обзор основных методов извлечения тяжелых металлов из гальванических шламов методами выщелачивания и термообработки, а также утилизации гальванических шламов в качестве наполнителей, пигментов и специальных добавок в производстве бетонов, асфальтобетонов, строительных растворов, полимерных материалов, керамики и стекла. Выявлены преимущества и недостатки рассмотренных методов.

Ключевые слова: Гальванический шлам, тяжелые металлы, утилизация, выщелачивание

Введение

Гальванические шламы или гальваношламы относятся к отходам машиностроительных, электротехнических и химических предприятий, на которых есть линии гальванопластики по формированию изделий или гальваностегии по нанесению защитных и декоративных покрытий в результате осаждения из раствора под действием электрического тока. К основным источникам образования гальванических шламов относятся процессы реагентного осаждения в виде нерастворимых в воде соединений (гидроксидов или карбонатов) при очистке сточных вод, шламления анодов при их неравномерном растворении или механической чистке, а также осаждения нерастворимых соединений при чистке гальванических ванн.

Во всех случаях образующиеся шламы содержат в больших количествах соединения тяжелых металлов, которые относятся к веществам 2-3 классов опасности. С учетом крупнотоннажности производств, являющихся источниками гальванических шламов, а также развития и расширения производств, проблема образования и переработки гальванических шламов с каждым годом становится всё более актуальной.

Для того, чтобы избежать тяжелых экологических последствий для живых организмов и окружающей среды в целом необходимо, с одной стороны, максимально изолировать гальванические шламы от окружающей среды и снизить время от их образования до утилизации. С другой стороны, необходимо обеспечить экологически безопасную утилизацию гальванических шламов с получением как можно более безопасных продуктов переработки, представляющих ценность для промышленности в качестве вторичных ресурсов, полупродуктов или готовой продукции.

Целями данной работы являются обобщение и оценка информации по существующим на сегодняшний день основным направлениям утилизации гальванических шламов.

Извлечение тяжелых металлов из гальванических шламов

Одним из направлений переработки гальванических шламов является извлечение из них тяжелых металлов для последующего использования в качестве вторичных ресурсов. В большинстве случаев для этой цели проводится выщелачивание тяжелых металлов из предварительно высушенных гальванических шламов. Выщелачивание проводят при помощи обработки растворами серной, азотной или соляной кислот, а также растворами аммиака или гидрокарбоната аммония. Образующийся раствор выщелачивания вначале очищают от взвешенных частиц при помощи отстаивания и фильтрации с возможным использованием коагуляции и флокуляции, а также от нефтепродуктов и органических веществ, если они присутствуют. После этого из раствора извлекают тяжелые металлы с использованием ионного обмена, электродиализа, жидкостной экстракции, электрофлотации, электролитического восстановления, дробной кристаллизации и др. Эффективность выщелачивания может быть повышена за счет механоактивации гальванического шлама путем его измельчения и нагреве на стадии выщелачивания [1], а также предварительной обработкой суспензии гальванического шлама

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

растворами комплексонов, таких как пирокатехин и динатриевая соль диэтилентетрауксусной кислоты [2]. За счет изменения pH среды при выщелачивании возможно селективное извлечение тяжелых металлов для последующей раздельной утилизации [3].

Для извлечения тяжелых металлов из гальванических шламов возможно применение термической переработки, включающей сушку и обезвоживание, восстановительную термообработку шламов для получения порошковых концентратов с последующей переплавкой или восстановительную плавку шламов с селективным извлечением при помощи ректификации.

Преимуществом методов извлечения является возможность раздельного получения ценных редкоземельных и цветных металлов в чистом виде. Однако эти методы связаны с такими недостатками, как многостадийность, длительность и энергоемкость технологий, образование в процессе извлечения отходов, нуждающихся в обезвреживании и утилизации.

Пути утилизации гальванических шламов

Другим направлением переработки гальванических шламов является их непосредственное использование в качестве вторичного сырья при производстве различных материалов и изделий, преимущественно строительного назначения. При этом наиболее экологически безопасными являются технологии, позволяющие иммобилизовать тяжелые металлы за счет ферритизации. Силикатизации или отверждения с использованием вяжущих веществ [4]. Одним из путей утилизации гальванических шламов является их применение в качестве наполнителей и пластификаторов в бетонах, асфальтобетонах и строительных растворах [4, 5]. Как наполнитель и пигмент гальванический шлам может применяться в производстве красок, полимерных покрытий и линолеума [6, 7]. В составе полимерных материалов гальваношлам может выступать и в качестве антипирена [6].

Широко применяются гальванические шламы в качестве добавок при производстве керамических изделий. При высоком содержании металлов гальванические шламы сокращают время сушки и повышают прочность керамики. Возможно использование гальванических шламов в качестве выгорающих добавок, гидроксиды и карбонаты в составе которых разлагаются в процессе обжига [8]. При получении керамики с покрытиями из глазури или при

жидкофазном спекании керамики добавка гальванических шламов позволяет повысить прочность, термостойкость и химическую стойкость стекловидной фазы [9, 10].

Шламы с высоким содержанием магния, цинка или кобальта используются в производстве резины для повышения прочности, эластичности и сроков эксплуатации изделий. Шламы с высоким содержанием железа, никеля или хрома применяют в производстве стекла и глазурей в качестве пигментов. Шламы с высоким содержанием железа используются в производстве керамизита и высококачественных ферритов [4]. Шламы из гидроксидов железа и хрома можно применять в качестве компонентов полировальных паст производства по хромированию, а гидроксидные шламы могут применяться для получения оксидных катализаторов [11].

Преимуществами данных методов являются простота и низкая энергоемкость. К недостаткам этих методов относятся необходимость обеспечения экологической безопасности продукции, исследование влияния и точность дозировки гальванических шламов для обеспечения высокого качества продукции.

Заключение

Переработка гальванических шламов позволяет, с одной стороны, снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и защитить ее от загрязнения высокотоксичными соединениями тяжелых металлов. С другой стороны, переработка гальванических шламов во вторичные ресурсы, полупродукты и применять их при производстве различных материалов и изделий способствует рациональному природопользованию и экономии первичных ресурсов. Трудности переработки гальванических шламов заключаются в необходимости обеспечения экологической безопасности, сложности и нестабильности их состава, а также низкой стоимости и энергоемкости для экономической целесообразности. Для эффективной переработки гальванических шламов необходимо создавать новые, развивать и совершенствовать существующие методы утилизации, активно внедрять их в производство и в системы экономики замкнутого цикла.

Список цитируемой литературы

1. Рубанов, Ю.К. Переработка шламов и сточных вод гальванических производств с извлечением ионов тяжелых металлов /

Ю.К. Рубанов, Ю.Е. Токач, М.Н. Огнев // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 3. – С. 82-83.

2. Ярынкина, Е.А. Свойства комплексонов металлов, полученных при утилизации гальванических шламов комплексонами / Е.А. Ярынкина, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова, Е.С. Ваганова, И.А. Макарова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. – 2020. – Т. 12. – № 2. – С. 94-103.

3. Ольшанская, Л.Н. Использование шламов гальванических производств при изготовлении товаров народного потребления / Л.Н. Ольшанская, Е.Н. Лазарева, В.В. Егоров, А.А. Сорокин // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 203-206.

4. Насирова, Н.К. Утилизации шламов гальванического производства / Н.К. Насирова, К.Г. Мухамедов, Ш.А. Муталов, Ж.К. Мухамедов // Universum: технические науки. – 2021. – № 12-5. – С. 24-27.

5. Кузнецова, Е.Ю. Проблемы и решения переработки и утилизации сточных вод гальванических производств / Е.Ю. Кузнецова, А.К. Акулова, А.В. Мотовилов // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 3-4. – С. 109-112.

6. Моняк, Т.М. Анализ перспектив использования отходов гальванических производств / Т.М. Моняк, Л.В. Кульбицкая, В.И. Романовский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2020. – № 16. – С. 96-102.

7. Филиппова, Л.С. Защитное полимерное покрытие с повышенными прочностными и адгезионными характеристиками / Л.С. Филиппова, А.С. Акимова, Е.С. Пикалов // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 5. – С. 492-504.

8. Павлычева, Е.А. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные материалы / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №7. – С. 76-87.

9. Воробьева, А.А. Получение облицовочной керамики с эффектом остекловывания на основе малопластичной глины и техногенного отхода Владимирской области / А.А. Воробьева, В.Н. Шахова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов, Э.П. Сысоев, В.Ю. Чухланов // Стекло и керамика. – 2018. – №2. – С. 13-17.

10. Виткалова, И.А. Использование отходов, содержащих тяжелые металлы, для получения кислотоупорной керамики с

эффектом самоглазурования / И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов // Экология промышленного производства. – 2018. – № 2. – С. 2-6.

A.S. Akimova¹, L.S. Filippova²

**WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF ACCUMULATION OF
GALVANIC SLUDGE**

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov
Russia, Vladimir

¹anastas.akimova2002@gmail.com, ²fil.gasdertyu5@gmail.com

Annotation: Galvanic sludges are formed and accumulate in large quantities, posing a threat to the environment due to the heavy metal compounds contained in them in high concentrations. This paper presents an overview of the main methods of extraction of heavy metals from galvanic sludge by leaching and heat treatment, as well as utilization of electroplating sludge as fillers, pigments and special additives in the production of concrete, asphalt concrete, mortars, polymer materials, ceramics and glass. The advantages and disadvantages of the considered methods are revealed.

Keywords: Galvanic sludge, heavy metals, recycling, leaching

УДК 628.477

A.S. Akimova¹, L.S. Filippova²

**СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД
МИКРОПЛАСТИКОМ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир

¹anastas.akimova2002@gmail.com, ²fil.gasdertyu5@gmail.com

Аннотация: Загрязнение окружающей среды микропластиком является одной из глобальных экологических проблем современного общества, которой до сих пор уделяется недостаточно внимания. Эта проблема остается малоизученной, в то время как масштабы загрязнения с каждым годом только увеличиваются, а ущерб для

окружающей среды и человека является уже доказанным фактом. В данной работе рассмотрена ситуация с загрязнением природных вод микропластиком, перечислены методы по очистке воды от микропластика и меры по предотвращению такого загрязнения.

Ключевые слова: Природные воды, полимерные отходы, микропластик, нанопластик, магнитная сепарация, окисление, утилизация

Введение

До недавнего времени загрязнению окружающей среды микропластиком практически не уделялось внимания, однако эта проблема на сегодняшний день является одной из наиболее актуальных и с каждым годом становится только более острой из-за всё большего потребления изделий из пластмасс и полимерных материалов. На сегодняшний день микропластик был обнаружен в воздухе, пресных и морских водах, донных отложениях, почве и тканях живых организмов.

Под микропластиком принято понимать частиц пластика в виде микрочастиц, микроволокон и микропленок, максимальный размер которых варьируется от 1 мкм до 5 мм. Микропластик с максимальным размером частиц от 1 нм до 1 мкм выделяют в нанопластик. Различают первичный и вторичный микропластик. Первичный микропластик возникает при износе автомобильных шин, краски и дорожных покрытий, содержащих полимерные компоненты (эти три источника образуют около 36-60 % микропластика), при стирке синтетических тканей микропластик выделяется в виде микроволокон (этот источник дает около 25-35 % микропластика). К первичному микропластику также относят полимерные микрогранулы, входящие в состав зубной пасты, гелей для душа и промышленных чистящих средств. Вторичный микропластик образуется в результате распада пластиковых отходов на всё более мелкие кусочки под воздействием факторов окружающей среды. Наиболее распространен микропластик на основе пяти полимеров, которые наиболее широко используются в разных областях: полиэтилентерефталат, полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен и полистирол [1].

Благодаря малому размеру частиц и низкой плотности полимеров, частицы микропластика легко распространяются, особенно в водной среде, на большие расстояния. На поверхности

частиц микропластика нередко обитают различные микроорганизмы, в т.ч. патогенные вирусы и бактерии. В состав многих пластиков входят токсичные примеси. Из-за этого при попадании микропластика с едой, водой и воздухом в пищевые цепочки микропластик вызывает у живых существ различные патологии и повреждения органов [1-3].

Целями данной работы являются обобщение и оценка информации по загрязнению природных вод микропластиком, способах предотвращения этого загрязнения и его последствий.

Загрязнение природных вод микропластиком

Загрязнение микропластиком было впервые выявлено в морских экосистемах в начале 1970-х годов, а на сегодняшний день в океан ежегодно попадает от 9 до 13 млн т пластиковых отходов, из которых до 30 % составляет микропластик. Как было установлено, до 80 % пластика и микропластика попадает в морские воды с суши и выносятся реками. В последние годы проводятся исследования по определению микропластика в пресных водах, в т.ч. подземных [3]. До сих пор отсутствует эффективная и точная методика определения концентрации микропластика, поэтому реальные масштабы загрязнения могут оказаться еще выше.

В большинстве случаев микропластик выносятся крупными реками, которые протекают через густонаселенные территории. В поверхностные воды микропластик попадает со сточными водами, оседает из воздуха или образуется в результате постепенного распада пластиковых отходов в воде.

Размер частиц микропластика в воде в большинстве случаев составляет от 5 до 20 мкм. Из-за низкой удельной плотности эти частицы по несколько лет способны находиться на поверхности воды или во взвешенном состоянии. При этом на поверхности частиц микропластика не только способны обитать патогенные микроорганизмы, но на них сорбируются органические загрязнения и тяжелые металлы [1, 3]. При этом в процессе старения микропластика его сорбирующая способность усиливается. Попадая в живые организмы, сорбированные вещества и бактерии выделяются и вызывают отравления и заболевания, а сам пластик оказывает абразивное воздействие и может попадать в кровеносную систему, вызывая тромбообразование. При этом самые мелкие частицы микропластика, в первую очередь нанопластик, не выводятся из организма, не разлагаются и накапливаются в нем. До конца влияние

микропластика на живые организмы до сих пор не изучено, и в этой области проводятся исследования.

Методы очистки воды от микропластика

На сегодняшний день существует несколько методов для очистки воды от микропластика, однако ни одна из них не позволяет эффективно удалять наиболее мелкие частицы, которые в большинстве случаев проходят через очистные сооружения и не могут быть собраны при очистке водных объектов.

К традиционным методам очистки воды от микропластика относятся коагуляция с использованием сульфатов алюминия или железа, флотация и мембранные технологии [1]. К специализированным методам для удаления микропластика относится магнитная экстракция, которая заключается в использовании наноразмерных магнитных частиц железа или оксида железа, в т.ч. с гидрофобизированной поверхностью. Эти наночастицы адсорбируются на поверхности частиц микропластика и позволяют собрать их с помощью магнитного поля [1, 2]. Другим специализированным методом является применение так называемых фотокаталитических микромоторов, которые представляют собой частицы оксида титана, покрытые слоем никеля и слоем золота. Эти микромоторы позволяют собирать микропластик за счет электрофоретического эффекта и за счет движения выстраиваемых в магнитном поле частиц цепи (эффект «сгребания») [1].

К методам биологической очистки воды от микропластика относится применение биофлокулянтов, например, крахмала, полиальгинатов, лигносульфоновых и гуминовых кислот, хитозана и др. В качестве биофлокулянтов могут выступать биомасса клеток микроорганизмов и продукты их метаболизма. Еще одним методом биологической очистки является применение иммобилизованных культур микроводорослей и цианобактерий, например, на дисковых фильтрах [4].

Известна группа методов, позволяющих разрушать микропластик с образованием углекислого газа и воды. Возможно разрушение с использованием окислителя, в качестве которого предложен полимоносulfат с асимметричной структурой HO-SO_4 , производящего свободные радикалы. Активация окислителя проводится углеродными нанотрубками с примесями азота и инкапсулированными наночастицами карбида марганца [1]. Возможно

разложение микропластика при нагревании воды и добавлении указанных нанотрубок, с помощью алмазных и титановых углеродов, в т.ч. легированных бором, для генерации радикалов OH^\cdot или при пропускании воды через фильтр покрытый полупроводниками (оксиды цинка и титана), расщепляющий молекулы воды на водород и кислород, которые затем вызывают фотокаталитическое окисление при ультрафиолетовом излучении [2].

Предотвращение загрязнения воды микропластиком

Более рациональным способом снижения загрязнения микропластиком природных вод и окружающей среды в целом является предотвращение загрязнения. Для этой цели в первую очередь необходимо снижение потребления пластика и материалов на полимерной основе, в т.ч. путем их замены на изделия из других материалов. Например, возможны замены синтетических тканей на натуральные, пластиковой посуды и тары на картонные или стеклянные, а пластиковой упаковки на бумажную упаковку и древесную стружку. На полимерных производствах необходимо обеспечивать многоступенчатую очистку газовых выбросов и сточных вод, чтобы минимизировать попадание микропластика в воздух и воду.

Применение биоразлагаемого пластика по мнению авторов данной статьи не является решением проблемы образования микропластика, т.к. по сути разлагается лишь специальная добавка в составе пластика, что вызывает распад пластиковых изделий на микрочастицы, которые и являются микропластиком.

Другим важным направлением в рамках решения этой проблемы является утилизация полимерных отходов, в первую очередь полимерных отходов потребления. Утилизация полимерных отходов возможно путем их переработки в гранулят с последующим производством изделий или химическим разложением на более простые соединения. Возможна утилизация полимерных отходов в качестве выгорающих добавок в производстве керамики [5, 6] или в качестве модификатора для получения асфальтобетонных смесей [7, 8]. Перспективным направлением является применение полимерных отходов на основе термопластов в качестве связующих для производства композиционных материалов строительного назначения с различными наполнителями [9, 10], в т.ч. из других отходов [6, 11, 12].

Заключение

Проблема загрязнения природных вод микропластиком является составляющей проблемы загрязнения микропластиком всей окружающей среды и накопления данного загрязнителя в живых организмах. Эта проблема, с одной стороны, становится всё более актуальной, а с другой – остается одной из наименее изученных. Связанной проблемой является практическое отсутствие эффективных и широко внедренных технологий по очистке воды от микропластика.

Для решения этих проблем требуются дальнейшие исследования масштабов загрязнения и поведения микропластика в окружающей среде, а также разработка и совершенствование методов по очистке воды от него. Одновременно следует проводить мероприятия по снижению объемов применения полимерной продукции, распространению и развитию систем селективного сбора и утилизации полимерных отходов.

Список цитируемой литературы

1. Ластовина, Т.А. Загрязнение микропластиком природных водоемов: концентрации, риски и методы исследований / Т.А. Ластовина, С.С. Галушка, Е.Р. Бескопыльный, А.В. Клещенко, Т.Б. Филатова, П.С. Пляка, А.П. Будник // Труды Южного научного центра Российской академии наук. – 2020. – Т. 8. – С. 237-255.
2. Орловский, А.В. Токсичность микропластика и методы очистки воды от него / А.В. Орловский, А.Е. Звидран, А.А. Багров // В сборнике: Высокие технологии и инновации в науке. сборник избранных статей Международной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 5-9.
3. Казак, Е.С. Микро- и нанопластик в природных водах России и проблемы его определения / Е.С. Казак, Е.А. Филимонова, А.Е. Преображенская // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2022. – № 6. – С. 110-123.
4. Саванина, Я.В. Загрязнение водной среды микропластиком: воздействие на биологические объекты, очистка / Я.В. Саванина, Е.Л. Барский, И.А. Фомина, Е.С. Лобакова // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2019. – №2. – С. 54-58.
5. Виткалова, И.А. Применение полимерных и стекольных отходов для получения самоглазурующей облицовочной керамики /

И.А. Виткалова, А.С. Торлова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов // Экология и промышленность России. – 2019. – №11. – С. 38-42.

6. Павлычева, Е.А. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные материалы / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №7. – С. 76-87.

7. Лысянников, А.В. Переработанный пластик в дорожном строительстве / А.В. Лысянников, Е.А. Третьякова, Н.Н. Лысянникова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 7. – С. 105-115.

8. Бессонов, Д.В. Эффективный модификатор асфальтобетонов на основе пластиковых отходов / Д.В. Бессонов, М.Д. Бессонов // Умные композиты в строительстве. – 2021. – № 4. – С. 74-83.

9. Белкина, И. Исследование композитных материалов, полученных с применением вторичных полимеров / И. Белкина // Наука и инновационные технологии. – 2020. – № 1. – С. 264-277.

10. Павлычева, Е.А. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №4. – С. 55-61.

11. Колосова, А.С. Теплоизоляционный композиционный материал на основе древесных и полимерных отходов / А.С. Колосова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов // Экология и промышленность России. – 2020. – № 2. – С. 28-33.

12. Ибрагимов, А.М. Использование вторичных полимеров в производстве композиционных плитных материалов строительного назначения / А.М. Ибрагимов, Т.Н. Вахнина, И.В. Сусоева // Строительные материалы. – 2018. – № 1-2. – С. 95-100.

A.S. Akimova¹, L.S. Filippova²

**REDUCING POLLUTION OF NATURAL WATERS WITH
MICROPLASTICS**

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov
Russia, Vladimir

¹anastas.akimova2002@gmail.com, ²fil.gasdertyu5@gmail.com

Annotation: Environmental pollution by microplastics is one of the global environmental problems of modern society, which still receives insufficient attention. This problem remains poorly understood, while the

scale of pollution is only increasing every year, and damage to the environment and humans is already a proven fact. In this paper, the situation with the pollution of natural waters with microplastics is considered, methods for water purification from microplastics and measures to prevent such pollution are listed.

Keywords: Natural waters, polymer waste, microplastics, nanoplastics, magnetic separation, oxidation, recycling

УДК 504.4.054; 504.064.2.001.18

М.Е. Астраханов^{1,2}, Н.М. Щеголькова^{1,3}

ЗАВИСИМОСТЬ ПОТОКОВ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ ОТ СТРУКТУРЫ БАССЕЙНОВ КАНАЛИЗОВАНИЯ: ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ

¹ Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

² Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»

³ Институт водных проблем РАН

Россия, г. Москва

79197743019@yandex.ru, nshegolkova@mail.ru

Аннотация. Не существует единой методологии расчета технологических решений, направленных на использование потоков биогенных элементов от коммунально-бытового сектора городов/поселений. Для разработки единой методологии изучения ПБЭ внутри водосборного бассейна (как основной единицы геоэкологических исследований водного баланса) необходимо выделить внутри ВБ бассейны канализования (как единицы для расчета балансов биогенных элементов). В статье приводятся принципы построения классификации бассейнов канализования.

Ключевые слова: водосборный бассейн, бассейн канализования, биогеохимические потоки, сточные воды, очистка стоков.

Введение

Потоки биогенных элементов (ПБЭ), формируемые возросшим населением Земли (коммунальные сточные воды, бытовые отходы), становятся материальным и энергетическим ресурсом для формирования технологических решений в энергетике, в сельском хозяйстве, в ландшафтном строительстве современных городов. При этом преобладающая часть научных разработок/статей о ПБЭ связано с изучением их отрицательного влияния на ландшафты и на водные системы.

Единой методологии расчета технологических решений, направленных на использование этих потоков, не существует по причине того, что такая методология находится на стыке наук, имеющих чрезвычайно разные предметы исследований (от речного/водосборного бассейна до молекулярно-биологических процессов). Методы исследований биогеохимических потоков также отличаются: от применения геоинформационных систем (ГИС) до газового хроматографического анализа и секвенирования ДНК/РНК.

Для разработки единой методологии изучения ПБЭ внутри водосборного бассейна (как основной единицы геоэкологических исследований водного баланса) необходимо выделить внутри ВБ бассейны канализования (как единицы для расчета балансов биогенных элементов). При этом, граница и тип бассейна канализования (БК) напрямую связаны с типом очистного сооружения и технологическими решениями по сбору коммунальных отходов и стоков внутри этого бассейна.

В настоящее время классификация бассейнов канализования (систем водоотведения) остается на уровне разработок середины прошлого века (общесплавная, полная раздельная и полураздельная сеть водоотведения) и эта классификация не зависит от трех главных факторов формирования ПБЭ: технологии очистки стоков, технологии сбора стоков/отходов, технологии утилизации/использования полученных очищенных сточных вод и осадков.

Перераспределение ПБЭ внутри каждого БК могут быть количественно оценены исходя из известных закономерностей и процессов для конкретной технологии очистки и/или утилизации стоков и осадков. Подобные инженерно-экологические подходы существуют. Существуют и научно-экологические подходы к изучению процессов трансформации соединений биогенных элементов в разных очистных сооружениях и в разных ландшафтах.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Однако отсутствует единое описание ПБЭ внутри БК, от которых зависит количественная оценка потоков и их “дихотомия” внутри БК. Изучение биогеохимических потоков веществ является основой всех экологических обоснований. Новшеством в природоохранном законодательстве РФ стало комплексное экологическое разрешение (КЭР), содержащее сведения об использовании предприятием воды, энергии, обоснование нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, которое предполагает комплексное решение экологических проблем [1].

Водосборный бассейн реки Москвы относится к территориям с постоянным и быстрым увеличением населения. Это приводит к возрастающей биогенной нагрузке на бассейн Москвы-реки. Существующие сооружения очистки сточных вод (СОСВ) отчасти решают задачу перераспределения потоков биогенных элементов (БЭ), применяя в своей технологической схеме современные решения биологической очистки стоков. При увеличении числа абонентов и соответственно объемов стоков, для поддержания экологического состояния бассейна решающее значение играет общая сумма поступающих биогенных элементов, которая лимитирована способностью водного объекта к самоочищению. Кроме крупнейших СОСВ России и Европы – Курьяновских и Люберецких, в бассейне Москва-реки формируют сточные воды другие очистные сооружения (средние и малые), а также населенные пункты без централизованной канализации.

Этот довольно изученный водосборный бассейн является базисом нашего исследования для создания первичной классификации бассейнов канализования. В данной работе приводятся принципы, на которых базируется предлагаемая нами классификация бассейнов канализования, которая позволит разработать методологию расчётов потоков БЭ в водосборных бассейнах.

Подходы к классификации бассейнов канализования

Для наиболее эффективного регулирования биогеохимических потоков от очистных сооружений предложено выделение следующих классов/подклассов бассейнов канализования региона Московской области.

1. По сбору сточных вод:

1.1. отсутствие централизованных очистных сооружений: селитебные зоны неканализованных частных домовладений, где

установлены септики либо выгребные ямы. Данная категория характерна для небольших поселений области с населением до 2 тыс. человек. Характеризуется диффузным (опосредованным и равномерным) поступлением биогенов в водный объект согласно [2], а также потерей части биогенов на пути их миграции в водоем в других средах, например, в почве. Расчет потоков биогенных элементов может быть выполнен исходя из коэффициентов производительности биогенов в зависимости от количества населения и согласно рекомендациям [3, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

1.2. Канализованный сбор стоков на централизованные СОСВ.

Здесь важным фактором перераспределения БЭ является тип очистного сооружения. Ранее авторами [5] были проведены оценочные расчеты перераспределения БЭ сооружениями с активным илом, фито-очистными сооружениями (ФОС) или фотобиореакторами (выбраны три наиболее отличающихся по биологическим процессам технологии). Было показано, что три технологии принципиально по-разному перераспределяют углерод, азот и фосфор в выходящих потоках (газовые выбросы, сточная вода, осадок). Если в сооружениях с активным илом большая часть углерода улетучивается в атмосферу в результате процессов биохимического окисления, то в ФОС большая часть остается в почво-подобном осадке.

Поэтому тип очистного сооружения является следующей категорией внутри группы БК с централизованным сбором стоков.

2. По обработке осадка сточных вод на СОСВ.

2.1. Без обеззараживания.

2.2. С биологическим обеззараживанием (например, термофильное метановое сбраживание для получения биогаза).

2.3. С химическим обеззараживанием (применение извести или других реагентов).

Обработка осадка на СОСВ является классификационной категорией для бассейна канализования, так как характеризует потенциал утилизации осадка сточных вод, это важно для выбора технологического решения.

3. По утилизации очищенной сточной воды

3.1. Использование сточной воды на орошение с/х угодий.

3.2. Использование сточной воды на орошение лесопосадок.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

3.3. Использование сточной воды для рыборазведения (в прудах доочистки в границах очистного сооружения).

Для этой категории важно учесть вовлечение сточной воды в биогеохимический цикл, где может быть отслежен и рассчитан баланс БЭ в экосистемах [6, 7]. При этом, возможно и внедрение энергосбережения за счет того, что требования к очищенной воде могут быть установлены с учетом ее непитьевого или рекреационного пользования.

4. По утилизации осадка сточных вод.

4.1. Использование осадка сточных вод для сельскохозяйственного использования.

4.2. Использование осадка сточных вод для лесоразведения или ландшафтного строительства.

4.3. Сжигание осадка с его последующей утилизацией.

5. По потенциальной возможности бассейна канализования преобразовать потоки БЭ внутри самого БК.

5.1. С утилизацией потоков БЭ внутри БК.

5.2. С утилизацией потоков БЭ вне БК.

Основным фактором, определяющим возможность и направление БК модифицировать потоки БЭ, выступает назначение земель внутри и рядом с бассейном канализования. В этом случае, экономические и энергетические затраты на перераспределение ПБЭ могут быть обоснованы, а сами количественные характеристики по отдельным биогенным элементам посчитаны в рамках одной экосистемы.

Заключение

Представлены подходы к классификации бассейнов канализования в геосистеме единого водосборного бассейна. Принципы данной классификации основаны на понимании важности вторичных ресурсов – сточной воды и осадка сточных вод. Под рациональным использованием этих ресурсов понимается вовлечение биогенных элементов в круговорот экосистем бассейнов канализования. Выделение бассейнов канализования с присвоением им статуса на основе новой классификации позволяет упростить учет

потоков биогенных элементов и оптимизировать принятие технологических решений.

Постановка проблемы и разработка методологических подходов выполнены в рамках государственного задания ИВП РАН тема № FMWZ-2022-0002 «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий», разработка классификации бассейнов канализации выполнена в рамках темы государственного задания МГУ № 122011800459-3 «Почвенные биомаркеры: идентификация, устойчивость, активность, возможность использования для мониторинга».

Список цитируемой литературы

1. Астраханов М.Е., Бурвикова Ю.Н., Новиков В.А. Технологическое нормирование сбросов сточных вод на основе показателей НДТ // Компетентность. – 2023. – № 4, С. 34–39.
2. HELCOM Guidelines for the annual and periodical compilation and reporting of waterborne pollution inputs to the Baltic Sea (PLC-Water) – HELCOM Publ., Helsinki, Finland, 2015. – 143 p.
3. Брюханов А.Ю., Кондратьев С.А., Обломко Н.С., Оглуздин А.С., Субботин И.А. Методика определения биогенной нагрузки сельскохозяйственного производства на водные объекты // АгроЭкоИнженерия. – 2016. – № 89. – С. 175–182.
4. Кондратьев С.А. Формирование внешней нагрузки на водоёмы: проблемы моделирования. — СПб.: Наука, 2007. — 253 с.
5. Карташова Е.П., Щеголькова Н.М. Методология расчёта биогеохимических потоков веществ очистных сооружений / в сборнике «Почвоведение. Горизонты будущего. 2022» Сборник тезисов докладов шестой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева, посвященной 95-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева, место издания Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Москва, тезисы, 2022. С. 76-78.
6. Чичекина Е.М., Щеголькова Н.М. Создание искусственных ландшафтов на основе перераспределения биогеохимических потоков от очистных сооружений на примере модели городского округа Электросталь / в сборнике «Почвоведение. Горизонты будущего. 2022» Сборник тезисов докладов шестой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева, посвященной 95-

летию Почвенного института им. В.В. Докучаева, место издания Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Москва, тезисы, 2022. С. 72-74.

7. Щеголькова, Н. М., Веницианов, Е. В., Рыбка, К. Ю., и др. / Многолетняя динамика процессов самоочищения как интегральный показатель для выбора управляющих воздействий (на примере реки Москвы). // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2016. - № 4. – С. 103–117.

M.E. Astrakhanov^{1,2}, N.M. Shchegolkova^{1,3}

THE DEPENDENCE OF THE FLOWS OF BIOGENIC ELEMENTS IN THE CATCHMENT BASIN OF THE RIVER ON THE STRUCTURE OF THE SEWERAGE BASIN

¹ Lomonosov Moscow State University

² Federal State Autonomous Body Research Institute “Environmental
Industrial Policy Centre”

³ Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences
Russia, Moscow

79197743019@yandex.ru, nshegolkova@mail.ru

Abstract. Today there is no unified methodology for calculating technological solutions aimed at using flows of biogenic elements from the municipal and domestic sector of cities. In order to develop a unified methodology for studying flows of biogenics within the catchment water basin (as the main unit of geoecological studies of the water balance), it is necessary to allocate sewerage basins within the catchment water basins (as units for calculating the balances of biogenic elements). The article presents the principles of developing such classification.

Key words: basin approach, catchment water basin, sewerage basin, biogeochemical flows, wastewater, WWTPs.

УДК 504.4.062.2

М.Е. Буковский¹, М.А. Чернова², К.А. Кузьмин³

**ОЦЕНКА РАСХОДА ВОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ
МУЧКАПСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА
ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ГОД 50% ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

Россия, г. Тамбов

¹mikezzz@mail.ru, ²chernovamarusya@mail.ru, ³ka_kuzmin@mail.ru

Аннотация: постоянно развивающиеся сферы промышленности и сельского хозяйства России ставят перед специалистами экологами, географами и гидрологами задачи по определению допустимых объёмов водозабора или водосброса в малые и средние водотоки. Тамбовская область в системе экономического уклада Российской Федерации является регионом с преимуществом в аграрном секторе. Однако, по справочным данным, регион относится к зонам с недостаточным увлажнением почв, что создаёт риски и дополнительные проблемы сельхозтоваропроизводителям. В текущей работе рассматривается распределение рассчитанных расходов воды 50 % обеспеченности на границах сельских советов Мучкапского муниципального образования Тамбовской области в течение вегетационного периода (с мая по сентябрь). Результат работы представлен территориальной картосхемой.

Ключевые слова: расход воды, обеспеченность водными ресурсами, река, Ворона, вегетационный период, Тамбовская область.

Оценка водообеспеченности является крайне актуальной проблемой. Неравномерное распределение водных ресурсов и несоответствующее этому распределению количество человек, заселяющих территорию страны, на сегодняшний день весьма остро ставит задачу по оценке обеспеченности водными ресурсами территорий. Последняя масштабная оценка ресурсов поверхностного стока в Тамбовской области проводилась в 70-х годах прошлого века в Тамбовской области [1].

В региональном масштабе ресурсами речного стока в свете наметившегося устойчивого роста сельскохозяйственного производства сегодня стоит очень остро. Требуются актуальные данные, отражающие реальную ситуацию. Усугубляет остроту

ситуации произошедшее за последние десятилетия перераспределение годового стока по сезонам года — в настоящее время сток половодья рек донского бассейна территории Тамбовской области сократился на треть за счёт увеличения стоков летней и зимней межени [2, 3].

Говоря об обеспечении сельских территорий ресурсами речного стока, прежде всего, следует иметь в виду расчёт объёма возможного забора воды из водотоков для технических нужд предприятий и подсобных хозяйств, для орошения полей, расположенных в непосредственной близости к сельскому поселению, которое в данном случае играет роль географического ориентира. Также наличие поверхностного стока является наиболее важным параметром при проектировании водосбросов в поверхностные водоёмы [4].

Для подготовки к работе первоначально выверялись и учитывались водотоки третьего порядка и выше по классификации Р. Хортона [4], параметр анализа – расход воды в створе на пересечении границы сельского совета с реками третьего порядка и выше по классификации Р. Хортона, вытекающими за пределы его территории, с наложенными на них в среде MapInfo Professional, изолиниями модуля стока. Расчёт расхода воды был рассчитан как произведение значений модуля стока в конкретном бассейне, ограниченном расчётным створом, на площадь этого бассейна [4]. Более подробно методика расчёта оценки водообеспеченности представлена в тексте автореферата М.А. Черновой [5].

Чтобы дать независимую оценку водообеспеченности территории, следует представить характеристику исследуемой территории. Так Мучкапское муниципальное образование расположено на юго-востоке Тамбовской области. Граничит с Воронежской областью на юге и Саратовской областью на востоке. Территория Мучкапского муниципального образования включает в себя 8 муниципальных образований. Площадь муниципального образования составляет 1160 км² [6].

Гидрологическими артериями служат средние (р. Ворона) и малые (р. Мокрый Карай, р. Большая Алабушка). Мучкапский район находится в зоне недостаточного увлажнения. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова составляет от 0,8 до 0,9.

На территории Мучкапского муниципального округа выращиваются такие культуры как подсолнечник, сахарная свёкла, пшеница, порционно – горох, гречиха и просо. Постепенно развивается животноводство.

Главная отрасль производства района – аграрная. На данный момент насчитывается шесть крупных действующих предприятий – ОАО «Мучкапский мясокомбинат», ОАО «Мучкапхлебопродукт», ООО «Парус», ПО «Мучкапхлеб», ООО «Анна», ООО «Русь».

Таким образом, можно заключить, что вегетационный период для аграрных, южных территорий является экономически важным временным промежутком.

Результаты исследования по оценке обеспеченности водными ресурсами каждого месяца вегетационного периода в год 50 % обеспеченности для территории Мучкапского муниципального округа отображены на рисунке 1.

Для Мучкапского муниципального округа Тамбовской области май считается максимально водным вегетационным месяцем. Максимальное значение расхода воды достигает 38,9 м³/с на территории Заполатовского сельского совета и чуть менее – 38,2 м³/с – на территории Шапкинського сельского совета. Значения расходов воды в мае колеблются от минимального 0,47 м³/с (Троицкий сельский совет) до ранее упоминаемого максимального значения 38,9 м³/с.

В летние месяцы и в сентябре территории Мучкапский муниципальный округ Тамбовской области в меньшей степени обеспечен водными ресурсами. В названный период значения расходов воды колеблются от минимального 0,14 м³/с до наиболее максимального 15,4 м³/с. В июне расходы воды варьируются от минимального значения 0,15 м³/с до максимального 15,4 м³/с; в июле – от 0,14 м³/с до 14,6 м³/с; в августе – от 0,14 м³/с до 14,6 м³/с; в сентябре – от 0,14 м³/с до 12,36 м³/с.

Большая часть Мучкапского муниципального округа Тамбовской области в достаточной мере обеспечена водными ресурсами. Наиболее обеспеченными территориями Мучкапского муниципального округа Тамбовской области являются Заполатовский и Шапкинський сельские советы, наименее – Троицкий сельский совет.

На основе проведённых расчётов можно сделать вывод о том, что на большей части территорий Мучкапского муниципального округа Тамбовской области водных ресурсов для целей, поставленных в рамках муниципального округа, в течение летних месяцев может вполне хватать даже вплоть до промышленного водозабора, а сам Мучкапский муниципальный округ Тамбовской области в достаточной мере обеспечен водными ресурсами.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

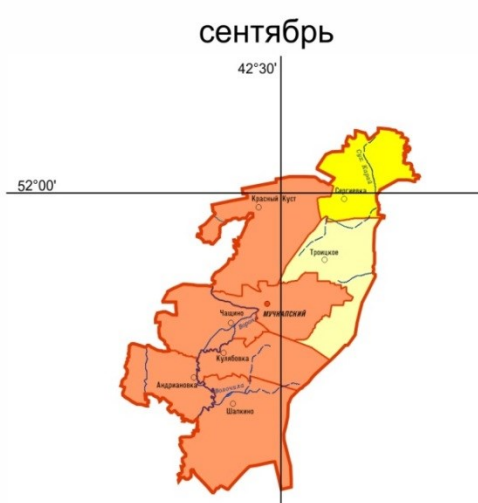
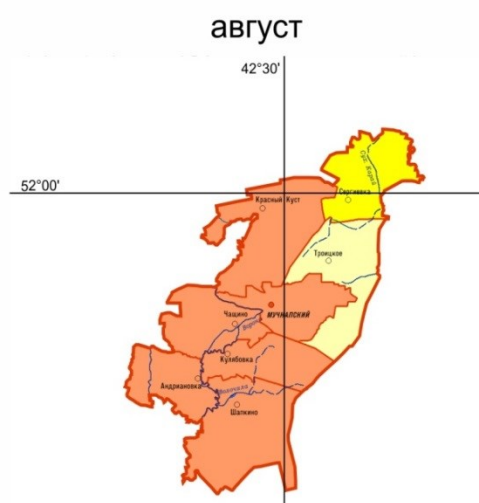
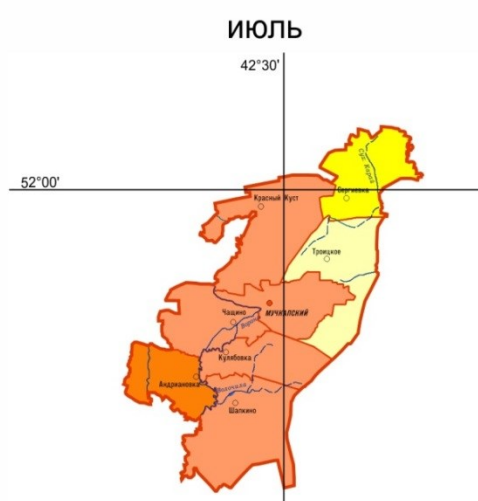
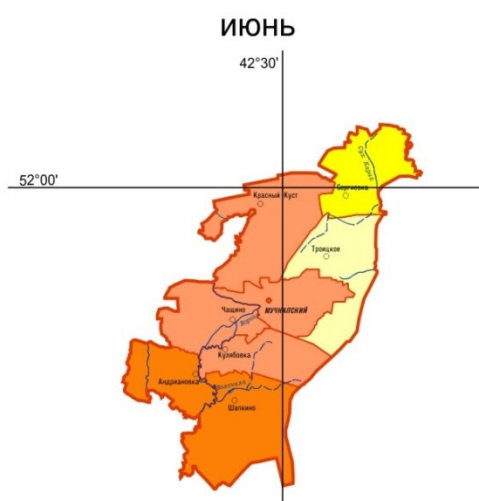
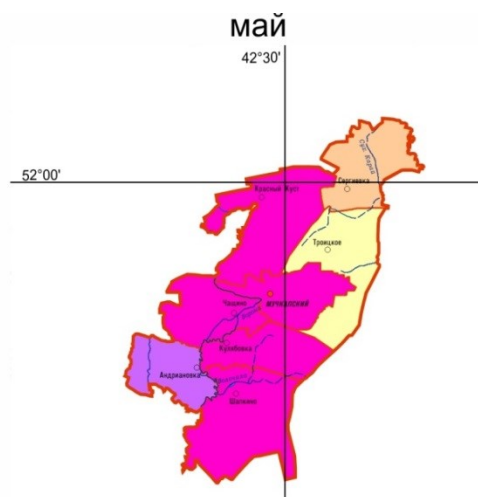
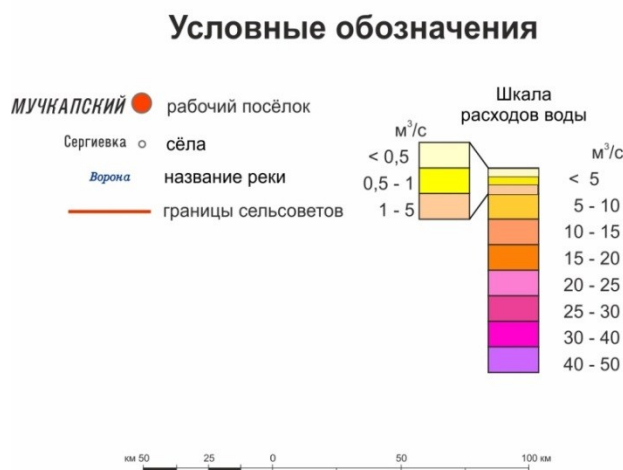


Рисунок 1. Территориальная схема обеспеченности ресурсами речного стока Мучкапского муниципального образования Тамбовской области в год 50 % обеспеченности в течение вегетационного периода

Список цитируемой литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Верхне-Волжский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 261 с.
2. Буковский, М. Е. Оценка изменения летнего стока рек Донского бассейна на территории Тамбовской области за последние полвека / М. Е. Буковский, М. А. Чернова // Экология речных бассейнов : труды IX Международной научно-практической конференции, Суздаль, 05-08 сентября 2018 года. – Суздаль : Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2018. – С. 33-39.
3. Чернова, М. А. Оценка изменения летнего стока рек Волжского бассейна на территории Тамбовской области за 65 лет / М. А. Чернова, М. Е. Буковский, В. В. Дудник // Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 22-24 апреля 2021 года / Уральский государственный педагогический университет ; под редакцией О.В. Янцер, Д.Н. Липухина, Ю.Р. Ивановой. – Электрон. дан. – Екатеринбург : [б. и.], 2021. – 1 CD-ROM. – Текст : электронный. – С. 111-118.
4. Хортон, Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов [Текст] : Гидрофиз. подход к количеств. морфологии / Роберт Е. Хортон ; Пер. с англ. Д. Л. Арманд и В. А. Троицкого ; Под ред. чл.-кор. АН СССР М. А. Великанова. - Москва : изд. и тип. Гос. изд-ва иностр. лит., 1948. – 159 с.
5. Чернова, М.А. Территориальные особенности обеспеченности ресурсами речного стока сельской местности Тамбовской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 1.6.21. / Чернова Мария Александровна ; Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина. – Тамбов, 2022. – 26 с.
6. Администрация Мучкапского района. – URL: <https://r46.tmbreg.ru/> (дата обращения: 17.08.2023).

M.E. Bukovskiy¹, M.A. Chernova², K.A. Kuzmin³

**ASSESSMENT OF WATER CONSUMPTION IN THE TERRITORY
MUCHKAPSKY MUNICIPAL DISTRICT
OF THE TAMBOV REGION IN THE YEAR OF 50%
AVAILABILITY**

DURING THE VEGETATION SEASON

Tambov State University named after G.R. Derzhavin

Abstract: the constantly developing spheres of industry and agriculture in Russia set tasks for ecologists, geographers and hydrologists to determine the permissible volumes of water intake or spillway into small and medium-sized watercourses. The Tambov region in the system of the economic structure of the Russian Federation is a region with an advantage in the agricultural sector. However, according to reference data, the region belongs to zones with insufficient soil moisture, which creates risks and additional problems for agricultural producers. In the current work, the distribution of calculated water consumption of 50% security on the borders of the village councils of the Muchkap municipality of the Tambov region during the vegetation season (from May to September) is considered. The result of the work is represented by a territorial cartography.

Keywords: water consumption, availability of water resources, river, Vorona, vegetation period, Tambov region.

УДК 66.09

А.Н. Васильев

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОАГУЛЯНТОВ

Владимирский государственный

Университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

vasilev11.03.84@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена методика оценки эффективности коагулянтов при реагентной обработке природных поверхностных вод. Поставлена серия экспериментов с использованием шести марок коагулянтов. На основании полученных данных произведён анализ результатов с выявлением наиболее эффективных коагулянтов и их оптимальных доз.

Ключевые слова: водоподготовка и водоочистка, коагулянты, реагентная обработка, оптимальная доза, очистка природных вод.

Введение

В современной практике водоподготовки и водоочистки используют химические реагенты, которые превращают коллоидно-дисперсные примеси в грубодисперсные, которые затем осаждаются в виде хлопьев [1]. В качестве основных реагентов используются коагулянты, такие как соли железа и алюминия. Коагуляцией называется укрупнение коллоидов в дисперсионной среде посредством их соединения в агломераты. Завершается процесс коагулирования отделением укрупненных частиц от жидкой фазы осаждением. Коагуляция для очистки воды обеспечивает эффективное выпадение примесей в осадок с эффектом осветления воды.

Целью работы является оценка эффективности различных марок коагулянтов при пробном, коагулирование воды в лабораторных условиях. Методика определения эффективности коагулянтов сводится к аналитическому контролю качества воды и визуальных наблюдений за процессом образования и осаждения хлопьев [2].

Материалы и методы исследования

В качестве исходной воды для проведения лабораторных исследований по определению эффективности коагулянтов использовались поверхностные воды – природная вода из реки Рпень, протекающей в пределах города Владимира. Место забора воды - под мостом на трассе М-7 в непосредственной близости от торгового комплекса «Тандем» и садовым комплексом «Тепличный». Время забора воды середина апреля - пик весеннего паводка в средней полосе Европейской части РФ, когда в поверхностных водах наблюдается нестабильное качество исходной воды. Качество исходной воды в данный период времени характеризуется существенным повышением мутности (до 35,01 ЕМФ), низкими температурами (средняя +5,2 °С), заниженными показателями общей жесткости (среднее 3,645 мг-экв/дм³).

При определении эффективности была проведена серия экспериментов со следующими коагулянтами: Аква-Аурат 10, Аква-Аурат 30», хлорное железо ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), сернокислый алюминий ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), сернокислое железо $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

В ходе экспериментов использовалось следующее оборудование:

- анализатор жидкости люминисцентный-фотометрический «Флюарат 02 – 5М» (ТУ 4321-001-20506233-94, ТУ 4215-001-45549798-2008)
- кондуктометр Hanna Hi 8733
- рН-метр Hanna Hi 83141

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Применялись следующие методы исследований:

Жесткость воды определялась по ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом.

Измерение рН осуществляли рН-метр Hanna HI 83141, внесённым в государственный реестр средств измерений.

Измерение электропроводности осуществляли кондуктометром Hanna HI 8733, внесённым в государственный реестр средств измерений.

Измерение мутности осуществляли анализатор жидкости люминисцентный-фотометрический «Флюарат 02 – 5М» (ТУ 4321-001-20506233-94, ТУ 4215-001-45549798-2008), внесённым в государственный реестр средств измерений.

Описание эксперимента пробного коагулирования:

Пробное коагулирование представляет из себя серию лабораторных экспериментов для каждого вида коагулянта. Для проведения экспериментов использовались цилиндры объемом 500 мл. (6-7 штук). Отбирался необходимый для пробного коагулирования объем воды, а также объем воды для определения её физико-химических показателей.

В начале каждой серии экспериментов проверялись физико-химические показатели исходной воды, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Состав исходной воды

Наименование показателя	Ед.изм.	Значение
Водородный показатель (рН)	ед. рН	6,92
Мутность	Ед. мутности формазина (ЕМФ)	35,01
Жесткость общ.	мг-экв/дм ³	2,88
Электропроводность	мкСм	412
Температура	°С	+4

Изготавливались растворы коагулянтов в заданных процентных отношениях (в основном 1% раствор каждого из коагулянта). Цилиндры наполняли исходной водой до метки. Очень важным фактором при определении эффективности очистки воды реагентным способом, является соблюдение температурного режима воды в цилиндрах близкого к реальным температурам обрабатываемой воды. Незначительное колебание температуры может повлечь увеличение

скорости протекающих реакций. Для соблюдения температурного режима использовали холодильную камеру, в которой выдерживалась температура $+ 5^{\circ}\text{C}$. После наполнения цилиндров исходной водой и контроля температурного режима вводили заданные дозы коагулянта. После введения дозы следовало интенсивное перемешивание (имитация пребывания воды в смесителях).

Отстаивание в цилиндрах длилось 60 минут. В процессе отстаивания воды через 15, 30, 45, 60 минут с введения дозы коагулянта в цилиндрах визуально оценивали процесс хлопьеобразования: размер хлопка, осаждение хлопьев, характер осветления столба воды, количество и плотность осадка. Каждый из перечисленных показателей процесса хлопьеобразования имеет градацию:

- по размерности хлопка (муть, мелкие, средние, крупные, очень крупные);
- осаждение хлопьев (нет, незначительное, почти полное, полное);
- характер осветления столба воды (нет, незначительное, верхняя часть цилиндра, верхняя и средняя части цилиндра, почти полное, полное);
- количество и плотность осадка (нет, незначительный рыхлый или густой, почти сформирован рыхлый или густой, сформирован рыхлый или густой).

В конце отстаивания через 60 минут после начала эксперимента отбирали воду на определение: РН, электропроводности и мутности. Проанализировав данные, полученные в результате пробного коагулирования при температуре $+ 5^{\circ}\text{C}$ выбиралась, так называемая оптимальная доза определённого коагулянта [3,4].

Оптимальна доза коагулянта эта та доза, которая соответствует следующим критериям:

- 1) при внесении этой дозы образуются крупные хлопья (на 15-ую минуту от начала эксперимента),
- 2) при внесении этой дозы хлопья быстро оседают на дно (на 30 минут от начала эксперимента),
- 3) при внесении этой дозы достигается полное осветление воды в цилиндре (на 45 минут от начала эксперимента), без побочного эффекта всплытия хлопьев,
- 4) при внесении этой дозы происходит формирование полноценного осадка (на 60 минут от начала эксперимента).

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

5) при внесении этой дозы достигается минимальное значение мутности.

Результаты пробного коагулирования заносились в таблицу после проведения каждого эксперимента. Именно данный вид таблиц с результатами пробного коагулирования для каждой марки коагулянта послужили аналитической базой для оценки эффективности коагулянтов.

Таблица 2. Результаты пробного коагулирования для доз от 50 мл. до 65 мл. 1% раствора коагулянта хлорное железо ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

время	Доза 1% раствора коагулянта на 500 мл.	50	60	65	Природная вода
15 мин	хлопьеобразование	нет	нет	нет	
30 мин	осаждение	нет	нет	нет	
45 мин	осветление	нет	нет	нет	
60 мин	осадкообразование				
	общая жесткость мг-экв/дм ³				2,88
-	РН	2,27	2,25	2,22	6,92
-	электропроводность мкСм	5700	6200	6900	412
-	мутность ЕМФ	не возможно	не возможно	не возможно	35,01

Результаты и обсуждения

В результате анализа табличных данных полученных в ходе серии экспериментов с шестью коагулянтами выяснилось, что при заданных параметрах исходной природной воды (Таблица 1.1.) наиболее эффективным коагулянтом явились Аква-Аурат 30 при дозировке 30 мл. 1% раствора и Аква-Аурат 10 при дозировке 20 мл 1% раствора. Данные марки коагулянтов показали свою эффективность в виде крупного хлопьеобразования на 15 минуте эксперимента, осветления столпа воды на 30 минуте и формировании густого осадка на 45 минуте эксперименте. Другие марки коагулянтов в силу физико-химических свойств исходной воды (поверхностная вода водотока реки Рпень) показали свою неэффективность.

Список цитируемой литературы

1. Запольский, А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение / А.К. Запольский, А.А. Баран – Л.: Химия, 1987. – 208 с.
2. Мясников, И. Н. Исследование процессов коагуляции и обеззараживание при очистке воды поверхностных источников / И.Н. Мясников, Потанина В. А., Жолдакова З. И. // Водоснабжение и санитарная техника. 2003. №9.
3. Теоретические основы физико-химических процессов очистки воды: учеб. пособие / А.Ф. Никифоров, И.Г. Первова, И.Н. Липунов, Л.В. Василенко. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ; УГЛТУ, 2008. – 152 с.
4. Химическая и биологическая очистка природных и сточных вод: Метод. указания / Сост. И.М. Рублева, Ю.М. Кострова; Яросл. Гос. Ун-т. Ярославль, 2004. 31 с.

A.N.Vasilev

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF COAGULANTS

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Russia, Vladimir

vasilev11.03.84@mail.ru

Abstract: The paper considers a methodology for evaluating the effectiveness of coagulants in the reagent treatment of natural surface waters. A series of experiments using six brands of coagulants was carried out. Based on the data obtained, the results were analyzed to identify the most effective coagulants and their optimal doses.

Keywords: water treatment and water purification, coagulants, reagent treatment, the optimal dose, purification of natural waters.

Н.В. Веденеева, О.В. Морозова

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ
НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО БЕНТОНИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ
ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.

Россия, г. Саратов

vnv202@ya.ru

Аннотация. В работе представлены результаты лабораторных исследований по очистке воды от нефтезагрязнений с применением сорбентов на основе природного бентонита. При проведении исследования было выяснено, что метод для очистки воды от нефтезагрязнений с использованием сорбентов и гидрофобизатора является достаточно эффективным.

Ключевые слова: очистка воды, сорбция, сорбент, нефтезагрязнения, гидрофобизатор

Нефть является одним из наиболее востребованных на протяжении последних столетий полезным ископаемым, так как это не только сырье для производства всех видов топлив, но источник создания широкого спектра промышленных и бытовых товаров. Развитие нефтяной отрасли является основой и определяет уровень экономического благосостояния страны. Однако огромные масштабы добычи, транспортировки и переработки нефти за последние десятилетия обусловили сильное негативное воздействие на окружающую среду [1].

Загрязнение водных объектов нефтяными углеводородами вызвано не только аварийными ситуациями, но и потерями при транспортировке. Загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами значительным изменением химического состава, негативно сказывается на жизнедеятельности гидробионтов и затрудняет существование живых организмов, так как нерастворимые нефтепродукты покрывают воду тонкой пленкой, которая препятствует газообмену между водой и атмосферой, изменяет микробный фон, подрывает самовосстановительные способности водоемов, отрицательно влияет на санитарный режим водных объектов и окружающей среды в целом [2].

На сегодняшний день существует несколько основных методов по борьбе с разливами нефти: механический, биологический и термический, физико-химический. Выше перечисленные методы могут использоваться самостоятельно либо дополнять друг друга в составе комбинированного способа очистки. Выбор конкретного метода зависит от типа, степени и масштаба загрязнения. Наиболее простым и доступным методом удаления нефтепродуктов из воды является метод с применением сорбентов. Поэтому в этом направлении происходит активный поиск путей улучшения качества уже существующих сорбентов и разработка новых. Наиболее перспективными считаются природные сорбенты и сорбенты из растительных остатков [3].

Цель работы: оценить экологическую эффективность очистки вод, загрязненных нефтепродуктами, сорбентами на основе природного бентонита разными модификациями.

В рамках исследования анализировали 4 вида сорбентов из природного бентонита разных модификаций нескольких фракций:

1. Гранулы бентонита, отоженные при 550°C, с добавлением глицерина средней фракции 2-3 мл (Сорбент 1)/
2. Гранулы бентонита, отоженные при 550°C, с добавлением глицерина мелкой фракции 0,5-1,5 мл (Сорбент 2).
3. Гранулы бентонита, отоженные при 550°C, с добавлением нанотрубок мелкой фракции 0,5-1,5 мл (Сорбент 3).
4. Гранулы бентонита, отоженные при 550°C, с добавлением нанотрубок средней фракции 2-3 мл (Сорбент 4).

Для повышения сорбционной емкости сорбенты обрабатывали гидрофобизатором на основе кремнийорганических компонентов.

Перед использованием каждый вид сорбента был промыт дистиллированной водой и высушен в сушильном шкафу при температуре 90°C. Затем высушенные сорбенты настаивали 1 час в растворе гидрофобизатора. Гидрофобизатор использовали в 100 % концентрации, в разведении 1:2 (50%) и 1:3 (33%).

В качестве модели использовали водный раствор, загрязненный бензином, который пропускали через слой исследуемого сорбента, сравнивая концентрации нефтепродуктов в растворе до и после фильтрации.

Концентрацию нефтепродуктов определяли методом ИК-спектроскопии с использованием концентратомера КН-3. Объем фильтрующей загрузки составлял 100 г, объем модельного раствора

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

загрязнителя – 1000 мл. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Концентрация нефтепродуктов (НП) в модельном растворе до и после фильтрации

Наименование	Концентрация НП в модельном растворе до фильтрации, мг/л	Концентрация НП в модельном растворе после фильтрации, мг/л	Процент эффективности, %
Сорбент 1, гидрофобизатор 100%	613,64	144,48	76
Сорбент 1, гидрофобизатор 50%	613,64	10,6	98
Сорбент 1, гидрофобизатор 33%	613,64	9,2	99
Сорбент 2, гидрофобизатор 100%	613,64	32,12	94
Сорбент 2, гидрофобизатор 50%	613,64	28,22	95
Сорбент 2, гидрофобизатор 33%	613,64	9,2	99
Сорбент 3, гидрофобизатор 100%	613,64	22,44	96
Сорбент 3, гидрофобизатор 50%	613,64	36,64	94
Сорбент 3, гидрофобизатор 33%	613,64	22,14	97
Сорбент 4, гидрофобизатор 100%	613,64	0	100
Сорбент 4, гидрофобизатор 50%	613,64	173,78	72
Сорбент 4, гидрофобизатор 33%	613,64	276,28	55

При исследовании сорбции в динамических условиях установлена эффективность применения сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов. Все исследуемые варианты показали высокий результат, так как степень извлечения нефтепродуктов была преимущественно на уровне 72-98%. Однако наиболее эффективными признаны гранулы бентонита, отожженные при 550°C, с добавлением нанотрубок мелкой фракции, модифицированные гидрофобизатором на кремний-органической основе в 100% концентрации, так как нефтепродуктов в фильтрате обнаружить не удалось. В ходе

исследовании не удалось выявить четкой тенденции влияния степени разведения гидрофобизатора на изменение сорбционных свойств.

Вывод: при проведении исследования было выяснено, что метод для очистки воды от нефтезагрязнений с использованием сорбентов и гидрофобизатора является достаточно эффективным.

Список цитируемой литературы

1. Назаров, В.Д. Влияние нефтедобычи на водные объекты / В.Д. Назаров, М.В. Назаров // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 5–9.
2. Миронов, О.Г. Биологические проблемы нефтяного загрязнения морей / О.Г. Миронов // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 36, № 1. – С. 82–97.
3. Смирнов, А.Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
4. Что такое гидрофобизатор: свойства, применение, разновидности // URL: <https://www.ivd.ru/wiki/chto-takoe-gidrofobizator>

N.V. Vedeneeva, O.V. Morozova

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF USING SORBENTS BASED ON NATURAL BENTONITE FOR THE PURIFICATION OF WATERS POLLUTED WITH PETROLEUM PRODUCTS

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Russia, Saratov

vnv202@ya.ru

Abstract. The paper presents the development of a method for water purification using sorbents based on natural bentonite from oil pollution and an assessment of its effectiveness. The results of laboratory studies on water purification from oil pollution using the physicochemical method of water purification (method using sorbents) are presented.

Key words: water purification, sorption, sorbent, oil pollution, water repellent

**О ВЛИЯНИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ В
ПРИАМУДАРЬИНСКОЙ БАРХАННОЙ ПОЛОСЕ**

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

Россия, г. Калининград

VDedkov@kantiana.ru

Аннотация. Полученные данные позволяют говорить о том, что именно зарастание вершин обарханенных гряд и их крутых западных склонов, привело к уменьшению запасов пресной воды в подпесчанной линзе межгрядовых долинообразных понижений, за счет которых существовали черносаксаульники.

Ключевые слова: Приамударинская барханная полоса, растительность, грунтовые воды, минерализация, положительная и отрицательная корреляция.

Приамударьинская барханная полоса, занимает 1/6 часть Восточных Каракумов и характеризуется обилием подвижных барханных песков. С северо-востока она граничит с долиной Аму-Дарьи, с юго-запада с правым берегом Келифского Узбоя.

Эволюция эолового песчаного рельефа и та роль, какую в этой эволюции играет растительность, была описана В.А.Дубянским по наблюдениям в Восточных Каракумах. [1].

О влиянии барханных песков на формирование грунтовых вод местному населению было известно давно. Неслучайно колодцы для добычи пресной воды выкапывались вблизи барханных полей. В литературе на этот вопрос впервые обратил внимание В.А.Дубянский в приложении «Растительность русских песчаных пустынь» к книге И. Вальтера «Законы образования пустынь», еще в 1911 году [2]. С тех пор, этому важному в практическом отношении вопросу были посвящены сотни исследовательских работ. Наиболее полной сводкой остается монография В.Н.Кунина «Местные воды пустыни и вопросы их использования» [3].

Цель нашей работы понять на каком временном этапе эволюционного развития территории произошло изменение направленности корреляционных отношений в системе «барханные пески - грунтовые воды» и как это изменение отразилось на качестве грунтовой воды и состоянии растительного покрова.

Стационарные исследования были развернуты в Репетекском биосферном заповеднике в Восточных Каракумах, где полностью отсутствует хозяйственная деятельность и имеется уникальная возможность выявить ход естественных природных процессов. Репетекский биосферный заповедник расположен в пределах ландшафта крупногрядовых песков с барханными полями и долинообразными понижениями.

В растительном покрове на грядках преобладают белосаксаульники (*Haloxylon persicum* - *Stipagrostis pennata* - *Anisantha tectorum*). Восточные пологие склоны заняты барханными песками высотой до 5-10 м; здесь произрастают сюзеново-кандымники (*Ammodendron conolly* + *Calligonum arborescens* - *Stipagrostis karelinii*). Вблизи крутых западных склонов гряд узкими лентами шириной до 0,5-1,0 км простираются черносаксаульники (*Haloxylon aphyllum* – *Suaeda arcuata* + *Kochia odontoptera*; *Haloxylon aphyllum* – *Carex physodes* – *Tortula desertorum*). К западу от черносаксаульников располагаются белосаксаульники (*Haloxylon persicum* – *Carex physodes* - *Tortula desertorum*). Уникальное явление Каракумов – леса с доминированием черного саксаула (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin).

В течение 45 лет (1969-2015) изучался водный баланс почвогрунтов, особенности водной и геохимической циркуляции, динамика уровня и минерализации грунтовых вод, велись наблюдения за самозарастанием обарханенных гряд и барханных песков, обрабатывались и обобщались материалы. Методика исследований подробно описана в [4].

Анализ накопленной за последние 100 лет информации позволил сделать вывод о том, что на протяжении многих столетий в Приамударьинской барханной полосе в системе «барханные пески – грунтовые воды» существовала положительная корреляция. Свободная от растительного покрова поверхность барханных полей не препятствовал просачиванию атмосферных осадков вглубь песчаной толщи и аккумуляции ее в линзах пресных вод. Начиная с середины двадцатого столетия ситуация начала меняться.

Показательны в этом плане белосаксаульники на вершинах и сюзеново-кандымники на пологих обарханенных восточных склонах гряд. Здесь из-за сильной разреженности древесно-кустарникового яруса и при отсутствии сомкнутого травяного покрова атмосферные осадки, выпадающие в зимне-весенний период, свободно достигали поверхности песка и быстро впитывались, поскольку

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

водопроницаемость песчаной толщи достигала 3700 мм/ч, и это в 5-10 раз больше, чем в растительных сообществах межрядовых долинообразных понижений с хорошо сформированным травяным покровом. Величина наименьшей влагоемкости не превышала 4 %, что в 2-9 раз меньше по сравнению с долинообразными понижениями. Именно поэтому слабозакрепленные растительностью обарханенные гряды накапливают влагу атмосферных осадков, которые в результате гравитационного пленочного стока просачиваются вглубь песчаной толщи. Вода, накопленная под грядами, при наличии уклона зеркала грунтовых вод, равного 0,0001-0,0002, стекает в юго-западном направлении на расстояние от нескольких сотен метров до 0,5—1 км от подножья гряды, где и существует в виде подпесчаных линз, плавающих на поверхности соленых и солоноватых грунтовых вод, сформированных в толще древнеаллювиальных песков, и образующих здесь сплошное зеркало. Возможность местного стока грунтовой воды от обарханенных гряд в направлении долинообразных понижений экспериментально доказана работами А. Г. Гаеля, Э. Н. Благовещенского, В. Н. Кунина и других.

Примечательно, что наименьшее количество солей в подпесчанной линзе наблюдалось в скважинах, пробуренных вблизи крутого, не закрепленного растениями западного склона обарханенной гряды в северной части заповедника, где это количество не превышало 0,9 г/л. Близкая величина к описанной выше была найдена вблизи слабо закрепленного растениями западного склона гряды в центральной долине заповедника – 0,6 г/л. При удалении от нескольких десятков до сотни метров и более к западу от этой скважины плотный остаток возрастал до 2,0-2,5 г/л. В северной части центрального долинообразного понижения вблизи склона, заросшего растениями, минерализация воды увеличивалась до 6,5 г/л. В южной долине вблизи зарастающего растениями западного склона гряды солей 4,2 г/л. При удалении от границы черносаксаульников к западу во всех долинах заповедника линза пресных вод выклинивалась, и минерализация грунтовой воды возрастала до 20 г/л и более. На этих площадях господствуют низкорослые омброфитные илаковые или мохово-илаковые белосаксаульники.

Механизм связи растительности с формированием линз грунтовых вод в общей форме описывался для многих песчаных массивов. Нами впервые в литературе было показано, что мощность линзы подпесчаных вод и минерализация воды в ней отрицательно

коррелируют со степенью закреплённости растительностью барханных песков на грядках [5]. Так, в Репетекском биосферном заповеднике самый крупный массив барханных песков на грядке располагался в центральной части заповедника. Он питал линзу пресных вод, которую использовали не только черносаксаульники, но и белосаксаульники, расположенные в межгрядовом долинообразном понижении на расстоянии 0,5-1,0 км от крутого западного склона гряды.

Площадь барханных песков в южной части заповедника в десятки раз меньше, чем в центральной, поэтому площадь линзы подпесчаных пресных вод здесь меньше. Визуально это было заметно по распространению черносаксаульников и их жизненному состоянию. Черносаксаульники простирались узкой лентой (менее 0,1 км в ширину) вдоль зарастающего растительностью крутого западного склона гряды. При этом фиксировалось большое количество отмерших особей черного саксаула как на западной, так и на южной границе. Сходная с южным долинообразным понижением картина отмечалась нами, начиная с семидесятых годов двадцатого столетия, как в северной части центрального, так и в южной части восточного долинообразного понижения. Здесь, как и на юге заповедника, вблизи полностью заросших западных склонов гряд можно было с большим трудом заметить фрагменты некогда существовавших черносаксаульников.

В период экспедиционного обследования территории Восточных Каракумов была возможность убедиться в том, что под грядами с заросшими склонами и вершинами черносаксаульники полностью отсутствовали. Из анализа всей совокупности данных (экспериментальных, литературных) невольно напрашивается вывод о том, что в конце XX столетия в пределах ландшафта крупногрядовых песков в Восточных Каракумах мы столкнулись с конечной (завершающей) фазой многовекового развития черносаксаульников, обусловленной истощением объема пресной воды и увеличением минерализации в подпесчаных линзах.

Как уже отмечалось выше, одной из причин уменьшения запасов воды в линзе стало зарастание растениями барханных песков на грядах и связанное с этим процессом изменение воднофизических свойств песка. Появление растений приводит к снижению высотных отметок барханных цепей, уменьшению крутизны склонов и местного поверхностного и внутрипочвенного стока к их подножью, в период

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

выпадения атмосферных осадков. Часть атмосферных осадков задерживают кроны растений. При разложении отмерших остатков растений песок постепенно обогащается пылеватыми и органическими фракциями, которые препятствуют просачиванию атмосферной влаги вглубь.

Первичная псаммогенная сукцессия под названием процесса самозараствания («самоуспокоения») описывалась О. Паульсеном, В. А. Палецким, В. А. Дубянским и др. Этими исследователями на примере Каракумов были предложены схемы последовательных стадий зарастания песчаной поверхности от барханных песков, лишенных растений, до полностью сформированных сообществ. Однако эти наблюдения носили описательный характер и не были подкреплены количественными учетами, поскольку последние требуют длительного периода систематических наблюдений. В то же время длительный срок непрерывных наблюдений нужно рассматривать как условие надежности их научных результатов и как факт, способствующий правильному пониманию сложных процессов, непрерывно протекающих в хрупких экосистемах пустыни. Проведенные нами (в 1974-1984 гг.) количественные учеты растительности в Репетекском биосферном заповеднике на тестовой площади, равной 0,22 га, в среднебарханных песках впервые показали, что численность и проективное покрытие растений за 10 лет наблюдений увеличилось в 3 раза [4]. Этот процесс сопровождался внедрением в сообщество барханных песков особей белого саксаула и снижением высотных отметок барханных цепей, а также формированием микрорельефа и травяного покрова. С момента появления первых экземпляров белого саксаула до формирования белосаксаульников проходит примерно 25-30 лет.

С учетом сказанного выше с большой долей вероятности можно говорить о том, что именно зарастание вершин обарханенных гряд и их крутых западных склонов, привело к уменьшению запасов пресной воды в подпесчанной линзе в межгрядовых долинообразных понижениях, за счет которых существовали черносаксаульники. Последние, являясь фреатофитными сообществами, транспирируют до 320 мм влаги в год - при условии, что ее минерализация не превышает 5-7 г/л. Зарастание вершин обарханенных гряд и их крутых западных склонов, с одной стороны, и постоянный расход большого количества грунтовой воды на транспирацию черным саксаулом — с другой, привели к истощению, снижению уровня и

увеличению минерализации грунтовой воды. Последствием этого процесса является снижение видового, генетического, биотопического и энергоинформационного разнообразия пустынных экосистем.

Подводя итог сказанному выше, автор приходит к выводу о том, что за последние 100 лет в Приамударьинской барханной полосе положительная корреляция в системе «барханные пески – грунтовые воды» сменилась на отрицательную, что в конечном итоге приводит к истощению пресных грунтовых вод и негативным последствиям для экологии и экономики пустыни.

Список цитируемой литературы

1. Дубянский В.А. Песчаная пустыня Юго-Восточные Каракумы, ее естественные районы, возможности их сельскохозяйственного использования и значение для ирригации. – Л.: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. т.4., вып.19., 1928. - 218 с.
2. Дубянский В.А. Растительность русских песчаных пустынь. Приложение к кн.: И. Вальтера «Законы образования пустынь». – СПб.: Изд-во Брокгауз-Ефрон, 1911. – с.183-184.
3. Кунин В.Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования. М.: Изд-во АН СССР. 1959. - 282 с.
4. Дедков В.П. Экологическая ниша и водный баланс доминантов пустынных фитоценозов. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1989. – 264 с.
5. Дедков В.П. Водно-тепловой баланс растительных сообществ Восточных Каракумов. Дис...канд. биол. наук., 1977. – 166 с. Автореф. дис. канд. биол. наук. Ашхабад. 1977. – 25 с.

V.P. Dedkov

ON THE INFLUENCE OF VEGETATION ON GROUNDWATER IN THE AMUDARYA DUNE STRIP

Immanuel Kant Baltic Federal University

Russia, Kaliningrad

VDedkov@kantiana.ru

Abstract: the data obtained suggest that it was the overgrowth of the peaks of the ridges and their steep western slopes that led to a decrease in fresh water reserves in the sub-sandy lens of the inter-ridge valley-like depressions, due to which the Chernosaksaulniki existed.

Keywords: Priamudarya dune strip, vegetation, groundwater, mineralization, positive and negative correlation.

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
НЕФТЕПРОДУКТОВ ВСЛЕДСТВИЕ ПРОВЕДЕНИЯ
АВТОГОНОК НА АКВАТОРИИ ОЗ. БЛИЖНЕГО (ЗАТО
ЗЕЛЕНОГОРСК КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ РФ)**

Центрально-Черноземное межрегиональное управление Федеральной
службы по надзору в сфере природопользования

Россия, г. Воронеж

¹kulnev@rpn36.ru

МБУ ДО «ЦО «Перспектива»

Россия, г. Зеленогорск

²zhanets@yandex.ru

Аннотация: Проведено исследование изменения содержания нефтепродуктов в воде озера Ближнего. Показано, что увеличение содержания указанного поллютанта приводит к значимому увеличению химического потребления кислорода. В качестве природоохранных мер дана рекомендация к проведению биологической реабилитации оз. Ближнего методом коррекции альгоценоза.

Ключевые слова: автомобильные гонки, альголизация, зарыбление, качество воды, нефтепродукты, поллютанты, природоохранные мероприятия.

Проблематика оценки экологического состояния небольших поверхностных водных объектов, которые территориально расположены в границах техногенно нагруженных районов нашей страны, является одним из стержневых аспектов системы регионального экологического мониторинга.

Нефтяное загрязнение является мощным техногенным фактором, негативно влияющим на многие естественные процессы и взаимосвязи. Негативное воздействие нефтяного загрязнения на планктон проявляется сразу же в виде массовой гибели организмов. Но после того как концентрация токсиканта в воде снижается, плотность планктона быстро восстанавливается [1].

Нами был осуществлен аналитический обзор результатов оценки экологического состояния некоторых водных объектов в гидрохимическом отношении, которые опубликованы в

открытых источниках.

Так, в работе [2] дана оценка экологического состояния некоторых ледниковых озер территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Показано, что доминирующим поллютантом являются нефтепродукты. Специалистами Южного отдела Института водных проблем Российской академии наук в статье [3] показано, что высокий уровень загрязнения пойменных водоемов Нижнего Дона органическими соединениями подтверждается данными биотестирования. Исследование [4] посвящено определению текущего уровня загрязнения реки Черной вследствие поступления сбросов нефтеперерабатывающего предприятия.

Как следует из приведенного краткого обзора основной смысл изучения проблемы заключается в оценке степени загрязнения водных объектов органическими поллютантами, поступившими от «традиционных» источников.

Цель настоящего исследования состоит в оценке влияния ледовых автомобильных гонок на изменение качества воды по содержанию нефтепродуктов.

Объекты и методы

Озеро Ближнее расположено в жилой зоне на территории г. Зеленогорска и образовано путем слияния озер «Ближнее» и «Лебединое», являющихся заполненными водой горными выработками. Береговая полоса практически не сформирована для рекреации. На небольшом протяжении берег расчищен. Имеются искусственные песчаные пляжи. В 2021 году было проведено зарыбление озера толстолобиком, карпом и белым амуром.

Отбор проб воды для химического анализа проводился согласно утвержденным методикам. Аналитическая обработка гидрохимических проб осуществлена в ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии №42 ФМБА».

Результаты и их обсуждение

Для оценки воздействия ледовых гонок на качество воды озера Ближнее, в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии №42 ФМБА» были запрошены архивные гидрохимические протоколы (Рисунок 1).



Рисунок 1. Содержание нефтепродуктов в оз. Ближнее

В 2020 году, после впервые проведенных ледовых гонок на льду озера Ближнее (30 участников) содержание нефтепродуктов практически не отличается от данных 2019 года в мае, июне, июле-августе, находится в пределах нормы 0,013, 0,011, 0,020 мг/дм³.

В 2021 году, после проведения ледовых гонок (60 участников), в мае месяце наблюдается значительное увеличение содержания нефтепродуктов до 0,102 мг/дм³, превышающем ПДК. В другие месяцы – июне, июле-августе, концентрация токсиканта падает и содержание нефтепродуктов минимальное.

Известно, что в снежно-ледяном субстрате в зимний период происходит накопление нефтепродуктов [5]. Весной происходит закономерное попадание нефтепродуктов в воду. Пока вода достаточно холодная, растворимость кислорода максимальная, однако отсутствует источник его поступления (кроме атмосферных осадков). В весенне-летний период запускается процесс фотосинтеза и насыщение воды кислородом. Кислород окисляет длинные цепочки углеводородов (нефтепродуктов), они становятся гидрофобными и оседают на дно водного объекта [6-10]. Поэтому летом концентрация нефтепродуктов снижается.

В 2022 году после проведения самых масштабных ледовых гонок (80 участников) в июне и июле месяце 2022 года содержание нефтепродуктов выше, чем в аналогичные периоды прошлых лет (2021, 2020, 2019), однако находится в допустимых нормах по ПДК как для рыбохозяйственных, так и рекреационных водоемов.

Временная динамика изменения ХПК имеет вид: 16,2 (2019); 6,0 (2020); 9,6 (2021); и 30,8 (2022), что косвенно подтверждает резкое увеличение содержания нефтепродуктов.

Таким образом, проблема загрязнения водоемов нефтепродуктами для г. Зеленогорска актуальна, так как на льду озера Ближнее ежегодно проходят ледовые гонки. Высока вероятность попадания нефтепродуктов в водоем, что является мощным техногенным фактором, негативно влияющим на многие естественные процессы и взаимосвязи.

Заключение

Сопоставление результатов показывает, что ледовые гонки приводят к увеличению содержания нефтепродуктов.

В качестве рекомендации к улучшению качества воды в части снижения содержания нефтепродуктов в течение вегетационного сезона планктонной альгофлоры (апрель-сентябрь) предлагаем проведение искусственной альголизации оз. Ближнего микроводорослью *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111. Как показано в работах [6-10] проведение альголизации водоемов названным штаммом микроводоросли приводит к значительному улучшению качества воды по содержанию нефтепродуктов.

Список цитируемой литературы

1. Загрязнение нефтью: основные причины, районы, последствия для экологии и окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chistigorod.ru>. – Дата доступа: 14.08.2023.
2. Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В. Химический состав вод малых озер нефтегазодобывающих районов севера Западной Сибири // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 7. С. 45-51. <https://doi.org/10.17513/use.37158>.
3. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Страдомская А.Г. и др. Химические показатели в оценке токсического загрязнения Нижнего Дона // *Метеорология и гидрология*. 2002. № 11. С. 68-74.
4. Карамышев В. С. Оценка экологического состояния реки Черная в условиях сброса сточных вод нефтеперерабатывающего завода // *Journal of Agriculture and Environment*. 2023. № 6 (34). <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.10>.
5. Лисецкая Л.Г., Шаяхметов С.Ф. Оценка уровня загрязнения снежного покрова химическими соединениями и

элементами на территории Шелеховского района в Восточной Сибири // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101, № 12. С. 1443-1449. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1443-1449>.

6. Лухтанов В.Т., Кульнев В.В. Биологическая реабилитация водоемов посредством структурной перестройки фитопланктонного сообщества // *Труды Географического общества Республики Дагестан*. Махачкала. 2013. № 41. С. 140-143.

7. Кульнев В.В., Почечун В.А. Опыт альголизации питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла // *Биосфера*. Санкт-Петербург. 2016. Т. 8. № 3. С. 287-290.

8. Кульнев В.В., Богданов Н.И., Лухтанов В.Т. Биологическая реабилитация водоемов путем структурной перестройки фитопланктонного сообщества // Материалы конференции молодых ученых и специалистов «Аквакультура России: вклад молодых». Тюмень: Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства, 2012. С. 51-56.

9. Насонов А.Н., Цветков И.В., Кульнев В.В. и др. Фрактальный анализ биологической реабилитации водных объектов методом коррекции альгоценоза // Материалы международного научного форума «Проблемы управления водными и земельными ресурсами»: в 3 частях. Москва, 30 сентября 2015 года. Том Часть 1. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. С. 165-180.

10. Кульнев В.В. Эколого-гидрохимический аспект проведения биологической реабилитации Нижнетагильского городского пруда методом коррекции альгоценоза // Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы». Севастополь: Научная книга, 2017. С. 198-201.

V.V. Kulnev¹, Zh.A. Starodubtseva²

**THE SEASONAL VARIETY OF PETROLEUM DERIVATIVES IN
THE AQUATORIUM OF OIL PRODUCTS DUE TO MOTOR
RACES ON THE WATER AREA OF LAKE BLIZHNEGO
(ZELENOGORSK, KRASNOYARSK TERRITORY OF THE
RUSSIAN FEDERATION)**

Central Black Earth Interregional Directorate
Federal Service for Supervision of Natural Resources Management
Russia, Voronezh

¹kulnev@rpn36.ru
MBU PO "Centre "Perspektiva"
Russia, Zelenogorsk
²zhanets@yandex.ru

Abstract: The research of changes in the content of petroleum products in the water of Lake Blizhnyi has been carried out. It is shown that the increase in the content of this pollutant leads to a significant increase in chemical oxygen consumption. As environmental protection measures, a recommendation was given to carry out biological rehabilitation of Lake Nearby by the method of algocenosis correction.

Keywords: car racing, algolisation, stocking, water quality, oil products, pollutants, conservation measures.

УДК 574.5

Т.С. Киреева¹, А.О. Ростунов², О.В. Савельев³

ОЦЕНКА КЛАССА КАЧЕСТВА И УРОВНЯ САПРОБНОСТИ ВОД РЕКИ ТАРА

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир

¹tanyakireeva1999@gmail.com, ²chelovek-is@yandex.ru,
³olegator86@bk.ru

Аннотация: в работе представлены результаты исследования макрозообентоса р. Тара. На основе видового состава гидробионтов была произведена оценка качества и уровня сапробности вод исследованной реки. Воды реки Тара Вязниковского района Владимирской области относятся к умеренно-грязным или загрязненным в зависимости от метода оценки. По сапробности данный водоток преимущественно относится к β -мезосапробным.

Ключевые слова: качество поверхностных вод, индекс сапробности, макрозообентос, малые реки, экология водных объектов, Владимирская область

Введение. В настоящее время проблемы сохранения биоразнообразия наземных и водных экосистем считаются наиболее важными для современной экологии и гидробиологии. Увеличивающиеся темпы урбанизации приводят к загрязнению водоемов, что в свою очередь сказывается на структуре и функциях гидробиоценозов. Донные животные и донные биоценозы, благодаря особенностям своей биологии и экологии, способны отражать изменения условий существования в течение достаточно длительных периодов и являться надежными индикаторами при биологическом анализе вод. В связи с этим, изучение структурно-фаунистической организации сообществ макрозообентоса и их роли в оценке качества воды является вполне перспективным направлением экологии и гидробиологии.

В последние десятилетия XX века систематические исследования структурно-фаунистического состояния зообентоса, оценка среды по показателям макробентических сообществ малых рек Владимирской области практически не проводились.

Объекты и методы. Исследования проводились на реке Тара (Рисунок 1). По данным государственного водного реестра России, р. Тара относится к Окскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки — р. Клязьма [1].

Устье реки находится в 110,7 км по правому берегу реки Клязьма. Длина реки составляет 55 км, площадь бассейна - 756 км². Вдоль русла есть рекреационные зоны и хозяйственные поселения, кроме этого, реку пересекает автомагистраль М-7 «Волга».

Материалом для исследования послужили гидробионты, собранные в реке Тара осенью 2020 г. и весной 2021 г.

Пробы были взяты по стандартной методике сбора количественных бентосных проб с помощью гидробиологического скребка площадью 0,031 м² в однократной повторности на глубине около 1 м на каждой станции, длина хода составляла 1 м [2].

Фиксация гидробионтов производилась 4%-м раствором нейтрализованного формалина. Определение видов осуществлялось с помощью определителя [3].

Биоиндикация проводилась методами Вудивиса [4], Николаева [5], ПантлеБукка в модификации Чертопруда [6].



Рисунок 1. Карта-схема района исследования

Результаты и обсуждение.

При определении класса качества вод методом Вудивисса нами было выявлено, что во всех точках отбора проб река Тара относится к 3 классу качества (Таблица 1) и классифицируется как умеренно-загрязненная.

Таблица 1. Класс качества и сапробность вод реки Тара

№ створа	Класс качества		Сапробность по Пантле-Букка
	по Вудивиссу	по Николаеву	
1	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	α-мезосапробные
2	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные
3	Умеренно грязные (3)	Грязные (5)	β-мезосапробные
4	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	α-мезосапробные
5	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные
6	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные
7	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные
8	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные
9	Умеренно грязные (3)	Грязные (5)	β-мезосапробные
10	Умеренно грязные (3)	Загрязненные (4)	β-мезосапробные

При оценке класса качества воды по методу Николаева подавляющее количество створов отнесены к 4 классу качества вод – загрязненные. Данный метод показал более сильное загрязнение, поскольку он разработан для малых рек Европейской части России и, соответственно, более чувствителен. В районе дд. Юрышки и Исаковка наблюдается ухудшение качества вод. В данных точках класс воды относится к классу качества 5.

Оба метода показали отсутствие на р. Тара каких-либо серьезных источников антропогенного воздействия, которые могли бы влиять на индикаторные виды и биоразнообразие гидробионтов в целом. Результаты настоящего исследования соотносятся с данными Ежегодных докладов «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области» за 2020 и 2021 гг. [7; 8].

По индексу сапробности, изучаемый водоток был отнесен к β -мезосапробным. Это говорит об отсутствии в воде стойких органических соединений. В данной реке складываются хорошие кислородные условия, интенсивно проходят процессы самоочищения, органические вещества имеют в основном природное происхождение. В точках 1 и 4 наблюдается преобладание окислительных процессов над поступлением органического вещества в гидроэкосистемы.

Заключение. Исследование макрозообентоса реки Тара показало, что ее воды относятся к 3 (по Вудивису) или 4 (по Николаеву) классу качества, что соответствует умеренно грязным и загрязненным. В районе дд. Юрышки и Исаковка наблюдается ухудшение качества вод, которые по методу Николаева соответствуют грязным. Индекс сапробности показывает, что почти во всех точках сбора гидробионтов не наблюдается стойких органических загрязнений.

Список цитируемой литературы

1. Государственный водный реестр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=179620&bo=9&rb=0&subb=0&hep=0&wot=21&name=%D2%E0%F0%E0&loc=>. – Дата доступа: 29.05.2021.
2. Машкин П. В. Методика определения численности популяций двустворчатых моллюсков для дополнительной (школьной) сети мониторинга водных экосистем. /П.В. Машкин// – Пущино : Пуш. гос. ун-т, 1999. 45 с.

3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий в 6 томах / под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб: Наука, 1995–2004.
4. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: учеб. пос. / под ред. д-р биол. наук В.В. Скворцова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб: Крисмас+, 2006. 176 с.
5. Биоиндикация уровня загрязнения рек Владимирской области. Методические указания. Сост. Николаев С.Г., Извекова Э.И., Смирнова Л.А. -М.: НТО ТОО Институт пресноводных культур. 1993. 57 с.
6. Чертопруд М.В. Модификация индекса сапробности Пантле-Букка для водоемов европейской России // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем: мат-лы Междунар. конф. – СПб: ЛЕМА, 2007. С. 298–302.
7. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2020 году» № 28, Владимир, 2021 г. 172 с.
8. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2021 году» № 29, Владимир, 2022 г. 178 с.

T.S. Kireeva¹, A.O. Rostunov², O.V. Savelev³

**ASSESSMENT OF WATER QUALITY AND SAPROBIC INDEX OF
THE THARA RIVER'S WATER**

Vladimir State University
Russia, Vladimir

¹tanyakireeva1999@gmail.com, ²chelovek-is@yandex.ru,
³olegator86@bk.ru

Abstract: research of the Thara River's macrozoobentos is presented in this study. Assessment of water quality and saprobic index of investigated river was carried out according to species composition. The water of the Thara River in the Vaznikovsky district of the Vladimir region is moderately polluted or polluted depending on the assessment method. According to saprobic index, this watercourse is primary β -mezosaprobic river.

Key words: surface water quality, saprobic index, macrozoobenthos, small rivers, ecology of water bodies, Vladimir region.

**СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ КАК ИНСТРУМЕНТ
МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ ЭВТРОФИРОВАНИЯ
ВОДОХРАНИЛИЩ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Вятский государственный университет

Россия, Киров

kutyavinati@gmail.com

Аннотация. Проведено дешифрирование космических снимков со спутника Sentinel-2 для выявления массовых скоплений фитопланктона на акватории четырёх крупнейших водохранилищ Кировской области. Отмечено, что для выявления скоплений фитопланктона в условиях высокой цветности и мутности воды наиболее информативен расчёт таких спектральных индексов, как NDVI, NDAI и TBDO.

Ключевые слова: эвтрофирование, фитопланктон, цианобактерии, «цветение» воды, Sentinel-2, спектральные индексы.

В последние годы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) широко применяются для исследования водных объектов: изучения абразии береговых склонов [1], определения границ и уровня трофности водоёмов [2–4], динамики площади водного зеркала [5] и зарослей водных растений с плавающими на поверхности воды листьями [6]. Также данные ДЗЗ широко применяются для изучения фитопланктона водных объектов. Фитопланктон играет важнейшую роль в водных экосистемах, так как является первичным продуцентом, участвует в формировании газового режима водоёма. При развитии процессов эвтрофирования в водном объекте часто наблюдается массовое развитие фитопланктона или «цветение» воды.

Цель данной работы – выявить с помощью данных дистанционного зондирования Земли участки массового скопления фитопланктона на акватории крупнейших водохранилищ Кировской области.

Объекты исследования: Белохолуницкое, Омутнинское, Чернохолуницкое и Большое Кирсинское водохранилища Кировской области. Это наиболее крупные искусственно созданные водные объекты региона. Площадь зеркала водохранилищ составляет от 3,0 до 17,4 км², полный статистический объём от 8,5 до 51,0 млн м³.

Изучаемые водохранилища используются для культурно-бытовых и рекреационных целей. Согласно данным гидрохимического анализа и биоиндикационных исследований изучаемые водоёмы являются эвтрофными.

В качестве источника для дешифрирования данных ДЗЗ использовали космические снимки со спутника Sentinel-2 (А, В) (каналы с разрешением 10 и 20 м), находящиеся в открытом доступе (<https://earthexplorer.usgs.gov>; <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>). Для выявления скоплений фитопланктона и зарослей макрофитов в водохранилищах Кировской области проводили расчёт спектральных индексов, наиболее часто используемых в мировой практике для изучения поверхностных пресноводных водоёмов. В ходе работы были определены три наиболее информативных индекса (табл. 1), позволяющие получить достоверные результаты в условиях высокой мутности (более 8 единиц мутности по формазину) и цветности воды (40–400 град. цветности), характерных для водохранилищ Кировской области.

Таблица 1. Спектральные индексы, используемые для изучения водохранилищ Кировской области

Название индекса	Формула расчёта	Используемые каналы Sentinel-2
Нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI)	$\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	B4, B8
Нормализованный относительный альгоиндекс (NDAI)	$\frac{GREEN + 2NIR - BLUE - RED}{GREEN + 2NIR + BLUE + RED} + 0,5$	B2, B3, B4, B8
Индекс концентрации хлорофилла <i>a</i> (TBDO)	$R_{740} \cdot \left(\frac{1}{R_{665}} - \frac{1}{R_{705}} \right),$ где <i>R</i> – отражательная способность при длинах волн 665, 705 и 740 нм	B4, B5, B6

Исходными данными для расчёта спектральных индексов и построения цифровых карт в программном продукте QGIS были малооблачные снимки, сделанные в вегетационный период (с мая по сентябрь) в 2015–2022 гг., доступные к дешифрированию на момент выполнения исследования. Всего был проанализирован 51 снимок.

Согласно результатам, полученным в ходе дешифрирования данных ДЗЗ, отмечено, что спектральные индексы NDVI, NDAI и TBDO пригодны для обнаружения скоплений фитопланктона на акватории водохранилищ Кировской области. По результатам расчёта каждого из трёх индексов были построены цифровые карты и эмпирическим путём подобраны относительные шкалы значений. Минимальные и максимальные значения шкал соответствовали минимальным и максимальным значениям спектральных индексов, отмеченным для водохранилищ региона. Так, для NDVI шкала включала в себя значения от -0,5 до 1, для NDAI – от 0,30 до 1, для TBDO – от -0,10 до 2.

С помощью спектральных индексов, представленных в таблице 1, можно отслеживать временную динамику развития фитопланктона в водоёмах. Так, для NDVI, NDAI и TBDO характерно возрастание значений в июле и августе, когда численность и биомасса фитопланктона достигает максимальных значений. Например, на участках массового скопления фитопланктона в Белохолуницком, Омутнинском, Большом Кирсинском и Чернохолуницком водохранилищах величина NDVI, NDAI и TBDO достигала 0,16–0,42, 0,58–0,97 и 0,19–0,50 соответственно. При проведении подспутниковых наблюдений в июле и августе 2021–2022 гг. в водохранилищах на участках массового скопления фитопланктона отмечено преобладание цианобактерий (ЦБ) *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs и *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. Данные ЦБ – наиболее часто встречаемые возбудители «цветения» воды в волжских водохранилищах, относятся к группе потенциально токсичных видов [7]. Как отмечено в работе [8], «цветение» ЦБ угрожает экологическому функционированию водоёма, а его причиной в большинстве случаев является антропогенное эвтрофирование.

По результатам расчёта спектральных индексов на разновременных снимках можно отслеживать и пространственную динамику развития фитопланктона. Наибольшие значения спектральных индексов на цифровых картах были отмечены нами на мелководьях вдоль берегов водохранилищ, а также в заливах, что вполне закономерно для русловых водохранилищ.

При сопоставлении расчётов NDVI, NDAI и TBDO с данными полевых наблюдений и результатами альгологического анализа отмечено, что NDAI позволяет более точно оценивать степень развития фитопланктона при доминировании в нём ЦБ, по сравнению

с NDVI и TBDO. Однако, если в фитопланктоне доминируют зелёные водоросли, что мы отмечали для Белохолуницкого водохранилища, все индексы одинаково информативны.

В 2022 г. цифровые карты TBDO позволили более чётко, по сравнению с цифровыми картами NDAI и NDVI, проследить временную и пространственную динамику развития фитопланктона в Омутнинском водохранилище. Стоит отметить, что в данном водоёме в 2022 г., по сравнению с предыдущими годами наблюдений, изменился доминирующий вид фитопланктона, вызывающий «цветение» воды, – *M. aeruginosa*. В предыдущие годы «цветение» воды в Омутнинском водохранилище в основном вызывала ЦБ *A. flos-aquae*.

В заключение, стоит отметить, что применение набора спектральных индексов позволило выявить скопления фитопланктона на акватории водохранилищ Кировской области. При проведении оценки степени развития фитопланктона с помощью данных ДЗЗ были учтены такие особенности водохранилищ Кировской области, как высокие цветность и мутность воды. Это стало возможно благодаря использованию в расчётах различных комбинаций каналов спутника Sentinel-2. Наиболее информативным спектральным индексом для выявления скоплений фитопланктона в водохранилищах Кировской области признан NDAI. Также довольно информативным для изучения водохранилищ региона является TBDO. Этот индекс рекомендован разработчиками для определения концентрации хлорофилла *a* в мутных продуктивных водах. Расчёт TBDO позволил нам отличить участки массового развития фитопланктона от участков повышенной мутности воды, не связанных с развитием фитопланктона.

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-77-01034).

Список цитируемой литературы

1. Баранова, М.С. ГИС-технологии и спутниковые данные как инструменты мониторинга геодинамических процессов Волгоградского водохранилища / М.С. Баранова, О.В. Филиппов, А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина // Географический вестник. – 2016. – № 2 (37). – С. 148–160. – doi: 10.17072/2079-7877-2016-2-148-160
2. Погорелов, А.В. Спутниковый мониторинг Краснодарского водохранилища / А.В. Погорелов, Д.А. Липилин, А.С. Курносова //

Географический вестник. – 2017. – № 1 (40). – С. 73–89. – doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-73-89

3. Кутявина, Т.И. Использование космических снимков для определения границ водоёмов и изучения процессов эвтрофикации / Т.И. Кутявина, В.В. Рутман, Т.Я. Ашихмина, В.П. Савиных // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 28–33. – doi: 10.25750/1995-4301-2019-3-028-033

4. Болданова, Е.В. Оценка трофности озера Байкал с использованием дистанционного зондирования / Е.В. Болданова // Географический вестник = Geographical bulletin. – 2022. – № 2 (61). – С. 73–89. – doi: 10.17072/2079-7877-2022-2-73-89

5. Кочуров, Б.И. Исследование динамики площади озера Аслыкуль (Южное Предуралье) методом обработки изображений космических снимков на основе алгебраического подхода / Б.И. Кочуров, Р.Ф. Маликов, А.Р. Исхаков, Г. Т.-Г. Турикешев, А.Р. Усманова, Е.Б. Кратынская // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 1. – С. 58–64. – doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-058-064

6. Pirali Zefrehei, A.R. Applying remote sensing techniques to changes of water body and aquatic plants in Anzali International Wetland (1985–2018) / A.R. Pirali Zefrehei, M. Fallah, A. Hedayati // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 1. – С. 65–72. – doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-065-072

7. Воденеева, Е.Л. Состав и развитие цианобактерий Чебоксарского водохранилища и его притоков / Е.Л. Воденеева, А.Г. Охупкин, П.В. Кулизин, Н.А. Старцева, Е.М. Шарагина, О.О. Бондарев, Т.В. Лаврова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 1. – С. 71–76. – doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-071-076

8. Баженова, О.П. Фитопланктон и экологическое состояние озёр лесной зоны Омского Прииртышья / О.П. Баженова // Сибирский экологический журнал. – 2017. – № 3. – С. 276–286. – doi: 10.15372/SEJ20170305

T.I. Kutyavina, V.V. Rutman, T.Ya. Ashikhmina

SATELLITE DATA AS A TOOL FOR MONITORING THE PROCESSES OF EUTROPHICATION OF RESERVOIRS IN THE KIROV REGION

Vyatka State University

Russia, Kirov

kutyavinati@gmail.com

Abstract: Interpretation of space images from the Sentinel-2 satellite was carried out to identify massive accumulations of phytoplankton in the waters of the four largest reservoirs in the Kirov region. It was noted that for the detection of phytoplankton accumulations in conditions of high color and turbidity of water, the most informative calculation of such spectral indices as NDVI, NDAI, TBDO and NDTI.

Keywords: eutrophication, phytoplankton, cyanobacteria, algae bloom, Sentinel-2, spectral indices.

УДК 626.814:351.792(571.15)

¹*С.В. Макарычев, ²М.А. Мазиров*

**ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕКИ АЛЕЙ
ПОПУСКАМИ ИЗ ГИЛЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В
АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

¹Алтайский ГАУ

Россия, г. Барнаул

Makarychev1949@mail.ru,

²Российский ГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Россия, г. Москва

mazirov@mail.ru

Аннотация. Объектом исследований явились ресурсы талых вод р.Алей в связи с регулированием ее стока. Создание заторов льда во время половодья для затопления речной поймы осуществлялось при одновременном воздействии течения реки и разрушении ледового покрова. Возникающая волна при сбросе заданного количества воды из водохранилища разрушала сплошную толщу льда, который на извилистых участках реки при малых уклонах перегораживал ее русло. Это приводило к резкому увеличению уровня воды и обеспечивало обводнение.

Ключевые слова: водные ресурсы, пойма реки, водохранилище, попуски, сброс, ледяные заторы, регулирование.

Введение

В 1980 году в Алтайском крае было сдано Гилевское водохранилище на реке Алей. Поэтому уже в следующем году

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

возникла необходимость разработки методики его круглогодичной эксплуатации, которая позволила бы рационально использовать водные ресурсы в целях удовлетворения запросов потребителей в воде [1-2]. Для решения этой задачи потребовалось изучение гидрологического состояния р. Алей в целях создания такого режима, который мог обеспечить затопление ее поймы. Первым делом предполагалось за счет попусков талых вод из водохранилища усилить пиковый сброс поступающих вод от малых рек, впадающих в р. Алей максимальными попусками воды из водохранилища. В результате большая часть накопленной воды могла увеличить транзитный русловой сток этой реки. Это дало бы возможность увеличить минимум зимних суточных расходов воды в четыре раза, а летне-осенних в три по сравнению со стоком до создания Гилевского водохранилища. Кроме того, это позволило бы в период межени улучшить состояние водных ресурсов в речной пойме.

Объекты и методы

Объектом исследований явились ресурсы талых вод р.Алей в связи с регулированием стока. С целью определения объемов весенних попусков для подъема уровня полых вод были предусмотрены различные аспекты режима работы Гилевского водохранилища. В работе была использована методика расчета длительного регулирования на основе теоретических обоснований, связанных с закономерностями многолетних колебаний стока [3-4]. В работе использован также графоаналитический метод [5].

Результаты исследований

Для разработки методов рационального использования водных ресурсов региона ежегодно были организованы увеличенные попуски талой воды из водохранилища до начала вскрытия реки, что создало условия для создания заторов льда в русле реки, направленные на резкий подъем воды в целях затопления пойменных земель. Зона затопления в этом случае достигала от 250 до 350 км вдоль реки в зависимости от водности. При этом из-за падения амплитуды полученной волны попуска ниже по течению возможность создания заторов уменьшалась. В итоге площадь обводнения пойменных сельскохозяйственных земель за годы наблюдений с 2003 по 2007 годы в среднем оставляла более 20 тысяч гектаров.

Следует отметить, что в бассейне р. Алей к началу марта в многоводные годы имело место значительное увлажнение почвы перед формированием постоянного снежного покрова. Запасы воды в слое снега достигали 110% от нормы, сумма твердых осадков с ноября по февраль по данным метеостанций превышала норму на 10-15%. Кроме того, толщина льда в реке Алей составляла от 60 до 80 см, а запасы воды в Гилевском водохранилище были равны 230 млн кубометров. При вскрытии р. Алей в верхнем течении у с. Локоть за 10 лет наблюдений с 1998 по 2007 гг. уровень воды составлял около 300 см над нулем графика водомерного поста при расходе $130 \text{ м}^3/\text{с}$.

При сбросе воды из водохранилища в русло р. Алей со льдом при расходе $50 \text{ м}^3/\text{с}$ ее уровень достигал в верхнем течении у с. Локоть 450 см, а в нижнем течении у г. Рубцовска – 460 см над «0». В этой связи предлагалось начинать сброс воды в конце марта расходом $20 \text{ м}^3/\text{с}$, а в первой половине апреля увеличивать его до 200-250 $\text{м}^3/\text{с}$. Такая технология обеспечивала вскрытие льда и его прохождение, исключаящее подтопление населенных пунктов. После окончания ледохода в створе г. Рубцовска это увеличение расходов позволяло поднять уровни воды в реке Алей без заторных явлений, с обводнением пониженных участков поймы. Таким образом, такая технология попусков из водохранилища позволяла поднять уровни воды р. Алей наложить их на боковой приток малых рек, что позволяет обводнить весной пойменные земли.

В маловодные годы гидрометеоусловия в пойме р. Алей характеризовались почвенным увлажнением ниже многолетней нормы, запасы воды составляли около 90% нормы, запасы влаги в снеге равнялись в верхнем течении реки до 70%, а в среднем до 40%. Суммы твердых осадков с ноября по февраль не превышали 80% от нормы, а боковое поступление воды было не более 15 млн кубометров. В этом случае попуски талой воды из водохранилища в целях затопления поймы имели место в течение первых двух декад апреля при максимуме расхода в начале месяца. В результате происходило наложение пика волны сброса на поступление воды из малых рек бассейна.

Расходы талых вод в створе водоподъемной плотины г. Веселоярск в течение максимальных уровней показаны в таблице 1.

Таблица 1. Расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) в створе г. Веселоярска (2007 г.)

Апрель									
Дни	18	19	20	22	24	25	26	27	29
Расход	16	40	100	125	140	135	130	130	130

В 2007 году при больших снежных запасах в верховье реки и малой толщине льда во время попуска талой воды зимне-весенние условия обусловили прохождение половодья в русле Алея. В верхнем течении реки максимум снеготаяния пришёлся на начало третьей декады апреля, когда половодье на притоках завершилось. При этом боковая приточность ниже водохранилища с 18 по 29 апреля не превышала 45 млн. м^3 , поэтому обводнение сельскохозяйственных угодий наблюдалось только на пониженных участках поймы.

Анализируя результаты попусков половодья в зависимости от водности года, мы выделили несколько вариантов сброса талой воды по ее объёму. При водности, составляющей 75% обеспеченности поступление воды в водохранилище составило 350 млн кубометров. Имеющееся наличие в водоеме 200 млн м^3 на начало сброса позволило направить на обводнение поймы до 40 млн кубометров. В этом случае при интенсивном половодье для избежания подтопления г. Рубцовска, расположенного ниже по течению реки, расходы сброса не должны быть выше $150 \text{ м}^3/\text{с}$. При 50-ти процентной обеспеченности водности половодья, количество воды притекающей в водохранилище достигает до 470 млн кубометров, из которых для попуска следует использовать около 200 млн м^3 . Если обеспеченность водности равна 25%, то объем притока достигнет 650 млн м^3 , поэтому для попуска можно израсходовать до 300 млн кубометров накопленной воды.

При среднем и многоводном половодье, т. е. при 50-ти и 20-ти процентах обеспеченности расход воды перед его началом желательно поднять до $100 \text{ м}^3/\text{с}$, что не приведет водохранилище к переполнению и в то же время обеспечит приточность в нижней части поймы до начала половодья. В случае избытка водных ресурсов попуски необходимо регулировать согласно поступающему притоку в водохранилище. В результате, обладая запасом воды к концу зимы того или иного года и имея прогноз начала и водности половодья, следует использовать часть водных ресурсов для сброса в реку для затопления сенокосов и пастбищ, расположенных в речной пойме.

Согласно исследований по тепловому режиму Владимирского ополья можно сделать выводы экстраполируя этими исследованиями [6,7].

Различные варианты методики использования паводковых вод для попусков отрабатывались специалистами гидротехниками в течение десятилетий. Наши исследования подтвердили, что эксплуатация Гилёвского водохранилища дала возможность в значительной степени решить проблемы обводнения пойменных угодий применением форсмажорных сбросов аккумулированной воды попусками в период половодья для создания искусственных заторов льда на расчётных участках реки. Это позволило увеличить подъем уровней талой воды с целью затопления пойменных земель.

Заключение

Процесс искусственного создания заторов льда во время половодья осуществлялся при одновременном воздействии течения реки и разрушении ледового покрытия. Возникающая волна при сбросе заданного количества воды из водохранилища разрушала сплошную толщу льда, который на извилистых участках реки при малых уклонах перегораживал ее русло. Это приводило к резкому увеличению уровня воды и обеспечивало затопление поймы. Последующее поднятие этого уровня разрушало затор и способствовало движению льда вниз по течению, что обуславливало образование новых заторов и процесс обводнения продолжался.

Список цитируемой литературы

1. Мешков, В. В. Гилевское водохранилище и его роль в обводнении поймы р. Алей / В. В. Мешков, С. В. Макарычев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 131 с.
2. Акуленко, Ю. Н. Инженерногидрогеологические условия мелиорации на юге Сибири. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1985. – 128 с.
3. Асарин, А. Е. Применение искусственных рядов притока и испарения для расчета ожидаемых уровней замкнутых водоемов // Гидротехническое строительство. – 1972. – No 8. – С. 10-11.
4. Резниковский, А. Ш. Диспетчерские правила управления режимами водохранилищ / А. Ш. Резниковский, М. И. Рубинштейн. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 104 с.

5. Воропаев, Г. В. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР/ Г. В. Воропаев, Г. Х. Исмаилов, В. М. Федоров. – Москва: Наука, 1984. – 312 с.

6. Arkhangel'skaya T.A., Guber A.K., Mazirov M.A., Prokhorov M.V. The temperature regime of heterogeneous soilscape in Vladimir opol'e region. - Eurasian Soil Science. 2005. T. 38. № 7. С. 734-744.

7. Arkhangel'skaya T.A., Butylkina M.A., Mazirov M.A., Prokhorov M.V. Properties and functioning of arable soils of the paleocryogenic soil complex in the Vladimir opolie region - Eurasian Soil Science. 2007. T. 40. № 3. С. 237-246.

¹*C.V. Makarychev*, ²*M.A. Mazirov*

FEATURES OF REGULATION OF THE FLOW OF THE ALEY RIVER BY RELEASES FROM THE GILEVSKY RESERVOIR IN THE ALTAI TERRITORY

¹Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia,
Makarychev1949@mail.ru

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, mazirov@mail.ru

Abstract. The object of research was the resources of meltwater of the Aley in connection with the regulation of the flow. The creation of ice jams during high water to flood the river floodplain was carried out with the simultaneous impact of the river flow and the destruction of the ice cover. The resulting wave, when a given amount of water was discharged from the reservoir, destroyed a solid layer of ice, which blocked its channel on winding sections of the river at low slopes. This led to a sharp increase in the water level and ensured flooding.

Keywords: water resources, floodplain, reservoir, releases, discharge, ice congestion, regulation.

В.А. Милюткин¹, И.В. Бородулин², Е.А. Агарков²

**«ЛОКАЛЬНОЕ» ОГРАНИЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ
ВОДОРΟΣЛЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
СИТУАЦИИ В ВОДОЕМАХ (РЕКАХ)**

Самарский государственный аграрный университет

Россия, г. Кинель

¹oiapp@mail.ru

ООО «ЭкоВолга»

Россия, г. Самара

²sekret@sam-isp.net

Аннотация: В статье рассматривается ситуация неуправляемого, опасного-кризисного для окружающей среды и человека процесса развития сине-зеленых водорослей - СЗВ в водотоках-реках из-за ограничения их самоочищения в результате снижения скорости движения воды каскадом гидроэлектростанций в урбанизированных регионах. В связи с отсутствием кардинальных способов санитарной очистки водоемов от СЗВ до допустимой концентрации, предлагаются способы и технические средства для их локального сбора в местах активного размножения в прибрежных заливах рек и затонах, что снизит поступление СЗВ в водотоки и улучшит их экологию.

Ключевые слова: экология, сине-зеленые водоросли, донные отложения, утилизация, сапропель.

Введение. Интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду с ее исторически-экологической гармонией, в частности самоочищении водотоков и водоемов от избыточного количества цианобактерий – сине-зеленых водорослей (СЗВ), грозит человечеству кризисными, негативными последствиями. И хотя жизнедеятельность сине-зеленых СЗВ за 3,5 миллиарда лет их существования привела к созданию озонового слоя на планете[1-3], что обеспечило жизнь биологических существ, в том числе и человека, на земле. Сегодня же из-за нарушения человеком экологических норм и правил при развитии научно-технического прогресса, обеспечивающего комфортную жизнь, СЗВ в конечном итоге представляют серьезную угрозу этой жизни, в том числе и водным бассейнам из-за их массового неуправляемого развития

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

конечно же из-за нарушения человеком природных законов, в частности ухудшения самоочищения загрязненных водотоков и водоемов при сбросе в них огромного количества отходов – бытового и промышленного мусора, удобрений. Существенный ущерб нанесли экологии больших рек России, в частности реке Волга, технико-технологические изменения природного установившегося уклада строительством ГЭС. В связи с чем необходимы колоссальные средства и усилия для решения данной экологической проблемы, усугубляющейся также наступающим прогнозируемым глобальным потеплением на планете, что также стимулирует интенсивное, неуправляемое, негативное размножение сине-зеленых водорослей [1-3].

Объекты и методы. Объектом исследований, по рассматриваемой проблеме, является разработка технических средств и технологий для обеспечения допустимого экологического уровня концентрации СЗВ в водотоках и водоемах до не критичных для жизнедеятельности человека параметров. В процессе анализа литературных источников установлено, что полностью избавиться от СЗВ невозможно, да это и нецелесообразно. В тоже время, зная биологию сине-зеленых водорослей и законы их существования, необходимо в дальнейшем соблюдать основные экологические требования для жизненно-важных объектов и по возможности исправлять те нарушения, которые допустило человечество по отношению к окружающей среде, с попыткой все-таки организации условий для управления развитием СЗВ с возможным их эффективным использованием в различных отраслях-сельское хозяйство, медицина, питание и др. Основным методами и техническими средствами для управления развитием циано-бактерий нами рассматриваются создание условий в водных объектах, способствующих контролю за развитием СЗВ и влиянием различными способами на уменьшение их количества при необходимости. Для этого разработано и запатентовано более 20 технических средств, часть из которых прошли экспертную проверку, часть – испытаны.

Результаты и обсуждение. АО «ЭкоВолга», Самарским государственным аграрным университетом с учеными Института экологии Волжского бассейна Российской академии наук, в порядке собственной инициативы, изучаются возможные направления эффективной утилизации СЗВ [4-12]. При этом в первую очередь необходимо констатировать, что видимыми причинами, угрожающими экологии водных объектов, являются их донные

отложения, в которых сохраняются споры СЗВ после их отмирания осенью и появляющиеся весной-летом в больших количествах - особенно в природных водотоках со «слабым» течением воды и водоемах, в том числе и заливах, затоках рек а также быстро развивающиеся «колонии» водорослей – «цветение воды» главным образом в летнее время с учетом нашего климата в значительной концентрации в верхних прогретых слоях открытых водоемов и водотоках.

Донные отложения необходимо утилизировать для сельского хозяйства в качестве органических удобрений – сапропеля. Для этого нами предлагаются использование зем-снаряда, в частности малогабаритный земснаряд «Крот» (рис.1а), однако предлагаются и другие, запатентованными нами технические средства (рис.2б,в) для других технологий [4-5].

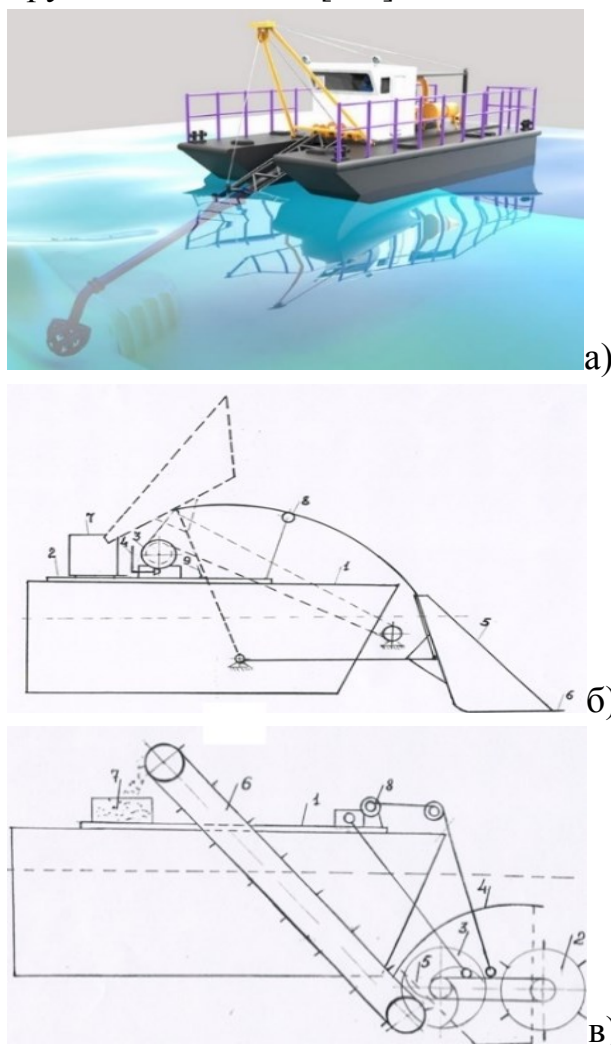


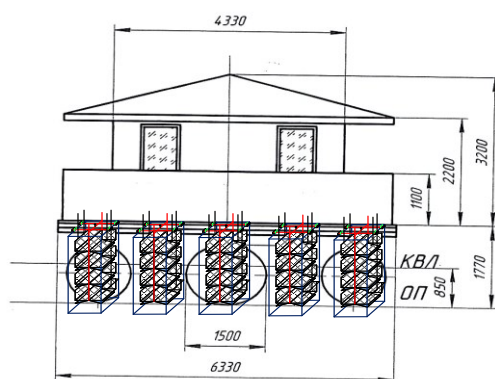
Рисунок 1. Устройства для сбора донных отложений: а) земснаряд «Крот»; б) устройство для очистки водоемов от донных отложений (пат.у.№2614877), в) устройство для сбора донных отложений в водоемах (пат.п.м.№175422)

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Применение изобретения АО «ЭкоВолга»: «Устройство для очистки водоёмов от донных отложений: пат. 2614877» возможно только при спуске воды из водоема, а «Устройство для сбора донных отложений в водоемах: пат. п.м. 175422» возможно применять и при наличии воды в водоеме, а также в водотоках [5]. Для сбора сине-зеленых водорослей с водной поверхности (СЗВ развиваются в основном на глубине до 1м от поверхности воды) водоема или водотока нами предлагаются различные технологии и технические средства в зависимости от состояния водорослей и задач по их утилизации и все предложенные устройства запатентованы [6-12]. Разработанные устройства при сборе сине-зеленых водорослей по разным технологиям имеют разные конструкции, что дает возможность для широкого их выбора с целью определения наиболее эффективного. В принципе решение экологической программы по СЗВ будет решаться при экономическом обоснований их использования в народном хозяйстве. Нами, из многих направлений, предлагается подготовка водного объекта, в частности заливов рек (р.Волга) путем их очистки от СЗВ и разведения аквакультуры. Для этого АО «ЭкоВолга» разработала специальный лабораторный комплекс с системой круглогодичного разведения раков в «Дебаркадере» (рис.2), в котором также устанавливалось специальное оборудование-фильтры (рис.3) для очистки воды от СЗВ с их дальнейшей утилизацией по различным технологиям (органические удобрения, биотопливо III поколения, БАДы) [2-3].



а)



б)

Рисунок 2. Дебаркадер ООО «ЭОВОЛГА» для исследовательских работ (а); размещение клеток для производства аквакультуры – раков

Для очистки воды от СЗВ и их утилизации на дебаркадере установлен специально созданный АО «ЭкоВолга» фильтр сборник (рисунок 3).

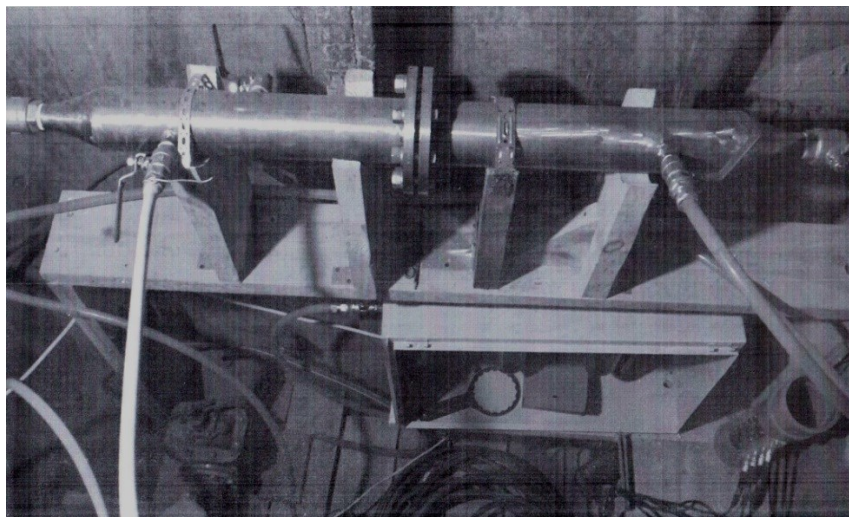


Рисунок 3. Фильтр сборник – сине-зеленых водорослей на основе обратного осмоса

Испытание установки показало, что в течении 2-х суток (дневное время) из зоны дебаркадера были удалены практически все сине-зеленые водоросли и водная растительность, вода могла быть использована для технических целей, а концентрат сине-зеленых водорослей был собран в специальном контейнере для получения биотоплива 3-го поколения.

Список цитируемой литературы

1. Петров, Ю. Е. Синезелёные водоросли. / Ю. Е. Петров.- Сафлор-Соан.-М.: Советская энциклопедия, 1976.-(Большая советская энциклопедия : [в 30 т.]/гл.ред.А.М.Прохоров;1969-1978. т. 23.
2. Милюткин, В.А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме/ В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С. П. Симченкова и др./ В сборнике: Новые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. 2014. – С. 79.

3. Милюткин, В.А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорос-лями/ В.А.Милюткин, Г.В.Кнурова, С.П. Симченкова и др./ В сборнике: Новые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, тех-нике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального обра-зования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. – 2014. – С. 83.

4. Пат. № 2614877 Рос. Федерация: МПК E02B 15/00. Устройство для очистки водоёмов от донных отложений / И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО«Эко- Волга». – заяв. № 2015131618; заявл. 28.12.2015; опубл. 30.03.2017.

5. Пат. на полезную модель № 175462 U1 Рос. Федерация: МПК E02B 15/00.Устройство для сбора донных отложений в водоемах / И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков; заявитель и патентообладатель ООО «ЭКОВОЛГА». – заяв. №2015128821; заявл. 15.07.2015; опубл. 06.12. 2017.

6. Пат. № 2612445, Рос. Федерация, МПК А 01D 44/00. Самоходный, авто-номно-действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Н.Ф. Стребков; заявитель и патентооблада-тель ООО «ЭкоВолга».-№ 2016107549; заявл.01.03.2016; опубл. 09.03.2017.

7. Пат. № 2596017 Рос. Федерация: МПК E 02B 15/04. Агрегат для очистки водоемов от водорослей /В.А. Милюткин , Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов, И.В. Бородулин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».- заяв. № 2015120313; заявл. 28.05.2015; опубл. 27.08.2016.

8. Пат. № 2551172, Рос. Федерация, МПК E 02 В 15/04 Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, Н.Ф. Стреб-ков, И.В. Бородулин, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО «Эко Волга». –заяв. № 2014102809/13; заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015.

9. Пат. № 2548075, Российская Федерация, МПК С 02 F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата/ В. А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга».-заяв. № 2013128808; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015.

10. Пат. №2608495, Российская Федерация, МПК А 04 G 7/02. Способ утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ/И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, С.А. Панкеев ; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга».-заяв. №2015132501; заявл. 04.08.2015; опубл. 18.01.2017.

V.A. Milyutkin¹, I.V. Borodulin², E.A. Agarkov²

“LOCAL” LIMITATION OF BLUE-GREEN ALGAE DEVELOPMENT TO IMPROVE THE ECOLOGICAL SITUATION IN RESERVOIRS (RIVERS)

Samara State Agrarian University

Russia, Kinel

¹oiapp@mail.ru

EcoVolga LLC

Russia, Samara

²sekret@sam-isp.net

Abstract: The article examines the situation of an uncontrollable, dangerous-crisis-for-the-environment-and-human process of development of blue-green algae - SWA in watercourses and rivers due to the limitation of their self-purification as a result of a decrease in the speed of water movement by a cascade of hydroelectric power stations in urbanized regions. Due to the lack of radical methods for sanitary cleaning of water bodies from PWS to an acceptable concentration, methods and technical means are proposed for their local collection in places of active reproduction in coastal river bays and backwaters, which will reduce the flow of PWS into watercourses and improve their ecology.

Key words: ecology, blue-green algae, bottom sediments, recycling, sapropel

Милюткин В.А.¹, Бородулин И.В.², Азарков Е.А.², Толпекин С.А.¹

**РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В
ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ С ЭФФЕКТИВНЫМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

Самарский ГАУ

Россия, г. Самара

¹oiapp@mail.ru

ООО «ЭкоВолга»

²sekret@sam-isp.net

Аннотация: В статье представлены научно-обоснованные технологии экологизации водных бассейнов от сине-зеленых водорослей по различным технологиям с помощью запатентованных технических средств по их сбору, переработки в биотопливо III поколения, БАДы, удобрения с одновременной очисткой воды от водорослей и дна от ила и донных отложений.

Ключевые слова: водоемы, экология, СЗВ, сбор, переработка, техеология

Объединение и положительно-обобщающие, комплексные решения с экономической, экологической и социальной эффективностями проблем [1-2], улучшающих жизнь человека - являются актуальными и перспективными. В частности, Самарский государственный аграрный университет – Самарский ГАУ с ООО «ЭкоВолга» (г.Самара), решая задачу использования исторически прогрессивного природного явления возникновения и существования СЗВ -сине-зеленых водорослей, населяющих планету более 3 млрд. лет с созданием необходимой для жизни на земле – озоновой атмосферы и проявляющегося в водоемах и водотоках отрицательного явления - «цветение» воды, вредным для экологии - аналитически, экспертно и экспериментально рассматривают некоторые направления решения данной проблемы с разработкой заключений и патентов на изобретения[3-8]. Экологические нарушения водных объектов представляются "цветением" воды и при определенных концентрациях СЗВ водоемы относятся к объектам со стихийным бедствием, так как вода в них становится почти не пригодной для использования. При это увеличиваются также вторичное загрязнение и заиление водоема, накапливание донных отложений со спорами СЗВ

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

и биомасса водорослей может достигать больших величин (от 200 г/м³ до 450-500 г/м³), причем среди сине-зеленых очень мало таких видов, которые употреблялись бы другими организмами в пищу, а для человека они просто опасны. Естественно необходимо принимать меры по ограничению развития СЗВ и наукой предлагается большое количество таких решений: механические, химические, биологические. Однако до сих пор не найдено абсолютно надежных со 100% успехом решение. То есть, принимая значимость проблемы, без национальных (также в Российской Федерации) и международных программ экологических решений по снижению негативного действия СЗВ на природу и человека невозможно стратегическое решение, в тоже время необходимы тактические шаги-это проведение поиска с оценкой всех возможных идей для внедрения, чтобы при складывающейся предельно сложной для человека ситуации по экологии по СЗВ были готовые решения. При этом необходимо понять главное, что только действия к обеспечению в водоемах и водотоках нормальной экологии при наличии СЗВ-концентрация ниже предельно-допустимой невозможны, так как процесс очень сложный и дорогой, учитывая огромные параметры открытых водных поверхностей. Необходимо проводить экологические мероприятия с высокой экономикой. То есть если собираются СЗВ и донные отложения со спорами СЗВ, то они должны перерабатываться или в биотопливо III поколения, или-в пищевые высокоэффективные добавки к питанию человека и животных-БАДы, или высокопродуктивные удобрения-для АПК, или для улучшения экологической ситуации за счет утилизации водорослями углекислого и угарного газов при тепловом их сжигании и т.д. В частности нами (Самарский ГАУ и ООО «Эко Волга») изучаются механическое, химическое и биологическое управление развитием СЗВ, восстанавливая экологию с их эффективным применением в народном хозяйстве за счет технических предложений, защищенных более двадцати патентами на изобретения по направлениям экологических работ: 1.Разработка технологий и средств механизации для сбора СЗВ [1-6]; 2.Разработка технологий и оборудования для эффективной утилизации СЗВ по различным направлениям в зависимости от вида водорослей: а) сбор наиболее опасных для человека и животных цианобактерий [3-6] с переработкой по специальным технологиям и на специальных технических средствах в биогаз [1-2], биотоплива III поколения [8-9] и органические удобрения [1-2]; б) сбор и

аккумуляция с возможной сушкой спироуины и хлореллы – с полезными для человека свойствами для производства продуктов питания и развитием кормовой базы для аквакультуры [3-6]. Технологические схемы запатентованных технических средств для сбора и заготовки сине-зеленых водорослей для экологически-благоприятной обстановке в водоемах и водотоках представлены на рисунке 1. Также нами разработаны технологии и технические средства [8-9], позволяющие решать общие проблемы экологии окружающего воздуха, в частности использовать топочные газы с CO_2 и CO , стимулирующие глобальное потепление. По нами разработанной технологии [7-8] с помощью запатентованного устройства углекислый и угарный газ с углеродом С используется для ускорения роста СЗВ в специальных биореакторах с дальнейшим использованием их на различные направления утилизации.

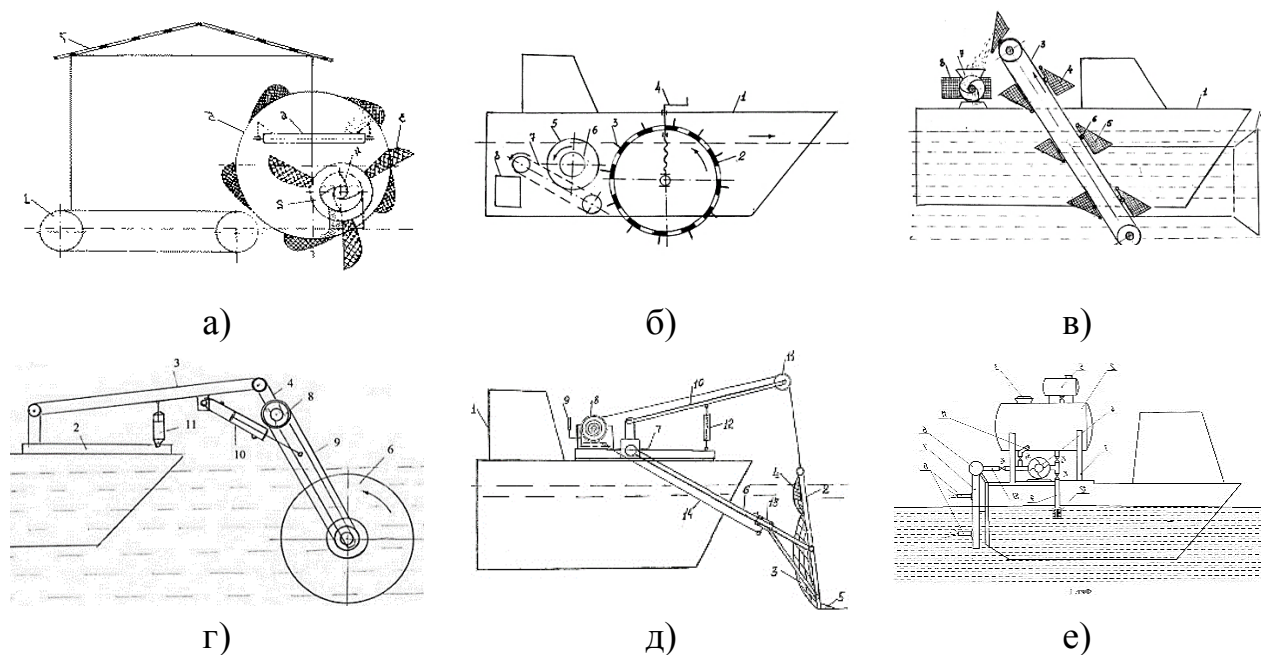


Рисунок 1. Технические средства для сбора и переработки СЗВ;
патенты: а)2612445, б)2596017, в)2582365, г)2555896, д)2551172,
е)2548075

Таким образом простой сбор СЗВ не ограничивает их развития, так как в конце лета водоросли отмирают и накапливаются в донных отложениях с цикличным восстановлением из спор в теплый период на следующий год. В связи с чем, нами разработаны технологии и технические средства для сбора донных отложений и очистки водоемов и водотоков [11].

Выводы

В целом комплексное решение экологической проблемы утилизации СЗВ при чрезмерном и неуправляемом развитии СЗВ в водоемах и водотоках от различного рода отходов, содержащих вещества-фосфаты, стимулирующие развитие водорослей, за счет их механического сбора и дальнейшего использования в различных областях народного хозяйства, является не глобальным, но очень жизненно важным и эффективным мероприятием.

Список цитируемой литературы

1. Милюткин, В.А., Симченкова, С.П., Кнурова, Г.В. и др. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями/ В.А.Милюткин, Г.В.Кнурова, С.П. Симченкова и др.// В сборнике: Новые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. - 2014.-С. 83.(49)

2. Милюткин, В.А., Кнурова, Г.В., Симченкова, С.П. и др. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме/ В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова и др.// В сборнике: Новые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. 2014. - С. 79.(49)

3. Пат. № 2612445, Российская Федерация, МПК А 01D 44/00. Самоходный, автономно-действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Н.Ф. Стребков; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». - № 2016107549; заявл. 01.03.2016; опубл. 09.03.2017. (24)

4. Пат. № 2582365, Российская Федерация, МПК E02B 15/10. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей/В.А.Милюткин, Н.Ф.Стребков, И.В.Бородулин; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2014131847; заявл. 31.07.2014; опубл. 27.4.2016.(55)

5. Пат. № 2596017, Российская Федерация, МПК E02B15/00. Агрегат для очистки водоемов от водорослей/В.А.Милюткин, Н.Ф. Стребков, Д.Н.Котов, И.В.Бородулин; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». - № 2015120313; заявл. 28.05.2015; опубл. 27. 08. 2016.(53)

6. Пат. № 2555896, Российская Федерация, МПК C02F/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А.Милюткин, Н.Ф.Стребков, И. В.Бородулин; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2014106482; заявл. 20.02.2014; опубл. 10.07.2015.(59)

7. Пат. № 2608495, Российская Федерация, МПК A01G7/02. Способ утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ /И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, С.А. Панкеев; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». - № 2015132501; заявл. 04.08. 2015; опубл.18.01.2017. (48)

8. Пат. № 2599436, Российская Федерация, МПК C 12 M 1/04. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ/И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, С. А. Панкеев; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2015132504; заявл. 10.10.2016; опубл. 25.07.2017. (52)

9. Пат. № 2548075, Российская Федерация, МПК C 02 F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата/В.А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2013128808; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015.(51)

10. Пат. на полезную модель № 175462, Российская Федерация, МПК. E 02B 15/00. Устройство для сбора донных отложений в водоемах / И. В. Бородулин, В. А. Милюткин, З. П. Антонова, Н. Ф.

Стребков; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2015128821, заявл.15.07.2015; опубл. 06.12.2017.(13)

Milyutkin V.A.¹, Borodulin I.V.², Agarkov E.A.², Tolpekin S.A.¹

**SOLVING ECOLOGICAL AND ENERGY PROBLEMS IN
RESERVOIRS AND WATERCOURSES WITH THE EFFECTIVE
USE OF BLUE-GREEN ALGAE**

Samara GAU

Russia, Samara

¹oiapp@mail.ru

EkoVolga LLC

²sekret@sam-isp.net)

Abstract: The article presents scientifically based technologies for the ecologization of water basins from blue-green algae by various technologies using patented technical means for their collection, conversion into biofuels of the third generation, dietary supplements, fertilizers with simultaneous purification of water from algae and the bottom from silt and bottom sediments.

Keywords: reservoirs, ecology, SRV, collection, processing, technology

А.А. Поворов, А.С.Сенатов

**ОПЫТ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ,
КАРЬЕРНЫХ, ПЛАСТОВЫХ, ПОДОТВАЛЬНЫХ ВОД И
ХВОСТОХРАНИЛИЩ ПРЕДПРИЯТИЙ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО И ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСОВ**

ООО «Баромембранная технология»

Россия, г. Владимир

Vladimir@vladbmt.ru

Аннотация: разработка технологий и внедрение оборудования для очистки шахтных, карьерных, пластовых, подотвальных вод, а так же высокоминерализованных вод хвостохранилищ, образующихся процессах выработки пластов горных пород полезных ископаемых и

при работе обогатительных фабрик от различных групп химических соединений.

Ключевые слова: шахтные, карьерные, пластовые, подотвальные воды, высокоминерализованные воды хвостохранилищ, ликвидация накопленного экологического ущерба

Одним из направлений современной деятельности компании является сотрудничество с предприятиями горнодобывающего и горнообогатительного комплексов. Учитывая природу образования вод и широкий спектр загрязняющих веществ, нами разрабатываются индивидуальные технологические решения для каждого объекта с целью достижения предельно допустимых концентраций на сброс в объекты рыбохозяйственного назначения. Как правило, указанные сточные воды имеют повышенные значения концентраций следующих групп химических соединений: 1. Взвешенные вещества, которые представляют собой микрочастицы добываемой породы (каменный уголь, песок, руды цветных металлов); 2. Соединения азотной группы (азот аммонийный и азот нитритный); 3. Нефтепродукты, находящиеся в эмульгированной и растворённой формах; 4. Ионы цветных металлов - медь, цинк, марганец, никель, алюминий; реже – кадмий, кобальт, хром, ванадий, вольфрам; 5. Минерализация (общее солесодержание); 6. Цианидно – роданидные соединения.

Вторым крупным направлением деятельности являются работы по ликвидации накопленного экологического ущерба от полигонов жидких промышленных отходов, которые помимо высоких содержаний минеральных солей и тяжёлых металлов содержат высокомолекулярные ароматические и алифатические углеводороды, в частности фенол, трихлорэтилен, четыреххлористый углерод, полихлорированные бифенилы и ещё более 100 других органических соединений.



Рисунок 1. Хвостохранилище горно-обогатительной фабрики

Технические решения по очистке сточных вод содержат специально разработанные физико-химические методы, электрохимические методы, мембранные технологии, селективные ионообменные смолы и адсорбенты, энергосберегающие выпарные технологии. Все это позволяет достичь нормативов качества воды, утверждённых Приказом Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 для сброса в поверхностный водоем рыбохозяйственного значения.

Предлагаемые технологии позволяют обеспечить работу водоочистного оборудования, при которой не будут образовываться какие-либо побочные трудно утилизируемые твёрдые отходы. Комплекс специально разработанных технологических решений позволит получать нетоксичный, безопасный для окружающей среды минеральный геокомпозит – грунт адаптивный минеральный, пригодный в качестве строительного материала в виде рекультивационных смесей для создания грунтовых массивов и использоваться опять же в строительных работах при обратной засыпке карьеров, котлованов, карт в регионе эксплуатации оборудования.

Эффективность разработанных технологических решений была подтверждена в процессе опытно – промышленных испытаний, качество очищенной воды подтверждено аккредитованными аналитическими лабораториями ЦЛАТИ и Роса, а безопасность полученного геокомпозитного продукта подтверждена методами биотестирования, проведёнными так же в аккредитованных исследовательских центрах.

Компания ООО «БМТ» готова предложить потенциальным партнёрам весь комплекс услуг, включая научно исследовательские разработки и опытно – промышленные испытания технологии водоочистки, проектирование, сопровождение проектов в органах государственной экспертизы, изготовление, доставка, монтажные и пусконаладочные работы.

A.A. Povorov, A.S.Senatov

**EXPERIENCE IN THE FIELD OF MINE, QUARRY, RESERVOIR,
SUB-BASEMENT WATERS TRATMENT AND TAILINGS DUMPS
OF MINING AND PROCESSING COMPLEXES**

LLC "Baromembrane technology"

Russia, Vladimir

Vladimir@vladbmt.ru

Abstract: technologies development and equipment manufacturing for mine, quarry, reservoir, sub-basement water treatment, as well as removal of various groups of chemical compounds from highly mineralized waters of tailings ponds, formed during the mineral rock formation excavations and during the processing plants operation.

Keywords: mine, quarry, reservoir, subsurface waters, highly mineralized waters of tailings dumps, elimination of accumulated environmental damage.

УДК 504.546

Н.Н. Роева, Д.А. Зайцев, Р.А. Орловский, Е.Б. Мурачев,

Н.С. Воронич, С.А. Потапов, Р.О. Яковлюк

**ОЦЕНКА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И
ИНГРЕДИЕНТОВ РЕКИ КОЛОМЕНКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ГИДРОМОНИТОРИНГА**

Российский биотехнологический университет

Россия, г. Москва

roeva@mgupp.ru, s-v80@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье авторами была предпринята попытка изучения сезонной динамики тяжелых металлов, а также

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

других показателей в реке Коломенка. Показана зависимость изменений концентраций загрязняющих веществ в периоды осеннего паводка, весеннего половодья и летней межени.

Ключевые слова. Химические ингредиенты, отбор проб, консервация. Тяжелые металлы, фенол, БПК

Река Коломенка протекает в Московской области и является правым притоком реки Москвы. Ее длина составляет 51 км, ширина колеблется в пределах от 4 до 20 м, течет она в основном по безлесной местности и в черте города Коломны впадает в реку Москву.

Воды реки Коломенки относятся к гидрокарбонатному классу и характеризуются многообразием химических ингредиентов, определяющих их микроэлементный и макроэлементный составы (см. табл. 1).

Таблица 1. Характеристика и состав водного образца реки Коломенка

№ п/п	Показатель	ПДК, мг/л	Содержание в водном образце, мг/л
1	pH	6-8	7,0
2	Взвешенные вещества	20	32,0
3	Сухой остаток	1000	175,0
4	Растворенный кислород	6	8,0
5	Азот аммонийный	0,4	0,32
6	Азот нитритов	0,02	0,39
7	Азот нитратов	9,1	0,86
8	Фосфаты	0,6	0,30
9	Хлориды	300	16,0
10	Сульфаты	100	2,0
11	Фториды	0,75	0,20
12	Щелочность	-	80,0
13	Калий	50	5,0
14	Натрий	120	9,0
15	Кальций	180	34,0
16	Магний	40	13,0
17	Жесткость	-	3,0 мг-экв/л
18	Нефтепродукты	0,05	0,04
19	СПАВ	0,5	0,20

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА

С целью определения токсичных элементов в зависимости от гидрологического режима авторами в 2021-2023 гг проводились наблюдения за состоянием поверхностной воды реки Коломенка. Пробоотбор водных образцов осуществлялся в период осеннего паводка, весеннего половодья и летней межени в соответствии с ГОСТ 59024-2020 «Общие требования к отбору проб». Для консервации исследуемых проб использовалась концентрированная азотная кислота [1-3].

Точка отбора проб выбиралась в соответствии с РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» [4].

Результаты авторских исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Органолептические и физико-химические показатели водных образцов, отобранных из реки Коломенка

Показатель	Результаты исследований, мг/л			Допустимы е уровни, мг/л	Погрешност ь
	во время весеннего половодья	во время летней межени	во время осеннего паводка		
Цветность (в градусах)	15	15	15	35	2,5
Запах (в баллах)	0	0	0	2	-
Fe	0,76	0,76	0,76	0,3	0,174
Mn	0,2	0,2	0,2	0,1	0,14
Mo	0,0021	0,0021	0,0021	0,25	-
As	0,004	0,004	0,004	0,05	-
Pb	0,006	0,006	0,006	0,03	0,004
Cr ⁺⁶	0,005	0,005	0,005	0,05	-
Cr ⁺³	0,009	0,009	0,009	0,05	-

Значение pH водных образцов реки Коломенка в течение 2021-2023 гг. изменялось в пределах 6-8, среднее значение величины pH составило 7. Содержание растворенных веществ по сухому остатку в среднем за год составило 175 мг/л, а содержание органических соединений по БПК₅ 0,22-0,26 мг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах от 0,08-0,085 мг/л в период весеннего половодья до 0,72-0,75 мг/л (1,8 ПДК) в период осеннего паводка. В среднем за год она составляла 0,32 мг/л (0,8 ПДК).

Концентрация нитритного азота колебалась в пределах 0,011-0,012 мг/л в период весеннего половодья до 0,12-0,14 мг/л (7 ПДК) в период летней межени, составляя в среднем 0,39 мг/л (2 ПДК); нитратного азота от 0,32 мг/л в период летней межени, до 1,68 мг/л в период весеннего паводка. Средняя годовая концентрация азота составила 0,86, что составило (0,1 ПДК).

Концентрация фосфатов изменялась от 0,08-0,1 мг/л в период весеннего паводка до 0,6-0,7 мг/л (1,2 ПДК) в период осеннего паводка. В среднем составило 0,3 мг/л (0,4 ПДК).

Содержание фенолов в течение всего года превышало предельно допустимую концентрацию в 5 раз. Минимальная их концентрация наблюдалась в период осеннего паводка и весеннего половодья. А максимальная в период летней межени. Высокое содержание фенолов в этот период связано, по-видимому, с процессом «цветения» воды в реке Коломна, а также с нестабильной подачей воды. Средняя концентрация фенолов составляла 0,005 мг/л (5 ПДК).

Таким образом, как видно из представленных данных наибольшие концентрации токсичных веществ были отмечены в исследуемых водных образцах в период осеннего паводка, а наименьшие в период – летней межени, за исключением содержания фенолов.

Список цитируемой литературы

1. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. – 245 с.
2. Роева Н. Н., Воронич С. С., Орловская О. А., Зайцев Д. А., Володькина Ю. А., Пахомов Д.Е. Изучение химического состава подземных и поверхностных вод урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии, 2015, №3, с. 234-238.
3. Воронич С.С, Роева Н.Н., Баранов А.Н., Орловская О.А., Володькина Ю.А., Шадская Ю.С. О значении пробоотбора в количественном химическом анализе объектов окружающей природной среды. Часть 1. Природная вода // Экологические системы и приборы, 2014, №6, с.3-12.
4. Роева Н.Н., Воронич С.С., Лакоза О.Н., Орловская О.А., Чернобровина А.Г., Зайцев Д.А., Фирсов В.В., Пахомов Д.Е. Об

особенности миграции меди, кадмия и железа в водных экосистемах // Экологические системы и приборы, 2016, №9, с.3-10.

N.N. Roeva, D.A. Zaitsev, R.A. Orlovsky, E. B. Murachev,

N.S. Voronich, S.A. Potapov, R.O. Yakovlyuk

**EVALUATION OF CONTROLLED INDICATORS AND
INGREDIENTS OF THE KOLOMENKA RIVER ON THE BASIS
OF HYDROMONITORING DATA**

Russian Biotechnological University

Russia, Moscow

roeva@mgupp.ru, s-v80@mail.ru

Annotation. In this article, the authors attempted to study the seasonal dynamics of metal detection, as well as other indicators in the Kolomenka River. Indicators of susceptibility to changes in pollutant concentrations during periods of autumn flood, spring flood and summer low water.

Keywords. Chemical ingredients, sampling, preservation, heavy metals, phenol, BPK.

УДК 504.546

Н.Н. Роева, И.А. Зайцева, С.С. Воронич, О.А. Зайцева, Р.О. Яковлюк

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Российский биотехнологический университет»

Россия, г. Москва

roeva@mgupp.ru, s-v80@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты атомно-абсорбционного определения кобальта в природных водах Калужской области. Установлено, что содержание кобальта в исследуемых водных образцах не превышает его ПДК.

Ключевые слова. Тяжелые металлы, кобальт, природные воды, атомно-абсорбционная спектрометрия, концентрирование

Кобальт относится к нормируемым элементам природных вод, его ПДК в воде составляет 0,1 мг/л, а основными его источниками

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

поступления служат сточные воды гальванических цехов, недостаточно очищенные канализационные воды, стоки промышленных предприятий и поверхностный сток с территории города. Кроме того, он входит в состав удобрений и пестицидов и может попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий [1-3].

Высокая потенциальная канцерогенность этого элемента и комплексообразующая способность, а также высокая миграционная способность определяют необходимость его экспрессного аналитического контроля в природных объектах.

Целью данной работы являлось проведение мониторинга природных вод Калужской области с целью определения в них валового содержания кобальта и прогнозирования динамики накопления его в них. В настоящее время в аналитической практике для определения кобальта в природных водах применяют в основном физико-химические методы, позволяющие определять валовое содержание этого элемента. Среди этих методов наиболее перспективным является атомно-абсорбционный с беспламенной атомизацией, поскольку он обладает достаточно высокой чувствительностью и точностью, а также хорошей воспроизводимостью получаемых аналитических данных.

Именно этот метод был использован авторами в данной работе в качестве базового. В качестве объектов исследования были выбраны следующие реки Калужской области: Ока, Лужа и Нара, отбор проб из которых осуществлялся в различные гидрологические режимы (осеннего паводка и весеннего половодья). Консервация проб осуществлялась посредством добавления в них концентрированной азотной кислоты. Для определения кобальта в водных образцах, отобранных в фоновых районах Калужской области, нами было проведено концентрирование этого элемента с применением хелатообразующего сорбента ПОЛИОРГСа-VII М. Концентрирование предусматривало три стадии: модификацию сорбента, подготовка его к концентрированию и проведение самого концентрирования.

Модификацию сорбента осуществляли следующим образом: в круглодонную колбу вместимостью 500 см³ помещали 10 г сорбента и 250 см³ 6 М раствора NaOH. Модификацию проводили на глицериновой бане, постоянство температуры (82 °С) которой поддерживали с помощью латра в течение 50 минут и заканчивали, когда температура в колбе с реакционной смесью достигала 92 °С.

При этом наблюдалось изменение окраски сорбента из желтой в красно-оранжевую. Затем, 0,5 г сорбента ПОЛИОРГС-VII помещали в стакан, прибавляли 20 см³ дистиллированной воды и выдерживали 5-10 минут для набухания. Затем в колонку диаметром 1 см помещали набухший сорбент небольшими порциями и уплотняли его стеклянной палочкой так, чтобы высота слоя составила 2-4 см. Очистку сорбента от возможных загрязнений проводили 25 см³ 2 М раствора HCl, пропуская ее со скоростью 2 мл/мин. Затем сорбент переводили в OH – форму 25 см³ 0,1 М раствора NaOH, приготовленного из 50% раствора NaOH. После этого сорбент промывали 500 см³ дистиллированной воды со скоростью 15 мл/мин до pH=7.

Концентрирование кобальта в исследуемых образцах осуществлялось следующим образом: 1 дм³ анализируемой пробы с pH=7 пропускали через слой сорбента 10 мл/мин. После этого колонку промывали 25 см³ дистиллированной воды и проводили элюирование 25 см³ 2 М раствора HNO₃ со скоростью 1 мл/мин. Элюат собирали в мерную колбу вместимостью 25 см³, которую в дальнейшем анализировали атомно-абсорбционным методом. После десорбции сорбент промывали 25 см³ дистиллированной воды и переводили в OH – форму 25 см³ 0,1 М раствора NaOH, после чего колонку промывали 300 см³ дистиллированной воды со скоростью 10 мл/мин до pH=7-8. Сорбент использовали в 5-ти циклах, проводя соответствующую регенерацию.

Измерение кобальта в водных образцах проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы «Grun» с эффектом Зеемана в графитовой кювете. Для калибровки прибора использовали стандартный эталонный раствор ГСОПМ-17, запаянный в ампулах с концентрацией кобальта в нем, равной 500 мкг/мл. Затем готовили серию рабочих стандартных растворов кобальта с концентрацией 0,5 мкг/мл, помещая в колбу вместимостью 100 мл 0,1 мл стандартного эталонного раствора ГСОПМ-17 и добавляли к нему до метки 1%-ный раствор азотной кислоты. Была использована серия эталонных рабочих стандартных растворов объемом 0,01 мл, которые последовательно вводили микропипеткой в графитовую кювету, подвергали атомизации и измеряли величину абсорбции растворов кобальта при $\lambda=240,7$ нм [1-3].

Измеряемую концентрацию кобальта в растворах определяли по градуировочному графику.

Результаты атомного-абсорбционного и сорбционно-атомно-абсорбционно определения кобальта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты сорбционно-атомно-абсорбционного определения кобальта (n=5, P=0,95)

№	Место отбора проб.	Содержание кобальта (мкг/л)	
		Период осеннего паводка	Период весеннего половодья
1	Р. Ока	0,028	0,052
2	Р. Лужа	0,002	0,005
3	Р. Нара	0,008	0,024

Как видно из представленных данных, содержание кобальта в исследуемых водных образцах Калужской области не превышает установленное значение ПДК в воде для этого элемента.

Список цитируемой литературы

1. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. – 245 с.
2. Роева Н.Н., Мешалкин Л.В., Кривов С.И. Геохимия и геофизика биосферы. – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2010. – 642 с.
3. Роева Н.Н., Воронич С.С., Лакоза О.Н., Орловская О.А., Чернобровина А.Г., Зайцев Д.А., Фирсов В.В., Пахомов Д.Е. Особенности миграции меди, кадмия и железа в водных экосистемах // Экологические системы и приборы, 2016, №9, с.3-10.

N.N. Roeva, I.A. Zaitseva, S.S. Voronich, O.A. Zaitseva, R.O. Yakovlyuk

DETERMINATION OF COBALT IN NATURAL WATERS

Russian Biotechnological University

Russia, Moscow

roeva@mgupp.ru , s-v80@mail.ru

Annotation. The article presents the results of atomic absorption determination of cobalt in the natural waters of the Kaluga region. It was found that the cobalt content in the studied water samples does not exceed its MPC.

Keywords. Heavy metals, cobalt, natural waters, atomic absorption spectrometry, concentration

Н.Н. Роева, Б.А. Зачернюк, И.А. Зайцева, Е.Н. Соловьева,

О.А. Зайцева, С.А. Потапов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАДМИЯ И ЦИНКА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ
МЕТОДОМ ПЛАМЕННОЙ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ
СПЕКТРОМЕТРИИ**

Российский биотехнологический университет

Россия, Москва

roeva@mgupp.ru, s-v80@mail.ru

Аннотация. Кадмий и цинк относятся к токсичным поллютантам объектов окружающей среды. Исключение не составляют и природные воды. Поскольку в избыточных концентрациях эти элементы обладают достаточно высокой токсичностью, эффективностью накопления и продолжительностью жизни в природных водах, то важным представляется экспрессный аналитический контроль содержания этих элементов, о чем и говорится в представленной статье.

Ключевые слова. Кадмий, цинк, тяжелые металлы, отбор проб, загрязнения, атомно-абсорбционная спектроскопия

Кадмий – очень токсичный металл. Избыточное поступление кадмия в организм может приводить к анемии, поражению печени, кардиопатии, эмфиземе легких, остеопорозу, деформации скелета, развитию гипертонии. Избыток кадмия вызывает и усиливает дефицит Zn и Se. Воздействие на протяжении продолжительного времени может вызывать поражение почек и легких, ослабление костей.

Цинк – один из важных биологически активных элементов, который входит в состав многих ферментов, участвующих в белковом обмене, а также в состав гормона инсулина. Однако растворённые в воде различные цинковые соединения, особенно сульфаты и хлориды, способны вызвать тяжёлые отравления и серьёзные проблемы со здоровьем у человека, при котором могут возникать металлический или сладковатый привкус во рту, тошнота, рвота, диарея, дыхательная недостаточность, эрозия слизистой желудка, судороги, фиброзы поджелудочной железы и т.д.

Среди существующих методов анализа кадмия и цинка одним из наиболее перспективных является метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии, обладающий достаточно высокой

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

чувствительностью, требуемой избирательностью и хорошей воспроизводимостью получаемых аналитических данных [1-3].

Ввиду этого, данный метод анализа был выбран авторами в качестве базового метода определения кадмия и цинка в водных образцах, отобранных из реки Коломенки.

Метод пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии был основан на кислотной обработке воды (минерализации) с последующим атомно-абсорбционным определением концентраций кадмия и цинка в минерализаторе.

Погрешность результатов анализа с доверительной вероятностью $P=0,95$ не превышала значений, рассчитанных по соотношениям, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Нормы погрешностей определений

Контролируемые элементы	Поддиапазоны измеряемых массовых концентраций ионов, мкг/дм ³	Погрешность, %
Кадмий	От 0,1 до 1,0 включ.	50
	Св. 1,0 до 500 включ.	25
Цинк	Св. 10,0 до 100 включ.	25
	Св. 100	15

Аналитические условия определения кадмия и цинка в исследуемых водных образцах представлены в таблице 2.

Таблица 2. Аналитические условия определения кадмия и цинка в исследуемых водных образцах (спектральная ширина щели – 0,25 нм, постоянная времени – 5 с)

Металл	Аналитическая линия, нм	Рабочий ток лампы, мА	Высота рабочей зоны пламени, нм
Кадмий	229	3,1-3,5	7-8
Цинк	214	3,1-3,5	7-8

Для определения концентрации этих металлов пробу воды перемешивали в течение 5 минут в бутылки, затем быстро (1-2 минуты) отбирали 50 мл пробы мерным цилиндром, переносили в стакан вместимостью 150 мл, добавляли 3 мл концентрированной азотной кислоты, полученный раствор упаривали на плитке, не допуская разбрызгивания, до влажных солей.

Из-за большого содержания органических соединений к остатку добавляли ещё 3 мл азотной кислоты и снова упаривали до влажных

солей. Повторную обработку проводили до полного разрушения органических соединений, что контролировали по цвету остатка (становился светлым). В стакан с влажным остатком приливали 20-30 мл 0,1 М азотной кислоты и полученный раствор количественно переносили в мерную колбу. Раствор доводили до метки 0,1 М азотной кислотой и перемешивали.

Для концентрирования пробы осадок после кислотной обработки переносили в колбу объемом 25 мл. Далее настраивали прибор на режим измерения абсорбции одного из металлов в соответствие с требуемыми условиями (табл.2), распыляли дистиллированную воду и устанавливали нулевое показание прибора по 0,1 М раствору азотной кислоты.

Одновременно с обработкой пробы проводили «холостой опыт», заменяя анализируемую пробу 50 мл дистиллированной воды.

Для определения концентрации растворенных форм кадмия и цинка, оставшуюся после выполнения первой процедуры часть исходной пробы отфильтровывали через бумажный фильтр. Отбирали мерным цилиндром 50 мл отфильтрованной пробы и далее поступали аналогично первой процедуре. Аликвотный объем для определения кадмия и цинка составлял 50 мл. Количество параллельных измерений – 5 шт [4.5].

Результаты определения кадмия и цинка в реке Коломенка представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты определения цинка и кадмия в реке Коломенка методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (n=5, P=0,95)

Определяемый элемент	Содержание элементов, мг/л		
	Осенний паводок	Весеннее половодье	Летняя межень
Цинк	0,07	0,05	0,02
Кадмий	0,005	0,009	0,003

Как видно из представленных данных, наибольшее содержание кадмия в водных образцах, отобранных из реки Коломенка наблюдалось в период весеннего половодья и составляло 0,009 мг/л. А наибольшее содержание цинка – в период осеннего паводка и составляло 0,07 мг/л.

Список цитируемой литературы

1. Роева Н.Н., Мешалкин Л.В., Кривов С.И. Геохимия и геофизика биосферы. – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2010. – 642 с.
2. Еделев Д.А., Гребёнкин Н.Н., Роева Н.Н., Баранов А.Н. Основы экологии и экотоксикологии. Словарь-справочник. – Рязань: Изд-во «РИД», 2013. – 160 с.
3. Роева Н.Н., Воронич С.С., Лакоза О.Н., Орловская О.А., Чернобровина А.Г., Зайцев Д.А., Фирсов В.В., Пахомов Д.Е. Особенности миграции меди, кадмия и железа в водных экосистемах // Экологические системы и приборы, 2016, №9, с.3-10.
4. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. – 245 с.
5. Роева Н. Н., Воронич С. С., Орловская О. А., Зайцев Д. А., Володькина Ю. А., Пахомов Д.Е. Изучение химического состава подземных и поверхностных вод урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии, 2015, №3, с. 234-238.

*N.N. Roeva, B.A. Zachernyuk, I.A. Zaitseva, E.N. Solovyova, O.A. Zaitseva,
S.A. Potapov*

DETERMINATION OF CADMIUM AND ZINC IN NATURAL WATERS BY FLAME ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

Russian Biotechnological University

(Russia, Moscow, roeva@mgupp.ru , s-v80@mail.ru)

Annotation. Cadmium and zinc are among the toxic pollutants of environmental objects. Natural waters are no exception. Since in excess concentrations these elements have a sufficiently high toxicity, accumulation efficiency and life expectancy in natural waters, it is important to express analytical control of the content of these elements, which is discussed in the presented article.

Keywords. Cadmium, zinc, heavy metals, sampling, pollution, atomic absorption spectroscopy

**ЭКСТРАКЦИОННО-АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЯХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Российский биотехнологический университет

Россия, г. Москва

roeva@mgupp.ru, s-v80@mail.ru

Аннотация. В представленной работе изучены основные закономерности распределения и накопления железа, марганца и цинка в донных отложениях водных экосистем Псковской области (река Ловать, Каменка и Щировка). Для оценки уровня загрязнения использован экстракционно-атомно-абсорбционный метод определения с высокоэффективным концентрированием предварительно подготовленных проб.

Ключевые слова. Донные отложения, железо, марганец, цинк, загрязнение, экстракционно-атомно-абсорбционное определение

Среди актуальных проблем, связанных с влиянием техногенной деятельностью человека на поверхностные воды суши (эвтрофирование водоемов и водотоков, загрязнение водной среды синтетическими, химическими и радиоактивными веществами, заиливание и тепловое загрязнение водных экосистем, угнетение гидробионтов вследствие выпадения кислых дождей), особую остроту приобретают проблемы их загрязнения тяжелыми металлами.

Для тяжелых металлов, в отличие от органических веществ, нехарактерны механизмы биodeградации, которые могли бы обеспечивать эффективное самоочищение водной среды. В результате они, мигрируя между различными средами водных систем, активно взаимодействуют с их биотой, оказывая на неё отрицательное влияние.

Целью работы являлось изучение основных закономерностей распределения и накопления железа, марганца и цинка в донных отложениях водных экосистем Псковской области (река Ловать, Каменка и Щировка).

Важным представлялось проведение не только натурных исследований распределения железа, марганца и цинка в водных

образцах в донных отложениях, но и выявление основных факторов, определяющих динамику распределения их растворенных и взвешенных форм, изучение форм нахождения железа, марганца и цинка в исследуемых образцах, а также оценки вклада гранулометрического состава взвесей и донных отложений в накопление этих элементов в донных отложениях.

Отбор проб из поверхностных слоев (до 25 см) донных отложений осуществляли в соответствии с ПНД Ф 12.1:2:2.2:2.3:3.2-03 «Методические рекомендации. Отбор проб почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, шламов промышленных сточных вод, отходов производства и потребления» с использованием секционного дночерпателя.

Для исследования донных отложений на более глубоких горизонтах, а также изучении вертикального распределения металлов использовали трубку «ГОИН-1». Выделение иловых растворов из донных отложений осуществляли центрифугированием при 6000 об/мин в течение 20 минут.

Фракционирование и гранулометрический анализ донных отложений и взвесей осуществляли по методу многократного отмучивания, а крупных фракций – с помощью фракциометра.

Содержание органических веществ в донных отложениях оценивали по потере веса при прокаливании анализируемых воздушно-сухих образцов при $t=450-500$ °С в течение 8 часов. Образцы взвешенных веществ и донных отложений, перед определением в них железа, марганца и цинка, переводили в солянокислый раствор после полного разрушения смесями серной и азотной, хлорной фтористоводородной кислот. Выделение различных форм изучаемых металлов из твердой фазы донных отложений осуществляли методом последовательной пятиступенчатой экстракции. Данная методика позволила выделить легкообменные поверхностно-сорбированные формы металлов, связанные с карбонатными породами и органическим веществом; ассоциированные с аморфными гидроокисями железа и марганца, а также остаточные формы металлов, включенные в кристаллическую решетку минералов [1,2].

Для определения железа, марганца и цинка и их химически активных форм использовался экстракционно-атомно-абсорбционный метод с использованием в качестве экстрагентов органических

растворов некоторых высокомолекулярных алифатических монокарбоновых кислот.

В случае экстракционно-атомно-абсорбционного анализа концентрирование определяемых элементов осуществлялось за один аналитический прием. Объем проб воды, необходимый для обеспечения высокой (40-80-кратной) степени концентрирования металлов, не превышая 700 мл. Определение железа, марганца и цинка проводилось в экстрактах-конcentратах без какой-либо дополнительной (например, реэкстракции, упаривания, минерализации) обработки. Использование в завершающей стадии анализа горючих экстрактов повышало чувствительность определенных металлов по сравнению с их водными растворами такой же концентрации в 2-4 раза. В данном анализе взаимное влияние металлов при их определении отмечено не было.

Достижимые пределы обнаружения железа, марганца и цинка экстракционно-атомно-абсорбционным методом составили 1,5; 2,4 и 3,7 мкг/л соответственно. Стандартное отклонение получаемых результатов колебалось от 3,2% при определении железа, до 5,9% - при анализе марганца и 6,8% - при анализе цинка. Общее время анализа единичной пробы на стадиях экстракции и атомно-абсорбционного определения металлов не превышало 2 часа.

Для определения валового содержания железа, марганца и цинка в водных образцах (взвесьях и донных отложениях) применялись атомно-абсорбционный метод с беспламенной атомизацией.

При анализе изучаемых элементов атомно-абсорбционным методом использовались основные и рабочие растворы этих элементов. Исследования проводились на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы "Hitachi" (модель 180-70).

В качестве основного стандартного раствора железа использовался стандарт ГСОМ-17 с концентрацией железа 500 мкг/мл, а в качестве рабочего раствора – раствор железа с концентрацией 0,5 мкг/мл. Для приготовления раствора указанной концентрации в мерную колбу вместимостью 100 мл помещали 0,1 мл основного стандартного раствора железа с концентрацией железа 500 мкг/мл и доводили до метки 1%-ным раствором азотной кислоты. Эталонные рабочие растворы железа готовились разбавлением рабочего раствора железа с концентрацией 0,5 мкг/мл в 2,4 и 8 раз 1%-ным раствором азотной кислоты.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В качестве основного стандартного раствора марганца использовался стандарт ГСОМ-18 с концентрацией марганца 500 мкг/мл., а в качестве рабочего раствора - раствор марганца с концентрацией 1 мкг/мл. Для приготовления раствора указанной концентрации в мерную колбу вместимостью 50 мл помещали 0,1 мл основного стандартного раствора марганца с концентрацией марганца 500 мкг/мл и доводили до отметки 1%-ным раствором азотной кислоты. Эталонные рабочие растворы марганца готовились разбавлением рабочего раствора марганца с концентрацией 0,5 мкг/мл в 2,4 и 8 раз 1%-ным раствором азотной кислоты.

В качестве основного стандартного раствора цинка использовался стандарт ГСОМ-16 с концентрацией цинка 500 мкг/мл, а в качестве рабочего раствора - раствор цинка с концентрацией 0,5 мкг/мл. Для приготовления раствора указанной концентрации в мерную колбу вместимостью 100 мл помещали 0,1 мл основного стандартного раствора цинка с концентрацией цинка 500 мкг/мл и доводили до метки 1%-ным раствором азотной кислоты. Эталонные рабочие растворы цинка готовились разбавлением его рабочего раствора с концентрацией 0,5 мкг/мл в 2,4 и 8 раз 1%-ным раствором азотной кислоты.

В пробах донных отложениях определялись кислоторастворимые формы этих элементов. Их тщательно перемешивали, освобождали от инородных включений и высушивали на воздухе до воздушно-сухого состояния или в сушильном шкафу при температуре 40-50°C. Образец растирали в фарфоровой ступке и просеивали через сито (0,5 мм). Из образца донных отложений отбирали средние пробы. Для анализа микроэлементов 50 г донных отложений помещали в полиэтиленовые пакеты. Средние пробы перед анализом дополнительно измельчали до размера 0,1 мм. Извлечение железа, марганца и цинка из воздушно-сухих проб донных отложений осуществлялось с применением разбавленной азотной кислоты (1:1). 5 г воздушно-сухой пробы донных отложений помещали в кварцевую чашку, заливали 50 мл концентрированной азотной кислоты, осторожно упаривали до объема 10 мл, добавляли 2 мл 1%-ного раствора азотной кислоты. Затем пробу охлаждали и отфильтровывали. Фильтрат разбавляли дистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 50 мл [1-3].

Измерение железа в анализируемых пробах проводилось при $\lambda=283,3$ нм, марганца – при $\lambda=294,9$ нм и цинка – при $\lambda=322,4$ нм.

Чувствительность определения элементов в донных отложениях составила для железа – 5,0 мкг/г, марганца – 0,05 мкг/г, цинка – 0,4 мкг/г. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты атомно-абсорбционного определения валового содержания тяжелых металлов в донных отложениях (n=5, P=0,95)

Анализируемый образец	Содержание тяжелых металлов в донных отложениях, мкг/г		
	Fe	Mn	Zn
Донные отложения (Река Ловать)	5,6	0,06	1,4
Донные отложения (река Каменка)	6,8	0,11	1,2
Донные отложения (река Щировка)	7,3	0,09	1,8

Таким образом, наибольшее содержание железа наблюдалось в донных отложениях реки Щировка, марганца – в донных отложениях реки Каменка, цинка – в донных отложениях реки Щировка. Наименьшее содержание тяжелых металлов было отмечено в донных отложениях реки Ловать.

Список цитируемой литературы

1. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. – 245 с.
2. Роева Н.Н., Мешалкин Л.В., Кривов С.И. Геохимия и геофизика биосферы. – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2010. – 642 с.
3. Роева Н.Н., Воронич С.С., Лакоза О.Н., Орловская О.А., Чернобровина А.Г., Зайцев Д.А., Фирсов В.В., Пахомов Д.Е. Особенности миграции меди, кадмия и железа в водных экосистемах // Экологические системы и приборы, 2016, №9, с.3-10.

N.N.Roeva, N.E. Kulikova, A.G. Chernobrovkina, E.G. Koltsova, S.S.

Voronich, R.O. Yakovlyuk, I.A. Zaitseva

**EXTRACTION-ATOMIC-ABSORPTION DETERMINATION OF
HEAVY METALS IN BOTTOM SEDIMENTS PSKOV REGION**

Russian Biotechnological University

Russia, Moscow

roeva@mgupp.ru , s-v80@mail.ru

Annotation. In the present work, the main patterns of distribution and accumulation of iron, manganese and zinc in the bottom sediments of aquatic ecosystems of the Pskov region (the Lovat River, Kamenka and Shchirovka) are studied. To assess the level of contamination, the extraction-atomic-absorption method of determination with highly effective concentration of pre-prepared samples was used.

Keywords. Bottom sediments, iron, manganese, zinc, pollution, extraction-atomic-absorption determination

УДК 504.4.054

А.В. Рязанов¹, Л.А. Абрамова²

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

Россия, г. Тамбов

¹ryazanov-aw@yandex.ru, ²kaf-turizma@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены и проанализированы данные по объему и структуре сточных вод, образующихся на территории Тамбовской области. Показана высокая потенциальная опасность для поверхностных водоемов из-за поступления значительных объемов загрязненных сточных вод вследствие недостаточной эффективности работы очистных сооружений. Кроме того, указано на значительную опасность для качества поверхностных вод вследствие интенсификации сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: сточные воды, очистные сооружения, загрязнение поверхностных вод.

Поверхностные водоемы и водотоки имеют исключительное значение и как составная часть гидросферы и биосферы, играющая важную роль в поддержании их устойчивости, и как источник пресной воды, используемой в сельском хозяйстве, промышленности, коммунально-бытовой сфере. Поэтому их охрана от загрязнения и истощения является чрезвычайно важной задачей.

На территории Тамбовской области поверхностные воды представлены преимущественно реками (озера и болота не имеют большого распространения), кроме того имеется значительное количество прудов, которые хозяйственно практически не используются и несколько относительно крупных водохранилищ. Реки региона относятся к бассейнам Волги и Дона. Причем площади данных водосборных бассейнов сопоставима. Однако, если рассматривать интенсивность антропогенного воздействия, то оно выше на территории, относящейся к волжскому водосборному бассейну. Это связано, в первую очередь, с исторически сложившимися особенностями расположения крупных населенных пунктов и, соответственно, промышленных предприятий на территории региона.

Антропогенное воздействие на реки в Тамбовской области связано, в первую очередь, со сбросом производственных и коммунально-бытовых стоков, а во вторую со смывом с полей почвы в результате водной эрозии и также остатков минеральных удобрений и пестицидных препаратов. Кроме данных факторов в последние годы сформировалась потенциальная угроза поступления в водотоки сточных вод животноводческих предприятий в связи с интенсивным развитием данной отрасли сельского хозяйства.

Оценить динамику поступления механических частиц, удобрений и пестицидов с полей количественно практически невозможно. В качестве качественных последствий можно отметить высокую интенсивность заиливания и зарастания малых рек региона, а так же существенную эвтрификацию. Мероприятия, анонсируемые для ликвидации данных последствий, малоэффективны, так как направлены на ликвидацию последствий, а не причин данных явлений.

Данные же по объему сбрасываемых сточных вод и их качественным характеристикам, позволяют оценить динамику и интенсивность данной составляющей антропогенного воздействия на поверхностные воды региона [1].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

На рисунке 1 приведены сведения о количестве сбрасываемых в реки региона сточных вод, за период с 2003 по 2022 годы.

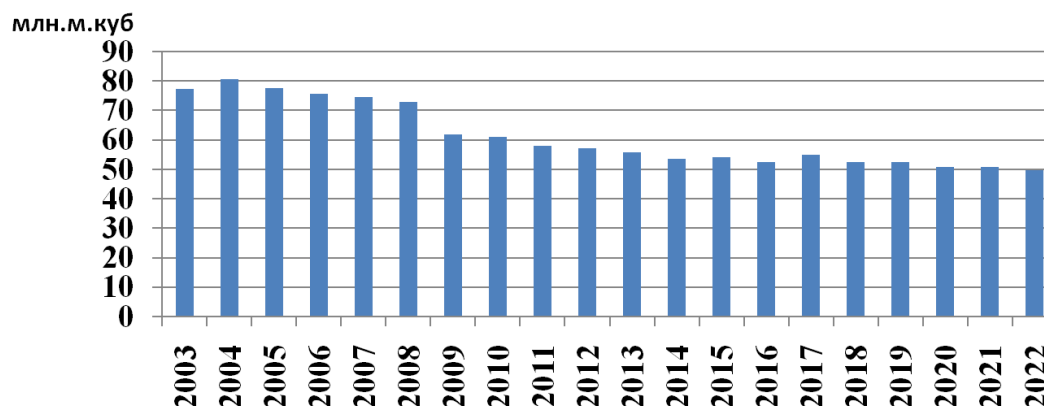


Рисунок 1. Динамика сброса сточных вод на территории Тамбовской области в период с 2003 по 2021 годы.

Как видно из диаграммы суммарный сброс за рассматриваемый временной период снизился от значений порядка 75 млн. м. куб. в год в 2003-2008 годах, до порядка 50 млн. м. куб. в год, начиная с 2014 года и до настоящего времени. Данный факт теоретически свидетельствует об уменьшении интенсивности антропогенного воздействия. Но чтобы обосновать или опровергнуть данное утверждение требуется рассмотреть не только суммарный объем сброса, но и качественные характеристики стоков [2].

На рисунке 2 представлена диаграмма отражающая распределение (в процентах от суммарного объема) сточных вод по категориям: загрязненные, нормативно очищенные и нормативно чистые. К первой относятся воды, сбрасываемые без очистки и недостаточно очищенные. Ко второй, воды прошедшие через очистные сооружения и доведенные до требуемых значений по содержанию загрязняющих веществ. Что, впрочем, не всегда свидетельствует об отсутствии негативного влияния на водные объекты, являющиеся их приемниками. Третья категория, это чаще всего, воды, использованные для охлаждения различного оборудования и энергетических установок, которые в процессе этого не подвергаются химическому загрязнению.

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА

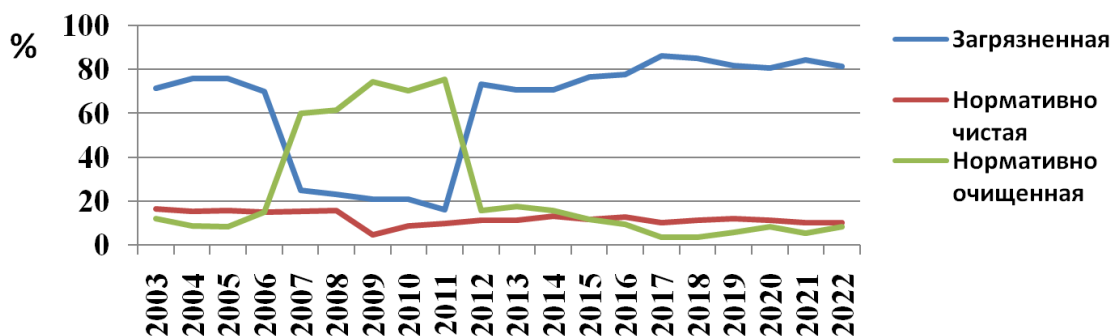


Рисунок 2. Структура сброса сточных вод на территории Тамбовской области в период с 2003 по 2021 годы.

Из диаграммы видно, что на протяжении практически всего рассмотренного периода загрязненные сточные воды, составляли от 70 до 85 процентов от общего объема. Отклонение от общей тенденции, наблюдавшееся в 2007-2011 годах, связано с тем, что после проведенного ремонта и модернизации очистных сооружений, расположенных на территории областного центра, удалось повысить эффективность их работы. Как результат, проходящие через них сточные воды, из категории недостаточно очищенных, перешли в категорию нормативно очищенных. Однако, к сожалению, данный положительный эффект продлился недолго. И в настоящее время недостаточно очищенные стоки составляют основную часть сброса. Хотя если рассматривать абсолютные значения их количество, по сравнению с началом двухтысячных уменьшилось. Так же в качестве положительного момента можно отметить факт постоянного уменьшения объема сточных вод, сбрасываемых без очистки. Если в начале двух тысячных они составляли примерно шесть процентов от суммарного объема сброса, то в настоящее время менее одного. Хотя в абсолютных величинах это, порядка 500000 кубометров.

Сброс нормативно чистой сточной воды весь рассмотренный период времени находился примерно на одном уровне, что связано со спецификой ее образования. Нормативно очищенной в обратном отношении по отношению к загрязненной.

Таким образом, за рассмотренный практически двадцатилетний период интенсивность антропогенного воздействия на поверхностные воды Тамбовской области находилась практически на одном уровне. Даже при условии сокращения общего объема сброса количество загрязненной воды оставалось примерно на одном уровне, а при условии, в ряде случаев увеличения содержания в ней загрязняющих

веществ, формируемое ей негативное воздействие только возрастает. Кроме того, в данный временной период интенсифицируется и сельскохозяйственное производство, как растениеводческое, так и животноводческое направление, что потенциально должно увеличивать интенсивность антропогенного воздействия на поверхностные воды. Одновременно с этим развивается и отрасль по переработке сельскохозяйственной продукции, в частности сахарной свеклы. Функционирующие в регионе сахарные заводы в большинстве случаев используют устаревшие методы обезвреживания сточных вод, что также представляет потенциальную, а в ряде случаев и реальную угрозу для поверхностных вод региона [3].

Подводя итог вышеизложенному, следует указать на необходимость более тщательного контроля за качеством воды в реках Тамбовской области, а так же на необходимость принятия незамедлительных мер по модернизации и строительству очистных сооружений в целях недопущения поступления в реки стоков не соответствующих установленным санитарно-гигиеническим требованиям.

Список цитируемой литературы

1. Министерство экологии и природных ресурсов Тамбовской области (сайт) – URL: <https://opr.tmbreg.ru/> (14.08.2023)
2. Рязанов, А.В. Некоторые аспекты антропогенного воздействия на поверхностные воды Тамбовской области / А.В. Рязанов, Л.А. Абрамова // Природно-ресурсный потенциал и экологическая реабилитация деградированных ландшафтов: Материалы Международной научно-практической конференции, Грозный, 17–18 марта 2023 года. – Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова, 2023. – С. 291-294.
3. Рязанов, А.В. Ухудшение качества окружающей среды регионального уровня в результате изменения структуры агропромышленного комплекса / А.В. Рязанов // Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности: Материалы международной научно-практической конференции, Симферополь, 20–25 сентября 2020 года / Ред. Е.А. Позаченюк [и др.]. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2020. – С. 210-213.

I.V. Ryazanov¹, L.A. Abramova²

**ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF ANTHROPOGENIC
IMPACT ON THE SURFACE WATERS OF THE TAMBOV
REGION**

Tambov State University named after G.R. Derzhavin
(Russian Federation, Tambov, ¹ ryazanov-aw@yandex.ru, ² kaf-
turizma@mail.ru)

Abstract: Data on the volume and structure of wastewater generated on the territory of the Tambov region are considered and analyzed. The high potential danger for surface reservoirs due to the receipt of significant volumes of contaminated wastewater due to insufficient efficiency of treatment facilities is shown. In addition, it is indicated that there is a significant danger to the quality of surface waters due to the intensification of agricultural production.

Keywords: wastewater, sewage treatment plants, surface water pollution.

УДК 628.164

П.С. Смирнова¹, В.В. Тихомирова²

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ СОЛЕЙ ЖЕСТКОСТИ ИЗ ВОДЫ

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
Россия, г. Владимир

¹poliinchik888@gmail.com, ²vladochka.tihomirova@gmail.com

Аннотация: Удаление солей жесткости из воды является одной из основных задач по организации водооборотных систем для теплообменных установок. Эффективное умягчение оборотной воды препятствует образованию осадка на теплопередающих поверхностях и в каналах труб, что продлевает время эксплуатации системы без остановки на техническое обслуживание. В данной работе рассмотрены основные реагентные и безреагентные методы, которые на сегодняшний день применяются для удаления солей жесткости из воды.

Ключевые слова: загрязнение воды, очистка воды, соли жесткости, умягчение, реагентное умягчение, ионный обмен, мембранная очистка, электрохимическая очистка

Введение

Главными источниками загрязнения водных объектов являются сточные воды промышленных предприятий, бытовые сточные воды, поверхностные сточные воды и смывы с сельскохозяйственных полей. Наиболее опасными загрязнители, такие как тяжелые металлы, нефтепродукты и поверхностно-активные вещества, в наибольших количествах содержатся в сточных водах промышленных предприятий, которые в тоже время являются основными потребителями воды на производственные цели.

Чтобы уменьшить водопотребление и сократить количество сточных вод применяют замкнутые циклы с неоднократным использованием воды, которую в случае необходимости очищают или наоборот добавляют в нее необходимые соединения, охлаждают или подогревают, испаряют или конденсируют. При этом нет необходимости в постоянной очистке воды по многостадийным схемам, как в случае водоподготовки и водоочистки. Однако в случае нагрева воды, особенно при частичном испарении, возникает необходимость в удалении из воды солей жесткости. Это необходимо, чтобы избежать возникновения осадка в трубах и каналах водооборотных систем и продлить их эксплуатацию без остановки на очистку.

Целью данной работы является описание реагентных и безреагентных методов умягчения воды.

Реагентные методы умягчения воды

Эта группа методов относится к традиционным и применяется уже длительное время. Реагентные методы, как следует из названия, заключаются в добавлении в воду специальных веществ для образования из солей жесткости нерастворимых соединений, которые удаляют в основном путем отстаивания.

Самым простым методом данной группы является известкование, заключающееся в добавлении в воду гашеной извести Ca(OH)_2 . В результате диссоциации извести происходит обогащение воды ионами OH^- , что способствует переходу гидрокарбонатов кальция в карбонаты и гидрокарбонатов магния в гидроксиды, которые

являются нерастворимыми и выпадают в осадок из-за насыщения воды [1, 2]. Однако данный метод позволяет избавиться только от временной (карбонатной) жесткости, поскольку не влияет на растворимые соли кальция и магния, составляющие постоянную (некарбонатную) жесткость воды.

Наиболее распространенным методом данной группы является известково-содовый, который, как следует из названия, предполагает поочередное или совместное введение извести и соды Na_2CO_3 . Сода позволяет переводить растворимые хлориды и сульфаты в нерастворимые карбонаты. Эффективность данного метода существенно повышается при нагревании.

Едконатровый метод заключается в добавлении NaOH , который преобразует гидрокарбонаты в карбонаты с образованием соды, а также переводит хлориды и сульфаты магния в гидроксиды [1]. Образующаяся сода действует по описанному выше механизму. Также возможно применение содо-натриевого метода, при котором доза соды рассчитывается с учетом ее образования при добавлении едкого натра.

Фосфатный метод предполагает использование тринатрийфосфата Na_3PO_4 и гексаметафосфата $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ для получения нерастворимых фосфатов кальция и магния. Данный метод обычно применяют при нагреве для доумягчения воды после других методов.

Для доумягчения также применяют бариевый метод с использованием карбонатов и гидроксидов бария для перевода сульфатов кальция в карбонаты, а сульфатов магния – в гидроксиды.

Еще одним методом доумягчения является оксалатный с применением $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ для получения малорастворимого оксалата кальция.

Применение фосфатного, бариевого и оксалатного методов только для доумягчения связано с высокой стоимостью реагентов.

К методам данной группы также можно отнести сорбционную очистку, которая заключается в удалении из воды загрязнителей в результате межмолекулярного взаимодействия (физическая адсорбция) или химической реакции (химическая адсорбция) на поверхности зерен и пор адсорбента, в качестве которого могут выступать различные минералы и растительное сырье, в т.ч. отходы [3, 4]. Разновидностью адсорбции является ионный обмен, в котором применяются ионообменные смолы (иониты), содержащие подвижные ионы для обмена с ионами загрязнителей из воды [2, 5].

Для умягчения воды применяют катиониты, в которых подвижными преимущественно являются ионы натрия и водорода.

Безреагентные методы умягчения воды

Данная группа методов появилась позднее реагентных в различных физико-химических воздействиях на соли жесткости для их удаления из воды.

Самым распространенным методом данной группы является обратный осмос, который наряду с другими баромембранными методами (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация) заключается в пропускании воды под высоким давлением через поры полупроницаемой перегородки (мембрану) [1, 2]. Обратный осмос отличается наибольшим давлением и наименьшими размерами пор мембраны, что позволяет удалять из воды практически все загрязнения.

Другим методом с использованием мембран является электродиализ, относящийся к электромембранным методам. При электродиализе вода подается в камеры между чередующимися катионпроницаемыми и анионпроницаемыми мембранами. В крайних камерах располагают электроды. Под действием электрического поля катионы и анионы начинают двигаться к соответствующим электродам, проходя через одни мембраны и задерживаясь другими. В результате из одних камер выходит концентрированный раствор, а из других обессоленная вода.

С помощью электрического поля происходит и электрохимическая очистка, в процессе которой происходит электролиз воды с выделением газообразного водорода на катоде и газообразного кислорода на аноде. Вначале вода проходит катодную камеру, где происходит ее подщелачивание за счет ионов OH^- , приводящее к образованию гидроксидов и карбонатов, затем поступает в электрофлотатор, где пузырьки водорода и кислорода подхватывают нерастворимые частицы солей жесткости и выносят их на поверхность для сбора. После этого вода проходит анодную камеру, в которой происходит ее подкисление за счет ионов H^+ до pH, близкого к исходному.

Для умягчения также применяют воздействие магнитного и электромагнитного полей, благодаря чему ферромагнитные примеси, такие как оксиды железа, намагничиваются и объединяются в агрегаты, которые выступают центрами кристаллизации, и в ядре

потока воды образуются монокристаллы карбонатов кальция. Из-за большого количества центров кристаллизации их рост замедляется, что является причиной их высокой дисперсности и отсутствия осадка на стенках. В тоже время этот эффект ограничен по времени и периодически воздействие магнитного поля нужно возобновлять [1].

Схожим механизмом характеризуется акустический (ультразвуковой) метод воздействия на воду ультразвуком высокой интенсивности, что приводит к разрушению образующихся кристаллов солей жесткости и уже возникшего осадка (накипи). В результате в объеме воды резко возрастает количество центров кристаллизации, которые по мере роста вновь раскалываются на более мелкие кристаллы. Ультразвук также замедляет скорость осаждения кристаллов, поэтому они остаются в объеме воды во взвешенном состоянии.

Наиболее простым способом умягчения является термический метод, заключающийся в нагреве воды, что позволяет перевести гидрокарбонаты кальция и магния в карбонаты и уменьшить растворимость карбонатов, способствуя их выпадению в осадок. Однако данный метод не влияет на постоянную жесткость воды.

Благодаря нагреву и испарению воды при дистилляции можно практически полностью удалить соли жесткости. Это происходит за счет того, что водяной пар практически не содержит загрязняющих веществ и в результате конденсации получается вода, которая по степени очистки превосходит воду, полученную при обратном осмосе, но этот метод является и самым энергоемким, поэтому применяется только при повышенных требованиях к воде.

Заключение

На сегодняшний день существуют большое количество методов умягчения воды, которые в зависимости от требований по степени очистки можно применять по отдельности или комбинировать. Выбор того или иного метода зависит не только от требований по степени умягчения, но и от стоимости, температуры, pH и состава воды, скорости потока и др. факторов. Дальнейшее развитие технологий умягчения должно быть направлено на снижение стоимости методов, повышение эффективности и универсальности разрабатываемых и совершенствуемых методов.

Список цитируемой литературы

1. Горбань, Я.Ю. Методы удаления из воды солей кальция и магния / Я.Ю. Горбань, Т.Г. Черкасова, А.В. Неведров // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 2. – С. 126-134.
2. Брагинская, Т.А. Анализ технологических процессов по снижению солей в воде / Т.А. Брагинская, А.С. Курников, В.А. Орехов, В.Н. Плотникова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2006. – № 20. – С. 9-18.
3. Сомин, В.А. Исследования по использованию лузги гречихи для умягчения воды / В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова, А.В. Куталова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – № 2. – С. 213-222.
4. Уварова, А.С. Применение керамических отходов для обезжелезивания природных и сточных вод методом сорбции / А.С. Уварова, И.А. Виткалова, Е.С. Пикалов // Экология и промышленность России. – 2022. – № 3. – С. 34-39.
5. Селиванов, О.Г. Оценка эффективности применения натрий-катионитовых смол в процессе умягчения воды для работы теплогенерирующих установок / О.Г. Селиванов, Е.С. Пикалов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 5. – С. 14-18.

P.S. Smirnova¹, V.V. Tihomirova²

METHODS FOR REMOVING HARDNESS SALTS FROM WATER

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov
Russia, Vladimir

¹poliinchiik888@gmail.com, ²vladochka.tihomirova@gmail.com

Annotation: Removal of hardness salts from water is one of the main tasks for the organization of water circulation systems for heat exchange plants. Effective softening of recycled water prevents the formation of sediment on heat transfer surfaces and in pipe channels, which prolongs the operating time of the system without stopping for maintenance. In this paper, reagent and non-reagent methods that are currently used to remove hardness salts from water are considered.

Keywords: water pollution, water purification, hardness salts, softening, reagent softening, ion exchange, membrane purification, electrochemical purification

В.В. Тихомирова¹

**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹vladochka.tihomirova@gmail.com

Аннотация: Загрязнение тяжелыми металлами представляет серьезную экологическую угрозу для окружающей среды, поэтому необходимо контролировать их содержание в промышленных выбросах и в природных объектах. Очистка техногенных и природных объектов при превышении нормативов по содержанию тяжелых металлов является другой важной задачей. В данной работе рассматриваются влияние тяжелых металлов на здоровье человека, методы контроля тяжелых металлов в водных объектах, меры по очистке и защите водных объектов, а также мероприятия по предотвращению такого загрязнения и снижению антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение воды, анализ воды, очистка воды

Введение

Уровень развития промышленности, рост численности населения привели к тому, что антропогенная нагрузка на окружающую среду намного превышает влияние любых естественных процессов, происходящих во всех экосистемах, включая поверхностные воды.

К наиболее часто встречающимся загрязнителям, попадающим в значительных количествах в водные системы из сточных вод, относятся органические вещества и соединения тяжелых металлов [1]. Токсичность тяжелых металлов негативно влияет на водные объекты и организм человека даже в их следовых количествах. В связи с этим задача очистки промышленных и бытовых стоков является исключительно важной, как для человеческого общества, так и для всей природы.

Цель данной работы заключается в обзоре информации о загрязнении водных объектов тяжелыми металлами и мерах по борьбе с этим загрязнением.

Загрязнения воды тяжелыми металлами и здоровье человека

Здоровье человеческого организма в значительной степени зависит от качества применяемых водных ресурсов. Причины большинства заболеваний так или иначе связаны с длительным употреблением воды, не соответствующей санитарным нормам и критериям оценки качества.

Острой и глобальной проблемой сохранения чистоты гидросферы является попадание в нее тяжелых металлов, большинство соединений которых в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83 причисляют к первому классу опасности. Наиболее распространенными тяжелыми металлами в водных объектах являются железо, медь и марганец. К самым масштабным загрязнениям воды тяжелыми металлами приводит работа предприятий горнодобывающей, металлургической и машиностроительной отраслей промышленности. Стоки предприятий этих отраслей, которые не были очищены или подвергались минимальной очистке, при попадании в водную среду приводят к аккумуляции тяжелых металлов в донных отложениях и воде, становясь источниками вторичного загрязнения.

Оказываясь в водной среде, тяжелые металлы, как правило, изменяют формы нахождения в воде и с достаточно высокой скоростью мигрируют между водоемами. С органическими соединениями, например, белками и липидами, тяжелые металлы легко образуют устойчивые и растворимые в воде комплексы. Благодаря этому, тяжелые металлы активно встраиваются в круговороты веществ и пищевые цепочки, оказываясь сначала в растениях и организмах животных, а затем и в организме человека [2]. Это приводит к серьезным последствиям для здоровья людей, животных и растений.

В тоже время многие тяжелые металлы относятся к жизненно важным микроэлементам, необходимым в очень малых количествах для биохимических процессов в человеческом организме. Но избыточные концентрации, возникающие в процессе аккумуляции приводят к заболеваниям и патологиям в процессах жизнедеятельности человека. При синергетическом воздействии тяжелые металлы проявляют канцерогенные, мутагенные и тератогенные качества.

Загрязнение природы тяжелыми металлами ведет к вероятности распространения среди населения хронических дерматозов, экзем, атипичных дерматитов и токсидерм. Продолжительное воздействие свинца и ртути нарушает память и речевые способности. Кроме того, свинец препятствует работе сердечно-сосудистой системы и подрывает репродуктивную функцию. Кадмий способен блокировать сорбцию кальция костными тканями, что приводит к хрупкости костей и частым переломам. Цинк прерывает круговорот углеводов и нарушает метаболические процессы, вызывает воспаление в легких и бронхах. Медь оказывает негативное влияние на работу центральной нервной системы, печени и почек, разрушает иммунитет [2].

Мониторинг загрязнения воды тяжелыми металлами

Мониторинг загрязнения воды, в т.ч. соединениями тяжелых металлов, проводится по трем направлениям: оценка качества очистки сточных на предприятиях, оценка качества воды при водоподготовке и контроль за загрязнением природных вод. Мониторинг проводится с определенной периодичностью и его задачами являются оценка уровня загрязнения и пригодности воды для определенных целей и подготовка рекомендаций по результатам оценки. Мониторинг проводится путем отбора проб с последующей пробоподготовкой, анализом и обработкой результатов.

Анализ воды на тяжелые металлы представляет собой определение их содержания в определенном объеме и проводится с использованием различных методов. Самым простым по методике проведения и универсальным считается многоэлементный анализ на атомно-эмиссионном спектрометре, который позволяет одновременно установить концентрации всех элементов, присутствующих в воде. Атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС) представляет собой совокупность методов анализа, которые заключаются в идентификации элементов по спектрам испускания свободных атомов и ионов газовой фазе.

Фотометрический анализ (ФА) является комплексом методов молекулярно-абсорбционного спектрального анализа, основанных на селективном поглощении электромагнитного излучения в видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой областях молекулами анализируемого элемента или его соединений с соответствующим реагентом. Различают визуальную фотометрию, спектрофотометрию и фотоколориметрию.

Флуориметрический (люминесцентный) анализ заключается в

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

измерении интенсивности излучения или суммы света в результате выделения избыточной энергии молекул определяемого вещества, переведенных в возбужденное состояние.

Мероприятия по борьбе с загрязнением воды тяжелыми металлами

За счет мероприятий, планируемых в рамках национального проекта «Экология», прогнозируется возможность сократить уровень загрязнения и ликвидировать самые опасные загрязнители, в половину снизить содержание загрязнителей в выбросах, стимулировать экологические процессы естественного восстановления водных объектов, обеспечить формирование устойчивой системы переработки бытовых отходов и уменьшить в два раза объем отходов, подвергаемых захоронению.

Для защиты и восстановления водных объектов следует уменьшить объем промышленных сбросов, которые не очищаются или очищаются в недостаточной степени, распространять водосберегающие мероприятия и замкнутые водооборотные системы, реконструировать существующие и строить новые водоочистные сооружения, развивать и внедрять новые методы водоочистки [2, 3].

Для извлечения тяжелых металлов из воды могут быть использованы реагентная очистка (химическое осаждение, коагуляция и флокуляция), адсорбция и ионный обмен, электрохимическая очистка, мембранная очистка и методы биоремедиации [4]. Самым распространенным способом очистки воды на предприятиях, в стоках которых содержатся тяжелые металлы, является химическое осаждение с применением коагуляции и флокуляции. В других случаях наиболее часто применяются обратный осмос и сорбция.

На данный момент в дополнении к уже давно известным механическим, химическим и физико-химическим методам разработаны новые методы, позволяющие эффективно извлекать [5, 6] и утилизировать [7, 8] тяжелые металлы. Чтобы определиться с методом очистки нужно учитывать несколько факторов – количественный и качественный состав загрязнителей, тип предприятия, эффективность данного метода в конкретных условиях. На разных стадиях очистки воды применяется метод, который отличается наибольшей степенью очистки при наименьшей себестоимости.

Заключение

В современном мире тяжелые металлы применяются в различных областях в больших количествах, производства с их участием развиваются и расширяются. Это неизбежно становится причиной загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды, включая водные объекты. Чтобы избежать тяжелых глобальных последствий следует проводить постоянный мониторинг загрязнения природных и сточных вод на содержание тяжелых металлов. В тоже время важно развивать мероприятия по очистке воды и снижению выбросов, содержащих тяжелые металлы.

Список цитируемой литературы

1. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2021. – Ростов-на-Дону, 2022. – 620 с.
2. Тихомирова В.В., Смирнова П.С. Загрязнение поверхностных и сточных вод Российской Федерации тяжелыми металлами // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 10 (124). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://research-journal.org/archive/10-124-2022-october/10.23670/IRJ.2022.124.55>. – Дата доступа: 07.08.2023.
3. Круглов, В.В. Экологическая характеристика и особенности воздействия предприятий различных отраслей промышленности на окружающую среду (организационно-правовые вопросы) / В.В. Круглов // Бизнес, менеджмент и право. – 2012. – №2 (26). – С. 69-72.
4. Булаев, А.Г. Биотехнологические методы очистки сточных вод цветной металлургии / А.Г. Булаев, Н.В. Пименов // Биотехнология. – 2015. – Т. 31, №3. – С. 8-29.
5. Петухова, Ю.Н. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов / Ю.Н. Петухова, С.И. Ильина, А.В. Фурсенко, М.А. Носырев // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2019. – №7(64). – С. 51-54.
6. Уварова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С. Применение керамических отходов для обезжелезивания природных и сточных вод методом сорбции // Экология и промышленность России. – 2022. – № 3. – С. 34-39.
7. Тихомирова, В.В. Повышение эффективности отстаивания в технологии выщелачивания тяжелых металлов из гальванического шлама / В.В. Тихомирова, П.С. Смирнова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 12. – С. 812-822.

8. Сухарникова М.А., Пикалов Е.С. Исследование возможности производства керамического кирпича на основе малопластичной глины с добавлением гальванического шлама // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 10. – С. 44-47.

V.V. Tihomirova¹

METHODS OF WATER PURIFICATION FROM HEAVY METALS

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Russia, Vladimir

¹ vladochka.tihomirova@gmail.com

Annotation: Heavy metal pollution poses a serious environmental threat to the environment, therefore it is necessary to control their content in industrial emissions and in natural objects. Cleaning of man-made and natural objects in excess of standards for the content of heavy metals is another important task. This paper examines the impact of heavy metals on human health, methods of controlling heavy metals in water bodies, measures to clean and protect water bodies, as well as measures to prevent such pollution and reduce anthropogenic load.

Keywords: heavy metals, water pollution, water analysis, water purification.

УДК 628.3

В.В. Тихомирова¹, П.С. Смирнова²

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

¹vladochka.tihomirova@gmail.com, ²poliinchik888@gmail.com

Аннотация: Тяжелые металлы являются одними из самых распространенных загрязнителей и на настоящий момент поступают в водные объекты из многочисленных источников. Контроль за содержанием тяжелых металлов в воде и эффективная очистка воды от их соединений являются важными задачами. В данной работе рассмотрены специализированные методы очистки воды от тяжелых

металлов и универсальные методы, позволяющие удалять тяжелые металлы совместно с другими загрязнителями.

Ключевые слова: загрязнение воды, очистка воды, тяжелые металлы, химическое осаждение, ионный обмен, мембранная очистка, электрохимическая очистка

Введение

К тяжелым металлам относится широкий класс химических элементов, обладающих характерными металлическими свойствами и по одним источникам отличающиеся относительной атомной массой свыше 50, а по другим источникам характеризующиеся плотностью свыше 8 г/см^3 . Вне зависимости от критерия определения все тяжелые металлы и их соединения относятся к токсичным соединениям и отличаются 1-3 классами опасности, а потом являются приоритетными загрязняющими веществами, мониторинг содержания которых является обязательным во всех средах [1].

Соединения тяжелых металлов способны легко мигрировать в окружающей среде, образуя различные стойкие комплексные соединения высокой растворимости и широко распространяясь как в пределах водных экосистем, так и в других биоэкосистемах за счет круговорота воды в природе. В тоже время соединения тяжелых металлов способны аккумулироваться в живых организмах, не только оказывая острое токсическое воздействие, но и перемещаться по трофическим цепям. При этом одновременное воздействие нескольких тяжелых металлов обладает синергетическим эффектом.

В тоже время тяжелые металлы широко применяются в промышленности и одними из основных источников загрязнения являются горнодобывающие, металлургические и машиностроительные предприятия, в первую очередь гальванические линии [1, 2]. К источникам загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами также относятся отработанные автомобильные аккумуляторы и батарейки, процессы сжигания мусора, твердого и жидкого топлива, ряд удобрений и пестицидов [1]. Из перечисленных источников в окружающую среду ежегодно поступает всё возрастающее количество различных соединений тяжелых металлов, что оказывает негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. В связи с этим постоянно возрастает актуальность очистки промышленных выбросов и объектов окружающей среды от тяжелых металлов.

Целью данной работы является описание современных методов очистки воды от тяжелых металлов.

Основные методы очистки воды от тяжелых металлов

К основным относятся методы, которые предназначены для очистки воды от высоких концентраций тяжелых металлов и применяемые на предприятиях, являющихся основными источниками загрязнения. Перед использованием этих методов сточные воды проходят предварительную подготовку, включающую усреднение, нейтрализацию, удаление грубых включений и всплывающих примесей путем отстаивания, а для хромсодержащих стоков проводится предварительное восстановление хрома (VI) до хрома (III) с использованием раствора сульфата железа (II).

Самым распространенным основным методом является химическое или реагентное осаждение, которое основано на переводе тяжелых металлов из растворимых форм в нерастворимые, выпадающие в осадок. Для этого сточные воды перемешивают с известковым молоком, представляющим собой суспензию $\text{Ca}(\text{OH})_2$, растворами едкого натра NaOH или соды Na_2CO_3 . При этом в воде создают pH обеспечивающий минимальную растворимость продуктов реагентной обработки.

В результате химического осаждения образуется осадок, содержащий гидроксиды и карбонаты тяжелых металлов. Этот осадок называют гальваническим шламом, и в нём тяжелые металлы содержатся в концентрированном виде. Для утилизации гальванических шламов применяют выщелачивание растворами кислот и щелочей для извлечения тяжелых металлов из них или применяют в качестве наполнителя или функциональных добавок в производстве различных материалов и изделий: бетонов, асфальтобетонов, керамики, стекла, резины и др. [2, 3].

Для интенсификации процессов химического осаждения могут применяться коагулянты и флокулянты, которые способствуют формированию крупных агрегатов из частиц нерастворимых форм тяжелых металлов. Растворы этих реагентов готовят отдельно, а затем вместе с водой подают сначала в камеру хлопьеобразования, а затем в отстойник, который для более эффективного осаждения часто делают тонкослойным. После этого воду подвергают фильтрации от хлопьев малого размера, которые могут быть унесены потоком воды. В качестве коагулянтов чаще всего используют сульфаты алюминия и железа, а в качестве флокулянта – полиакриламид [4].

Дополнительные методы очистки воды от тяжелых металлов

Основные методы позволяют удалить до 93-96 % тяжелых металлов, однако остаточное их количество в промышленных стоках всё равно превышает предельно допустимые концентрации. Для доочистки промышленных стоков, очистки антропогенных и природных вод с относительно низким содержанием тяжелых металлов применяют дополнительные методы, большая часть которых наряду с тяжелыми металлами позволяет удалять из воды и другие загрязнения. Для эффективного и длительного применения методы данной группы требуют предварительной подготовки для удаления взвесей и в первую очередь нефтепродуктов.

Одним из вариантов дополнительно очистки является сорбция, которая проводится в специальных фильтрах с загрузкой из адсорбента, в качестве которого наиболее часто применяют активированный уголь, кремнезем или алюмосиликаты [5]. В последнее время в качестве сорбентов все чаще применяют различные минеральные и растительные отходы [4, 6, 7]. Принцип действия сорбентов основан на физической сорбции за счет сил межмолекулярного взаимодействия или на химической сорбции (хемосорбции), основанной на проведении химической реакции, в результате которой тяжелые металлы оказываются зафиксированы на поверхности зерен и пор адсорбента. Разновидностью химической сорбции является ионный обмен, заключающийся в замене ионов тяжелых металлов на ионы водорода или натрия, которые являются подвижными ионами в составе ионообменных смол (ионитов), в частности катионообменных смол (катионитов) или смол со смешанными обменными ионами (амфолитов).

Другим вариантом очистки является применение баромембранных методов: обратного осмоса, нанофильтрации, ультрафильтрации и микрофильтрации. Эти методы заключаются в пропускании воды под высоким давлением через пористые мембранные перегородки из полимера или керамики, задерживающие большую часть загрязнений любой природы [4].

Еще одной распространенной группой методов является электрохимическая очистка, в которую входят разновидности рассмотренных ранее методов. Так при электрокоагуляции происходит растворение железного или алюминиевого анода с образованием гидроксидов, выступающих в качестве коагулянтов, и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

выделение газообразного водорода на катоде, что обеспечивает проведение электрофлотации [5]. Кроме того, использование железного анода позволяет проводить восстановление хрома (VI) до хрома (III) [4]. При электрофлотации происходит электролиз воды, в результате которого на катоде выделяется газообразный водород, а на аноде газообразный кислород. Пузырьки газов захватывают взвешенные частицы и поднимают их к поверхности, где образуют пенный слой, который можно собирать. Электродиализ относится к электромембранным процессам, в котором пространство между электродами разделяют чередующимися катионитовыми и анионитовыми мембранами, пропускающими только ионы с соответствующим зарядом. При этом катионитовые мембраны задерживают анионы, а анионитовые – катионы. В результате, например, из четных промежутков между мембранами в отдельный поток выводится очищенная вода, а из нечетных – сконцентрированные соединения тяжелых металлов.

К электрохимическим методам очистки также относится гальванокоагуляция, которая основана на возникновении электрического тока при переменном контакте гальванопары, состоящей из материалов с разными стандартными потенциалами в водном растворе [5]. Обычно при очистке воды от тяжелых металлов в качестве гальванопар применяют смесь из железной стружки и кокса, реже применяют гальванопары из медной или алюминиевой стружки с коксом, а также из смеси железной и алюминиевой стружек. В гальванопаре более электроотрицательный материал, например, железо выступает в роли анода и растворяется, а второй материал выполняет роль катода. Гальванокоагуляцию проводят во вращающихся барабанах, где гальванопара попеременно то погружается в очищаемую воду, то оказывается на воздухе, где происходит окисление анодного материала. За счет вращения в результате трения стружки происходит постоянное обновление ее поверхности. При использовании железной стружки возможно проведение восстановления хрома (VI) до хрома (III), а на поверхности кокса происходит восстановление кислорода с подщелачиванием воды и образование гидроксидов металлов с последующей ферритизацией [5].

Для отработанных растворов с высоким содержанием тяжелых металлов также применяют метод электрохимического осаждения с использованием растворимых или нерастворимых электродов. Метод

основан на электролитической диссоциации соединений тяжелых металлов с последующим переносом ионов к электроду и образованием на нем металлической пленки.

Для удаления тяжелых металлов из воды также может применяться дистилляция, основанная на том, что при испарении водяной пар практически полностью освобождается от всех загрязнений. В результате после конденсации получается дистиллят с высокой степенью очистки от тяжелых металлов и других возможных примесей.

Возможна очистка воды биоремедиационными методами, основанными на способности некоторых живых организмов поглощать и аккумулировать или в ряде случаев расщеплять соединения тяжелых металлов. Широко распространены фиторемедиационные технологии пропускания воды через системы гидропонного выращивания высших наземных растений (ризофилтрация), аквариумы или водотоки с макрофитами (фитофилтрация) [8]. Возможна и микробиологическая биоремедиация тяжелых металлов различными штаммами бактерий, грибов и микробных сообществ [9].

Заключение

Тяжелые металлы на сегодняшний день являются одними из самых распространенных и наиболее опасных загрязнителей воды, поэтому их извлечение остается одной из приоритетных задач водоочистки. Существует множество методов, которые предназначены для удаления тяжелых металлов или являются универсальными для большинства загрязнителей, предназначены для высоких концентраций тяжелых металлов или для их небольших количеств. В тоже время остается необходимость разрабатывать, совершенствовать и развивать методы с наименьшими затратами на реактивы или энергию, методы с высокой экологичностью и минимальным количеством образующихся при очистке отходов при высокой эффективности очистки.

Список цитируемой литературы

1. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1. – С. 182-192.
2. Тихомирова, В.В. Повышение эффективности отстаивания в технологии выщелачивания тяжелых металлов из гальванического

шлама / В.В. Тихомирова, П.С. Смирнова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 12. – С. 812-822.

3. Маркова, А.А. Комплексная утилизация отходов Владимирской области в производстве высокопрочной строительной керамики из местной малопластичной глины / А.А. Маркова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов, В.Ю. Чухланов, А.А. Подолец // Экология промышленного производства. – 2016. – № 3. – С. 14-17.

4. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах / Е.Г. Филатова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – № 2. – С. 97-109.

5. Уварова, А.С. Применение керамических отходов для обезжелезивания природных и сточных вод методом сорбции / А.С. Уварова, И.А. Виткалова, Е.С. Пикалов // Экология и промышленность России. – 2022. – № 3. – С. 34-39.

6. Чиркова, В.С. Сорбенты на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки сточных вод / В.С. Чиркова, Н.А. Собгайда, Ф.А. Рзазаде // Вестник Технологического университета. – 2015. – № 20. – С. 263-266.

7. Жданова, А.В. Очистка сточных вод гальванического производства от загрязнений тяжелыми металлами / А.В. Жданова, С.А. Иларионов // Вестник Пермского университета. Серия: Химия. – 2012. – № 1 (5). – С. 54-60.

8. Елизарьева, Е.Н. Особенности выбора фиторемедиационных технологий очистки почв и сточных вод от ионов тяжелых металлов / Е.Н. Елизарьева, Ю.А. Янбаев, А.Ю. Кулагин // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2016. – № 3. – С. 7-19.

9. Багаева, Т.В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов: учеб.-метод. пособие / Т.В. Багаева, Н.Э. Ионова, Г.В. Надеева. – Казань: Казанский университет, 2013. – 56 с.

V.V. Tihomirova¹, P.S. Smirnova²

METHODS OF WATER PURIFICATION FROM HEAVY METALS

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

(Russia, Vladimir, ¹vladochka.tihomirova@gmail.com,

²poliinchik888@gmail.com)

Annotation: Heavy metals are among the most common pollutants and currently enter water bodies from numerous sources. Monitoring the

content of heavy metals in water and effective purification of water from their compounds are important tasks. In this paper, specialized methods of water purification from heavy metals and universal methods for removing heavy metals together with other pollutants are considered.

Keywords: water pollution, water purification, heavy metals, chemical precipitation, ion exchange, membrane purification, electrochemical purification

УДК 574.632

А.Е. Фадеева, М.М.Маркова

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ КЛЯЗЬМА В ПРЕДЕЛАХ
КОВРОВСКОГО РАЙОНА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ
ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И БИОИНДИКАЦИОННЫМ
МЕТОДАМИ**

Детский Технопарк Кванториум-33

Россия, г. Владимир

faassn@mail.ru, margharita.markova@yandex.ru

Аннотация. Река Клязьма является важнейшей рекой Ковровского района. Она обеспечивает водой жителей крупных поселений, а также используется предприятиями в промышленных целях. Производимый в нее сброс больших объемов бытовых и промышленных сточных вод, поступление смывов с полей приводят к избытку биогенных веществ в речной воде, что снижает качество воды, концентрацию растворенного кислорода, что губительно влияет на состояние всего биоценоза реки. Поэтому важно и актуально проводить исследования качества воды в реках. Из разговора с сотрудниками районной администрации в городе Коврове мы выяснили местонахождение водоочистных сооружений, сливающих воду в реку Клязьму. Они находятся под номерами 47, 442, 431, 20, 23, 1, 555, 557, 19, на кадастровой карте. Исходя из этих данных, мы проработали 36-ти километровый маршрут и оптимальное расстояние между точками взятия проб, которое составило 1,5 км. Весь маршрут был пройден нами на моторной лодке дважды: 10 июня 2022 года и 16 июня 2023 года. В нашей работе мы использовали набор тестов для воды «Нилпа» для определения фосфатов, нитратов, аммиака, железа

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

и меди а также воспользовались методикой определения качества воды методом С. Г. Николаева. В основе метода лежит зависимость видового состава крупных донных беспозвоночных от уровня загрязнения речной воды. В работе также использованы атласы определители С.Г. Николаева. Анализ отобранных организмов методом биоиндикации Николаева, показал, что река относится к 3ему классу вод - воды удовлетворительной чистоты. В результате исследования проб воды реки Клязьма на фосфаты в 2022 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но даже там не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации наблюдалось у водоочистных сооружений города Коврова, превысив норму на $1,5\text{мг/дм}^3$. В результате исследования проб воды на аммиак в 2022 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но даже там не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации также наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но не превысило норму. В результате исследования проб воды на нитриты в 2022 году заметное повышение концентрации относительно среднего значения наблюдалось в районе СОНТе №9 Зид, а также близ водоочистных сооружений города Коврова, но в обоих случаях не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, превысив норму на $0,05\text{мг/дм}^3$. В результате исследования проб воды на железо в 2023 году заметное повышение концентрации наблюдалось перед селом Любец и перед въездом в город Ковров (железнодорожный мост), превысив норму на $0,7\text{мг/дм}^3$ и $0,3\text{мг/дм}^3$. В результате исследования проб воды на медь в 2023 в каждой из проб наблюдалась нулевая концентрация ионов.

Ключевые слова: река Клязьма, Владимирская область, фосфат-ионы, нитрит-ионы, ионы меди, ионы железа, аммиак/аммоний-ионы, биоиндикация Николаева, тесты для воды «НИЛПА», отбор проб.

Введение

Река Клязьма является важнейшей рекой Ковровского района. Она обеспечивает водой жителей крупных поселений, а также используется предприятиями в промышленных целях. В нее происходят сбросы бытовых и промышленных сточных вод, поступают смывы с полей. Это приводит к избытку биогенных

веществ в речной воде, что снижает качество воды, концентрацию растворенного кислорода, что губительно влияет на состояние всего биоценоза реки. Поэтому важно и актуально проводить исследования качества воды в реках.

Цель данной работы: определить степень загрязненности анионами и сапробность реки Клязьма по биологическому методу Николаева (метод биоиндикации воды по определению индекса сапробности) и химическими методами с помощью набора «Нилпа» (определение уровня фосфатов, аммиака, нитритов, железа, меди)

Задачи:

1. Ознакомиться с химическими и биологическими методами исследования текучих водоемов.
2. Проконсультироваться с администрацией Ковровского района для более точного определения обследуемого участка реки, выбрать точки взятия проб на обследуемом участке реки
3. Отобрать и картировать пробы
4. Определить найденные организмы и степень сапробности воды по методу биоиндикации С.Г. Николаева
5. Химическим методом набором «Нилпа» определить уровень фосфатов, аммиака, нитритов, железа, меди, сравнить с предельно допустимыми значениями.
6. Проанализировать полученные результаты.

Объект исследования: участок реки Клязьма находящийся на территории Ковровского района.

Предмет исследования: концентрация или содержание биогенных элементов в реке Клязьма, макрозообентос реки Клязьма.

Новизна: Изучая экологическую литературу, и посетив городскую и районную администрацию, мы узнали, что в Ковровском районе не проводились подобные исследования с 2000-ого года [1]. Мы предполагаем, что антропогенная нагрузка в исследуемом районе допустима и не оказывает существенного влияния на качество водного объекта. Исследования проводились с мая 2022 по сентябрь 2023 года.

Материалы и методы.

Вместе с сотрудниками районной администрации мы проработали 36-ти километровый маршрут (рисунок 1).

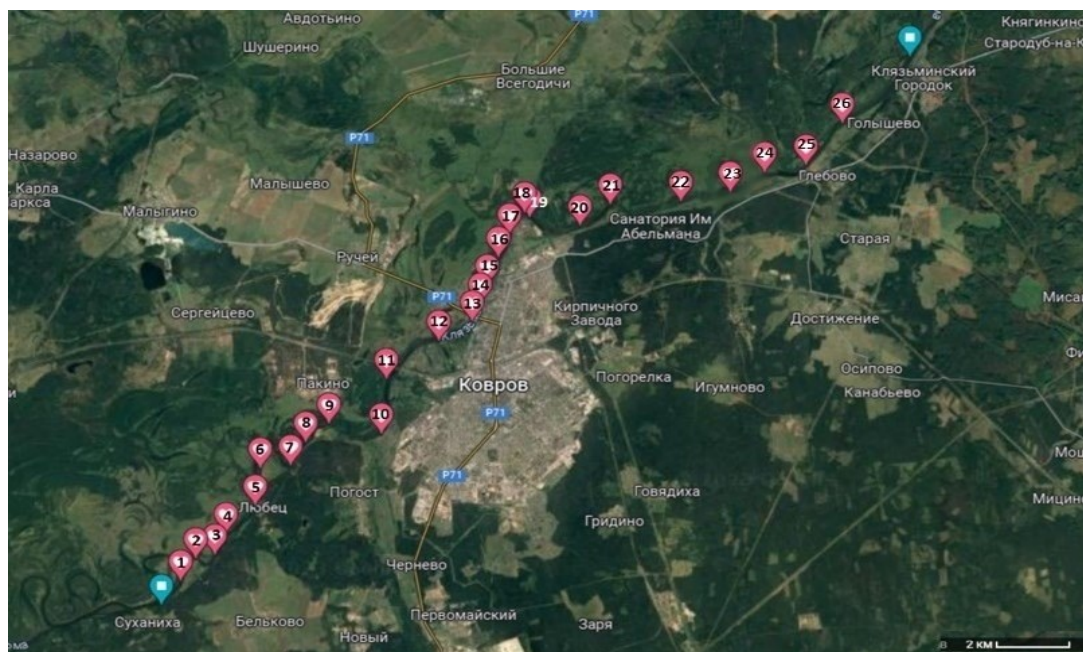


Рисунок 1. Маршрут и точки обора проб

Он был пройден дважды: 10 июня 2022 года и 16 июня 2023 года. Было выбрано 26 точек для отбора проб: через фиксированное расстояние и на сливах. Все исследования проводились в лаборатории «Кванториум-33». Одним из методов биоиндикации является система биоиндикаций С.Г. Николаева. Данный метод был выбран нами из-за простоты использования, а также рекомендовался к использованию в проектах технопарка «Кванториум-33». Метод позволяет идентифицировать 6 классов качества поверхностных вод:

1 класс – очень чистые воды. Холодные, не имеющие природных и антропогенных загрязнителей воды. Могут использоваться для питьевых целей без очистки.

2 класс – чистые воды. Холодные воды, содержащие небольшое количество «питательных» - эвтрофирующих веществ природного происхождения. Пригодны для питьевых целей.

3 класс – воды удовлетворительной чистоты. Характерны для достаточно продуктивных экосистем, с хорошо развитыми сообществами высшей водной растительности, фитопланктона (крупные водотоки и водоёмы), макрозообентоса и др. Обладая максимальным видовым разнообразием обитателей, водотоки с качеством воды 3-го класса проявляют высший уровень самоочищающей способности

4 класс – загрязнённые воды. Со значительной антропогенной нагрузкой. Способствуют распространению инфекционных заболеваний человека и животных. Их практическое использование

для рекреации и рыбоводства имеет ограничения по санитарно-гигиеническим нормам.

5 класс – грязные воды. Содержат большое количество органических веществ антропогенного происхождения и техногенных поллютантов в нетоксичных концентрациях. Воды способствуют распространению инфекционных заболеваний человека и животных.

6 класс – очень грязные воды. Мёртвые воды. Не содержат макроорганизмов, могут быть использованы только в технических целях после глубокой очистки.

Наиболее благоприятными периодами для обследования малых рек являются начало летней межени (по окончании паводка) и начало осени, когда вылет насекомых не начался или закончился, а их личинки достигли сравнительно крупных размеров.

Выбранные участки реки должны отвечать следующим требованиям:

- На них не должно быть затонов, которые характеризуются особыми физико-химическими и биологическими режимами.

- Намечаемый для обследования створ следует располагать выше по течению от бродов, переездов, мест водопоя скота и массового купания людей.

- Необходимо обследовать все многообразие биотопов речного ложа: отложения илов, песчаные, глинистые и в различной степени заиленные грунты; камни перекатов и зоны уреза воды; погруженные в воду сучья и стволы; подводные части мостов и гидротехнических сооружений.

При обследовании рек не принимают во внимание пустые домики ручейников, створки раковин беззубок, перловиц, шаровок, горошин, пустые раковины брюхоногих моллюсков.

Для сбора донных макробеспозвоночных, среди которых могут оказаться индикаторные таксоны, используют скребки.

Из списка обнаруженных таксонов определяется класс качества вод. Если удалось отловить несколько особей одного таксона, в таблице делается только по одной отметке в каждом классе, а не по числу пойманных особей.

По окончании внесения отметок обнаружения таксонов, в каждом классе вспомогательной таблицы подсчитывается число отметок, умножается на величину индивидуальной классовой значимости и получается суммарная индикаторная значимость таксонов в каждом классе. Принадлежность обследованного участка

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

реки к определенному классу качества вод определяется по максимальной суммарной значимости в ряду с 1 по 6 классы.

При оценке качества воды на основе биотического индекса находят величины коэффициентов для каждой группы беспозвоночных, обнаруженных в воде. В этой таблице для каждого животного есть индивидуальный коэффициент. Если какое-либо животное не определено или не указано в таблице, его не принимают в расчет. Затем суммируют коэффициенты для всех животных, обнаруженных в воде, и получают индекс пробы. Индекс пробы делят на количество групп, обнаруженных в водной среде беспозвоночных, и получают среднюю величину индекса. Полученная величина называется биотическим индексом. [2]

Переходим к химическому методу:

Проба воды, взятая для анализа, должна отражать условия и место отбора; отбор пробы, ее хранение и транспортировка должны исключать возможность изменения ее первоначального состава; объем пробы должен быть достаточным для проведения аналитической процедуры в соответствии с методикой.

При отборе пробы сточной воды нужно соблюдать следующие условия:

- скорость отбора не менее 0,5 м/с;
 - диаметр отверстия пробоотборника не менее 9-12 мм;
 - высокая турбулентность (в случае отсутствия создают искусственно).
- Для отбора и хранения проб нужно использовать посуду из стекла, полиэтилена, тефлона.

Отбор проб поверхностной воды осуществляют из верхнего горизонта водной толщи с глубины 30-100 см. Загрязнения могут быть неравномерно распространены по потоку реки, поэтому обычно пробы отбирают в местах максимально бурного течения, где потоки хорошо перемешиваются.

Отбираемые пробы воды маркируются. Для химического анализа нами был выбран Набор тестов для воды НИЛПА, включающий в себя тесты на аммиак, фосфаты, нитриты, железа и меди. Мы выбрали эти ионы, так как данные об их концентрации за 1995-2000 годы были представлены в практикуме по экологическому мониторингу города Коврова [1].

Для определения уровня аммиака на 1дм³ необходимо: прополоскать мерный стаканчик чистой водой, поместить в мерный

стаканчик 10 мл тестируемой воды, добавить в мерный стаканчик 4 капли реактива из флакона № 1, закрыть крышкой и перемешать круговыми движениями, снять крышку, добавить 4 капли реактива из флакона № 2, закрыть крышкой и перемешать круговыми движениями, снять крышку и к содержимому добавить 4 капли реактива из флакона №3, закрыть крышкой и перемешать круговыми движениями, поместить мерный стаканчик с тестируемым раствором на белый фон цветовой шкалы на 5 минут.

Аналогичные анализы проводятся и с другими ионами. [3]

Результаты и обсуждения:

Анализ отобранных организмов методом биоиндикации Николаева, показал, что река относится к третьему классу вод – воды удовлетворительной чистоты.

В результате исследования проб воды реки Клязьма на фосфаты в 2022 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но даже там не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации наблюдалось у водоочистных сооружений города Коврова, превысив норму на 1,5 мг/дм³.

В результате исследования проб воды на аммиак в 2022 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но даже там не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации также наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, но не превысило норму.

В результате исследования проб воды на нитриты в 2022 году заметное повышение концентрации относительно среднего значения наблюдалось в районе СОНТе №9 Зид, а также близ водоочистных сооружений города Коврова, но в обоих случаях не превышало норму. В 2023 году повышение концентрации наблюдалось только у водоочистных сооружений города Коврова, превысив норму на 0,05 мг/дм³.

В результате исследования проб воды на железо в 2023 году заметное повышение концентрации наблюдалось перед селом Любеч и перед въездом в город Ковров (железнодорожный мост), превысив норму на 0,7 мг/дм³ и 0,3 мг/дм³. В результате исследования проб воды на медь в 2023 в каждой из проб наблюдалась нулевая концентрация ионов.

Общие данные представлены в таблицах 1 и 2.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Таблица 1: Результаты исследования за 2022 год.

№ пробы	Фосфаты (мг/дм ³)	Аммиак (мг/дм ³)	Нитриты (мг/дм ³)	Найденные организмы	Класс качества вод по Николаеву
1	1/4	3/10	1/10	Плеи, водяной скорпион, личинка стрекозы красотки, улитки-прудовики, беззубка	3
2	1/4	3/10	0	Улитки-прудовики	3
3	1/4	3/10	0		
4	1/4	3/10	0		
5	1/2	3/10	0	Улитки-прудовики и беззубки	3
6	1/4	3/10	0		
7	1/4	3/10	0		
8	1/4	3/10	1/5		
9	1/4	7/10	0		
10					
11	0	3/10	1/10	Улитки-прудовики	3
12					
13	1/4	1/2	0	Личинки стрекоз красоток	3
14					
15				Беззубки	3
16				Личинки стрекоз красоток	3
17					
18	1/4	2	0	Улитки-прудовики	3
19	1/2	1/2	1/10		
20	1/4	3/10	0		
22	1/4	1/2	0		
23	1/4	1/2	0		
24	0	1/2	0		
25	0	3/10	0		
26	0	3/10	0		

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА

Таблица 2: Результаты исследования за 2023 год.

№ пробы	Фосфаты (мг/дм3)	Аммиак (мг/дм3)	Нитриты (мг/дм3)	Железо (мг/дм3)	Найденные организмы	Класс качества вод по Николаеву
1	0	0	0	1/4	Стрекозы-красотки, гладыш	
2	1/4	0	0	1/4	Стрекозы-красотки	
3	0	1	0	1/10		
4	1/4	0	0	1		
5	1/4	0	0	1/10	Стрекозы-красотки	
6	0	0	0	1/10		
7	0	0	0	1/10		
8	1/4	1/2	0	1/10		
9	1/4	0	0	1/10		
10	0	0	0	1/10		
11	0	0	0	1/2	Стрекозы-красотки	
12	0	0	0	1/5		
13	0	0	0	1/10	Стрекозы-красотки	
14	0	0	0	1/10		
15	0	0	0	1/10	Стрекозы-красотки	
16	0	0	0	1/10	Стрекозы-красотки	
17	0	0	0	0		
18	1/4	1/4	0	0	Стрекозы-красотки, улитки-прудовики	3
19	5	2	1/4	0		
20	1/4	0	0	0		
21	0	0	0	0	Стрекозы-красотки, улитки-прудовики	3
22	0	0	0	0	Стрекозы-красотки, улитки-прудовики	3
23	0	0	0	0		
24	0	0	0	0		
25	0	0	0	0		
26	0	0	0	0		

Выводы:

1. Освоены с химические и биологические методы исследования текучих водоемов.
2. Получены ценные сведения от администрацией Ковровского района для более точного определения обследуемого участка реки
3. Отобраны, картированы и проанализированы 26 проб на обследуемом участке реки
4. Определены представители макзообентоса, установлен 3 класс вод (степень сапробности) по методу биоиндикации С.Г. Николаева
5. Определены концентрации фосфатов, аммиака, нитритов, железа, меди химическим методом теста «Нилпа», проведено сравнение с ПДК.
6. В результате проведенных комплексных исследований, состояние реки можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Результат исследования уровня сапробности реки Клязьма по методу биоиндикации показал, что на этом участке река относится к 3-ему классу вод по классификации Николаева – удовлетворительно чистые.

В 2022 году результаты по исследованию содержания аммиака, фосфатов и нитритов не выявили превышение ПДК, однако в 2023 году было выявлено превышение ПДК фосфатов у водоочистных сооружений города Коврова, ПДК нитритов у водоочистных сооружений города Коврова, ПДК железа перед селом Любец и перед въездом в город Ковров.

Таким образом, предположение о том, что антропогенная нагрузка в исследуемом районе допустима и не оказывает существенного влияния на качество водного объекта, оказалось верным.

Проведенное мною исследование было освещено региональным телевидением. [4]

Перспективы.

Мы планируем продолжать мониторинг летом 2024 и разработать и собрать механизм для забора проб в труднодоступных местах.

Список цитируемой литературы

1. Город, в котором я живу. Практикум по экологическому мониторингу города Коврова. – Н.Н. Наумова, Л.В. Турышкин
2. Сборник: Методическое и информационное обеспечение Общественного мониторинга окружающей среды - ФГБОУ ДО ФДЭБЦ
3. Инструкции по применению Набора тестов для воды “НИЛПА”
4. <https://vladtv.ru/society/143115/>

A. Fadeeva, M. Markova

ANALYSIS OF THE WATER QUALITY OF THE KLYAZMA RIVER WITHIN THE KOVROVSKY DISTRICT OF THE VLADIMIR REGION BY HYDROCHEMICAL AND BIOINDICATIVE METHODS

Technopark Kvantorium-33

Russia, Vladimir

faassn@mail.ru, margharita.markova@yandex.ru

Abstract. The Klyazma River is the most important river of the Kovrov district. It provides water to residents of large settlements, and is also used by enterprises for industrial purposes. The discharge of large volumes of domestic and industrial wastewater into it, the flow of flushes from fields lead to an excess of nutrients in river water, which reduces water quality, the concentration of dissolved oxygen, which has a detrimental effect on the state of the entire biocenosis of the river. It is important and relevant to conduct studies of water quality in rivers. The purpose of this work: to determine the degree of contamination with some anions and saprobity of the Klyazma River by the biological method of Nikolaev (the method of bioindication of water to determine the saprobity index) and by chemical methods using a set of "Nilpa" (determination of the level of phosphates, ammonia, nitrites, iron, copper). From a conversation with employees of the district administration in the city of Kovrov, we found out the location of water treatment plants that drain water into the Klyazma River. They are under the numbers 47, 442, 431, 20, 23, 1, 555, 557, 19, on the cadastral map. Based on these data, we worked out a 36-kilometer route and the optimal distance between the sampling points,

which was 1.5 km. The entire route was covered by us on a motor boat twice: on June 10, 2022 and on June 16, 2023. In our work, we used a set of tests for water "Nilpa" to determine phosphates, nitrates, ammonia, iron and copper, and also used the methodology for determining water quality by the method of S. G. Nikolaev. The method is based on the dependence of the species composition of large bottom invertebrates on the level of pollution of river water. The work also uses atlases of determinants of S.G. Nikolaev. The analysis of the selected organisms by the Nikolaev bioindication method showed that the river belongs to the 3rd class of waters - water of satisfactory purity. As a result of the study of samples of the Klyazma River water for phosphates in 2022, an increase in concentration was observed only at the water treatment plants of the city of Kovrov, but even there it did not exceed the norm. In 2023, an increase in concentration was observed at the water treatment plants of the city of Kovrov, exceeding the norm by 1.5mg/dm^3 . As a result of the study of water samples for ammonia in 2022, an increase in concentration was observed only at the water treatment plants of the city of Kovrov, but even there it did not exceed the norm. In 2023, an increase in concentration was also observed only at the water treatment plants of the city of Kovrov, but did not exceed the norm. As a result of the study of water samples for nitrites in 2022, a noticeable increase in the concentration relative to the average value was observed in the area of SONT No. 9 ZID, as well as near the water treatment facilities of the city of Kovrov, but in both cases did not exceed the norm. In 2023, an increase in concentration was observed only at the water treatment plants of the city of Kovrov, exceeding the norm by 0.05mg/dm^3 . As a result of the study of water samples for iron in 2023, a noticeable increase in concentration was observed before the village of Lyubets and before entering the city of Kovrov (railway bridge), exceeding the norm by 0.7mg/dm^3 and 0.3mg/dm^3 . As a result of the study of water samples for copper in 2023, a zero concentration of ions was observed in each of the samples.

Keywords: Klyazma River, Vladimir region, phosphate ions, nitrite ions, copper ions, iron ions, ammonia/ammonium ions, Nikolaev bioindication, tests for water "NILPA", sampling.

УДК 502.65;504.4.062.2

В.В.Чёрная¹, В. Ю. Шаров², Э.А.Блинова³

**О КОНЦЕПТЕ ПРОГРАММЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-РЕСУРСНОГО
ПОТЕНЦИАЛА БАССЕЙНА Р.ОКИ – ОСНОВА
УСТОЙЧИВОГО ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»**

¹ РязГМУ Минздрава России

Россия, г. Рязань

¹harmony19721911@gmail.com

² НП «Ассоциация внутреннего и въездного туризма»

Россия, г. Владимир

vlsh2013@mail.ru

³Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Россия, г. Рязань

eleonora.gladkova@mail.ru

Аннотация. Окский речной бассейн остро нуждается в системных мероприятиях по рациональному использованию эколого-ресурсного потенциала. Пойменные ландшафты главных и малых рек, подземные воды староосвоенной территории водосбора многие столетия испытывают постоянную нагрузку в результате жизнедеятельности населения и хозяйственной деятельности предприятий. В статье предложен и детализирован концепт программы оздоровления и развития водохозяйственного комплекса, включая меры по формированию устойчивого туристско-рекреационного природопользования.

Ключевые слова: эколого-ресурсный потенциал, Окский бассейновый округ, реабилитация, туристско-рекреационное природопользование.

Введение

В старину русские называли реку Оку поясом богоматери, поскольку она защищала самый центр Руси, все самое святое и нерушимое. Писатель Константин Паустовский, живший в городе Тарусе на берегу Оки, называл эту реку самой русской рекой.

Восстановление эколого-ресурсного потенциала Окского бассейна – приоритетная стратегическая задача для регионов Поочья.

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

По данным филиала ФГБУ «Центральное УГМС» за период с 2012 г. по 2020 г. наблюдается ухудшение качества вод р. Оки и её основных притоков. Река Ока, являясь основным правым притоком р. Волги, вносит значительный вклад в её загрязнение. Достижение целевых показателей федерального проекта «Оздоровление Волги» национального проекта «Экология», в том числе по показателю – улучшение качества воды, невозможно без проведения комплекса экологических мероприятий на главных притоках, малых грязных и очень грязных реках.

В регионах среднего и нижнего течения Оки, например, в Рязанской области, ситуация с химическим загрязнением характеризуется сохранением токсического воздействия на отдельные водные объекты. Наряду с загрязнениями, имеющими относительно небольшие превышения уровня предельно допустимых концентраций, выявлены и сверхвысокие загрязнения, происходящие с неизвестной динамикой, в отдельных случаях превышающие ПДК в сотни раз – ситуационные, но широко распространенные случаи. Обобщение данных независимого экспертного мониторинга и информации Росгидромета говорят о серьезности ситуации по главным неорганическим загрязнителям пресных вод - соединениям тяжелых и цветных металлов: по железу общему, марганцу, кобальту (р. Ока, Касимовский район), никелю (р. Проня, Пронский район), меди (р. Вожа, Рыбновский район) [1]. В итоге, Рязанская область оказывается дефицитной по наличию безопасных водных рекреационных ресурсов, использование населением рек региона и их биологических ресурсов не соответствует оздоровительному содержанию понятий рекреация и активный отдых [2].

Река Ока мельчает: забор воды на хозяйственные и питьевые цели, в том числе с использованием водохранилищ (Орловского, Щёлковского, Шатского) увеличивается; истощаются подземные горизонты вод; малоснежные зимы, редкие бурные и масштабные половодья стали обычным явлением; в пойме не прекращается добыча песка, который со временем смывается в русло, меняя его рельеф.

Таким образом, из-за возрастающей антропогенной и техногенной нагрузки, изменений климата происходит деградация ресурсов водохозяйственного комплекса Окского бассейна. В результате многовекового использования ресурсов поймы и самих речных и озерных вод для хозяйственно-бытовых (в т.ч. питьевых и

рекреационных) и производственных нужд, многие поверхностные водные объекты утрачивают свои природные качества и нуждаются в восстановлении.

Цель – разработка концепта программы реабилитации и ревитализации Окского бассейна, возрождения его природно-ресурсного потенциала и туристско-рекреационного значения.

Результаты и их обсуждение. Решение комплекса задач по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса р. Оки должно осуществляться по следующим направлениям:

- становление и развитие системы государственного комплексного мониторинга водных объектов (включая мониторинг дна, берегов, водоохраной зоны) в регионах бассейна;
- разработка и реализация программ (проектов) экологической реабилитации водных объектов;
- инвентаризация и ликвидация источников загрязнения, засорения и истощения;
- восстановление (ревитализация) водных объектов, утративших способность к самоочищению;
- расширение и реализация региональных программ, направленных на достижение результатов реализации федеральных проектов «Сохранение уникальных водных объектов», «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» и др.

В последние десятилетия для водохозяйственного комплекса р. Оки нарастающими по актуальности стали вопросы и проблемы природопользования: оснащение, реконструкция и модернизация очистных сооружений предприятий промышленности, АПК и ЖКХ, внедрение водосберегающих технологий, ограничение добычи в поймах общераспространённых полезных ископаемых карьерным способом, засорение водоохраных зон всеми видами отходов хозяйственной деятельности, лесовосстановление, восстановление защитных лесополос, разработка и внедрение целостного подхода к рекреационному мониторингу, как за отдельными природными ресурсами (гидрологическим, биологическими), так и за территорией бассейна в целом.

Исключительно своевременной стала разработка концепта программы стратегического развития «Восстановление эколого-ресурсного потенциала бассейна р. Оки – основа устойчивого туристско-рекреационного природопользования» и реализация

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

системных мероприятий по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Оки с акцентом на работы по экологической реабилитации главной реки бассейна и её основных притоков. Предложенный концепт программы включает 2 подпрограммы (п/программы):

П/Программа I. «Восстановление эколого-ресурсного потенциала бассейна реки Оки»

I.I. Анализ существующей водохозяйственной ситуации в бассейне р. Оки.

I.II. Стратегические направления и план мероприятий ("дорожная карта") по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Оки, а именно:

1. Рациональное использование водных ресурсов для целей гарантированного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения, судоходства, гидромелиорации

*1.1. Сокращение использования водных ресурсов водохранилищ
для обеспечения гарантированного судоходства*

1. Реконструкция и строительство гидроузлов на реке Ока.

*1.2. Рационализация использования водных ресурсов, изымаемых
для гидромелиоративных работ*

2. Инвентаризация гидромелиоративных систем, реконструкция гидромелиоративных сооружений.

2. Снижение антропогенного воздействия на реку Ока и ее притоки

3. Инвентаризация источников антропогенного воздействия (загрязнения, засорения, истощения) и существующих комплексов очистных сооружений.

4. Строительство или реконструкция комплексов очистных сооружений. Мероприятия по консервации и изоляции источников антропогенного загрязнения (площадных, диффузных и др.).

3. Инвентаризация, расчистка и восстановление водности притоков

5. Инвентаризация и реестрирование водных объектов бассейна.

6. Выявление и восстановление уникальных водных объектов бассейна.

4. Мероприятия по сохранению водных биологических ресурсов

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА

7. Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания, в т.ч. на участках естественных нерестилищ рыб.

8. Удаление аварийно опасной древесно-кустарниковой растительности в границах прибрежной полосы, уничтожение излишней водной растительности из водного объекта.

9. Проведение дноуглубительных работ и (или) работ по выемке грунта.

10. Проведение биологической мелиорации водных объектов.

11. Разработка программы по восстановлению фиторесурсов, проведение работ по восстановлению растительности вдоль основного русла Оки.

12. Реконструкция рыбоводного завода (-ов), в том числе разработка проектной документации (при необходимости).

13. Создание научного центра аквакультуры "ОКСКИЙ", в том числе разработка рыбоводнобиологического обоснования и проектной документации (возможно, на базе Научно-образовательного центра аквакультуры и рыбоводства (НОЦ аквакультуры и рыбоводства), структурного подразделения факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет».

5. Повышение водности водохозяйственных систем

15. Инвентаризация и техническая оценка руслоперегораживающих сооружений, гидротехнических сооружений, в т.ч. Белоомутского и Кузьминского гидроузлов.

16. Разработка проектно-сметной документации по переустройству и ликвидации руслоперегораживающих сооружений (при необходимости).

17. Переустройство и ликвидация руслоперегораживающих сооружений (при необходимости).

18. Капитальный ремонт и строительство гидротехнических сооружений (при необходимости).

6. Экологическое просвещение и профориентационные мероприятия

19. Разработка программы и проведение мероприятий по экологическому просвещению населения, организации и координации добровольческой и волонтерской деятельности.

20. Разработка программы и проведение профориентационных мероприятий.

7. Постпроектный мониторинг эффективности реализации программы.

II/Программа II. «Формирование системы устойчивого туристско-рекреационного природопользования в бассейне реки Оки»

1. Мониторинг актуального состояния туристско-рекреационного использования природных, культурно-исторических и техногенных ресурсов бассейна.

2. Анализ результатов мониторинга актуального состояния туристско-рекреационного использования природных, культурно-исторических и техногенных ресурсов бассейна.

3. Определение стратегических (приоритетных) направлений и программ развития туристско-рекреационного природопользования бассейна.

4. Разработка программ (планов мероприятий) по системной оптимизации и устойчивому развитию туристско-рекреационного природопользования.

5. Разработка территориальных планов туристско-рекреационных структурных образований и системы бассейнового управления (менеджмента). Создание Окского бассейнового Центра туристско-рекреационного менеджмента.

Заключение. Только реализация системных мероприятий разработанной программы стратегического развития «Восстановление эколого-ресурсного потенциала бассейна р. Оки – основа устойчивого туристско-рекреационного природопользования» будет способствовать оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Оки.

Список цитируемой литературы

1. Чёрная В. В., Воронин Р. М., Сучков И. А., Горнов В. А., Дерягина Л. Е. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод в Рязанской области // Экология человека. 2021. № 8. С. 28–35. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-8-28-35.

2. Рекреационный мониторинг поверхностных водных объектов (на примере Рязанской области) / Чёрная В. В., Кочуров Б. И., Сучков И. А., Блинова Э. А., Воронин Р. М. // Грозненский

V.V. Chernaya¹, V.Yu. Sharov², E.A. Blinova³

**ABOUT THE CONCEPT OF THE STRATEGIC PROGRAM
"RESTORATION OF THE ENVIRONMENTAL POTENTIAL OF
THE OKA RIVER BASIN - THE BASIS OF SUSTAINABLE
TOURIST AND RECREATIONAL NATURE MANAGEMENT"**

¹Ryazan State Medical University

Russia, Ryazan

¹harmony19721911@gmail.com

²NP "Association of internal and inbound tourism"

Russia, Vladimir

vlsh2013@mail.ru

³Ryazan State University

Russia, Ryazan

eleonora.gladkova@mail.ru

Abstract: The Oka river basin is in dire need of systemic measures for the rational use of environmental potential. Floodplain landscapes of the main and small rivers, groundwater of the old developed area have been under constant pressure for many centuries as a result of the population life and the economic activities of industries. The article proposes and details the concept of the program for the improvement and development of the water management complex, including measures to form a sustainable tourist and recreational nature management.

Keywords: ecological and resource potential, Oksky basin district, rehabilitation, tourist and recreational nature management.

REUSE BY PURIFYING SALINE GROUNDWATER

Bukhara State University

Uzbekistan, Bukhara city

¹z.f.xodjaeva@buxdu.uz, xadjaeva@2993gmail.com

²n.e.rashidov@buxdu.uz, rashidovnegmurod@gmail.com

Annotation: by increasing the number of algae of the dominant species, the water dumped into the Collector waters through Salt washing works is re-treated, and the re-use of water through the system of pumps plays a big role in the saving of water reserves.

Keywords: grunt water, algae, collector, biotechnology, hydrochemical

Introduction: currently, the provision of water and quality food to the population in problematic conditions of climate change, environmental degradation and reduction of natural water reserves and the cultivation of environmentally friendly products is one of the primary tasks. In this place, it is considered important to ensure the stability of water bodies, maintain the biodiversity of hydrobionts and grow environmentally friendly products through modern methods. Therefore, it is of important scientific and practical importance to determine the hydrochemical state of natural and artificial water reservoirs and to develop effective biotechnological methods of their use. As a result of the strongly changing climate, there is a decrease in dehydration and water reserves not only on the world level, but also on the territory of Uzbekistan. Currently, for agricultural crops, the water used in Salt washing works is pumped out through the Collector – plant system. In order to make good use of water in such a harsh environment, modern biotechnological methods are currently being developed on a large scale. It is as one of these methods that biotechnological methods of breeding algae and purification of mineralized waters by algae have been developed at Bukhara State University[1]. By increasing the volume of water dumped into collector-waste water through Salt washing works, the re-use of water through a system of pumps takes a big place in the saving of water reserves.

Literature analysis and research methods: in conditions of water scarcity, taking into account the above, it is difficult to obtain a stable, high yield from agricultural crops, to create additional water reserves. Scientific research has been carried out by several scientists in this regard, and

effective and high results have been obtained. Including a.Khamidov conducted scientific research on improving the reclamation of land in the lower reaches of the Amudarya, as well as desalination of saline lands by phytomelioration. D.S.Yadavov, S.Azimov, M.L.Ikramovas studied the procedures for irrigation of acorns in the conditions of the Bukhara region in which the waters of sizot are located at different depths, groundwater is located at a depth of up to 2 m, mechanical composition irrigation in heavy soils is found in the system 1-2-1, groundwater is in the system 1-4-1 on land located at a depth of 2-3 m,

Research work began in the spring season of 2020-2023 and was carried out in field and laboratory conditions. Hydrobiological samples were collected from the Dengizkul collector of the Bukhara region once a month. The main three streams of the Dengizkul Collector were covered during the research:

Upper reaches of Kagan district, Bukhara region;

Middle stream of Jandar district, Bukhara region;

Lower reaches of Karakul District, Bukhara region;

Analysis of the physicochemical state of water consists of two types.

1. Hydrochemical analysis in field conditions.

2. Hydrochemical analysis under laboratory conditions[2,5]

In field conditions, indicators of water temperature, color, clarity, turbidity and m were determined. With the air temperature thermometer "TSN -15", The temperature of the water should be determined using the number thermometer Wt-1, and the thermometer should be kept at a sampling depth of at least 7-10 minutes to determine the temperature. A common technique for determining the clarity of water is the Sekki disc (a white plate with a diameter of 20 cm is mounted on a measuring rope).

The water environment RN i.e., the amount of hydrogen ion of water (m)- was measured using indicator paper and the LPU-01 brand RN in meters. The light was measured on the Yu-16 brand luxmeter instrument. During the experiment, a DRL-400 lamp was used to provide light to algae in laboratory conditions. All remaining indicators of water were determined in laboratory conditions. In the conditions of laboratory, the Scientific Laboratory of biotechnology and ichthyology of Bukhara State University and the scientific laboratory of yu under the State Committee for Ecology and Environmental Protection. Yu.Lore [4; 446-b] and N.S.Stroganov [5; 195-B] were analyzed in terms of styles.

Results: Continuing the research on the purification of the water of the Sea collector of Bukhara region from organo-mineral substances,

further experiments were carried out by we continued with the *S.obliquus* strain.

To conduct the experiment, its amount was planted in the amount of 2.0-2.5 million cells/ml, and the dynamics of growth was calculated daily. until the *S.obliquus* cell was planted in the water of collectors, the hydrochemical composition of the water was determined. In the water of the sea collector, algae grow, enriching it with dissolved kisorod, and as a result of the consumption of minerals in it, reduced their amount compared to that of the control option. In experimental options (in 5-6 days) it was found that the chemical composition of water changes after *S.obliquus* grows and multiplies.

Experimentally, with the help of *S.obliquus*, it was also found that the level of purification of collector waters from organo-mineral substances is also high. The amount of oxygen dissolved in the water increased from 4.8-5.2 to 7.7-8.0 mg/L. This is due to the photosynthetic activity of pointer algae. The more photoaphthotrophic plants grow and develop in collector waters, the more oxygen content in the water will continue to increase. The increase in oxygen content in turn accelerated the decomposition of organic matter in the water. Therefore, the consumption and oxidation levels of oxygen in water for biochemical processes decreased from 35.3-16.4; to 16.4-6.6 mg O₂/l; from 52.3-44.04 to 24.3-19.3 mg O₂/l. Ammonia and nitrites were completely absorbed by algae. The amount of chlorides, sulfates, and dense residues has also decreased, as many of the mineral salts grow and develop algae at the expense of the minerals necessary for the growth of algae and form biomass.

In general, a comparative analysis of chemical changes in the waters of collectors where *Chlorella pyrenoidosa* and *Scenedesmus obliquus* were grown shows that both of these algae were found to have water purification properties based on almost the same law.

Chlorella pyrenoidosa and *Scenedesmus obliquus* algae continued their scientific research work on the role of collectors in cleaning their water from various impurities, conducting experiments with the aim of studying the level of water purification as their cells grow a lot. We have identified the acceleration of these processes when additional nitrogen-containing and phosphorus mineral salts and manure juice were added to the waters in order to accelerate the growth of algae in the waters of colectors and increase their yield, as described above. The acceleration of algae growth and increased productivity were determined by a series of experiments on how the chemical composition of collector waters changes.

For example, in the waters of the Sea Collector, 150 mg/l of ammophos was added to determine the chemical composition of algae until they were sown (table 6.8). By adding ammophos to collector waters, option 1 was planted in 2.5 mln cells/ml of *Chlorella pyrenoidosa*, while Option 2 was placed where experiments were conducted as controls.

Chlorella pyrenoidosa was grown for 5 days and its biomass was separated from the water, the chemical composition of the water was determined after the Collector waters were enriched with minerals, the content of *Chlorella pyrenoidosa* was 40-45 ML/ml of cells. Such high levels of *Chlorella pyrenoidosa* in turn accelerated the processes of purification of collector waters from organo-mineral substances as well. Experiments have shown that the environment (pH) in collector waters also changes to the alkaline side. This is a characteristic of algae. As a result, the oxygen enrichment of the waters doubled. From the main indicators that determine the purity of water, the biochemical consumption and oxidation rate of oxygen decreased from 38.3-35.6 to 6.3 – 9.4 and from 53.5-64.3 to 16.2-21.3 mg O₂/L. In control options, these indicators are much higher – up to 32.2-36.1 and 55.0-60.9 mg O₂/l. The total amount of chlorides, sulfates and dense residues decreased to 25-30%.

In addition to planting *Chlorella pyrenoidosa* by adding ammophos to collector waters, this prepared nutrient medium is also served in two different variants by *S. obliquus* planted (experience and control). *S. the* growth of *obliquus* also lasted 5-6 days.

Conclusion: when analyzing the results of the experiments carried out, it is possible to use algae *Chlorella pyrenoidosa* and *Scenedesmus obliquus* in the purification of collector water from organo-mineral substances. When the Collector water was enriched with biogenic elements needed for *Chlorella pyrenoidosa* and *Scenedesmus obliquus* growth, it was observed that the higher the purification rate of water, that is, the more biomass in the Collector water, the faster their purification from organo-mineral substances. The growth, development and biomass generation of *Chlorella pyrenoidosa* and *Scenedesmus obliquus*, which were used to purify collector Waters, became nearly identical. Also the degree of purification is with respect to *Chlorella pyrenoidosa*. *S.obliquus* is revealed to be high. This is due to the size of the *S.obliquus* cell is one and a half times the size of the *Chlorella pyrenoidosa* cell.

References

1. N.E.Rashidov Algoflora of collectors of the Bukhara region (monograph) Bukhara - "Durodona" 2020 P. 7-13.
2. Khodjaeva, Z. Sezonniy analiz rva Dengizkul // Sentr nauchnich publikasii (BuxDU.Uz), 2022
http://Journal.BuxDU.uz/Index.php/journals_buxdu/artisle/View/4984
3. Strogonov N.S. Prakticheskoe rukovodstvo po hydroximii. - Moscow. 1980. – 195p.
4. Lurie Yu.Yu.Analiticheskaya khimiya promishlennix stochnix VOD. Moscow.: Khimiya, 1984. – 446 p.
- 5.Khodjaeva, Z. (2023). Algae of the Dengizkul collector waters // Tsent nauchnich publikasii (buxdu.Uz), 30 (30).
https://journal.buxdu.uz/index.php/journals_buxdu/article/view/9138

СЕКЦИЯ №5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 37.033

Князьков И.Е.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ ШКОЛЬНИКОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА КОНКУРСЕ МАУ ДО СЮН «ПАТРИАРШИЙ САД»

Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Россия, г. Владимир

siekmp@yandex.ru

Аннотация: Научные проекты школьников закладывают основы исследовательской деятельности. Любое исследование должно быть основано на правильной схеме опыта и методике. Статья посвящена разбору типичных ошибок при выполнении школьных научных проектов.

Ключевые слова: схема опыта, школьный научный проект, анализ ошибок

Основы познания окружающего мира формируются, начиная с самого детства, а в школе с помощью педагогов им придают осмысленность и научный подход. Поэтому ошибки, совершённые при выполнении исследовательских проектов и участии в различных конкурсах могут привести впоследствии к системным ошибкам и существенным проблемам при выполнении квалификационных работ студентов-бакалавров.

Данное исследование посвящено научным проектам экологической направленности, представленным на конкурсе «Открытия 2030», организованном станцией юных натуралистов «Патриарший сад», проводимом в 6 тематических номинациях.

Больше всего работ было представлено на секции «Экологический мониторинг», что свидетельствует о большей привлекательности этого направления как для самих школьников, так и для их научных руководителей – учителей биологии, химии и географии. Анализ биоразнообразия было посвящено 4 работы, влиянию на человека и его здоровье – 3 проекта.

Среди представленных исследований некоторые проекты в значительной степени повторяли работы, выполненные в прошлые

годы, что свидетельствует как о детально разрабатываемой научным руководителем проблеме, так и об удобстве проведения исследований по классическим методикам.

В подавляющем большинстве проекты представляли собой индивидуальные исследования и лишь одна из них являлась коллективным проектом двух человек. В основном в работах использовались существующие методики, описанные в литературе, однако школьники дополняли их анкетированием, делали топографическую съёмку местности и её фотофиксаж.

К сожалению, значительная часть научных руководителей целенаправленно ориентировали школьников выносить все полученные данные в виде таблиц и рисунков в приложение, что мешало полноценно воспринимать работу не только в ходе проверки, но и самим школьникам. Следствием этого становилось поверхностное обсуждение полученных результатов и фактическое отсутствие полноценного анализа. Встречалось даже прямое противоречие выводов ранее изложенному материалу. Так в работе по изучению пылевых частиц была выявлена пыльца растений, но сделан вывод о полном отсутствии возможной аллергической реакции.

Несмотря на то, что в средней школе не проходят основы статистической обработки данных, ряд проектов содержал полноценный анализ с применением дисперсионных методов. В этом была несомненная заслуга научного руководителя.

В других случаях наоборот прослеживалось игнорирование научным руководителем внимательного отношения к изложению работы ученика: примерно треть проектов содержали орфографические и смысловые ошибки, имелся сбой форматирования, что свидетельствует об отсутствии грамматической проверки текста, либо были нарушены принципы цитирования литературы – ссылки ставили, не связывая их размещение с упоминанием чужих данных. Литературный обзор порой представлял собой необоснованный конгломерат из всего найденного материала, без соотнесения со спецификой проводимого исследования. В итоге достигался обратный психологический эффект восприятия работы и собственные данные тонули в огромном объёме материала собранного другими.

Также много было ошибок в самой схеме опыта. –Так, например, при изучении роста рассады в сравнении на пластиковых и деревянных окнах совершенно не учитывали разную температуру грунта из-за разных подоконников – старых бетонных на деревянных

окнах и пластиковой сэндвич-панели при новом остеклении. Незыблемое правило однофакторного эксперимента – все другие не учитываемые воздействия должны быть одинаковыми во всех вариантах опыта [1, 2].

В нескольких проектах полностью игнорировали специфику местности как при исследовании, так и при дальнейшем анализе полученных данных. Так например изучение территориальной экспансии борщевика Сосновского исходно ссылаются на данные по его распространению автотранспортом, но исследование никак не соотносит выявленное обилие этого растения с интенсивностью движения в данной местности. А работы по лишеноиндикации территории лица не только игнорируют особенности проветривания улицы из-за географического положения и наличия зелёных насаждений, но и не дают никаких рекомендаций по результатам той индикации.

Ряд анкет содержал некорректные вопросы. Так в исследовании по влиянию фаст-фуда был вопрос не о том – употребляет ли его человек, а «Любите ли вы фаст-фуд?» Вредные привычки можно любить, но не совершать, тем более регулярно!

Обращает на себя внимание уровень личной заинтересованности. Несколько работ представляли собой настоящие манифесты о спасении какого-либо вида (чилима или кувшинки снежно-белой) или требовали разрешения патовой ситуации в связи с выраженным загрязнением природной среды и влиянием этого на здоровье населения. Однако есть и противоположная ситуация, когда человек начал наблюдения за сооружённым на своём участке водоёмом, а потом забросил их спустя полгода.

Другая неприятная тенденция, мешающая полноценному развитию научного познания и мышления – популяризация так называемых «научных гипотез», что стимулирует ещё начиная с литературного обзора и обоснования актуальности темы настойчивое доказательство нужных исследователю фактов – фактов, которые ещё не получены или даже не будут получены в ходе исследования.

Однако общая картина при оценке проектов школьников выглядит весьма благоприятно. Ряд работ представляют собой серьёзные научные исследования и при соответствующей доработке даже могут быть рекомендованы к научной публикации. Особенно впечатляющими были проекты, выполненные под руководством педагогов дополнительного образования СЮН «Патриарший сад».

Впоследствии силами методистов и администрации этой организации был проведён семинар по результатам конкурса «Открытия 2030» и основам проектной деятельности школьников для педагогов г. Владимир.

Список цитируемой литературы:

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Колос, 1973. – 336 с.
2. Иванова, Т. Е. Методика опытного дела : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Агрономия» и «Агрохимия и агропочвоведение» / Т. Е. Иванова, Т. Ю. Бортник, Е. В. Лекомцева ; ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 175 с.

Knyazkov I.E.

ANALYSIS OF RESEARCH PROJECTS OF SCHOOLCHILDREN PRESENTED AT THE COMPETITION OF YOUNG NATI STATION "PATRIARSHY GARDEN"

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov
Russia, Vladimir
siekmp@yandex.ru

Annotation: Scientific projects of schoolchildren lay the foundations of research activities. Any research should be based on the correct scheme of experience and methodology. The article is devoted to the analysis of typical mistakes in the implementation of school research projects.

Keywords: scheme of experience, school scientific project, error analysis

УДК 908:37.026.5

М.М. Пикуленко¹, А.В. Смуров²

**СОВРЕМЕННОЕ КРАЕВЕДЕНИЕ И
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МУЗЕИ**

МГУ имени М.В. Ломоносова

Научно-учебный музей землеведения

Россия, г. Москва

¹pikulenkomarina@mail.ru, ²smr49@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу роли междисциплинарных подходов в изучении краеведения в средней школе и взаимодействию с естественнонаучным музеем университета. Авторами рассматриваются образовательные программы в пространстве музея университета с применением современных подходов в развитии краеведения, включающие как вопросы истории, географии, так и отечественные научные достижения в изучении природных ресурсов регионов, истории их формирования, сохранения биоразнообразия и этапов становления регионального природопользования. Представлен пример реализации возможностей музея в продвижении достижений различных областей науки (на примере Музея землеведения МГУ). Показано, что смешанные формы обучения с применением очных: дистанционного онлайн (online) и оффлайн (offline) форматов занятий расширяют возможности музея университета, и важны слушателям для получения комплексных междисциплинарных ответов на актуальные вопросы по краеведению в эпоху глобальных изменений.

Ключевые слова: музей университета, экологическое просвещение, краеведение, образование музейными средствами, онлайн и оффлайн обучение.

Введение. Современные глобальные перемены привели к востребованности сформированной гражданской позиции у каждого россиянина, основанной на ценностном отношении к историческому и культурному наследию, сохранению исторической преемственности поколений. Краеведение, включающее комплексное изучение определенной территории и накопление знаний о ней, способствует патриотическому воспитанию, расширяет кругозор и развивает познавательные интересы учащихся, приобщает к творческой деятельности, формирует практические и теоретические знания,

помогает в выборе профессии [1,2]. Анализ работ некоторых авторов [1] позволил выявить преемственность и особенности развития научных идей краеведения на каждом историческом этапе, когда именно на географической основе происходит формирование междисциплинарных знаний, включающих географию, экологию, историю, археологию, топонимику, топографию, геральдику, этнографию, филологию. Установлено, что третий (с конца 80-х и по настоящее время), современный этап краеведения характеризуется реализацией страноведческого, культурологического и информационного подходов [1]. Научно-учебный музей землеведения МГУ благодаря богатой междисциплинарной экспозиции в области геологии, географии, почвоведения, экологии и биологии является гармоничным обучающим пространством для реализации междисциплинарных проектов в области дополнительного образования для учащихся средней школы.

Ранее было показано [3], что участники образовательных программ музея землеведения МГУ могут очно и дистанционно (online и offline) путешествовать в пространстве и во времени, познавая целостную картину всех процессов формирования географической оболочки: от геологических процессов и полезных ископаемых до растительного и животного мира, погружаясь в конкретные вопросы изучения родного края. В 2022-2023 учебном году сотрудники музея получили высокую оценку своей работы от участников образовательных программ смешанного формата занятий в университетском музее с расширением интерактивной практической части в рамках дисциплин по краеведению. Анализ востребованности развития современных подходов в краеведении предполагает актуализацию и апробирование тематических занятий в образовательно-просветительной деятельности университетского музея в тесном сотрудничестве с заинтересованными сторонами.

Основная часть. Страноведческий и культурологический подходы обеспечивают комплексное изучение природы, населения, хозяйства и культуры своего края. При изучении своего края легче обеспечить воздействие на все сферы сознания личности, поскольку объекты изучения находятся в непосредственной близости и личностно значимы для учащихся. Практическая направленность в изучении родного края, особенно с применением информационно-коммуникативных технологий, оказывает мотивирующее воздействие на развитие познавательных и практико-ориентированных стремлений

учащихся [1]. Современный музей естествознания – активная точка интеграции научных представлений с общественным сознанием и внедрения их в разноплановую деятельность человека в окружающем мире. В связи с этим, традиционные музеи осуществляют поиск новых подходов к популяризации научных знаний. Это касается в том числе, использования разнообразных форм музейной коммуникации, включающих ауди- и видео- формы, викторины, квесты и поисковые маршруты для поддержания интереса посетителей и целостного восприятия ими музейных экспозиций [3].

Современные подходы в краеведении предполагают посещения учащимися школ краеведческих, литературно-мемориальных, исторических музеев и усадеб, что используется при изучении различных школьных дисциплин. В Научно-учебном музее землеведения МГУ при проведении цикла занятий «Редкие растения и животные Москвы» в рамках программы абонементов «Уроки в музее» и программ повышения квалификации для учителей средней школы используется экспозиционное пространство, демонстрирующее взаимосвязь гуманитарных и естественных наук о Земле. Для занятий краеведческого направления в 2022-2023 годах был выбран смешанный формат занятий: интерактивные дистанционные лекции и очные практические занятия с игровыми элементами, поскольку таким образом достигается гармоничное вовлечение слушателей в изучение экспозиции музея, отражающей геологические, географические, экологические и биологические закономерности в истории формирования почв и ландшафтов в целом.

Целью образовательной программы «Редкие растения и животные Москвы» является формирование у учащихся комплексного представления о растительности и животном мире на основе современного состояния природы мегаполиса и творческого осмысления коллекций экспозиции музея с привлечением дополнительных интерактивных методик и предметных материалов. Во избежание информационной перегрузки учащихся научным материалом методически обоснованным представлялось использование интерактивных форм обучения.

Сотрудниками музея (в.н.с. Пикуленко М.М.) была разработана викторина «Угадай редкое растение» с использованием электронной базы данных растительных объектов Москвы на платформе Департамента природопользования Москвы [4] и общедоступных страниц каталога, iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) всех

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

встречающихся в регионе представителей растительного и животного мира, составленного с экспертизой ученых МГУ имени М.В. Ломоносова. При разработке этого музейного абонементу был составлен тематический план изучения экспозиции на основе выбранных из многообразного материала залов ряда опорных экспонатов, наиболее ярко отражающих последовательность смены геологических эпох, этапы развития органического мира, флористическое разнообразие современного растительного покрова и так далее. Изучение эволюции растительного и животного мира материков и конкретно московского региона происходит в рамках экспозиции 28, 26 и 25 этажей музея. Путешествия участников онлайн и оффлайн по геологическим эпохам базируется на единстве планетарных природных процессов (от древнейших периодов до современности). При рассмотрении экспозиции музея и его палеонтологических коллекций проводятся в параллели с современной флорой и фауной, акцентируются моменты узнавания предков современных растений в ископаемых экспонатах.

В лекционном сопровождении предметного исследования артефактов затрагивается обширный круг вопросов – от особенностей процессов фото- и хемосинтеза, морфологии и систематики растений до характеристик и реконструкций природы различных эпох, включая ландшафтную оболочку планеты, гидросферу, климат, состав атмосферы. В зале четвертичного периода (26 этаж) предлагается обратить внимание на неразрывную связь мира растений с развитием цивилизации. Логическим продолжением изучения темы является переход к практической части занятия, посвященной современной флоре и растительности московского региона, на экспозиции 24 и 25 этажей музея и на страницах iNaturalist[5].

Комплексная географическая экспозиция 24-25 этажей музея отражает природную зональность и физико-географические региональных субъектов нашей страны, позволяет онлайн и офлайн изучить специфику и видовое разнообразие естественных биогеоценозов, современное состояние и проблемы сохранения региональной уникальности природы, вопросы рационального использования ресурсов. В ходе живого общения в очной и дистанционной (онлайн и офлайн) форматах занятий преподаватели берут на себя роль ведущих и консультантов, используется натурная экспозиция и специально подготовленные предметные коллекции экспонатов коллекций для практических занятий.

Музей землеведения МГУ предоставляет уникальные возможности предметного сопровождения для самых разнообразных тематических направлений изучения природы, в том числе, в рамках краеведения. Его академическая экспозиция с успехом может реализовываться в новых тенденциях музейной педагогики, основанных на принципах неразрывной связи использования статического фонового экспозиционного элемента и интерактивных игровых методов, используемых на занятиях. Подобный подход избавляет участников программ от излишней абстрактности логических построений, создавая на основе реальных ощущений (визуальных, тактильных, вкусовых) доверие к научным объяснениям.

В образовательных программах Научно-учебного музея землеведения смешанного формата предоставляется возможность осмыслить комплексные теоретические гуманитарные и естественнонаучные представления о родном крае, познакомиться с такими научными разделами как история, география, геология, экология, палеоботаника, систематика, геоботаника, ландшафтоведение и природопользование. В музее землеведения разрабатываются и проводятся не только дополнительные общеобразовательные программы, но и программы повышения квалификации для преподавателей школ. Полученные отзывы учителей показывают, что краеведческая тематика востребована в настоящее время в средней школе, для которой необходима поддержка университетского естественнонаучного музея. Приводим один из таких отзывов:

«Добрый день! Я участница интересного мероприятия «Летняя школа по краеведению», удалось принять участие 6 и 7 июня 2023 года. Завтра так же планирую посещение мероприятия. Спасибо за актуальные темы, интересное содержание и красивый литературный русский язык лекторов, а так же за доброжелательность и уважение к слушателям. К сожалению, в современном мире даже в профессиональном сообществе так бывает не всегда и это очень ценно».

Список цитируемой литературы

1. Бадьин М.М. Методика использования информационно-коммуникативных технологий в школьном географическом краеведении (8 класс)// автореф. дис. к.пед.н. 13.00.02.– Н.Новг.: РИУ ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2013. – 25 С.

2. Bhar D. Literature Review on Local History Collection. Its Various Sources and Roles of Libraries. // Calcutta University Journal of Information Studies; v. XVII, 2015. – SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3198824> , 09.09.2023.

3. Пикуленко М.М., Ливеровская Т.Ю., Лаптева Е.М. Музей землеведения МГУ: точки развития партнерства со школой // Музей в меняющемся школьном мире: материалы II и III Всероссийских научно-практических конференций, сб./ ред. Е.Б. Медведева, – М.: ПЕРСПЕКТИВА, 2019. — С. 71–77.

4. Список объектов растительного мира, включенных в Красную книгу Москвы. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <https://data.mos.ru/opendata/7704221753-spisok-obektov-rastitelnogo-mira-vklyuchaemyh-v-krasnuyu-knigu-goroda-moskvy/passport?versionNumber=1&releaseNumber> . Дата доступа: 09.09.2023.

5. iNatutalist. На связи с природой. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <https://www.inaturalist.org/> . Дата доступа: 09.09.2023.

M.M.Pikulenko¹, A.V. Smurov²

MODERN LOCAL HISTORY AND NATURAL SCIENCE MUSEUMS

Lomonosov Moscow State University, Earth Science Museum
Russia, Moscow

¹pikulenkomarina@mail.ru, ²smr49@mail.ru

Abstract: The article is devoted to an increasing role of interdisciplinary approaches in the study of local history in secondary school and its interaction with the university's Natural science museum. The authors consider educational programs in the space of the university museum with the use of modern approaches in the development of local history, including both the issues of history, geography and Russian scientific achievements in the study of natural resources of the regions, the history of their formation, biodiversity conservation and the development of the of regional ecology management. The analysis of the realization of the museum opportunities in promoting the achievements of the various fields of science (on the example of the Earth Science Museum of Lomonosov Moscow State University) is carried out. It is shown that mixed forms of the training with the application of distance (online) and face-to-face (offline) format of classes expand the possibilities of the University

museum and are important for the students to get complex interdisciplinary answers about the main questions of the local geographical and economical history in the era of global changes.

Key words: university museum, environmental education, local history, museum learning, online and offline learning.

УДК 37.014:502.31

Л.В. Попова

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ:
ПУТЬ ДЛИНОЮ В СОРОК ЛЕТ**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Россия, Москва

lvpo.eco@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается развитие высшего профессионального экологического образования в России на основе изменения приоритетных тенденций в практической деятельности специалистов-экологов. Становление и развитие высшего профессионального экологического образования нашло отражение в принятых государственных образовательных стандартах. Использование компетентностного подхода позволило уменьшить различия между теоретической и практической подготовкой студентов. Показано, что актуализация образовательных стандартов последнего поколения (ФГОС 3++) на основании профессиональных стандартов привела подготовку студентов экологов в соответствие с современными требованиями.

Ключевые слова: профессиональное экологическое образование, профессиональные компетенции.

Профессиональное экологическое образование достаточно молодое, так как возникло и стало развиваться только во второй половине XX века, хотя востребованность экологических знаний ощущалась значительно раньше – с момента создания охраняемых природных территорий. Потребность в подготовке специалистов-экологов особенно стала ощутимой после Второй мировой войны одновременно с ростом промышленного производства.

В нашей стране первыми к подготовке по специальностям экологического профиля приступили технические вузы. Так, в 1983/1984 учебном году в Московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева на факультете технологии неорганических веществ был осуществлен первый прием студентов (50 человек) по специальности (0837) «Экология и охрана окружающей среды». Выбор названия для первой экологической специальности, по словам организаторов (Г.А. Ягодин и В.А. Зайцев), был сложным процессом, выявившим противоречие *между реальными запросами существующей практики в области прикладной экологии и прогнозированием путей развития экологии как науки*. Одной из основных причин возникновения этого противоречия следует считать оторванность фундаментальной экологии от практической жизни общества, что проявлялось во взаимосвязи экологии только с прикладными аспектами охраны растительного и животного мира. Решение этого противоречия в рамках классической экологии привело к возникновению новых научных направлений, как в фундаментальных областях (глобальная экология, экология человека, ландшафтная экология и т.д.), так и в прикладных (сельскохозяйственная экология, промышленная экология, медицинская и др.). В последующие годы (к 1990 г.) грань между чисто академическими представлениями о путях развития экологии и практическими потребностями общества становилась все менее выраженной, в итоге – развитие науки стало идти параллельно с практическими запросами общества.

В начале 1980-х гг. полагали, что основной сферой деятельности специалистов–экологов является промышленная экология, то есть рекуперация отходов, создание и обслуживание приборов контроля качества окружающей среды и т.п. Следовательно, *профессиональные компетенции экологов связывали в начале 1980-х годов с использованием методов контроля качества окружающей среды*. Но уже во второй половине 1980-х гг. становится очевидным, что деятельность профессиональных экологов должна включать экологическую экспертизу, что требует фундаментальной университетской подготовки. Востребованность выпускников с такой подготовкой стала наиболее очевидной после 1988 г., то есть после создания отдельного ведомства в СССР, отвечающего за охрану окружающей среды. Осенью того же года был создан и российский Комитет по охране окружающей среды,

претерпевший за тем несколько раз структурные преобразования и неоднократное изменение названия вплоть до своего закрытия в июне 2000 г. С ликвидацией Госкомитета по охране окружающей природной среды Российской Федерации (Госкомэкология России) часть его функций была передана Министерству природных ресурсов (МПР РФ). Значительным событием работы Госкомэкологии России в начале 1990-х гг. является принятие в декабре 1991 г. Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды». Роль этого закона в жизни нашей страны велика: он определил принцип открытости и доступности экологической информации, ввел экономические механизмы управления в области природопользования и охраны окружающей среды и многое другое. Закон также закрепил необходимость развития всех форм экологического образования и дал новый качественный импульс для совершенствования профессионального экологического образования, которого как системы еще не было в стране.

Но какой вуз может готовить специалиста – эколога широкого профиля, способного грамотно *выполнить оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) и провести экологическую экспертизу*? Именно эта профессиональная компетенция стала в начале 1990-х гг. главной для экологов. Все понимали, что сформировать ее можно только на основе фундаментальных биологических и географических знаний, а следовательно реализовывать подготовку таких специалистов можно в классических университетах.

Одним из первых классических университетов в нашей стране, где была обоснована необходимость подготовки экологов широкого профиля, стал Казанский университет (первый экологический факультет в нашей стране создан в 1989 г.). Методологической предпосылкой развития профессионального экологического образования в этот период является построение учебного плана обучения студентов на основе базовых дисциплин, характеризующих среды жизни (атмосферу, гидросферу, литосферу), так как основная характеристика этого периода – *эклектичность экологического знания в профессиональной подготовке специалистов*. Поэтому основной тенденцией развития в этот период становится ориентация на создание интегративных дисциплин. Первые вузы, открывшие подготовку в 1992 году по экологическому естественнонаучному направлению, были Российский университет дружбы народов (РУДН) и негосударственный вуз – Международный независимый эколого-

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

политологический университет (МНЭПУ). Для новой отрасли образования в 1994 году создается Научно-методический совет по экологии при Учебно-методическом объединении (УМО) университетов России, руководимый проф. Н.С. Касимовым, деканом географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Цель деятельности совета – *разработка учебных программ и координация процесса подготовки будущих экологов в нашей стране*. Создание Научно-методического совета по экологии организационно закрепило разделение высшего профессионального экологического образования на фундаментальное (естественнонаучное) и инженерное. Первое направление «Экология и природопользование» – начинает реализовываться в классических университетах, а второе (тогда «Защита окружающей среды») – в технических вузах. В дальнейшем подготовка по направлению «Экология и природопользование» была открыта в педагогических вузах, в некоторых технических, аграрных и проч.

Анализ работы Научно-методического Совета по экологии УМО по классическому университетскому образованию показал, что к 2000 г. удалось преодолеть ряд противоречий и исправить некоторые недостатки формирования программы подготовки студентов, среди которых основными были диспропорции блока общепрофессиональных дисциплин у бакалавров направления «Экология и природопользование» и соответствующих ему специальностей («Экология», «Природопользование», «Геоэкология») по количеству дисциплин федерального компонента и выделяемым на их изучение часам. В этот период экологическое образование естественнонаучной направленности находится на этапе **совершенствования**. Начало этапа можно соотнести с принятием Государственных образовательных стандартов второго поколения (2000 г.). Начало 2000-х гг. в профессиональном экологическом образовании характеризуется введением множественной дробной специализации (до 10 направлений) в рамках каждой специальности – «Экология», «Природопользование» и «Геоэкология» и широким спектром мест трудоустройства выпускников.

Начиная с 2007 года, с учетом требований Болонского процесса в России приступили к разработке новых образовательных стандартов третьего поколения, отвечающих европейским требованиям и основанных на компетентностном подходе [1,2]. Среди основных требований – переход на кредитно-зачетную систему, определение

профессиональных компетенций будущих выпускников, осуществление мобильности преподавателей и студентов, увеличение до 50 % учебного времени на дисциплины по выбору вуза и студента, а также обязательного использования интерактивных методов в обучении, что потребовало коренного пересмотра подготовки студентов по направлению «Экология и природопользование» и разработки необходимых формируемых профессиональных компетенций.

Во ФГОС ВПО (ФГОС-3) по направлению 022000 «Экология и природопользование» для уровня бакалавриата, принятых 02.02.2010 г., были приведены общекультурные и профессиональные компетенции, последние подразделялись на общенаучные, общепрофессиональные и профильно-специализированные. Был установлен и перечень профилей, который включал следующие: Экология, Природопользование, Геоэкология, Экологическая безопасность, Экология человека. Во ФГОС ВПО по направлению 022000 «Экология и природопользование» для уровня магистратуры, принятом 02.06.2010 г., охарактеризованы общекультурные и профессиональные компетенции, разнесенные по видам профессиональной деятельности (научно-исследовательская, проектно-производственная, контрольно-экспертная, административная и педагогическая). Во ФГОС-3 по направлению 022000 «Экология и природопользование» был закреплен переход на двухуровневую систему подготовки кадров – бакалавриат и магистратуру в связи с вхождением Российской Федерации в общеевропейское образовательное пространство в рамках Болонского процесса.

ГОС ВПО первого поколения для фундаментального экологического направления подготовки студентов предусматривал существование одновременно несколько уровней: бакалавриата и магистратуры по направлению «Экология и природопользование», а также четырех специальностей – «Экология», «Геоэкология», «Природопользование» и «Биоэкология». В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) второго поколения (2000 г.) были ликвидированы несоответствия между подготовкой бакалавров и специалистов, как по количеству изучаемых дисциплин, так и по их содержанию, разработано дополнительное методическое обеспечение учебного процесса [3]. Вхождение Российской Федерации в Болонский процесс послужило

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

разработке ФГОС ВПО третьего поколения, закрепившего подготовку студентов по направлению «Экология и природопользование» только в бакалавриате и магистратуре, подготовка по экологическим специальностям была прекращена. В 2015-2016 гг. был принят ФГОС ВО 3+ по направлению «Экология и природопользования», чему способствовало принятие закона «Об образовании в РФ» (2012 г.) и стремление дать большую свободу вузам и студентам в выборе дисциплин при составлении образовательной программы (прикладная и академическая подготовка). В 2019 году были внесены существенные коррективы в образовательный стандарт, получивший название ФГОС ВО 3++, произошла его актуализация на основе профессиональных стандартов [4].

Итак, почти за сорок лет существования высшего профессионального экологического образования в нашей стране оно претерпело ряд существенных изменений, которые приблизили его по структуре к зарубежным образовательным программам (уровневая подготовка – бакалавриат и магистратура, академическая мобильность – свобода выбора учебных дисциплин студентами, введение кредитно-зачетной системы и т.д.). Но что изменилось в содержании профессионального экологического образования? За этот период несколько раз происходило изменение значимости той или иной профессиональной компетенции, что отражалось на учебном плане подготовки студентов через включение новых дисциплин.

Почти в течении двадцати лет (с 1992 и по 2011 год) развитие профессионального экологического образования в нашей стране шло как по пути увеличения количества вузов, открывающих данную подготовку студентов, так и по пути совершенствования качества подготовки студентов через отбор наиболее значимых компетенций, формируемых в процессе обучения. Ретроспективный анализ востребованности профессиональных компетенций специалистов экологов показал, что в каждый определенный период времени приоритетными становились различные аспекты [4] (рис. 1). Так, в начале XX века, когда только зарождалась охрана окружающей среды, а экология как наука была сугубо биологической, главное внимание было направлено на охрану отдельных ресурсов, затем акценты стали смещаться в сторону технологий, и к концу XX века главную позицию заняли правовые и экономические механизмы регулирования природопользованием.



Рисунок 1. Смена приоритетных тенденций в практической деятельности специалистов-экологов

В последнее десятилетие основное внимание экологов направлено на внедрение в практику принципов «зеленой экономики», что может способствовать как устойчивому развитию отдельных регионов, так и стран в целом. Но это не означает, что внедряя новые безотходные и мало отходные технологии без внимания остаются вопросы экологического менеджмента (управление отходами) и экологической экспертизы, которые уже стали обязательными процедурами для специалистов экологов. Просто время ставит перед экологами все новые и новые задачи, решение которых способствует улучшению условий нашей жизни и развитию экологического мышления у более широких слоев населения.

Итак, профессиональное экологическое образование прошло сложный путь своего становления и развития, которое является постоянным процессом, так как подготовка студентов в данном направлении должна соответствовать потребностям времени. Разработка и совершенствование при этом специальных профессиональных компетенций экологов может быть успешной при условии взаимодействия преподавателей вузов с ответственными представителями работодателей выпускников. Не все необходимые в трудовой деятельности профессиональные компетенции обеспечиваются вузами, а лишь базис, надстройкой которого являются компетенции приобретенные на рабочих местах.

Производственные практики студентов старших курсов, практикумы, курсы повышения квалификации и инструктаж на рабочем месте представляют собой важнейшие составляющие подготовки специалистов. В ряде направлений это требование традиционно и полностью выполняется. Однако стремление упростить обучение и заменить его освоением моделей, тренажеров, теоретической подготовкой экологов не соответствует сути компетентностного образования. Дальнейшие перспективы совершенствования высшего и среднего специального образования во многом зависят от увеличения доли практической составляющей в учебных планах.

Список цитируемой литературы

1. Горылев А.И., Пономарева Е.А., Русаков А.В. Методология TUNING: компетентный подход при определении содержания образовательных программ. – Нижний Новгород, 2011. – 46 с. (электрон. метод. пос. - www.unn.ru/books/met_files/gor_pon_rus_activ.pdf)
2. Инновационные подходы к проектированию основных образовательных программ по направлению высшего профессионального образования «Экология и природопользование» / Н.С. Касимов, Э.П. Романова, Н.Н. Марфенин, Л.В. Попова. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 136 с.
3. Попова Л.В. Становление и развитие высшего профессионального экологического образования в России: анализ проблем / Л.В. Попова. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 192 с.
4. Университетское экологическое образование в современном мире / Под ред. Н.С. Касимова, Н.Н. Алексеевой. – М.: Буки Веди, 2020. – 340 с.

L.V. Popova

PROFESSIONAL ENVIRONMENTAL EDUCATION: THE WAY OF FORTY YEARS

Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow
lvpo.eco@mail.ru

Abstract. This article discusses the development of higher professional environmental education in Russia on the basis of changing

priority trends in the practical activities of environmental specialists. The formation and development of higher professional environmental education is reflected in the adopted state educational standards. The use of the competency-based approach has made it possible to reduce the differences between the theoretical and practical training of students. It is shown that the actualization of the latest generation of educational standards (FSES 3++) on the basis of professional standards has brought the training of students of environmentalists in line with modern requirements.

Keywords: professional environmental education, professional competencies

УДК 37.047

М.Е. Рыхликова

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ВАЖНЫЙ ШАГ К
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ И ИХ
БУДУЩЕЙ НАУЧНОЙ РАБОТЕ**

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,

Россия, г. Москва

ecofriends@yandex.ru

Аннотация: На факультете почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в нескольких направлениях ведется многолетняя работа по вовлечению школьников в проектно-исследовательскую деятельность, что способствует осознанному выбору профессии и является первым важным шагом к их будущим научным исследованиям. В течение 25 лет в рамках программы «МГУ – школе» реализуется Российский образовательный телекоммуникационный проект «Экологическое Содружество», содержательную основу которого составляют шесть направлений экологических исследований. В помощь руководителям школьных коллективов созданы обучающие разделы на сайте Проекта, изданы учебно-методические материалы, организуются семинары и вебинары. В Проекте проведена 21 Всероссийская с международным участием конференция «Природу России сохраняют дети», в которой только за последние 10 лет представлены 956 экологических проектов из 40 регионов России, Белоруссии, Казахстана. Успешные экологические

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

проекты также являются пропуском для участия старшеклассников в заключительном этапе Олимпиады школьников «Ломоносов» по экологии.

Ключевые слова: экологическое образование, непрерывное образование «школа – ВУЗ», проектно-исследовательская деятельность в школе, профессиональная ориентация школьников

В 1997 году в Институте экологического почвоведения, ныне – Лаборатории экологического почвоведения факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, был организован и реализуется в настоящее время Российский образовательный телекоммуникационный проект «Экологическое Содружество», содержательную основу которого с момента его создания составляют комплексные экологические исследования, проводимые силами школьников в природных и антропогенных экосистемах. Выполнение школьниками экологических исследовательских проектов и обмен полученными результатами были выбраны в качестве основного образовательного направления «Экологического Содружества» не случайно. Проектно-исследовательская деятельность развивает у учащихся познавательную активность, культуру учебного труда, коммуникативные навыки, дает возможность систематизировать, углубить и применить на практике теоретические знания, способствует формированию метапредметных связей [1, 2].

В конце XX века участие детей и подростков в научно-исследовательской работе в большей степени было прерогативой учреждений дополнительного образования: эколого-биологических центров, станций юных натуралистов, эколого-краеведческих кружков. С принятием в 2012 году Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» N 273-ФЗ проектная и исследовательская работа учащихся была обозначена как необходимый компонент образовательной деятельности в школе на всех её этапах, что нашло свое отражение в Федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) начального, основного и среднего общего образования [3, 4, 5].

ФГОС формулируются с учетом насущных задач социально-экономического развития страны и нацелены на воспитание у подрастающего поколения инициативности, конструктивности, стремления к самообразованию, овладению новыми технологиями, совершенствованию профессиональных навыков. Современная

общеобразовательная школа реализует системно-деятельностный подход, который применяется и к оценке метапредметных достижений учащихся. Наряду с устными опросами, проверочными и лабораторными работами, в том числе с использованием компьютера, наиболее востребованной формой оценки учебных действий становится выполнение и защита учащимися групповых и индивидуальных исследований и проектов [6].

В Проекте «Экологическое Содружество» шесть направлений исследований: Ботанические, Зоологические, Гидробиологические, Мониторинг наземных экосистем, Экологическое почвоведение, Особо охраняемые природные территории. Следует отметить, что все шесть направлений были сформированы после широкого обсуждения среди участников – учителей школ и педагогов дополнительного образования – с учетом мнения абсолютного большинства. Проект объединил в единую сеть учреждения основного и дополнительного образования со всей территории России и нескольких регионов Белоруссии и Казахстана. Ежегодно в нем проходят обучение и участвуют в природоохранных мероприятиях более 4500 школьников, методическую поддержку получают более 400 педагогов [7, 8].

К каждому из направлений исследований в помощь педагогам организаторы Проекта стремились предоставить некоторый спектр удобных и доступных для выполнения школьниками методик. Были изданы методические пособия «Редкие растения моего края», комплект «Первоцветы», «Биоиндикация состояния пресного водоема», «Охраняемые природные территории», комплект пособий по лишенологии и лишеноиндикации, формировались обучающие страницы на сайте, закупались и рассылались актуальные методические материалы других издательств. В форумах Проекта было организовано телекоммуникационное консультирование педагогов по всем возникающим вопросам. В направлении «Экологическое почвоведение» специалистами факультета были адаптированы для школьников научные методики исследования почв. На факультете регулярно проводятся лекции, семинары и вебинары для учителей и педагогов дополнительного образования, способствующие повышению их квалификации [7, 8, 9].

Экологические исследовательские проектные работы школьники представляют на ежегодную Всероссийскую с международным участием телекоммуникационную конференцию «Природу России сохраняют дети», которая проводится с 1999 года в

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

семи форумах Проекта «Экологическое Содружество». Формат Интернет-конференции позволяет участникам опубликовать проекты в тезисной форме, приложив к ним необходимые для иллюстрации полученных результатов таблицы, графики, рисунки, фотографии. В «Экологическом Содруестве» проведена 21 конференция; за последние 10 лет на нее представлены 956 исследовательских проектов школьников 1-11 классов из 40 регионов России, Белоруссии, Казахстана. Архивы конференции содержат многолетние творческие наработки педагогов – участников Проекта и доступны любому преподавателю, заинтересованному в организации проектно-исследовательской работы с детьми и подростками [7, 8].

С 2011 года у учащихся 10-11 классов появилась также возможность представить исследовательские проекты на отборочный этап Олимпиады школьников «Ломоносов» по профилю «Экология», которая проводится факультетом почвоведения в содружестве с научно-учебным музеем земледования МГУ.

Тематика экологических проектов, которые учащиеся представляют на конференцию «Природу России сохраняют дети» и на олимпиаду «Ломоносов», схожа и охватывает подавляющее большинство возможных направлений экологических исследований, посильных школьникам. Но даже если юный эколог, как ему кажется, не нашел свою тему среди перечисленных, у него есть возможность представить свой проект на суд жюри, так как в любом из направлений присутствует формулировка «Инициативные работы в данной области».

При выполнении проекта школьник знакомится с общепринятыми в научных кругах подходами к планированию и проведению проектно-исследовательских работ, а также требованиями к оформлению полученных результатов. Этот план включает:

- выбор темы исследовательского проекта;
- составление поэтапного плана работы с указанием сроков;
- обоснование актуальности выбранной темы;
- формулирование целей и задач проекта;
- выдвижение научной гипотезы (или гипотез);
- работу с научной литературой и Интернет-источниками, подготовку теоретического обзора по теме;
- выбор методики (или методик) для выполнения поставленных задач;

- практическую часть работы;
- обработку, изложение, анализ и обсуждение результатов практической части проекта;
- формулирование выводов из полученных результатов;
- выработку практических рекомендаций по решению экологической проблемы и улучшению экологической ситуации, возможно, участие в практической природоохранной работе в данной области;
- подготовку текста проекта и его презентации.

При планировании и проведении исследовательской проектной работы руководителю необходимо принять во внимание несколько важных моментов:

1) конкретному школьнику предпочтительно предложить для исследования тему, которая будет ему по-настоящему интересна;

2) учащимся необходимо учить работе с литературой и правильному изложению данных из литературных и Интернет-источников, исключая плагиат: обязательным ссылкам на первоисточники, соответствию цитируемых источников списку литературы, кавычкам при прямом цитировании текста других авторов и т.д.;

3) планируемый проект должен быть методически понятен и доступен будущему исследователю;

4) приведенный выше план научного исследования предполагает отдать приоритет представлению и обсуждению результатов, полученных непосредственно автором (или группой авторов). Как правило, именно эта ошибка особенно типична для школьников: порой 90% проекта занимает изложение информации из литературных источников, и лишь малая часть остается на презентацию собственных данных;

5) цели и задачи проекта должны соответствовать обозначенной теме, как и методика, которая используется в работе. Важно, чтобы и выводы, которые школьник сделал в результате своего исследования, соответствовали полученным им результатам и тем задачам, которые он ставил, приступая к проекту;

6) таблицы, графики, рисунки, фотографии не только украшают проект, но и дают возможность более емко представить полученные данные;

7) при всей необходимости активной помощи юному исследователю со стороны руководителя не следует делать часть

работы за него. Это касается не только проведения исследования, но и написания текста работы;

8) если в процессе работы школьнику помогали его товарищи или часть работы выполнялась научными сотрудниками на базе специализированного учреждения, слова благодарности непременно должны присутствовать в проекте. Это, во-первых, приучает начинающего исследователя бережно относиться к чужим данным, во-вторых, демонстрирует жюри (если проект подан на конкурс), какая часть проекта выполнена учащимся самостоятельно, а где ему помогали;

9) школьникам важна самооценка: им необходимо осознавать, насколько актуально и востребовано то, что они делают. Поэтому следует выбирать тему, в которой бы просматривалась природоохранная составляющая. Важно, чтобы выполнив работу, школьник мог дать практические рекомендации для улучшения экологической ситуации, которую он исследовал. Еще более значимы посильные практические действия автора и его товарищей по сохранению и защите природных объектов [9].

Основные критерии, которыми руководствуется жюри при оценке исследовательских проектов на Олимпиаде «Ломоносов» по экологии, базируются на приведенных выше принципах. Оцениваются:

- Обоснование актуальности исследования;
- Соответствие целей и задач выбранной теме исследования;
- Знание литературного материала по теме и умение использовать его в работе;
- Правильность и доступность выбранной методики;
- Количество и качество фактического материала, собранного автором;
- Логика изложения материала, умение интерпретировать полученные данные;
- Оформление работы: грамотность, присутствие графиков, таблиц, рисунков, фотографий, необходимых для иллюстрации полученных результатов;
- Обоснованность выводов и их соответствие названию проекта и поставленным целям и задачам;
- Самостоятельность автора;
- Наличие рекомендаций по улучшению экологической ситуации и участие автора в практической природоохранной работе.

У московских школьников есть возможность выполнить научно-исследовательские проектные работы на базе факультета почвоведения Московского университета. В течение многих лет на факультете работает Кружок юного почвовед-эколога, на занятиях которого учащиеся 6-11 классов слушают лекции ведущих преподавателей и научных сотрудников, а также осваивают простейшие методы исследования почв, выполняя самостоятельные проекты в лабораториях почвенного стационара и в Ботаническом саду МГУ. В нескольких московских школах открыты профильные классы с углубленным изучением почвоведения и экологии. Факультет тренирует московскую команду школьников и помогает в подготовке научно-исследовательских работ для участия во Всероссийской олимпиаде по экологии [10].

Как показывает многолетний опыт работы со школьниками – будущими абитуриентами и студентами факультета почвоведения Московского университета, выполнение учащимися экологических исследовательских проектов в школе способствует в дальнейшем осознанному выбору профессии и позволяет уже с первых курсов учебы в университете активно включиться в научно-исследовательскую работу.

Список цитируемой литературы

1. Рыхликова М.Е. Опыт создания и функционирования системы дистанционного экологического обучения школьников и повышения квалификации педагогических кадров // Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. – Вып. 5. – М.: Издательство «Советский спорт», 2005. – С. 153-166
2. Леонтович А.В., Савичев А.С. Исследовательская и проектная работа школьников. 5–11 классы // Москва: ВАКО, 2018. – 3-е изд. – 160 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373 в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1643. Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 10.08.2023)
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6

октября 2009 г. № 413 в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644. Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 10.08.2023)

5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645 Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/> (дата обращения: 10.08.2023)

6. Муштавинская И.В., Сизова М.Б. Методические рекомендации для руководителей общеобразовательных организаций и методических объединений учителей по организации проектной деятельности в рамках реализации ФГОС среднего общего образования. Режим доступа: https://spbappo.ru/wp-content/uploads/2019/12/MP_Проектная-деятельность.pdf?ysclid=ll4zxvh5452804765 (дата обращения: 10.08.2023)

7. Рыхликова М.Е. Совершенствование системы экологического образования и просвещения населения как необходимое условие устойчивого развития и экологической безопасности // Человек и природа. Материалы XXVII Международной междисциплинарной конференции «Проблемы социоестественных исследований» и Международной междисциплинарной молодежной школы «Стратегии экологической безопасности» / под ред. Н.О. Ковалевой, С.К. Костовска, А.С. Некрич, О.А. Салимгареевой. – М.: МАКС Пресс, 2017. – С. 126-131

8. Рыхликова М.Е. Опыт Российского образовательного проекта «Экологическое Содружество»: сочетание инновационных подходов с традиционными методами обучения // В журнале «Экосистемы». – Симферополь: Издательство Федерального государственного автономного образовательного учреждения Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2023. – №34. – С. 145-151.

9. Ковалева Н.О., Ковалев И.В., Салимгареева О.А., Рахлеева А.А., Рыхликова М.Е., Мартыненко И.А. Технологии организации проектной деятельности в сфере экологии. «Университетская среда для учителей» в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова // Учебно-методическое пособие. – Москва, 2018. – 16 с.

10. Бобрик А.А. Научно-исследовательская деятельность как начало экологического пути современного школьника // Образование-

2030. Учиться. Пробовать. Действовать. Сборник статей VII Всероссийской конференции по экологическому образованию. – М.: Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского, 2021. – С. 366-368.

M.E. Rykhlikova

**ENVIRONMENTAL PROJECT AND RESEARCH ACTIVITY AS
AN IMPORTANT STEP TO VOCATIONAL GUIDANCE FOR
SCHOOLCHILDREN AND THEIR FUTURE SCIENTIFIC WORK**

Lomonosov Moscow State University

Russia, Moscow

ecofriends@yandex.ru

Abstract: Involvement of schoolchildren in project and research activities is carried out at the Faculty of Soil Science of the Lomonosov Moscow State University in several directions, which contributes to a conscious choice of profession and is the first important step towards their future scientific research. For 25 years, the Russian educational telecommunications project "Ecological Cooperation" has been implemented within the framework of the "MSU - School" program, the substantive basis of which is six areas of environmental research. To help the teachers, training sections have been created on the Project website, educational and methodological materials have been published, seminars and webinars are being organized. The 21 All-Russian Conferences with international participation "Children will conserve the nature of Russia" were held in the "Ecological Cooperation", in which 956 environmental projects from 40 regions of Russia, Belarus, and Kazakhstan were presented over the past 10 years. Successful environmental projects are also a pass for the participation of high school students in the final stage of the Lomonosov Olympiad for schoolchildren in ecology.

Keywords: environmental education, continuing education from school to university, project and research activities at school, vocational guidance for schoolchildren

И.П. Таранец

ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ ШКОЛЬНЫМ УЧИТЕЛЯМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ К ВсОШ ПО ЭКОЛОГИИ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
(Научно-учебный музей землеведения), Экоцентр «Воробьёвы горы»

ГПБУ Мосприрода

Россия, г. Москва

irina.taranets@icloud.com

Аннотация: В статье проанализированы этапы и нюансы подготовки школьников к Всероссийской олимпиаде школьников по экологии (пригласительный – школьный – муниципальный – региональный – заключительный). Даны общие рекомендации, которые касаются теоретического и проектного туров. Показано, что процентное соотношение тем по биоэкологии и прикладной экологии изменяется в разных турах и по годам. При подготовке нужно учитывать комплексный и междисциплинарный подход. Кроме того для подготовки подопечного к победе недостаточно проведения уроков, нужен не только лекционный материал, но и проведение семинарских занятий, решение разных типов заданий, обсуждение, участие в разных экологических мероприятиях, использованием разных типов литературы (учебники, книги, статьи, видео-материалы от экспертов), а также компетентность самого преподавателя и самосовершенствование.

Ключевые слова: экология, Всероссийская олимпиада школьников по экологии, подготовка к олимпиаде.

Введение

Всероссийская олимпиада школьников (ВсОШ) – это одна из престижных олимпиад, которая проводится в нашей стране по 24 предметам [2]. Несмотря на то, что в большинстве школ предмет «экология» отсутствует, олимпиада по экологии существует с 1994 года [1]. Школьники с 4-11 классы могут попробовать свои силы и принять участие в разных этапах олимпиады. ВсОШ – интеллектуальный конкурс, дающий возможность победителям и призерам (старшеклассникам) заключительного этапа получить льготы для поступления на профильные факультеты разных вузов. Кроме того, участие в олимпиаде позволяет попробовать собственные

силы, учит структурировать материал, находить достоверную информацию, способствует выявлению одаренных ребят и привлечению интереса к данному предмету и др. Но при этом нельзя забывать, что любой конкурс связан со стрессом. Кроме самой подготовки нужно стараться, чтобы учащиеся овладели приемами самоподготовки, были психологически устойчивы к разным нагрузкам. Если это возможно и посильно, то параллельно необходимо выступать на публичных конференциях, участвовать в разных образовательных мероприятиях, чтобы учащиеся были психологически готовы пройти разные этапы ВсОШ, сделать и защитить проект.

Цель статьи – рассмотреть особенности подготовки школьников к ВсОШ по экологии и дать рекомендации.

Методы

В статье использовались методы сравнения и анализа, а также многолетнее экспертное наблюдение тренера сборной команды Москвы, которая тренирует школьников к ВсОШ в Центре педагогического мастерства, является руководителем проектных работ, экспертом и членом жюри муниципального и регионального этапа ВсОШ по экологии.

Результаты и их обсуждение

Подготовка школьников к ВсОШ по экологии должна быть комплексной, с разными методическими подходами, ее можно разделить на этапы: подготовительный, учебный, заключительный (аналитический).

Подготовительный этап подразумевает изучение этапов и нюансов, из которых состоит олимпиада, анализа тематики заданий, подготовку лекционного материала, статей и книг для изучения школьниками, разработку собственных заданий и поиск чужих заданий для проверки усвоения материала.

Учебный этап включает в себя непосредственную подготовку ученика или группы для участия в олимпиаде. Это чтение лекций, проведение семинаров, посещение разных конференций, возможно, приглашение лекторов, просмотр обучающих фильмов, лекций от разных спикеров по экологической тематике. Совместное решение разных типов заданий и проведение собственных внутренних контролей, а также обсуждение результатов. Кроме того очень рекомендую с самого начала учебного года выбрать с учеником тему проектной или исследовательской работы и параллельно с

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

подготовкой к теоретическим турам ее планомерно выполнять, согласно предъявляемым требованиям (на сайте олимпиады все этапы с датами и требования к ним заранее размещены). Далее помочь подготовить рукопись проекта, презентацию и выступление. В учебном процессе необходимо помочь в самоподготовке подопечного, выдавая задания на дом, чтобы человек сам контролировал свою успеваемость, отслеживал свою образовательную траекторию, мог анализировать и свободно отвечать на вопросы.

Заключительный этап (аналитический) – это тот этап, когда ученик смог дойти до финального тура. Почему он аналитический? Во-первых, это написание двух туров и ожидание результатов с последующим анализом, даже если балл высокий. Необходимо на каждом этапе отслеживать, почему поставлен тот или иной балл за задание, где он снижен, что не доработано. Во-вторых, если не удалось ученику стать призером или победителем, то снова нужно понять, что не получилось и где. Нужно с самого начала готовить своего подопечного к тому, что на олимпиаде очень сильная конкуренция, и редко кто с первого раза побеждает. Олимпиада – это целый путь, как самого ученика, так и того, кто его готовит, помогает. Но это часть жизни, и правильное понимание, настрой очень важны.

На всем протяжении подготовки нужно постараться психологически помочь своему подопечному, быть наставником и поддерживать его, необходимо отслеживать состояние ребенка, иногда необходима работа с родителями и консультации с психологами, когда школьнику сложно справиться с большой нагрузкой. Интенсивность подготовки зависит от способностей, нагрузки ученика, которую должен грамотно подобрать учитель. Кроме этого каждый педагог должен понимать, что довести ученика до победы – это компетентность педагога, время, использование творческого подхода, требовательность и доброжелательность, т.е. это большая работа и труд, требующий большой самоотдачи. Необходимо самому быть в курсе последних экологических новостей, отслеживать тенденции в международных вопросах, посещать конференции, изучать литературу, совершенствоваться. Без этого невозможно подготовить ученика, тем более, что одних только учебников по экологии недостаточно. Если знания по биоэкологическому блоку мало меняются, они классические, то по прикладной экологии, информация обновляется быстрыми темпами, особенно по глобальным экологическим проблемам, энергетике и др.

Рассмотрим подробнее основные этапы по подготовке школьников к ВсОШ по экологии. Олимпиада включает в себя последовательное прохождение в течение учебного года школьного, муниципального, регионального (3 этапа) и заключительного туров (2 этапа) (рисунок 1) [6]. Пригласительный этап – это необязательный этап, он помогает ребятам попробовать свои силы, заинтересоваться олимпиадным движением и предметом, принимать участие можно детям с 4 класса. В последние годы школьный и муниципальный этапы проходят в дистанционном формате с соблюдением строгих требований и регламента.

Этапы ВсОШ по экологии:

- **пригласительный** (с 4 класса, чтобы заинтересовать)
- **школьный этап** (5-11 классы)
- **муниципальный этап** (7-11 классы)
- **региональный этап** (9-11 классы)

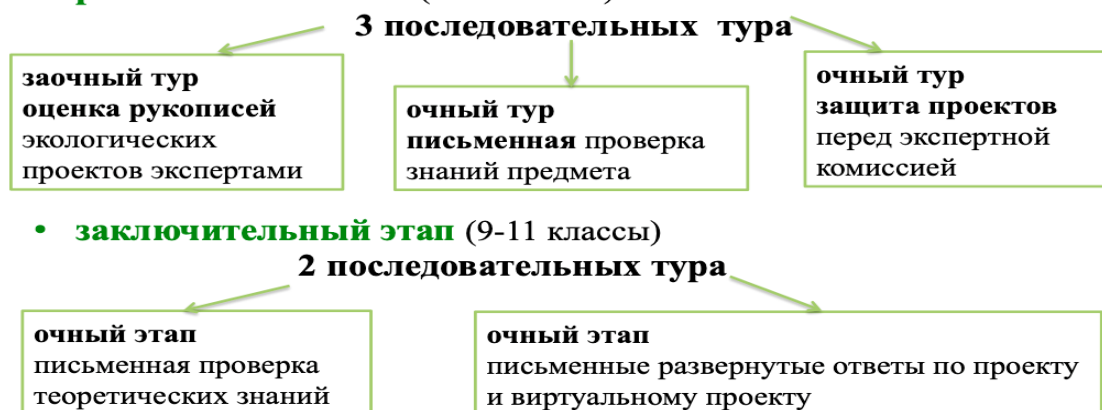


Рисунок 1. Авторская схема этапов ВсОШ по экологии

Есть несколько важных моментов, которые нужно учитывать при подготовке школьников. Школьный и муниципальный этапы включают в себя разные типы заданий – тестовые (на соответствие, верно или нет утверждение), а для старшеклассников добавляются развернутые ответы (с муниципального этапа). Следовательно, часть ответов проверяется автоматически, а сложные, развернутые вопросы – экспертами. На региональном и заключительном этапах все вопросы подразумевают развернутые ответы и на их написание отводится определенное количество строк. Тем самым эксперты стараются стимулировать школьников отвечать четко, ясно, понятно (должен быть понятный подчерк) и по делу. Для прохождения этих этапов нужен проект или исследование. При прохождении на заключительный этап нужно подготовить еще тезисы. Они дают дополнительные баллы. В финальном этапе кроме ответов письменно

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

на вопросы требуется во втором туре написать о своем проекте, при этом могут быть заданы самые разные вопросы, а также дана цитата или высказывание известного человека, которая является водной для создания виртуального проекта или экспресс-проекта. Так эксперты выявляют учеников творчески мыслящих, способных планировать новый проект (от названия до приблизительных выводов). Таким образом, олимпиада способствует приобретению разных навыков и исследовательских компетенций, что безусловно важно и нужно при поступлении в вуз и этот багаж знаний и умений пригодится в жизни.

Какая же экологическая тематика чаще всего встречается на разных олимпиадных этапах? И какие «системные ошибки» можно выделить при анализе школьных ответов?

Рассмотрим задания разных этапов за последние 2 года после пандемии, когда последние туры стали проводиться в очном формате. Задания охватывают самую разную экологическую тематику по биоэкологии и прикладной экологии, включая вопросы природопользования с охраной природы (сохранение биоразнообразия), устойчивого развития человечества и зелёной экономики, а также дисциплины, связанные со здоровьем человека (эпидемиология, экология человека) и демографией, включая эколого-географические вопросы. Для удобства анализа тематика была разделена на 3 блока: биоэкология, или общая экология (входят вопросы по аутэкологии, демэкологии, синэкологии), вопросы прикладной экологии и гуманитарный аспект, т.е. вопросы, которые касаются того, что такое «экология», ее понимание, вклад ученых, которые стояли у истоков ее зарождения и пр. (таблица 1).

Таблица 1. Соотношение разных экологических направлений, представленных в вопросах для старшеклассников на ВсОШ по экологии

Направление	2020-2021 гг. Вопросы				2022-2023 гг. Вопросы			
	ШЭ	МЭ	Рег.	Закл.	ШЭ	МЭ	Рег.	Закл.
Биоэкология	14	14	7	10	12	16	6	7
Прикладная экология	20	21	8	8	22	19	14	7
Гуманитарный аспект	1	–	1	3	1	–	3	4
Всего	35	35	16	21	35	35	23	18

Пояснения: ШЭ – школьный этап; МЭ – муниципальный этап; Рег. – региональный этап; Закл. – заключительный этап.

Из таблицы следует, что соотношение тем, даже количество вопросов на последних этапах может изменяться в разные года. Процентное соотношение направлений также меняется.

Сложность подготовки состоит в том, что экология – это междисциплинарная наука, в которой учащиеся должны ориентироваться, включая основы биологии, физики, химии, географии и др. Необходимы базовые биологические знания, которые включают в себя темы по взаимоотношению между организмами, «обратные связи», повадки животных, адаптации к окружающей среде, факторы среды, способы расселения организмов, темы, связанные с популяциями, экосистемами, биосферой, сукцессиями, гомеостазом и др. Далее это вопросы, связанные с ресурсами, с загрязнением различных сред, включая локальные и глобальные экологические проблемы и их последствия, которые сказываются на благополучии и качестве жизни человека и природных экосистем. Особенное внимание уделяется проблеме «парникового эффекта», изменению климата. Часто встречаются вопросы, связанные с энергетикой, в том числе возобновимой и отходами, распространением инфекций и чаще всего возникающих заболеваний в связи с изменением климата. Иногда встречаются геоэкологические вопросы и по почвоведению. Отдельно уделяется внимание науке «экологии» и прикладному направлению, особо охраняемым природным территориям и Красной книге, а также гражданской позиции в экологической сфере, повседневных привычках и охране природы в целом.

Помимо большого багажа знаний и владения терминологией, ученик, должен уметь рассуждать, анализировать схемы, графики, сопоставлять данные, дополнять и делать выводы.

Проанализировав с коллегами [3, 4, 5] типичные ошибки теоретических и проектных туров, мы пришли к выводам, что часто это системные ошибки, т.е. повторяющиеся и переходящие из тура в тур, встречающиеся как при написании ответов на вопросы, так и в проектной работе. Так называемые «системные ошибки», обусловленные невнимательностью к прочтению заданий или требований, неправильным пониманием их. Здесь можно выделить самые распространенные ошибки в теоретическом туре. Написание текста с второстепенной информацией, в которой сложно увидеть ответ или частичный ответ на поставленный вопрос, что может быть связано с плохим прочтением текста вопроса. С учетом того, что

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

вопросы бывают громоздкими, занимающими абзац с разными уровнями, то ученик часто не отвечает на весь вопрос, не замечая этого. Или когда школьник отвечает то, что первое пришло в голову и даже не пытается вникнуть в суть [3]. Иногда школьник сталкивается с тем, что необходимо показать междисциплинарность, широту понимания, разносторонность или разную точку зрения на один и тот же процесс, явление, показав критическое мышление. Приведу примеры последнего года из регионального этапа. Были заданы следующие вопросы. *«Сегодня в ряде стран развивается движение, связанное с устремлением, по возможности, ограничивать число перелетов, приобретение новой одежды и обуви, и потребление мяса. В чем экологический смысл каждого из этих призывов? Другой вопрос. «Сегодня вполне справедливо ставится вопрос о развитии городского транспорта на основе электромобилей. Какая экологическая проблема при этом решается? Укажите какие еще две возникающие при этом экологические проблемы требуют специального внимания».*

При проверке проектных работ эксперты сталкиваются с неверным названием, например, слишком широким, реферативным («Проблема пластиковых отходов»). Название должно быть понятным, включая место выполнения, выразительным и по теме работы (например, «Решение проблемы образования пластиковых отходов в школе №»). Важно, чтобы учитель понимал, что проект – это не реферат и даже название должно соответствовать высокому уровню. Далее, неверное название влечет неверно поставленную цель и задачи. Формулировка цели связана с названием работы. Задачи обычно несколько и они раскрывают поставленную цель [4]. Литературный обзор, материалы и методы (методическая часть, как и где выполнялась работа), результаты (собственные) и выводы (собственные, четкие, это ответы на поставленные задачи) – это важнейшие разделы, которые позволяют сделать выводы эксперту о проделанной работе школьником. Здесь нужно помнить о ссылках на литературные источники в литературном обзоре, о подписях к рисункам и таблицам. Критерии, как было отмечено выше заранее известны, однако, ими довольно часто пренебрегают. Неумение структурировать, расписывать соответствующие разделы, это – системная ошибка, которая переходит в устную защиту. Здесь прослеживается неумение правильно представлять материал учащимся. Самые часто встречающиеся ошибки – это неумение

укладываться в отведенное время доклада (5-7 минут), затягивание введения, непонятно представленные данные, также может отсутствовать раздел «Материалы и методы», и недостаточно полноценные собственные выводы, которые подменяются заключением или тем, что уже всем известно. В связи с этим необходимо и этот этап прорабатывать с подопечным.

Заключение

На ВсОШ по экологии на разных этапах представлены разные формы вопросов, которые могут отличаться в зависимости от возраста ученика. Разный формат заданий показывает владение школьником не только материалом, но и его способность к размышлению, логике, структурированности изложения ответа. Для подготовки учащихся учителю необходимо выработать свою собственную стратегию, которая подразумевает не только подготовку к лекциям, но и разработку заданий, анализ и совместное решение заданий прошлых лет, а также постоянное самообразование. Необходимо научить школьника самостоятельности, самоанализу, собранности, соблюдению регламента, владению теоретическим материалом, чтобы он видел системность, закономерности, мог ориентироваться в междисциплинарности предмета «экология». Еще одна рекомендация – быть наставником в проектной работе. Помочь участнику олимпиады в правильном психологическом настрое. Безусловно, такая работа на протяжении всего учебного года или нескольких лет требует от наставника и ученика огромного труда и сил, что необходимо понимать и распределять нагрузку и время.

Список цитируемой литературы

1. Колесова Е.В., Титов Е.В., Резанов А.Г. Всероссийская олимпиада школьников по экологии. – М.: АПК и ППРО, 2005. –168 с.
2. Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mos.ru/news/item/89393073/>. – Дата доступа: 5. 08. 2023.
3. Попова Л.В., Пикуленко М.М., Таранец И.П. Как избежать системных ошибок на олимпиадах по экологии // Биология в школе, № 5, 2019. – С. 46–51.
4. Таранец И.П., Попова Л.В., Пикуленко М.М., Калинин Е.Д. Типичные ошибки исследовательских проектных работ школьников: от планирования до защиты // Биология в школе, № 8, 2020. – С. 46-52.

5. Таранец И.П., Попова Л.В., Пикуленко М.М. Что знают школьники об охране природы: анализ ответов учащихся на задания Всероссийской олимпиады школьников по экологии // Биология в школе, № 1, 2023. – С. 50-55.

6. Центр педагогического мастерства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cpm.dogm.mos.ru>. – Дата доступа: 5. 08. 2023.

I.P. Taranets

WHAT SCHOOL TEACHERS NEED TO KNOW TO PREPARE PUPILS FOR THE ALL-RUSSIAN OLYMPIAD OF SCHOOLCHILDREN IN ECOLOGY

Lomonosov Moscow State University, Earth Science Museum, Ecocenter
«Vorobyovy Gory»
Russia, Moscow
irina.taranets@icloud.com

Abstract: The article analyzes the stages and aspects of the preparation of schoolchildren for the All-Russian Olympiad in ecology (invitation – school – municipal – regional – final). General recommendations on theoretical and project stages are given. It is shown that the percentage of topics in bioecology and applied ecology varies in different rounds and by year. When preparing, it is necessary to take into account an integrated and interdisciplinary approach. In addition, to prepare the supervisee for victory, it is not enough to conduct lessons: you need not only lecture material, but also seminars, solving different types of tasks, discussion, participation in various environmental events, using different types of literature (textbooks, books, articles, video materials from experts), as well as the competence of the teacher himself and self-improvement.

Keywords: ecology, All-Russian Olympiad of schoolchildren in ecology, preparation for the Olympiad.

**СЕКЦИЯ №6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ
НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА**

УДК 502.02:504.45

О.В. Атаманова¹, Е.И. Тихомирова², Г.Р. Курмашева³

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ НА ТЕРРИТОРИИ
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.

Российская Федерация, г. Саратов

¹O_V_Atamanova@mail.ru, ²tichomirova_ei@mail.ru,

³kurmasheva_gulshat@mail.ru

Аннотация: Обоснована важность проведения мониторинга поверхностных вод бассейна р. Урал на территории Западно-Казахстанской области. Приведены результаты гидрохимических анализов проб воды, отобранных в пяти различных пунктах из р. Урал.

Ключевые слова: мониторинг, р. Урал, Уральский речной бассейн, исследования, пробы воды, превышения ПДК.

Река Урал является одной из крупнейших рек Восточной Европы. Площадь ее водосборного бассейна составляет 231 тыс. км², а длина достигает 2430 км [1]. Исток реки находится на возвышенностях Южноуральского хребта Уралтау, впадает река в Каспийское море. Река Урал имеет 82 притока. Основными правыми притоками считаются реки: Большой Кизил, Малый Кизил, Таналык, Ембулатовка, Губерля, Сакмара, Иртек Большой Чаган и Деркул. Основными левыми притоками являются реки: Илек, Орь, Гумбейка, Суундук и Утва (Ащы).

Река Урал является границей с Уральскими горами, разделяющими части Европы и Азии.

В 2018 году экологи забили тревогу, заявив, что уровень воды в реке Урал достиг рекордно низкого уровня. Но в 2019 году речная вода снова снизилась с уровня предыдущего года. Это

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

можно было наблюдать даже визуально помимо слов экологов и представителей власти.

В начале осени 2019 года без воды остался административный центр Западно-Казахстанской области город Уральск. Причиной этого стал низкий уровень воды в реке Урал. Уровень воды в реке понизился настолько, что насосы, подающие воду в городскую систему водоснабжения, вышли над уровнем воды в реке.

В октябре 2019 г. было подписано двухстороннее Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан, утвержден план мероприятий, направленных на улучшение экосистемы р. Урал на 2019-2020 годы и прекращение трансграничного загрязнения реки. В этот план вошли меры по увеличению объема речной воды (очистка русла реки, проведение берегоукрепительных работ), исследованию и восстановлению биоразнообразия реки, установлению государственного контроля над предприятиями и объектами, влияющими на состояние р. Урал и водные объекты Уральского речного бассейна. Было отмечено, что недостаточно четко отработанное регулирование стока в верховье р. Урал негативно отражаются на состоянии речной воды и протекании гидрологических процессов в ее нижней части на территории Казахстана. Эта проблема наиболее актуальна для нижнего течения реки, поскольку именно там река служит для сохранения и размножения осетровых рыб. Многолетнее регулирование стока р. Урал на Ириклинском водохранилище Оренбургской области мешает сохранению благоприятной обстановки икрометанию осетровых рыб. Основной ограничивающий фактор – недостаточный уровень воды при икрометании, зарастание и обмеление водохранилища.

Таким образом экологическая обстановка в Уральском речном бассейне достаточно напряженная, поскольку изменение гидрологического режима речного стока вызывает тревогу, в связи с этим годовой дефицит воды насчитывает 4,7 км³. Русло заполняется илом и распадается береговая граница трансграничного водного направления. Растения поймы увядают, биоразнообразие снижается, рыбный фонд уменьшается, а численность осетровых находится под угрозой исчезновения. Главный вопрос уменьшения речного стока заключается в том, что

российские и казахстанские области, по территории которых протекает река, употребляют ее ресурсы по сути не регулируя действия, лишь учитывая местные нужды и спросы. Таким образом, если уменьшение стока воды продолжится, тогда на территории Уральского речного бассейна произойдут непоправимые экологические перемены, которые приведут к стихийным бедствиям [2].

Стоит отметить, что экологическая опасность в Уральском речном бассейне в настоящее время усугубляется поступлениями загрязняющих веществ из притоков реки, как на территории России, так и на территории Казахстана. К примеру, бассейн реки Илек сильно загрязнен тяжелыми металлами, в частности хромом, нефтепродуктами, калием, что несет угрозу системам водоснабжения всех нижележащих водопотребителей.

Загрязняющие вещества поступают в реку Урал и ее притоки чаще всего с недостаточно очищенными сточными водами промышленных предприятий и жилищно-коммунального сектора. На общем фоне обмеления реки и уменьшения скоростей потока тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества накапливаются на мелководьях и вблизи береговой линии, а также задерживаются избыточной растительностью в теплое время года. Это приводит к превышениям в природных водоемах Уральского речного бассейна ПДК_{р.х.} различных загрязняющих веществ.

Обозначенная проблема требует проведения регулярного мониторинга не только гидрологических характеристик водоемов бассейна реки Урал, но и состава поверхностных вод бассейна для выявления превышений в них отдельных загрязняющих веществ.

Экологический мониторинг поверхностных вод Уральского речного бассейна на территории Западно-Казахстанской области проводился учеными Научно-образовательного центра «Промышленная экология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. совместно с сотрудниками РГП «Казгидромет» ежемесячно в течение 2021-2022 г.г. Мониторинг проводился с целью установления качества воды в водных объектах и выявления негативных процессов, оказывающих на них влияние. Осуществление наблюдений выполнялись согласно ГОСТ Р 59024-2020 [3], а также установленными методическими указаниями. Мониторинг включал получение сведений о качестве

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

воды по химическим и физическим показателям. Отбор проб воды производили из реки Урал вблизи следующих объектов Западно-Казахстанской области: поселка Кушум; объекта «Старый Собор»; ТЭЦ г. Уральска; поселка Тайпак; поселка Январцево.

Отбор проб воды производился в полиэтиленовые емкости с плотно закрывающимися крышками. Места отбора проб были выбраны в зависимости от цели наблюдения. Пробы воды были отобраны на глубине 0,3-0,5 м. Объем пробы для каждого показателя был взят для трех последовательных анализов. Емкости, в которых размещались пробы воды, подлежали маркировке. На каждую пробу были указаны: номер бутылки, наименование водного объекта, место отбора проб, время и дата отбора проб, информация о хранении образца и обеспечении его безопасности [3].

В результате проведенного мониторинга был определен количественный состав показателей в пробах воды из водоемов бассейна р. Урал. Полученные данные по месяцам года представлены в таблицах 1 и 2 на примере анализа проб воды, отобранных на объекте в районе ТЭЦ г. Уральска.

Результаты исследований за 2021 г. показали, что в пробах воды р. Урал, в районе ТЭЦ (г. Уральск) ряд показателей превышают ПДК: растворенного кислорода на 165 %, взвешенных веществ на 130%, БПК на 70 %, калия на 328 %, железа на 210 %, хрома (VI) в зимнее время на 200 % и фосфатов на 458 %.

Таблица 1. Результаты исследований образцов воды из реки Урал в районе ТЭЦ в 2021 г.

	Показатель / ед. изм.	НОРМАТИВ (ГН 2.1.5.1315-03: САНПИН 2.1.5.980-00)	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средние значения
1	Прозрачность, см	2	20	19	19	19	18	19	17	16	17	18	19	17	18,2
2	Водородный показатель, (рН)	6,5-8,5	7,7	7,41	7,48	7,85	7,83	7,84	7,36	8,16	8,05	7,01	7,56	7,67	7,66
3	Растворенный кислород, мг/дм ³	6	9,44	8,16	7,23	10,3	15,9	13,76	8,56	8,49	7,29	7,51	7,68	7,28	9,3
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	10	19	20	22	22	23	22	21,0	22,0	22,0	21,0	21,0	22,0	21,41
5	БПК ₅ , мг/дм ³	3	2,81	2,11	3,42	3,59	5,09	3,51	2,78	2,71	2,29	2,48	2,97	2,71	3,04
6	ХПК, мг/дм ³	15	3,04	3,23	4,91	5,11	9,04	4,83	4,88	7,48	2,69	3,48	3,02	3,69	4,62
7	Кальций, мг/дм ³	180	55	42	21	35	24	21	28	27	45	41	43	53	36,25
8	Магний, мг/дм ³	40	9,56	13,23	31,19	20,38	13,18	20,41	15,61	13,23	10,81	4,78	27,61	7,22	15,6
9	Жесткость, ммоль/дм ³	7 (10)	3,7	3,1	3,6	3,3	2,4	2,8	2,7	2,5	3,1	2,4	4,5	3,3	3,1
10	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	30-400	245	306	135	243	195	146	184	221	245	257	171	305	221
11	Хлориды, мг/дм ³	300	72,5	141,9	116,3	241,7	110,1	102,8	101,8	206,1	213,2	195,1	251,9	241,3	166,2
12	Сульфаты, мг/дм ³	100	62,1	53,9	72,9	61,2	35,1	46,2	48,9	53,9	55,1	52,2	62,1	58,0	55,1
13	Натрий, мг/дм ³	120	29,3	28,3	27,5	28,5	29,1	29,2	28,8	28,9	27,6	28,4	28,4	28,3	28,5
14	Калий, мг/дм ³	10	42,8	43,2	41,2	41,1	43,1	41,4	40,3	42,4	39,9	40,1	40,3	39,9	41,3
15	Азот нитритный, мг/дм ³	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03

16	Азот нитратный, мг/дм ³	9,1	3,1	4,81	5,89	3,89	4,82	4,31	4,51	4,47	4,44	4,71	4,22	5,2	4,53
17	Железо общее, мг/дм ³	0,1	0,12	0,21	0,16	0,31	0,21	0,25	0,22	0,18	0,19	0,17	0,16	0,18	0,2
18	Хром (VI), мг/дм ³	0,020	0,060	0,050	0,030	0,020	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,03	0,04	0,02
19	Медь, мг/дм ³	0,001	0,0003	0,0002	0,001	0,0003	0,0003	0,0002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0005	0,0007
20	Цинк, мг/дм ³	0,01	0,002	0,005	0,003	0,003	0,005	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003
21	Фенолы, мг/дм ³	0,001	0,0003	0,0004	0,001	0,0004	0,002	0,0021	0,001	0,0001	0,00	0,001	0,00	0,00	0,0007
22	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,05	0,0019	0,0025	0,0026	0,0019	0,005	0,004	0,001	0,001	0,002	0,005	0,001	0,019	0,004
23	Общий фосфор, мг/дм ³	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,09	0,02	0,039	0,031	0,422	0,05
24	Фосфаты, мг/дм ³	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,142	0,279	0,048	0,091	0,091	1,27	0,16

Таблица 2. Результаты исследований образцов воды из реки Урал в районе ТЭЦ в 2022 г.

№	Показатель / единицы измерения	НОРМАТИВ (ГН 2.1.5.1315-03: САНПИН 2.1.5.980-00)	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средние значения
1	Прозрачность, см	2	18	21	19	19	17	19	19	20	20	19	15	18	19
2	Водородный показатель (рН)	6,5-8,5	7,66	7,12	6,71	7,60	7,35	7,11	7,05	7,09	7,18	7,35	7,52	7,21	7,25
3	Растворенный кислород, мг/дм ³	6	7,51	6,71	6,88	8,29	9,91	10,11	9,61	8,98	9,31	8,96	6,42	8,85	8,46
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	10	22	22	23	24	24	21	20	20	21	22	22	20	22
5	БПК ₅ , мг/дм ³	3	2,61	2,03	2,04	2,26	3,02	1,93	2,16	2,25	2,16	2,14	2,45	2,92	2,33

6	ХПК, мгО/дм ³	15	3,71	3,31	2,59	9,29	8,55	7,29	6,81	7,22	5,53	5,33	4,28	5,91	5,81
7	Кальций, мг/дм ³	180	63	53	47	49	52	34	32	31	21	33	57	52	44
8	Магний, мг/дм ³	40	13,3	25,3	13,3	13,4	8,5	19	11	13	31	20	15	32	18
9	Жесткость, ммоль/дм ³	7 (10)	4,3	4,6	3,5	3,6	3,7	3,3	2,2	2,3	3,4	3,4	4,2	4,8	3,6
10	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	30-400	244,5	365,9	291,8	341,7	463,5	183,1	183,2	170,9	146,5	195,6	195,8	219,5	250,2
11	Хлориды, мг/дм ³	300	227,5	272,2	121,43	174,6	85,11	195,1	226,9	219,8	212,9	241,1	230,3	218,8	202,15
12	Сульфаты, мг/дм ³	100	58	60	56	47	38	33	32	44	39	35	32	44	43
13	Натрий, мг/дм ³	120	30,0	29,4	28,4	27,3	28,5	28,9	27,5	29,8	29,9	27,4	27,5	27,6	28,5
14	Калий, мг/дм ³	10	40,2	43	40,2	39,9	39,8	39,5	39,5	39,9	39,9	39,7	39,6	38,5	40
15	Азот нитритный, мг/дм ³	0,02	0,015	0,027	0,013	0,012	0,012	0,018	0,015	0,015	0,013	0,014	0,017	0,017	0,016
16	Азот нитратный, мг/дм ³	9,1	4,91	3,42	2,13	2,71	3,17	3,41	2,64	1,83	1,92	1,91	1,89	2,04	2,67
17	Железо общее, мг/дм ³	0,1	0,18	0,15	0,09	0,08	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,18	0,16
18	Хром (VI), мг/дм ³	0,02	0,031	0,042	0,021	0,002	0,002	0,003	0,004	0,014	0,015	0,041	0,05	0,02	0,019
19	Медь, мг/дм ³	0,001	0,0004	0,0001	0,0002	0,0001	0,001	0,0001	0,0007	0,0004	0,001	0,0002	0,0003	0,0004	
20	Цинк, мг/дм ³	0,01	0,002	0,003	0,003	0,001	0,002	0,02	0,02	0,0003	0,004	0,003	0,0025	0,004	0,005
21	Фенолы, мг/дм ³	0,001	0,002	0,003	0,0002	0,0011	0,003	0,0002	0,001	0,001	0,001	0,0009	0,0009	0,001	0,0013
22	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,05	0,051	0,051	0,006	0,0013	0,0002	0,0044	0,003	0,0051	0,0042	0,0043	0,0042	0,0002	0,011
23	Общий фосфор, мг/дм ³	0,1	0,306	0,203	0,559	0,10	0,199	0,046	0,006	0,06	0,047	0,062	0,115	0,102	0,15
24	Фосфаты, мг/дм ³	0,05	0,941	0,617	0,179	0,278	0,604	0,142	0,019	0,181	0,138	0,183	0,36	0,359	0,333

Полученные загрязнения водоема могут вызывать расположенные выше по течению предприятия АО «Западно-Казахстанская машиностроительная компания» и ТОО «Гидромаш-Орион-МЖБК» (завод мостовых железобетонных конструкции). В пробах воды в районе объекта «Старый Собор» содержание загрязняющих веществ также превышает ПДК: растворенного кислорода на 114%, взвешенных веществ на 120%, БПК на 61%, калия на 118%, железа на 200% и общего фосфора на 74%. Выше по течению от этой местности находится предприятие по переработке шерсти ТОО «Аяз», которое сбрасывает свои сточные воды в р. Урал. В пункте наблюдения у поселка Кушум ПДК превышают следующие показатели: растворенный кислород на 108%, взвешенные вещества на 115%, БПК на 86%, гидрокарбонаты на 53%, калий на 124% и общий фосфор на 237%. В пункте у поселка Тайпак имели место превышения ПДК: растворенного кислорода на 126%, взвешенных веществ на 110%, БПК на 67,5%, гидрокарбонатов на 213,5%, калия на 121%, азота нитритного на 150% и общего фосфора на 187%. В поселке Январцево исследованные показатели более ПДК: растворенного кислорода на 109%, взвешенных веществ на 118 %, БПК 86,5%, калия на 119%, нефтепродуктов на 197 %, железа в 2 раза и общего фосфора в 3 раза. Превышение допустимых показателей нефтепродуктов у поселка Январцево можно объяснить тем, что выше по течению р. Урал недалеко от пункта забора проб находится предприятие ТОО «Жаикмунай», которое занимается нефте- и газодобычей, а также переработкой нефти и газа.

Результаты исследования за 2022 год в пробах воды р. Урал, в районе ТЭЦ показали что, имеются превышения ПДК: растворенного кислорода на 69 %, взвешенных веществ на 140 %, БПК незначительное, калия в 4 раза, железа на 120%, хрома (VI) на 110%, цинка 100%, фосфора на 459 % и фосфатов в 19 раз. Такие значительные превышения показателей могут создавать расположенные выше по течению предприятия АО «Западно-Казахстанская машиностроительная компания» и ТОО «Гидромаш-Орион-МЖБК». В районе объекта «Старый Собор» ПДК превышают следующие показатели: растворенный кислород на 82%, взвешенные вещества на 110%, БПК на 51%, гидрокарбонаты на 53%, калий на 110%, медь и цинк в 2 раза, фосфаты на 546%. В поселке Кушум содержание показателей, превышающих ПДК: растворенного кислорода на 79%, взвешенных веществ на 130%, гидрокарбонатов на

83%, калия на 117%, азота нитритного на 100%, меди на 225%, цинка на 100% и фосфатов на 455%. В поселке Кушум у Кушимского канала содержание показателей, превышающих ПДК: растворенного кислорода на 93%, взвешенных веществ на 225%, БПК на 50%, гидрокарбонатов на 57,95%, калия на 113%, железа, меди и цинка в 2 раза, фосфатов на 644 %. В пункте забора проб у поселка Тайпак имели место следующие превышения ПДК: растворенного кислорода на 81%, взвешенных веществ на 115 %, БПК на 50%, гидрокарбонатов на 54,9%, калия на 121%, меди на 100%, цинка на 100% и фосфатов на 735%. В пункте наблюдений у поселка Январцево превышения ПДК некоторых показателей составили: растворенного кислорода на 90%, взвешенных веществ на 125%, БПК на 50%, гидрокарбонатов на 57,8 %, калия на 117%, азота нитритного на 100%, нефтепродуктов на 201 %, железа, меди и цинка в 2 раза, а фосфатов на 515%. Поскольку выше по течению располагается предприятие ТОО «Жаикмунай», вполне возможно поступление в воду реки нефтепродуктов, железа, цинка и др. веществ.

Вывод: Проведенный мониторинг поверхностных вод Уральского речного бассейна обосновывает необходимость разработки мероприятий по совершенствованию методов очистки сточных вод предприятий и населенных пунктов, размещенных на территории бассейна р. Урал в Западно-Казахстанской области.

Список цитируемой литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район / под ред. З.Г. Марковой. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. — 152 с.
2. Атаманова, О.В. Гидрохимический мониторинг качества воды природных водоемов Уральского речного бассейна / О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, В.А. Бурахта, Л.И. Байтлесова, А.К. Джубаялиева // Поволжский экологический журнал. — 2021. — № 3. — С. 358-368.
3. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб. — М. : Российский институт стандартизации, 2022. — 35 с.

O.V. Atamanova¹, E.I. Tikhomirova², G.R. Kurmasheva³

**ENVIRONMENTAL MONITORING OF SURFACE WATER
IN THE URAL RIVER BASIN IN THE WESTERN KAZAKHSTAN
REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

Yuri Gagarin Saratov State Technical University

Russian Federation, Saratov

¹O_V_Atamanova@mail.ru, ²tichomirova_ei@mail.ru,

³kurmasheva_gulshat@mail.ru)

Annotation: The importance of monitoring the surface waters of the Ural River basin in the territory of the West Kazakhstan region is substantiated. The results of hydrochemical analyzes of water samples taken at five points from the Ural River are given.

Key words: monitoring, Ural river, Ural river basin, research, water samples, MAC excesses.

УДК 504.5(571.61)

Т.В. Гуленова¹, А.П. Пакусина¹

**МИГРАЦИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ
ЭКОСИСТЕМЫ ПОЙМЕННЫХ ОЗЁР**

Дальневосточный государственный аграрный университет¹

(Россия, Благовещенск, tata-zolotce@mail.ru, pakusina.a@yandex.ru)

Аннотация. Вопросы сохранения водно-болотных экосистем являются актуальными. В статье рассмотрены результаты исследования миграции тяжёлых металлов в компонентах озёр и водно-болотных угодий Государственного природного зоологического заказника областного значения «Амурский» (вода, рыба, макрофиты). Содержание Zn и Cu в воде превысило рыбохозяйственный норматив. В воде озера Хомутино и реки Топкоча было обнаружено высокое содержание свинца. Макрофиты озера Осинное содержали Zn, Cd, Pb, Cu в пределах нормы. В рыбе (ротан, чебак, вьюн) реки Топкоча были обнаружены выше ПДК мышьяк и ртуть.

Ключевые слова: водно-болотные экосистемы; загрязнение; тяжелые металлы; макрофиты.

Введение. Водно-болотные экосистемы занимают около 17% территории Амурской области. Болота аккумулируют углерод и углекислый газ, в них сосредоточен огромный запас пресной воды. Так как река Амур является пограничной рекой с КНР, то водно-болотные экосистемы в пойме среднего Амура имеют экологическую функцию и выполняют роль буферов на пути трансграничных загрязнений водной и воздушной среды и распространения опасных заболеваний для животных и культурных растений [1]. Водно-болотные угодья являются местом обитания редких видов растений, животных и птиц. На территории Государственного природного зоологического заказника областного значения «Амурский» гнездятся и встречаются на пролёте дальневосточный аист, японский журавль, даурский журавль, редкие и исчезающие виды водных и околоводных птиц. Факторами негативного влияния человека в Амурском заказнике являются пожары, в результате которых сгорают гнёзда птиц, сокращается количество растительности и животных. Браконьеры создают особую опасность в период миграции водоплавающих птиц. Следствием вырубок является деградация речной сети. В результате сельскохозяйственной деятельности загрязняющие вещества могут попадать в водные объекты. Во время паводков и наводнений с поймы в водные объекты возможен перенос загрязняющих веществ [2]. Поэтому сохранение водно-болотных экосистем является актуальной задачей.

Целью данной работы являлось изучение содержания тяжёлых металлов в компонентах водно-болотных экосистем и озёр Государственного природного зоологического заказника областного значения «Амурский».

Результаты и их обсуждение. Объектом изучения явились водно-болотные экосистемы и озёра Амурского заказника (рис. 1).

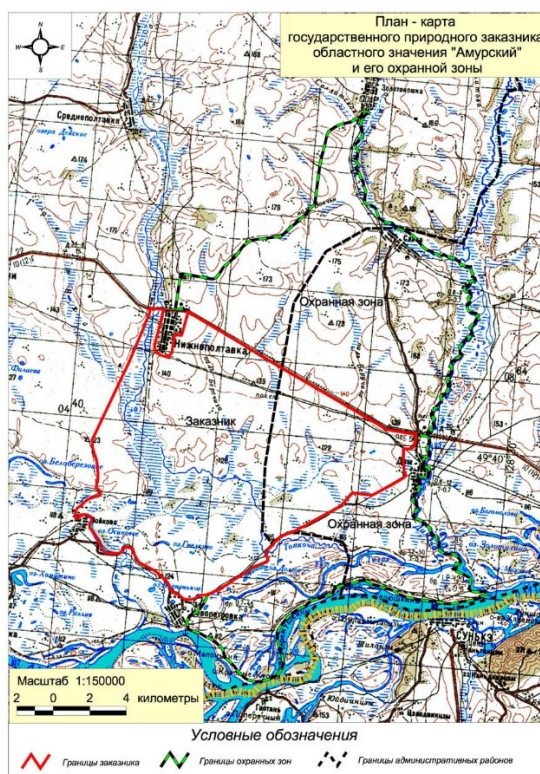


Рисунок 1. Карта Государственного природного зоологического заказника областного значения «Амурский»

http://геоамур.рф/sources/d_28_11/district11-x=01.php

Воду, макрофиты и рыбу отбирали 16 мая и 15 июля 2023 г. Для определения тяжёлых металлов в макрофитах и рыбе пробы озоляли при температуре 170 °С в течение 1,5 часа с использованием окислителей (HNO_3 и H_2O_2), затем определения выполняли на СТА вольтамперометрическом. Тяжёлые металлы в воде определяли на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ Z.ЭТА с пламенной атомизацией проб.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в воде, мкг/л (15.05.2023)

№	Локация	Zn $\pm\Delta$	Cu $\pm\Delta$	Pb $\pm\Delta$	Cd $\pm\Delta$
1	Старичная протока	49,907	8,752	28,735	0,3373
2	Хомутина	38,08	6,639	21,047	0,4596
3	Осиновое	50,107	38,279	3,9487	0,6647
4	Топочоча мост	46,433	87,811	13,805	0,1139
5	Пойменное озеро	39,926	96,024	3,0884	0,1490
6	Пойменное озеро	41,22	101,91	5,9819	0,2070
	ПДКр/х	10	1	6	5
	ПДКх/п, к/б	1000	1000	10	1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

Содержание в воде цинка, меди превышало рыбохозяйственный норматив (табл. 1). В воде озера Хомутино и реки Топкоча было обнаружено высокое содержание свинца.

На озёре Осиновое произрастает лотос Комарова. В водоёмах заказника встречаются рдесты. В макрофитах, которые могут накапливать из воды тяжёлые металлы, отсутствуют токсические концентрации цинка, меди, свинца и кадмия.

Таблица 2. Содержание тяжёлых металлов в макрофитах, мг/кг
(9.10.2022)

№	Локация	Макрофит	Zn ± Δ	Cu ± Δ	Pb ± Δ	Cd ± Δ
1	Старичная протока	Пузырчатка обыкновенная <i>Utricularia vulgaris</i> L.	17,65± 6,00	2,88± 0,95	1,38± 0,41	0,35± 0,11
2	Осиновое	Рдест Маака <i>Potamogeton maackianus</i> A.	12,09± 4,11	1,13± 0,41	1,16± 0,21	0,08± 0,03
3	Осиновое	Рдест пронзеннолистный <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	15,89± 4,60	1,64± 0,54	1,11± 0,33	1,57± 0,47

Были изучены образцы рыбы из реки Топкоча: ротан (*Perccottus glenii*, Dubowski), вьюн щиповка (*Cobitis faenia*, Linnaeus) и чебак (*Rutilus rutilus lacustris*). В рыбе были обнаружены выше ПДК мышьяк и ртуть. Содержание в рыбе свинца было в норме (таблица 3).

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в рыбе в реке Топкоча,
мг/кг (9.10.2022)

№	Рыба	Zn ± Δ	Cu ± Δ	Pb ± Δ	Cd ± Δ	As± Δ	Hg± Δ
1	<i>Perccottus glenii</i>	15,27± 5,35	0,59± 0,11	0,29± 0,10	0,16±0,06	2,09±0,73	0,34±0,12
2	<i>Rutilus rutilus lacustris</i>	19,75± 6,91	0,46± 0,14	0,16± 0,05	0,11±0,04	3,17±1,11	0,29±0,10
3	<i>Cobitis faenia</i>	32,03± 10,89	0,22± 0,07	0,22± 0,08	0,15±0,05	2,09±0,73	0,25±0,09
	ПДК для рыбы	40	10	1	0,2	1	0,3

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Перья птиц используются для индикации экологического состояния окружающей среды. Активно изучаются охраняемые виды птиц [3].

Таблица 4. Содержание тяжелых металлов в перьях аиста дальневосточного, мг/кг

№	Объект	Zn ± Δ	Cu ± Δ	Pb ± Δ	Cd ± Δ	As ± Δ	Hg ± Δ
1	Перья взрослого аиста	32,80± 9,84	0,47± 0,13	0,68± 0,24	0,13± 0,04	0,13±0,05	0,07±0,03
2	Перья птенцов	31,65± 9,43	1,22± 0,37	0,74± 0,24	0,16± 0,42	0,14±0,05	0,08±0,02

Гнездо дальневосточного аиста находилось на берёзе даурской неподалёку от поля с соей. В гнезде находилось 4 птенца. У них были взяты для анализа на тяжёлые металлы по 2 пёрышка под крылом. Тяжёлые металлы, обнаруженные в перьях птиц, указывают на то, что они могут попадать в организм с пищей (табл. 4)

Заключение. Содержание в воде водоёмов Амурского заказника цинка, меди превышало рыбохозяйственный норматив. В старичной протоке реки Топкоча и озере Хомутино было обнаружено высокое содержание свинца. В свободноплавающих неприкреплённых макрофитах отсутствуют токсические концентрации цинка, меди, свинца и кадмия.

По пищевой цепи тяжёлые металлы попадали в организм аиста дальневосточного.

Список цитируемой литературы

1. Ахтямов М.Х. Муравьёвский парк. Природные условия и растительность / М.Х. Ахтямов, Г.Ю. Морозова, Н.В. Болдовский, А.А. Бабурин. - Владивосток: ДВО РАН. - 2002. - 196 с.
2. Makhinov A.N. Impact assessment of solid runoff on heavy metals migration during high floods on the Amur river / A.N. Makhinov, A.F. Makhinova, Sh. Liu // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - № 895(1). P. 012025.
3. Pakusina A. Ecological and Chemical Assessment of the Habitats of Cranes in the Khingan State Nature Reserve, Russia. / A. Pakusina, N. Malinovsky, T. Platonova, T. Parilova, M. Parilov, I. Balan // Lecture Notes in Networks and Systems, 2022. T. 353. LNNS. C. 658-666.

T.V. Gulenova, A. P. Pakusina

**MIGRATION OF HEAVY METALS IN COMPONENTS OF
THE ECOSYSTEM OF FLOODPLAIN LAKES**

Far Eastern State Agrarian University
(Russia, Blagoveshchensk, tata-zolotce@mail.ru,
pakusina.a@yandex.ru)

Abstract. The issues of conservation of wetland ecosystems are relevant. The article discusses the results of a study of the migration of heavy metals in the components of lakes and wetlands of the State Natural Zoological Reserve of regional Significance "Amur" (water, fish, macrophytes). The content of Zn and Cu in the water exceeded the fishery standard. High lead content was found in the water of Lake Khomutino and the Topkocha River. Macrophytes of Lake Aspen contained Zn, Cd, Pb, Cu within the normal range. Arsenic and mercury were found above MPC in fish (rotan, chebak, loach) of the Topkocha River.

Keywords: wetland ecosystems; pollution; heavy metals; macrophytes.

УДК 628.3 (282.247.42)

А.П. Демин

**СТОЧНЫЕ ВОДЫ И КАЧЕСТВО ВОДЫ В РОССИЙСКОЙ
ЧАСТИ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ УРАЛ**

Институт водных проблем РАН
Россия, Москва
deminap@mail.ru

Аннотация. Показано резкое сокращение объема сброса сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты бассейна р. Урал. Наблюдалось поступательное повышение доли загрязненных сточных вод в общем объеме отводимых сточных вод – с 4,8% в 1990 г. до 39,7% в 2017 г. Масса сброса большинства загрязняющих веществ, содержащихся в составе сточных вод, снизилась в 3–25 раз, но по семи веществам отмечается рост сброса. В верховьях р. Урал за 2008-2020 гг. качество

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

воды практически не изменилось, в среднем течении отмечается улучшение качества воды.

Ключевые слова: загрязненные сточные воды, нормативно очищенные воды, сброс загрязняющих веществ, УКИЗВ, качество воды в р. Урал

За период 1990-2021 гг. объем сброса сточной, шахтно-рудничной и коллекторно-дренажной воды в поверхностные водные объекты российской части бассейна р. Урал сократился в 3,7 раза – с 2257 до 611 млн м³ [1–6]. Связано это в основном с сокращением забора воды для нужд населения и объектов экономики в связи с падением производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, переходом на замкнутые системы водоснабжения и внедрением водосберегающей техники в ЖКХ.

Очевидны три периода изменений объема водоотведения – заметное падение в 1990-х гг. в связи с финансово-экономическим кризисом в России, относительная стабильность и подъем в конце периода 2001– 2012 гг. в связи с экономическим ростом, и резкое падение после 2012 г. С 2013 г. в регионе стало значительно сокращаться производство электроэнергии, что потребовало меньших объемов воды для охлаждения генераторов. За 2012– 2020 гг. сброс сточных вод в бассейне Урала по виду экономической деятельности «Обеспечение электрической энергией, газом и паром» снизился с 1714 до 587 млн м³ (2,9 раза). По металлургическому производству сброс сточных вод сократился с 387 до 26 млн м³ (15 раз), что связано в основном с прекращением в ноябре 2018 г. сброса сточных вод ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» в русло Урала и переходом на замкнутую систему водоснабжения [7].

Наблюдалось поступательное повышение доли загрязненных сточных вод в общем объеме отводимых сточных вод – с 4,8% в 1990 г. до 39,7 % в 2017 г. С прекращением сброса загрязненных сточных вод в р. Урал Магнитогорским металлургическим комбинатом эта доля снизилась до 21– 27%. При этом большая часть загрязненных сточных вод сбрасывалась в водоприемники недостаточно очищенными. Так, в 2021 г. из общего количества воды, относимой к категории загрязненной, 20,3 млн м³ сбрасывалось без очистки, а 145,8 млн м³ – недостаточно очищенной. Объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период также сократился – с 118 до 1,0,6 млн. м³, или в 111 раз. Доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод,

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

требующих очистки, за 31 год в бассейне Урала снизилась с 52,2 до 0,63%. Итак, до нормативов в 2021 г очищался только один из 160 кубометров воды, требующей очистки (Таблица 1).

Таблица 1. Сброшено сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды в бассейне р. Урал, млн м³

Год	Сброшено сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды				Доля загрязненной воды в общем объеме сброшенной воды, %	Доля нормативно очищенной воды в объеме сточных вод, требующих очистки, %
	Всего	Всего загрязненной	в т.ч. без очистки	Нормативно очищенной на сооружениях очистки		
1990	2257,00	108,00	6,00	118,00	4,8	52,2
1995	1902,30	216,11	3,99	71,28	11,4	24,8
2000	1815,90	300,27	15,92	0,03	16,5	0,01
2001	1665,00	329,48	45,95	0,03	19,8	0,01
2002	1740,30	336,98	43,77	0,00	19,4	0
2003	1777,80	324,32	40,91	0,00	18,2	0
2004	1776,40	312,51	39,48	0,01	17,6	0
2005	1611,10	302,52	40,43	0,04	18,8	0,01
2006	1843,60	295,23	40,87	0,04	16	0,01
2007	1866,20	303,54	44,19	0,01	16,3	0
2008	1935,20	404,99	144,10	0,20	20,9	0,05
2009	1727,40	379,23	132,13	0,10	22	0,03
2010	1918,76	525,84	100,49	15,38	27,4	2,84
2011	2217,62	558,86	106,92	0,40	25,2	0,07
2012	2290,93	482,32	28,85	0,75	21,1	0,16
2013	1817,34	463,83	32,43	1,14	25,5	0,25
2014	1817,08	467,09	28,24	1,31	25,7	0,28
2015	1604,19	521,49	26,73	1,51	32,5	0,29
2016	1482,40	512,26	27,59	1,02	34,6	0,2
2017	1283,78	509,84	27,21	2,40	39,7	0,47
2018	1276,72	472,05	25,32	2,13	37	0,45
2019	854,02	175,00	24,41	1,62	20,5	0,92
2020	755,34	168,18	23,84	1,83	22,3	1,08
2021	611,24	166,16	20,32	1,06	27,2	0,63

Анализ показывает, что в настоящее время бассейн р. Урал относится к бассейнам с наиболее низкой долей нормативно-очищенной воды в объеме вод, требующей очистки, среди всех крупных рек Российской Федерацией. В 2021 г. здесь очищалось всего 0,6% от объема воды, требующей очистки, тогда как в целом по Российской Федерации этот показатель составил 20,4%.

Масса сброса загрязняющих веществ (ЗВ), содержащихся в составе сточных вод, отводимых в водные объекты российской части бассейна р. Урал, варьирует в очень широких пределах – от сотен тысяч тонн до десятков килограмм [1–6]. К ЗВ с наибольшей массой относятся сульфаты, хлориды и сухой остаток (Рисунок 1).

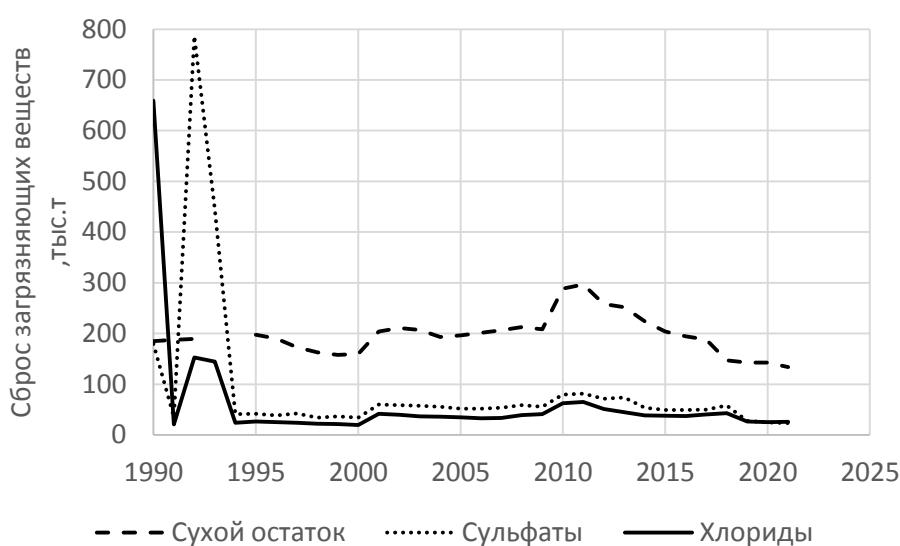


Рисунок 1. Динамика сброса в составе сточных вод сухого остатка, сульфатов и хлоридов в российской части бассейна р. Урал, тыс. т.

Величина сухого остатка является обобщенным показателем качества воды, характеризует общее содержание растворенных в воде нелетучих минеральных и частично органических соединений, т. е. свидетельствует о минерализации воды. Сброс сухого остатка увеличивался с 200 тыс. т в 1990 г. до 300 тыс. т. в начале 2010-х гг., однако в дальнейшем стал заметно сокращаться и к 2021 г. снизился до 134 тыс. т. Наибольшую долю в величину это сброса вносит ЖКХ. Пик сброса сульфатов приходился на 1992-1993 гг., а всего за 31 год масса сброса этого ЗВ снизилась почти в 8 раз. Очень существенный прогресс достигнут в сбросе хлоридов – с 1990 г. их масса снизилась в 26 раз.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

Довольно сильно изменялся диапазон сброса взвешенных и органических веществ, нитратов (Рисунок 2).

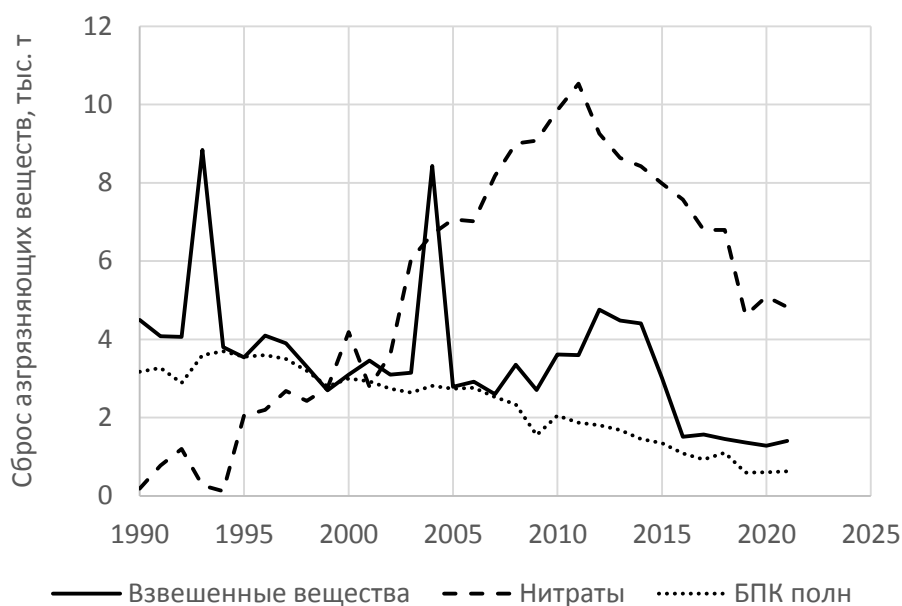


Рисунок 2. Динамика сброса в составе сточных вод нитратов, взвешенных и органических веществ в российской части бассейна р. Урал, тыс. т.

Сброс взвешенных веществ иногда резко увеличивался, но в целом поступательно сокращался и к 2021 г. снизился по сравнению с 1990 г. в 3,2 раза. Сброс нитратов неуклонно рос с 1990 по 2011 г., после чего снизился в два раза. В итоге, в 2021 г. масса сброса нитратов превышала уровень 1990 г. в 26 раз, что является максимальным превышением среди всех ЗВ. Выявлено, что настоящее время жилищно-коммунальным сектором сбрасывается 85% всех нитратов. Биохимическое потребление кислорода (БПК), являющееся одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема легкоокисляемыми органическими веществами, сократилось в бассейне Урала за этот период более чем в 5 раз.

Масса сброса таких ЗВ как трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), нефтепродукты, фосфаты, нитриты исчисляется сотнями тонн (Рисунок 3). Масса сброса нефтепродуктов за счет экстремального 1990 года снизилась за исследуемый период в 230 раз, но и по отношению к другим годам в начале этого десятилетия сокращение этого важнейшего ЗВ было очень существенным — в десятки раз. Сброс фосфатов за счет роста в последний год в итоге снизился очень незначительно, а сброс нитритов даже немного

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

увеличился. Сброс органических веществ долгие годы поступательно снижался, но в 2019-2021 гг. снова вырос, превысив значения конца 1990-х гг.

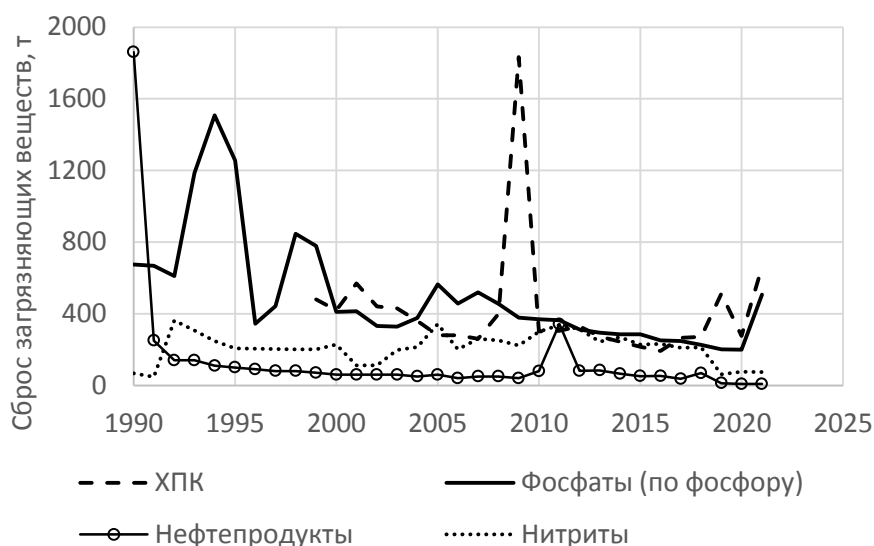


Рисунок 3. Динамика сброса в составе сточных вод фосфатов, нефтепродуктов, нитритов и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в российской части бассейна р. Урал, т.

На протяжении 1990-2009 гг. масса сброса цинка почти не менялась, а затем в течение нескольких лет заметно выросла. Начиная с 2012 г. главный загрязнитель по этому ЗВ – металлургическое производство – поступательно снижал сброс цинка и с 2019 г. практически его прекратил. Сброс СПАВ поступательно снижался все годы, кроме одиночного всплеска в 2000 г. За весь период масса сброса снизилась в 6 раз. Масса сброса железа после резкого увеличения в середине 1990-х гг. в дальнейшем снижалась очень медленно, но в 2019–2021 гг. стабилизировалась. В целом за период 1990–2021 гг. отмечается даже рост сброса железа в 1,5 раза.

Масса сброса меди за исключением экстремального 1993 г. все время поступательно снижалась (Рисунок 4). Металлургическое производство – ранее основной поставщик меди в водные объекты – с 2019 г. сброс меди практически прекратил. Основным загрязнителем по меди стал ВЭД «Забор, очистка и распределение воды» (90%). В целом за тридцатилетний период сброс меди сократился в 11 раз.

Сброс марганца в бассейне Урала с 1990 по 2000 г. вырос с 0,01 до 7 тонн, достиг пика в 2010–2011 гг. (18–22 т) и в дальнейшем стал резко снижаться. С 2019 г. сброс марганца стал измеряться десятками

кг. Тем не менее в 2021 г. его сброс превышал уровень 1990 г. в шесть раз. Сброс жиров и масел в течении длительного периода времени составлял 1–2 т, но после 2014 г. стал очень активно снижаться. С 1990 г. сброс этих ЗВ снизился в 170 раз.

Сброс никеля отмечается очень большой нестабильностью – в течении длительного периода времени рост сброса чередуется с значительным снижением массы загрязнений. Если брать крайние точки, то в 2021 г. масса сброса превышала показатель 1990 г. в 3 раза. Сброс фенолов с 1990 г. на протяжении 19 лет поступательно снижался, однако в 2010–2013 гг. отмечается заметный рост сброса этого вещества. В последующее время сброс никеля только снижался. В целом за 31 год сброс масса сброса никеля снизилась в 10 раз. Масса сброса алюминия сильно колебалась в период 1990–2006 гг., после чего стала поступательно снижаться. Всего за 31 год масса сброса алюминия снизилась в 8 раз.

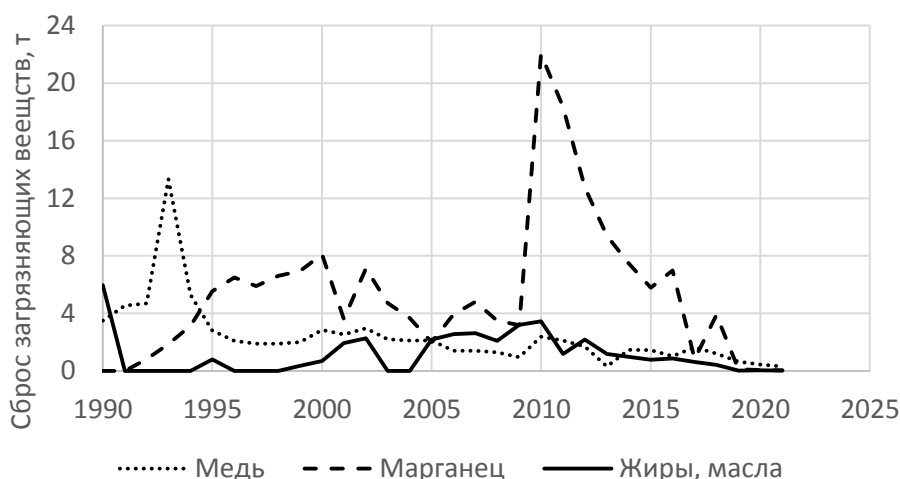


Рисунок 4. Динамика сброса в составе сточных вод меди, марганца, жиров и масел в российской части бассейна р. Урал, т.

В российской части бассейна р. Урал в небольших количествах отмечается сброс свинца, кадмия и трехвалентного хрома. С 1995 по 2002 г. сброс свинца увеличился с 10 до 90 кг, после чего вплоть до 2011 г. неуклонно снижался до 5 кг. Весь дальнейший период сброс свинца находился в пределах 29–37 кг. Сброс хрома обычно находился в пределах 30–70 кг, но периодически наблюдались аварийные сбросы, когда масса хрома увеличивалась до 110–430 кг. С 2015 г сброс хрома находится в пределах 30–40 кг. Всего за 1995–2021 г. его сброс снизился в 2 раза.

Подводя итоги анализа сброса ЗВ в составе сточных вод можно отметить, что по трем веществам (сухой остаток, фосфаты, нитриты) масса сброса за 31 год практически не изменилась (–10% – +38%). По шести ЗВ масса сброса снизилась в 3–7 раз, по другим шести ЗВ – в 8–25 раз. Максимальный успех достигнут в снижении сброса двух ЗВ – сброс жиров и масел в российской части бассейна р. Урал снизился в 171 раз, а сброс нефтепродуктов в 229 раз.

Однако по семи ЗВ отмечается рост сброса ЗВ, что крайне тревожно, учитывая почти четырехкратное сокращение сброса сточных вод и ввод больших мощностей очистных сооружений. Такой отрицательной картины не наблюдается ни в одном другом крупном российском бассейне. Масса сброса железа и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) увеличилась в 1,5–1,6 раза, свинца и никеля – в 2,9–3,1 раза, марганца – в 6,2 раза, магния – в 10 раз, нитратов – в 26 раз. Характерно, что по двум последним веществам масса сброса в последние три года практически не меняется.

Исходя из приведенных выше данных о снижении объема загрязненных сточных вод и сброса ЗВ в водные источники можно было бы ожидать ощутимого улучшения их качества. В бассейнах ряда небольших рек по некоторым ингредиентам это произошло. Однако в целом по руслу р. Урал состояние качества воды остается неудовлетворительным. Этот эффект вызван действием ряда неконтролируемых (рассредоточенных) источников загрязнения, а также источников вторичных (накопленных) загрязнений. По многим оценкам именно они вносят основной вклад в загрязнение водных объектов [8].

Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети Росгидромета. Представляет интерес комплексная оценка качества вод бассейна р. Урал [9–13]. Описание классификации степени загрязненности воды приведено в соответствии с [9], где данная классификация рассматривается как условное разделение всего диапазона состава и свойств природной воды в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» до «экстремально грязной» по величинам комбинаторного индекса загрязненности воды. Удельная величина комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) представляет комплексный относительный показатель степени загрязненности поверхностных вод, условно оценивающий долю

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, которая обусловлена одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ (учитываются концентрации 15–16 химических показателей). Этот показатель рекомендуется для сравнения степени загрязненности воды во времени и по длине водных объектов по совокупности загрязняющих веществ. УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16, большему его значению соответствует худшее качество воды.

Комплексная оценка качества воды по стволу р. Урал приведена на рисунке 5. Изменение величин УКИЗВ за год может быть весьма существенным, в связи с чем при сравнении граничных лет для более достоверной картины автором было принято решение осреднить значения показателя за два ближайших года – 2008–2009 и 2019–2020.

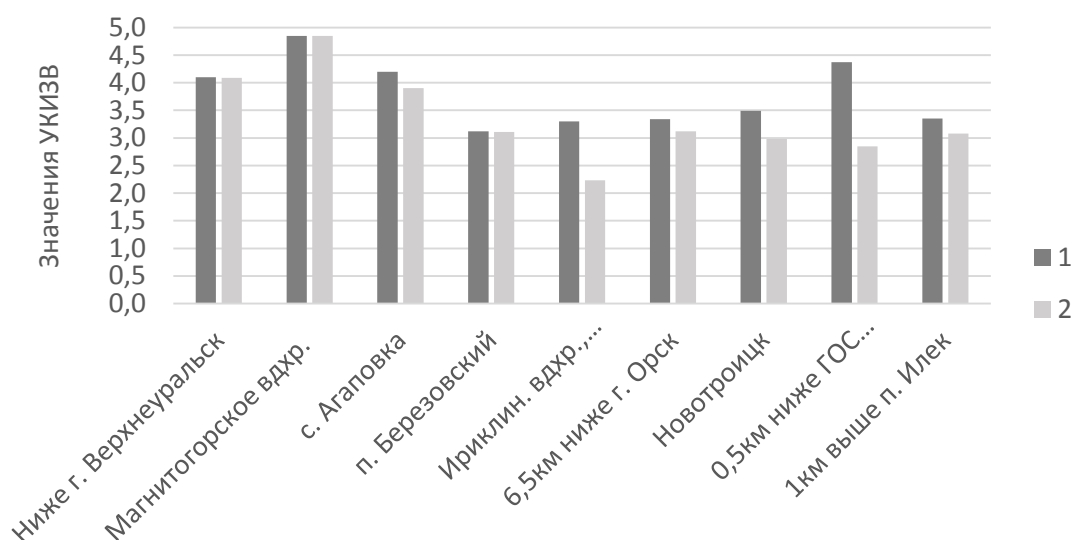


Рисунок 5. Усредненные значения УКИЗВ за 2008-2009 (1) и 2019-2020 гг. (2) по стволу р. Урал, по данным [9–13]

В верховьях р. Урал, на территории Челябинской и Оренбургской областей от г. Верхнеуральска до п. Березовский, качество воды за более чем десятилетний период практически не изменилось и по-прежнему оценивалось от «загрязненной» (3а) до «грязной» (4а). Лишь в створе с. Агаповка отмечается незначительное снижение показателя УКИЗВ.

Практически на всем среднем Урале от Ириклинского водохранилища до п. Илек наблюдалось улучшение качества воды: классы качества и разряды не всегда изменялись, но при этом значение УКИЗВ уменьшалось. Особенно заметное улучшение качества воды произошло в Ириклинском водохранилище (где оно

изменилось от «очень загрязненной» до «загрязненной») и ниже городских очистных сооружений г. Оренбурга (где оно изменилось от «грязной» до «загрязненной»).

Улучшение качества воды могло быть и более радикальным. Сток воды и наносов в сельскохозяйственной зоне поставляет в реки и водоемы до 80–90% фосфора, азота и пестицидов. Однако применение одного из важнейших мероприятий по охране земель и вод, каковым является создание противозрозионных лесных насаждений, резко сократилось, а после 2009 г. в субъектах федерации российской части бассейна р. Урал оно полностью прекратилось. Аналогичная картина наблюдается и с созданием полевых защитных лесополос. В конце 1990-х – начале 2000-х гг. в Республике Башкортостан ежегодно высаживалось 400–700 га полевых защитных лесополос, но после 2008 г. это важнейшее мероприятие прекратило свое существование. В Оренбургской области не высаживают лесополосы с 2004 г., в Челябинской – с 1999 г.

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 государственного задания ИВП РАН

Список цитируемой литературы

1. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2009 году (Статистический сборник) / Под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова. – М.: НИА-Природа, 2010. – 372 с.
2. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2018 году (Статистический сборник) / Под ред. Н.Г. Рыбальского, В.А. Омеляненко. – М.: НИА-Природа, 2019. – 274 с.
3. Водные ресурсы Российской Федерации. Статистический сборник. / Под ред. Н.Г. Рыбальского, – М.: НИА-Природа, 2006. – 176 с.
4. Воды России (состояние, использование, охрана). 1986 - 1990 гг. / М-во мелиорации и вод. хоз-ва РСФСРЮ Уральский науч. – исслед. ин-т вод. хоз-ва. – Свердловск: Изд-во УралНИИВХ, 1991. – 148 с.
5. Воды России (состояние, использование, охрана) / М-во прир. ресурсов РФ, Рос. науч. – исслед. ин-т вод. хоз-ва. – Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ. – 1992. 96 с.; 1993. 96 с.; 1994. 86с.; 1995. 88 с.; 1996. 104 с.; 1998. 134 с.; 1999. 146 с.; 2001. 158 с.; 2002. 138 с.; 2003. 136 с.; 2005. 133 с.; 2006. 112 с.
6. Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении

и водоотведении на всех водных объектах (по форме 2–ТП (водхоз)) // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513>. – Дата доступа: 26.06.2023.

7. ММК планомерно снижает вредное воздействие на реку Урал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.rambler.ru/ecology/43266982-mmk-planomerno-snizhaet-vrednoe-vozdeystvie-na-reku-ural>. – Дата доступа: 26.06.2023.

8. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения /под редакцией В.И. Данилова-Данильяна. – М., РАН, 2020. – 512 с.

9. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2010. – Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2011. – 572 с.; Ежегодник. 2011. – Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2012. – 553 с.; 2013. – 555 с.; 2014. – 568 с.; 2015. – 530 с.; 2016. – 552 с.; 2017. – 556 с.; 2018. – 555 с.; 2019. – 561 с.; 2020. – 578 с.; 2021. – 618 с.

10. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2012 году [Электронный ресурс]. – <https://mpr.orb.ru/activity/624>. – Дата доступа: 28.06.2023.

11. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://mpr.orb.ru/activity/624>. – Дата доступа: 28.06.2023.

12. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2009 году [Электронный ресурс]. – <https://mineco.gov74.ru/mineco/activities/oxranaokruzhayushhejsredychely/informaciyaobekologicheskosit.htm>. – Дата доступа: 28.06.2023.

13. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2020 году [Электронный ресурс]. – <https://mineco.gov74.ru/mineco/activities/oxranaokruzhayushhejsredychely/informaciyaobekologicheskosit.htm> – Дата доступа: 28.06.2023.

A.P. Demin

**WASTEWATER AND WATER QUALITY IN THE RUSSIAN PART
OF THE TRANSBOUNDARY URAL RIVER BASIN**

Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences

Russia, Moscow

deminap@mail.ru

Abstract. A sharp reduction in the volume of discharge of waste, mine-mining and collector-drainage waters into surface water bodies of the river basin Ural is shown. There was a progressive increase in the share of contaminated wastewater in the total volume of wastewater discharged from 4.8% in 1990 to 39.7% in 2017. The mass of discharges of most pollutants contained in wastewater has decreased by 3-25 times, but seven substances show an increase in discharges. In the upper reaches of the river Ural for 2008-2020 water quality has not changed much, in the middle reaches there is an improvement in water quality.

Key words: contaminated wastewater, regulated waters, discharge of pollutants, specific combinatorial index of water pollution, Ural river water quality.

УДК 502.4

Л.Е. Лукьянов¹

УГРОЗЫ ПРИРОДНОМУ И КУЛЬТУРНОМУ НАСЛЕДИЮ ВОРОБЬЕВСКОГО БЕРЕГА МОСКВА-РЕКИ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Россия, г. Москва

¹lev.lykyanov@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрен один из важнейших элементов зеленой прибрежной инфраструктуры р. Москвы в пределах столицы – природный заказник «Воробьевы горы». Дается характеристика природного и культурного наследия. Выявлены основные экологические угрозы существованию этой особо охраняемой природной территории.

Ключевые слова: Москва-река, природный заказник «Воробьевы горы», историко-культурное наследие, световое загрязнение.

Река Москва – средняя река длиной 473 км, протекающая по территории Центральной России. Она является левым притоком Оки, принадлежащей к бассейну Волги. Бассейн р. Москвы занимает площадь 17,6 тыс. км², на которых протекают 362 реки и около 550

ручьев. Бассейн реки вытянут вдоль русла главной реки, его протяженность – 240 км, а средняя ширина – около 75 км [1].

Бассейн р. Москвы давно освоен человеком. Издавна леса по берегам реки вырубались, и эти территории использовались для селитебных, сельскохозяйственных или промышленных нужд. Так, например, после начала канализирования берегов в конце XVIII – начале XIX вв. вдоль рек Москвы и Яузы начали появляться кожевенные, текстильные, пищевые производства, для которых нужна была вода. Всего на берегах р. Москвы было создано около 20 мануфактур¹. Реки также служили основной транспортной коммуникацией для перевозки сырья и товаров. А в начале XX в. на территории современных Лужников располагались заливные луга, использовавшиеся для огородничества. С ростом численности населения города в бассейне реки происходило непрерывное нарастание антропогенной нагрузки. В настоящее время фактически весь бассейн р. Москвы вовлечен в хозяйственное использование.

Для бассейна р. Москвы, в частности в пределах города Москвы, характерна значительная трансформация ландшафтов. В настоящее время это – высоко урбанизированная территория, подвергшаяся серьезным антропогенным нарушениям. Деятельность человека способствовала росту гидротехнических сооружений в бассейне р. Москвы, загрязнению водоемов, уменьшению числа рек и озер (многие ручьи, располагавшиеся в пределах городской черты, были канализованы или заключены в коллекторы, а пруды – спущены или засыпаны) [2]. Качество воды в р. Москве характеризуется как низкое (IV, V и VI классы: загрязненные, грязные и очень грязные), что связано со сбросом части поверхностного стока с территории города в реку без очистки. Также большой вклад вносит сброс в реку загрязненного тяжелыми металлами, нефтепродуктами, взвешенными веществами снега [3].

Несмотря на высокую степень хозяйственного освоения, на берегах реки в пределах Москвы сохранились фрагменты природных ландшафтов, носящих природоохранный статус: природно-исторический парк «Москворецкий», памятник природы «Карамышевский берег реки Москвы с родником», природный заказник «Воробьевы горы», экологический парк «Участок

¹ Фабричное русло: как выглядят памятники промышленности на Москве-реке (РБК, 04.12.2014) [Электронный ресурс] // URL: <https://realty.rbc.ru/news/577d23cf9a7947a78ce91977> (Дата обращения: 10.08.2023)

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Нагатинской поймы реки Москвы», пойма реки Москвы под храмом Иоанна Предтечи в Коломенском, природный заказник «Склоны долины реки Москвы в Сабурово», фаунистический заказник «Братеевская пойма» и т.д.² Также можно отметить и исторически значимые объекты, имеющие культурное значение для столицы: Кремль, Храм Христа Спасителя, Парк Горького, музей-заповедник Коломенское.

Вышеперечисленные объекты природного наследия, носящие статус особо охраняемых природных территорий, играют важную роль в формировании экологического каркаса города и являются очагами сохранения флоры и фауны внутри урбанизированных территорий. Помимо этого, они выполняют экосистемные функции: регулирующие (регулирование микроклимата, регулирование фильтрации поверхностного стока, регулирование эрозионных процессов), поддерживающие (почвообразование, круговорот питательных веществ) и информационные (рекреация, эстетические функции, культурное наследие, чувство места) [4].

Речной бассейн р. Москвы ввиду высокой степени освоения является природно-хозяйственной геосистемой, где взаимосвязаны природные, экономические и социально-демографические процессы. Под воздействием антропогенной деятельности природные геосистемы в нем трансформируются: естественные компоненты изменяются или возникают новые. Город Москва фактически разделяет прибрежные природные геосистемы, простирающиеся вдоль р. Москвы, что препятствует распространению видов или сообществ популяций вдоль ее берегов и в пределах бассейна. Лишь немногочисленные природные фрагменты вдоль реки, сохранившиеся в пределах городской черты, могут полноценно выполнять свои экосистемные функции, и тем важнее охрана этих фрагментов, т.к. их изменение затрагивает всю геосистему бассейна [5].

Одним из таких природных фрагментов является природный заказник «Воробьевы горы». Вытянутый на 4 километра вдоль р. Москвы, он заключен между ул. Косыгина, Третьим транспортным кольцом и Воробьевским шоссе, таким образом, не имеет связи с другими элементами экологического каркаса столицы (рисунок 1). Заказник расположен на высоком крутом склоне реки, рельеф которого

² ООПТ Москвы список (Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы) [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mos.ru/eco/function/departament/oopt-moskvy/> (Дата обращения: 16.08.2023)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

моделируется активными оползневыми процессами. Площадь ООПТ составляет 137,5 га.

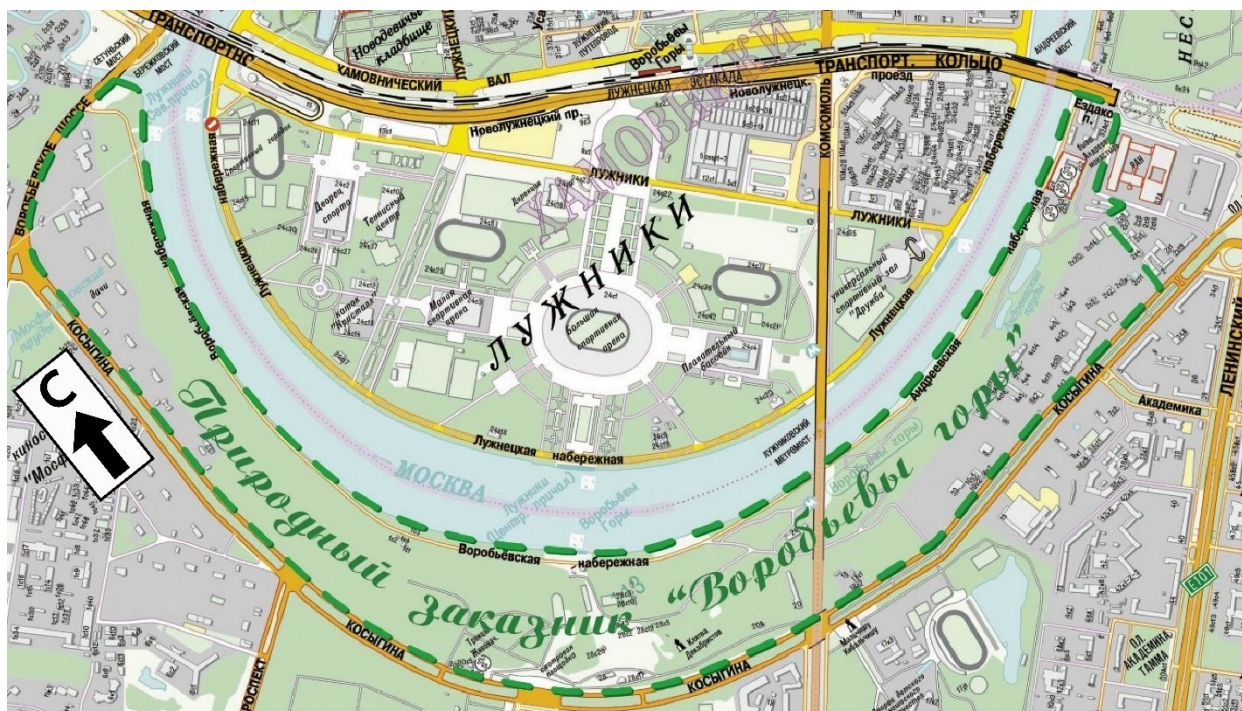


Рисунок 1. Природный заказник «Воробьевы горы»

Источник: <https://imgur.com/SxrhYun>

В 1987 г. Воробьевы (тогда Ленинские) горы были объявлены памятником природы геологического характера с уникальными формами рельефа, обнажениями и родниками, а в 1998 г. территория получила статус природного заказника как уникального для Москвы природного и историко-культурного комплекса. На территории заказника обитают более 70 видов птиц, из которых следующие внесены в Красную книгу: ворон (*Corvus corax*), кукушка (*Cuculus canorus*), обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), серая неясыть (*Strix aluco*), ушастая сова (*Asio otus*), хохлатая чернеть (*Aythya fuligula*), обыкновенная иволга (*Oriolus oriolus*), ястреб-тетеревятник (*Accipiter gentilis*), ястреб-перепелятник (*Accipiter nisus*) и многие другие [6]. Большое число растений также находятся под охраной на Воробьевых горах: фиалка собачья (*Viola canina*), нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*), зверобой волосистый (*Hypericum hirsutum*), астрагал датский (*Astragalus danicus*), горицвет кукушкин (*Lýchnis flos-cúculi*), гусиный лук желтый (*Gágea lútea*) и т.д.

Помимо богатого природного наследия, выраженного в виде обилия краснокнижных видов на сравнительно маленькой территории, в заказнике расположены 14 объектов культурного наследия, пять из которых являются памятниками федерального значения, а два – памятниками регионального значения (рис. 2 ниже). Так, в число первых входят Андреевский монастырь (1675 г.), усадебный комплекс «Дача Дмитриева-Мамонова» (здание усадьбы, оранжерея и приусадебный пейзажный парк) и Храм Живоначальной Троицы. В число памятников регионального значения входят стела А.И. Герцену и Н.П. Огареву и мастерская А.В. Щусева.

Природоохранный статус природного заказника, тем не менее, не всегда защищает Воробьевы горы от антропогенного вмешательства. Историческая значимость территории и удобное расположение недалеко от центра города делают их одним из самых привлекательных для горожан и гостей столицы местом, что приводит к замусориванию территории, вытаптыванию растительного и почвенного покрова, созданию стихийных троп.

В 2022 г. на территории Воробьевых был открыт новый спортивный комплекс, строительство которого сопровождалось уничтожением мест обитаний растений и животных, внесенных в Красную книгу. Также спорткомплекс является источником шумового загрязнения (65 дБ против 42–44 дБ фонового уровня), отрицательно влияющего на здоровье человека, а в природной среде вызывающее нарушение ориентирования, коммуникации и кормовых привычек у животных. Сооружение на границе спортивного комплекса шумозащитных экранов позволила бы сократить шумовое воздействие на посетителей и обитателей природного заказника.

Еще одним видом физического загрязнения в заказнике является световое загрязнение, сбивающее циркадные ритмы живых организмов. Цикл роста многих растений изменяется (возрастает время фотосинтеза, снижается зимостойкость), затрудняется ориентация в пространстве насекомых, ведущих ночной образ жизни, происходят изменения в физиологии птиц и ночных млекопитающих [6]. Освещение в заказнике расположено вдоль дорожно-тропиночной сети и от спортивного комплекса. Еще одним источником избыточного света является разноцветное ландшафтное освещение, установленное в 2018 г., вечерами освещающее около 40 га территории заказника. Уровень освещенности на тропах заказника превышает 100–120 лк, однако в кронах деревьев, непосредственно освещаемыми

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

прожекторами ландшафтного освещения, уровень освещенности превышает 5000–8000 лк. Помимо всего прочего, ландшафтное освещение изменяет природный вид заказника.

Транспортные магистрали, окружающие заказник со всех сторон, также оказывают воздействие на ООПТ. В дорожной пыли вдоль границ заказника скапливается большое число тяжелых металлов и нефтепродуктами, отравляющих близлежащую к дороге растительность. Животные обитатели не могут покинуть охраняемую территорию без риска попасть под проезжающий автомобиль, также проблемой для них является шумовое загрязнение от дорог.

Еще одной экологической проблемой являются загрязненные атмосферные осадки, выпадающие над Москвой, которые просачиваются в почвы и впоследствии с грунтовыми водами разгружаются в виде многочисленных родников на территории Воробьевых гор, оказывая разрушительное влияние на экосистему заказника.

Таким образом, природный заказник «Воробьевы горы» является одним из важнейших природных элементов в черте города ввиду своего уникального расположения, богатства флоры и фауны, а также исторической значимости территории, отраженной в виде множества исторических и архитектурных памятников. Однако даже наличие статуса особо охраняемой природной территории не дает Воробьевым горам защиту от разрушительного антропогенного посягательства. И по каждой экологической проблеме необходим поиск оптимального компромиссного решения, удовлетворяющего как запросы горожан в отдыхе, так и интересы обитателей заказника. Только тогда будет возможно сохранение этого важного связующего фрагмента экологического каркаса в пределах бассейна р. Москвы.



Рисунок 2. Природное и культурное наследие природного заказника «Воробьевы горы». Источник: выполнено автором.

Список цитируемой литературы

1. Озерова Н.А. Москва-река в пространстве и времени. – М.: Прогресс-Традиция, 2014. – 320 с.
2. Коронкевич Н.И., Мельник К.С. Гидрологические изменения в бассейне реки Москвы // Сборник трудов конф. «Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года». – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. Том 1. 2015. С. 161–167.
3. Экологический атлас Москвы / ГУП НИиПИ Генплана г. Москвы; под ред. И.Н. Ильиной. – М.: АБФ/ABF, 2000. – 93 с.
4. Costanza, R., D'arge, R.C., Groot, R.D., Farber, S.B., Grasso, M., Hannon, B.M., Limburg, K.E., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J.M., Raskin, R.G., Sutton, P.C., & Belt, M.V. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
5. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании: монография. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. — 163 с.
6. Лукьянов Л.Е., Красовская Т.М. Влияние светового загрязнения на местообитания птиц на территории природного заказника «Воробьевы горы» (г. Москва). Проблемы региональной экологии, 2022. № 1. С. 101–107.

L.E. Lukianov¹

**THREATS TO THE NATURAL AND CULTURAL HERITAGE IN
VOROBYOVY GORY AREA OF THE MOSCOW RIVER**

Lomonosov Moscow State University

(Moscow, Russia, ¹lev.lykianov@yandex.ru)

Abstract: The article considers one of the most important elements of the green riverside infrastructure of the Moscow River within the capital – the Vorobyovy Gory Nature Reserve. The characteristic of natural and cultural heritage was given. The main environmental threats to the existence of this protected area were identified.

Keywords: the Moscow River, Vorobyovy Gory Nature Reserve, historical and cultural heritage, light pollution

УДК 504.5(571.61)

Н.В. Малиновский¹, А.П. Пакусина¹

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ВОДНО-БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР

Дальневосточный государственный аграрный университет¹

Россия, Благовещенск

raze.ru@mail.ru, pakusina.a@yandex.ru

Аннотация. Вопросы сохранения водно-болотных экосистем являются актуальными. В результате мелиорационных мероприятий уменьшается количество мест обитания для журавлей. Вода насыщена кислородом. Вода лиманов и мелиоративных каналов имеет высокие показатели БПК₅ и ПО, свидетельствующие о высоком содержании органических веществ. Источником загрязняющих веществ на территории водно-болотных угодий является применение удобрений, гербицидов и фунгицидов. В воде лиманов и мелиоративных каналов содержание ртути превышало рыбохозяйственный норматив в 6 – 8 раз. В рыбе *Perccottus glenii* обнаружены высокие содержания кадмия и ртути. По пищевой цепи тяжёлые металлы попадали в организм аиста дальневосточного. В перьях птенцов аиста дальневосточного присутствуют кадмий и ртуть, которые отрицательно влияют на вес и развитие птенцов.

Ключевые слова: водно-болотные экосистемы; загрязнение; тяжёлые металлы; биогенные элементы.

Введение. Территория Амурской области более чем на 17 % покрыта болотами. Болота имеют важное экологическое значение: они имеют огромный запас пресной воды, в них аккумулируется углерод и углекислый газ. В связи с пограничным характером значительного участка поймы среднего Амура с Китаем, сохранение биотического баланса водно-болотных экосистем является важным фактором экологической безопасности нашей страны на её рубежах [1]. Экосистемы в пойме реки Амур выполняют роль буферов на пути трансграничных загрязнений водной и воздушной среды и распространения опасных заболеваний для животных и культурных растений. Водно-болотные угодья являются местом обитания редких видов растений, животных и птиц. На территории юга Зейско-Буреинской равнины обитает 6 видов журавлей, дальневосточный

аист, утка-мандаринка и другие редкие и исчезающие виды птиц. Поэтому сохранение водно-болотных экосистем является актуальной задачей. Природные ландшафты Зейско-Буреинской равнины изменены человеком: огромные площади распаханы. В настоящее время активно ведутся работы по мелиорации сельскохозяйственных земель [2]. В результате мелиоративных мероприятий уменьшается территория, пригодная для обитания журавлей. Посреди полей находятся лиманы, окружённые осоками и тростником. Каждый год осенью после уборки урожая на полях по вине человека происходят пожары и палы, в результате которых сгорают гнёзда птиц, гибнут уникальные растения, животные и «краснокнижные» птицы.

Целью данной работы являлось оценить влияние сельскохозяйственной деятельности на водно-болотные экосистемы Зейско-Буреинской равнины.

Результаты и их обсуждение. Объектом изучения явились лиманы и мелиоративные каналы, которые наиболее часто посещали аисты для кормёжки. Они были установлены по трекам на датчиках у аистов. Локация Белогорский район: пункты 1,2,4,6 – мелиоративный канал, 3,5,7 - лиманы. Отбор проб воды и рыбы проводился 6 мая, 28 июня, 14 сентября 2022 г, перьев аиста – 28 июня 2022.

Содержание растворённого кислорода в воде было от 8,9 до 12,9 мгО₂/л за исключением осенних проб в мелиоративном канале – 3,6 мгО₂/л (рис. 1).

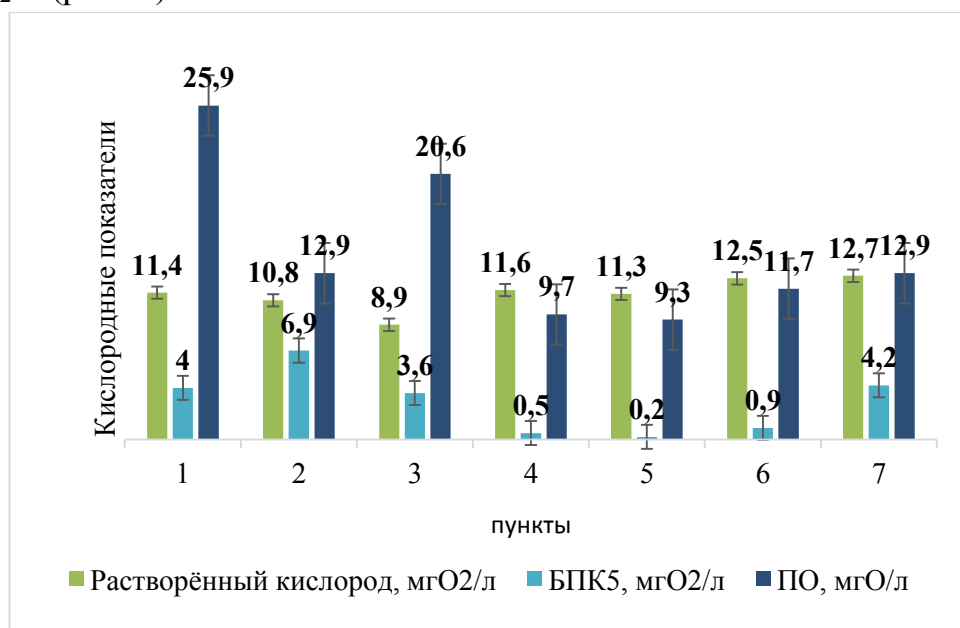


Рисунок 1. Кислородные показатели воды в лиманах и мелиоративном канале весной 2022 г.

Содержание в воде кадмия не превышало весной $0,10 \pm 0,03$ мкг/л, летом – $0,12 \pm 0,04$ мкг/л, осенью – $0,07 \pm 0,03$ мкг/л. Содержание свинца было соответственно не более – $0,65 \pm 0,23$ мкг/л весной, $1,99 \pm 0,69$ мкг/л летом и осенью, мышьяка – не более $3,79 \pm 1,33$ мкг/л весной и $4,09 \pm 1,43$ мкг/л летом и осенью, что соответствовало норме.

Содержание ртути в воде лиманов и канала превышало рыбохозяйственный норматив ($0,01$ мкг/л) и достигало $0,09 \pm 0,03$ мкг/л весной, $0,20 \pm 0,06$ мкг/л летом, $0,15 \pm 0,05$ мкг/л осенью. В 80-е годы в Амурской области использовали ртутьсодержащие пестициды (гранозан). Хотя с 90-х годов он запрещён к применению, но в окружающей среде ртуть, как опасный экотоксикант, продолжает присутствовать.

Для изучения кормовой базы аиста дальневосточного были исследованы: рыба – ротан (*Perccottus glenii*, Dubowski), вьюн щиповка (*Cobitis faenia*, Linnaeus). В рыбе были обнаружены кадмий, мышьяк и ртуть. Содержание в рыбе свинца было в норме (таблица 1).

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в рыбе осенью 2022 г. (n=5)

Объект, № пункта	Cd $\pm\Delta$	Pb $\pm\Delta$	As $\pm\Delta$	Hg $\pm\Delta$
<i>Cobitis faenia</i> , 1 пункт	$0,11 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,11$	$0,90 \pm 0,32$	$0,32 \pm 0,11$
<i>Perccottus glenii</i> , 4 пункт	$0,20 \pm 0,07$	$0,24 \pm 0,08$	$1,18 \pm 0,41$	$0,30 \pm 0,10$
<i>Perccottus glenii</i> , 5 пункт	$0,11 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,12$	$2,36 \pm 0,83$	$0,37 \pm 0,13$
ПДК	0,2	1	1	0,3-0,6



Рисунок 2. Гнездо дальневосточного аиста в Белогорском районе
Координаты гнезда: $50^{\circ}46'57,9''$ N $128^{\circ}03'55,0''$ E

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

Гнездо находилось в берёзовой роще неподалёку от полей с соей. В гнезде находилось 4 птенца. У них были измерены вес и размеры частей тела, а также взяты для анализа на тяжёлые металлы по 2 пёрышка под крылом.

Перья птиц используются для индикации экологического состояния окружающей среды. Активно изучаются охраняемые виды птиц [3]. В перьях птенцов дальневосточного аиста содержание свинца было меньше предела обнаружения. От содержания тяжёлых металлов зависит вес птенца (таблица 2).

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в перьях птенцов аистов, мг/кг

Вес птенца (г)	Cd $\pm\Delta$	As $\pm\Delta$	Hg $\pm\Delta$
5300	ниже предела обнаружения	0,06 \pm 0,02	0,0074 \pm 0,0026
5100	0,06 \pm 0,02	0,09 \pm 0,03	0,0070 \pm 0,0024
5080	0,09 \pm 0,03	0,12 \pm 0,04	0,0076 \pm 0,0027
4815	0,10 \pm 0,03	0,13 \pm 0,04	0,0106 \pm 0,0037

Заключение. Сельскохозяйственная деятельность отрицательно влияет на экологическое состояние водно-болотных экосистем – мест обитания аиста дальневосточного. Источником загрязняющих веществ на территории водно-болотных угодий является применение удобрений, гербицидов и фунгицидов. В воде лиманов и мелиоративных каналов содержание ртути превышало рыбохозяйственный норматив в 6 – 8 раз. В рыбе *Perccottus glenii* обнаружены высокие содержания кадмия и ртути. По пищевой цепи тяжёлые металлы попадали в организм аиста дальневосточного.

Список цитируемой литературы

1. Ахтямов М.Х. Муравьёвский парк. Природные условия и растительность / М.Х. Ахтямов, Г.Ю. Морозова, Н.В. Болдовский, А.А. Бабурин. - Владивосток: ДВО РАН. - 2002. - 196 с.
2. Кузьмич Н.П., Бурчик В.В. Использование и восстановление фонда мелиоративных земель сельскохозяйственного назначения. / Н.П. Кузьмич, В.В. Бурчик // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. - № 1. – С. 24-29.
3. Pakusina, A.P. Chemical and Ecological Characteristics of Lakes Located in the Muraviovka Park / A.P. Pakusina, T.P. Platonova, S.A.

Lobarev, S.M. Smirenski // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. - 2018.- Vol. 15(4). - P. 27–34.

N.V. Malinovsky, A. P. Pakusina

**THE IMPACT OF AGRICULTURE ON WETLAND ECOSYSTEMS
OF THE AMUR RIVER BASIN**

Far Eastern State Agrarian University

Russia, Blagoveshchensk

raze.ru@mail.ru, pakusina.a@yandex.ru

Abstract. The issues of conservation of wetland ecosystems are relevant. As a result of land reclamation, the number of habitats for cranes decreases. The water is saturated with oxygen. The water of estuaries and reclamation channels has high BOD₅ and PO indicators, which indicate a high content of organic substances. The source of pollutants in the wetlands is the use of fertilizers, herbicides and fungicides. In the water of estuaries and reclamation channels, the mercury content exceeded the fishery standard by 6 – 8 times. High concentrations of cadmium and mercury were found in the fish *Perccottus glenii*. Along the food chain, heavy metals entered the body of the stork of the Far East. With an increase in the mass of stork chicks, the content of cadmium and mercury in the feathers of birds was less.

Keywords: wetland ecosystems; pollution; heavy metals; biogenic elements.

УДК 528.9:904

Д.С. Марков

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В МАЛЫХ ГОРОДАХ
ИВАНОВСКОГО ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ,
ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ**

Ивановский государственный университет (Шуйский филиал)

Россия, г. Шуя

sgpu@mail.ru

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования по пространственному анализу объектов историко-культурного наследия в малых городах ивановского Верхневолжья с использованием геоинформационных инструментов и тематических баз данных. Рассматриваются возможности использования технологий тематического туристского картографирования для систематизации и оптимизации объектов туристско-рекреационного потенциала. Цель исследования заключается в анализе функциональных возможностей картографо-информационного инструментария оценки туристско-рекреационного потенциала малых городов ивановского Верхневолжья на базе методов, моделей и технологий, реализуемых в геоинформационных системах. Апробируются подходы к созданию серии туристских карт для малых городов Ивановской области и прилегающих к ним туристских дестинаций. Делается вывод об эффективности использования ГИС-технологий при проведении исследований по пространственному анализу локализации объектов историко-культурного наследия, являющихся основным компонентом туристского потенциала как основы социально-экономического развития малых городов ивановского Верхневолжья.

Ключевые слова: историко-культурное наследие, пространственный анализ, туристско-рекреационный потенциал, малые города, туристские дестинации, туристские карты, ивановское Верхневолжье.

Введение. Перспективным направлением устойчивого развития малых городов ивановского Верхневолжья является оптимизация и эффективное использование туристско-рекреационного потенциала объектов историко-культурного наследия [1, с. 76]. На

староосвоенных территориях туристско-рекреационные модули традиционно развиваются на основе таких историко-культурных объектов как археологические и исторические памятники, древние населённые пункты, крепостные валы, а также земельные наделы прежних практик землепользования [2, с. 42]. В современных условиях актуализируется работа по разработке геоинформационных продуктов, способствующих устойчивому и динамичному развитию туристской деятельности [3, с. 128]. Приоритетным направлением информационного обеспечения региональных и муниципальных схем развития туризма является разработка модулей, связанных с картографо-информационным обеспечением оценки туристско-рекреационного потенциала. Актуализируется необходимость разработки туристических картосхем малых городов, для которых, как правило, не разработаны туристские карты ни в бумажном, ни в электронных форматах. В большинстве алгоритмов разработки туристского продукта и инвестиционных паспортов делаются попытки создать информационную основу на базе общедоступных картографических сервисов, но при всех очевидных достоинствах они слабо подходят для планирования и разработки турпродукта, так как содержат много невалидной и нерелевантной информации, а также относительно слабо учитывают специфику организации разнообразных видов туристских занятий. Характерной особенностью туристско-рекреационного потенциала территорий восточного Верхневолжья является примерно равное сочетание элементов природного и историко-культурного наследия в структуре рекреационных модулей [3, с. 130], поэтому перед разработчиками турпродукта особенно остро стоит проблема синтеза разнородной историко-географической информации на основе создания тематических карт. Исходя из этого, актуальной представляется цель настоящей работы: анализ функциональных возможностей картографо-информационного инструментария оценки туристско-рекреационного потенциала малых городов ивановского Верхневолжья на базе методов, моделей и технологий, реализуемых в геоинформационных системах.

Объекты и методы. Настоящее исследование базируется на результатах научно-исследовательских работ по оценке туристско-рекреационного потенциала, реализованных на территории Ивановской области [4]. В работе были использованы как традиционные методы туристских исследований, предполагавшие

проведение покомпонентной оценки туристско-рекреационного потенциала, анкетирования, анализ рисков и перспектив реализации турпроектов, так и специальные методы разработки туристских картосхем и тематических баз данных. Базовой информацией для разработки тематических туристских карт являлись топографические карты и данные дистанционного зондирования Земли. Систематизация, интеграция, пространственный анализ и визуализация информации проводилась с помощью разработанной тематической ГИС «Качество городской среды: Ивановская область» (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2013620303) [4]. Векторизация слоёв топографической карты и оформление историко-географической карты осуществлялось с использованием ГИС ArcGIS 10.2.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования была создана интегральная интерактивная тематическая карта компонентов туристско-рекреационного потенциала малых городов ивановского Верхневолжья, которую можно использовать для комплексного анализа локусов, наиболее подходящих для организации различных видов туристско-рекреационных занятий и выявления наиболее привлекательных объектов для туристской сферы. Малые города Ивановской области традиционно пользуются достаточно высокой популярностью у туристов и рекреантов. Большую роль в этом сыграли традиции организации туристских маршрутов «Золотого кольца России», туров по Волге и популярность ряда местных туристических брендов, но при этом дальнейшее устойчивое развитие внутреннего туризма предполагает использование единой картографо-информационной основы. Одним из важных элементов является разработка единой тематической историко-географической карты малых городов и территорий Ивановской области. В условиях избытка туристской информации картографические материалы являются эффективным средством навигации, используемым на стадии планирования и реализации разных видов туристских занятий [5, с. 168].

Историко-культурный потенциал малых городов Ивановской области являются основой для большинства туристских локаций Верхневолжского региона. Особенно велик туристско-рекреационный потенциал городов Юрьевец, Плёс, Пучеж, Кинешма и других. Вследствие длительной истории хозяйственного освоения и

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

относительно благоприятным инженерным условиям, в состав большинства муниципальных туристско-рекреационных локусов входят прилегающие к городам природные и историко-культурные дестинации [3, с. 129]. Базовая основа туристской карты, содержащей информацию об объектах историко-культурного потенциала, приведена на рисунке.

Картосхемы муниципалитетов составляют отдельные сегменты базы данных, обеспечивающие отображение малых городов в разных масштабах, послойное представление информации (98 тематических слоёв), отображение информации об объектах, поиск по запросу, а также вычисление картометрических характеристик. Составленные историко-географические туристские карты могут быть использованы для рационального планирования туристских маршрутов и разработки инвестиционных программ.

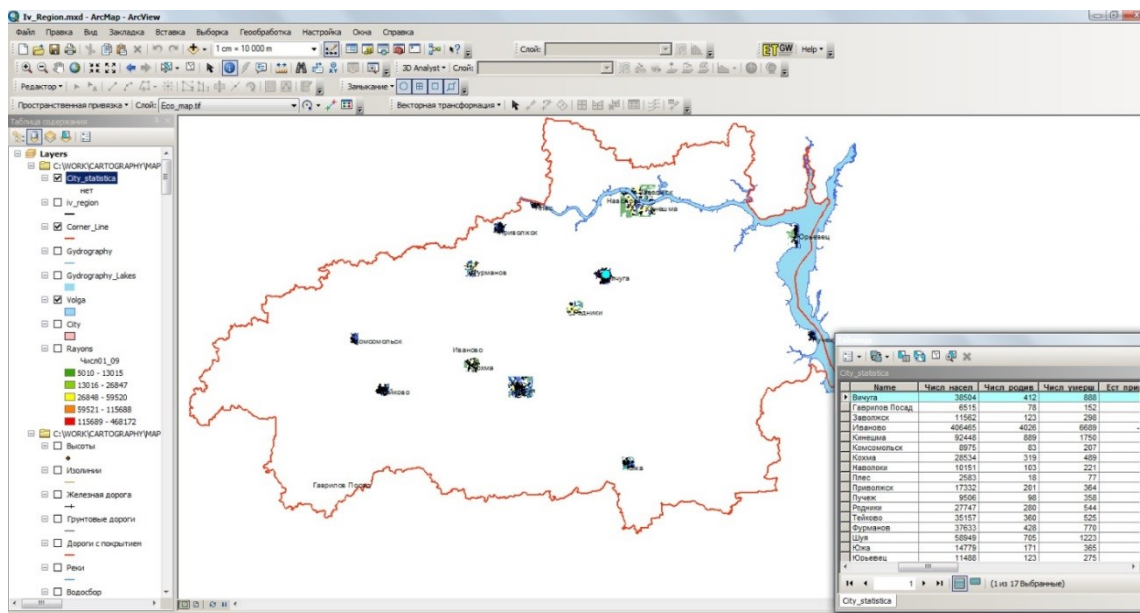


Рисунок 1. Картосхема размещения объектов историко-культурного наследия в малых городах ивановского Верхневолжья (фрагмент базы данных)

Выводы. Эффективная организация туристской деятельности основана на активном использовании методов и моделей, реализуемых в геоинформационных системах [5, с. 162]. Функциональные возможности картографо-информационного инструментария оценки туристско-рекреационного потенциала малых городов ивановского Верхневолжья на базе методов, моделей и технологий, реализуемых в геоинформационных системах, позволяют

проводить пространственный анализ историко-культурных объектов и являются информационной основой для мониторинга туристских потоков и разработки турпродукта.

Список цитируемой литературы

1. Артемьева О.В., Артемьев Ю.М. Малые города в серии туристских карт Северо-Западного региона Российской Федерации // Известия Русского географического общества. 2016. Т. 148. № 3. – С. 76-84.
2. Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Украинский П.А., Полетаев А.О. Информационное обеспечение задач мониторинга и охраны объектов историко-культурного наследия Крыма с использованием ГИС-технологий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 6 (161). – С. 42-48.
3. Марков Д.С. Современное состояние ландшафтов и функциональное зонирование территории археологических памятников в городе Юрьевец: «Городище Пушкариха» и «Земляные валы Белого города» // Наука и образование в современном вузе: вектор развития. – Шуя, 2023. – С. 128-131.
4. Геоинформационная система «Качество городской среды: Ивановская область» / Марков Д.С., Яковенко Н.В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2013620303. – М.: Роспатент, 2013.
5. Сологубова А.И., Пелина А.Н., Кузякина М.В. Картографо-информационное обеспечение как средство оптимизации туристских маршрутов (на примере курортного района Кавказских Минеральных Вод) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2016. Т. 2 (68). № 3. – С. 162-169.

D.S. Markov

SPATIAL ANALYSIS OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE SITES IN SMALL TOWNS OF THE IVANOV UPPER VOLGA REGION: SYSTEMATIZATION, LOCALIZATION AND OPTIMIZATION

Shuya branch of Ivanovo State University
Russia, Shuya
sgpu@mail.ru

Abstract: The article presents the results of a study on spatial analysis of historical and cultural heritage sites in small towns of the Ivanovo Upper Volga region using geoinformation tools and thematic databases. The possibilities of using thematic tourism mapping technologies to systematize and optimize objects of tourist and recreational potential are considered. The purpose of the study is to analyze the functionality of cartographic and information tools for assessing the tourism and recreational potential of small towns in the Ivanovo Upper Volga region based on methods, models and technologies implemented in geographic information systems. Approaches to creating a series of tourist maps for small towns in the Ivanovo region and adjacent tourist destinations are being tested. A conclusion is drawn about the effectiveness of using GIS technologies when conducting research on spatial analysis of the localization of historical and cultural heritage sites, which are the main component of tourism potential as the basis for the socio-economic development of small towns in the Ivanovo Upper Volga region.

Keywords: historical and cultural heritage, spatial analysis, tourist and recreational potential, small towns, tourist destinations, tourist maps, Ivanovo Upper Volga region.

УДК 574.6:477.63/64

В.А. Милюткин¹, И.В. Бородулин², Е.А. Азарков²

АКТУАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ИХ ЭФФЕКТИВНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

Самарский государственный аграрный университет

Россия, г.Кинель

¹oiapp@mail.ru

ООО «ЭкоВолга»

Россия, г.Самара

²sekret@sam-isp.net

Аннотация: В статье рассматривается кризисная ситуация с антропогенными негативными экологическими процессами из-за неуправляемого, опасного для окружающей среды и человека сине-зеленых водорослей-цианобактерий в водоемах и водотоках с

открытой водной поверхностью, при чем ситуация обостряется, особенно при прогнозируемом глобальном потеплении в Мире. Необходимо планирование со стороны нашего государства и стран планеты более действенные программные мероприятия и их осуществление по всем направлениям решения данной экологической проблемы в ее критическом состоянии. Для решения некоторых экологических ситуаций предлагается ряд технологий и технических средств по утилизации сине-зеленых водорослей.

Ключевые слова: экология, сине-зеленые водоросли, донные отложения, утилизация, сапропель.

Введение. Антропогенное воздействие на природу и окружающую среду в исторической ее гармонии, самоочищении и равновесном существовании в процессе эволюционного развития человека системно приводит к кризисным, негативным явлениям главным образом в экологии. Примером тому может служить жизнедеятельность сине-зеленых водорослей-СЗВ, которые за 3,5 миллиарда лет своего существования создали условия-озоновый слой [1-2], что обеспечило жизнь биологических существ, в том числе и человека, на земле. Сегодня те же СЗВ, способствующие жизни на нашей планете, в конечном итоге представляют серьезную угрозу этой жизни, водным бассейнам из-за их массового неуправляемого развития конечно же из-за нарушения человеком природных законов, в частности самоочищения загрязненных водотоков и водоемов за счет огромного количества отходов-бытового мусора, удобрений, технико-технологических изменений природного установившегося уклада, например строительство ГЭС. Необходимы колоссальные средства и усилия для решения экологической проблемы, усугубляющейся также наступающим прогнозируемым глобальным потеплением на планете, также стимулирующее размножение сине-зеленых водорослей [3-4].

Объекты и методы. Объектом исследований по рассматриваемой проблеме конечно же являются сине-зеленые водоросли-циано-бактерии. В процессе экспертного анализа установлено, что невозможно полностью избавиться от СЗВ, да это и нецелесообразно, а зная биологию сине-зеленых водорослей и законы их существования необходимо в дальнейшем соблюдать основные принципы экологии и по возможности исправлять те нарушения,

которые допустило человечество по отношению к природе, с попыткой организации условий для управления развитием СЗВ. Основным методами в управлении развитием циано-бактерий нами принято решение задачи создания условий в водных объектах, способствующих контролю за развитием СЗВ и влиянием различными способами на уменьшение их количества. Для этого разработано и запатентовано более 20 технических средств, часть из которых прошли экспертную проверку, часть – испытаны на эффективность.

Результаты и обсуждение. Для определения направлений решения проблемы АО «ЭкоВолга», Самарским государственным аграрным университетом с учеными Института экологии Волжского бассейна Российской академии наук оценили ситуацию с СЗВ в реке Волга в границах Самарской обл. (г.Тольятти) [1] минимально их классифицировали и систематизировали. Предварительно проведенный анализ научной литературы показал, что на сегодняшний день в Море нет универсальных и надежных технологий и технических средств для борьбы с СЗВ. Имеется информация об отдельных предложениях по данной проблеме, в частности «альголизация», много предложений по техническим средствам для механического сбора СЗВ. Однако если бы предложения имели высокую эффективность, то при организации масштабного их применения проблема была бы давно решена, однако на практике – в жизни пока решения массового управления концентрацией СЗВ с ее снижением при необходимости - нет. Нами, в порядке собственной инициативы, изучаются возможные направления эффективной утилизации СЗВ [2-10]. При этом, рассматривая объект исследований СЗВ, необходимо констатировать, что видимыми последствиями, угрожающими экологии являются их донные отложения (рисунок 1), накопленные в больших количествах-особенно в природных водоемах и водотоках со «слабым» течением воды, а также быстро развивающиеся «колонии» водорослей главным образом в летнее время с учетом нашего климата в значительной концентрации в верхних прогретых слоях открытых водоемов и водотоках. Наибольшим скоплением «разложившейся» органики-ила с СЗВ, сконцентрировано в России в озере Неро в виде сапропеля (рис.1). По расчетам специалистов запасы донного ила в озере оцениваются в 250 миллионов кубических метров. То есть под метровой "полоской" воды находится 5-20-метровый (в зависимости от места) слой ила, накопившегося за 500 тысяч лет. Удивляет, что

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

ранее разрабатываемый Советским Союзом сапропель в качестве отличного органического удобрения сегодня никому не нужен, озеро погибает, а органическое земледелие подается нашими учеными как единственно безопасное для человека (авторы также поддерживают).



Рисунок 1. Озеро Неро – Россия, Владимирская обл. (открытые источники)

Донные отложения – сапропель ранее добывался и может сегодня добываться в России при организации программного его использования в земледелии, главной технологией и агрегатом для его забора из водоемов в основном был земснаряд. Наши исследования также базируются на использовании зем-снаряда «Крот» (рис.2а), однако предлагаются другие технические средства запатентованными нами [2-3] (рис.2б,в) для других технологий [4-5].

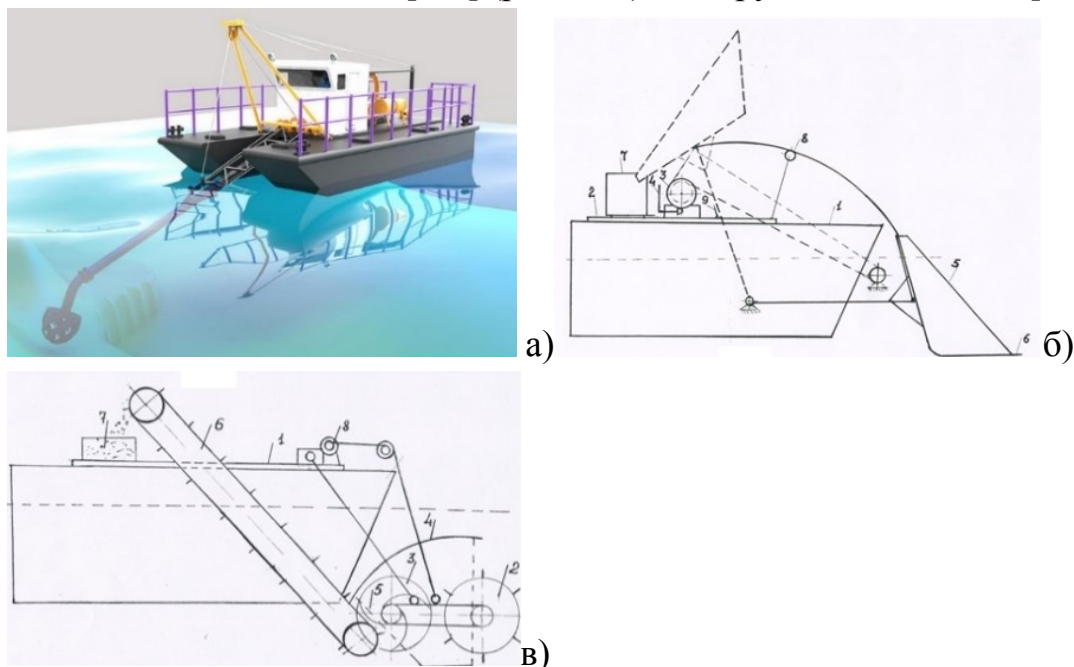


Рисунок 2. Устройства для сбора донных отложений: а) земснаряд «Крот»; б) устройство для очистки водоемов от донных отложений (пат.у.№2614877), в) устройство для сбора донных отложений в водоемах (пат.п.м.№175422)

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Применение изобретения АО «ЭкоВолга»: «Устройство для очистки водоёмов от донных отложений: пат. 2614877» возможно только при спуске воды из водоема, а «Устройство для сбора донных отложений в водоемах: пат.п.м. 175422» возможно применять и при наличии воды в водоеме, а также в водотоках [5].

Очень важно для экологии и «жизненно» необходимо собирать сине-зеленые водоросли с водной поверхности (СЗВ развиваются в основном на глубине до 1м от поверхности воды) водоема или водотока (рисунок 3) и для этого.



Рисунок 3. Массовое цветение воды в реке Волга (открытые источники)

Нами предлагаются различные технологии технические средства в зависимости от состояния водорослей и задач по их утилизации и все предложенные устройства запатентованы АО «ЭкоВолга» [7-12].

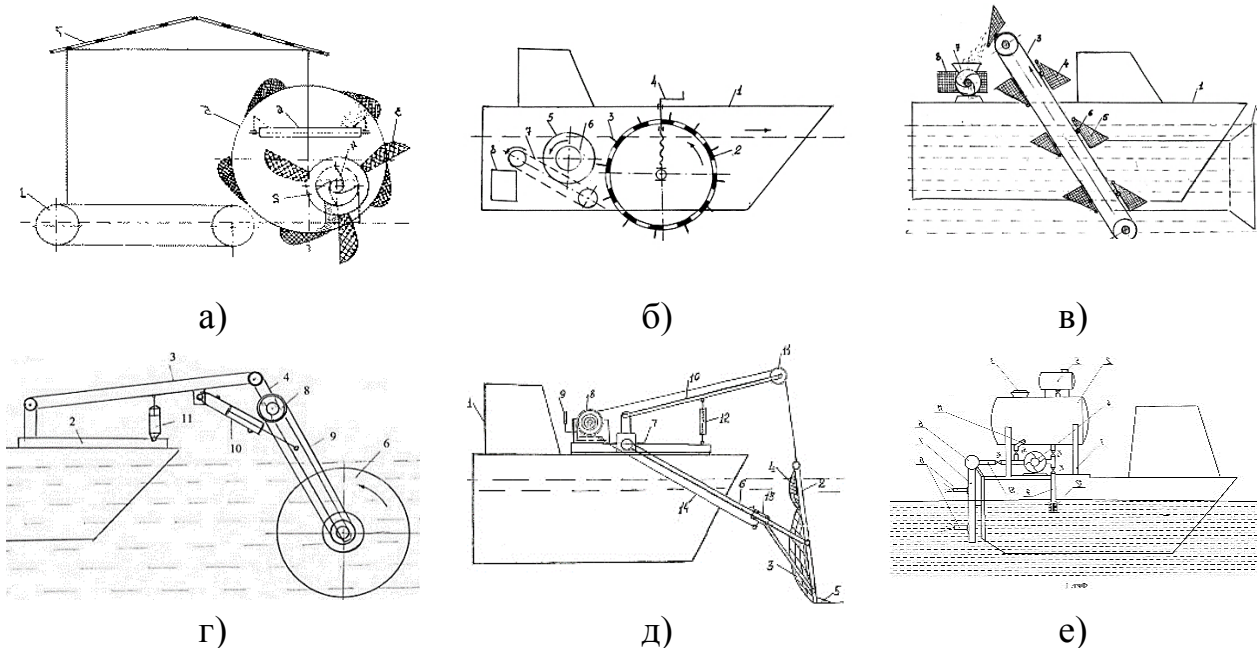


Рисунок 4. Технические средства для сбора и переработки СЗВ; патенты: а)2612445, б)2596017, в)2582365, г)2555896, д)2551172, е)254807

Работают разработанные и предложенные устройства при сборе сине-зеленых водорослей по разным технологиям и имеют принципиально-разные конструкции. Предлагаемые конструкции агрегатов для утилизации сине-зеленых водорослей дают возможность для широкого их выбора с целью определения наиболее эффективного-возможно и другой конструкции.

В целом в природе существует очень серьезная экологическая проблема для благоприятного существования общества и ее надо в любом случае решать, при чем экстренно с государственным управлением, что обеспечит значительное улучшение окружающей среды и даст дополнительный экономический эффект для других отраслей народного хозяйства.

Список цитируемой литературы

1. Поляк, М.С. Цианобактерии и их метаболиты. / М.С. Поляк, В.И. Сухаревич, Ю.М. Поляк. – М.: Изд-во Нестор-История, 2022. – 328 с.
2. Петров, Ю. Е. Синезелёные водоросли. / Ю. Е. Петров.- Сафлор-Со-ан.-М.: Советская энциклопедия, 1976.-(Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров ; 1969—1978, т. 23).
3. Милюткин, В.А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме/ В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова и др./ В сборнике: Новые технологии как инструмент реаллизации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. 2014. – С. 79.(49)

4. Милюткин, В.А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорос-лями/ В.А.Милюткин, Г.В.Кнурова, С.П. Симченкова и др./ В сборнике: Но-вые технологии как инструмент реализации стратегии развития и модернизации в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, культурологии, языкознании, природопользовании, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, тех-нике, физике, информатике, градостроительстве. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального обра-зования «Санкт-Петербургский Институт Проектного Менеджмента». Санкт-Петербург. - 2014.-С. 83.(49)

5. Пат. № 2614877 Рос. Федерация: МПК E02B 15/00. Устройство для очистки водоёмов от донных отложений / И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО«Эко- Волга».-заяв. № 2015131618; заявл. 28.12.2015; опубл. 30.03.2017.

6. Пат. на полезную модель № 175462 U1 Рос. Федерация: МПК E02B 15/00.Устройство для сбора донных отложений в водоемах / И.В. Бородулин, В.А. Милюткин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков; заявитель и патентообладатель ООО «ЭКОВОЛГА».- заяв. №2015128821; заявл. 15.07.2015; опубл. 06.12. 2017.

7. Пат. № 2612445, Рос. Федерация, МПК А 01D 44/00. Самоходный, автономно-действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Н.Ф. Стребков; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга».-№ 2016107549; заявл.01.03.2016; опубл. 09.03.2017.

8. Пат. № 2596017 Рос. Федерация: МПК E 02B 15/04. Агрегат для очистки водоемов от водорослей /В.А. Милюткин , Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов, И.В. Бородулин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».- заяв. № 2015120313; заявл. 28.05.2015; опубл. 27.08.2016.

9. Пат. № 2582365, Рос. Федерация, МПК E02B 15/10. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, И.В. Бородулин; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». № 2014131847; заявл. 31.07.2014; опубл. 27.4.2016.

10. Пат. № 2555896, Рос. Федерация, МПК C02F/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, И.В. Бородулин; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». – заяв. № 2014106482; заявл. 20.02.2014; опубл. 10.07.2015.

11. Пат. № 2551172, Рос. Федерация, МПК E 02 B 15/04 Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / В.А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, И.В. Бородулин, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО «Эко Волга». – заяв. № 2014102809/13; заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015.

12. Пат. № 2548075, Российская Федерация, МПК C 02 F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата/ В. А. Милюткин, Н.Ф. Стребков, Д.Н. Котов; заявитель и патентообладатель ООО «ЭкоВолга». – заяв. № 2013128808; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015.

V.A. Milyutkin¹, I.V. Borodulin², E.A. Agarkov²

**THE RELEVANCE OF SOLVING THE ENVIRONMENTAL
PROBLEM OF THE DISTRIBUTION OF BLUEGREEN ALGAE BY
THEIR EFFICIENT USE**

Samara State Agrarian University

Russia, Kinel

¹oiapp@mail.ru

EcoVolga LLC

Russia, Samara

²sekret@sam-isp.net

Abstract: The article deals with a crisis situation with anthropogenic negative environmental processes due to uncontrolled blue-green algae-cyanobacteria dangerous to the environment and humans in reservoirs and streams with an open water surface, and the situation is aggravated, especially with predicted global warming in the world . It is necessary to plan on the part of our state and the countries of the planet more effective program activities and their implementation in all areas of solving this environmental problem in its critical state. To solve some environmental situations, a number of technologies and technical means for the utilization of blue-green algae are proposed.

Key words: ecology, blue-green algae, bottom sediments, recycling, sapropel

УДК 504.062:339.976

А.И. Никифоров, Ю.Е. Барышникова, Е.А. Ваизова

**МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В РАМКАХ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПОПУЛЯЦИИ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ РЕЙН**

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии («ВНИРО»)

Россия, г. Москва

nai@vniro.ru

Аннотация: в работе приводятся актуальные данные о состоянии популяции реинтродуцированного атлантического лосося в реку Рейн; обсуждаются основные причины деградации нативной популяции рейнского лосося в прошлом веке; рассмотрены исторические, экологические и социально-экономические предпосылки осуществления масштабных работ по восстановлению самовоспроизводящейся популяции рейнского лосося; описаны этапы и механизмы международного сотрудничества в рамках деятельности по воссозданию стада атлантического лосося в бассейне реки Рейн.

Ключевые слова: атлантический лосось, семга, популяция, реинтродукция, международное сотрудничество, Рейн, гидроэнергетика.

Благополучное существование устойчивых самовоспроизводящихся популяций анадромных лососевых рыб зависит от массы природных и антропогенных факторов, влияющих на функционирование сложного механизма взаимодействия живых особей с окружающей средой. Изучение причин деградации популяции атлантического лосося (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в реке Рейн, предпринимаемые меры по её охране, а также перспективы её восстановления являются объектом рассмотрения в настоящей работе.

Рейн – одна из крупнейших рек Европы. Длина этой реки от истоков в Альпах и до устья составляет 1320 км, из которых более

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

половины приходится на германскую часть. Помимо Германии, отдельные части бассейна реки Рейн, составляющего около 185000 км², делят между собой такие страны, как Нидерланды, Франция, Австрия, Швейцария, Бельгия, Италия, Люксембург и Лихтенштейн.

В относительно недавнем прошлом Рейн являлся главным местом промысла атлантического лосося в Европе. Сохранившиеся статистические данные по лососевому промыслу свидетельствуют о том, что совокупный объём уловов этого вида в Рейне в конце позапрошлого века достигал величины 150 – 200 тысяч особей (см. рисунок 1). Это означает, что, при средней массе особи рейнского лосося 3,5 - 4 кг, общая масса совокупного улова в те времена вполне могла составлять 750 – 800 т. [1]

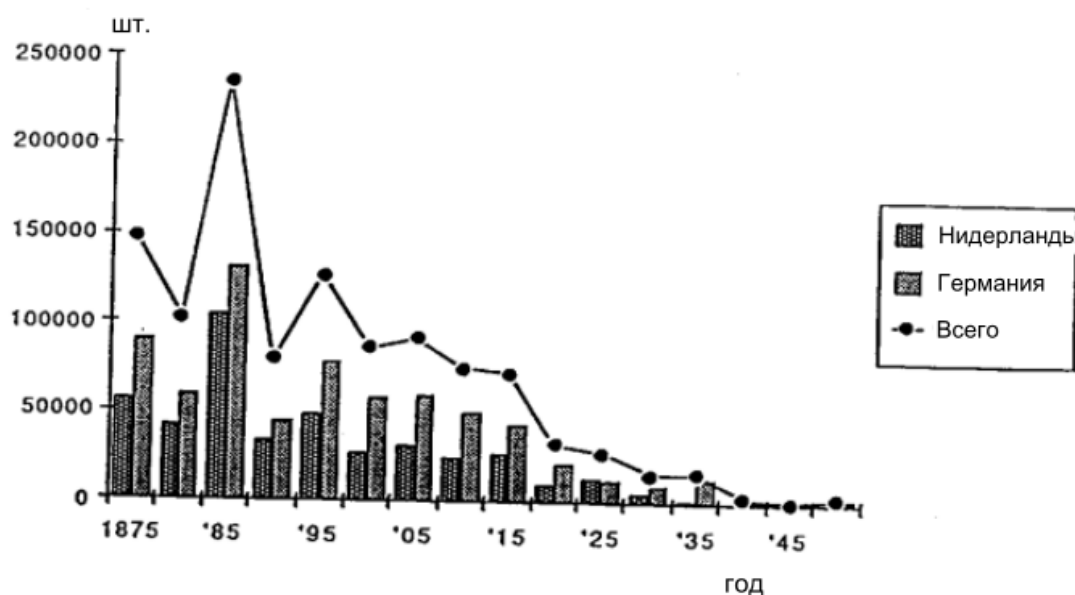


Рисунок 1. Уловы атлантического лосося в голландской и германской частях бассейна реки Рейн в 1875-1950 гг. [1]

В дальнейшем, с ростом индустриализации в Европе и усилением негативного антропогенного влияния на ихтиоценозы Рейна, произошло значительное снижение уловов лосося в Рейне. Так, количество лосося, вылавливаемого на голландском участке, прогрессивно снижалось, достигнув к 40-м годам XX века уровня около 1000-2000 экземпляров рыб, а к 1945 году добыча снизилась до нескольких сотен особей за год. В дальнейшем, сначала в голландской, а затем и в германской частях бассейна Рейна

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

организованный специализированный промысел атлантического лосося был прекращён из-за низких уловов и нерентабельности [1].

Основными причинами столь резкого падения численности атлантического лосося в Рейне послужили множественные негативные экологические эффекты индустриализации: загрязнение реки неочищенными бытовыми, сельскохозяйственными и промышленными стоками; развитое гидростроительство на самом Рейне и его притоках; масштабные гидротехнические преобразования русла. Всё это в целом привело к ухудшению качества воды в бассейне реки Рейн, деградации и утрате нерестилищ лосося, а также необратимому нарушению миграционных путей вследствие возведения непреодолимых преград (плотин, шлюзов и т.п.), не оборудованных устройствами для их преодоления мигрирующими рыбами, на пути движущихся на нерест производителей атлантического лосося.

Постоянно и значительно ухудшающееся качество воды в Рейне привело к тому, что в июле 1950 года по инициативе Нидерландов состоялось первое заседание созданной Международной комиссии по защите Рейна (International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR)), на котором представителями Нидерландов, Швейцарии, Германии, Люксембурга и Франции обсуждались вопросы предотвращения дальнейшего загрязнения данной реки [2].

Но, несмотря на всё усиливающуюся обеспокоенность стран, пользующихся водами Рейна для различных нужд, и попыток введения контроля за стоками, в 1969 году произошла первая из крупных экологических катастроф на Рейне, в ходе которой в воды притока Рейна – реку Майн – произошёл залповый сброс токсичного для гидробионтов инсектицида тиодана. Это привело к масштабной гибели рыбы и других гидробионтов в Рейне от устья Майна и вплоть до устья самого Рейна. Это вызвало серьёзнейшую обеспокоенность населения и администрации, и на волне роста общественного внимания к проблемам Рейна была начата подготовка Конвенции о защите Рейна от химического загрязнения (принята частью стран, пользующимися водами Рейна, в 1976 г.) [3].

Причиной следующей – одной из крупнейших в Европе в XX веке – экологической катастрофы на Рейне явился пожар, начавшийся 1 ноября 1986 г. на складе компании Sandoz AG вблизи города Базеля (Швейцария), в результате которого в реку были смыты десятки тонн высокотоксичных пестицидов, и всё живое в Рейне тотально погибло

на протяжении сотен километров вниз по течению. Эта катастрофа вызвала сильнейший общественно-политический резонанс, показав необходимость срочной активизации и консолидации усилий, направленных на борьбу с загрязнением Рейна и недопущением впредь подобных инцидентов. В итоге к маю 1987 года страны-члены Международной комиссии по защите Рейна выработали и приняли Программу действий по Рейну. К основным целям данной Программы (помимо снижения уровня загрязнения рейнских вод до уровня, допускающего её использование для питьевого водоснабжения) относилась и цель возрождения к 2000 году в реке Рейн популяции атлантического лосося [3, 4].

Также упомянутая выше катастрофа послужила дополнительным толчком к усовершенствованию Конвенции о защите Рейна (Convention on the Protection of the Rhine (CPR)), которая в итоге была подписана Германией, Францией, Люксембургом, Нидерландами, Швейцарией и ЕС в 1999 году, и до настоящего времени является основой международного сотрудничества по защите Рейна.

К основным декларированным целям данной Конвенции были отнесены такие аспекты, как: устойчивое развитие экосистемы Рейна; сохранение воды Рейна в состоянии, пригодном для питьевого водоснабжения; контроль за количеством, состоянием и составом рейнских донных отложений; комплексное предотвращение наводнений и защита от них с учетом экологических требований, а также восстановление нативных экосистем Северного моря [2, 3].

С целью консолидации усилий в рамках реализации Программы действий по Рейну, была также разработана специальная программа «Лосось-2000», которая фокусировалась на проблеме восстановления самовоспроизводящейся популяции атлантического лосося реки Рейн. Эта программа подразумевала достижение следующих целей: реинтродукция атлантического лосося в реку Рейн; восстановление среды обитания и возможности для миграционных перемещений лосося в разные периоды его жизненного цикла (восстановление экологической непрерывности водотока); улучшение качества воды в Рейне и его важнейших притоках (особенно в прибрежной зоне); разработка решений по устранению техногенных препятствий, блокирующих миграцию лосося; разработка и тестирование методов контроля экологической непрерывности водотоков [5, 6].

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В соответствии с программой «Лосось-2000», с 1990 года были начаты мероприятия по выпуску молоди атлантического лосося в Рейн. При этом, поскольку нативные популяции лосося к этому моменту в Рейне практически исчезли, для реинтродукции было использовано потомство содержащихся на различных рыбоводных предприятиях производителей атлантического лосося из других европейских рек (в частности, из Луары) [7].

Одновременно с работами по зарыблению бассейна Рейна молодь атлантического лосося, были развернуты масштабные работы по учёту совершающих анадромную миграцию диких производителей этого вида, а также по выявлению препятствий на их пути и обеспечению их свободного продвижения вверх по реке. Поскольку первым серьёзным препятствием на пути мигрирующих лососей являлись закрытые створки шлюзового комплекса Харингвлиет возле Роттердама, одним из важных решений в рамках программы «Лосось-2000» стало обеспечение открытия массивных створок шлюза на несколько сантиметров в период нерестовой миграции лосося. Также проводились масштабные работы по оборудованию многочисленных плотин гидроэлектростанций на Рейне специальными рыбоходами, позволяющими рыбам успешно миновать плотину, избежав при этом травмирования. Кроме того, был проведён учёт сохранившихся естественных нерестилищ в русле Рейна и его притоках, и предприняты определённые усилия по их сохранению и восстановлению.

В результате реализации указанных выше мер, количество лосося в Рейне стало постепенно увеличиваться (см. рисунок 2).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА



Рисунок 2. Результаты учётов производителей атлантического лосося в бассейне реки Рейн в период с 1991 по 2018 гг. [8].

Как видно из представленного графического материала, численность атлантического лосося в Рейне подвержена заметным межгодовым флуктуациям, но в целом можно говорить об относительной успешности реализованных мер, поскольку численность взрослых особей лосося практически с нулевой отметки возросла за четверть века до нескольких сотен особей.

К 2000 году, несмотря на некоторые достигнутые успехи, стало очевидно, что для успешной реализации декларированных планов в отношении возрождения рейнской популяции лосося, требуется деятельное продолжение программы его реинтродукции. Поэтому программа «Лосось-2000» была обновлена, дополнена, и под названием «Лосось - 2020» интегрирована в программу «Рейн - 2020». Наиболее важными аспектами этой обновленной программы стали такие, как: восстановление местообитаний лосося (в том числе, подходящих для нагула молоди); контроль за качеством воды; устранение всевозможных антропогенных препятствий на миграционных путях атлантического лосося [9].

Также в рамках Программы действий по Рейну в 2018 году был обновлён принятый ранее (в 2009 году) Генеральный план «Мигрирующие рыбы Рейна», основными целями которого в отношении атлантического лосося были установлены следующие: сохранение, восстановление и поддержание нерестилищ и мальковых

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

местообитаний; восстановление проходимости речного бассейна Рейна в верхнем и нижнем течении для мигрирующих лососей; защита мигрирующих рыб в нижнем и верхнем течении; сокращение прилова и незаконного вылова, а также снижение воздействия на лосося хищных рыб; проведение регулярных мероприятий по зарыблению бассейна Рейна молодь атлантического лосося [10].

Благодаря слаженным действиям целого ряда специалистов и организаций из стран-членов Международной комиссии по защите Рейна, к 2020 году были устранены или оборудованы рыбопропускными сооружениями более 600 миграционных препятствий (дамб, плотин и т.д.) на Рейне и его притоках; более четверти исторических местообитаний лосося вновь получили связь с основным руслом Рейна. Результатом этих действий стало ежегодное увеличение численности до нескольких сотен производителей атлантического лосося, совершающих анадромную миграцию [8].

Но, безусловно, при всей значимости результатов, достигнутых к 20-м годам текущего века, до полного восстановления былых продукционных характеристик популяции атлантического лосося Рейна ещё далеко, поэтому действия по её восстановлению продолжатся в рамках принятой программы «Рейн-2040». В ходе её реализации планируется решить такие актуальные для всего бассейна Рейна проблемы, как: обеспечение возможности беспрепятственного осуществления лососем как анадромных, так и катадромных миграций по Рейну от устья до Рейнского водопада; инвентаризация, сохранение и восстановление типичных «лососевых» местообитаний; развитие системы контроля за качеством и количеством донных отложений; минимизация негативного антропогенного влияния на температурный и кислородный режимы вод Рейна и его притоков; а также внедрение инновационных технических решений для минимизации травмирования производителей и молоди лососей при прохождении ими плотин гидроэлектростанций. Следует отметить, что перечисленные выше направления в значительной степени согласуются с основными целями рамочной директивы ЕС по водным ресурсам (Water Framework Directive), ориентированной на достижение экологического благополучия всех акваторий Европейского Союза [8, 10, 11].

В целом, на сегодняшний момент можно констатировать, что, благодаря сознательной кооперации властных структур, научного сообщества и заинтересованной общественности, достигнуты

значимые успехи в деле восстановления популяции атлантического лосося в реке Рейн: с 1994 года в реке ежегодно происходит естественный нерест лосося; к 2001 году в Рейне было зарегистрировано более 30 видов рыб, до этого считавшихся уже вымершими; обеспечена миграционная проходимость для лосося и других анадромных рыб значительной части бассейна Рейна [8].

Вместе с тем, до окончательного восстановления устойчивой самовоспроизводящейся популяции атлантического лосося в Рейне ещё очень далеко, и только настойчивое и компетентное осуществление озвученных выше планов может обеспечить успешное достижение поставленной амбициозной задачи.

Список цитируемой литературы

1. Dr. S.J. de Groot. Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Netherlands Institute for Fisheries Investigations (RIVO). – 1989. [Электронный источник] – URL: <https://edepot.wur.nl/326238>
2. Convention on the Protection of the Rhine // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). – 1999. [Электронный источник] – URL: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Rechtliche_Basis/EN/legal_En_1999.pdf
3. History. Reasons for the cooperation // ICPR – International Commission for the Protection of the Rhine [Электронный источник] – URL: <https://www.iksr.org/en/icpr/about-us/history/>
4. Rhine Action Programme // International Commission for the Protection of the Rhine against Pollution. – 1987. [Электронный источник] – URL: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Kommunikes/EN/com_En_APR.pdf
5. Lachs 2000. Wanderfische als Erfolgsindikatoren für die ökologische Wiederherstellung der Habitate und der Durchgängigkeit des Rheingebietes // Internationale Kommission zum Schutz des Rheins – 1998. [Электронный источник] URL: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0099.pdf

6. Carel Dieperink. Successful International Cooperation in the Rhine Catchment Area // Water International, 25:3. – 2000. [Электронный источник] – URL:<http://dx.doi.org/10.1080/02508060008686842>

7. Master Plan Migratory Fish Rhine 2018 – an update of the Master Plan 2009 // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). – 2018 [Электронный источник] – URL: <https://www.iksr.org/en/public-relations/documents/archive/technical-reports/reports-and-brochures-individual-presentation/247-master-plan-migratory-fish-rhine-2018-an-update-of-the-master-plan-2009>

8. Assessment Rhine 2020 // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). – 2020. [Электронный источник] – URL:https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Broschueren/EN/bro_En_Assessment_%E2%80%9CRhine_2020%E2%80%9D.pdf

9. A Programme for Migratory Fish in the Rhine System // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). - 2004 [Электронный источник] – URL: http://conservationcorridor.org/cpb/Froehlich-Schmitt_2004.pdf

10. Master Plan Migratory Fish Rhine 2018 – an update of the Master Plan 2009 // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). – 2018. [Электронный источник] – URL:https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/EN/rp_En_0247.pdf

11. Rhine-2040. The Rhine and its Catchment: Sustainably Managed and Climate-resilient // International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR). – 2020. [Электронный источник] – URL: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Broschueren/EN/bro_En_2040_long.pdf

A.I. Nikiforov, Y.E. Baryshnikova, E.A. Vaizova

INTERNATIONAL COOPERATION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE ATLANTIC SALMON RESTORATION ACTIVITIES IN THE RHINE RIVER BASIN

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(VNIRO)
Russia, Moscow
nai@vniro.ru

Abstract: the article presents current data on the state of the population of reintroduced Atlantic salmon in the Rhine River; discusses the main reasons for the degradation of the native population of Rhine salmon in the last century; considers historical, ecological and socio-economic prerequisites for the implementation of large-scale work to restore the self-reproducing population of Rhine salmon; describes the stages and mechanisms of international cooperation within the framework of activities to restore the herd of Atlantic salmon in the Rhine River basin.

Key words: Atlantic salmon, salmon, population, reintroduction, international cooperation, Rhine, hydropower.

УДК 502.51/504.5:622

А.И. Никифоров¹, А.А. Бобкова², П.Б. Михеев^{3,4}

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БАССЕЙНОВ НЕРЕСТОВЫХ
ЛОСОСЕВЫХ РЕК В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

¹ – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИРО»), (Россия, г. Москва, nai@vniro.ru)

² – ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет МГИМО)» МИД России, (Россия, г. Москва, olimp.arina@mail.ru)

³ – Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ХабаровскНИРО), (Россия, г. Хабаровск, pmikheev@yandex.ru)

⁴ – ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», (Россия, г. Пермь, pmikheev@yandex.ru)

Аннотация. В работе рассматриваются основные факторы негативного воздействия деятельности предприятий горнодобывающего комплекса на гидробиоценозы лососевых нерестовых рек; приведены примеры прямого и опосредованного воздействия добычи различных полезных ископаемых на водные экосистемы; обсуждается российский и зарубежный опыт законодательной регламентации деятельности горнодобывающих

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

предприятий с целью снижения её отрицательного влияния на экологическое состояние бассейнов нерестовых лососевых рек.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, лососевые рыбы, речной бассейн, загрязнение водотоков, водные экосистемы, кислые шахтные воды, цианиды, нерестилища, рекультивация

В мировой экономике горнодобывающая промышленность давно занимает одно из ключевых мест, являясь стратегически важным типом природопользования. Специфической особенностью данной отрасли является исключительно масштабное воздействие на все компоненты окружающей среды (атмосферу, литосферу, гидросферу, живые организмы и др.) [1,2].

По оценкам специалистов, при разработке месторождений полезных ископаемых значительному негативному воздействию подвержены территории, более чем в 50 раз превышающие непосредственно сами площади самих разрабатываемых месторождений; деструктивное воздействие на окружающие экосистемы оказывают такие виды сопутствующей деятельности, как работы по геологической разведке, строительство подъездных путей и временных жилых поселков, вырубка лесной растительности в ходе подготовительных работ, транспортировка полученного горнорудного сырья, а также последующее хранение хвостов и отвалов [3,4].

Результатом таких воздействий чаще всего являются многочисленные негативные эффекты, выражающиеся в существенной деградации естественных ландшафтов, сокращении или утрате компонентов биологического разнообразия, мощнейшем химическом загрязнении почвы, воздуха, а также поверхностных и подземных вод. Следует отметить, что риск загрязнения окружающей среды зачастую сохраняется даже после прекращения деятельности горнодобывающих предприятий [3,6].

Гидроэкосистемы лососевых нерестовых водоёмов отличаются исключительно высокой уязвимостью к перечисленным выше негативным воздействиям горнодобывающей деятельности, так как, помимо выраженного токсического эффекта от попадания в водотоки различного рода химических соединений-ксенобиотиков, для лососевых рыб и других групп гидробионтов весьма губительны также минеральная пыль и мелкодисперсные взвеси горных пород, насыщающие водотоки в районах осуществления работ по добыче

полезных ископаемых. Подобные загрязнения могут вызывать массовую гибель рыб и других жабернодышащих гидробионтов вследствие поражения их чувствительного респираторного эпителия [1,7].

При этом важно отметить, что, в результате постепенного осаждения механических взвесей, меняются реологические характеристики водотока, что в итоге может приводить к утрате значительных площадей нерестилищ лососевых рыб вследствие заиливания и снижения обеспеченности их растворённым кислородом. Различные же токсические соединения (например, цианиды) с течением рек могут переноситься на значительные расстояния, в результате чего комплексному химическому загрязнению подвергаются протяжённые участки реки [1,3,4,7,8].

Помимо указанного выше, следует подчеркнуть, что многие поллютанты, попадающие в воды лососевых нерестовых рек, могут аккумулироваться в тканях пресноводной биоты, достигая в конечных звеньях пищевых цепей опасно высоких концентраций, многократно превышающих установленные санитарно-эпидемиологические требования. Поступающие в поверхностные воды тяжёлые металлы (ртуть, медь, свинец, кадмий и др.) оказывают мощное пролонгированное токсическое воздействие на ихтиоценозы лососевых рек, вызывая целый ряд негативных физиологических эффектов (нарушение гаметогенеза, процессов развития икры и молоди и др.) [9,10].

Следует подчеркнуть, что популяции туводных лососевых рыб являются одними из самых уязвимых компонентов упомянутых ихтиоценозов, поскольку составляющие их особи на протяжении всего жизненного цикла находятся в пределах водотока, испытывающего перечисленные выше типы негативного воздействия горнодобывающей деятельности. Рассматривая в качестве примера такую отрасль горнорудного природопользования, как золотодобыча, можно отметить, что, при освоении коренных рудных золотоносных месторождений, затрачивается большое количество воды. При этом различные химикаты, используемые для извлечения золота из породы, чаще всего в итоге в составе неочищенных вод поступают в естественные водотоки. Также, вследствие вымывания атмосферными осадками, ядовитые химические соединения попадают из отвалов и хвостохранилищ в реки и другие водоёмы. В частности, результатом

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

деятельности горнодобывающих предприятий являются т.н. шахтные кислые воды, а также кислые воды хвостохранилищ и отвалов. Важно отметить, что при достижении определенного уровня кислотности среды некоторые ацидофильные бактерии (в частности, *Thiobacillus ferroxidans*), начинают существенно ускорять процессы окисления и выщелачивания, которые могут длиться сотни лет, и если реакция уже началась, то даже с применением самых передовых технологий остановить кислотный дренаж оказывается практически невозможно [1,6,7,9,13].

Значительный урон долинам лососевых нерестовых рек и иных водотоков наносится при разработке россыпных месторождений, так как в ходе работ по их освоению происходит геоморфологическая трансформация русел и берегов водных объектов. Вода, используемая для промывания золотосодержащего грунта россыпных месторождений, уходит непосредственно в технологический сброс, значительно увеличивая мутность реки вследствие загрязнения взвешенными частицами. Но, поскольку лишённые растительности берега и хвостохранилища подвержены водной и ветровой эрозии, механическое и химическое загрязнение водотока может продолжаться ещё длительное время после окончания работ на месторождении. Массы минеральных частиц, перемещаемые течением, формируют наносы, которые, влияя на глубинный профиль и конфигурацию русла, меняют скорость течения и температурный режим вод реки [2,6,8].

В качестве примеров, иллюстрирующих негативное влияние предприятий горнодобывающей промышленности на гидроэкосистемы, можно привести малые уральские реки Кизел, Вильва и Яйва, которые в настоящее время загрязняются в результате непрекращающегося самопроизвольного разлива кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна, закрытого еще в 90-е годы прошлого века. Предельно допустимые концентрации (ПДК) ряда поллютантов (железа, меди, цинка и др.) в водах этих рек многократно превышены, поэтому данные реки в настоящее время полностью выведены из водопользования. По результатам пилотного проекта, посвященного оценке влияния кислых шахтных вод, поступающих в реки Кизел, Вильву и Яйву, на разнообразие, численность и биомассу донных макробеспозвоночных и рыб, было выявлено крайне негативное влияние этого типа загрязнения на водную биоту. В реке Кизел на участке от источников загрязнения до впадения в р. Вильву,

значение рН воды составляло 3,2-3,3, концентрации сульфат-иона, содержание взвешенных веществ и железа общего превосходили фоновые значения в 30, 60 и 600 раз соответственно, бентос и ихтиофауна полностью отсутствовали. Ихтиофауна и бентосные организмы вновь появлялись только после разбавления загрязненных вод крупными притоками. При этом биоразнообразие, численность и биомасса гидробионтов значительно уступали фоновым значениям [1,5].

Также проблему усугубляет наблюдающийся постепенный снос ниже по течению накопившихся на дне техногенных отложений, что угрожает состоянию Камского водохранилища, являющегося источником питьевой воды для целого ряда населённых пунктов [1,8,9].

Ситуация, сходная с описанной выше, наблюдается также в гидроэкосистемах рек Аюта, Бургуста и Лихая (Ростовская область), в воды которых из расположенных неподалеку шахт попадает кислая, насыщенная железом вода. [1,8,9].

Наряду с немалым количеством зафиксированных фактов локального загрязнения водотоков, в мировой практике известны случаи катастрофически масштабных негативных воздействий на гидробиоценозы, явившихся результатом горнодобывающей деятельности. Так, экологическая трансграничная катастрофа, вызванная разливом цианида в румынском городе Бая-Маре, была сравнима по своему повреждающему эффекту с Чернобыльской трагедией. В 2000 году золотодобывающая компания «Aurul» осуществляла извлечение золота из хвостов, оставшихся после золотодобычи, традиционным для данной отрасли методом цианидного выщелачивания. Но, вследствие прорыва ограждающей дамбы, более 100 000 кубометров загрязненной цианидом и тяжелыми металлами воды попало в р. Сомеш (в которой была зафиксирована концентрация цианидов в 800 ПДК) – приток реки Тисы. Затем загрязненные воды из Тисы попали в реку Дунай, в котором были зафиксированы 50-кратные превышения ПДК по цианидам. В итоге протяжённость зоны загрязнения водотоков составила более 1000 км, затронув территории Румынии, Венгрии, Сербии и Югославии. Многочисленные населенные пункты в указанных странах утратили источники питьевой воды, на значительных участках р. Сомеш и р. Тисы наблюдалась тотальная гибель всех гидробионтов. В

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

дальнейшем правительствами указанных стран предпринимались беспрецедентные меры по восстановлению пострадавших гидроэкосистем, но их восстановление шло крайне медленно вследствие произошедшей биоаккумуляции поллютантов и пролонгированного действия большинства из них [6,10].

Безусловно, проблема загрязнения окружающей среды вследствие горнодобывающей деятельности уже давно вызывает самое пристальное внимание у государственных структур, регламентирующих различные формы природопользования. Так, в России, в соответствии с Законом РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 08.06.2020) "О недрах", для пользования недрами (в т.ч. золотодобычи) необходима соответствующая лицензия, в которой обязательно должна содержаться информация о порядке и сроках подготовки проектов ликвидации или консервации горных выработок и рекультивации земель (ст.11, 12). Также, в соответствии со ст. 8 Постановления Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель», восстановление компонентов природной среды осуществляется в соответствии с утвержденными Проектами рекультивации и консервации земель путем проведения ряда технических и (или) биологических мероприятий. Но, следует подчеркнуть, что в Водном Кодексе РФ отсутствуют требования по рекультивации рек и подземных вод, подвергшихся воздействию золотодобычи. В ФЗ РФ № 166 от 20.12.2004 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» также не установлены требования по сохранению мест обитания и нерестилищ ценных промысловых рыб в контексте золотодобычи [1,6].

В соответствии со ст. 16 ФЗ РФ №7 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», все природопользователи обязаны осуществлять экологические платежи за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). В отношении горнодобывающих предприятий, предусмотрено внесение указанных платежей за выбросы загрязняющих веществ в водные объекты, а также за размещение отходов производства и потребления. Так, за выбросы загрязняющих веществ в водные объекты предусмотрена различная плата в зависимости от класса опасности конкретных веществ. В частности, отходы, содержащие ртуть, относятся к I классу опасности, содержащие цианид – к II-III классу опасности. В целом, можно отметить, что в настоящее время российское законодательство не содержит прямых требований и обязательств по восстановлению и

реабилитации водных объектов (в частности, лососевых нерестовых рек) в отношении горнодобывающих предприятий, но на последние накладываются обязательства по выплате платежей за загрязнение окружающей среды в ходе производственной деятельности, а также по рекультивации земель после её окончания [6,7].

В то же время, например, в США, в соответствии с федеральным законодательством, для получения организацией разрешения на разработку горнорудного месторождения, помимо прочей документации, необходимо предоставить «План разработки месторождения», включающий «План рекультивации». Обязательным пунктом в Плане рекультивации является реабилитация местообитаний диких животных, включая местообитания рыб и других гидробионтов (англ. «rehabilitation of fisheries and wildlife habitat»). При этом отдельно оговорено, что местообитания рыб должны быть восстановлены до состояния, обеспечивающего стабильную форму русла, соответствующую следующим критериям: «наличие растительности, которая будет сдерживать эрозию; наличие рассеивающих энергию водотока элементов русла; содействие восстановлению водных местообитаний до состояния, близкого к наблюдавшемуся до начала разработки месторождения». Также организация должна предоставить финансовые гарантии проведения рекультивации (англ. «reclamation bond»), а в ходе работ она обязана на постоянной основе проводить «сопутствующую рекультивацию местности» - по мере выработки месторождения [11,12].

Учитывая реально присутствующий риск безвозвратной гибели экосистем нерестовых лососевых рек в случае аварий, подобных катастрофе в Бая-Маре, следует осуществлять самый строгий контроль со стороны государства за неукоснительным соблюдением горнодобывающими компаниями соответствующих норм природоохранного законодательства.

Список цитируемой литературы

1. Жаравин Н.А., Никифоров А.И. Воздействие предприятий горнодобывающей промышленности на экосистемы малых рек / Н.А. Жаравин, А.И. Никифоров // Сб. «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов» – Воронеж, 2020 – С. 24-28.

2. Коннов В. И. Исследование влияния этапов работ на малые реки при добыче полезных ископаемых в восточном Забайкалье / В. И. Коннов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – Т. 1. – №. 12. – С.12-27.

3. Лихатович Д.А. Лосось без рек. История кризиса тихоокеанских лососей. / Д.А. Лихатович. – Владивосток : ИД «Дальний Восток», 2004. – 376 с.

4. Леман В.Н., Лошкарева А.А. Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки / В.Н. Леман, А.А. Лошкарева. – М.: изд. Тов. науч. изданий КМК, 2009. – 192 с.

5. Михеев П.Б., Бакланов М.А., Паньков Н.Н., Меньшикова Е.А. Оценка толерантности зообентоса и рыб текущих вод к загрязнению кислыми шахтными водами на примере рек Кизеловского угольного бассейна (Пермский край, Россия) / П.Б. Михеев, М.А. Бакланов, Н.Н. Паньков, Е.А. Меньшикова // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов = Modern problems of reservoirs and their catchments [Электронный ресурс]: труды IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. - Пермский государственный национальный исследовательский университет – Пермь, 2023. – Электронные данные. – Пермь, 2023. – Т. 2.– С. 208-212. Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/modern-problems-of-reservoirs-and-their-catchments-2023-tom2.pdf>.

6. Никифоров А.И., Нечепуренко А.И. Факторы негативного воздействия золотодобычи на водные экосистемы и международный опыт по его минимизации / А.И. Никифоров, А.И. Нечепуренко // Сб. «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов» – Воронеж, 2020 – С. 176-181

7. Воронин А.В., Киселёва С.П., Рыков С.В. Экологические проблемы использования малых рек / А.В. Воронин, С.П. Киселёва, С.В. Рыков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – №. 3. – С.76-89.

8. Mining and Water Pollution [Электронный источник] – URL: <https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/miningandwaterpollution>
9. Ugya A. Y., Ajibade F. O., Ajibade T. F. Water pollution resulting from mining activity: an overview //Proceedings of the 2018 Annual Conference of the School of Engineering & Engineering Technology (SEET), The Federal University of Technology, Akure, Nigeria. – 2018. – P. 17-19.
10. BBC news. Death of a river [Электронный источник] – URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/642880.stm>
11. Bureau of land management, department of the interior. Subchapter c - minerals management (3000). PART 3800 - mining claims under the general mining laws. [Электронный источник] – URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2016-title43-vol2/xml/CFR-2016-title43-vol2-part3800-subpart3809.xml>
12. BLM Handbook H-3809-1 Surface Management Handbook [Электронный источник] – URL: <https://www.blm.gov/sites/blm.gov/files/H-3809-1.pdf>
13. Miranda M., Sauer A., Shinde D. Mine the gap: connecting water risks and disclosure in the mining sector //World Resources Institute. – 2010. – Т. 2. – P.26-35

A.I. Nikiforov¹, A.A. Bobkova², P.B. Mikheev^{3,4}

**ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SPAWNING SALMON
RIVER BASINS IN THE IMPACT ZONE OF MINING
ENTERPRISES**

¹ - Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Russia, Moscow, nai@vniro.ru

² - Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University) prospect, Russia, Moscow, olimp.arina@mail.ru

³ - Khabarovsk branch of “VNIRO” (“KhabarovskNIRO”) Russia, Khabarovsk, pmikheev@yandex.ru

⁴ - Perm State National Research University (PSU) Russia, Perm, pmikheev@yandex.ru

Abstract: The main factors of negative influence of mining industry activities on hydrobiocenoses of salmon spawning rivers are discussed;

examples of direct and indirect influence of various minerals extraction on aquatic ecosystems are given; Russian and foreign experience of legislative regulation of mining industry activities for the purpose of reduction of its negative influence on the ecological condition of spawning salmon river basins is discussed.

Keywords: mining industry, salmonid fish, river basin, water pollution, aquatic ecosystems, acid mine waters, cyanide, spawning grounds, reclamation

УДК 574.2

Оботнин С.И.

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОХРАНА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ БАССЕЙНА РЕКИ БЕРДЬ

ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова
Россия, г. Киров

Аннотация. В статье приведена характеристика основных видов охотничьих животных, обитающих в бассейне реки Бердь. Изучены пути миграции этих видов. Установлена достаточность существующих мер охраны охотничьих животных и нецелесообразность применения дополнительных.

Ключевые слова: охотничьи животные, бассейн р.Бердь, миграции, охрана, Новосибирская область.

Введение. Бассейны малых рек являются привлекательными угодьями для обитания многих видов охотничьих животных. Эти территории, как правило, обладают хорошими кормовыми и защитными условиями. В связи с этим район обследования характеризуется наличием разнообразных охотничьих угодий и «опушечного эффекта», способствующего повышению численности животных [1]. Исследования проводились в пойме реки Бердь (правый приток р.Обь) в пределах Искитимского района Новосибирской области, вблизи строительства железнодорожного пути от станции «Восточная» до станции «Колыванская». Искитимский район расположен на юго-востоке Новосибирской области, в 30 км южнее города Новосибирск. Площадь района

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

составляет 4,3 тыс. кв. км, в том числе сельхозугодья – 83%, застройки – 1,7%, леса – 7,3%, водоемы – 4%. Район характеризуется высокой численностью населения и населенных пунктов. На территории Искитимского района зарегистрировано 658 предприятий и учреждений, из которых 62 промышленных предприятия (в т. ч. 9 относится к категории крупных и средних); 155 сельскохозяйственных предприятий (в т. ч. 6 - крупных и средних и 138 крестьянских (фермерских) хозяйств). В настоящее время в пойме р. Бердь в пределах Искитимского района идет строительство железнодорожного пути от станции «Восточная» до станции «Колыванская».

Климат района умеренный, при средней увлажненности, годовая температура -0.1°C . Средняя в январе -19°C , в июле $+19.1^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков 409 мм. Снежный покров устанавливается в первых числах ноября. Средняя мощность снегового покрова 25-35 см, при значительном уменьшении в юго-западной степной части и увеличении в северо-восточной части района.

Территория района представляет собой переход от Приобского плато на западе к предгорной более возвышенной равнине и далее на восток к острогам Салаира. Абсолютные отметки высот колеблются от 200 до 350 м. Рельеф сильно расчленен притоками Оби, а также речками, оврагами, увалами, балками. С продвижением к востоку изрезанность и всхолмленность сильно возрастает. В геологическом отношении территория района принадлежит Алтайско-Саянской складчатой системе, ее северо-западной окраине. На территории Искитимского района выделяют три складчатые зоны: Салаирскую, Колывань-Томскую и Горловский прогиб.

Западная часть района относится к лесостепной зоне. В основном, это злаково-луговая степь с редкими берёзовыми колками. Вдоль берега Оби и особенно правобережье реки Бердь тянутся массивы сосновых боров. Наиболее залесена северо-восточная часть района. Здесь преобладают парковые берёзовые леса, перемежающиеся с суходольными лугами.

Целью исследований являлось изучение видового состава и численности зверей и птиц, относящихся к объектам охоты, в том числе занесенных в Красную книгу, постоянно обитающих или

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

совершающих миграции в Искитимском районе Новосибирской области.

Методика. Сбор натурального материала по фауне охотничьих видов животных исследуемого участка осуществляли в ходе утренних, дневных, вечерних и ночных экскурсий на территории исследований. При этом использовались общепринятые методы отлова, наблюдения, определения животных и следов их жизнедеятельности [2,3]. Численность охотничьих животных приведена на основе государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области» (<http://dlh.nso.ru>).

Результаты. Основными охотничьими животными в районе исследования являются: лось (*Alces alces*), косуля сибирская (*Capreolus pygargus*), кабан (*Sus scrofa*), заяц-беляк (*Lepus timidus*), заяц-русак (*Lepus europaeus*), лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), ондатра (*Ondatra zibethicus*), бобр обыкновенный (*Castor fiber*), куропатка белая (*Lagopus lagopus*), куропатка серая (*Perdix perdix*), рябчик (*Bonasa bonasia*), тетерев (*Lyrurus tetrix*), серый гусь (*Anser anser*), гуменник (*Anser fabalis*), белолобый гусь (*Anser albifrons*), чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), чирок-свиистунок (*Anas crecca*), широконоска (*Anas clypeata*), кряква (*Anas platyrhynchos*), лысуха (*Fulica atra*).

Млекопитающие охотничьи животные, совершающие миграции на исследуемом объекте представлены следующими видами: лось, сибирская косуля, кабан. Мигрирующие птицы: серый гусь, гуменник, белолобый гусь, чирок-трескунок, чирок-свиистунок, широконоска, кряква, лысуха.

Пути миграции животных приведены на обзорной схеме (Рисунок 1).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

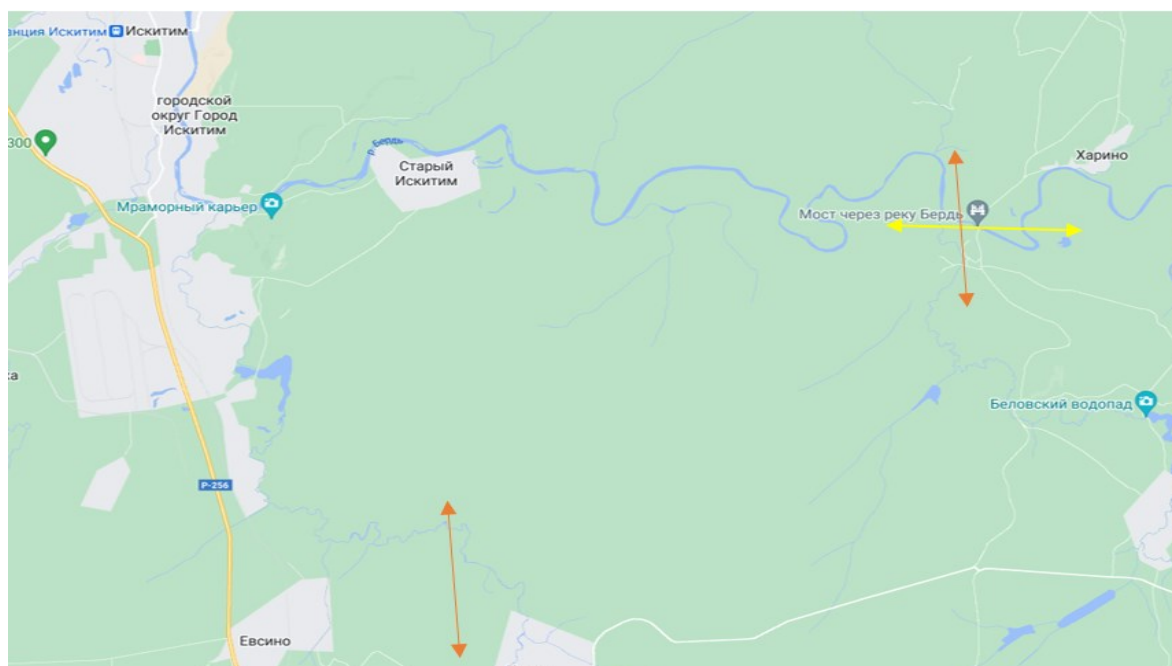


Рисунок 1. Пути миграции животных и птиц, относящиеся к объектам охоты, в т.ч. занесенных в Красную книгу совершающие миграции

Лось *Alces alces* (Linnaeus, 1758) – важное охотничье-промысловое животное. В той части ареала, где высота снежного покрова не более 30-50 см, лоси живут оседло; там, где она достигает 70 см, на зиму совершают переходы в менее снежные районы. Переход к местам зимовок идёт постепенно и продолжается с октября по декабрь – январь [4].

Основные зимовальные станции лося отмечены в поймах рек. На обследованной территории таковой является пойма р. Бердь и её притоки.

Плотность популяции лося в пределах Новосибирской области составляет около 0,6 особей/тыс.га.

Численность лося по материалам ЗМУ с 2014 по 2018 гг. увеличилась на 867 особей. Сравнение данных учетов 2018 и 2017 годов показало рост поголовья лося – на 34,8%.

Колебания численности лося в Искитимском районе обусловлены прежде всего активной миграцией зверя из менее пригодных для зимовки регионов области в зимовальные станции

ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Искитимского района. Основной путь миграции лося пролегает в пойме р. Бердь (Рисунок 1).

Динамика численности лося, как и других копытных, в последние годы определялась в основном климатическими, трофическими факторами, а также антропогенным воздействием.

Косуля сибирская *Capreolus pygargus* (Pallas, 1771) – обитает в местах, где снежный покров обычно не превышает 40 см. В таких условиях она чувствует себя хорошо и может быстро передвигаться и добывать пищу. Питается сибирская косуля растительностью; в зимний период в поисках пищи может рыть снег на довольно большую глубину [5].

Живут сибирские косули небольшими группами. Ближе к осени они собираются в огромные стада, в период миграции, достигающие нескольких сотен голов. Весной стадо распадается, и каждая особь занимает свою территорию.

Плотность популяции косули в пределах Новосибирской области составляет около 3,15 особей/тыс.га.

Численность косули по материалам ЗМУ с 2014 по 2018 гг. увеличилась на 7393 особи. Сравнение данных учетов 2018 и 2017 годов показало рост поголовья косули – на 31,5%.

Кабан *Sus Scrofa* (Linnaeus, 1758) – лесные жители, излюбленными местами их обитания являются смешанные леса. В малолесных районах звери обитают в лесостепи, в тростниковых зарослях по поймам рек. Кабаны ведут стадный образ жизни, только зрелые самцы-секачи и недавно опоросившиеся самки держаться отдельно.

Плотность кабана на территории Новосибирской области в отличии от лося и косули не значительная и составляет 0,05 особей/тыс. га. Численность кабана по материалам ЗМУ с 2014 по 2018 гг. снизилась на 226 особей, это вероятнее всего связано с мерами по предотвращению АЧС.

При высоком уровне биотехнических мероприятий кабаны держаться оседло и как правило не удаляются от подкормочных площадок и полей далее 4 км [6]. В пойме р. Бердь отмечены единичные случаи миграции животных.

Водоплавающая дичь (утки, гуся, лысуха)

Водоплавающая дичь очень популярный и значимый объект охоты. Численность водоплавающей дичи по материалам Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей

среды Новосибирской области с 2014 по 2018 гг. увеличилась на 504151 особь. Массовые миграции птиц проходят весной и осенью в направлении север-юг. Вновь строящийся железнодорожный путь от станции «Восточная» до станции «Колыванская» пересекает лишь небольшая часть перелетных птиц.

Заключение

Район исследования характеризуется высокой антропогенной нагрузкой, следовательно, высоким фактором беспокойства и низкой плотностью охотничьих ресурсов. На территории исследования к охотничьим видам животных, совершающих миграции, относятся: лось, сибирская косуля, кабан, водоплавающая дичь. Через реку Бердь построен железнодорожный мост с проходом для животных, поэтому животные свободно перемещаются. Копытные совершают миграции с целью поиска пищи и защитных условий в пойму р. Бердь. Основной пролет водоплавающих птиц проходит вдоль реки Обь и её притоков. Вновь строящийся железнодорожный путь от станции «Восточная» до станции «Колыванская» не затрагивает пути миграции основных видов охотничьих животных.

Таким образом строительство специальных надземных или подземных переходов для охотничьих видов животных с целью их охраны нецелесообразно.

Список цитируемой литературы

1. Колесников В.В. Вестник охотоведения. / В.В. Колесников, Д.В. Скуматов, А.В. Экономов, Н.С. Кетова. – М.: 2019. – 240-247с.
2. Медведев Н. В., Курхинен Ю. П. Методы количественного учета млекопитающих: учебное пособие для студентов эколого-биол. фак. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. - 40 с.
3. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.: Сов. наука, 1953. 502 с.
4. Биология лося / В. И. Машкин, В. М. Глушков, Т. В. Новикова, С. В. Шестакова. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2022. – 260 с
5. Машкин В.И. Биология промысловых зверей и птиц. Киров 2007.

6. Бушуева Ю.О., Оботнин С.И., Сорокина А.А. Кормовые растения кабана европейской части России [Электронный ресурс] // Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 2 (16). - Режим доступа: https://vvgsha.info/wpcontent/uploads/journal/2023/2/N2_2023_bushueva_obotnin_sorokina_kormRastKabana.

7. <http://dlh.nso.ru>

Obotnin S.I.

**CHARACTERISTICS AND PROTECTION OF GAME ANIMALS
IN THE RIVER BERD BASIN AREA**

Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming
Russia, Kirov

Summary. The paper presents characteristics of main game species inhabiting river Berd basin. Migration paths of the species were studied. It was defined that present protection measures developed for game animals are sufficient and new ones seem unnecessary.

Key words: game animals, river Berd basin, migration, protection, Novosibirsk region.

УДК 669.213:502.5(571.61)

А.И. Таскаева¹, А.П. Пакусина¹

**ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ ЗОЛОТА В
МАЛЫХ РЕКАХ**

Дальневосточный государственный аграрный университет¹

Россия, г. Благовещенск,

annaigorewna11@mail.ru, pakusina.a@yandex.ru

Аннотация. Малые реки Амурской области испытывают в северных районах, которые являются малонаселёнными, нагрузку со стороны золотодобывающих предприятий. В статье представлены результаты изучения содержания взвешенных веществ и нефтепродуктов в воде малых рек Зейского, Сковородинского, Тындинского и Селемджинского, Магдагачинского и Шимановского районов, которые подверглись воздействию золотодобывающих предприятий. За сезон 2020 года установлено более 30 фактов

превышения содержания взвешенных веществ в малых реках в результате деятельности золотодобывающих предприятий.

Ключевые слова: добыча золота; загрязнение; взвешенные вещества; нефтепродукты; малая река.

Введение. Россыпное золото на территории Амурской области в 2020 г. добывали 64 предприятия. Организации, которые осваивали месторождения золота в Приамурье, в 2020 г. произвели 23734,7 кг драгоценного металла. Недропользователи добыли 15150,3 кг рудного металла, 8584,4 кг - россыпного золота [1]. В результате деятельности артелей и золотодобывающих предприятий деградируют малые реки. Происходит сокращение многообразия растительного и животного мира. В зоне добычи золота происходит загрязнение малых рек высокотоксичными тяжелыми металлами [2]. При отработке россыпных месторождений золота изменяется сток малых рек [3]. Мутность рек повышается при увеличении добычи золота. Режим мутности воды формируется как под влиянием физико-географических факторов, так и зависит от деятельности человека [4]. По спутниковому мониторингу в 2020 г. было выявлено 123 факта комплексного загрязнения рек при добыче золота. Общая протяженность загрязнённых участков рек по Амурской области составила 3921 км, а средняя протяжённость - 33,06 км [2].

Цель работы: выполнить анализ содержания взвешенных веществ и нефтепродуктов в воде малых рек, подвергшихся влиянию добычи золота в Амурской области в 2020 г.

Результаты и их обсуждение. Объектами изучения явились малые реки Амурской области, которые подверглись воздействию золотодобывающих организаций. На карте нанесены точки на малых реках в местах превышения содержания взвешенных веществ красным цветом, и отсутствие превышения – синим цветом (рис. 1).

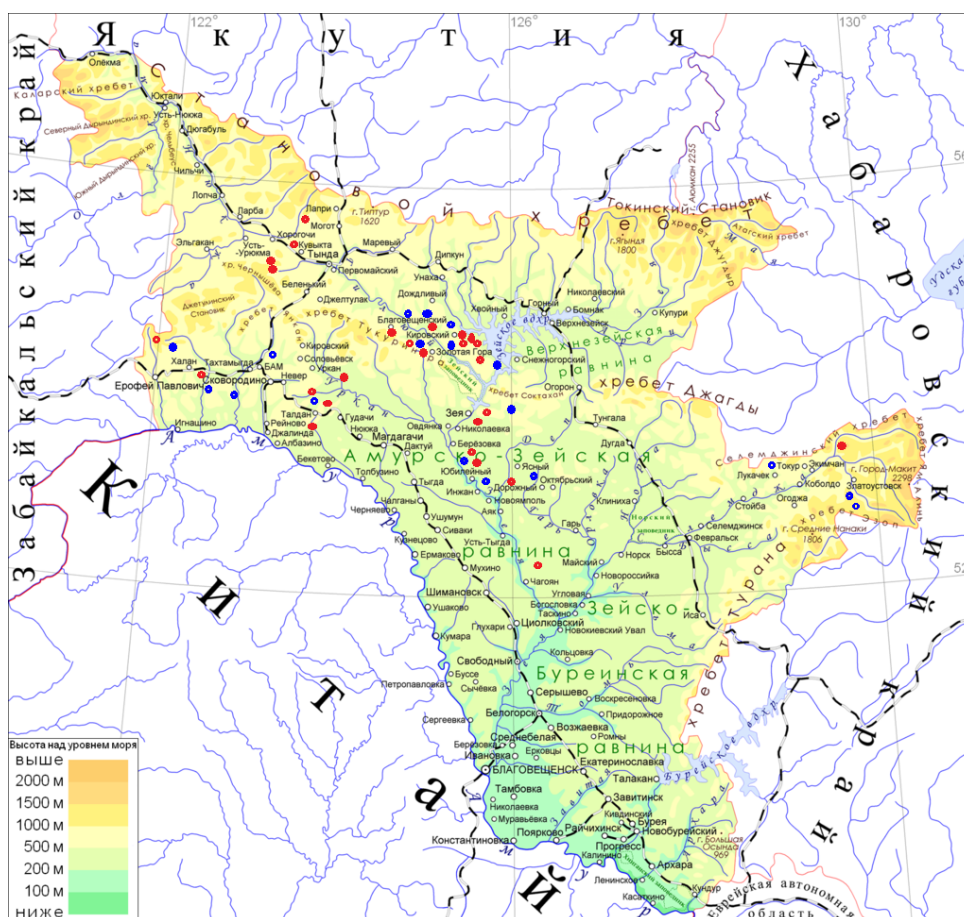


Рисунок 1. Малые реки, на которых проводилось изучение содержания взвешенных веществ

Основным вызывающим нарушение норм качества воды водных объектов при золотодобыче являются взвешенные вещества. Согласно приказа Министерства сельского хозяйства от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» при сбросе сточных вод водопользователем, при производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более, чем на 0,25 мг/л для водных объектов высшей и первой категории рыбохозяйственного значения и не более, чем на 0,75 мг/л для водных объектов второй категории. На основании этого для установления наличия или отсутствия загрязнения конкретного водного объекта взвешенными веществами производили отбор проб вод в двух точках (фон – выше по течению воздействия на водный объект, контроль – ниже по течению воздействия на водный объект).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ОХРАНА

Таблица 1. Содержание взвешенных веществ в малых реках, мг/л

Река, дата исследования	Взвешенные вещества, фон	Взвешенные вещества, контроль
Зейский район, руч. Камрай, 20.09.2020	5,9±0,9	7,1±1,1
Зейский район, р. Иликан, 19.09.2020	8,5±1,3	8,3±1,3
Зейский район, р. Б. Дамбуки, 19.09.2020	9,5±1,4	9,7±1,5
Зейский район, р. Сардангро, 18.09.2020	12,0±1,0	15,0±2,0
Зейский район, р. Островная, 17.09.2020	8,9±1,3	9,4±1,4
Сковородинский район, руч. Чучума, 15.09.2020	4,1±0,6	270±21
Сковородинский район, р. Уруша, 15.09.2020	4,1±0,6	336±26
Зейский район, руч. Ясный, 17.09.2020	9,6±1,4	9,0±1,4
Зейский район, руч. Аммональный, 17.09.2020	7,4±1,1	8,6±1,3
Зейский район, руч. Бабушкин, 16.09.2020	16±2	11±1
Тындинский район, руч. Лысовский, 09.09.2020	8,1±1,2	65±7
Тындинский район, р. Уркима, 09.09.2020	12±1	13±1
Тындинский район, р. Джалинда, 08.09.2020	2,6±0,4	53±5
Зейский район, р. Пикан, 27.08.2020	49±5	122±9
Зейский район, руч. Черёмушный, 27.08.2020	13±1	106±8
Зейский район, р. Камрай, 27.08.2020	2,4±0,4	14±1
Селемджинский район, р. Б. Таранак, 31.07.2020	4,4±0,7	210±16
Тындинский район, р. Кутыкан, 24.07.2020	9,9±1,5	44±4
Сковородинский район, р. Керак, 17.06.2020	3,5±0,5	3,9±0,5
Шимановский район, р. М. Джуркан, 02.06.2020	7,7±1,2	27±3

За сезон 2020 года установлено более 30 фактов превышения содержания взвешенных веществ в малых реках и ручьях в ходе деятельности золотодобывающей промышленности Амурской области (табл. 1).

Были зафиксированы высокие содержания нефтепродуктов в воде малых рек, где велась золотодобыча (табл. 2). В результате использования тяжёлой техники топливо попадало в воду малых рек, содержание нефтепродуктов превышало рыбохозяйственный норматив (0,05 мг/л).

Таблица 2. Содержание нефтепродуктов в малых реках, мг/л

Река, дата исследования	Нефтепродукты, фон	Нефтепродукты, контроль
Зейский район, руч. Отрадный, 15.06.2020	0,053±0,015	0,055±0,016
Тындинский район, п. Могот, 24.07.2020	0,052±0,015	0,180±0,050
Тындинский район, р. Кутыкан, 24.07.2020	0,042±0,012	0,099±0,029
Зейский район, руч. Черёмушный, 27.08.2020	0,064±0,019	0,068±0,020
Зейский район, руч. Отрадный, 28.08.2020	0,041±0,012	0,045±0,013

Таким образом, было определено содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, которые снижают качество воды в реках при воздействии золотодобычи.

Закключение. Амурская область последние годы продолжает оставаться в лидерах по нарушениям природоохранного законодательства в области золотодобычи. Ущерб от работы недобросовестных артелей огромен как для животных, так и для растительных сообществ.

Для предотвращения поступления в водный объект загрязняющих веществ в ходе деятельности золотодобывающих предприятий необходимо введение мониторинга контроля поверхностного природного водного объекта, на котором либо вблизи которого ведется активная промышленная деятельность. Таким образом, каждому предприятию необходимо составить план ведения мониторинга, установить контрольные створы для исследования возможного изменения качества природных вод в водном объекте.

Список цитируемой литературы

1. Амурская область в 2020 году снизила добычу золота почти на 10 процентов URL: <https://www.amur.life/news/2021/01/15/> (дата обращения 18.07.2023)
2. Пакусина А.П. Влияние добычи золота на экологическое состояние малых рек Зейского района Амурской области. / А.П. Пакусина, О.Н. Чупаченко, Ю.М. Гафаров, Н.С. Литвинцева, Т.П. Платонова // Проблемы региональной экологии. – 2023. - № 1. - С. 82-86.
3. Ельчанинов Е.А. Изменение стока малых рек Восточного Забайкалья при добыче россыпного золота / Е.А. Ельчанинов, В.И.

Коннов, Р.А. Михайлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2013. – № 4. – С. 116 – 122.

4. Ушаков М.В. Влияние добычи россыпного золота на мутность воды реки Колымы / Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2016. - № 9. – С. 316 – 325.

A.I. Taskaeva, A. P. Pakusina

**CHANGES IN WATER QUALITY DURING GOLD MINING IN
SMALL RIVERS**

Far Eastern State Agrarian University
Russia, Blagoveshchensk
raze.ru@mail.ru, pakusina.a@yandex.ru

Abstract. The small rivers of the Amur Region are experiencing a load from gold mining enterprises in the northern regions, which are sparsely populated. The article presents the results of monitoring studies of the ecological state of the small rivers of the Zeya, Skovorodinsky, Tyndinsky and Selemdzhinsky, Magdagachinsky and Shimanovsky districts, which were influenced by the extraction of placer gold by prospectors according to hydrochemical indicators. During the 2020 season, more than 30 facts of excess of suspended solids content in small rivers were established as a result of the activities of gold mining enterprises.

Keywords: gold mining; pollution; suspended substances; petroleum products; small river.

Научное издание

Экология речных бассейнов

Труды XI Международной научно-практической конференции

ЭРБ - 2023

Владимир, 25-28 сентября 2023 г.

Под общей редакцией проф. *Т.А. Трифоновой*

Компьютерная верстка и дизайн оригинал-макета – *Курочкин И.Н.*

Подписано в печать 21.09.2023
Формат 60х84/8. Бумага офсетная
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 38,60
Заказ № 11604. Тираж 300 экз.

Отпечатано ООО «Аркаим» с готового оригинал-макета
г. Владимир, ул. Кирова, 14Г
Тел.: 8 (4922) 53-41-50
E-mail: print@arkprint.ru