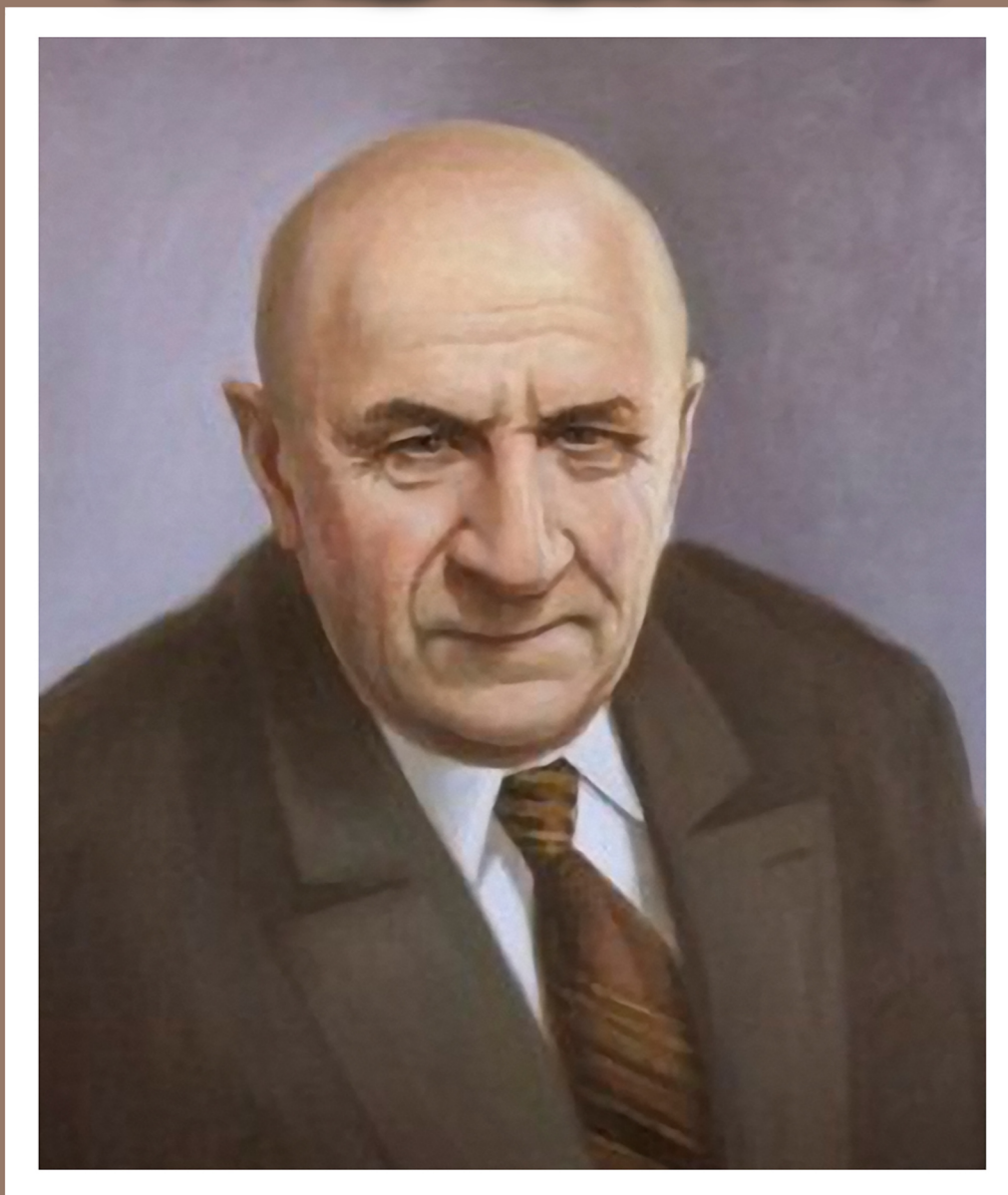


ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ

КАЧЕСТВО ВОДЫ И ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ



VII ЛЮБИЦЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

2020

ТОЛЬЯТТИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Самарский федеральный исследовательский центр
Институт экологии Волжского бассейна
Кафедра ЮНЕСКО «Изучение и сохранение биоразнообразия экосистем
Волжского бассейна» при ИЭВБ РАН
Гидробиологическое общество при РАН
Русское ботаническое общество
Русское географическое общество
Общественная палата Российской Федерации
Администрация Самарской области

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ**

VII Любищевские чтения
«КАЧЕСТВО ВОДЫ И ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ»
(6-9 апреля 2020, Тольятти, Россия)

«Анна»
Тольятти
2020

Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Люблищевские чтения) / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С.Розенберга и проф. С.В. Саксонова. – Тольятти: Анна, 2020. 362 с.

ISBN 978-5-6043479-8-0

В сборнике представлены материалы международных научных чтений «Теоретические проблемы экологии и эволюции», посвященные 130-летию со дня рождения выдающегося биолога, ученого энциклопедиста, профессора Александра Александровича Люблищева. Чтения проведены в Институте экологии Волжского бассейна РАН (г. Тольятти) и посвящены качеству воды и водным биоресурсам.

Редакционная коллегия

Розенберг Геннадий Самуилович, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия]) – главный редактор

Саксонов Сергей Владимирович, д.б.н., проф. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия]) – главный редактор

Богатов Виктор Всеволодович, д.б.н., проф., академик (Президиум ДВО РАН, г. Владивосток [Россия])

Быков Евгений Владимирович, к.б.н., доцент (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, [Россия])

Зинченко Татьяна Дмитриевна, д.б.н., проф. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия])

Костина Наталья Викторовна, д.б.н. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия])

Кудинова Галина Эдуардовна, к.э.н. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия])

Остроумов Сергей Андреевич, д.б.н. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва [Россия])

Парфенов Виктор Иванович, д.б.н., проф., академик НАН Беларуси (Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск [Беларусь])

Протасов Александр Алексеевич, д.б.н., проф. (Институт гидробиологии НАНУ, г. Киев [Украина])

Розенберг Анастасия Геннадьевна, к.э.н. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия])

Сенатор Степан Александрович, к.б.н. (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти [Россия])

Соколов Владимир Октябревич, к.т.н. (Самарский ФИЦ РАН, г. Самара [Россия])

Фрисман Ефим Яковлевич, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН (Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан [Россия])

Хасаев Габидулла Рабаданович, д.э.н., проф. (Самарская Губернская Дума, г. Самара [Россия])

Чибилев Александр Александрович, д.г.н., проф., академик РАН (Институт степи УрО РАН, г. Оренбург [Россия])

Шуйский Владимир Феликсович, д.б.н., проф. (ООО "Эко-Экспресс-Сервис"; г. Санкт-Петербург [Россия])



Издание поддержано
Публичным акционерным
обществом «КуйбышевАзот»

445003, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул Комзина, 10
Институт экологии Волжского бассейна РАН
Тел., факс: (8482)489504, e-mail: ievbras2005@mail.ru

© ИЭВБ РАН, 2020
Оформление: Анна, 2020

ОТ РЕДАКТОРОВ

Про Любищева никогда нельзя было сказать: «он стал». Он всегда – «становился». Он всё время искал, менялся, пересматривал, повышал требования к себе и к своим идеалам.

Даниил Гранин, «Эта странная жизнь», 1974

В одном из писем Любищева есть признание: «Я люблю трепаться и валять дурака». В своём генофонде он находит гены гилляризма (весёлости) и оптимизма. Мудрость была и остаётся весёлой, как сказано ещё в притчах Соломона (8, 30-31). И его мудрость была таковой.

Михаил Голубовский. Тайный жребий профессора Любищева // Любищев А.А. Расцвет и упадок цивилизации. СПб.: Алетейя, 2008. С. 5.

В нашем Институте, Институте экологии Волжского бассейна РАН, вот уже в седьмой раз пройдут Любищевские чтения «Теоретические проблемы экологии и эволюции», посвященные 130-летию со дня рождения известного энтомолога, эволюциониста, биолога-теоретика, философа, профессора **Александра Александровича Любищева**. Тема чтений – «Качество воды и водные биоресурсы», – во многом, «подсказана» одним из стратегических направлений развития Российской Федерации до 2024 года – «Комфортная среда для жизни», что должно обеспечиваться реализацией комплекса национальных проектов, в том числе, проекта «Экология», в состав которого входит федеральная программа «Оздоровление Волги».

В этих, проводимых раз в пять лет, достаточно камерных чтениях с заказными докладами на «заданную тему», за все эти годы принимали участие весьма «знаковые» для экологии, географии, в целом, – для естествознания специалисты (назовем лишь профессоров [без институтских], да и то не всех...): Л.М. Абрамова (Уфа), В.В. Аникин (Саратов), А.Д. Арманд (Москва), Р.Г. Баранцев (СПб.), В.С. Безель (Екатеринбург), В.В. Богатов (Владивосток), А.Г. Боголюбов (СПб.), В.Н. Большаков (Екатеринбург), В.И. Василевич (СПб.), А.Г. Васильев (Екатеринбург), И.А. Васильева (Екатеринбург), Д.Б. Гелашвили (Н. Новгород), Н.В. Глотов (Йошкар-Ола), В.Г. Горшков (СПб.), В.А. Драгавцев (СПб.), А.В. Емельянов (Тамбов), Т.В. Жуйкова (Нижний Тагил), Э.В. Ивантер (Петрозаводск), А.Р. Ишбирдин (Уфа), М.М. Ишмуратова (Уфа), А.С. Керженцев (Пушино), Н.В. Кавеленова (Самара), К.Я. Кондратьев (СПб.), А.В. Коросов (Петрозаводск), А.Ю. Кулагин (Уфа), Ю.М. Лебедев (Борок), А.П. Левич (Москва), Ю.В. Линник (Петрозаводск), Д.О. Логофет (Москва), К.С. Лосев (Москва), В.Н. Максимов (Москва), В.В. Меншуткин (СПб.), Е.Г. Мозолевская (Мытищи), Р.В. Наумов (Ульяновск), А.А. Никольский (Москва), В.Н. Орлов (Москва), Н.В. Прохорова (Самара), Ю.Г. Пузаченко (Москва), В.П. Путенихин (Уфа), Ю.С. Решетников (Москва), Ф.Н. Рянский (Нижевартовск), Я.Т. Суюндуков (Сибай), Н.В. Уланова (Москва), И.Ю. Усманов (Уфа), Е.Я. Фрисман (Биробиджан), Г.В. Шляхтин (Саратов), С.И. Янтурин (Сибай) и др. (простите, если кого забыли...). И список, и география участников – впечатляют.

Вот и в Седьмых Любищевских чтениях принимают участие представители научных, вузовских и иных экологических предприятий из **Беларуси** (Брест, Гомель), **России** (города Владивосток, Вологда, Иваново, Казань, Москва, Нижневартовск, Нижний Новгород, Оренбург, Петрозаводск, Пушино, Самара, Санкт-Петербург, Саранск, Саратов, Сибай, Сургут,

Тобольск, Тольятти, Тюмень, Ульяновск, Уфа; поселки Большое Нагаткино [Ульяновская область], Борок [Ярославская область], Инжавино [Тамбовская область], Новая Бинарадка [Самарская область]), **Узбекистана** (Фергана), **Украины** (Киев, Мариуполь), **Донецкой Народной Республики** (Донецк) и **Луганской Народной Республики** (Алчевск); всего более 130 естествоиспытателей, представивших почти 80 докладов-сообщений.

За 30 лет проведения этих чтений, мы всегда помнили о личности самого А.А. Любищева. Даниил Гранин так заканчивает свою повесть о нем ("Эта странная жизнь"): «Подвига не было, но было больше, чем подвиг – была хорошо прожитая жизнь. Странность ее, загадка, тайна в том, что всю ее необычайность он считал для себя естественной. Может, это и была естественная жизнь Разума? Может, самое трудное – достигнуть этой естественности, когда живешь каждой секундой и каждая секунда имеет смысл. То, что он получал от науки, было больше, чем он давал ей, и это было для него естественно, а для нас тоже странно, потому что, казалось бы, он все, что мог, отдавал науке». А вот, что пишет сам Любищев в своем «Дневнике» (Петроград. 17 сентября 1918 года. 19 час. 15 мин. веч. [<https://www.litmir.me/br/?b=292951&p=1>]): «С годами я с удовольствием констатирую, что мыслей приходит все больше и больше; в момент их появления они настолько несистематизированы, что трудно бывает их отнести к какой-нибудь категории интересующих меня вопросов, но потом оказывается – из этих мыслей можно извлечь бывает кое-что ценное. <...> Другим поводом к началу этого дневника послужило сознание того, что я уже приближаюсь к зрелому возрасту (через полтора года с несколькими днями мне будет тридцать лет) и что, если я хочу совершить то, о чем мечтаю, то необходима строгая планомерность и расчетливость в пользовании временем. <...> Моей главной и основной задачей я считаю преодоление дарвинизма, т. е. создание *естественной системы организмов*, показывающей, что виды не являются изолированными продуктами случайных факторов, а находятся во вполне определенной идейной связи друг с другом. Эта естественная система должна иметь вид периодической системы и как периодическая система элементов не имеет непосредственно ничего общего с филогенией. Для установления такой системы необходимо отыскать нечто аналогичное атомным весам, что я думаю найти путем математического изучения кривых в строевании организмов, не имеющих непосредственно функционального значения (*выделено нами. – Г.Р., С.С.*)».

Выполнил ли Любищев намеченную программу? Нет. Не успел. Но «продвинул», расширил границы сразу нескольких наук. Он жил в науке, для науки, и в этом, пожалуй, дидактическая сила всей его «странной» жизни.

К сожалению, високосный год начался крайне неудачно – по всей Земле свирепствует коронавирус COVID-19 (природно-очаговая инфекция); оснований для паники, правда, нет, но и большого оптимизма также ожидать не следует, надо быть осторожными. Поэтому Оргкомитет конференции решил провести её при «пустых трибунах», или как принято сейчас, *on line*. Надеемся, что этот сборник докладов будет способствовать эффективности такой, несколько неожиданной, формы научного общения.

Сопредседатели Оргкомитета
VII Любищевских чтений
чл.-корр. РАН *Г.С. Розенберг*
профессор *С.В. Саксонов*

ЭКРОНОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА РОССИИ «ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЛГИ»

Г.С. Розенберг¹, Ю.С. Ройтбург², С.В. Саксонов¹

¹*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

²*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

ECORENOVATIVE APPROACHES TO IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL PROJECT OF RUSSIA «HEALTH OF VOLGI»

G.S. Rozenberg¹, Yu.S. Roytburg², S.V. Saxons¹

¹*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

²*Togliatti state University, Tolyatti (Russia)*

Одно из стратегических направлений развития Российской Федерации на 2019-2024 годы: «Комфортная среда для жизни» обеспечивается при реализации комплекса национальных проектов, в том числе, проекта «Экология», в состав которого входит федеральный проект «Оздоровление Волги». Основные результаты выполнения федерального проекта будут получены в 17-ти регионах России: реконструкция и строительство очистных сооружений для сокращения в три раза доли загрязненных сточных вод; ликвидация объектов накопленного экологического вреда. Указанные результаты окажут существенное позитивное влияние на состояние Волжского бассейна (Розенберг, 2009) после 2025 года, по мере длительного снижения объемов загрязненных сточных вод, оздоровления условий жизнедеятельности населения.

Эффективность плановых работ недостаточна для решения стратегических задач проекта «Экология», для оздоровления условий жизнедеятельности населения в ближайшем будущем. Совместной Рабочей группой «Перспективная экология» Института экологии Волжского бассейна РАН, с участием представителей органов управления Самарской области, Тольяттинского государственного университета, общественных организаций и инновационных предприятий, внесены в Минприроды России, предложения по развитию региональной составляющей федерального проекта «Оздоровление Волги» – комплекс проектов «Экореновация», в котором, в первую очередь, предусмотрено:

- отработка, реализация методик обследований, оздоровления бассейна Волги;
- автоматизация (роботизация) обследований и реабилитации объектов;
- формирование автоматизированного производства биопрепаратов.

Реализация комплекса проектов «Экореновация» ориентирована на получение результатов, актуальных для применения в Самарской области, для последующего применения в регионах РФ и за рубежом, для эффективной коммерциализации.

Предлагаемые направления работ не содержатся и востребованы в профильных федеральных проектах: «Чистая вода», «Сохранение озера Байкал», «Сохранение уникальных водных объектов».

Направления и блоки проектов «Экореновация» приведены на рис. 1.

В составе блока «Обследование водных объектов» базовый проект: «Обследование, анализ и прогнозирование экологического состояния модельных водоемов и водотоков». Модельные объекты обследования:

- 1-я очередь – устья рек Уса, Чапаевка, Черемшан;
- 2-я очередь – Куйбышевское и Саратовское водохранилища, малые реки.

Общее количество собираемых и анализируемых проб: не менее 300 ед. в год. Приоритетные задачи обследований – мероприятия по подготовке к биологической реабилита-

ции водных объектов: оценка степени антропогенного воздействия, загрязнения объектов с применением методов гидрохимии, анализа биоценоза; анализ проб воды на способность водоросли развиваться в условиях анализируемого водоема или водотока.

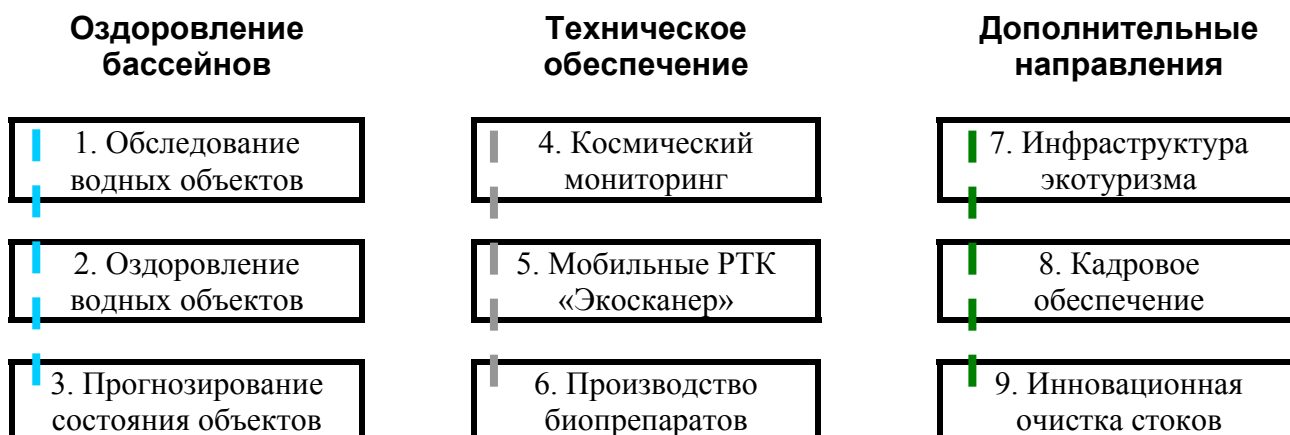


Рис. 1. Архитектура комплекса инновационных проектов «Экореновация»

При реализации проекта, для проведения обследований и обслуживания объектов Волжского бассейна, предусматривается восстановление, реновация базового судна ИЭВБ РАН «БИОЛОГ», рис. 2.



Рис. 2. Внешние виды судна «Биолог»

В составе блока «Оздоровление водных объектов» базовый проект: «Разработка, экспериментальная отработка, на примере модельных объектов, технологий оздоровления водоемов и водотоков Волжского бассейна». Предполагается отработать снижение антропогенной нагрузки на малые водоемы урбанизированных территорий на основе разработки комплекса мероприятий по их восстановлению и очистке на примере модельных объектов (см. выше).

В составе блока «Прогнозирование состояния объектов» базовый проект: «Разработка технологий, программных средств анализа и прогнозирования экологического состояния, эффективности оздоровления водоемов и водотоков».

При реализации проекта выполняется формирование, экспериментальная апробация и развитие интерактивных экспертных систем – интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Выполняются работы, ориентированные: на анализ экспертных оценок, экстраполяцию результатов обследований; на имитационное моделирование гидробиологических, биохимических процессов, энергетических потоков в анализируемых поверхностных водных объектах. При создании имитационных математических моделей, для решения задач экологического прогнозирования, учитываются характеристики водных объектов.

В составе блока «Космический мониторинг» базовый проект: «Космический мониторинг, обработка и анализ данных по объектам Волжского бассейна». Модельные объекты указаны выше. Основной соисполнитель проекта: Самарский университет им. С.П. Королева. Основное назначение обследований: прогнозирование состояния водных объектов на основе анализа гидрологических моделей, учета данных по метеоусловиям, уровням и расходам воды. Спутниковые системы обеспечивают получение информации (Розенберг и др., 2012) для определения параметров гидрологических моделей: топографию бассейна, типы и распределение растительных покровов, типы почв, типы коренных пород русла (рис. 3). Создается система постоянного космического контроля состояния водных объектов.



Рис. 3. Варианты снимков территорий из космоса; пример формирования 3D-рельефа

В составе блока «Мобильные РТК «Экосканер» базовый проект: «Разработка, прототипирование, испытания робототехнических комплексов «Экосканер» для экологических обследований и биологической очистки водоемов и водотоков». Комплексы «Экосканер» формируются на базе амфибийных транспортных средств – судов на воздушной подушке (вариант – СВП «Пегас-5У»). Режимы работы СВП:

- беспилотное или дистанционно управляемое – из кабины берегового пункта управления – внедорожного автомобиля;
- вручную управляемое – из каюты судна.

Робототехнические комплексы применяются по вариантам конфигурации:

- «Экосканер-АМ», аквамониторинг территории с применением автономного надводно-подводного аппарата – картографическое и специальное сканирование, определение географических координат береговой линии, глубин, мутности и плотности воды, других дополнительных параметров; рис. 4-6;

- «Экосканер-ОП», отбор проб с водоемов и водотоков в контрольных точках, с применением специальных манипуляторов для загрузки проб с заданной глубины, перегрузки проб в транспортные контейнеры;
- «Экосканер-ВП», внесение препаратов в водные объекты обслуживания в контрольных точках, с применением специальных манипуляторов.

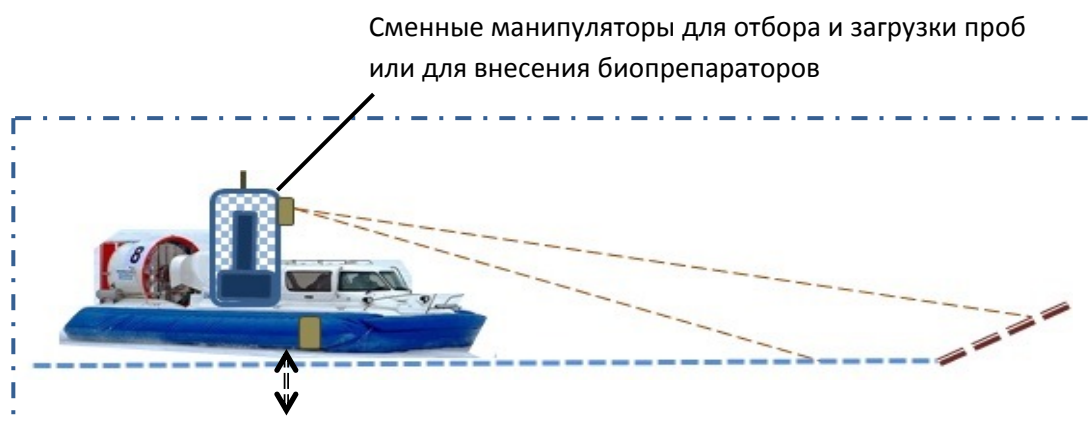


Рис. 4. СВП. Определение местоположения для отбора проб, внесения биопрепаратов; средства измерений: ГЛОНАСС, лидар, эхолот



Рис. 5. Наземный транспортный модуль № 1 для СВП на базе внедорожного автомобиля УАЗ Патриот



Рис. 6. Наземный транспортный модуль № 2 – мобильный пункт дистанционного контроля и управления по радиоканалам, доставка препаратов, топлива, комплектующих, вывоз проб с объектов обслуживания

Мобильные РТК «Экосканер» обеспечивают повышение уровня, качества, экономической эффективности проводимых мероприятий за счет:

- гарантированного исполнения регламента и программы работ;
- контроля технического состояния и рабочих процессов комплекса;
- сокращения числа исполнителей, на судне – до одного оператора.

В составе блока «Производство биопрепаратов» базовый проект: «Разработка, ввод в эксплуатацию автоматизированного производства биопрепаратов для оздоровления водоемов и водотоков, применения в сельском хозяйстве».

Объем производства – не менее 100 тонн в год. Основной технологический компонент – фотобиореакторы, рис. 7, с системой управления, датчиками технологических параметров: концентрация углекислого газа; освещенность рабочего объема, изменяемая при фотосинтезе; температура воды; pH – кислотно-щелочное равновесие; уровень заполнения емкости; давление в емкости реактора.



Рис. 7. Внешний вид фотобиореактора, вариант

Автоматизированное производство ориентировано на поэтапное развитие, выпуск продукции, с учетом: сезонного обеспечения мероприятий по оздоровлению водных объектов; сельскохозяйственного применения биопрепаратов в регионе.

В составе блока «Инфраструктура экотуризма» базовый проект: «Разработка, формирование объектов информационной инфраструктуры экологического туризма на базах ТОСЭР «Тольятти» и особо охраняемых объектов РФ». Модельный объект презентации: Самарская Лука; выполняется формирование, организация применения демонстрационно-познавательного центра (ДПЦ). Центры создаются на основе динамических архитектурных макетов, интерактивных компьютерных презентаций, видео материалов (Полякова, 2017).

ДПЦ – первые объекты, которые посещаются туристическими группами, далее распределяемыми по маршрутам, актуальны при проведении познавательных и профориентационных экскурсий детей и молодежи, для привлечения и сохранения кадров в регионах. Характерный пример реализации центра на основе динамического архитектурного макета – экспозиция «Москва в миниатюре», действующая в гостинице «Украина», рис. 8.

Проведено обследование знаковых объектов, туристических маршрутов по территории Самарской Луки, подготовлены предварительные требования к информационным материалам, архитектурным макетам (Полякова, 2019), выполнен контрольный образец экспозиции, рис. 9 – динамический макет с управляемыми компонентами подсветки и звукового сопровождения демонстраций.

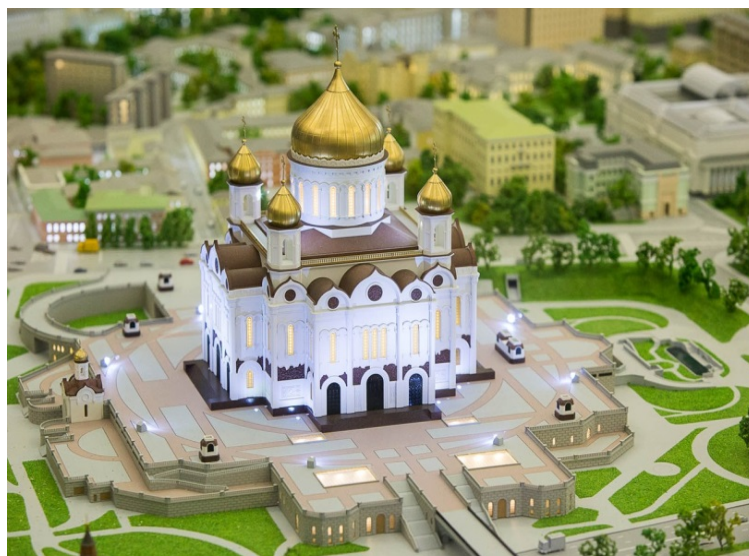


Рис. 8. Внешний вид динамического макета экспозиции «Москва в миниатюре»

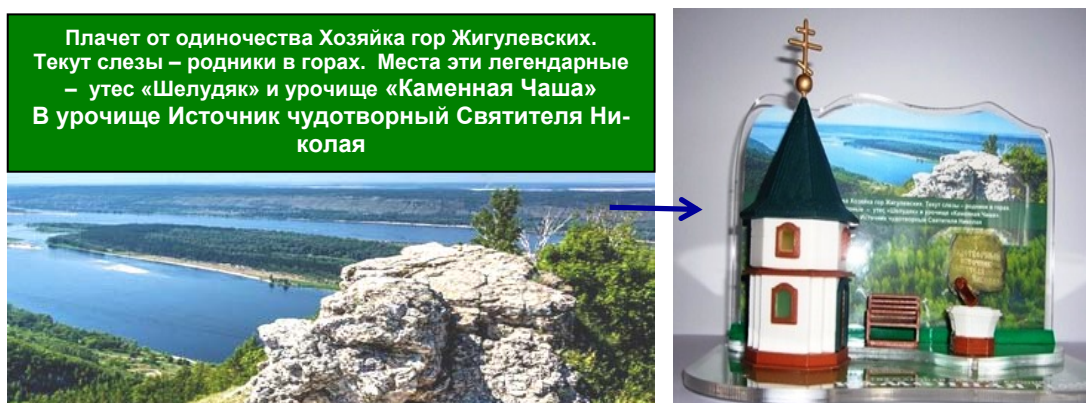


Рис. 9. Внешний вид динамического макета экспозиции «Каменная чаша»,
Источник чудотворный Святителя Николая

Проект соответствует рекомендации «Стратегии развития Самарской области на период до 2030 года»: продвижение на рынках туристических услуг; развитие инфраструктуры туристического комплекса, информационной системы региона, включая формирование информационных центров.

В составе блока «Кадровое обеспечение» базовый проект: «Развитие системы информационно-аналитического, научно-образовательного обеспечения приоритетного федерального проекта «Оздоровление Волги». Научно-образовательный центр на базе ИЭВБ РАН». Основные направления работ по проекту:

- формирование, организация и обеспечение деятельности Природно-экологического культурно-образовательного комплекса на базе ИЭВБ РАН;
- моделирование, демонстрация выделенных знаковых ландшафтных объектов Самарско-Тольяттинской агломерации (Экологические основы..., 1992; Саксонов, 2017);
- разработка, изготовление аппаратных и программных компонентов, формирование архитектурного макета презентационного комплекса (Ройтбург и др., 2012);
- создание постоянно действующего павильона для размещения экспонатов выставок, архитектурных макетов объектов и территорий, компьютерных интерактивных информационных систем.

В составе комплекса создаются ландшафтные композиции, оранжереи, специализированные сооружения для проведения презентационных мероприятий, творческого общения, примерные варианты – рис. 10, 11.

Реализация проекта обеспечивает проведение мероприятий, направленных на профильную практико-ориентированную подготовку кадров в кооперации с образовательными учреждениями города и региона.

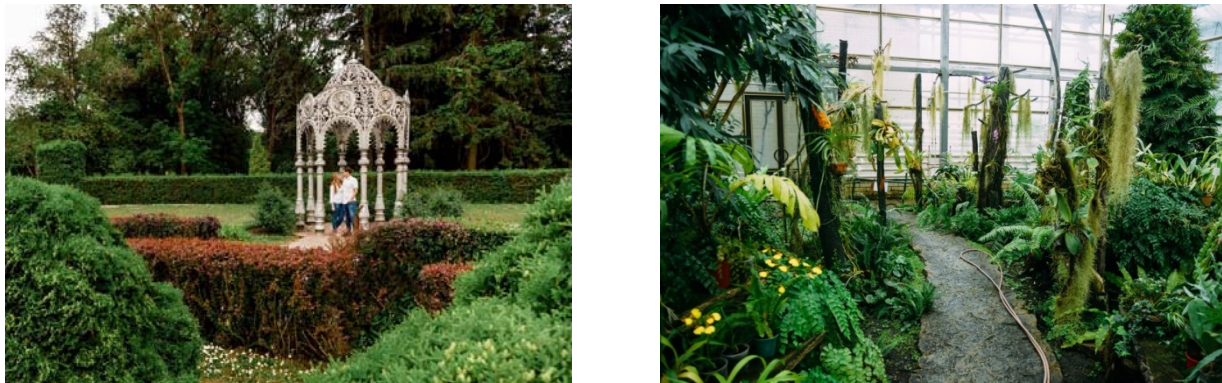


Рис. 10. Внешний вид, варианты организации оранжереи и ландшафтной композиции



Рис. 11. Внешний вид, варианты организации выставочного павильона и презентационного комплекса

В составе блока «Инновационная доочистка стоков» базовый проект: «Разработка, экспериментальная апробация перспективных материалов, технологий и оборудования для доочистки сточных вод, применительно к контрольным объектам Самарской области». Модельные объекты: определяются по согласованию с Минэнерго Самарской области, администрациями предприятий и территорий, на которых они размещены, с аэропортом Курумоч им. С.П. Королева.

Проект ориентирован на применение научно-технических заделов, полученных в НИИ прогрессивных технологий Тольяттинского государственного университета, в отделе «Нанокатализаторы и функциональные материалы». В результате многолетних исследований и разработок были созданы новые материалы, обладающие высокими каталитическими свойствами – пентагональные частицы, с применением которых можно производить доочистку сточных вод (Викарчук и др., 2006). Разработаны и апробированы катализаторы, фотокатализаторы, сорбенты.

Экспериментально апробированы технологии, предназначенные для:

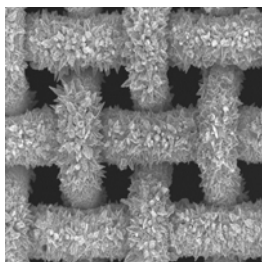
- каталитической доочистки стоков, содержащих нефтепродукты;
- фотокаталитической доочистки стоков, содержащих фенолы;
- мембранно-каталитической доочистки стоков, содержащих этиленгликоли.

Актуальность процессов доочистки подтверждается данными, приведенными в табл. 1. Ежедневно на предприятиях России сбрасывается более 5 млн. тонн сточных вод, которые после стандартной очистки (механической, физико-химической, биологической) содержат токсичную органику, ПДК которой превышена в 30-100 раз. Сброс загрязненных вод в открытые водоемы приобретает массовый характер, угрожает воспроизводству природных ресурсов, представляет угрозу для жизнедеятельности растений, животных и человека.

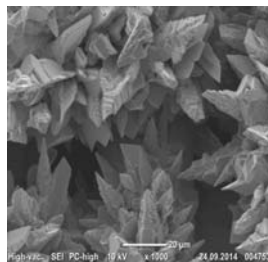
Таблица 1. Результативность систем доочистки стоков

Загрязнители сточных вод	Концентрация загрязнения на выходе объекта, мг/л			
	Источник загрязнения	Система очистки	Система доочистки	Норматив
Нефтепродукты <i>Источник: НПЗ</i>	20	Биологическая	Каталитическая	0,05
		2,3	0,03	
Фенолы <i>Источник: НХК</i>	5	Биологическая	Фотокаталитическая	0,001
		0,1	0,001	
Этиленгликоли <i>Источник: аэропорты</i>	10	Адсорбционная	Мембранно-каталитическая	0,25
		2,1	0,2	

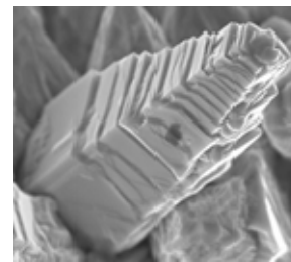
Характерные внешние виды кристаллов представлены на рис. 12. Внешние виды установок, с применением которых производилась экспериментальная апробация инновационных материалов и технологий, представлены на рис. 13.



Катализаторы на сетчатом носителе



Дефектные кристаллы



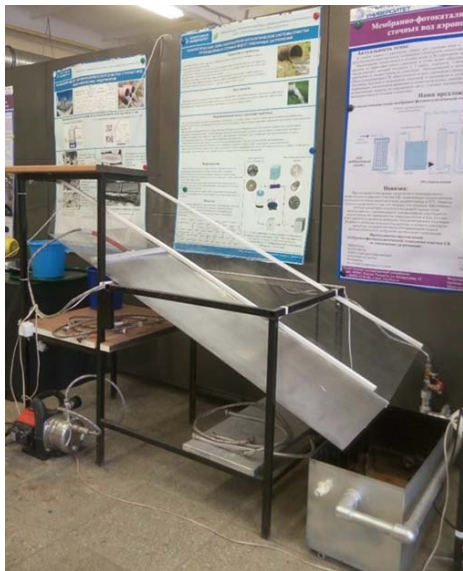
Пентагональная пирамида

Рис. 12. Внешние виды разработанных катализаторов

Каталитическая активность инновационных материалов определяется основными факторами: высокой удельной поверхностью, дефектной структурой и специфической морфологией.

Фотокаталитические экспериментальные установки

на основе нановискозоров — нитевидных кристаллов CuO



на основе суспензии частиц ZnO



Рис. 13. Внешние виды технологических установок

Представленные проекты «Экореновация» – единый комплекс, в котором выделены приоритетные направления: 1, 2,..6; а также дополнительные социально и экономически значимые направления: 7, 8, 9. Предложения разработаны с учетом научно-технических заделов, кадрового состава, кооперации исполнителей проектов.

ЛИТЕРАТУРА

- Викарчук А.А. и др.** Пентагональные кристаллы меди электролитического происхождения: строение, модели и механизмы их образования и роста // Вестн. СамГУ, Естественно-научная серия. 2006. № 3 (43). С. 51-60.
- Полякова О.М.** Методические основы дизайнерского проектирования и формирования архитектурных макетов городских и природных территорий // Карельский науч. журн. 2017. Т. 6, № 4 (21). С. 280-282.
- Полякова О.М.** Архитектурно-дизайнерское сопровождение реализации стратегии социально-экономического развития городского округа // Строительные материалы и изделия. 2019. Т. 2, № 3. С. 90-95.
- Розенберг Г.С.** Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. 477 с.
- Розенберг Г.С., Саксонов С.В., Кузнецова Р.С., Сенатор С.А.** Космический мониторинг в ландшафтно-экологических исследованиях // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1. С. 9-14.
- Ройтбург Ю.С., Пиастро Г.П., Трушкин Д.С.** Инновации в образовании – необходимое условие кадрового обеспечения инновационной модернизации экономики РФ // Тезисы Всерос. науч.-практ. Интернет-конф. «Инновация в образовании. Современная психология в обучении» (25–26 октября 2012 г.) <http://www.paxgrid.ru/conference/?c=pedagogy2012>
- Саксонов С.В.** Теоретические основы регионального флористического мониторинга. Тольятти: Кассандра, 2017. 532 с.
- Экологические основы** оптимизации урбанизированной и рекреационной среды / Отв. ред. Г.С. Розенберг и Л.П. Рысин. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1992. Ч. I. 228 с.; Ч. II. 201 с.

К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНЫХ ТЕХНОЭКОСИСТЕМ (ИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ВРД)

А.А. Протасов, А.В. Коломиец

Институт гидробиологии Национальной академии наук Украины, Киев (Украина)

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL POTENTIAL OF WATER TECHNOECOSYSTEMS (APPLICATION OF THE PRINCIPLES OF THE EU WATER FRAME DIRECTIVE)

Alexander Protasov, Alexander Kolomiets

Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev (Ukraine)

Оценка экологического состояния водных объектов лежит в основе экологического менеджмента, при экологическом мониторинге, установлении степени антропогенного или другого влияния на водные экосистемы, принятии решений относительно тех или иных мероприятий по оптимизации управления и использования водных и биологических ресурсов, получения экологических услуг. Тем самым оценка состояния водного объекта является ключевыми этапом в серии действий по рациональному природопользованию и защите окружающей среды. Оценка состояния окружающей среды является одной из целей экологического мониторинга (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003).

В настоящее время Водная Рамочная Директива ЕС / 2000 (ВРД) является основным документом управления в области водопользования, охраны и управления водным хозяйством в странах ЕС, также её принципы имплементируются в природоохранный менеджмент Украины (Directive..., 2000; Водна ..., 2000; Кампа и др., 2008). Этот документ не является системой прямых указаний по организации водохозяйственной и природоохранной политики, поэтому следует уделять значительное внимание адаптации общих принципов ВРД к конкретным условиям той или иной страны, региона, характеру водных экосистем, климатических условий, интенсивности и характера использования водных, биологических и других ресурсов человеком. Также имеет значение общий характер состояния изученности водных экосистем, развитие прикладных и фундаментальных отраслей гидробиологии, экологии, которые могут и должны влиять на практическое использование общих принципов. Для стран бывшего Советского Союза принципы ВРД также могут быть небесполезны, тем более, что своими методологическими корнями они уходит в период тесного сотрудничества между западными специалистами и учеными восточного блока (Научные основы, 1977).

В данной работе нам хотелось бы рассмотреть некоторые вопросы практического использования принципов и подходов ВРД, в частности, в области экологических оценок водных техноэкосистем.

Объект контроля, управления и исследования. ВРД использует понятие «водный объект», «водоем» (water body), это естественные – река, озеро, а также антропогенные (сильно измененные, искусственные) объекты, например, водохранилище, канал, водоем-охладитель со всей системой водоснабжения электростанции или техноэкосистема. Очевидно, что водный объект следует рассматривать как сложную систему, состоящую из многих элементов абиотической, а также и биотической природы, кроме того, и элементов антропогенных, технических.

В существующих в настоящее время нормативных документах Украины нет единого терминологического подхода. В документе «Порядок осуществления государственного мониторинга вод» говорится о «состоянии водных объектов», но в том же документе указано, что «объектом мониторинга является «массивы поверхностных вод (поверхностные водные объекты или их части)», чем ставится знак равенства между водным объектом и массивом поверхностных вод. В таких документах как Приказы Министерства охраны окружающей среды, речь не идет о водных объектах, а только о «массивах поверхностных вод». Формальные терминологические вопросы является достаточно важными в концептуальном плане. С точки зрения классической гидрологии, массив поверхностных вод должен быть аналогом

понятия «водная масса», то есть определенный объем воды, ограниченный жесткими, жидкими или газообразными границами. Водная масса может быть однородной, или разнородной, тем или иным образом отделяться от соседних водных масс. С точки зрения водного хозяйства следует сделать акцент именно на количественных и качественных характеристиках воды. Но такой подход имеет противоречия с системным экологическим подходом. Водная масса, массив поверхностных вод не может быть чем-то иным, кроме как частью целостной системы водоема или водотока. Такой же частью, элементом, являются естественные границы водоема, дно или берег реки. Взаимодействие этих элементов напрямую влияет на формирование качества воды. Кроме того, важны процессы, происходящие при взаимодействии между абиотическими элементами, связанные с биотическими компонентами целостной системы, которая представляет собой экосистему (Tansley, 1935). Согласно положениям ВРД, оценка экологического состояния дается на основе как абиотических (гидроморфологических, гидрохимических) показателей, так и показателей биотических (гидробиологических). И приоритет отдается биотическим. Таким образом, объектом оценки, а также мониторинговых действий является гидроэкосистема, или часть её, которую мы считаем, в рамках поставленных задач, достаточно однородной, а не «массив поверхностных вод», и не «водное тело».

Элементы качества для классификации экологического состояния выделены для: естественных (реки, озера, переходные и прибрежные воды) и экологического потенциала – в той или иной степени зависимых от человека водных объектов – искусственные и / или существенно измененные поверхностные водоемы и водотоки. Очевидно, что не может быть четкого разграничения между этими категориями. Была предложена концепция континуального характера уровня антропогенных воздействий и нарушений (Protasov, 2017). Речь идёт об определенном континууме водных объектов или водных экосистем, в различной степени подверженных антропогенному прессу.

Согласно V приложению ВРД, на хорошее экологическое состояние для рек, озер, переходных и прибрежных вод указывает низкий уровень нарушения в результате антропогенного воздействия и малые отклонения от значений, характерных для объектов в ненарушенном состоянии или «референсных условий». Характеристики экосистем, которые были до периода антропогенного воздействия, являются эталонными для дальнейших оценок. О подобных «эталонах сравнения» для искусственных водных объектов и техноэкосистем в директиве ясных указаний нет. Поскольку для природных объектов определяется «экологическое состояние», а для нарушенных или искусственных «экологический потенциал», требуется достаточно четкое разделение этих объектов. ВРД не дает строгого определения понятия «потенциал». Приведены только определение «хорошего экологического потенциала» – как состояния существенно измененных или искусственных водных объектов, незначительно отличающееся от имеющегося для сравнения. Таким образом, можно сделать вывод, что концептуально «экологическое состояние» и «экологический потенциал» отличаются только характером и происхождением водного объекта и отражают состав, структуру группировок, гидрохимические и гидрофизические характеристики. Однако, в одном из документов (Guidance, 2003) указано, что «Максимальный экологический потенциал» (МЭП) представляет собой самое высокое экологическое качество, которое *может быть достигнуто* при проведении экологически и экономически оправданных мероприятий по смягчению антропогенного влияния. То есть, МЭП выступает практически аналогом так называемых референсных условий, ориентиром для проведения необходимых мероприятий.

Экологические и другие цели оценок. Экологические, природоохранные цели лежат в основе ВРД, относительно природных водных объектов. Для техноэкосистем экологические цели заключается в том, что их функционирование не должно иметь негативных последствий для окружающих водных экосистем. Очевидно, что такая ситуация, когда это влияние незначительно или отсутствует, может быть только в том случае, когда состояние (потенциал) техноэкосистем достаточно высок. Поэтому экологические цели должны быть заложены в МЭП, контроль экологического потенциала искусственных, сильно нарушенных водных объектов, водных техноэкосистем является важным для достижения экологических

целей, поскольку эти объекты всегда являются частью ландшафта, связаны с водными бассейнами и т.п. Но сами искусственные водные объекты служат потребностям человека, то есть могут оказывать и оказывают экологические услуги. Это значит, что для них существуют и определенные экологические, потребительские цели и они могут рассматриваться уже с антропоцентрических позиций. Из этого вытекает, что в оценку экологического потенциала должны быть включены и технические цели, и тогда для техноэкосистем мы имеем дело с эколого-техническим потенциалом.

Определение экологического состояния и экологического потенциала. Таким образом, мы имеем дело с определенным парадоксом ВРД: в основу оценок заложен компаративный подход, но для одних типов водных объектов он принципиально обозначен, а для других – нет. Имеется только весьма сомнительное указание на выбор как эталонных характеристик для искусственных водоемов таких, которые свойственны «сходным, подобным». Например, водохранилище приравнивается к озеру, канал к реке. Неприемлемость с экологической точки зрения такого подхода очевидна. Собственно, типизация объектов, выделение естественных и сильно изменённых или искусственных уже указывает на глубокие различия, как их экосистем, так и в характере их использования человеком. В (Guidance, 2003) сделана попытка дополнить указания к оценке: предлагается, в случае отсутствия в экорегионе подходящих природных аналогов, например, в горном районе, где нет озер-аналогов, или, как (добавим от себя) в Украине озер-аналогов крупным днепровским водохранилищам, в качестве референса следует брать экологически «хорошие» водохранилища в этом регионе.

Ключевым моментом для оценки экологического, а точнее – эколого-технического состояния (потенциала) становится определение эталонных показателей для техноэкосистем. Определение эталонных показателей или экологических нормативов было предложено в свое время О.П.Оксиюк и В.Н.Жукинским (1999). В качестве эталонных показателей и параметров для водных техноэкосистем нами было предложено разрабатывать комплекс экологически и технически приемлемых условий или ЭТПУ (Protasov et al, 2019), которые, в рамках терминологии ВРД близки к максимальному экологическому потенциалу. Тогда следует, видимо, принять следующую терминологию: МЭП соответствует ЭТПУ, фактическое состояние техноэкосистемы на момент мониторинга (исследования) это потенциал фактического, текущего состояния (ПТС).

Определению фактического состояния техноэкосистемы предшествует построение матрицы возможных параметров тех или иных показателей (дескрипторов), при помощи которых предполагается затем определить приемлемые, желательные параметры (ЭТПУ) данной техноэкосистемы, типа экосистем, их региональной группы, а также полученных данных при экологическом мониторинге.

Установление ЭТПУ или МЭП для данного водного объекта или его части возможно и для отдельного временного периода (сезона), в зависимости от целей и задач. Выбор дескрипторов определяется общими целями и частными задачами при проведении дальнейших возможных действий для достижения МЭП. В матрице характеристик водных объектов приводится весь возможный для данного региона, типа водных объектов спектр значений того или иного дескриптора. Хотя, задачи установить такой спектр характеристик для универсального применения (Жукинский и др., 1977) в масштабах целых континентов заслуживает внимания, представляется, что для водных техноэкосистем они должны разрабатываться в более узком масштабе. Тем не менее, широта спектра всегда больше, нежели диапазон значений, входящий в ЭТПУ, и они, как правило, занимают более или менее среднее положение в полной матрице показателей. Отклонения оцениваемых условий от ЭТПУ принципиально могут быть как в сторону больших значений (вправо), так и меньших, влево, если матрица построена ориентированно, условно – «от лучших показателей к худшим» (Жукинский и др., 1977; Жукинский, 2006). В этом случае набор показателей самой правой колонки (в этом примере – категория 7) соответствует полисапробной зоне, соответственно – самому низкому показателю качества вод.

Для оценки состояния системы все измерения нормируются переводом значения параметра в соответствующий этому значению номер интервала (граду), происходит градуи-

ровка, разбивка на отдельные интервалы непрерывного ряда показателей. Чтобы иметь возможности сравнения показателей, необходимо пользоваться безразмерными значениями град, интервалов, поскольку размерности в дескрипторах различны. Сравнение между фактическими значениями и ЭТПУ путем деления первых на вторые как бы предполагает, что значения меньше ЭТПУ свидетельствуют об отклонении в «худшую» сторону. Если показатель больше 1, то реальное состояние даже «лучше» максимального потенциала. Однако, если мы рассматриваем ЭТПУ как максимальный экологический потенциал, то такой вывод вступает в противоречие с самой идеей МЭП. Тем не менее, использование матриц, ориентированных на качественные (отклонение к «лучшему» или «худшему») может быть приемлемым, в частности для сравнений с оценками, полученными методами, уже ставшими традиционными (Жукинский, 2006). На примере оценки состояния водной техноэкосистемы Хмельницкой АЭС было показано, с применением этого подхода, что после ввода в строй второго энергоблока и вселения дрейссены состояние ухудшилось, причем, именно за счет учета технических дескрипторов (Protasov et al., 2019). При этом учитывали повышение «веса» показателей, имеющих наибольшее отношение к «плохим».

Однако всегда ли с экологической точки зрения смещение в сторону «лучших» показателей свидетельствует об улучшении экологической ситуации? Например, если показатель обилия фитопланктона приближается к нулевым значениям (на противоположном полюсе – бурное «цветение» воды, высокие и очень высокие значения биомассы, то есть «плохое» состояние), то формально это указывает на переход в олигосапробную и ультраолигосапробную зону. Проводя аналогию с человеком: чрезмерное похудение также неприемлемо как и излишний вес. Вероятно, ориентированные матрицы не должны быть «бесконечными», а вписываться в определенные ограничительные рамки.

В этом случае, мы приходим к иному варианту определения фактического состояния, основанном на принципе «симметричности» отклонений. Этот путь определения ПТС базируется на концепции равнозначности отклонений, и принимается, что любые отклонения от эталонных значений ЭТПУ нежелательны, и чем больше эти отклонения, тем более они неприемлемы. Тогда методика определения необходимых показателей будет выглядеть следующим образом. Рассчитывается отклонение от значений ЭТПУ как результат вычитания показателя грады (номера интервала) фактического состояния от грады (номера интервала) ЭТПУ. Отклонения могут быть как со знаком плюс, так и знаком минус. Симметричность предполагает равнозначность отклонений, поэтому целесообразно использовать значение отклонения по модулю.

Очевидно, что те или иные дескрипторы, показатели неравноценны для оценок, воздействие тех или иных факторов различно для экосистемы, те или иные параметры биотических показателей могут быть различны с точки зрения технических условий. В связи с этим, целесообразно определение «веса» показателей. Оно может быть проведено на основании экспертной оценки.

Следующим шагом следует определение максимально возможного отклонения системы от эталонной оценки усреднением максимально возможных отклонений по каждому показателю, полученных как большее из расстояний от крайних номеров интервалов или град (в предлагаемой первичной матрице показателей количество интервалов 7) до эталонного номера интервала. Например: значение показателя в эталонной оценке = 3. Расстояние до 1 = 2. Расстояние до 7 = 4. В расчет берется большее значение 4. И к этому значению перед усреднением применяется весовой коэффициент показателя, находящийся в диапазоне [0;1].

Далее производится усреднение абсолютных величин отклонений значений всех включенных в список параметров, выраженных в номерах интервалов, умноженных на весовые коэффициенты.

Оценивание степени изменений системы от эталонного состояния до фактического производится сравнением полученного среднеарифметического всех показателей отклонения с максимально возможным отклонением системы.

Трактовка результата оценки фактического потенциала (изменения, выраженного в %) следующая:

1. 0-10%, изменения системы незначительные - высокий потенциал;
2. 10-25%, изменения системы умеренные - хороший потенциал;
3. 25-50%, изменения системы значительные - удовлетворительный потенциал;
4. 50-100%, изменения системы тотальные - очень плохой потенциал.

За 100%-ное изменение системы принимается максимально возможное отклонение системы от базовой оценки, а границы интервалов (10%, 25% и 50%) находятся умножением этой величины на соответствующий процент.

Поскольку на величину максимального возможного отклонения влияет только эталонное значение показателя (ЭТПУ), конечная оценка определяется не номером интервала реального состояния, а результатом сравнения с возможным отклонением, то есть потенциальной возможностью системы приблизиться к эталону. Другими словами, одинаковые показатели, например, прозрачности воды могут быть оценены для разных водных объектов совершенно по-разному.

На базе Excel нами разработана программа расчета потенциала сильно измененных, искусственных водных объектов и техноэкосистем, в которой автоматически индицируется конечный числовой результат и его положение в системе качественных вербальных оценок.

Заключение. Компаративный принцип определения состояния водных объектов, независимо от целей мониторинговых оценок – сугубо экологических или эколого-технических, может быть универсальным только в случае унификации подхода, а именно – использования как эталона сравнения и референсных условий и экологически и технически приемлемых условий, в зависимости от типа объекта. Определение реального, текущего состояния техноэкосистем может проводиться двумя взаимодополняющими способами. Первый основан на учете отклонений реальных показателей от эталонных, условно – к «лучшему» или «худшему» полюсу ориентированной матрицы возможных значений. Второй – на принципе неприемлемости любых отклонений от эталонных значений.

ЛИТЕРАТУРА

- Водна* Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні тарміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.
- Жукинский В.Н.**, Оксюк О.П., Цееб Я.Я., Гергиевский В.Б. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и её применение для анализа качества вод // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Л. : Гидрометеиздат, 1977. С. 43-53.
- Жукинский В.Н.** Використання методів гідроекологічних досліджень при комплексній оцінці стану поверхневих вод // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/ Ред. В.Д.Романенко. К.: Логос. 2006. С.376-400.
- Кампа Э.**, Уорд Д., Лейпранд А. Сближение с водной политикой Европейского союза (ЕС). Краткий путеводитель по Европейской политике добрососедства и России. Берлин: ECOLOGIC, 2008. 28 с.
- Научные** основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Л. : Гидрометеиздат, 1977. с. 46—74.
- Оксюк О.П.**, Жукинский В.Н. Экологические нормативы качества воды р. Рось // Гидробиол. журн. 1999. Т.35, №6. С.16–22.
- Шутиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.** Количественная гидроэкология М.:Наука, 2005. Кн.1. 281 с.
- Directive 2000/60/EC** of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the community action in the field of water policy// <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework>
- Guidance** Document No 4. Identification and designation of heavily modified and artificial water bodies produced by Working Group 2.2 HMWB. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 108 p.
- Protasov A.A.**, Sylaieva A. A., Novoselova T.N. Assessment of ecological potential: the search of constructive approaches/ Ocena potencjalu ekologicznego: poszukiwanie konstruktywnych podejsc // Ochrona i rekultiwacja jezior. Torun: Wyd. Naukowe w Toruniu, 2019. p. 87-99.
- Protasov A.A.** Several aspects of application and aptimization of EU Water Framework Directive approaches in view of assessment of ecological state of technoecosystem // Hydrobiol. Journ. 2017. V.54. 1.p. 55-68 .DOI: 10.1615/HydrobJ.v54.i1.60
- Tansley A. D.** The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. V. 16. N 4. p. 284-307.

**РОЛЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ УЛУЧШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ВОДЫ И САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ****С.А. Остроумов***Биологический факультет, Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Москва (Россия)***ROLE OF BIODIVERSITY IN ECOLOGICAL PROCESSES FOR IMPROVING WATER
QUALITY AND WATER SELF-PURIFICATION****S. A. Ostroumov***Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow (Russia)*

Накопление знаний в области водной экологии и биологии (напр., [1, 2, 13]) и наши экспериментальные работы (напр., [3-12]) привели к необходимости работать над созданием обобщающих положений о функционировании водных экосистем, в том числе в связи с нарастанием дефицита воды хорошего качества (хорошей степени чистоты) в источниках водоснабжения.

Термин «кондиционирование» обычно связывают с кондиционированием воздуха. Но можно говорить и о кондиционировании воды, т.е. о формировании ее полезных качеств. Анализ, проведенный в статье, позволяет более полно увидеть важнейшую роль водных организмов в сохранении водных объектов и источников водоснабжения и водных ресурсов в хорошем или, по крайней мере, удовлетворительном состоянии.

Водопользование и водоподготовка – это крупномасштабные циклы, включающий и технологические, и природные процессы. Начальные или предварительные стадии водоподготовки протекают в природных водных объектах - водоемах, водотоках и экосистемах, где идет формирование качества воды, используемой далее для питьевых, промышленных и иных целей. Заключительные стадии водоочистки также происходят в природе, т.е. в тех водных объектах, куда сбрасываются использованные воды после прохождения ими той или иной степени очистки в специальных очистных сооружениях. Поэтому понимание природных механизмов формирования качества воды, ее очищения и кондиционирования имеет большое значение для оптимальной организации всего цикла водопользования в широком смысле слова.

Ранее нами был опубликован цикл статей и книг, которые сформулировали теорию мультифункциональной роли биоразнообразия в экологических процессах улучшения качества воды и самоочищения воды (water self-purification), – иными словами, теорию биомеханизмов (biomachinery) самоочищения воды (напр., [3-12, 14, 16, 18, 19]).

Цель этой публикации – кратко суммировать ряд этих и других публикаций автора на тему самоочищения воды. Эта работа написана на их основе.

ФЕНОМЕН САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ И МЕСТО БИОТЫ В НЕМ

Для формирования качества воды, ее очищения в водных экосистемах важны физические, химические и биотические процессы [1-3, 7, 13, 15, 16]. Как выявил наш анализ, проведенный в предыдущих работах автором, многие из физических и химических процессов регулируются биологическими факторами или в определенной мере подвержены их воздействию. Например, масштабы сорбции загрязняющих веществ оседающими частицами взвесей зависят от концентрации клеток фитопланктона. Еще один пример: фотохимические процессы разрушения веществ протекают при условии прозрачности воды, а прозрачность обеспечивается фильтрационной активностью гидробионтов. Таким образом, биотические процессы и факторы находятся в центре всего механизма самоочищения воды.

В самоочищении водных экосистем и формировании качества воды участвуют микроорганизмы, фитопланктон, высшие растения, беспозвоночные животные, рыбы. Важно, что каждая из этих групп организмов вовлечена в несколько процессов системы самоочищения. Эти группы организмов равным образом важны для нормального протекания процессов са-

моочищения. Большие списки процессов самоочищения, систематизированные и разбитые на блоки, были составлены и опубликованы нами ранее [7, 14, 16, 18, 19].

ПРОЦЕССЫ И ТИПЫ МЕХАНИЗМОВ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ

По мнению автора [16], необходимо выделить три основных типа механизмов самоочищения водных экосистем:

- (1) фильтрационная активность, или фильтры (filters) [7, 14];
- (2) механизмы переноса, перекачивания химических веществ из одной экологической среды в другую - кратко говоря, насосы (pumps);
- (3) расщепление молекул загрязняющих веществ – кратко говоря, мельницы (mills) [16].

К этим трем типам механизмов, на основе наших последних работ, мы считаем целесообразным добавить четвертый тип механизмов, а именно процессы сорбции загрязняющих веществ (поллютантов) организмами и веществами биогенной природы – кратко говоря, сорбенты. На основе проведенного нами анализа [3-12, 14, 16] мы предлагаем выделять в составе первых трех типов механизмов следующие компоненты.

Механизмы фильтров – так мы называем большой комплекс процессов и факторов, который включает в себя следующее:

- (а) совокупность беспозвоночных гидробионтов-фильтраторов (filter-feeders);
- (б) сообщества высших водных растений (макрофитов, macrophytes), которые задерживают часть биогенов (азот, фосфор) и загрязняющих веществ, поступающих в экосистему с прилегающей территории;
- (в) бентос, задерживающий и поглощающий часть биогенов (nutrients) и поллютантов, мигрирующих на границе раздела вода/донные осадки;
- (г) микроорганизмы, сорбированные на взвешенных частицах, перемещающихся относительно водной массы вследствие гравитационного оседания частиц под действием сил тяжести; в результате водная масса и микроорганизмы перемещаются относительно друг друга, что эквивалентно ситуации, когда вода профильтровывается через зернистый субстрат с прикрепленными (attached) микроорганизмами; последние извлекают из воды растворенные органические вещества и биогены [7, 16].

Механизмы переноса [16] включают в себя :

- (а) функциональный насос, обеспечивающий перемещение части поллютантов из водной толщи в атмосферу – испарение;
- (б) функциональный насос, определяющий перемещение части биогенов (nutrients) из воды на территорию окружающих наземных экосистем – совокупность миграционных процессов в связи с вылетом из воды взрослой стадии (имаго) тех насекомых, у которых личиночная стадия была проведена в воде;
- (в) аналогичный функциональный насос, перемещающий часть биогенов из воды на территорию окружающих наземных экосистем – в связи с питанием рыбадных (piscivore) птиц гидробионтами (прежде всего рыбой); при питании рыбадные птицы изымают биомассу рыб из водной экосистемы и тем самым выносят из воды биогенные элементы, содержащиеся в этой биомассе, поскольку эти птицы гнездятся на территории, окружающей водоем или водоток [16].

К механизмам расщепления загрязняющих веществ (мельницам [16]), в соответствии с предлагаемой автором теорией, относятся:

- (а) мельница внутриклеточных ферментативных процессов;
- (б) мельница внеклеточных ферментов, находящихся в водной среде;
- (в) мельница фотохимических процессов, сенсibiliзированных веществами биологического происхождения;
- (г) мельница свободно-радикальных процессов с участием лигандов биологического происхождения [7].

В процессах расщепления, разрушения, дегградации (биодегградации) загрязняющих веществ большую роль играют микроорганизмы. Роль микроорганизмов в самоочищении

воды ни в коей мере нельзя недооценивать – так же, как и роль других групп водных организмов. Более подробно роль микроорганизмов в самоочищении мы рассмотрели в работе [19].

Наши публикации по вопросам самоочищения воды, которые рассматривали вышеупомянутые процессы, были с интересом восприняты научным сообществом и цитировались в работах ученых Италии, Бельгии, США и других стран.

Рассмотрим теперь вопросы сорбции (sorption) и биосорбции (biosorption) загрязняющих и токсичных веществ в водных экосистемах. Существенным результатом такой сорбции является иммобилизация сорбированных веществ. В итоге они становятся менее доступными для взаимодействия с живыми организмами, находящимися в водной среде. Это означает, что уменьшаются возможности для токсического проявления этих веществ.

С экологической точки зрения, автор предлагает выделять несколько типов сорбции и биосорбции. Для классификации этих типов полезно отметить, что для самоочищения воды важно, что в результате сорбции и биосорбции происходит иммобилизация загрязняющих и токсичных веществ. Можно выделить три типа иммобилизации: 1) иммобилизация на частицах взвешенного органического вещества (частицы детрита и клетки планктона); 2) иммобилизация на частицах органического вещества донных осадков; 3) иммобилизация на биомассе и мортмассе высших водных растений.

Вопросы иммобилизации токсичных веществ были изучены нами на примере сорбции и биосорбции ряда химических элементов, в том числе тяжелых металлов.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МЕХАНИЗМОВ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ

Для энергообеспечения биотических процессов самоочищения используются такие источники энергии, как:

- (а) фотосинтез;
- (б) окисление автохтонной (autochthonous) органики (т. е. органического вещества, образуемого внутри водной экосистемы автотрофными организмами);
- (в) окисление аллохтонной (allochthonous) органики (т. е. того органического вещества, которое попадает в воду извне - например, при смыве воды и частиц почвы с окружающей водоем территории);
- (г) другие окислительно-восстановительные реакции (redox reactions).

Таким образом, задействованы практически все доступные источники энергии. Часть энергообеспечения идет за счет окисления тех самых компонентов (растворенное и взвешенное органическое вещество, dissolved organic matter, suspended organic matter), от которых система избавляется. Иными словами, энергетика процессов самоочищения напоминает энергосберегающие технологии [16].

АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Автор провел многочисленные опыты по воздействию потенциальных загрязняющих веществ - на конкретных примерах поверхностно-активных веществ (например, мы изучали катионный ПАВ [surfactant] триметиламмоний бромид (tetradecyltrimethylammonium bromide) и синтетических моющих средств на водных беспозвоночных (моллюсков, коловраток, дафний). Эти опыты показали, что процессы фильтрации воды беспозвоночными животными ингибировались при воздействии сублетальных концентраций антропогенных поллютантов, а именно, ПАВ и ПАВ-содержащих смесевых препаратов. Есть указания на аналогичное действие и других поллютантов на моллюсков и фильтраторов зоопланктона [7]. Это свидетельствует об опасности снижения эффективности механизма самоочищения воды в условиях антропогенных воздействий на водные экосистемы [7, 11, 14, 16]. Большой объем полученных нами в экспериментах новых фактов о негативном воздействии химических загрязняющих веществ на организмы, участвующие в очищении воды, суммирован в [7, 18, 19]. Дополнительные важные вопросы, включая проблемы саморегуляции и надежности системы самоочищения воды, изложены в других наших публикациях ([16, 19] и др.).

ВЫВОДЫ

Используя изложенную теорию и данные нашей экспериментальной работы [18, 19] и других публикаций, можно сформулировать выводы и рекомендации, важные для оптималь-

ного управления водными ресурсами и сохранения водно-биологических ресурсов [17]. Можем сформулировать следующие главные выводы, которые получены или акцентированы в результате научных исследований автора:

(1) Самоочищение воды является одной из важнейших услуг водных экосистем (water ecosystem services). Именно эта функция водных экосистем является одной из самых полезных для человека и устойчивого социально-экономического развития общества.

(2) Необходимым элементом природоохранной стратегии должно быть сохранение самоочистительного потенциала водоемов и водотоков.

(3) Необходимо сохранять все или почти все разнообразие водных организмов в экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алимов А.Ф.* Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. *Алимов А.Ф.* Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
3. *Остроумов С.А.* Введение в биохимическую экологию. М.: Изд-во МГУ, 1986. 176 с.
4. *Остроумов С.А.* Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды // Доклады РАН (ДАН). 2000. Т. 374, №3. С. 427-429. <https://www.researchgate.net/publication/265382167>;
5. *Остроумов С.А.* Ингибиторный анализ регуляторных взаимодействий в трофических цепях // Доклады РАН (ДАН). 2000. Т. 375, №6. С. 847-849.
6. *Остроумов С.А.* Концепция водной биоты как лабильного и уязвимого звена системы самоочищения воды // Доклады РАН (ДАН). 2000. Т. 372, №2. С. 279-282.
7. *Остроумов С.А.* Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы. М.: МАКС-Пресс, 2001, 334 с.
8. *Остроумов С.А.* Синэкологические основы решения проблемы эвтрофирования // Доклады РАН (ДАН). 2001. Т. 381, №5. С. 709-712.
9. *Остроумов С.А.* Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах // Доклады РАН (ДАН). 2002. Т. 382, №1. С. 138-141.
10. *Остроумов С.А.* Система принципов для сохранения биогеоценотической функции и биоразнообразия фильтраторов // Доклады РАН (ДАН). 2002. Т. 383, №5. С. 710-713.
11. *Остроумов С.А.* Идентификация нового вида опасности химических веществ: ингибирование процессов экологической ремедиации // Доклады РАН (ДАН). 2002. Т. 385, №4, с. 571-573. <https://www.researchgate.net/publication/303372760>;
12. *Остроумов С.А.* О функциях живого вещества в биосфере // Вестник РАН. 2003. Т. 73, №3, С. 232-238.
13. *Суценыя Л.М.* Количественные закономерности питания ракообразных. Минск: Наука и техника, 1975. 208 с.
14. *Ostroumov S.A.* Inhibitory analysis of top-down control: new keys to studying eutrophication, algal blooms, and water self-purification // Hydrobiologia. 2002. Vol. 469, P. 117-129.
15. *Wetzel R.G.* Limnology: Lake and River Ecosystems. San Diego: Academic Press, 2001. 1006 p.
16. *Остроумов С.А.* О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории // Доклады РАН (ДАН). 2004. Т. 396, №1. С. 136-141. <https://www.researchgate.net/publication/265294672>;
17. *Хамитов Р.З., Остроумов С.А.* О некоторых задачах в области сохранения водных ресурсов, управления ими и создания научных основ и научно-организационных предпосылок для их устойчивого использования. // Водные экосистемы и организмы. 2004. Т. 7, С. 94.
18. *Ostroumov S.A.* Biological effects of surfactants. CRC Press, Taylor & Francis. Boca Raton, London, New York. 2006. 279 p.
19. *Остроумов С.А.* Гидробионты в самоочищении вод. М.: МАКС-Пресс. 2008. 200 с.

МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ

А.В. Рахуба

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

MONITORING AND MODELING THE DEVELOPMENT OF PHYTOPLANKTON IN THE RESERVOIR

A.V. Rakhuba

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Во многих пресноводных водоемах мира антропогенное эвтрофирование становится одной из наиболее актуальных проблем охраны водных ресурсов. Усиленный рост первичной продуктивности водоемов в результате обогащения их биогенными элементами, главным образом фосфором, сопровождается ухудшением качества воды, увеличением содержания органических и токсических веществ. Особенно остро проблема «цветения» воды стоит на всех водохранилищах Волжского каскада.

Необходимость решения проблемы массового «цветения» воды в водоемах стимулирует исследователей все больше использовать методы математического моделирования (Домбровский, 1990; Йоргенсен, 1985; Рахуба, 2007; Straskraba M, 1985). Модельные эксперименты дают возможность не только лучше понять функционирование экосистемы в целом, но и прогнозировать аномальное развитие фитопланктона. Даже в краткосрочной перспективе (несколько дней) прогноз биомассы сине-зеленых водорослей позволяет оптимизировать работу систем водоочистки и улучшить качество питьевой воды.

В данной работе разработана одномерная (по вертикали) численная модель весенне-летней динамики фитопланктона приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища. Биомасса фитопланктона в модели представлена концентрацией хлорофилла «а». Верификация модели и модельные расчеты осуществлялись на основе данных натуральных наблюдений (рис. 1), полученных в районе левобережной части (г. Тольятти) приплотинной акватории Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2012 г.

Сезонная динамика развития фитопланктона в Куйбышевском водохранилище

Результаты наблюдений за вертикальным распределением гидрохимических показателей в водной толще водохранилища показывают, что сезонный ход температуры воды (T), содержание минерального фосфора и ветровые течения являются основными факторами, обуславливающими многопиковую динамику развития фитопланктона. В вегетационный сезон 2012 года в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища наблюдалось четыре пика «цветения». Из-за теплой погоды весной первый пик был образован диатомовыми водорослями и пришелся на последнюю декаду мая. Максимальное значение хлорофилла «а» было отмечено в пятиметровом слое воды и составило 58,7 мкг/л (рис. 1а). Содержание общего ($P_{\text{общ}}$) и минерального ($P_{\text{мин}}$) фосфора снизилось до 30-36 мкг/л и 5-25 мкг/л соответственно (рис. 1в и рис. 1г). Верхний слой воды прогрелся до 19,5 °С, придонный слой – до 10,7 °С (рис. 1б).

Второй всплеск развития фитопланктона пришелся на первую половину июня. Он был сформирован ростом преимущественно диатомовых и появляющихся сине-зеленых водорослей. Пиковая величина хлорофилла «а» составила 32,2 мкг/л, температура воды на поверхности и дне - 20,5 °С и 16,7°С, содержание $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{мин}}$ - 36-42 мкг/л и 9-17 мкг/л (рис. 1).

К середине июля вода на поверхности прогрелась до 25,6 °С, на дне – до 20,0 °С, что спровоцировало продолжительный рост сине-зеленых водорослей. Максимальное значение хлорофилла «а» на третьем пике «цветения» составило 56,8 мкг/л, содержание $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{мин}}$ снизилось до минимальных значений – 15-22 мкг/л и 0-14 мкг/л (рис. 1).

Последний пик «цветения» фитопланктона пришелся на начало августа. На этот момент водная толща максимально прогрелась на поверхности до 25,2 °С и на дне – до 21,9 °С. Концентрация хлорофилла «а» достигла значения 43,7 мкг/л, содержание $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{мин}}$ – 18-35 мкг/л и 0-5 мкг/л (рис. 1).

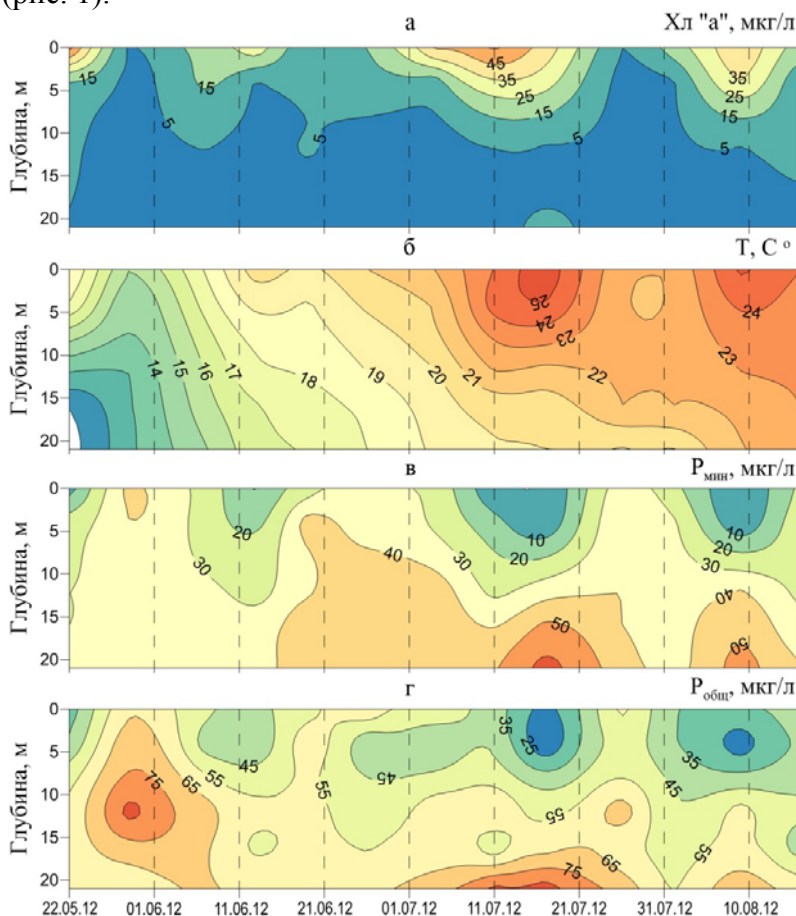


Рис. 1. Распределение Хл «а» (а), Т°С (б), PO_4 (в), $P_{\text{общ}}$ (г) на рейдовой вертикали в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища за время наблюдений 2012 г.

В течение всего вегетационного периода стояла теплая и практически безветренная погода. Максимальная температура воды наблюдалась в июле и августе (25,6 °С). При сложившихся благоприятных гидрометеорологических условиях в весенне-летний период 2012 года уровень продуктивности фитопланктона лимитировался, прежде всего, концентрацией в воде $P_{\text{мин}}$, дефицит которого наблюдался лишь в верхних слоях водохранилища.

Численное моделирование развития фитопланктона

Моделирование сезонной динамики биомассы фитопланктона осуществлялись с использованием программного комплекса «ВОЛНА (Рахуба, 2007; Рахуба, 2017). Уравнения модели для расчета имеют следующий вид:

$$\frac{\partial B}{\partial t} + (w \pm v) \frac{\partial B}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial B}{\partial z} + B\mu, \quad (1)$$

$$K_z \frac{\partial B}{\partial z} = -\overline{w'B'}, \quad (2)$$

$$\mu = \mu_{\text{max}} \left[\left(\frac{I_z}{I_{\text{opt}}} \exp\left(1 - \frac{I_z}{I_{\text{opt}}}\right) \right) \cdot \frac{P_z}{P_z + P_{\text{п}}} \cdot \exp(-a_p(T_z - T_{\text{opt}})^2) \right] - \varphi - k_{\text{с}}, \quad (3)$$

$$I_z = I_0 \exp(-\alpha \cdot z), \quad (4)$$

$$\varphi = \varphi_m \cdot \exp(a_c(T_z - T_{\text{opt}})), \quad (5)$$

$$k_{\text{с}} = \frac{Q}{V}, \quad (6)$$

где B – концентрация хлорофилла «а» (биомасса фитопланктона), мкг/л; t – координата по времени, сут; μ – удельная скорость роста фитопланктона, сут⁻¹; μ_{max} – максимальная удельная скорость роста фитопланктона, сут⁻¹; w – вертикальная составляющая скорости потока, м/с; v – скорость опускания (поднятия) клеток фитопланктона, м/с; K_z – коэффициент турбулентной вязкости воды, м²/с; $w'B'$ – пульсационный турбулентный поток фитопланктона, г/(с·м²); I_0 – средний за день световой поток на поверхности воды, Вт/м²; I_{opt} – оптимальная для фотосинтеза освещенность, Вт/м²; I_z – освещенность на глубине z , Вт/м²; α – коэффициент ослабления освещенности с глубиной, м⁻¹; P_z – концентрация фосфатов в воде, мг/л; P_{II} – константа полунасыщения для фосфатов, мг/л; T_z – температура воды на глубине z , °С; T_{opt} – оптимальная для роста водорослей температура, °С; a_c , a_p – эмпирические коэффициенты; φ – убыль клеток фитопланктона, сут⁻¹; φ_m – удельная скорость выедания и смертности фитопланктона, сут⁻¹; k_e – коэффициент выноса фитопланктона за пределы водоема в результате водообмена, сут⁻¹; Q – расход воды в замыкающем створе (на ГЭС), м³/сут; V – объем водохранилища, м³.

Модельное дифференциальное уравнение (1) решалось способом конечно-разностной аппроксимации по неявной численной схеме (Марчук, 1989) с временным шагом $\Delta t=1$ сут и шагом по глубине $\Delta z=1$ м. Ось z направлена вертикально вниз с началом координат на поверхности воды. Изменения условий среды в выражениях (3) и (5) задавались вертикальными распределениями температуры воды T_z (рис. 1б), минерального фосфора P_z (рис. 1в) и солнечной радиации I_z . Уменьшение солнечной радиации I_z с глубиной рассчитывалось по формуле (4) (Домбровский, 1990; Северо-Западная часть..., 2006), где I_0 задавалось исходя из ежедневных наблюдений. С учетом данных натуральных наблюдений, полученных на Куйбышевском водохранилище, для модельных расчетов в качестве лимитирующего вещества использовалась концентрация в воде минерального фосфора. Температурная зависимость скорости роста и выедания фитопланктона зоопланктоном определялась согласно формулам, приведенным в (Северо-Западная часть..., 2006). Вертикальная компонента скорости w задавалась в пределах 0,01-0,04 м/с в зависимости от ветровых условий.

Модельный анализ изменчивости скорости роста водорослей на водохранилище показывает, что темп прироста биомассы фитопланктона определяется температурными колебаниями в фотической зоне, которые связаны со сменой погодных условий. Вместе с этим, сезонные вспышки «цветения» воды регулируются уменьшением и последующим восстановлением концентрации в воде $P_{мин}$ вследствие жизнедеятельности фитопланктона. При благоприятных условиях рост биомассы водорослей сопровождается снижением концентрации $P_{мин}$ в верхних слоях воды практически до нуля. Это, в свою очередь, вызывает его острую нехватку для дальнейшего роста фитопланктона и приводит к последующему спаду его численности. Далее в результате горизонтальной и вертикальной конвекции предшествующий уровень концентрации $P_{мин}$ в водной толще восстанавливается и начинается следующий пик развития фитопланктона (рис. 1а и рис 1в).

Результаты имитационного моделирования роста биомассы фитопланктона в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища представлены на рис. 2. Адекватность разработанной модели оценивалась критерием Тейла (Theil, 1971). Модель удовлетворительно воспроизводит многопиковую динамику развития фитопланктона в течение вегетационного сезона.

Моделирование отклика фитопланктона на снижение фосфорной нагрузки

Ежемесячные данные многолетних гидрохимических наблюдений, полученных в лаборатории мониторинга водных объектов ИЭВБ РАН, показывают, что среднегодовая концентрация $P_{мин}$ составляет 0,07 мг/л (Селезнев, 2008). По нашим оценкам и данным 2-ТП (водхоз) фосфорная нагрузка на Волгу не превышает 9863 тР/год, а доля фосфора от антропогенных источников в Волжском стоке составляет 55%. При возможном благоприятном сценарии снижения сброса фосфора хотя бы на 50% (4932 тР/год), концентрация $P_{мин}$ в Волге снизится на 27% с 0,07 до 0,05 мг/л. Модельный расчет такого сценария показывает, что ре-

акция фитопланктона Куйбышевского водохранилища на изменение фосфорной нагрузки будет достаточно чувствительной и приведет к сглаживанию пиков «цветения» воды (рис. 2).

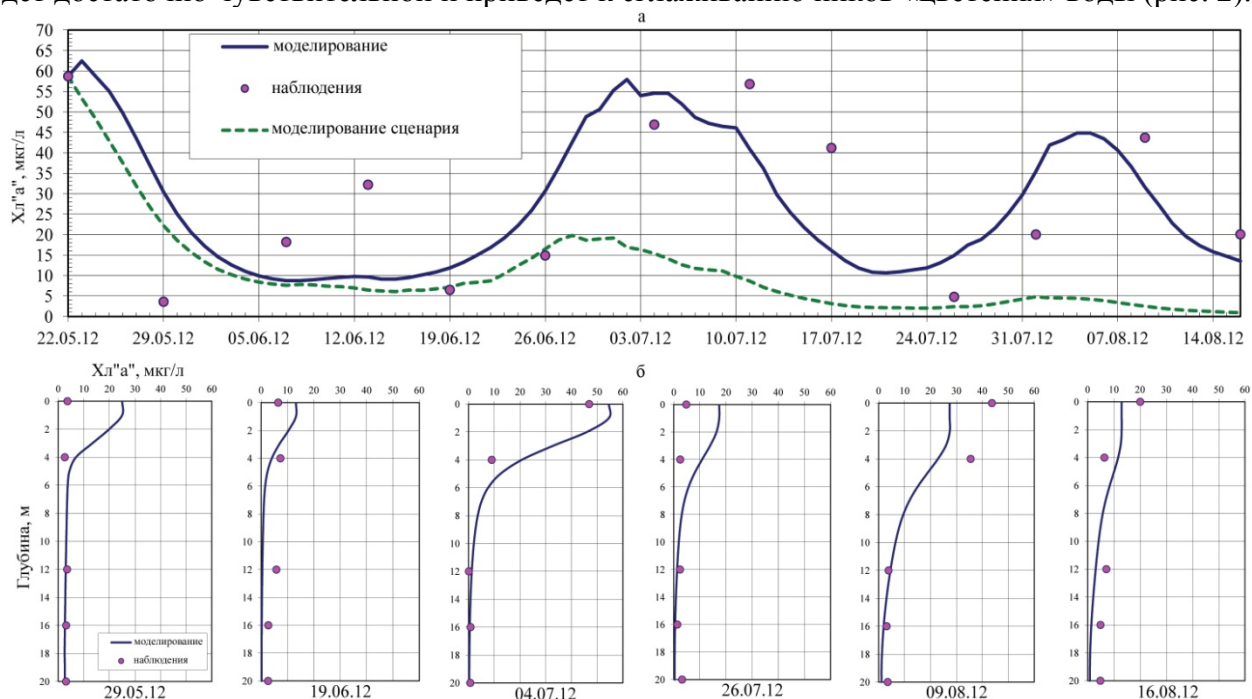


Рис. 2. Сезонная динамика в верхнем слое (а) и вертикальное распределение хлорофилла «а» (б) в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища в 2012 году: точки – данные наблюдений, линия – рассчитанные значения, пунктирная линия – моделирование сценария развития фитопланктона в условиях 50% снижения сброса фосфора в Волжский бассейн.

Таким образом, использование разработанной модели позволило оценить влияние факторов среды на сезонную динамику и рассчитать возможный отклик фитопланктона на снижение фосфорной нагрузки от импактных источников в Волжском бассейне. Вычислительные эксперименты показали, что при двукратном снижении антропогенных сбросов фосфора, можно ожидать трехкратное снижения биомассы сине-зеленых водорослей и, как следствие, улучшения экологического состояния водохранилищ Волги.

ЛИТЕРАТУРА

- Домбровский Ю.А., Ильичев В.Г., Селютин В.В., Сурков Ф.А.** Теоретические и прикладные аспекты моделирования первичной продуктивности водоемов. Ростов: Изд. Ростовского Ун-та, 1990. 176 с.
- Йоргенсен С.Е.** Управление озерными экосистемами. М.: Агропромиздат, 1985. 160 с.
- Марчук Г.И.** Методы вычислительной математики: Учеб. Пособие. М.: Наука, 1989. 608 с.
- Северо-Западная часть Черного моря: биология и экология.** Ответственные ред. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. Киев: Наукова думка, 2006. 633 с.
- Рахуба А.В.** Пространственно-временная изменчивость качества вод Саратовского водохранилища в условиях неустановившегося гидродинамического режима: натурные эксперименты и численное моделирование. Дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2007. 188 с.
- Рахуба А.В.** Опыт использования измерительно-вычислительной системы «Хитон-Волна» в гидроэкологических исследованиях прибрежной акватории г. Тольятти // В сборнике: Экологические проблемы промышленных городов. Сборник 8-й Международной научно-практической конференции. Саратов, 2017. С. 484-488.
- Straskraba M, Gnauck A. Aquatic Ecosystems. Modeling and Simulation.** Amsterdam: Elsevier, 1985. 309 p.
- Theil H.** Applied economic forecasting. Amsterdam. 1971. 256 p.
- Селезнев В.А., Селезнева А.В., Рахуба А.В.** Мониторинг, нормирование и регулирование антропогенного воздействия на Саратовское водохранилище. // Ресурсы экосистем Волжского бассейна. Т.1. Водные экосистемы. Тольятти: ИЭВБ РАН; «Кассандра», 2008. С. 4-19.

**ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ ГИДРОБИОНТОВ
В ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРНОЙ МОДЕЛИ****А.В. Коросов^{1,2}, Н.К. Калинин¹, Е.В. Теканова¹, К.В. Исакова²**¹*Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр РАН"
Институт водных проблем Севера, Петрозаводск (Россия)*²*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск (Россия)***THE STUDY OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR HYDROBIONTS
IN KARELIA WATER BODIES BY BOX MODEL USING****A. V. Korosov^{1,2}, N. M. Kalinkina¹, E. V. Tekanova¹, K. V. Isakova²**¹*Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences
Northern Water Problems Institute, Petrozavodsk (Russia)*²*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk (Russia)*

Возрастание пресса антропогенных (загрязнение) и естественных (глобальное потепление) факторов ведет к изменению качества водной среды, к изменению возможностей для выживания разных групп гидробионтов. Наблюдая угнетение или расцвет популяций водных организмов, необходимо выяснить ведущие причины этих процессов, которыми зачастую являются поступающие в водоем вещества. Воздействие антропогенных и новых природных факторов приводит к эвтрофированию, токсификации, термофикации водных экосистем. В этом ключе формулируется двойственная задача экологических исследований - изучение распространения аллохтонных веществ и выявления пороговых значений, вызывающих изменения биоты. Цель сообщения состоит в том, чтобы рассмотреть эффективность камерного моделирования для реконструкции среды обитания гидробионтов и оценке пороговых концентраций веществ, угнетающих их жизнедеятельность в двух водных системах Карелии.

В воды речной системы Кенти-Кенто (N64.846°, E31.082°) с 1982 г. в возрастающих объемах сбрасывает сточные воды Костомукшский горно-обоганительный комбинат (Лозовик и др., 2001). В первое десятилетие в водоемы поступали около 2 млн. куб. м в год, но с 1994 г. объем возрос в 5–10 раз. Основным токсическим компонентом техногенных вод для планктонных ракообразных является калий (Калинкина и др., 2003). Химический анализ воды показал, что фронт загрязнения довольно быстро продвигался вниз по течению, концентрации загрязняющих веществ во всех озерах возрастали. В имеющихся гидродинамических регрессионных моделях водно-солевого баланса озер (Феоктистов, Сало, 1990) использовались объемы техногенных вод, концентрация калия в техногенных водах и разбавление техногенной воды в озерах за счет естественного притока с водосбора, задаваемого через месячную норму стока, площадь водосборов озер и фоновой концентрации калия в приточных водах. К сожалению, контрольные расчетные оценки по сравнению с эмпирическими были занижены.

В Петрозаводской губе Онежского озера (N61.802°, E34.451°) вследствие потепления климата увеличивается зимний сток, несущий большое количество гумусовых веществ и связанного с ними железа. Химический состав вод Петрозаводской губы объемом 1 куб. км формируется за счет стока р. Шуя (годовой объем 3 куб. км) и нагонных вод с остальной акватории Онежского озера. Главным потенциально негативным компонентом речных вод считается железо (Калинкина и др., 2019), которое поступает с гумусовым веществом и угнетает популяции бентосных животных (Калинкина, Белкина, 2018). Процессы распределения общего железа, общего фосфора и кремния в водах Петрозаводской губы уже изучались (Лозовик и др., 2019), однако при этом не учитывались процессы оседания этих веществ на дно. Гидродинамические модели для этой акватории также строились, но либо детально рассматривали процессы в небольших зонах акватории размером 2-5 кв. км (Пальшин, 1999), либо напротив, такие описания выполнены на мелкомасштабной модели для всей акватории Онежского озера (Меншуткин и др., 2015).

Для детальной реконструкции распределения загрязнителя по всей акватории водных систем за весь период наблюдений нами использовался иной подход – имитационное моделирование на основе камерной модели (Коросов, 2002; Калинкина, Коросов, 2015; Коросов и др., 2019).

Камерная модель интересна тем, что представляет процессы распространения веществ в биосистеме безотносительно от механизма их переноса (Безель, 1987). В подобной модели для водной системы нет места описанию водообмена. Когда есть уверенность в том, что процессы поступления, перемешивания и стока воды в данный отрезок времени осуществляются типично, то нет необходимости в описании гидродинамики этих процессов, достаточно рассмотреть только ее результат - пространственный перенос растворенных в воде веществ. Модель оперирует только объемом воды водных объектов, значениями концентраций и общим содержанием веществ в них на каждом шагу «жизни» модели. Продолжительность модельного шага определяется в основном теорией рассматриваемых процессов и объемом эмпирических данных. В наших примерах для озерно-речной системы Кенти-Кенто шагом был принят год, для Петрозаводской губы - месяц. Продолжительность периода наблюдений в обоих случаях - 20 лет.

Смысл подобного моделирования состоит в определении коэффициентов переноса, которые задают объемы переноса вещества между камерами (озерами или частями акватории озера) и которые позволяют рассчитать ожидаемые концентрации веществ в любой камере на любом временном шаге. Оценка параметров модели (коэффициентов переноса) осуществляется в процессе минимизации функции невязки (суммарной разницы между модельными расчетами и эмпирическими данными). Для этого использованы специальные функции пакетов Excel и R.

В отличие от регрессионного анализа, имитационные камерные модели, во-первых, легко реконструируют нелинейные процессы и, во-вторых, могут опираться на очень небольшой и фрагментированный массив эмпирических данных. Необходимые статистические оценки для модельных параметров могут быть получены в результате рандомизации (Шитиков, 2012). В отличие от математических моделей (в форме дифференциальных уравнений), для эколога камерные модели гораздо понятнее; к тому же при обязательной настройке параметров математической модели по эмпирическим данным они принимают дискретную форму, неотличимую от камерной модели.

Камерная модель состоит из серии сообщающихся камер. Для наших объектов использованы конструкции однонаправленного перераспределения вещества - вниз по течению реки и от вершины – к горлу залива (рис. 1).

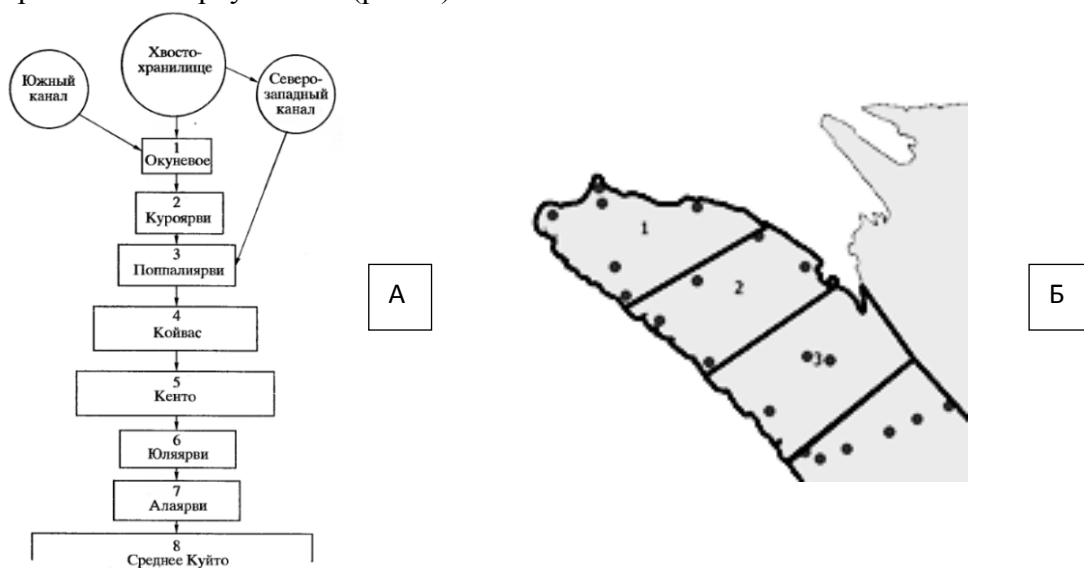


Рис. 1. Семь камер речной системы разного объема (А) и три камеры озерной системы равного объема (Б); стрелками показано направление переноса вещества

Водная система составлена из нескольких стереотипных камер, кроме того, представлен источник загрязнения и водный объект окончательного стока. Для разных камер имеются эмпирические данные по концентрациям веществ, но лишь для некоторых временных шагов. Модели используют многолетние данные, поэтому почти для каждой камеры хотя бы в какой-то год (месяц) имеются оценки концентрации веществ. Заполненность двумерных таблиц данными (по осям время-пространство) составляет для речной системы около 50%, для озера – около 20%.

В модели каждая камера в каждый момент времени имеет следующие характеристики: объем, концентрация вещества. Объем стока в первую камеру известен как эмпирическое значение. Для каждой следующей отдельной камеры на каждом шаге модели рассчитываются следующие потоки вещества: поступление, сток, оседание (оседание, испарение, связывание). Объем поступления вещества задает коэффициент переноса вещества из предыдущей камеры. Объем стока задает коэффициент переноса вещества из данной камеры. Объем исчезновения (оседания) задает коэффициент оседания, который одинаков для всех камер. Коэффициент переноса одинаков для всех камер в данный отрезок времени (рис. 2.). Значения коэффициентов переноса и оседания исходно не известны (от 0 до 1) и настраиваются в процессе подгонки модели (минимизация функции невязки).

Чисто технологически расчет модели состоит в следующем. На каждом шаге модели воды с веществом в каком-то объеме поступают из предыдущей камеры — в текущую, количество вещества в этой камере суммируется с поступившим. Далее с помощью коэффициента оседания рассчитывается объем оседающего вещества, который вычитается из общего содержания в камере. После этого с помощью коэффициента переноса рассчитывается количество вещества, которое будет вынесено в следующую камеру, это число также вычитается из общего объема вещества в данной камере.

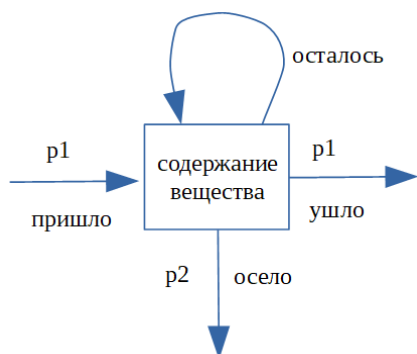


Рис. 2. Отдельная камера с потоками веществ, заданными коэффициентами переноса (p_1) и оседания (p_2)

Жесткость модели определяется тем, как соотносятся между собой коэффициенты переноса. В модели распределения вещества в озерно-речной системе Кенти-Кенто в качестве камер были выбраны отдельные озера, имеющие разный объем. Соответственно, коэффициенты выноса вещества не могли быть одинаковы и настраивались в модели порознь. В модели распространения веществ по акватории Петрозаводской губы Онежского озера были взяты камеры одинакового размера, что позволило взять одинаковыми коэффициенты переноса для всех камер в данный сезон.

Всего в модели системы Кенти-Кенто настраивали 7 констант переноса; поскольку калий не оседает и почти не утилизируется, коэффициенты оседания брали нулевыми. В модели распределения железа по акватории Петрозаводской губы рассматривали два типа моделей. В одном настраивали 1 общую константу оседания, 1 константу переноса для лета (июнь-октябрь) и 1 константу переноса для зимы (ноябрь-май), поскольку летом существенное влияние оказывает ветровой нагон водных масс и перемешивание, а зимой из-за льда эти процессы отсутствуют. Во второй конструкции добавили еще 1 константу переноса для весеннего периода (июнь), чтобы учесть резкое ускорения водообмена после исчезновения термобара.

В результате моделирования переноса калия по озерно-речной системе Кенти-Кенто были рассчитаны годовые коэффициенты переноса калия между всеми озерами (от 0.58 до

0.99) и восстановлены точные концентрации иона во всех озерах (рис. 3.). Значения констант переноса оказались строго пропорциональными периоду условного водообмена (с корреляцией 0.95).

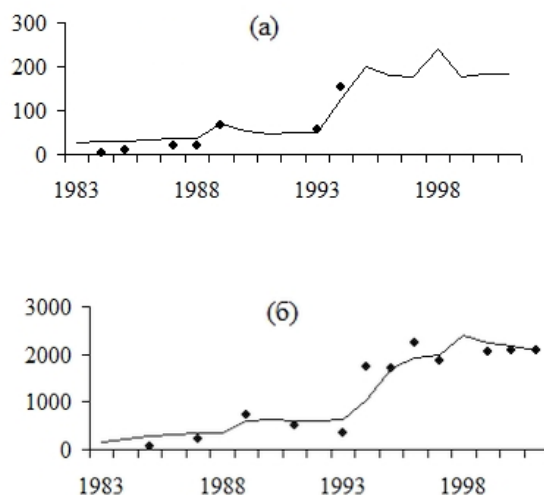


Рис. 3. Содержание калия (тонны) в озерах системы р. Кенти в 1983–2001 гг.; а – оз. Куроярви; в – оз. Поппалярви (точки – эмпирические данные; линии – расчетные значения)

Модель позволила соотнести полученные характеристики воды с состоянием популяций зоопланктона. Угнетающее действие калия выражает коэффициент корреляции между его концентрацией в разных озерах и численностью планктонных рачков *Eudiaptomus gracilis* Sars. (экз./куб.м) $r = -0.79$ ($p < 0.05$). В трех первых озерах системы Кенти-Кенто рачок полностью вымер, что позволило рассчитать критическую для популяции концентрацию ионов калия - 47 мг/л (с учетом ошибки - 32–69). Эта величина оказалась очень близка к экспериментально определенной среднесмертельной для рачка концентрации калия - 70 мг/л (50–80), что свидетельствует о наличии у популяции существенных компенсаторных механизмов, позволяющих существовать даже в условиях острого токсического воздействия (Калинкина и др., 2005). Камерная модель полностью выполнила поставленные перед ней задачи - объяснила смысл ее параметров и реконструировала картину загрязнения.

Результаты моделирования переноса речного железа по акватории Петрозаводской губы представлены в виде двух основных вариантов. В первом варианте оценивались три параметра – коэффициент зимнего переноса, коэффициент летнего переноса, внесезонный коэффициент оседания. Настройка модели по эмпирическим данным выполнялась многократно посредством рандомизации исходных данных (по 60% значений от исходного объема); были получены следующие модальные оценки коэффициентов переноса: 0.327, 0.193, 0.177 с весьма небольшими значениями стандартного отклонения 0.024, 0.062, 0.012.

При этом расчетные модельные значения концентраций слабо соответствовали к эмпирическим (рис. 4) и были занижены для зимы и завышены для лета.

Для увеличения репрезентативности данных привлекли данные по концентрациям других веществ (фосфора, углекислого газа, взвеси) и выполнили настройку модели одновременно для всех веществ с одинаковыми коэффициентами переноса, но с разными коэффициентами оседания. В целом параметры не изменились, константа переноса зимой составила немного более 30%, летом - около 15%, но средние расчетные оценки объемов железа в камерах повторяли ранее полученную картину.

Не был учтен важный фактор, мешающий модельной линии пройти ближе к эмпирическим оценкам. В результате поисков причин неадекватности модели было выявлено ее противоречие - если вынос речного железа из залива летом ниже, чем зимой, то железо должно в нем накапливаться, однако летние концентрации железа существенно ниже зимних.

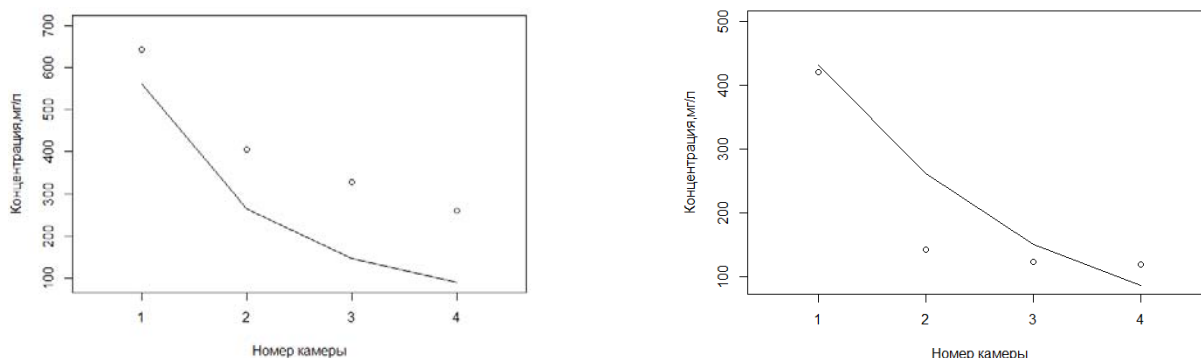


Рис. 4. Средние эмпирические (точки) и рассчитанные в модели-1 (линии) значения содержания железа (т / камеру / месяц) в камерах зимой (А), летом (Б) в 4 камерах Петрозаводской губы

Во второй вариант модели включили дополнительный параметр - коэффициент переноса в поздневесенний период, который должен был символизировать процесс окончания термобара и начало летнего ветрового перемешивания водных масс центрального плеса и Петрозаводской губы. Новые коэффициенты оказались равны для зимы 0.34, для весны 0.66, для лета – 0.04, а средние модельные и эмпирических значения сошлись (рис. 5).

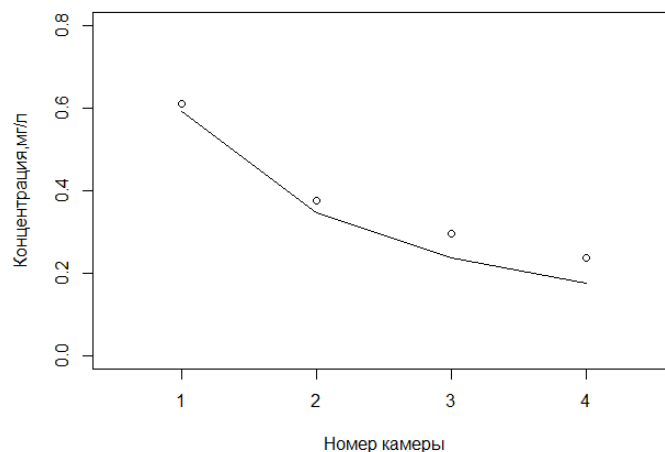


Рис. 5. Средние летние эмпирические (точки) и рассчитанные в модели-2 (линии) значения концентрации железа (мг/л) в 4 камерах Петрозаводской губы

Поскольку в модель включен расчет объемов оседания железа, появилась возможность рассчитать его токсическую нагрузку на бентос и оценить его реакцию. Для каждого участка, где брались пробы бентоса на протяжении периода исследований, были рассчитаны объемы оседания железа в этот период, рассчитаны уравнения регрессии. Оказалось, что при уровне оседания в зимний период 80 т в месяц в камере (или 0.09 г/кв.м в сут.) биомасса амфипод (доминирующая группа) с исходного уровня 15 г/кв.м (2005 г.) снизилась до 0.1 г/кв.м (2015 г.). Аналогичный эффект производят железосодержащие стоки производств в Пенсильвании (США) - при увеличении скорости оседания железа с 0.01 до 3 г/кв.м в сут. биомасса макрозообентоса снижалась с уровня 14 г/кв.м до 0.1-1.5 г/кв.м (Letterman, Mitsch, 1970). Полученные нами оценки укладываются в этот диапазон, что свидетельствует о существенном токсическом воздействии современных концентраций накопленного на дне железа на зообентос Петрозаводской губы. Камерная модель полностью выполнила поставленные перед ней задачи - объяснила смысл ее параметров, реконструировала картину многолетней динамики распространения железа в заливе и позволила выявить пороговые значения железа для существования бентоса.

Простые по конструкции камерные имитационные модели помогают находить ответы на сложные экологические вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

- Безель В. С.* Популяционная экотоксикология млекопитающих. М.: Наука, 1987. 130 с.
- Калинкина Н. М., Белкина Н. А.* Динамика состояния бентосных сообществ и химического состава донных отложений Онежского озера в условиях действия антропогенных и природных факторов // Принципы экологии. 2018. № 2. С. 56—74.
- Калинкина Н. М., Коросов А. В.* Имитационная модель распространения загрязняющих веществ в водоемах, подверженных воздействию горнорудного производства // Принципы экологии. 2015. № 3. С. 40—59.
- Калинкина Н. М., Коросов А. В., Морозов А. К.* Оценка критических уровней минерального загрязнения речной системы с использованием имитационного моделирования // Экология. 2005. № 6. С. 477-480.
- Калинкина Н. М., Куликова Т. П., Морозов А. К., Власова Л. И.* Причины техногенного изменения сообщества пресноводного зоопланктона // Известия АН. Серия Биологическая. 2003. № 6. С. 747–753.
- Калинкина Н. М., Теканова Е. В., Сабылина А. В., Рыжаков А. В.* Изменения гидрохимического режима Онежского озера с начала 1990-х годов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 1. С. 62–72.
- Калинкина Н. М., Филатов Н. Н., Теканова Е. В., Балаганский А. Ф.* Многолетняя динамика стока железа и фосфора в Онежское озеро с водами р. Шуя в условиях климатических изменений // Региональная экология. 2018. № 2 (52). С. 7-15
- Коросов А. В.* Имитация экологических объектов в среде Excel // Экология. 2002. № 2. С. 144-146.
- Коросов А. В., Калинкина Н. М., Теканова Е. В., Рыжаков А. В.* Закономерности распределения поступившего с речным стоком железа в Петрозаводской губе Онежского озера // Региональная экология. 2019. № 1 (55). С. 13-24.
- Лозовик П. А., Зобков М. Б., Бородулина Г. С., Токарев И. В.* Оценка внешнего водообмена заливов озер по химическим показателям воды // Водные ресурсы. 2019. Т. 46. № 1. С. 91–101.
- Лозовик П. А., Маркканен С. Л., Морозов А. К., Платонов А. В., Потапова И. Ю., Калмыков М. В., Куринная А. А., Ефременко Н. А.* Поверхностные воды Калевальского района и территории Костомукши в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2001. 168 с.
- Меншуткин В. В., Руховец Л. А., Филатов Н. Н., Баклагин В. Н.* Моделирование экосистемы Онежского озера // Крупнейшие озера-водохранилища Северо-Запада европейской территории России: современное состояние и изменение экосистем при климатических и антропогенных воздействиях. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 175-185.
- Пальшин Н. И.* Термические и гидроинамические процессы в озерах в период ледостава. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1999. 86 с.
- Феоктистов В. М., Сало Ю. А.* Режим эксплуатации хвостохранилища Костомукшского ГОКа. Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 1990. 42 с.
- Шитиков В. К.* Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. 2012. Т. 1. № 1. С. 4–24.
- Letterman R. D., Mitsch W. J.* Impact of mine drainage on a mountain stream in Pennsylvania // Environmental Pollution. 1970. № 1. P. 53–73.

"ПЛАВНИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА": ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ МОРСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПАНИЕЙ

В.А. Жигульский¹, В.Ф. Шуйский¹, Е.Ю. Чебыкина¹, В.А. Фёдоров², В.В. Паничев¹, М.М. Булышева¹, А.А. Успенский³, Т.С. Былина¹, А.М. Булышева¹

¹ООО "Эко-Экспресс-Сервис", Санкт-Петербург (Россия)

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург (Россия)

³Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» ("ГосНИОРХ" им. Л.С. Берга"), Санкт-Петербург (Россия)

"THE MACROPHYTE THICKET ECOSYSTEMS IN THE EASTERN GULF OF FINLAND": MARINE ENVIRONMENTAL PROGRAMME MANAGEMENT AND IMPLEMENTATION EXPERIENCE OF A NON-STATE COMPANY

V.A. Zhigulsky¹, V.F. Shuisky¹, E.Y. Chebykina¹, V.A. Fedorov², V.V. Panichev¹, M.M. Bulysheva¹, A.A. Uspenskiy³, T.S. Bylina¹, A.M. Bulysheva¹

¹"Eco-Express-Service" LLC, St. Petersburg (Russia)

²Saint-Petersburg State University, St. Petersburg (Russia)

³National Research Institute of Lake and River Fisheries, St. Petersburg (Russia)

Научно-исследовательская программа "Плавни восточной части Финского залива" разработана, координируется и осуществляется эколого-проектной компанией "Эко-Экспресс-Сервис" с участием специалистов из ведущих научных организаций Санкт-Петербурга. Как известно, заросли макрофитов Невской губы и восточной части Финского залива (традиционно, хотя и не вполне обоснованно называемых "плавнями") играют важную и сложную экологическую роль. Здесь формируются особые экосистемы с высоким биоразнообразием, гнездятся и отдыхают при миграциях водоплавающие и околоводные птицы, происходит нерест и нагул молоди фитофильных видов рыб, идёт активное очищение вод и т.д. (Корелякова, 1997; "Экосистема эстуария реки Невы...", 2008 и др.).

В последние десятилетия в восточной части Финского залива активно ведутся гидростроительные работы: построен Комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), созданы или строятся новые портовые комплексы, возникло множество искусственных земельных участков, сооружены подходные каналы. Кроме того, как старые, так и новые судоходные каналы регулярно углубляются, чтобы их не занесло грунтом.

Все эти гидротехнические работы в той или иной степени вредно влияют на морскую среду вообще и на состояние плавней – в частности. Происходит значительное нарушение морского дна и временное замутнение вод, что ведёт к гибели или угнетению жизнедеятельности и самой водной растительности, и её разнообразного населения. В результате плавни в зоне воздействия гидротехнических работ утрачивают свои важнейшие функции: теряют продуктивность заиленные нерестилища, страдает кормовая база рыб, местные условия становятся непригодными для миграционных стоянок и гнездования птиц, нарушается и механизм самоочищения морских вод (Жигульский и др., 2013; Susloparova e.a, 2014 и др.).

Однако притом создание некоторых гидротехнических сооружений может и стимулировать развитие плавней, создавая пригодные для них субстраты и особые гидрологические условия. Так, создание КЗС изменило местный гидрологический режим и привело к активному разрастанию зарослей макрофитов ("Экосистема эстуария реки Невы...", 2008).

Баланс этих процессов неизвестен. Неясно, в частности, следующее: сокращаются или расширяются в итоге площади зарослей в целом; требуются ли некие инженерные меры для их воссоздания при техногенной утрате; дают ли новые заросли полноценную замену утраченным, полноценно ли выполняют все их экологические функции?

Комплексная научно-исследовательская программа "Плавни восточной части Финского залива" разработана как раз для выяснения закономерностей качественных и количествен-

ных изменений плавней в системе создаваемых и действующих гидротехнических сооружений Невской губы и окрестной акватории. Первоочередными задачами программы являются:

- выявление местоположения наиболее значимых и продуктивных нерестилищ и нерестово-выростных участков фитофильных видов рыб (до настоящего времени такого картирования не проводилось);
- выявление основных мест миграционных стоянок и размножения водоплавающих и околоводных птиц в петербургских плавнях;
- сравнительная оценка абиотических и биотических характеристик разнотипных петербургских плавней;
- выявление и описание основных закономерностей реакции плавней разного возраста на антропогенное воздействие;
- изучение и описание количественных закономерностей влияния КЗС на систему петербургских плавней;
- ранжирование плавней по степени их экологической ценности и устойчивости к воздействиям.

К дальнейшим задачам программы относятся: оценка баланса динамики зарослевых экосистем в этой акватории; определение необходимости и состава мер по их восстановлению; подготовка предложений по соответствующей корректировке нормативной природоохранной базы.

Очевидно, осуществить в настоящее время детальное изучение всех зарослевых участков всего морского побережья Санкт-Петербурга невозможно. Поэтому были выбраны и изучены эталонные участки зарослей ВВР при всех возможных сочетаниях основных градаций значений трёх основных факторов:

- возраст зарослей,
- степень воздействия гидротехнических работ,
- положение относительно КЗС.

Система эталонных зарослевых участков отражает разные сочетания возраста зарослей, уровня воздействия на них и положения относительно КЗС. По возрасту заросли подразделяются на 3 градации:

- возникшие до строительства КЗС ("старые");
- образовавшиеся в ходе строительства КЗС (с 1979 до 2011 гг.) ("средневозрастные");
- появившиеся уже после завершения строительства КЗС ("новые").

По уровню воздействия гидротехнических работ и их последствий – также берутся три градации: "сильное" – в зоне прямого влияния работ или их недавних последствий; "умеренное" (непрямое) и "фоновое".

Наблюдения ведутся ежегодно с августа 2016г. на эталонных участках, каждый площадью около 1 км². Участки охватывают все реальные сочетания трёх градаций возраста и трёх градаций уровня воздействия, причём в двух вариантах – вдали от КЗС и около КЗС. Есть ещё два дополнительных (внесистемных) участка в зарослях с наивысшим разнообразием биоты. Итого – 16 участков (рис. 1).

Комплексный экологический мониторинг выделенных эталонных участков ведётся по единой программе (включающей все ключевые характеристики плавней, определяющие степень их ценности: гидролого-гидрохимические, фитоценологические, орнитологические, ихтиологические, гидробиологические и т.д.) 3 раза в год. Наряду с этим, с применением квадрокоптера ведётся также и количественный учёт плавней разного возраста и состава, определяется занимаемая ими площадь, отслеживаются их сезонные изменения (на участках площадью более 35 км²).

На рисунке 2 приведены примеры результатов дешифрирования ортофотоплана для массива плавней южного берега Невской губы и одного из принадлежащих ему участков (А2а), а также геоботанического профиля данного участка.



Рис. 1. Эталонные участки плавней, наблюдаемые по программе

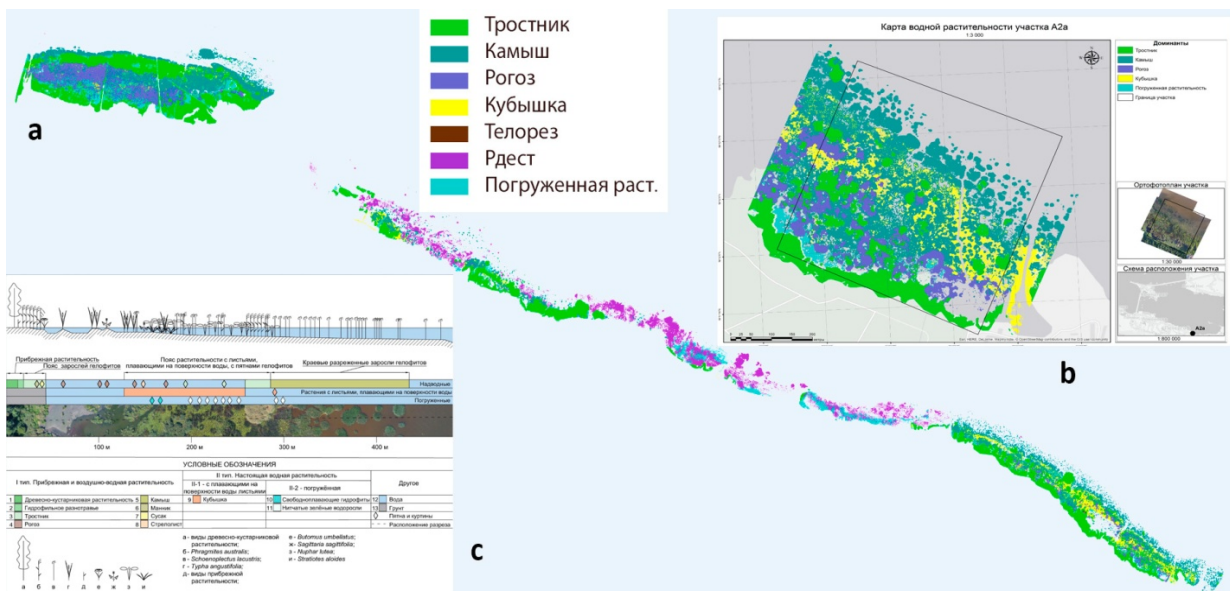


Рис. 2. Карты водной растительности южного берега Невской губы (а) и принадлежащего ему эталонного участка А2а (б) и схема расположения доминирующих группировок на геоботаническом профиле участка А2а (с)

Большинство собранных материалов ещё проходят различные стадии обработки, но уже имеются следующие предварительные результаты. В основном, "старые" заросли – наиболее сложно структурированы. Они самые плотные, с большим проективным покрытием поверхностей воды и грунта. Они стабильны, так как уже заняли весь подходящий биотоп. Проективное покрытие поверхности воды растительностью в "старых" зарослях вдали от КЗС – 39-41%, у КЗС – до 66%. Кроме того, значительную дополнительную часть дна покрывает погруженная растительность покрывает (вдали от КЗС – 3-11%, у КЗС – до 23%). "Средневозрастные" – более просты и динамичны. Они менее плотны, перемежаются прогалами. Продолжают постепенно уплотняться и расширяться. Их проективное покрытие поверхности воды меньше: вдали от КЗС – 14-35%, у КЗС – до 40%. Погруженная растительность здесь также покрывает несколько меньшую дополнительную часть дна: вдали от КЗС – 2-7%, у КЗС – локально до 43%. "Новые" сообщества – просты, одноярусны, заняли пока малую часть биотопа и активно разрастаются. Соответственно,

проективное покрытие поверхности воды у них минимально: вдали от КЗС – от 2 до 12%, у КЗС – до 20%. Дополнительное покрытие дна погруженной растительностью также невелико: вдали от КЗС– 0-10%, у КЗС – локально до 23%. Таким образом, проективное покрытие растительностью поверхностей воды и грунта прямо зависит от возраста зарослей и от близости к КЗС.

Выявлены, картированы и изучены наиболее продуктивные нерестилища фитофильных видов в районе Стрельны (соответствуют условиям эталонного участка А2а), Знаменки (А1а), Бронки (А1с), Лимузи (А2с), в устьевой части бухты у станции Горская и на о-ве Котлин, на северо-западном побережье (А1b), в районе 1-го Северного Форта (В1b, В2b) и на северном побережье к востоку от дамбы КЗС.

Для нереста фитофильных видов рыб оказались наиболее привлекательными "старые" и "средневозрастные" заросли макрофитов. "Средневозрастные" характеризуются большей доступностью внутренней части растительного массива, дают наибольшую нерестовую поверхность и достаточно эффективные убежища для молоди. В более плотных "старых" зарослях в основном используется для нереста лишь периферийная зона. "Новые" разреженные заросли в большей мере используются для нагула молоди рыб.

Установлен ряд закономерностей распределения характеристик нереста и нагула ранней молоди у различных фитофильных видов рыб по зарослям различного возраста, структуры и разного уровня антропогенной нагрузки. Обрабатываются результаты работ по изучению зависимости показателей нереста от состава грунта и характеристик зарослей.

При весенних миграциях водоплавающих и околоводных птиц значительные скопления наблюдались на всех эталонных участках со "старыми" и "средневозрастными" зарослями. В период гнездования – основной "орнитологической ценностью" также обладают "старые" и "средневозрастные" заросли. По некоторым показателям "средневозрастные" заросли даже более предпочтительнее. Они менее плотны и имеют множественные лакуны, что позволяет птицам лучше маневрировать и кормиться. При весенней миграции видовое сходство участков со старыми и средневозрастными зарослями довольно велико, но они резко отличаются от участков с "новыми" зарослями. "Новые" заросли используются птицами минимально. Осенние миграционные стоянки выражены гораздо хуже. Судя по эталонным участкам, общая численность птиц в Невской губе в период осенней миграции 2016-2017гг. на порядок меньше весенней.

Гидротехнические работы и эксплуатация гидротехнических сооружений могут локально значимо влиять на использование зарослей для миграционных стоянок птиц: существенно исказить пространственно-временную динамику формирования миграционных стоянок, снизить их численность в 2-3 раза. Однако КЗС не оказывает негативного влияния на распределение птиц, а наоборот, даёт птицам новые биотопы для миграционных стоянок и гнездования.

По результатам бентологической составляющей программы к настоящему времени в сообществах макрозообентоса эталонных участков обнаружены особи 212 низших идентифицируемых таксонов. Значительную роль в формировании макрозообентоценозов играют состав и структура сообществ макрофитов, которые, в свою очередь, зависят от возраста зарослей и от их местоположения относительно КЗС. Ожидалось, что видовое богатство и разнообразие зарослевых сообществ зообентоса будет находиться в сильной прямой зависимости от возраста зарослей и в обратной – от уровня воздействия ГТР. Однако реальная картина оказалась сложнее. Основные тенденции реакции макрозообентоса разновозрастных зарослей на воздействие ГТР сведены в таблицу.

Показатели видового богатства, разнообразия, обилия макрозообентоса в макрофитных зарослях, возникших в период строительства КЗС, оказываются не меньшими, а часто и более высокими, чем в зарослях более старых, существовавших и до этого строительства. У макрозообентоса более молодых зарослей, возникших в последнее десятилетие, все указанные показатели обычно ещё невелики.

Таблица – Основные тенденции реакции макрозообентоса разновозрастных зарослей на воздействие ГТР

Возраст зарослей	Уровень воздействия (последствия) ГТР		
	Фон	Умеренное воздействие	Сильное прямое воздействие
"Старые"	<ul style="list-style-type: none"> • Видовое богатство и разнообразие – обычно высокие. • Стенобионтных видов сравнительно много. 	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение видового богатства и видового разнообразия за счёт исчезновения и уменьшения показателей обилия наиболее стенобионтных видов. • Рост показателей обилия эврибионтов, индикаторов олиго-β-мезоапробности: <ul style="list-style-type: none"> - моллюски с. <i>Euglesidae</i> (<i>Pisidium amnicum</i> Müll., виды из родов <i>Euglesa</i> и <i>Henslowiana</i>), - олигохеты с. <i>Tubificidae</i> (<i>Spirosperma velutinus</i> Eisen, виды из родов <i>Limnodrilus</i>, <i>Tubifex</i>), - личинки хирономид (<i>Endochironomus dispar</i> Meigen, <i>E. stackelbergi</i> Goetghebuer, <i>Lipiniella arenicola</i> Shilova, <i>Sergentia coracina</i> Zetterstedt и др.). • За счет эврибионтов: <ul style="list-style-type: none"> - эффект стимуляции биомассы бентоса средневозрастных зарослей; - рост показателей видового сходства пространственно разделённых сообществ бентоса данных категорий. 	<ul style="list-style-type: none"> • Дальнейшее уменьшение видового богатства и видового разнообразия. • Эффект стимуляции биомассы бентоса средневозрастных зарослей исчезает: эврибионты в основном также ингибируются.
"Средне-возрастные"	<ul style="list-style-type: none"> • Видовое богатство и разнообразие – обычно высокие, часто максимальные. • Стенобионтных видов сравнительно много. 	<ul style="list-style-type: none"> • Реакция на воздействие сравнительно слаба и не упорядочена. • Эффект стимуляции биомассы умеренным воздействием не проявляется или выражен слабо. 	
"Молодые"	<ul style="list-style-type: none"> • Видовое богатство и разнообразие – обычно сравнительно низкие (но иногда тоже велики). • Стенобионтных видов нет или мало. 		

"Умеренное" воздействие ГТР заметно "стирает" пространственные границы и естественные различия макрозообентоса различных зарослей макрофитов, возникших до начала строительства КЗС или в его процессе, и формирует более однородные сообщества макрозообентоса с обедненным видовым составом, сравнительно низким разнообразием и, иногда, с более высокими показателями обилия. Это обусловлено как лимитированием стенобионтных видов, специфичных для конкретных биотопов, так и более широким распространением эврибионтных видов.

"Сильное" прямое воздействие ГТР существенно угнетает макрозообентос по всем этим показателям.

В целом, по предварительным результатам выполнения программы складывается впечатление, что заросли, возникшие во время строительства КЗС, по основным экологическим функциям уже мало уступают более старым зарослям, а по некоторым даже лидируют. Экологическая роль новых зарослей, возникших после создания КЗС, пока менее существенна, но у них большой потенциал.

Итоги выполнения комплексной научно-исследовательской программы ожидаются по следующим трём направлениям.

1) Научные результаты: познание важных закономерностей динамики плавней и их системной экологии, а также основание комплексного банка соответствующих экологических данных.

2) Экологический мониторинг плавней: создание и доработка отлаженной системы долговременного экологического мониторинга плавней, учитывающего все их основные экологические функции и особенности, а также ведение этого мониторинга и эффективное использование его результатов.

3) Улучшение нормативно-методической природоохранной базы, в частности:

– создание и улучшение методов оценки воздействия гидротехнических работ и сооружений на плавни;

– разработка инженерных мероприятий по защите плавней от вредных воздействий;

– подготовка рекомендаций по восстановлению особо ценных зарослевых прибрежных участков, пострадавших от техногенных воздействий.

В заключение отметим ещё один существенный результат. В сущности, создан очень важный прецедент – большая, комплексная научно-исследовательская экологическая программа самостоятельно предложена, разработана и выполняется негосударственной компанией с привлечением ведущих специалистов из профильных государственных организаций. Хочется надеяться, что это послужит полезным примером экологически ответственному бизнесу и привлечёт последователей.

ЛИТЕРАТУРА

Жигульский В.А., Былина Т.С., Царькова Н.С., Лавров Я.Б., Соловей Н.А., Шуйский В.Ф. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта "Усть-Луга" на экосистему Лужской губы. 1. Импактный мониторинг Лужской губы // Экология урбанизированных территорий. 2013. №3. С. 6-14.

Корелякова И.Л. Высшая водная растительность восточной части Финского залива. СПб.: ГосНИОРХ, 1997. 158 с.

Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / ред. А.Ф. Алимova и С.М. Голубкова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 477 с.

Susloparova O.N., Tereshenkova T.V., Khozyaykin A.A., Zuev J.A., Tamulenis A.J., Sendek D.S., Bogdanov D.V. and Shuruhin A.S. Estimation of negative impact consequences of technogenic loading on water biological resources of the Neva bay of the Gulf of Finland according to long-term monitoring // XV International Environmental Forum "Baltic Sea Day". Saint-Petersburg: Rosvodresursy, 2014. P. 234-235.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР
ГИДРОБИОНТНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ**

А.М. Островский

Гомельский государственный медицинский университет, Гомель (Республика Беларусь)

**A PRELIMINARY ECOLOGIC-FAUNISTIC REVIEW OF
HYDROBIONT HEMIPTERA OF THE SOUTH-EASTERN BELARUS**

A.M. Ostrovsky

Gomel State Medical University, Gomel (Republic of Belarus)

Объект исследований (клопы, полужесткокрылые) интересен тем, что эта группа животных обладает высоким таксономическим разнообразием, а их систематика и фаунистика еще не достаточно хорошо разработаны. Клопы являются самым обычным, а порой и весьма значительным, компонентом разнообразных водных сообществ. Они обладают неограниченной способностью к расселению. Наконец, клопы, имея короткий жизненный цикл, быстро реагируют на изменения окружающей среды. Изучение водных полужесткокрылых представляет научный и практический интерес. Являясь преимущественно хищниками, многие из них истребляют развивающихся в воде личинок кровососущих насекомых на разных стадиях их жизненного цикла и отмечены как природные регуляторы гнуса. Имаго водных клопов, особенно их личинок, при большой численности является объектом питания для многих водных и околоводных животных, и играют определенную роль в биоценозах и круговороте веществ. Некоторые виды при большей численности вредят рыбоводству, нападая на икру и мальков в рыбоводческих прудах. Водные клопы играют существенную роль в экосистемах и часто находятся на вершине трофической пирамиды, составляя неперемный элемент животного населения водных объектов различных семейств (Канюкова, 2006).

Целью данной работы явилось выявление видового состава гидробионтных клопов, определение относительной численности и изучение их распределения по разным типам водоемов юго-востока Беларуси.

Материалом для исследования послужили собственные сборы автора, которые проводились в течение полевых сезонов 1998–2019 гг. в различных водных объектах (от озер и рек до мелиоративных каналов и луж) на территории Брагинского, Буда-Кошелёвского и Гомельского районов Гомельской области. Отлов клопов проводился вручную и методом кошения энтомологическим сачком по дну и водной растительности. Часть материала была собрана 25.07.2018 г. на свет фонарей и горящих витрин магазинов центральных улиц г. Гомеля. Видовая принадлежность водных полужесткокрылых устанавливалась с помощью определителя насекомых Европейской части СССР (Бей-Биенко, 1964) при использовании бинокулярного микроскопа МБС–10 и ручных 7^x и 10^x луп. Всего за текущий период было учтено более 100 экземпляров водных клопов. Собранный материал находится в коллекции автора.

В результате проведенных исследований были зарегистрированы места обитания 16 видов гидробионтных полужесткокрылых, относящихся к 11 родам из 5 семейств (таблица).

**Таблица – Видовой состав и оценка относительной численности
гидробионтных полужесткокрылых юго-востока Беларуси**

Вид	Оценка численности	Биотопическая приуроченность
I. Семейство NEPIDAE Latreille, 1802		
1. <i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758	+++	Встречается в различных типах водных объектов, особенно часто в небольших временных водоемах в местах развития и выплода двукрылых, в том числе кровососущих комаров семейства Culicidae.

Продолжение таблицы

Вид	Оценка численности	Биотопическая приуроченность
2. <i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	++	Встречается в разнообразных стоячих и слабо текущих постоянных водоемах с развитой водной растительностью в поймах крупных равнинных рек.
II. Семейство CORIXIDAE Leach, 1815		
3. <i>Cymatia coleoptrata</i> (Fabricius, 1777)	+	Предпочитает стоячие водоемы с чистой водой и многочисленными водными растениями (<i>Chara sp.</i> , <i>Fontinalis sp.</i> , <i>Elodea sp.</i> , <i>Potamogeton sp.</i> и т. д.), старицы, заливы и рукава рек.
4. <i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (Fieber, 1848)	+++	Встречается в самых разнообразных стоячих и текущих водоемах. Предпочитает лесные небольшие водоемы с богатой растительностью.
5. <i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)	++	Встречается в самых разнообразных стоячих и текущих водоемах.
6. <i>Paracorixa concinna concinna</i> (Fieber, 1848)	++	Встречается в разнообразных мелких стоячих водоемах, особенно с песчаным дном.
7. <i>Sigara semistriata</i> (Fieber, 1848)	+	Встречается в разнообразных стоячих и текущих водоемах.
8. <i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758)	+	Встречается в разнообразных стоячих и текущих водоемах, но предпочитает водоемы с песчаным дном.
9. <i>Sigara falleni</i> (Fieber, 1848)	+	Встречается в слабопроточных, различных пойменных и стоячих водоемах, в том числе и умеренно загрязненных.
III. Семейство NAUCORIDAE Leach, 1815		
10. <i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	+++	Встречается в разнообразных стоячих и текущих водоемах, предпочитая сильно заросшие водными растениями биотопы.
IV. Семейство NOTONECTIDAE Latreille, 1802		
11. <i>Notonecta glauca glauca</i> Linnaeus, 1758	++++	Предпочитает небольшие озера и различные проточные водоемы.
V. Семейство GERRIDAE Leach, 1815		
12. <i>Limnoporus rufoscutellatus</i> (Latreille, 1807)	++++	Встречается в неглубоких пойменных стоячих водоемах с частично заросшим зеркалом воды, в заболоченных заросших прудах и в больших озерах, иногда вдоль берегов рек, среди растительности.
13. <i>Aquarius paludum paludum</i> (Fabricius, 1794)	++++	Предпочитает крупные водоемы озерного типа с чистым от растительности и открытым зеркалом воды.
14. <i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	++++	Встречается в разнообразных стоячих и текущих водоемах.
15. <i>Gerris odontogaster</i> (Zetterstedt, 1828)	++	Встречается в разнообразных стоячих и текущих водоемах.
16. <i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832	++	Встречается в водоемах со стоячей водой и частично заросшим зеркалом.

Оценка относительной численности гидробионтных полужесткокрылых проводилась по следующим критериям:

+ редкий вид – особи данного вида отлавливались в отдельные годы в одиночных экземплярах в единичных биотопах;

++ малочисленный вид – особи данного вида на протяжении всех лет исследования отлавливались в небольшом количестве в нескольких видоспецифических биотопах;

+++ обычный вид – особи данного вида на протяжении всех лет исследования ежегодно отлавливались в большинстве биотопов;

++++ многочисленный вид – особи данного вида на протяжении всех лет исследования ежегодно в массе отлавливались практически во всех биотопах.

Сравнение видовых списков гидробионтных полужесткокрылых различных водных объектов юго-востока Беларуси показало, что только семь видов являются общими и распространены по всему району исследований. Четыре вида на территории региона имеют локальное распространение и представлены в сборах единичными экземплярами. Остальные являются обычными и относительно постоянными в гетероптерофауне юго-востока Беларуси.

Выявленные виды гидробионтных клопов по пищевой специализации можно отнести к 4 группам: полифаги, активные хищники, хищники – засадчики и хищники – некрофаги. Представители семейства Corixidae являются полифагами, так как могут питаться детритом, водорослями и хищничать. *Nepa cinerea* и *Ranatra linearis* являются хищниками – засадчиками; *Notonecta glauca glauca* – активным хищником; *Ilyocoris cimicoides cimicoides*, *Limnopus rufoscutellatus Aquarius paludum paludum*, *Gerris lacustris*, *G. odontogaster* и *G. argentatus* – хищниками – некрофагами. Таким образом, 43,75% от выявленных видов гидробионтных клопов являются полифагами 37,5% – хищниками – некрофагами, 12,5% – хищниками – засадчиками и 6,25% – активными хищниками.

В заключение хотелось бы отметить, что широкое распространение водных клопов, в первую очередь, связано с наличием практически во всех водоемах их пищевых объектов, которыми чаще всего являются беспозвоночные животные, а также способностью клопов хорошо летать, что позволяет им свободно перелетать с одного водоема на другой.

ЛИТЕРАТУРА

Бей-Биенко Г.Я. Определитель насекомых Европейской части СССР: в 5 томах. Т. I. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением. Москва–Ленинград: Наука, 1964. 937 с.

Канюкова Е.В. Водные полужесткокрылые насекомые фауны России и сопредельных стран. Владивосток: Дальнаука

**СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА
САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСОВ
ЕВРОПЕЙСКОЙ РАМОЧНОЙ ВОДНОЙ ДИРЕКТИВЫ****Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***MODERN ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF THE SMALL RIVERS (THE
SARATOV RESERVOIR BASIN) USING INDICES OF WATER FRAMEWORK
DIRECTIVE (WFD)****T.D. Zinchenko, L.V. Golovatyuk***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Одним из наиболее важных методов в оценке состояния водных экосистем является биологический контроль (Birk et al., 2012). Он позволяет отследить кумулятивное действие факторов (например, хроническое загрязнение водоема), оценить опасность их воздействия на экосистему в целом, проводить сравнение по степени опасности загрязнения (тяжелыми металлами, пестицидами и др.). Введение в странах ЕС и некоторых странах СНГ Рамочной водной директивы, помимо традиционных индексов, широко используемых в регионах Российской Федерации, позволило применять новые идентификаторы для оценки техногенного воздействия на водные экосистемы и проводить контроль качества поверхностных вод (Бухарин и др., 2010; Головатюк, Зинченко, 2011). К числу регионов с высокой антропогенной нагрузкой относится бассейн р. Волга, где проживает более 40% населения России, производится 45% промышленной и 50% сельскохозяйственной продукции (Розенберг, 2009). На территории Волжского бассейна так же, как и во многих других регионах мира, практически не осталось водоемов и водотоков, которые можно было бы оценивать как «чистые» (Семенченко, Разлуцкий, 2011). Ключевым моментом в оценке состояния речных систем является выбор эталонных водотоков, дающий возможность провести калибровку базовых показателей для последующей сравнительной оценки экологического статуса речного бассейна (Семенченко, Мороз, 2005).

В ходе мониторинговых исследований качества воды рек Самарской области р. Байтуган выбрана нами в качестве эталонного водного объекта (Головатюк, Зинченко, 2011). Целью работы явилось проведение сравнительного анализа различных биотических идентификаторов, включающих индексы и метрики Рамочной Водной Директивы, на примере исследований эталонной р. Байтуган и выявления их эффективности на региональном уровне.

Материал и методы исследования

Малая река Байтуган – уникальный природный объект Высокого Заволжья берет начало в отрогах Бугульминско-Белебеевской возвышенности и впадает в р. Сок (бассейн Саратовского водохранилища) по правому берегу (координаты устья: 54°15' с.ш., 52°21' в.д.). Длина р. Байтуган – 20 км., площадь речного бассейна – 112 км², средний уклон – 7.7‰. Ширина русла в нижнем течении в летний период не превышает 5 м. Для реки характерны небольшие глубины: от 0.05-0.3 м на перекатах до 0.5–0.7 м на плесах. Скорость течения в период летней межени на отдельных участках достигает 1.4 м/с.

Отбор проб макрозообентоса осуществляли в июне и июле от истока до устья р. Байтуган, на 4-х створах (табл. 1). Одновременно с отбором проб макрозообентоса измеряли гидрологические параметры реки и отбирали образцы воды для проведения гидрохимического анализа. При выборе эталонных створов руководствовались требованиями, изложенными в Рамочной Водной Директиве.

Пробы макрозообентоса на каждом створе реки в рипали отобраны речным бентометром, а в медиали – штанговым дночерпателем с площадью захвата 1/400 м² (x 8).

Отбор проб на разных биотопах (гравийный, гравийно-песчаный, гравийно-илистый) проводили пропорционально занимаемой ими площади на выбранных створах.

Таблица 1 - Некоторые гидрологические и гидрофизические показатели эталонных створов реки Байтуган

Показатель (в момент отбора пробы)	Номер створа			
	1	2	3	4
Расстояние от устья, км	17	10	6	3
Ширина, м	0.2–0.5	0.8–1.1	2.5–2.7	3.0–3.5
Глубина, м	0.05–0.1	0.1–0.2	0.5–0.7	0.2–0.7
Скорость течения, м/с	0.8–1.2	0.8–1.1	0.5–0.7	1.2–1.4
Прозрачность, см	5–10	10–20	35–40	20–30
T °C	12.6–14.0	12.9–13.0	10.8–12.2	16.9–17.1
Преобладающий тип грунта	ГПГр, ГрП, ИПГрРО	Гр, ИПГрРО	ПчГИ, ПГр, ИПГрРО	ПГГр, Гр, ИРО

Примечание. Над чертой – минимальные значения, под чертой – максимальные; Г – глина, П – песок, Гр – гравий, И – ил, Пч – почва, РО – растительные остатки

Камеральную обработку собранного материала с последующим микроскопированием проводили согласно общепринятым методам (Методика изучения..., 1975). Было собрано и обработано 24 количественные пробы бентоса и 16 гидрохимических проб.

Для оценки качества воды р. Байтуган по гидрохимическим показателям выполнены расчеты удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ).

Результаты оценки таксономического богатства, разнообразия и структурных характеристик макрозообентоса р. Байтуган легли в основу расчета и сравнительного анализа биотических идентификаторов: *EPT Index* – суммарное видовое богатство личинок поденок, веснянок и ручейников, *ETO Index* – суммарное видовое богатство личинок поденок, ручейников и стрекоз, *Trent Biotic Index (TBI Index)* – биотический индекс реки Трент или индекс Вудивисса, *Biological Monitoring Working Party (BMWP Index)*; *Average Score Per Taxon Index (ASPT Index)*, *Biologique Global Normalize Index (IBGN Index)*, *Goodnight-Whiley Index (GWI Index)*, *Хирономидный индекс Балушкиной (K)*, *Индекс видового разнообразия Шеннона (H)*, показатель *Dip/N* – отношение численности личинок двукрылых (Diptera) к суммарной численности макрозообентоса, *показатель Ch/N* – отношение численности личинок хирономид к суммарной численности макрозообентоса, *показатель EPT/Ch* – отношение численности личинок из отрядов Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera к суммарной численности личинок хирономид в донных сообществах (Семенченко, 2004).

Для выявления наиболее эффективных индексов и показателей рассчитывали коэффициенты вариации (C_v) и t – критерий Стьюдента (*Unequal variance t – test*). Статистическая обработка данных выполнена с использованием стандартного пакета STATISTICA 6.0 и программы PAST (Palaeontological Statistics, ver. 3.0).

Результаты и обсуждение

Оценка уровня загрязнения р. Байтуган по гидрохимическим показателям. В р. Байтуган загрязняющими веществами, отмеченными в концентрациях, превышающих ПДК, являются фосфаты, азот нитритный, железо и медь. Превышение нормативного показателя содержания в воде фосфатов (PO_4) было зарегистрировано в створе 4 и составило 1.1 ПДК, азота нитритного – в створах 1 и 3 (1.15 ПДК). На всем протяжении реки отмечается превышение ПДК железа и меди в 1.2 раза и 1.6 раз соответственно. Содержание основных химических показателей в воде реки не превышало ПДК. Рассчитанный нами показатель качества воды р. Байтуган с использованием метода комплексной оценки контролируемых показателей, превышающих ПДК (УКИЗВ), на всех обследованных створах соответствовал II классу – «вода слабо загрязненная», что позволяет рассматривать р. Байтуган в качестве эталонного водного объекта.

Структурные показатели макрозообентоса. На створах р. Байтуган в период исследований число видов донных беспозвоночных варьировало от 28 до 49, достигая максимальных показателей на гравийных и песчано – илистых грунтах створа 3 (табл. 2).

Таблица 2 - Структурные показатели макрозообентоса на створах р. Байтуган

Показатель	Створы							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	июнь				июль			
Число видов	35	28	40	29	36	38	49	40
Численность, тыс. экз./м ²	45.8	15.8	6.27	68.8	9.27	3.49	41.7	210.2
Биомасса, г/м ²	142.3	45.9	13.2	35.7	13.3	19.2	101.3	105.4
Доля численности (%) Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera	45.0	37.9	25.4	35.4	10.2	19.6	6.8	2.4
Доля численности (%) Chironomidae	31.0	57.0	9.8	54.9	75.9	52.3	70.3	81.9

Численность и биомасса макрозообентоса на всех обследованных створах составила 3.49–210.2 тыс. экз./м² и 13.2–142.3 г/м². Выявлены межгодовые различия в соотношении преобладающих групп бентоса. Так, на разных створах по численности преобладали личинки реофильных хирономид (9.8–57% от суммарной численности бентоса) и поденок (19–39%). Основу биомассы составляли личинки поденок (10–44% от суммарной биомассы бентоса), хирономид (1–60%) и ручейников (17–52%). Доля чувствительных к загрязнению видов из отрядов Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera на разных створах варьировала от 25.4% до 45% от общей численности и 32–85% от общей биомассы макрозообентоса. Зарегистрировано преобладание реофильных личинок хирономид в общей численности бентоса (52.3–81.9%), а основу биомассы составляли хирономиды (2–87%), ручейники (1–77%) и поденки (1–32%).

Наибольшую плотность в р. Байтуган имели поденки *Baetis gr. rhodani*, *Ephemerella ignita* (Poda, 1761); веснянки *Capnia bifrons* Newman, 1839, *Amphinemura standfussi* Ris, 1902; ручейники *Hydropsyche pellucidula* Curtis, 1934, *Halesus tessellatus* (Rambur, 1842), *Silo pallipes* (Fabricius, 1781); хирономиды *Cricotopus albiforceps* (Kieffer, 1916), *Eukiefferiella gr. gracei*, *Paracladius conversus* (Walker, 1856), *Micropsectra atrofasciata* Kieffer, 1911; жуки *Elmis maugetii* Latreille 1798, моллюски *Euglesa* sp., олигохеты *Limnodrilus profundicola* (Verrill, 1871), *Potamothrix hammoniensis* (Michaelson, 1901), *Nais pseudoobtusa* Piguët, 1906. Подробная характеристика фауны макрозообентоса р. Байтуган изложена нами ранее (Зинченко, Головатюк, 2007). Полученные данные о структурных характеристиках макрозообентоса р. Байтуган представляют интерес как фоновые, характеризую «эталонное» состояние донных сообществ.

Расчет биотических индексов и оценка качества воды: Рассчитанные величины биотических индексов, выраженные в баллах, и установленная на их основе оценка качества воды приводятся на рисунке 1 и в таблице 3. Характер динамики качества воды, показывает сходные результаты для сравниваемых створов. Отличия отмечены для индекса *ASPT*, изменявшегося не согласованно с остальными на створе 3, а также индексов *IBGN* и *H*, занижавших качество воды на некоторых створах р. Байтуган.

В связи с тем, что основным требованием к показателям индексов является их низкая изменчивость в пределах эталонных условий, для каждого апробированного идентификатора были рассчитаны коэффициенты вариации (C_v). Результаты статистического анализа представлены в таблице 4.

Таблица 3 - Оценка качества воды и состояния эталонных створов р. Байтуган по биотическим индексам

Индекс	Номер створа							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	июнь				июль			
<i>BMWP</i>	X	OX	X	OX	OX	OX	OX	OX
<i>ASPT</i>	ПР	ПР	ПР	ПР	ПР	ПР	ПР	ПР
<i>IBGN</i>	ПО	XC	XC	ПО	ПО	XC	ПО	XC
<i>TBI</i>	Ч	ОЧ	ОЧ	ОЧ	ОЧ	ОЧ	ОЧ	ОЧ
<i>H</i>	Ч	Ч	ОЧ	УЗ	УЗ	Ч	Ч	УЗ
<i>G-WI</i>	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
<i>K</i>	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч

Примечание: ОХ – очень хорошее качество; X – хорошее качество; ПР – прекрасное качество; ПЛ – плохое качество; ПО – посредственное качество; УЗ – умеренно загрязненная вода; XC – хорошее состояние; Ч – чистая вода; ОЧ – очень чистая вода

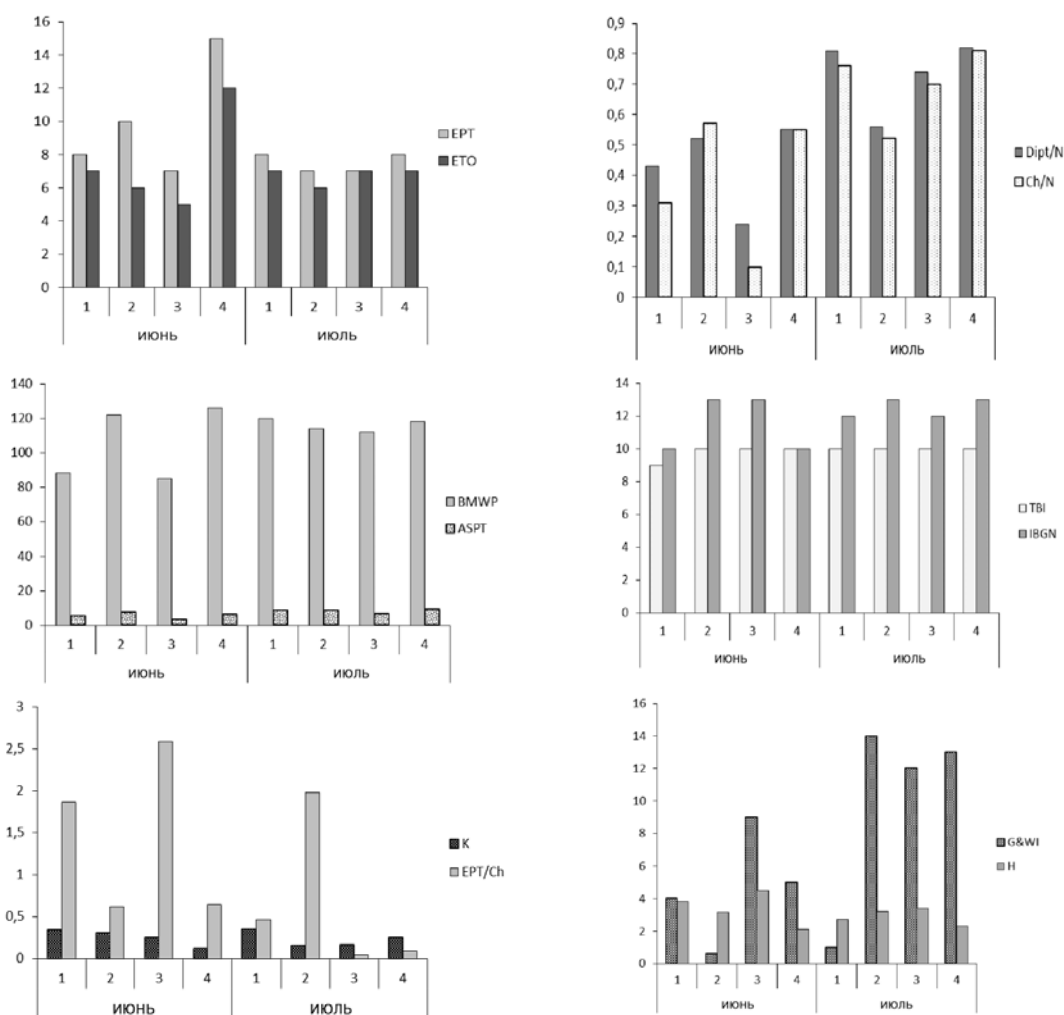


Рис. 1. Величины биотических индексов и показателей на створах р. Байтуган в июне, июле : *H* – бит./экз., *G-WI* – %, индексы и метрики – балльная оценка

Таблица 4 - Результаты статистического анализа применения биотических индексов и показателей на эталонных створах р. Байтуган

Индекс	C_v	t	p
<i>EPT</i>	31.0	1.39	0.255
<i>ETO</i>	29.5	0.48	0.664
<i>EPT/Ch</i>	94.2	1.18	0.284
<i>Dipt/N</i>	32.8	-3.23	0.019
<i>Ch/N</i>	44.4	-2.46	0.059
<i>BMWP</i>	14.1	-0.98	0.398
<i>ASPT</i>	27.8	-2.46	0.049
<i>IBGN</i>	10.9	-1.1	0.340
<i>TBI</i>	3.5	0.14	0.9
<i>H</i>	25.1	0.87	0.428
<i>G-WI</i>	73.5	-1.53	0.188
<i>K</i>	37.5	0.37	0.721

Примечание: C_v – коэффициент вариации, t – критерий Стьюдента, p – вероятность

Установлено, что наибольшим постоянством в «эталонных» условиях характеризуются индексы ***TBI*** ($C_v = 3.5$), ***IBGN*** ($C_v = 10.9$), ***BMWP*** ($C_v = 14.1$); более изменчивы индексы ***H*** ($C_v = 25.1$), ***ASPT*** ($C_v = 27.8$), ***EPT*** ($C_v = 31$), ***Dipt/N*** ($C_v = 32.8$), ***K*** ($C_v = 37.5$). Максимальные значения коэффициентов вариации отмечены для показателей ***EPT/Ch*** ($C_v = 94.2$), ***Ch/N*** ($C_v = 44.4$), а также индекса ***G-WI*** ($C_v = 73.5$), что свидетельствует об их высокой вариабельности при оценке качества воды в эталонных условиях водного объекта.

Расчет t – критерия Стьюдента для оценки изменчивости апробируемых индексов в разные годы исследований выявил достоверные различия только для индекса ***ASPT*** и соотношения ***Dipt/N*** ($p < 0.05$); значения остальных индексов были более стабильными в пределах эталонных условий на протяжении всего периода исследований. Анализ качества воды, проведенный на основе расчета различных биотических идентификаторов, отражает таксономические и структурные особенности сообществ макрозообентоса чистых малых рек региона, позволяя оценить чувствительность разных таксономических групп.

Исходя из проведенного статистического анализа, индексы ***TBI*** и ***BMWP*** можно считать наиболее эффективными для целей биоиндикации вследствие их низкой вариабельности в пределах эталонных условий, отсутствия достоверных различий в разные годы исследований и их согласованности при оценке качества воды по гидрохимическим показателям.

Использование индексов ***BMWP*** и ***TBI***, как основных показателей качества воды, позволят проводить сравнительную оценку экологического состояния малых рек, находящихся под влиянием антропогенного воздействия, что послужит основой для разработки мер по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

Для разработки биотического подхода в оценке качества вод в регионах Российской Федерации необходим набор унифицированных методов получения оценок состояния поверхностных вод, с помощью которых можно было бы отличить экологически благополучную экосистему от экосистемы, в которой произошли существенные изменения, вызванные внешними факторами (в первую очередь, антропогенным воздействием). Приоритетность систематического контроля за изменением разработанных унифицированных метрик регионального состояния поверхностных вод должна составлять основу экологического мониторинга (Зинченко, 2017). Результаты мониторинга требуют перевода научных данных в управленческие решения относительно водного ресурса. Подход, основанный на анализе экологических данных существенно облегчит их использование в системе управления.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной и антропогенной трансформации» (АААА–А17-117112040040-3).

ЛИТЕРАТУРА

- Birk S., Bonne W., Borja A., Brucet S., Courrat A., Poikane S., Solimini A., van de Bund W., Zampoukas N., Hering D.** Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive // *Ecological Indicators*. 2012. V. 18. P. 31–41.
- Бухарин О.В., Захаров В.М., Зинченко Т.Д., Немцева Н.В., Розенберг Г.С., Шитиков В.К.** Методы биомониторинга для оценки состояния антропогенно нагруженной реки // *Экология и промышленность России*. 2010. № 11. С. 24–28.
- Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д.** Биотические индексы и метрики в оценке качества воды малых рек Нижнего Поволжья (на примере рек Байтуган, Камышла, Сосновка) // *Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна* / под ред. Г.С. Розенберга, Т.Д. Зинченко. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 160–170.
- Розенберг Г.С.** Волжский бассейн на пути к устойчивому развитию. Тольятти: Кассандра, 2009. 478 с.
- Семенченко В.П., Разлуцкий В.И.** Экологическое качество поверхностных вод. – Минск: Беларус Навука, 2011. 329 с.
- Семенченко В.П., Мороз М.Д.** Сравнительный анализ биотических индексов в системе мониторинга текущих вод биосферного заповедника // *Водные ресурсы*. 2005. Т. 32, № 2. С. 223–231.
- Семенченко В.П.** Принципы и системы биоиндикации текущих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В.** Структура реофильных сообществ макрозообентоса малой р. Байтуган (бассейн Нижней Волги) // *Известия Самарского НЦ РАН*. 2007. Т. 9, № 4. С. 1020–1035.
- Зинченко Т.Д.** Унифицированные методы для оценки качества поверхностных вод Волжского бассейна // *Сборник трудов VIII Международного Конгресса «Чистая вода. Казань»*. 30 ноября-1 декабря 2017 г. Казань: ООО «Новое знание», 2017. С. 119-122.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА

В.В. Александрова, В.Б. Иванов

ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», Нижневартовск (Россия)

ECOTOXICOLOGICAL ANALYSIS OF SURFACE WATERS OF THE NIZHNEVARTOVSK REGION

Viktoria Aleksandrova, Vyacheslav Ivanov

Nizhnevartovsk state University, Nizhnevartovsk (Russia)

Нижевартовский район является одним из наиболее развитых и динамично развивающихся промышленных регионов Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Основу экономики района составляет нефтегазодобывающая промышленность. При современных темпах развития производства и освоения углеводородных ресурсов, вопросы в области охраны окружающей среды приобретают особую остроту и социальную значимость. На нефтепромыслах лицензионных участков к основным компонентам практически любых типов загрязнений относится сырая нефть с примесью пластовых жидкостей (Волков, 2018; Иванов, 2017, 2018).

Оценку воздействия промышленности на водные экосистемы Нижневартовского района провели на основе экотоксикологического анализа поверхностных вод на примере реки Суныеган, протекающего по территории нефтяных месторождений. Химическое и токсикологическое обследование природной поверхностной воды реки Суныеган проводилось течение шести лет, с 2012 по 2017 годы. Анализировались весенние, летние и осенние пробы природной воды. Контрольные и фоновые точки отбора проб воды были неизменными в течение всего исследования.

Отбор проб воды, биотестирование, химический анализ воды, производился по стандартным методикам, а статистический анализ – методом скользящей средней. Оценку степени токсичности вод р. Суныеган (рис. 1) проводили методом биотестирования по критерию плодовитости тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* (Александрова, 2009, 2013; Сторчак, 2017). Оценка достоверности различий биопараметров в хроническом опыте с использованием тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* проводилась с использованием критерия Стьюдента.

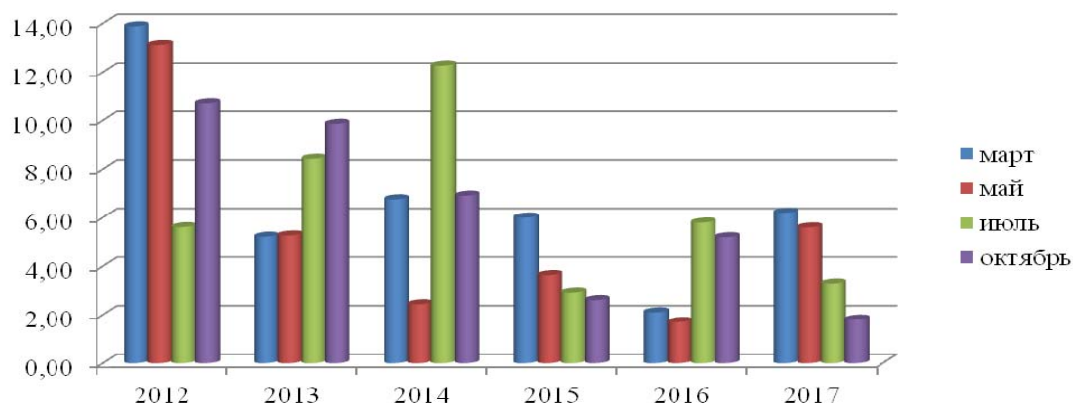


Рис. 1. Хроническая токсичность поверхностных вод реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis*, шт.

Первоначально рассчитывался показатель достоверности (T_g), который в последствии, сравнивался с критерием Стьюдента (T_{st}). Если рассчитанное $T_g \geq T_{st}$, то изменение в плодовитости тест-объектов достоверны, а не случайны (Толкачева, 2004). На рисунке 1

представлены результаты исследования хронической токсичности поверхностных вод на примере реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis*.

В ходе исследования выживаемость *Ceriodaphnia affinis* контрольной группы во все периоды исследования составила 100 %. Результаты исследования показывают, что ежегодно наблюдаются сезонные изменения токсичности поверхностных вод (Иванов, 2018). Сравнительная оценка сезонной динамики токсичности вод контрольной пробы и реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в 2016 году, представлена на рисунке 2.

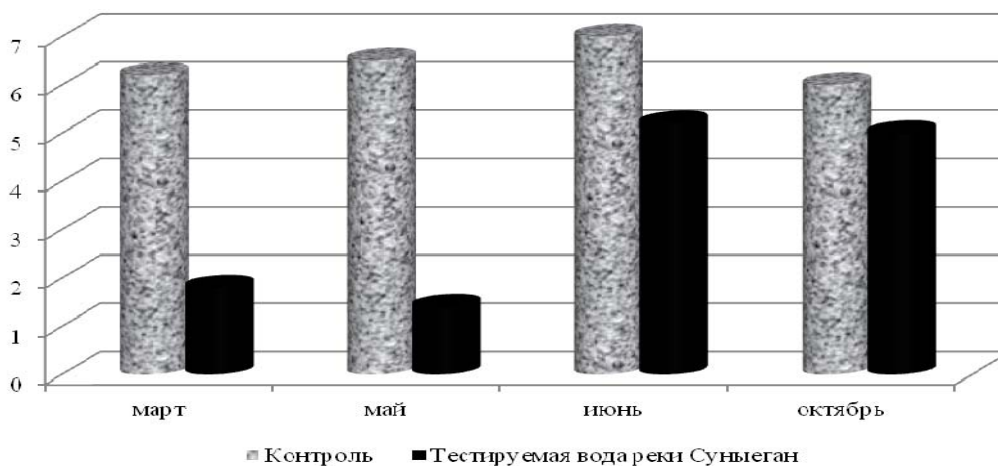


Рис. 2. Сезонная динамика токсичности вод реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в 2016 году, шт.

В марте 2016 года пробы воды в реке Суныеган оказывали хроническое токсическое действие на тест-объект *Ceriodaphnia affinis*, выявленные различия в плодовитости цериодафний в тестируемой воде и контроле достоверны, $T_g > T_{st}$ ($4,83 > 2,11$), отмечается угнетение плодовитости больше чем на 30%. Пробы воды отобранные в мае оказывали хроническое токсическое действие на тест-объект *Ceriodaphnia affinis*, результаты достоверны ($6,19 > 2,11$). В летний период результаты исследования показали отсутствие хронического токсического действия проб воды реки Суныеган на тест-объекты *Ceriodaphnia affinis*, отмечено угнетение плодовитости на 22%, результаты исследования проб воды отобранных в июле, показали статистически достоверные результаты $T_g > T_{st}$ ($2,49 > 2,10$), а результаты проб воды отобранных в октябре не являются достоверными - $1,64 \leq 2,10$ и не являются токсичными (рис. 2).

Сравнительная оценка сезонной динамики токсичности вод контрольной пробы и реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в 2017 году, представлена на рисунке 3.

Пробы воды реки Суныеган отобранные в марте и мае 2017 года не оказывали хронического токсического действия на тест-объект *Ceriodaphnia affinis*, а результаты исследования статистически не достоверны $T_g \leq T_{st}$ - $0,65 < 2,10$ и $0,36 < 2,10$, соответственно (рис. 3). По результатам исследования проб воды в июле и октябре 2017 года, исследуемая вода оказывает на *Ceriodaphnia affinis* хроническое токсическое действие, отмечается угнетение плодовитости больше чем на 30%. Выявленные различия в плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в тестируемой воде и контроле достоверны - $10,09 > 2,10$ и $6,91 > 2,10$, соответственно.

Результаты исследования сезонной динамики токсичности поверхностных вод за двухлетний период говорят об увеличении токсичности в весенний период в 2016 г. и летний период в 2017 г. В 2016 г., в летний и осенний период отмечена более высокая плодовитость *Ceriodaphnia affinis* в пробах воды реки Суныеган, а в 2017 г. - весенний период. В ходе исследования 60 % проанализированных проб воды реки Суныеган показали статистически достоверные результаты.

В целом сезонная динамика токсичности проб воды реки Суныеган, за шестилетний период говорит об усилении токсичности воды в весенний (март) и летний (июль) периоды

исследования. В 75 % результаты выявленных различий в плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в тестируемой воде и контроле достоверны.

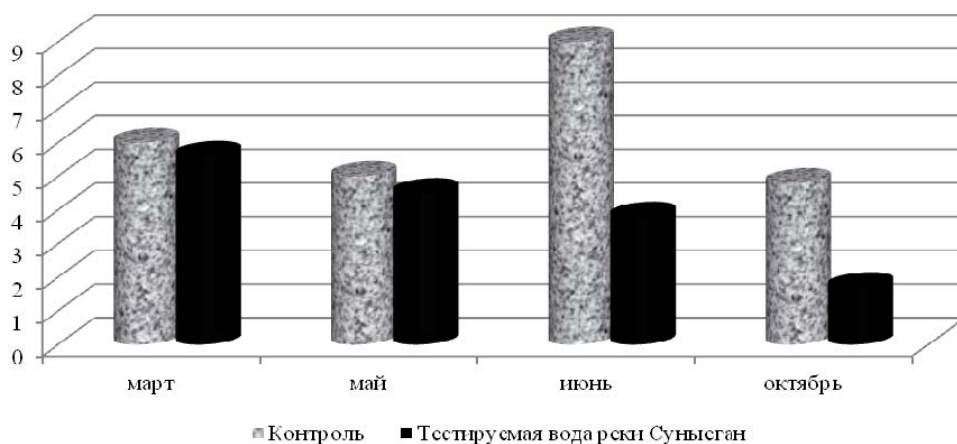


Рис. 3. Сезонная динамика токсичности вод реки Суныеган по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis* в 2017 году, шт.

Каждая проба воды содержит комплекс химических веществ, а их химический анализ отражает количественные характеристики пробы, которые используются для определения ее опасности для живых организмов (Александрова, 2015). За период исследования 2012-2017 гг., в пробах воды, превышение ПДК отмечалось по таким показателям как: аммоний, медь, железо, марганец. Количество железа и марганца в тестируемой воде в 100% случаев превышало допустимые пределы. В исследуемом регионе природный фон концентраций ряда химических веществ весьма высок и значительно превышает значения ПДК (Александрова, 2017).

На рисунке 4 представлены результаты статистического анализа миграции антропогенных примесей в пробах воды р. Суныеган.

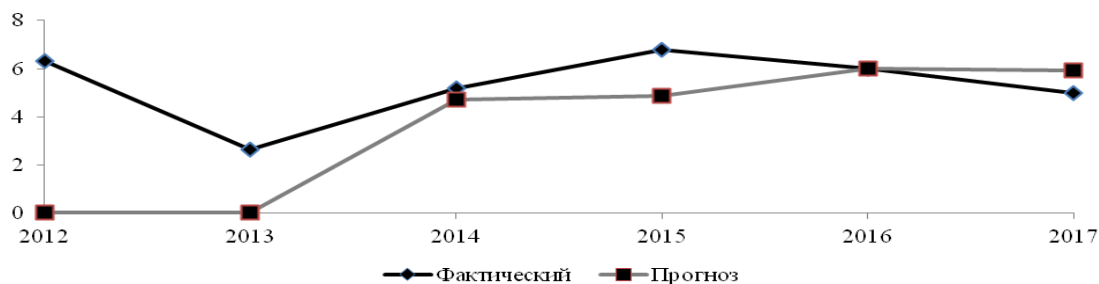


Рис. 4. Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах воды р. Суныеган, методом скользящей средней

Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах воды реки Суныеган Нижневартовского района методом скользящей средней, свидетельствует о периодических изменениях концентраций веществ в воде. Периодические изменения концентрации веществ в воде и динамика токсичности воды исследованной реки объясняются процессами самоочищения водной экосистемы (Александрова, 2019).

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа-Югры в рамках научного проекта № 18-44-860006.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В.В. Применение метода биотестирования в анализе токсичности природных и сточных вод (на примере Нижневартовского района Тюменской области): Монография. - Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. гуманитар. ун-та, 2009. 92 с.

- Александрова В.В.** Определение качества природных вод методом биотестирования в полевых условиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3-3. С. 897-899.
- Александрова В.В.** Анализ корреляционной зависимости выживаемости и плодовитости тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* с химическим составом воды // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2013. № 3. С. 60-63.
- Александрова В.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р., Усманов И.Ю., Чибриков О.В.** Оценка токсичности почвенных вытяжек по критериям выживаемости и плодовитости тест-объектов // Международный научно-исследовательский журнал. Биологические науки. 2015. № 10-3 (41). С.82-87.
- Александрова В.В., Левкова А.Н., Логинов Д.Н., Иванов В.Б.** Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах донных отложений поверхностных вод Нижневартковского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 4-2. С. 180-186.
- Александрова В.В., Иванов Н.А., Марач В.С., Иванов В.Б.** Оценка токсичности вод озер Нижневартковского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2-2. С. 53-57.
- Александрова В.В., Иванов В.Б., Иванов Н.А., Марач В.С.** Оценка качества воды озер Нижневартковского района по критерию выживаемости *Daphnia magna* // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 36-41.
- Александрова В.В., Левкова А.Н., Иванова А.В.** Анализ и прогноз миграции химических веществ в поверхностных водах и донных отложениях малых рек // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 2-2. С. 12-20.
- Волков И.М., Ряхин М.С., Белоусов С.Н., Александрова В.В., Иванов В.Б.** Обеспечение экологической безопасности проектных решений на территории лицензионных участков недропользователей с применением наилучших доступных технологий // Нефтяное хозяйство. 2018. № 2. С. 109-112.
- Иванов В.Б., Усманов И.Ю., Александрова В.В., Иванов Н.А., Болотин К.И., Иванова Л.Г., Копылов Е.О.** Количественные и качественные критерии преобразования и самовосстановления природных комплексов в результате загрязнения нефтепродуктами // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 56-65.
- Иванов В.Б., Калиновская Е.А., Иванов Н.А., Александрова В.В., Усманов И.Ю.** Геохимическая оценка воздействия шламовых амбаров на верховые болотные почвы // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2-2. С. 23-28.
- Иванов В.Б., Усманов И.Ю., Александрова В.В., Иванов Н.А., Калиновская Е.А.** Оценка воздействия нефтешламовых амбаров на верховые болотные почвы // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 66-71.
- Иванов В.Б., Долгих А.М., Логинов А.М., Иванова Л.Г.** Проблема добычи углеводородов и рекультивации нефтезагрязненных земель на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 3-2. С.28-36.
- Иванов В.Б., Федоренко Л.З., Иванова Л.Г.** Оценка сезонной динамики качества поверхностных вод по критерию плодовитости *Ceriodaphnia Affinis* // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 1-2. С. 38-45.
- Сторчак Т.В., Шарипова А.Х.** Оценка степени загрязнения природных вод и донных отложений Среднего Приобья методом биотестирования // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Материалы V Международной научно-практической конференции. Нижневартковск: Изд-во НВГУ, 2017. С. 65-70.
- Толкачева В.В.** Анализ токсичности природных вод методом биотестирования (на примере Нижневартковского района): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Омск: Омский гос. пед. ун-т, 2004. 22 с.
- Усманов И.Ю., Иванов В.Б., Иванов Н.А.** Самовосстановление экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 6: Материалы международной конференции, приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / Отв. редакторы: Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. - Тольятти: «Анна», 2018. С. 303-305.
- Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Yumagulova E.R., Ivanov N.A., Chibrikov O.V.** Comparative Evaluation of Migrating Anthropogenic Impurities in Ecosystems of the Middle Ob Region through Bioindication and Chemical Analysis // Vegetos. 2016. Т. 29. № 2. С. 47-50.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ В ГРАНИЦАХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХМАО-ЮГРЫ

М.М. Арсланова, Е.А. Шорникова

Сургутский государственный университет, Сургут (Россия)

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE LEVEL OF CONTAMINATION OF SURFACE WATERCOURSES WITHIN OILFIELDS OF KHMAO-UGRA

M.M. Arslanova, E.A. Shornikova

Surgut state University, Surgut (Russia)

Качество вод водных объектов формируется под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. В результате человеческой деятельности в водоемы может поступать много загрязнителей разной степени токсичности. Загрязняют реки стоки сельскохозяйственных и промышленных предприятий, сточные воды населенных пунктов. В современных условиях проблема обеспечения населения чистой водой становится все более актуальной, а исследование состояние водных объектов является одной из важнейших задач (Шабанов, 2014).

Нефть и газ в Ханты-Мансийском автономном округе Югра (ХМАО-Югра) добывают уже более 60-ти лет, на месторождениях постоянно ведется мониторинг состояния водных объектов. Выполнены исследования по определению качества водных объектов и степени их загрязнённости, проведен анализ влияния нефтедобычи на водные объекты, зафиксировано увеличение концентрации нефтепродуктов на территории нефтепромыслов, связанное с авариями; выявлена трансформации гидрологического режима и качестве вод малых рек в пределах нефтегазовых месторождений. (Московченко, 2013; Хорошавин, 2005.)

Однако, недостаточно изучены комплексные показатели воды (коэффициент комплексности, удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды, наличие показателей загрязнённости, класс качества воды), которые дают возможность интерпретировать данные о загрязнённости водных объектов, делать выводы о тенденции изменения загрязнённости воды во времени и пространстве, количественно подсчитать величину этих изменений, сопоставить уровни загрязнённости выше и ниже пунктов наблюдений.

Особенностью метода комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям является проведение детального покомпонентного анализа химического состава воды, установление уровня загрязнённости (в сравнении с допустимыми концентрациями), а также частоты превышения нормативов.

Объекты и методы

Объектами исследования являлись 7 водотоков, расположенные в границах лицензионных участков нефтегазовых месторождений ХМАО-Югры» (табл. 1).

Таблица 1 - Объекты исследования

Район	Исследуемый объект
Сургутский	р.Вынга
	р.Быстрый Кульеган
	р.Минчимкина
	р.Комарья
	р.Вирсияун
Октябрьский	р.Обь
	р.Мал.Карымкарская

Для расчёта комплексных показателей использовались данные количественного химического анализа за 2019 г. весенний, летний и осенний период года.

Отбор проб поверхностных вод осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012. Пробы отбирались в предварительно подготовленные емкости (бутыли). Отбор проб поверхностной воды осуществлялся из верхнего горизонта водной толщи с глубины 30-100 см. Глубина отбора пробы выбиралась с учетом глубины водотока на исследуемом участке (Мониторинг и методы контроля, 2001).

В ходе выполнения комплексной оценки (Методическое указание, 2015) уровня загрязненности рек в качестве основных нормативов контроля были использованы значения ПДК_{вр}, (Приказ Министерства, 2016).

Удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ), как наиболее информативный, введён в действие с 2002 г. (РД 52.24.643-2002) для обобщения информации о химическом составе вод (Шелутко, 2009). В настоящее время УКИЗВ является приоритетным при оценке качества поверхностных вод.

Результаты и их обсуждения.

Качество поверхностных вод оценивалось по 18 показателям, в их числе было выявлено 4 показателя, которые превышали норматив ПДК_{вр}. (ион аммония, железо общее, цинк, медь).

Превышение ПДК_{вр} по иону аммония наблюдается только на трех исследуемых водотоках. На реках Вынга и Минчимкина наблюдается в период половодья, на р. Малая Карымкарская в период осенней межени.

Для поверхностных вод ХМАО характерно высокое содержание железа, постоянно превышающее санитарно-гигиенические нормативы. Превышение общего железа наблюдается на всех водотоках. Обусловлено это главным образом природными факторами, связанными с особенностями формирования стока. Болотные и грунтовые кислые воды с доминированием глеевой восстановительной обстановки, вследствие высокой подвижности металлов, отличаются повышенным их содержанием в составе органо-минеральных комплексов (Голованова, 2016).

Цинк является микроэлементом интенсивного биологического накопления и активно поглощается растительностью (Нечаева, 1985).

Максимальная концентрация меди выявлена на реке Вирсиявин в точке выхода. Концентрация меди на р. Быстрый Кульеган не превышает ПДК_{вр}.

Для оценки степени загрязнённости воды использовались комплексные показатели, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Комплексные показатели оценки степени загрязненности воды

Объект контроля	Наименование показателя								Сумма общих оценочных баллов всех учитываемых показателей (КИЗ)	
	Ион аммония, мг/дм ³		Железо общее, мг/дм ³		Цинк, мг/дм ³		Медь, мг/дм ³			
	вход	выход	вход	выход	вход	выход	вход	выход	вход	выход
	Общий оценочный балл по каждому показателю									
р.Вынга	0,3	0,1	9,2	8,5	0,5	3,4	1,6	2,1	11,6	14,1
р.Быстрый Кульеган	-	-	8,5	8,4	1,1	4,9	0,0	0,0	9,6	13,3
р.Минчимкина	0,3	0,3	6,4	5,1	4,0	4,4	0,7	1,2	11,4	11,0
р.Комарья	-	-	11,8	12,7	2,5	3,1	1,8	1,3	16,1	17,1
р.Вирсияун	-	-	19,1	18,2	3,5	3,1	3,0	3,5	25,6	24,8
р.Обь	-	-	4,0	3,6	3,2	5,0	2,4	2,8	9,6	11,4
р.Мал.Карымкарская	0,4	0,2	3,9	4,2	5,3	2,9	1,8	1,9	11,4	9,2

Класс загрязнения исследуемых водотоков, рассчитан на основе удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды (УКИЗВ) (табл. 3).

Таблица 3 - Класс качества воды исследуемых объектов, рассчитанный на основе УКИЗВ

Объект контроля	УКИЗВ	Класс качества воды	Характеристика состояния загрязненности воды	Приоритетные загрязнители
р. Вынга				Ион аммония; Железо общее; Цинк; Медь
вход	2,9	3 разряд "а"	загрязненная	
выход	3,5	3 разряд "б"	очень загрязненная	
р. Быстрый Кульеган				
вход	2,4	3 разряд "а"	загрязненная	
выход	3,3	3 разряд "б"	очень загрязненная	
р. Минчимкина				
вход	2,9	3 разряд "а"	загрязненная	
выход	2,8	3 разряд "а"	загрязненная	
р. Комарья				
вход	4	3 разряд "б"	очень загрязненная	
выход	4,3	4 разряд "а"	грязная	
р. Вирсияун				
вход	6,4	4 разряд "б"	грязная	
выход	6,2	4 разряд "б"	грязная	
р.Обь				
вход	2,4	3 разряд "а"	загрязненная	
выход	2,9	3 разряд "а"	загрязненная	
р. Мал.Карымкарская				
вход	2,9	3 разряд "а"	загрязненная	
выход	2,3	3 разряд "а"	загрязненная	

Согласно таблице 3, природные поверхностные воды Сургутского и Октябрьского района в соответствии с величиной УКИЗВ были отнесены к III–IV классам загрязнения, что характеризует воду как «загрязненную», «очень загрязненную», «грязную».

Характеристика состояния загрязненности воды на исследуемых водотоках на входе и выходе, показало неоднозначную картину (рис.).

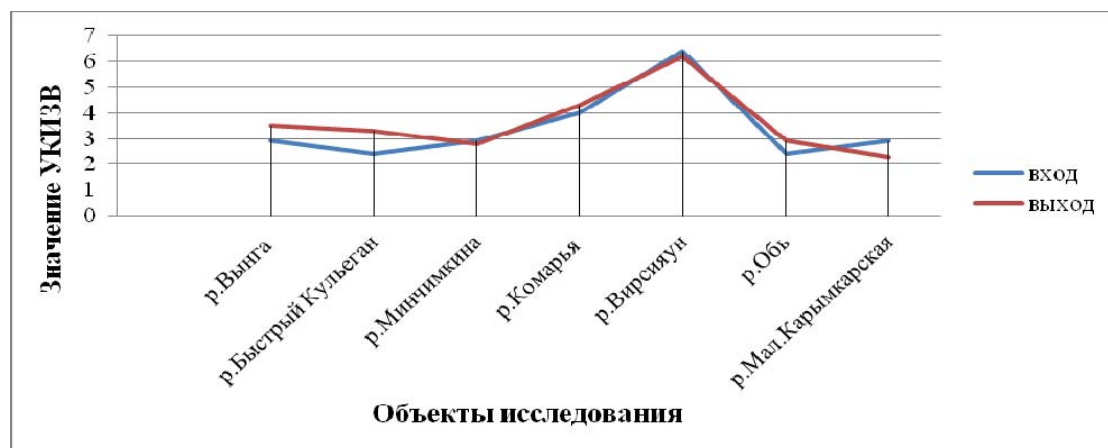


Рис. Характеристика загрязнения воды на исследуемых водотоках по значению УКИЗВ

В фоновых (вход) точках рек Быстрый Кульеаган и Вынга получены расчетные значения УКИЗВ = 2,4; 2,9. Таким образом, по характеристике уровня загрязненности воды (классу качества) вода рек Вынга и Быстрый Кульеаган в фоновом створе определена как **вода 3 класса разряда А – загрязненная**.

В точке выхода рек Быстрый Кульеаган и Вынга получены расчетные значения УКИЗВ = 3,3 и 3,5. Таким образом, по характеристике уровня загрязненности воды (классу качества) вода р. Вынга на выходе определена как **вода 3 класса разряда Б – очень загрязненная**.

В фоновой (вход) точке р. Комарья получены расчетные значения УКИЗВ = 4. Таким образом, по характеристике уровня загрязненности воды (классу качества) вода р. Комарья в фоновом створе определена как **вода 3 класса разряда Б – очень загрязненная**.

В точке выхода р. Комарья получены расчетные значения УКИЗВ = 4,3. Таким образом, по характеристике уровня загрязненности воды (классу качества) вода р. Комарья на выходе определена как **вода 4 класса разряда А – грязная**.

Так на реках Вынга, Быстрый Кульеаган и Комарья качество воды ухудшается на выходе. Таким образом, на выходе с лицензионных участков качество воды рек ухудшается за счёт диффузного загрязнения с техногенно нарушенных участков площади водосбора.

На исследуемых водотоках Вирсияун, Обь и Малая Карымкарская в точках контроля входа и выхода расчетные значения УКИЗВ незначительно менялись и класс качества воды рек Обь и Малая Карымкарская определен как 3 класс разряд А – загрязненная, а на реке Вирсияун состояния загрязненности воды относится к 4 классу разряда Б – грязная.

ЛИТЕРАТУРА

- Шабанов В.В.**, Маркин В.Н. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов, 2014. 166 с.
- Голованова О.А.**, Маловская Е. А. Динамика загрязнения ионами тяжелых металлов поверхностных вод рек Сибирского региона. Вестник Ом. ун-та, 2016 №3. С-64-73.
- Методическое указание.** Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Определение удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ) и класса качества воды. Нижний Новгород, 2015.
- Мониторинг и методы контроля** окружающей среды: Учеб. пособие в 2-х частях: Часть 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 337 с.
- Московченко Д.В.** Эколого-геохимическое состояние водных объектов на территории заказника «Сургутский». 2013 –9 с.
- Нечаева Е.Г.** Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. Иркутск; ИГ СО РАН, 1985. 210 с.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ** от 13 декабря 2016 г. N 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" (с изменениями и дополнениями)
- РД 52.24.643-2002.** Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностны вод по гидрохимическим показателям.
- СанПиН 2.1.5.980 Гигиенические требования** к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы М.: Федеральный центр Гос-санэпиднадзора Минздрава России, 2000. 24 с.
- Хорошавин В.Ю.** Техногенная трансформация гидрологического режима и качества вод малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура: автореферат географ. наук, Тюмень. 2005-230 с.
- Шелутко В.А.**, Колесникова Е.В., Смыжова Е.С. Вопросы оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим данным // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Материалы V Междунар. конф. СПб: ЗАО «Крисмас+», 2009. С. 97–99.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ВОД Р. ВОРОНА В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВОРОНИНСКИЙ» В 2010–2019 ГГ.

Л.Е. Борисова

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Воронинский»,
п. Инжавино Тамбовской области (Россия)

RESULTS OF STUDYING THE OXYGEN REGIME OF THE VORONA RIVER'S WATERS IN THE VORONINSKY RESERVE IN 2010-2019.

L.Y. Borisova

Voroninsky Nature Reserve, Inzhavino village, Tambov region (Russia)

В настоящее время осуществление комплексного экологического мониторинга состояния природных комплексов и объектов является приоритетным направлением деятельности научного отдела заповедника «Воронинский». Одним из его направлений является мониторинг кислородного режима вод р. Ворона.

Наблюдения ведутся с 2010 г., отбор проб производится на участке реки вблизи южной оконечности заповедника – в урочище Уголок (кв. 166) в окр. р.п. Инжавино. Пробы отбираются в склянки (125 мл) с притёртыми пробками с помощью раскладной деревянной рейки с держателем для склянок. В период открытого русла отбор производится с берега на глубине 1 – 1,2 м; в период закрытого русла – в лунках, пробуренных на середине водотока, на глубине около 2 м. Периодичность отбора – еженедельно (1, 10 и 20 числа каждого месяца, ± 1 день), время отбора – до 9.00. Во время отбора также измеряется температура воды ртутным термометром СП – 84. Аналитическое определение содержания кислорода проводится методом Винклера (Берникова, Демидова, 1977) в лаборатории заповедника. По результатам исследований опубликовано только одно сообщение, посвящённое особенностям кислородного режима зимних периодов с 2010 – 2011 по 2014 – 2015 гг. (Борисова, 2016). В настоящем сообщении проанализированы данные по кислородному режиму вод р. Ворона с 2010 по 2019 гг.

В таблице 1 представлены данные по кислородному режиму р. Ворона за исследуемый период, разбитые по месяцам и годам. При расчёте среднемесячных показателей использованы четыре срока наблюдений – начало месяца (= окончание предыдущего месяца), конец I декады, конец II декады, конец месяца (= начало следующего месяца). Для годовых минимальных и максимальных показателей указаны даты регистрации. В таблице 2 приведён расчёт среднемноголетних значений по месяцам и за период наблюдений в целом с указанием минимальных и максимальных среднемесячных значений.

Таблица 1 - Среднемесячные, среднегодовые и экстремальные показатели кислородного режима вод р. Ворона в 2010 – 2019 гг. (урочище Уголок заповедника «Воронинский»), мг/л

Год / месяц		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
I	среднее	5,3	7,3	5,5	5,4	7,9	4,7	5,7	5,3	7,0	5,2
	max	5,5	8,3	6,2	6,7	9,0	5,3	8,1	5,4	8,2	6,1
	min	5,1	6,6	5,0	4,8	6,4	4,3	3,8	5,1	6,2	4,5
II	среднее	4,4	6,3	4,6	4,9	5,7	4,0	5,3	5,1	5,6	4,4
	max	5,4	6,6	5,0	5,1	6,4	4,3	6,3	5,3	6,2	4,5
	min	3,5	6,1	4,2	4,5	5,3	3,8	3,8	4,8	4,8	4,3
III	среднее	3,9	5,8	4,2	5,1	6,0	5,5	7,3	7,0	4,6	5,5
	max	4,3	6,1	5,1	6,1	7,0	6,4	8,3	8,0	4,8	6,4
	min	3,5	5,3	3,8	4,5	5,3	4,0	6,3	5,3	4,3	4,3
IV	среднее	5,1	7,8	4,3	5,9	7,3	6,3	7,0	8,6	5,2	6,6
	max	5,7	9,6	4,8	7,0	8,0	7,2	8,3	11,2	5,6	7,7
	min	4,3	5,8	3,8	5,4	6,7	5,6	5,7	6,4	4,8	5,8

Продолжение таблицы 1

Год / месяц		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
V	среднее	5,9	8,6	4,8	5,4	6,7	5,4	4,1	7,0	5,3	5,2
	<i>max</i>	6,7	9,6	5,1	5,4	8,3	6,7	5,7	8,0	6,4	6,4
	<i>min</i>	5,4	7,4	4,2	5,1	5,4	4,0	2,9	6,4	4,3	4,5
VI	среднее	5,9	6,3	4,2	5,3	5,0	4,0	2,0	5,7	5,2	4,4
	<i>max</i>	6,4	8,6	4,5	5,8	5,4	4,5	2,9	6,4	5,6	4,6
	<i>min</i>	5,4	4,5	4,2	4,6	4,5	3,8	1,3	4,8	4,8	4,2
VII	среднее	5,2	3,9	3,7	4,9	4,3	4,3	2,8	4,5	4,5	4,7
	<i>max</i>	5,6	4,8	4,2	5,8	4,6	4,5	3,2	5,1	4,8	5,0
	<i>min</i>	4,8	3,2	3,5	4,3	3,8	3,8	2,1	3,5	4,2	4,5
VIII	средн.	5,8	3,8	3,8	5,9	3,8	5,6	3,9	4,1	4,6	4,8
	<i>max</i>	6,4	4,8	4,5	6,6	4,2	6,7	5,1	4,5	5,6	5,1
	<i>min</i>	5,3	3,2	3,2	4,3	3,5	4,5	3,2	3,5	4,2	4,5
IX	среднее	7,1	6,2	5,7	5,9	4,7	6,3	5,8	4,6	6,3	5,8
	<i>max</i>	7,7	8,3	6,4	6,4	5,1	7,0	6,1	4,8	7,2	6,7
	<i>min</i>	5,8	4,8	4,5	5,4	4,2	4,8	5,1	4,3	5,6	5,0
X	среднее	8,8	9,9	6,8	5,8	6,0	нет данных	7,0	6,0	7,6	7,8
	<i>max</i>	9,6	11,8	7,0	6,1	7,0		8,0	7,2	8,0	8,6
	<i>min</i>	7,0	8,3	6,4	5,4	5,1		6,1	4,8	7,2	6,4
XI	среднее	10,1	10,0	7,9	7,5	8,2	7,7	8,0	7,8	7,7	8,3
	<i>max</i>	11,2	11,8	8,6	9,9	10,2	7,9	8,3	8,0	8,2	9,0
	<i>min</i>	9,3	7,0	7,0	6,1	7,0	7,6	7,2	7,2	7,4	7,8
XII	среднее	9,7	6,6	7,4	8,7	6,6	8,1	6,3	8,0	6,6	7,6
	<i>max</i>	11,2	7,0	8,0	9,9	8,0	9,0	7,2	8,2	7,4	7,8
	<i>min</i>	8,3	6,2	6,7	7,7	5,3	7,6	5,4	8,0	6,1	7,4
За год	среднее	6,4	6,9	5,2	5,9	6,0	-	5,4	6,1	5,9	5,9
	<i>max</i> ,	11,2	11,8	8,6	9,9	10,2	9,0	8,3	11,2	8,2	9,0
	дата	29.11 2010	31.10 2011	20.11 2012	2.12 2013	26.11 2014	11.12 2015	10,22.11 2016	10.04 2017	21.11 2018	22.11 2019
	<i>min</i> ,	3,5	3,2	3,2	4,3	3,5	3,8	1,3	3,5	4,2	4,2
дата	3.03 2010	1.08 2011	10.08 2012	31.07 2013	19.08 2014	20.02, 20.06- 1.07 2015	20.06 2016	2.08 2017	2.08 2018	11.06 2019	

Таблица 2 - Среднеголетние показатели кислородного режима р. Ворона за период 2010 – 2019 гг. (ур. Уголок заповедника «Воронинский»), мг/л

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За период 2010 – 2019 гг.
среднее	5,9	5,0	5,5	6,41	5,8	4,8	4,3	4,6	5,8	7,3	8,3	7,6	5,9
<i>max</i> , год	7,9 2014	6,3 2011	7,3 2016	8,6 2017	8,6 2011	6,3 2011	5,2 2010	5,9 2013	7,1 2010	9,9 2011	10,1 2010	9,7 2010	10,1
<i>min</i> , год	4,7 2015	4,0 2015	3,9 2010	4,3 2012	4,1 2016	<u>2,0</u> 2016	2,8 2016	3,8 2011 2012 2014	4,6 2017	5,8 2013	7,5 2013	6,3 2016	2,0

Согласно полученным данным (табл. 1), диапазон абсолютных значений содержания кислорода в водах р. Ворона за исследуемый период составил 1,3 мг/л (20.06.2016 г.) – 11,8

мг/л (31.10.2011 г.). В 80 % случаев максимальные годовые значения были зарегистрированы перед началом ледостава, который наступает на р. Ворона поздней осенью или в начале зимы при отрицательных температурах атмосферного воздуха и температуре воды ниже 1°C. Причина явления в том, что при снижении температуры воды происходит увеличение равновесной концентрации кислорода при насыщении атмосферным воздухом и снижение интенсивности биохимических процессов, в том числе окислительных (Инструкция ..., 1985). В частности, на нитрификацию в поверхностных водах расходуется большое количество кислорода, но при температуре воды ниже 6°C этот процесс значительно уменьшается, а при 0°C практически прекращается (Баранов, 1982). Высокие значения концентрации кислорода в весеннее время наблюдаются после окончания половодья (в апреле или мае) при массовом развитии диатомовых водорослей, но не каждый год. Концентрация кислорода в воде в эти периоды обычно составляет 8 – 10 мг/л, изредка достигает 11 – 12 мг/л, как, например, в апреле 2017 г. (11,2 мг/л).

Низкие значения концентрации кислорода в водах р. Вороны (но не всегда ниже ПДК) могут регистрироваться как в конце ледостава, так и в летнюю межень. В первом случае этому способствуют переход на питание грунтовыми водами, которые содержат небольшое количество кислорода (Баранов, 1982), прекращение насыщения воды кислородом из атмосферного воздуха и отсутствие фотосинтеза. Большое значение при этом имеет продолжительность периода ледостава, которая в среднем течении р. Ворона составляет от трёх до пяти месяцев (Борисова, 2012). В летний период низкое содержание кислорода наблюдается чаще всего в конце июля или в августе, в условиях высоких температур воды и интенсивных окислительных процессов. Уникальным из всего ряда наблюдений стал весенне-летний период 2016 г., который характеризовался самыми низкими среднемесячными показателями и абсолютными минимумами мая, июня и июля из всего ряда наблюдений (табл. 1-2). Неблагополучная ситуация сложилась в результате аномальных гидрометеорологических условий этого периода – обильные и продолжительные осадки, начавшиеся в конце спада весеннего половодья, спровоцировали два летние паводка с выходом вод в низкую пойму и загниванием травянистой растительности. В берега Ворона вошла только 20 июня, и наиболее тяжёлые кислородные условия были зарегистрированы также в июне, когда за счёт поступления из поймы паводковых вод, обогащённых быстро окисляющейся органикой, содержание кислорода в русле снижалось до критических значений, вероятно, что даже ниже зарегистрированного 20 июня значения 1,3 мг/л.

Наибольшая годовая амплитуда абсолютных концентраций кислорода в водах Вороны была отмечена в 2011 г. – 8,6 мг/л (диапазон от 3,2 до 11,8 мг/л), наименьшая в 2018 г. – 4 мг/л (диапазон от 4,2 до 8,2 мг/л). В отличие от данных по датам отбора проб, среднегодовые показатели не отличаются большой изменчивостью. Их амплитуда за период 2010 – 2019 гг. составила всего 1,7 мг/л с диапазоном от 5,2 мг/л в 2012 г. до 6,9 мг/л в 2011 г. (табл. 1).

Расчёт среднемесячных значений (табл. 2) показал, что наибольшую амплитуду по годам имеют апрель, май, июнь и октябрь – более 4 мг/л. В случае двух весенних месяцев и октября, это связано с большой изменчивостью климатических условий в межсезонье. А вот широкий диапазон у июня получился только благодаря аномальным условиям 2016 г. (см. выше). Наименьшая среднемесячная амплитуда 2,1 мг/л (диапазон от 3,8 мг/л до 5,9 мг/л) отмечена у августа.

Средний годовой показатель содержания кислорода в среднем течении р. Ворона за период 2010-2019 гг. составил 5,9 мг/л (табл. 2). Самыми высокими среднемноголетними показателями (больше 6 мг/л) характеризуются апрель, октябрь, ноябрь и декабрь, т.е. периоды с прохладной погодой и открытым водным зеркалом. Закономерно лидирует в этом списке ноябрь со средним значением 8,3 мг/л, т.к. в этом месяце наиболее часто регистрируются максимальные годовые концентрации кислорода в воде (см. выше). Декабрь попал в этот список благодаря тому, что в последние годы в первый календарный месяц зимы полный ледостав наблюдается достаточно редко. Чаще всего в декабре ледообразование только начинается, а полный ледостав наступает в последней декаде месяца (Борисова, 2012).

Низкими среднемноголетними показателями (менее 5 мг/л) характеризуется летний период, когда наблюдаются самые высокие температуры воды в году. Наиболее неблагоприятным в плане кислородных условий является июль – самый тёплый месяц (в среднемноголетнем исчислении) как в среднем течении р. Ворона (Дудник и др., 2011), так и на всей территории Тамбовской области (Дудник, 2004).

В 2020 г. мониторинг кислородного режима вод р. Ворона в границах заповедника «Воронинский» перешёл в разряд многолетних рядов наблюдений (> 10 лет). Анализ данных 2010 – 2019 гг. показал, что абсолютные значения концентраций кислорода в водах реки имеют довольно широкий диапазон, что обусловлено большой изменчивостью климатических условий в бассейне реки. Выявлена взаимосвязь содержания кислорода от температуры воды, которая влияет на интенсивность насыщения воды кислородом из атмосферы и окислительных процессов. В зимний период от температурного режима окружающей среды зависит продолжительность ледостава и сроки начала весеннего половодья. В дальнейшем полученные результаты (диапазоны абсолютных концентраций кислорода, среднемесячных и среднегодовых показателей) будут использоваться как сравнительные данные при описании особенностей кислородного режима последующих лет для ежегодных томов Летописи природы заповедника.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов И.В.** Основы биопродукционной гидрохимии. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. 112 с.
- Берникова Т.А., Демидова А.Г.** Гидрология и гидрохимия. М.: Пищевая промышленность, 1977. 312 с.
- Борисова Л.Е.** Гидрологический режим р. Ворона в среднем течении: Науч.-метод. пособие. Тамбов, 2012. 61 с.
- Борисова Л.Е.** Кислородный режим реки Ворона в зимний период // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч., посвящ. памяти А.И. Золотухина (г. Балашов, 2 – 3 июня 2016 г.). Саратов: Саратовский источник, 2016. С. 41 – 47.
- Дудник Н.И.** Геоэкология Тамбовской области: Уч. пособие для студ. ин-та естествознания. Тамбов: Изд. дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2004. 181 с.
- Дудник С.Н., Буковский М.Е., Шалагина А.Г.** Динамика климатических показателей территории заповедника «Воронинский» // Тр. гос. природ. заповедника «Воронинский». Т. 2. Тамбов: Изд. дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2011. С. 75 – 86.
- Инструкция по химическому анализу воды прудов.** п. Рыбное Московской обл.: ВНПО по рыбоводству, 1985. 46 с.

**ИЗМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ Р. САМАРЫ В РАЙОНЕ
Г. САМАРЫ ВСЛЕДСТВИЕ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ****Ю.Л. Герасимов***Самарский университет, Самара (Россия)***CHANGES FEED RESOURCES FOR SAMARA RIVER FISHES NEAR SAMARA CITY
AS A RESULT OF AGGRAVATION OF WATER QUALITY****Yu.L. Gerasimov***Samara State University, Samara (Russia)*

Главным биоресурсом водоёмов Самарской области является рыба. Промысловый лов в ходе экономических реформ значительно сократился, но любительский активно продолжается. Река Самара – важный рыбохозяйственный водоём, однако антропогенная деятельность ухудшает условия воспроизводства и повышает смертность рыб, что сказывается на их численности. Кормовая база – одно из важнейших условий, определяющих численность промысловых рыб – также испытывает сильное антропогенное воздействие. Мы провели изучение зоопланктона реки Самары в её нижнем течении в черте города, чтобы выяснить, как меняется количество видов и численность ракообразных по ширине русла от правого берега к левому.

Город Самара занимает до 30 км береговой линии реки от её устья вверх по течению, загрязняя воду сточными водами и береговым стоком с урбанизированной территории. Противоположный берег реки – широкая пойма с многочисленными протоками и старицами, здесь есть грунтовые дороги и отдельные строения, часть берега намыта в целях дальнейшей застройки.

Пробы отбирали на прибрежных мелководьях р. Самары в районе ул. Авроры у автомобильного моста через реку (9 км от места впадения в р. Волга). Здесь, на правом (городском) берегу, береговая линия довольно ровная. Грунт на берегу и мелководье суглинистый, насыщенный щебнем, кусками бетона и другими отходами строительных материалов. Вдоль берега автомобилями накатана грунтовая дорога, обочины которой завалены мусором. Выше на берегу находятся различные промышленные предприятия и железная дорога, ближе всего к реке расположены: завод, производящий рубероид и мащтопропиточный цех, склады и гаражи. По ул. Авроры и мосту почти непрерывное автомобильное движение. С моста и берега дождевые воды смывают в реку разнообразные загрязняющие вещества. На берегу много рыболовов-любителей, оставляющих кострища и пятна нефтепродуктов. Вода на прибрежном мелководье мутная, с моста это особенно заметно. Дно здесь без растений, есть коряги и бетонные конструкции.

Противоположный (левый) берег намыт донным грунтом, откос у моста покрыт бетонными плитами. На пологом участке между бетонированным откосом и водой растут старые деревья с обильным подростом, несколько из них упали кронами в воду. Вдоль бетонированного откоса кучи пластика, картона, дерева, растительных остатков и другого мусора, оставленного рыболовами и оставшегося после половодья. До 50% дна мелководья покрыто погружённой растительностью.

Пробы отбирали стандартными методами (Руководство по..., 1992) 3 раза в месяц (с конца апреля до последней декады октября). На каждом берегу было выбрано по 5 станций на участке от 100 м выше до 100 м ниже моста. Использовали планктонную сетку (газ № 64) и 2-л батометр.

Всего в пробах обнаружено 46 видов ракообразных. Видовой состав и численность ракообразных в прибрежье правого и левого берегов сильно различаются, только 20 видов были встречены на обоих прибрежьях. В прибрежье ближнего (правого) берега р. Самары было обнаружено 23 вида ракообразных из 17-ти родов и 7-ми семейств. В прибрежье даль-

него берега р. Самары - 43 вида ракообразных из 26-ти родов и 13-ти семейств (Табл.1). Величина коэффициента видового сходства по Серенсену составила 1,54.

Таблица 1 - Число видов ракообразных в семействах, встречаемость в пробах и доля численности

Семейства	Ближний берег			Дальний берег		
	Число видов	% проб	Доля по численности, %	Число видов	% проб	Доля по численности, %
<i>Cyclopoidae</i>	4	64	47,34	8	100	58,13
<i>Eudiaptomidae</i>	3	64	2,71	3	50	3,49
<i>Ameridae</i>	-	-	-	1	13	0,14
<i>Bosminidae</i>	2	42	11,29	4	75	17,54
<i>Chydoridae</i>	3	3	3,37	9	75	1,16
<i>Daphniidae</i>	6	65	13,46	8	100	10,61
<i>Macrothricidae</i>	1	1	3,04	2	6	0,30
<i>Sididae</i>	1	2	0,54	1	56	5,58
<i>Leptodoridae</i>	1	2	0,22	1	38	0,30
<i>Polyphemidae</i>	1	2	0,98	2	25	0,89
<i>Cirripectida</i>	-	-	-	1	38	0,01
<i>Cypridae</i>	1	3	1,52	2	38	0,36
<i>Candonidae</i>	-	-	-	1	25	0,31

Как видно из таблицы 1, на дальнем берегу представители 12-ти семейств ракообразных чаще встречаются в пробах, чем на городском берегу.

Мы сравнили численность ракообразных на ближнем и дальнем берегу р. Самары (табл.2).

Таблица 2 - Сравнение численности (экз./л) ракообразных на ближнем и дальнем берегах р. Самары

Берег	Месяцы						
	апрель	май	июнь	июль	Август	сентябрь	Октябрь
Ближний	1,36	82,7	8,49	3,1	0,22	0,14	0,2
Дальний	3,21	14,28	55,59	13,06	32,8	4,97	1,22

Численность ракообразных у дальнего берега оказалась в среднем в 1,3 раз больше чем у ближнего. При этом в мае количество ракообразных у Ближнего берега оказалось больше за счёт большого количества копеподитных стадий циклопов в конце мая (у дальнего берега копеподитов было в 10 раз меньше). Всё остальное время численность ракообразных, в том числе и копеподитных стадий циклопов, была больше у Дальнего берега. В пробах у Ближнего берега крупные представители сем. *Daphniidae* встречались гораздо реже, и количество их было почти втрое меньше, чем у Дальнего берега. Величина индекса видового разнообразия по Шеннону у ближнего берега составила 2,18 бит у дальнего - 2,48 бит.

Мы полагаем, что различия по видовому составу и численности ракообразных вызваны загрязнением прибрежного мелководья левого берега дождевым стоком с застроенной городской территории, в том числе с промышленных предприятий, железной дороги и несанкционированных свалок мусора. Определённый вклад в загрязнение реки вносят и рыболовы-любители, несколько десятков которых постоянно находятся на берегах и в лодках. Они оставляют на берегах много мусора, их автомобили стоят в водоохранной зоне.

Ранее уже проводились исследования для сравнения фауны беспозвоночных на урбанизированном и незастроенном берегах реки. Например, сходные, но более сильные различия видового состава и численности ракообразных между берегами были отмечены в р. Волге в районе г.Саратова (Белова, 67). Ранее нами было выявлено, что число видов и численность колов раток у городского берега р. Самара значительно меньше, чем у противоположного (Герасимов, 2018).

Хотя разница по численности ракообразных между берегами р. Самары в среднем не очень велика, тем не менее, загрязнение правого прибрежного мелководья ухудшает кормовую базу рыб. Нам не удалось найти данных по кормовой базе рыб в р. Самара. Однако район устья р. Самары, где проходила наша работа, является зоной выклинивания подпора Саратовского водохранилища и устье можно считать как-бы его заливом. Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» оценил количество зоопланктона в Саратовском водохранилище как соответствующее малокормному статусу (Материалы..., 2019). Т.е. загрязнение уменьшает и без того ограниченные возможности питания рыб. Полученные нами результаты показывают негативное влияние урбанизации на речной зоопланктон и на экосистемы водоёмов в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем.* СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 246 с.
- Белова И.В.** Фауна планктонных ракообразных Волги в районе г. Саратова и влияние на нее загрязнения // Фауна Волгоградского водохранилища и влияние на нее загрязнения. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1967. С. 5 – 9.
- Герасимов Ю.Л.** Влияние урбанизации на фауну коловраток р.Самары // Экологические проблемы бассейнов крупных рек -6. Материалы Международной конференции приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции 15-19 октября 2018, Тольятти, Россия. Тольятти: «Анна», 2018. С. 67 – 69.
- Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы (ОДУ)** водных биологических ресурсов в Саратовском водохранилище и малых водоемах Заволжья Самарской области на 2020 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) // Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»). Саратов, 2019 г. 14 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г.КАЗАНИ ПО ИНДИКАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ НЕКОТОРЫХ МАКРОФИТОВ**Н.Р. Зарипова, Н.М. Мингазова***Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань (Россия)***ASSESSMENT OF THE STATE OF THE ECOSYSTEM OF WATER BODIES IN KAZAN BASED ON THE INDICATIVE PROPERTIES OF SOME MACROPHYTES****Naila Zaripova, Nafisa Mingazova***Kazan (Volga region) Federal University, Kazan (Russia)*

Видовой состав водных растительных сообществ позволяет довольно точно охарактеризовать экологическое состояние экосистемы. Наиболее полно разработана методика индикации трофической характеристики водных объектов – сапробности. Наибольшей устойчивостью по отношению к антропогенной нагрузке характеризуются озера с широким развитием в литоральной зоне погруженных растений, здесь самый богатый, но однородный состав гидрофитов (индекс сапробности $S=1,6-1,8$). Менее устойчивы низко минерализованные озера с признаками олиготрофии, с преобладанием харовых водорослей ($S=1,5-1,6$) (Власов, Гигевич, 2002). По данным исследования коллектива авторов (Инвентаризация..., 2014), в г. Казань регулярно происходит потеря водных объектов по различным причинам: заиливание, зарастание, засыпка, строительство, критическое уменьшение площади водосбора. Большинство исследуемых водоемов расположены на территории древней поймы реки Казанки, на месте прежнего пойменного водно-болотного комплекса (бывшее Кизическое болото, Мингазова и др, 2005). Относятся к типу малых, мелководных озер, образованных под напором грунтовых вод в котлованах торфоразработок и понижениях. Озера Центральное у Парка Победы, Большое Чуйково, Чишмяле, Марьино были благоустроены с углублением дна и изменением берега. На оз. Центральное берега расширили со стороны парка и засыпали песком для рекреационных целей. Озеро Чишмяле было восстановлено из строительного карьера на месте уничтоженного озера. На оз. Марьино были проведены мероприятия по реабилитации после засыпки 1/3 акватории. Названия водных объектов даны в соответствии с Реестром водных объектов (Водные..., 2015).

Материалами для работы послужили результаты собственных гидрботанических исследований, работа выполнялась в Лаборатории оптимизации водных экосистем и на кафедре Природообустройства и водопользования КФУ. Для оценки качества воды применили метод индикаторных организмов Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973). Для определения качества воды по данному методу было определено обилие видов, по которым известны значения сапробности (Кокин, 1982; Власов, Гигевич, 2002). Индекс сапробности вычисляется по формуле: $S = \sum(sh) / \sum h$, где s - индикаторная значимость каждого вида, h - относительное количество видов. В формулу нами были внесены изменения: вместо индикаторной значимости s , предложенной Пантле и Букком, используется индекс сапробности вида по К.А. Кокину (1982); параметр h «относительное количество видов» заменен на параметр «обилие вида», определённый по шкале Браун–Бланке (Braun-Blanquet J., 1964) и переведенный в 9-балльную шкалу по Сладечеку (табл.1).

Результаты исследования. В результате обобщения данных по 32 водных объектов всего выявлено 144 вида растений из 38 семейств, 92 рода и 5 классов. Самым большим по содержанию видов является сем. *Asteriaceae* (21), на втором месте - сем. *Poaceae* (19), на третьем - *Fabaceae* (14), на четвертом – *Cyperaceae* (13), на пятом месте – *Juncaceae* (7). В семействах *Polygonaceae*, *Brassicaceae*, *Potamogetonaceae* содержится по 5 видов, в семействах *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Apiaceae* и *Lamiaceae* насчитывается по 4 вида растений. Еще меньшее количество видов встречается в семействах *Equisetaceae*, *Onagraceae*, *Rubiaceae* и *Typhaceae*, *Primulaceae*, *Salicaceae*, *Scrophulariaceae*, *Alismataceae*, *Lemnaceae*,

Aristolochiaceae, Ceratophyllaceae, Cariophyllaceae. Анализ флоры и в т.ч. ее экологическая структура был опубликован ранее (Зарипова, 2015, 2019).

Таблица 1 – Перевод значений *h* в индексе сапробности в модификации метода

Встречаемость	Относительное обилие - <i>h</i> , баллы по Сладечеку	Относительное обилие - <i>hi</i> , в %, по Сладечеку	Предлагаемые баллы обилия по шкале Браун-Бланке
Очень редко	1	< 1	1
Редко	2	2–3	1 или 2
Нередко	3	4–10	2
Часто	5	10–20	2 или 3
Очень часто	7	20–40	3
Масса	9	40–100	4 или 5

Были вычислены индексы сапробности воды в 32 водном объекте по следующим 12 видов макрофитов - индикаторам сапробности воды: *Salvinia natans* (L.) All. – сальвиния плавающая, *Ceratophyllum demersum* L. – роголистник погруженный, *Myriophyllum spicatum* L. – уруть колосистая, *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – горец земноводный, *Eloдея canadensis* Michx. - элодея канадская, *Sagittaria sagittifolia* L. - стрелолист обыкновенный, *Potamogeton crispus* L. – рдест курчавый, *P. lucens* L. – рдест блестящий, *P. perfoliatus* L. - рдест пронзеннолистный, *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. – многокоренник обыкновенный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехдольная.

По результатам исследований показатели индекса сапробности у большинства исследованных водных объектов находится в интервале от 1,8 до 2,4, что входит в пределы β-мезосапробной зоны. Наибольшее значение индекса, находящиеся на границе с α-мезосапробной зоной, имеет вода в оз. Ротановое (табл.2, рис.). Данный показатель означает большое количество органических веществ в озере. Озеро заиленное, запах грунта ярко выраженный сероводородный, запах воды сероводородный, цвет воды коричневатый. Выявлено 5 видов гидрофитов. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды представлена хорошо развитой ассоциацией Lemno-Ceratophylletum demersi. Обилие роголистника погруженного в ассоциации по 9-бальной шкале составляет 7 баллов, рясковых – 7 баллов. Группа формаций свободно плавающих на поверхности воды гидрофитов представлена ассоциацией Lemno minori-Spirodeletum, обилие ряски малой – 5 баллов, многокоренника - 7 баллов. Обилие всех видов (сумма) составляет 26 баллов.

Таблица 2 – Индекс сапробности воды исследованных водных объектах г. Казани

Название озера	S/ кол.-во видов гидрофитов	Название озера	S/ кол.-во видов гидрофитов
Малое Чайковое	1,98/4	Придорожное	2,28/4
Большое Чайковое	1,83/6	Путевое	2,2/2
Крошка	2/4	Тэцовское	2,25/1
Центральное Парка Победы	1,76/2	Сероводородное	2,1/2
Восточное	2,3/1	Кряква	2,2/3
Озеро 1 Парка Победы	2,25/1	Вербное	1,8/3
Озеро 3 Парка Победы	2,03/2	Кнопка	2,25/1
Озеро 5 Парка Победы	1,91/6	Уголочек	2,25/1
Озеро 6 Парка Победы	2,25/1	Бусинка	2,05/3
Озеро 7 Парка Победы	2/2	Лягушачье	2/1
Озеро 8 Парка Победы	2,06/3	Ротановое	2,4/5
Утиное	2,25	Марьино	1,9/6
Малое Чуйково	2,07/3	Пуговка	2,1/3
Большое Чуйково	1,37/6	Песчаное	2,2/2
Узкое	2,17/2	Загадка	2,25/2
ОБК Соловьиный	2/3	Чишмяле	1,67/6

Второй по величине индекс сапробности воды был выявлен в оз. Придорожное (табл.2), в котором произрастают только 4 водных вида, они же являются индикаторами сапробности: *Ceratophyllum demersum* L. – роголистник полупогруженный, *Polyginum amphibium* L. – горец земноводный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехдольная, обилие всех видов (сумма) составляет 11 баллов.

На водоемах у парка Победы было выявлено 5 видов индикаторов сапробности: *Lemna minor* L. - ряска малая, *L. trisulca* L. - р. трехдольная, *Ceratophyllum demersum* L. - роголистник погруженный, *Patomogeton perfoliatus* L. - р. пронзеннолистный *Polyginum amphibium* L. - горец земноводный. Показатели индекса сапробности воды в водоемах озерно-болотного комплекса у парка Победы находится в интервале от 2 до 2,3, оз. Центральное – 1,8, что входит в пределы β -мезосапробной зоны. количество гидрофитов варьирует от 1 до 6, больше всего – на оз.5 у Парка Победы.

Небольшие значения индекса были выявлены в озерах Центральное в Парке Победы и Чишмяле, они отражают меньшее содержание органических веществ в воде, однако входят в пределы β -мезосапробной зоны. В оз. Чишмяле было выявлено 3 вида индикатора сапробности: *Lemna minor* L. - ряска малая, *Sagittaria sagittifolia* L. - стрелолист обыкновенный, *Salvinia natans* (L.) All. - сальвиния плавающая, обилие всех видов составило 7. Количество гидрофитов – 6 видов. Так же небольшой индекс сапробности был выявлен для воды оз. за Роддомом №1 (оз. Малое Чайковое) – 1,83, в котором обнаружено 3 вида-индикатора: *Sagittaria sagittifolia* L. – стрелолист обыкновенный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехдольная, обилие всех видов составляет 8 баллов. Количество гидрофитов – 4 видов.

Наименьший показатель индекса сапробности воды был выявлен в оз. Большое Чуйково, он составил 1,37. Данное значение позволяет отнести воду к олигосапробной зоне (при $S=0,51-1,50$). При этом следует учитывать регулярную очистку озера Большое Чуйково от плавающих на поверхности водных растений, 2 из которых являются индикаторами сапробности. Количество гидрофитов – 6 видов. Группа формаций свободно плавающих на поверхности воды состоит из одной формации рдеста блестящего. Данная формация представлена двумя слабо развитыми ассоциациями: асс. *Potametum natantis*, *Ceratophyllo* - *Potametum natantis*. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды представлена ассоциацией *Lemno-Ceratophylletum demersi*. Роголистник погруженный произрастает массово, обилие составляет 9 баллов, в состав ассоциации заходят и плавающие листья горца земноводного, они в озере встречается очень редко. Иногда встречаются редкие листцы ряски малой и, частично, , обилие которых по 9-бальной шкале составляет лишь по 2 балла. Следовательно, при отсутствии очистки водоема, значение индекса сапробности воды может возрасти, возможно до β -мезосапробной зоны.

Значения индекса большинства исследованных водных объектов находится в интервале от 1,8 до 2,4, что входит в пределы β -мезосапробной зоны. В исследованных нами озерах вода относится β -мезосапробной зоне, к III классу качества. Степень загрязненности вод - умеренно загрязненные.

К водоемам с наибольшей устойчивостью экосистемы по отношению к антропогенной нагрузке ($S = 1,6-1,8$, разнообразие водных сообществ, богатый состав гидрофитов) можно отнести 5 озер: Большое Чуйково (6 гидрофитов), Чишмяле (6 гидрофитов), Большое Чайковое (6 гидрофитов), Центральное (2 гидрофита), Вербное (3 гидрофитов). Из них оз.Вербное по совокупности признаков выпадает из перечня «устойчивых экосистем». К условно устойчивым к антропогенной нагрузке можно отнести еще 2 озера, индексы сапробности которых расположены на верхней границы «устойчивости» при $S = 1,9$: оз. Марьино и оз. 5 у Парка Победы (по 6 гидрофитов). Таким образом, к водоемам с наибольшей устойчивостью экосистемы по отношению к антропогенной нагрузке следует отнести 6 озер. Озера Ротановое и Придорожное имеют явные признаки избытка органического вещества, остальные 23 водоема находятся в «зоне риска».

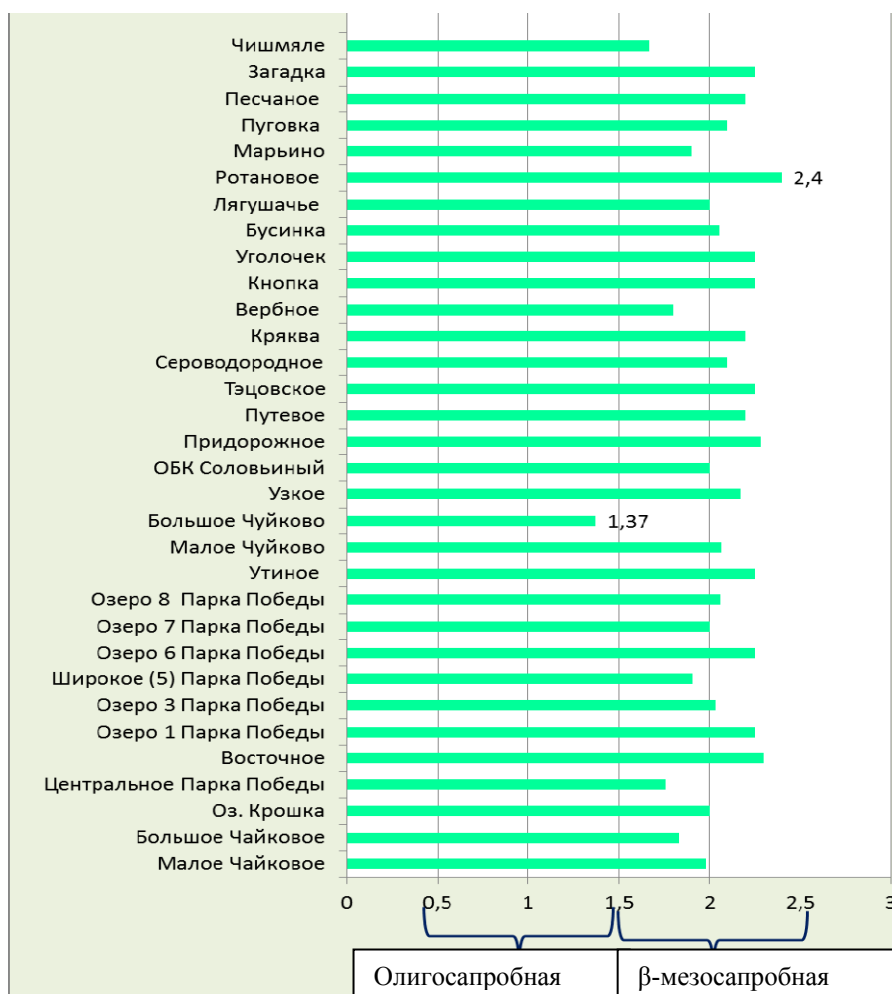


Рис. Индексы сапробности и зоны сапробности воды в исследуемых водных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

- Власов Б.П., Гигевич Г.С.** Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Мет. рекомендации. - Мн.: БГУ, 2002. 84 с.
- Водные объекты города Казани.** Реестр водных объектов Ново-Савиновского района// Мингазова Н.М., Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю., Набеева Э.Г., Павлова Л.Р., Замалетдинов Р.И., Зарипова Н.Р., Шарифуллин А.Н., Шигапов И.С., Мингалиев Р.Р. - Казань: Фолиант, 2015. 116 с.
- Зарипова Н.Р.** Экологическое состояние озер Большое и Малое Чуйково г. Казань. //Всероссийский экономический форум «Экономика в меняющемся мире»: сб.научных статей (17-26 апреля 2019).- Казань: Изд.-во Академии наук РТ.
- Зарипова Н.Р.** Экологическая структура флоры ряда водоемов г. Казани / Н.Р. Зарипова // Гидробиотаника 2015: сборник материалов VIII всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам. Ярославль, 2015. С. 111-114.
- Инвентаризация и экологическая паспортизация водных объектов** как способ сохранения и оптимизации их состояния. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Набеева Э.Г., галеева А.И., Шигапов И.С., Зарипова Н.Р., Замалетдинов Р.И., Мингалиев Р.Р.// Астраханский вестник экологического образования. 2014, № 2 (28). С.37-43.
- Кокин К. А.** Экология высших водных растений. М.: МГУ, 1982. 160 с.
- Мингазова Н.М.,** Деревенская О.Ю., Нургалиева З.М., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р. Озера г. Казани и проблемы малых озер. // Экология города Казани – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. с. 120-134
- Braun-Blanquet J.** Pflanzensoziologie. Wien. New York, 1964. 865 p.
- Sladeczek V.** System of water quality from biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie, 1973, Bd 7. 218 S.

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ РЕЧНЫХ
ЭКОСИСТЕМ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**
Г.Р. Ильбулова^{1,2}, Р.Ф. Хасанова^{1,2}, Я.Т. Суюндуков^{1,2}, Г.Г. Бускунова², И.Н. Семенова^{1,2}
I. N. Semenova^{1,2}

¹*Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал,
Сибай (Россия)*

²*Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета,
Сибай (Россия)*

**CONTENT OF HEAVY METALS IN COMPONENTS OF RIVER ECOSYSTEMS OF
MINING TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

G. R. Ilbulova^{1,2}, R. F. Khasanova^{1,2}, Ya. T. Suyundukov^{1,2}, G. G. Buskunova²,

¹*Institute of Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay (Russia)*

²*Sibay Institute (branch) of the Bashkir state University, Sibay (Russia)*

В настоящее время актуальной экологической проблемой является прогрессирующее загрязнение водных объектов тяжелыми металлами (ТМ). Особенно остро она проявляется в регионах с развитой горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленностью.

Город Сибай относится к одному из крупных промышленных центров Республики Башкортостан. Источником техногенного загрязнения в городе служат объекты горнорудного производства по добыче и обогащению сульфидных медно-цинковых руд Сибайского медноколчеданного месторождения. Оно относится к наиболее крупным в России и разрабатывается с 1939 года открытым, а с 2003 г. - шахтным способом. Гидрографическая сеть района Сибайского месторождения принадлежит среднему течению реки Худолаз, относящейся к бассейну р.Урал, с правыми притоками Камыш-Узяк и Карагайлы.

Разработка Сибайского и Камаганского месторождений оказала существенное воздействие на состояние водных объектов территории. Строительство прудов, каналов и выпуск сточных вод в связи с их разработкой привели к изменению водного режима рек. В 1957 году естественное русло р.Карагайлы выше карьера было перехвачено и с помощью канала переброслено в р.Камыш-Узяк. Русло р. Камыш-Узяк в районе Каманганского карьера также канализировано открытым каналом.

Общая длина реки Карагайлы составляет 28 км, впадает в р.Худолаз на 27 км от устья. Средняя ширина реки 8-10 м. Средняя глубина русла на перекатах 0,5 м, на плесах 0,7-1,0 м. Русло реки галечное, местами песчаное. Река преимущественно подземного питания с выраженным весенним половодьем.

Общая длина реки Камыш-Узяк составляет 16 км, впадает в р.Худолаз на 34 км от ее устья. Средняя ширина реки 3 м, средняя глубина 0,3 м. Русло средне выраженное, умеренно извилистое. Берега пологие, местами обрывистые. Дно реки сложено гравийным грунтом и песком гравелистым. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и береговой фильтрации речных вод. Воды со свободным уровнем, режим их полностью зависит от уровня в р. Карагайлы (Султанова, 2016).

Вдоль русла реки Карагайлы расположены мощные источники загрязнения: отвалы вскрышных пород Сибайского карьера, старое и новое хвостохранилища, очистные сооружения города и городская свалка бытовых отходов. В реку также впадают ливневые стоки с промплощадок обогатительной фабрики. Река Камыш-Узяк протекает вдоль отвалов Камаганского карьера и через частный сектор.

Цель работы: изучение экотоксикологического состояния экосистем рек Карагайлы и Камыш-Узяк в черте города Сибай.

Исследования проводились в июне 2019 года. Были определены следующие пробные площадки вдоль реки Камыш-Узяк (ПП): ПП1 - в 700 м к востоку от Камаганского карьера; ПП2 - под мостом по ул. Крупская 56а; ПП3 - на северо-западном углу Парка культуры и от-

дыха им. М. Гафури; ПП4 - в районе моста по ул. Мирная 88/2-1; ПП5 - устье пруда в микрорайоне Дома рыбака. ПП вдоль реки Карагайлы: ПП6 – на южной и юго-восточной части отвалов Сибайского карьера; ПП7 – ниже моста в районе Башкирского шахтопроходческого управления (БШПУ); ПП8 – ниже моста в микрорайоне Южный; ПП9 – в районе хвостохранилищ; ПП10 - ниже хвостохранилища у пос. Калинино (рис.).

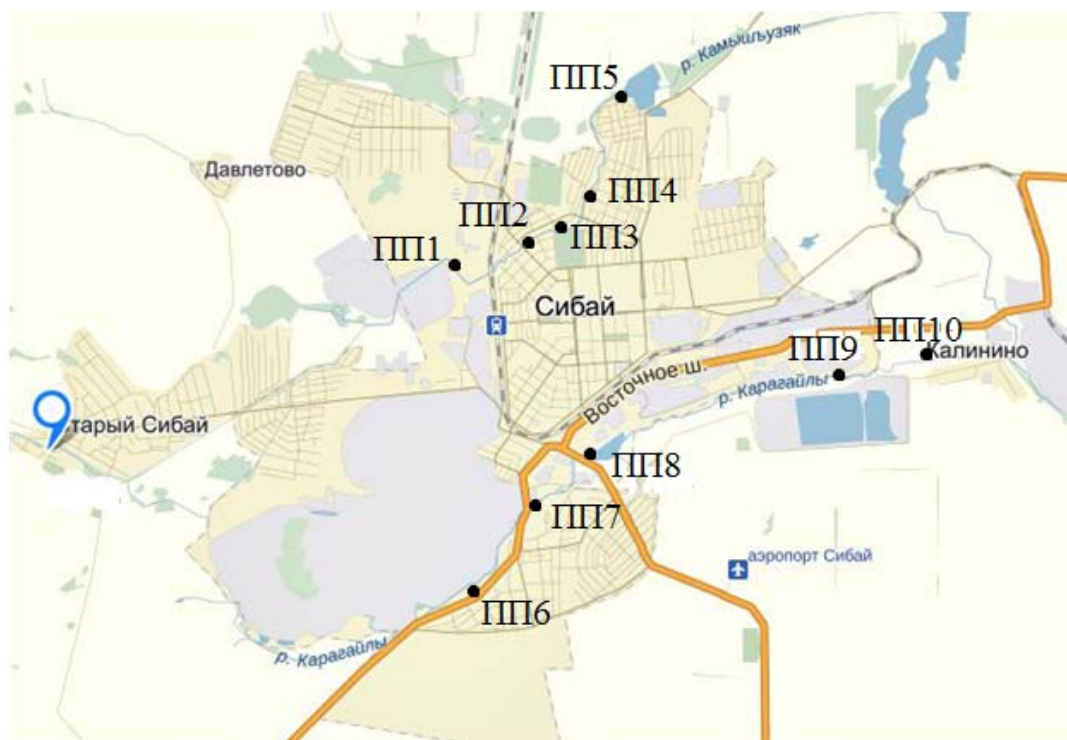


Рис. Расположение пробных площадок

Отбор проб воды и донных отложений (ДО) производился согласно требованиям ГОСТ Р 51592-2000 и ГОСТ 17.1.5.04-81. Вода отбиралась серийно в количестве 10 проб с разных зон одного пункта и усреднялась в одну смешанную пробу. В каждой пробной площадке были отобраны образцы почв методом конверта в трех повторностях. Собранный материал анализировался на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8 (Методические указания ..., 2006). Определение рН проводили потенциометрически (ГОСТ 26483-85).

Для оценки качества поверхностных вод использовали кратность превышения предельно-допустимых концентраций ТМ для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК р/х). Для оценки качества воды использовали индекс загрязненности воды (ИЗВ_{ТМ}): $ИЗВ_{ТМ} = \sum C_i / ПДК_i/n$, где n – число изученных ТМ; C_i – фактическое содержание загрязняющего вещества; ПДК_i – предельно допустимая концентрация вещества. Интерпретацию ИЗВ_{ТМ} проводили в соответствии с величинами: менее или равно 0,3 – чистая; 0,3-1,0 – относительно чистая; 1,0-2,5 – умеренно загрязненная; 2,5-4,0 – загрязненная; 4,0-6,0 – грязная; 6,0-10,0 – очень грязная; более 10,0 – чрезвычайно грязная.

Для оценки уровня химического загрязнения почвы и ДО применяли суммарный показатель Z_c (Саеи и др., 1990). Градация степени загрязнения для почв такова: $Z_c \leq 8$ – слабая; $8 \leq Z_c \leq 16$ – допустимая; $16 \leq Z_c \leq 32$ – умеренно опасная; $32 \leq Z_c \leq 128$ – опасная; $Z_c > 128$ – чрезвычайно опасная (Руководство...1993); для ДО: $Z_c \leq 10$ – слабая; $10 \leq Z_c \leq 30$ – средняя; $30 \leq Z_c \leq 100$ – высокая; $100 \leq Z_c \leq 300$ – очень высокая; $Z_c > 300$ – чрезвычайно высокая (Янин, 2002).

Для оценки миграционной способности ТМ использовали коэффициент донной аккумуляции (КДА), равный отношению содержания вещества в грунте к его концентрации в воде. Чем больше значение КДА, тем интенсивнее миграция металла из воды в ДО.

Ионы металлов являются обязательными компонентами природных водоемов. В зависимости от условий среды они существуют в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлорганических соединений, которые могут быть истинно растворенными, коллоидно-дисперсными или входить в состав минеральных и органических взвесей. Реакция среды образцов воды р. Камыш-Узьяк изменяется от 7,8 до 8,1 и характеризуется как слабощелочная, а р. Карагайлы – от 6,8-7,4 и характеризуется как нейтральная или близкая к ней.

Анализ пространственной изменчивости концентраций ТМ показал, что наибольшим содержанием металлов характеризуются воды реки Карагайлы: превышение нормы по меди составило от 36,0 до 199,0 ПДК, по цинку – 81,9 -1073,0, по железу – 4,59 - 30,97, по никелю – до 3,8, по марганцу – 26,7 - 401,0, по кобальту – 1,6 - 5,4. Исследованный участок р. Карагайлы характеризовался также более высоким содержанием свинца – от 1,5 до 2,7 ПДК, кроме ПП6 и ПП10, и кадмия – от 2 (ПП7) до 2,6 ПДК (ПП6).

В водах р.Камыш-Узьяк превышение ПДК по меди составило от 3 до 44 раз, по цинку – 1,7 - 13,6. Превышение значения ПДК по железу отмечено только в ПП2 (в 20,4 раза) и ПП3 (в 2,6 раз), никелю – в ПП3 (1,6 раз), марганцу - 2,0-14,6 (во всех, кроме ПП1), кадмию – в ПП2 (1,6 раз), кобальту – в ПП2 (2,2) и ПП4 (1,2).

Анализ воды по показателю ИЗВ_{ТМ} выявил, что р. Камыш-Узьяк соответствует качеству преимущественно от относительно чистого до грязного, за исключением створа ПП2 (12,11 - чрезвычайно грязная). Река Карагайлы является наиболее загрязненной, по индексу загрязненности качество воды на всем исследуемом участке реки относилось к категории чрезвычайно грязной (табл. 1).

Таблица 1 - Оценка качества воды по индексу загрязненности воды (ИЗВ_{ТМ})

Пробные площадки	ИЗВ _{ТМ}	Характеристика качества
р. Камыш-Узьяк		
ПП1	0,71	относительно чистая
ПП2	12,11	чрезвычайно грязная
ПП3	4,17	грязная
ПП4	3,22	загрязненная
ПП5	2,54	загрязненная
р. Карагайлы		
ПП6	164,09	чрезвычайно грязная
ПП7	185,56	чрезвычайно грязная
ПП8	105,27	чрезвычайно грязная
ПП9	29,64	чрезвычайно грязная
ПП10	26,65	чрезвычайно грязная

Менее динамичной по сравнению с речной водой и наиболее информативной системой, характеризующей уровень загрязнения экосистемы, являются ДО и почвы речных пойм, в которых происходит аккумуляция токсичных составляющих, в том числе ТМ, на более или менее продолжительное время (Кленкин и др., 2007).

Анализ проб почв в поймах рек показал многократные превышения ПДК по ТМ. Содержание меди в почвах прибрежной зоны р. Камыш-Узьяк составило от 1 до 1,4ПДК, р. Карагайлы – от 5,7 до 447ПДК. Превышение ПДК по цинку – от 3,3 до 15,2 и от 3,9 до 112,7 раза соответственно. Превышение концентрации по кадмию в почвах прибрежной зоны р. Камыш-Узьяк отмечено только в ПП1 (1,2ПДК) и ПП2 (1,4ПДК), в то время как вдоль р. Карагайлы отмечено его превышение на всех ПП – от 9,8 до 45,8 ПДК. В почвах прибрежной зоны р. Карагайлы содержание марганца превышало ПДК от 2,3 до 5,3 раза, за исключением ПП7, где не было отмечено его превышение.

По величине суммарного показателя загрязнения почвы прибрежной зоны р. Камыш-Узьяк соответствовали категориям от слабой до допустимой, р. Карагайлы – от умеренно опасной до чрезвычайно опасной категориям загрязнения (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка уровня химического загрязнения почв и донных отложений

Пробные площадки	Почвы		Донные отложения	
	Z _c	Степень загрязнения	Z _c	Степень загрязнения
р. Камыш-Узьяк				
ПП1	-1,24	слабая	35,17	высокая
ПП2	11,34	допустимая	100,44	очень высокая
ПП3	0,34	допустимая	101,73	очень высокая
ПП4	0,76	допустимая	95,52	высокая
ПП5	4,84	допустимая	46,69	высокая
р. Карагайлы				
ПП6	135,93	чрезвычайно опасная	136,26	очень высокая
ПП7	119,00	опасная	982,44	чрезвычайно высокая
ПП8	18,43	умеренно опасная	64,31	высокая
ПП9	68,39	опасная	283,45	очень высокая
ПП10	603,63	чрезвычайно опасная	1024,26	чрезвычайно высокая

ДО являются своеобразной депонирующей средой и способны накапливать химические элементы. Уровень загрязненности ДО позволяет проследить воздействие техногенной нагрузки на речные экосистемы и изменение естественных процессов, которые протекают в ней. Поэтому, в ряде стран ДО используют в качестве основного индикатора экологического состояния водного объекта. Необходимость нормирования содержания загрязняющих веществ в ДО обусловлена тем, что сильно загрязненные ДО оказывают серьезное отрицательное влияние на состояние воды водоемов и водотоков.

Наибольшие концентрации большинства исследованных элементов отмечены в ДО пробных площадок р.Карагайлы: содержание меди от 26,3 до 731,0 ПДК, цинка - от 21,0 до 146,1, железа – от 1,4 до 2,8, никеля – от 1,0 до 13,2 ПДК, марганца – от 3,1 до 6,2, свинца - в ПП7 (в 8,2 раза) и ПП10 (в 1,3 раза), кадмия от 7,6 до 136,5 ПДК. Превышение ПДК по содержанию кобальта отмечено не было.

ДО р.Камыш-Узьяк характеризовались концентрацией меди, превышающей ПДК от 14,6 до 45,0 раз, цинка – 23,5-63,9, железа – 1,8-2,0, кадмия – 3,7-10,6 и никеля – на уровне ПДК только ПП1 и ПП3. По марганцу, свинцу и кобальту не зафиксировано превышение допустимой нормы.

Экологическое состояние ДО р. Камыш-Узьяк соответствовало загрязнению от высокой до очень высокой степени, р. Карагайлы – от высокой до чрезвычайно высокой.

Миграционная способность ТМ варьирует в широком диапазоне. Для р.Камыш-Узьяк величина КДА составила: по меди от 3068 до 14667, цинку – от 8963 до 31882, железу – от 4265 до 379583, никелю – от 253 до 2060, марганцу – от 53 до 1638, свинцу – от 850 до 3050, кадмию – от 161 до 21200, кобальту – от 194 до 3570. Для р.Карагайлы: по меди от 612 до 69583, цинку - от 82 до 4103, железу - от 2833 до 14651, марганцу - от 108 до 1848, никелю - от 113 до 5889, свинцу от 268 до 81200, кадмию - от 380 до 27300, кобальту - от 77 до 210. Самые низкие значения КДА для р.Камыш-Узьяк отмечены в ПП2, а для р.Карагайлы в ПП8, где наблюдались наибольшие величины рН речных вод: 8,1 и 7,3 соответственно. Это свидетельствуют о снижении миграции ТМ из воды в ДО при повышении рН.

Таким образом, установлено, что в черте города Сибай река Карагайлы характеризуются повышенным содержанием всех изученных ТМ, значительно превышающим их концентрации в воде реки Камыш-Узьяк. Почвы пойм рек Камыш-Узьяк и Карагайлы характеризуются повышенным содержанием меди, цинка, марганца и кадмия, донные отложения - всех микроэлементов, кроме кобальта.

Компоненты экосистем р. Карагайлы характеризуются более высокой степенью загрязнения: вода - чрезвычайно грязная, почвы - от умеренно опасной до чрезвычайно опасной степени, ДО – от высокой до чрезвычайно высокой. Экосистемы р. Камыш-Узьяк имеют относительно меньшую степень загрязнения: вода преимущественно от относительно чистой до грязной, почвы - допустимую, ДО – от высокой до очень высокой. Установлено, что при повышении рН речной воды снижается миграция металлов из воды в ДО.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Башкортостан в рамках научного проекта № 19-413-020003 p_a

ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия»

ГОСТ 26483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО»

ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб»

Кленкин А.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И. Г., Темердашев З.А. Обоснование обобщающего показателя экологического состояния донных отложений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. №8. Т.73. С.11-14.

Методические указания «Определение массовой доли металлов в пробах почв и донных отложений. Методика выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии». Санкт-Петербург: Гидрометеоздат. 2006. 30 с.

Руководство по определению ТМ в почвах сельскохозяйственных угодий и растениях. – М., 1992 и 1993 гг.

Сает Ю.У., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

Султанова А.М. Гидрологическая характеристика Сибайского месторождения // Символ науки. 2016. №8. С. 28-30.

Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). М.: ИМГРЭ, 2002. 52 с.

**АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 1. СВИЯГА****Д.Ю. Кияткин¹, Г.В. Дронин²**¹Ульяновский областной водоканал, Ульяновск (Россия)²Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)**ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL STATE OF SURFACE WATERS
OF SMALL RIVERS OF THE ULYANOVSK REGION: 1. SVIYAGA****Dmitry Kiyatkin, Grigory Dronin***Ulyanovsk Regional Water Canal, Ulyanovsk (Russia)**Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center
RAS, Tolyatti (Russia)*

*«Земля – водная планета, на которой качество
воды определяет качество жизни. Хорошая вода –
хорошая жизнь. Плохая вода – плохая жизнь. Нет
воды – нет жизни»*

Питер Блэйк (род. 1932), английский
живописец и художник-график.

В настоящее время практически невозможно найти природные водоёмы, на которых прямо или косвенно не сказалось бы антропогенное влияние. Изменения, связанные с деятельностью человека, чаще всего имеют отрицательный характер и значительно преобразуют окружающую среду. Многообразные загрязняющие вещества, попадая в поверхностные воды, могут претерпевать различные изменения, усиливая своё токсическое действие. Качество поверхностных вод является средо- и жизнеобразующими составляющими, определяет социальное, экономическое и экологическое благополучие государства. Контроль за водными объектами с целью оценки качества вод позволяет выявить объекты негативного воздействия, установить возможную опасность и, как следствие, снизить антропогенную нагрузку на них. Вопросы пользования, охраны и восстановления водных ресурсов относятся к числу приоритетных государственных задач, а их решение – главная составляющая национальной безопасности. Это подтверждается приоритетным проектом «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги» («Оздоровление Волги»), целью которого является сохранение бассейна Волги, основным результатом которого станет инвентаризация объектов негативного воздействия на окружающую среду и снижение антропогенной нагрузки. Важность сбережения уникальных природных символов России, в том числе малых рек Ульяновской области, отмечена Президентом России В.В. Путиным в ходе ежегодного послания Федеральному собранию 1 декабря 2016 г.

Факторами, определяющими гидрохимический режим поверхностных вод, являются климатические условия, геологическое и геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, но значительную роль играет антропогенное воздействие. Источниками негативного воздействия на водные объекты являются:

- смыв с селитебных территорий (водостоки и ливневая канализация населённых пунктов), промышленных площадок (в том числе свалки бытовых отходов и мусорные полигоны) и сельскохозяйственных угодий (вследствие выпаса скота и применения удобрений, гербицидов, пестицидов и др. химических веществ);
- неудовлетворительная эксплуатация очистных сооружений (морально устаревшие, изношенные и не соответствующие по мощности очистки объёму поступающих сточных вод очистные сооружения, их перегрузка, недостаточный уровень очистки сточных вод, нехватка реагентов, нарушения технических регламентов, сбросы неочи-

- щенных и недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты, прорывы, залповые и аварийные сбросы);
- строительство и использование промышленных предприятий и дорог;
 - добыча полезных ископаемых;
 - влияние водного транспорта;
 - выпадение с атмосферными осадками вредных веществ, поступивших в воздух от промышленных предприятий, городской инфраструктуры, транспортных средств;
 - отсутствие зон санитарной охраны;
 - рекреационная деятельность, устройство зон отдыха и развлечений.

1. Свияга – правый приток первого порядка р. Волги. Исток располагается в длинной сухой ложине, образующей обширную мочажину, в 5 км к юго-западу от ж.-д. ст. Кузоватово Кузоватовского района Ульяновской области на абсолютной высоте 260 м; устье – в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища в с. Свияжке Республики Татарстан на нормальном подпорном уровне 53 м. Длина реки 375,2 км (в пределах Ульяновской области – 216,4 км), ширина 20-30 м. Водосборный бассейн, площадью 17 834 км², расположен в пределах Кузоватовского, Тереньгульского, Ульяновского, Цильнинского районов и г. Ульяновска Ульяновской области, Тетюшского, Буинского, Апастовского, Верхнеуслонского, Кайбицкого и Зеленодольского районов Республики Татарстан. Долина Свияги простирается в меридиональном направлении. От истоков до Ульяновска характеризуется широким дном и одной надпойменной террасой, пологими симметричными склонами, затянутыми плащом делювиальных суглинков, среднеплейстоценового возраста. К северу от Ульяновска склоны резко асимметричны: правый – крутой, холмистый, местами круто обрывается к урезу воды, подверженный овражной эрозии и осложнённый оползнями; левый – пологий с системой древних аллювиальных террас, плиоцен – раннеплейстоценового возраста (Словарь..., 2004).

Загрязнение Свияги связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности машиностроения, лесной и деревообрабатывающей, лёгкой, пищевой, производства строительных материалов), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод Свияги формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Малой Свияги, Гущи, Сельды, Бирюча и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние её вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки п.г.т. Старотимошкино, Игнатовки, Ишеевки, Больших Ключищ, г. Ульяновска и др. населённых пунктов. Наблюдения на Свияге проводятся в Ульяновске в двух створах – в п. Вырыпаевке и Сельде.

На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество вод в Свияге в течение последних 14 лет (таблица) колеблется от «загрязнённой» (класс качества 3а) до «грязной» (класс качества 4а). Наиболее низкое качество воды зафиксировано в 2009 и 2010 гг.: удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ) составлял 4,47, что соответствует классу качества воды 4а. С данного периода началось улучшение качества воды – с УКИЗВ 4,47 до 2,37 (класса качества воды 3а «загрязнённая»). В 2017 г. качество воды снизилось (УКИЗВ 3,93), но к 2018 г. незначительно улучшилось (УКИЗВ 3,48). Средний многолетний УКИЗВ составляет 3,65 (третье место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области – Свияги, Гущи, Сельды, Барыша, Большого Черемшана и Сызранки).

Основными загрязняющими веществами в водах Свияги являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅) и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди, марганца и цинка), летучие фенолы, нефтепродукты и азот нитритный.

Таблица - Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Свияги в 2005–2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК												УКИЗВ	Класс качества воды
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Летучие фенолы	Нефтепродукты	Азот нитритный	Азот аммонийный				
2018	2,3	3,4	21,2	9,9	7,7	н/д	н/д	8,6	2,1	н/д	н/д	3,48	3б	
2017	2,5	2,6	3,9	6,9	7,8	1,1	2,0	2,0	2,8	5,1	3,93	3б		
2016	2,2	1,8	1,0	9,2	7,4	–	–	1,6	2,1	–	2,37	3а		
2015	н/д	3,1	н/д	н/д	н/д	2,0	2,0	2,2	1,9	–	3,48	3б		
2014	н/д	н/д	3,1	7,5	8,7	н/д	4,0	2,4	3,0	–	3,88	3б		
2013	2,2	2,2	3,6	7,4	10,6	8,2	7,0	2,4	5,2	1,6	4,20	4а		
2012	2,1	2,6	1,8	6,8	11,7	2,6	5,0	1,6	4,7	1,2	4,17	4а		
2011	3,0	3,0	3,0	6,5	12,3	7,0	3,0	2,0	4,4	1,4	4,43	4а		
2010	2,4	н/д	8,6	5,6	н/д	1,5	5,0	2,2	5,0	3,0	4,47	4а		
2009	2,4	2,2	8,6	5,6	10,0	1,5	5,0	2,2	5,0	1,1	4,47	4а		
2008	1,49	н/д	4,7	9,5	н/д	4,2	2,0	1,3	5,4	1,7	4,04	4а		
2007	1,55	н/д	3,0	5,7	н/д	1,2	3,0	6,0	1,7	1,7	3,96	3б		
2006	1,4	н/д	1,95	3,2	н/д	н/д	3,0	1,2	5,1	1,4	2,03	3а		
2005	1,51	н/д	2,2	2,5	н/д	н/д	2,13	2,13	2,9	5,5	2,2	3а		

Примечание: н/д – нет данных.

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация **БПК₅** с 2,5 до 2,3 долей предельно допустимых концентраций (ПДК). Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2011 г. (3,0 ПДК), минимальное – в 2006 г. (1,4 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,09 ПДК (третье место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2006, 2007, 2009-2011 гг. – первые места; в 2016 г. – второе место после Сызранки (2,3 ПДК); в 2013 г. – третье место после Б. Черемшана (3,2 ПДК) и Гущи (2,7 ПДК).

С 2016 г. наблюдается увеличение максимальных концентраций **ХПК** с 1,8 до 3,4 ПДК, причём в 2018 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет (3,4 ПДК), а в 2016 г. – минимальное (1,8 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,61 ПДК (третье место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2011 и 2017 гг. – первые места; в 2015 г. – второе место после Сельды (4,2 ПДК); в 2018 г. – второе место после Барыша (4,2 ПДК); в 2009 г. – третье место после Б. Черемшана (2,7 ПДК) и Сельды (2,3 ПДК).

С 2016 г. наблюдается увеличение максимальных концентраций соединений **железа общего** с минимального превышения за последние 14 лет (1,0 ПДК) до максимального в 2018 г. (21,2 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 5,13 ПДК (второе место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям железа общего в 2009, 2010, 2014 и 2018 гг. – первые места; в 2012 г. – третье место после Барыша (3,5 ПДК) и Сельды (2,1 ПДК); в 2013 г. – третье место после Барыша (4,6 ПДК) и Б. Черемшана (3,9 ПДК).

В 2018 г. зафиксировано максимальное превышение концентрации соединений **меди** за последние 14 лет (9,9 ПДК), в 2005 г. – минимальное (2,5 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 6,64 ПДК (второе место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2016-2018 гг. – первые места; в 2007 г. – второе место после Сызранки (8,5 ПДК); в 2011 г. – второе место после Барыша (7,4 ПДК); в 2012 г. – второе место после Сельды (8,4 ПДК); 2008-2010 и 2013 гг. – вторые места после Б. Черемшана (8,8, 6,3, 6,3 и 14,4 ПДК соответственно);

Максимальная концентрация соединений **марганца** в 2018 г. (7,7 ПДК), по сравнению с предыдущим, незначительно снизилась (на 0,1 ПДК). Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2011 г. (12,3 ПДК), минимальное – в 2016 г. (7,4 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 9,53 ПДК (второе место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений марганца в 2009, 2014 и 2018 гг. – вторые места после Б. Черемшана (25,9, 19,1 и 21,8 ПДК); в 2012, 2016 и 2017 гг. – третьи места после Б. Черемшана (21,2, 22,2 и 22,9 ПДК) и Сельды (8,6, 7,9 и 12,4 ПДК).

Максимальная концентрация соединений **цинка** за последние 14 лет зафиксирована в 2013 г. (8,2 ПДК); напротив, в 2016 г. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,93 ПДК (первое место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2008-2010, 2013 и 2015 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место после Сельды (8,0 ПДК); в 2007 г. – третье место после Сельды (1,5 ПДК) и Б. Черемшана (1,4 ПДК); в 2012 г. – третье место после Б. Черемшана (6,5 ПДК) и Гущи (5,1 ПДК).

В 2013-2016 гг. наблюдается снижение максимальных концентраций **летучих фенолов**: с максимального превышения за последние 14 лет (7,0 ПДК) до их полного отсутствия. Однако уже в 2017 г. максимальная концентрация увеличилась до 2,0 ПДК. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,32 ПДК (первое место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям летучих фенолов в 2006, 2009-2014 гг. – первые места; в 2007 г. – второе место после Б. Черемшана (4,0 ПДК); в 2015 и 2017 гг. – третьи места после Б. Черемшана и Сельды (по 3,0 ПДК).

В 2016-2018 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций **нефтепродуктов** (с 1,6 до 8,6 ПДК), причём в 2018 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет. Минимальное превышение зафиксировано в 2006 г. (1,2 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,7 ПДК (первое место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2011, 2013, 2014 и 2018 гг. – первые места; в 2012 г. – второе место после Сызранки (1,8 ПДК); в 2015 г. – второе место после Б. Черемшана (8,2 ПДК); в 2009 г. – третье место после Б. Черемшана (2,6 ПДК) и Сельды (2,4 ПДК); в 2016 г. – третье место после Барыша (2,6 ПДК) и Сельды (2,2 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация **азота нитритного** (с 2,8 до 2,1 ПДК). Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2008 г. (5,4 ПДК), минимальное – в 2007 г. (1,7 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,66 ПДК (четвёртое место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота нитритного в 2008, 2016-2018 гг. – первые места; в 2006 г. – второе место после Гущи (9,7 ПДК); в 2013 г. – второе место после Сызранки (9,9 ПДК); в 2012 г. – третье место после Сельды (5,6 ПДК) и Гущи (5,1 ПДК); в 2014 г. – третье место после Б. Черемшана (9,9 ПДК) и Сельды (4,0 ПДК).

Максимальная концентрация **азота аммонийного** зафиксирована в 2005 г. (5,5 ПДК); напротив, в 2014-2016 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,82 ПДК (второе место). Также Свияга занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2005 и 2017 гг. – первые места; в 2007 и 2011 гг. – вторые места после Б. Черемшана (2,0 и 2,9 ПДК); в 2012 г. – второе место после Сельды (1,4 ПДК); в 2008 и 2013 гг. – третьи места после Гущи (2,0 и 1,8 ПДК) и Б. Черемшана (1,8 и 2,0 ПДК); в 2006 и 2010 гг. – третьи места после Б. Черемшана (5,0 и 1,9 ПДК) и Сызранки (4,9 и 2,3 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (47%) зафиксировано в феврале 2015 г.

Анализ гидрохимического состояния вод Свияги за 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, несмотря на незначительное улучшение качества воды за последний год.

Защита от негативного воздействия и улучшение качественного состояния поверхностных вод требует снижения антропогенной нагрузки, их восстановление, ликвидацию накопленного экологического ущерба и охрану от дальнейшего загрязнения. Снижение антропогенной нагрузки на водные объекты должно осуществляться через сокращение поступления в реки загрязняющих веществ в составе сточных вод благодаря:

- строительству и реконструкции очистных сооружений;
- организации и очистке поверхностного стока с селитебных территорий, промышленных площадок и сельскохозяйственных угодий;
- обустройству зон санитарной охраны;
- проведению противоэрозионных мероприятий на землях сельскохозяйственного назначения и др.

ЛИТЕРАТУРА

- Дронин Г.В.* Антропогенная трансформация и современное состояние флористического разнообразия бассейна реки Сызранки: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2018. 22 с.
- Информационный бюллетень* «О состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Ульяновской области за 2006 год» [Электронный ресурс] // Министерство природы и цикличной экономики Ульяновской области. 2007. URL: <http://www.mpr73.ru/html/index2.html> (дата обращения 14.02.2020).
- Государственный доклад* «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2007 году» [Электронный ресурс] // Министерство природы и цикличной экономики Ульяновской

области. 2008. URL: http://www.mpr73.ru/review/?ELEMENT_ID=1494 (дата обращения 14.02.2020).

Информационный бюллетень «О состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Ульяновской области за 2008 год» [Электронный ресурс] // Министерство природы и цикличной экономики Ульяновской области. 2009. URL: http://www.mpr73.ru/review/?ELEMENT_ID=1493 (дата обращения 14.02.2020).

Обзор состояния окружающей среды. Воздух, вода, радиация 2009 г. [Электронный ресурс] // Министерство природы и цикличной экономики Ульяновской области. 2010. URL: http://www.mpr73.ru/review/?ELEMENT_ID=1492 (дата обращения 14.02.2020).

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2010 году». Ульяновск, 2011. 154 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2011 году». Ульяновск, 2012. 142 с.

Обзор состояния окружающей среды. Экологический обзор за 2011 [Электронный ресурс] // Министерство природы и цикличной экономики Ульяновской области. 2012. URL: http://www.mpr73.ru/review/?ELEMENT_ID=1486 (дата обращения 14.02.2020).

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2011 год. Ульяновск, 2012. 48 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2012 году». Ульяновск, 2013. 132 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2012 год. Ульяновск, 2013. 57 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2013 год. Ульяновск, 2014. 59 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2014 году». Ульяновск, 2015. 144 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2014 год. Ульяновск, 2015. 59 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2015 году». Ульяновск, 2016. 136 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2016 году». Ульяновск, 2017. 104 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2017 году». Ульяновск, 2018. 134 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2017 год. Ульяновск, 2018. 80 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2018 году». Ульяновск, 2019. 136 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории Ульяновской области за 2018 год. Ульяновск, 2019. 54 с.

Словарь географических названий Ульяновской области. Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2004. 208 с.

**АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 2. ГУЩА И СЕЛЬДА****Д.Ю. Кияткин¹, Г.В. Дронин²**¹Ульяновский областной водоканал, г. Ульяновск (Россия)²Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, г. Тольятти (Россия)**ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL STATE OF SURFACE WATERS
OF SMALL RIVERS OF THE ULYANOVSK REGION: 2. GUSHCHA AND SEL'DA****Dmitry Kiyatkin, Grigory Dronin***Ulyanovsk Regional Water Canal, Ulyanovsk (Russia)**Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center
RAS, Tolyatti (Russia)*

Гуща – левый приток первого порядка р. Свияги, приток второго порядка р. Волги. Исток располагается в 4,5 км к югу от с. Загоскино Майнского района на абсолютной высоте 185 м; устье – р. Свияга в 1,5 км от с. Елшанка Ульяновского района Ульяновской области на абсолютной высоте 108 м. Длина реки 59 км, ширина 1-2 м. Водосборный бассейн, площадью 793 км², расположен в пределах Майнского, Кузоватовского и Ульяновского районов Ульяновской области. Долина Гущи простирается с юго-запада на северо-восток, прямая, со слабо асимметричными склонами с двумя надпойменными террасами, болотистая, плейстоценового возраста (Словарь..., 2004).

Загрязнение Гущи связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности деревообрабатывающей, лёгкой, пищевой), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод Гущи формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Берёзовка, Карлинка, Космынка, Карамзинка и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние её вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки п.г.т. Игнатовки, с. Берёзовки, Сосновки, Елшанки и др. населённых пунктов. Наблюдения на Гуще проводятся в с. Елшанке, в устье реки.

На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество вод в Гуще в течение последних 14 лет (таблица 1) колеблется от «слабо загрязнённой» (класс качества 2) до «очень загрязнённой» (класс качества 3б). Наиболее низкое качество воды зафиксировано в 2008 г.: удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ) составлял 3,86, что соответствует классу качества воды 3б; наиболее высокое качество – в 2016 г., УИКЗВ 1,52, что соответствует классу качества воды 2. Затем в 2017 г. качество воды резко ухудшилось в 2,2 раза (УКИЗВ 3,39), но к 2018 г. незначительно улучшилось (УКИЗВ 2,78). Средний многолетний УИКЗВ составляет 2,99 (шестое место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области – Свияги, Гущи, Сельды, Барыша, Большого Черемшана и Сызранки).

Основными загрязняющими веществами в водах Гущи являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅) и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди и марганца), летучие фенолы и азот нитритный.

В 2018 г., по сравнению с предыдущим годом, максимальная концентрация БПК₅ снизилась с 2,4 до 1,9 долей предельно допустимых концентраций (ПДК). Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2012 и 2013 гг. (2,7 ПДК), минимальное – в 2007 г. (1,25 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,9 ПДК (четвёртое

место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2008 г. – второе место после Барыша (1,57 ПДК); в 2012 и 2013 гг. – вторые места после Б. Черемшана (3,2 и 3,3 ПДК); в 2016 г. – второе место после Сызранки (2,3 ПДК); в 2011 г. – третье место после Свяги (3,0 ПДК) и Б. Черемшана (2,0 ПДК).

В 2016–2018 гг. наблюдается постепенное увеличение максимальных концентраций **ХПК** с минимального превышения за последние 14 лет (1,6 ПДК) до 2,4 ПДК. Максимальное превышение зафиксировано в 2014 г. (3,7 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,38 ПДК (пятое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2009 и 2014 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место после Свяги (3,0 ПДК); в 2012 и 2013 гг. – вторые места после Б. Черемшана (3,9 и 3,1 ПДК соответственно).

С 2016 г. наблюдается увеличение максимальных концентраций соединений **железа общего** от их полного отсутствия до максимального превышения за последние 14 лет (4,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,17 ПДК (шестое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям железа общего в 2014 г. – первое место; в 2013 г. – третье место после Барыша (4,6 ПДК) и Б. Черемшана (3,9 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация соединений **меди** снизилась в 3,1 раза – с 4,6 до 1,5 ПДК. Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2014 г. (6,8 ПДК), минимальное – в 2011 г. (1,1 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,82 ПДК (шестое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2006 г. – второе место после Б. Черемшана (4,1 ПДК).

На протяжении двух последних лет максимальная концентрация соединений **марганца** стабильно держится на уровне 4,7 ПДК. Максимальная концентрация за последние 14 лет зафиксирована в 2013 г. (10,0 ПДК), минимальная – в 2016 г. (2,4 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 6,60 ПДК (пятое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений марганца в 2009 г. – третье место после Б. Черемшана (21,8 ПДК) и Свяги (10,0 ПДК).

За последние 14 лет в половине отобранных проб воды соединения **цинка** не встречались, как и в последние два года. Максимальное превышение зафиксировано в 2012 г. (5,1 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,03 (пятое место). Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2008 г. – второе место после Свяги (4,2 ПДК); в 2012 и 2014 гг. – вторые места после Б. Черемшана (6,5 и 2,0 ПДК).

В 2013–2017 гг. наблюдается снижение максимальных концентраций **летучих фенолов**: с 2,0 ПДК до их полного отсутствия. Максимальная концентрация за последние 14 лет зафиксирована в 2005 г. (3,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,46 ПДК (шестое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям летучих фенолов в 2005 г. – второе место после Сельды (3,27 ПДК).

Максимальная концентрация **нефтепродуктов** за последние 14 лет зафиксирована в 2005 г. (3,0 ПДК); напротив, в 2006–2008, 2011 и 2016 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,22 ПДК (шестое место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2005 г. – второе место после Сельды (3,27 ПДК); в 2013 и 2014 гг. – вторые места после Свяги (по 2,4 ПДК); в 2015 и 2017 г. – вторые места после Б. Черемшана (8,2 и 3,0 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **азота нитритного** (от их полного отсутствия до 2,5 ПДК). Максимальная концентрация за последние 14 лет зафиксирована в 2006 г. (9,7 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,18 ПДК (второе место). Также Гуща занимала лидирующие позиции по

максимальным концентрациям азота нитритного в 2005 и 2006 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место Б. Черемшана (10,0 ПДК); в 2017 г. – второе место после Свяги (2,8 ПДК).

Около половины всех отобранных проб воды за последние 14 лет соответствовали норме по содержанию **азота аммонийного**, как и в последние три года. Максимальное превышение зафиксировано в 2005 г. (2,3 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 0,89 ПДК (пятое место). Также Гуца занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2013 г. – первое место; в 2008 г. – второе место Б. Черемшана (2,0 ПДК); в 2014 г. – второе место после Сызранки (4,6 ПДК); в 2006 г. – третье место после Свяги (5,5 ПДК) и Б. Черемшана (3,08 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (71%) зафиксировано в феврале 2017 г.

Анализ гидрохимического состояния вод Гуцы за 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, несмотря на незначительное улучшение качества воды за последний год.

Сельда – левый приток первого порядка р. Свяги, приток второго порядка р. Волги. Пересыхающий исток располагается в 5 км к югу от с. Абрамовка Майнского района Ульяновской области на абсолютной высоте 225 м; устье – р. Свяга в г. Ульяновске на абсолютной высоте 92,4 м. Длина реки 63,9 км, ширина 5-7 м. Водосборный бассейн, площадью 989 км², расположен в пределах Майнского и Ульяновского районов Ульяновской области и Засвияжского района г. Ульяновска. Долина Сельды простирается в широтном направлении, имеет широкое дно, сложенное современными речными наносами, пологими (3-4°) симметричными склонами, затянутыми плащом делювиальных суглинков мощностью до 5-8 м, среднеплейстоценового возраста. Местами сохранилась первая надпойменная терраса. В начале позднего плейстоцена долина была переуглублена на 5-6 м (Словарь..., 2004).

Загрязнение Сельды связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности машиностроения, деревообрабатывающей, лёгкой, пищевой, производства строительных материалов), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод Сельды формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Елшанки, Тагайки, Трофимовки и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние её вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки д. Елизаветино, с. Тагая, Степного Анненково, Тетюшского, Кротовки, Баратаевки, г. Ульяновска и др. населённых пунктов. Наблюдения на Сельде проводятся в Ульяновске, в 0,2 км выше её устья.

На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество вод в Сельде в течение последних 14 лет (таблица 2) колеблется от «загрязнённой» (класс качества 3а) до «грязной» (класс качества 4а). Наиболее низкое качество воды зафиксировано в 2009 г.: УКИЗВ составлял 4,53, что соответствует классу качества воды 4а. С данного периода до 2014 г. началось постепенное улучшение качества воды – с УКИЗВ 4,53 до 3,89, до класса качества воды 3б «очень загрязнённая». Последующие 4 года УКИЗВ поочерёдно то повышался, то понижался. В 2018 г., по сравнению с предыдущим, качество воды незначительно улучшилось (с УКИЗВ 4,07 до 3,59). Средний многолетний УИКЗВ составляет 3,86 (второе место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области).

Основными загрязняющими веществами в водах Сельды являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅) и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди, марганца и цинка), летучие фенолы, нефтепродукты и азот нитритный.

Таблица 1 – Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Гуши в 2005–2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК											УКИЗВ	Класс качества воды
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Летучие фенолы	Нефте-продукты	Азот нитритный	Азот аммонийный	УКИЗВ		
2018	1,9	2,4	4,0	1,5	4,7	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2,78	3а
2017	2,4	2,0	3,3	4,6	4,7	–	–	–	–	–	–	3,39	3б
2016	2,2	1,6	–	1,4	2,4	–	–	–	–	–	–	1,52	2
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1,0	2,2	–	–	–	3,13	3б
2014	н/д	3,7	3,1	6,8	5,1	1,0	1,0	2,2	н/д	1,0	–	3,64	3б
2013	2,7	2,6	2,6	2,6	10,0	–	2,0	2,0	2,6	2,0	–	3,49	3б
2012	2,7	3,1	1,0	1,5	8,5	5,1	–	1,0	5,1	–	–	2,93	3а
2011	1,9	1,8	2,8	1,1	8,3	–	2,0	–	8,7	–	–	2,55	3а
2010	1,8	н/д	1,5	2,4	н/д	1,2	2,0	1,4	3,7	1,6	–	2,92	3а
2009	1,8	1,8	1,5	1,2	9,1	1,2	2,0	1,4	3,7	1,6	–	2,92	3а
2008	1,55	н/д	1,5	5,6	н/д	3,8	2,0	–	2,9	1,8	–	3,86	3б
2007	1,25	н/д	2,6	2,0	н/д	–	2,0	–	1,6	–	–	3,09	3б
2006	1,3	н/д	2,6	4,0	н/д	–	2,0	–	9,7	1,3	–	2,42	3а
2005	1,3	н/д	1,7	2,0	н/д	–	3,0	3,0	9,6	2,3	–	3,27	3б

Таблица 2 – Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Сельды в 2005–2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК											УКИЗВ	Класс качества воды
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Летучие фенолы	Нефте-продукты	Азот нитритный	Азот аммонийный	УКИЗВ		
2018	3,2	3,4	11,7	2,2	7,3	н/д	н/д	н/д	1,8	1,6	н/д	3,59	3б
2017	3,6	2,4	9,2	4,3	7,9	1,2	3,0	1,8	1,8	1,8	2,9	4,07	4а
2016	2,0	18,8	–	4,9	8,6	–	–	–	2,2	1,0	1,0	3,22	3б
2015	3,1	4,2	н/д	9,2	н/д	1,5	3,0	1,8	1,8	2,0	–	3,99	3б
2014	н/д	1,0	н/д	4,3	6,3	н/д	3,0	1,2	1,2	4,0	н/д	3,83	3б
2013	1,8	2,3	1,9	6,3	11,1	1,0	6,0	1,2	1,2	4,0	1,0	4,17	4а
2012	2,4	2,2	2,1	8,4	12,4	1,2	4,0	1,6	1,6	5,6	1,4	4,07	4а
2011	1,4	2,0	4,1	2,0	13,3	8,0	2,0	2,0	2,0	10,0	1,0	4,37	4а
2010	2,0	н/д	6,0	4,4	н/д	1,5	3,0	3,6	3,6	2,9	–	4,42	4а
2009	2,0	2,3	6,0	4,4	5,9	1,5	3,0	2,4	2,4	2,9	–	4,53	4а
2008	1,5	н/д	3,8	5,4	н/д	1,3	2,5	1,3	1,3	5,4	1,5	4,30	4а
2007	1,35	н/д	2,4	4,2	н/д	1,5	2,0	1,7	1,7	–	1,1	3,41	3б
2006	1,29	н/д	3,85	3,95	н/д	2,2	3,0	1,5	1,5	2,4	1,25	3,19	3б
2005	1,73	н/д	4,02	2,3	н/д	–	2,63	3,27	6,55	1,35	–	2,89	3а

Примечание: н/д – нет данных.

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация **БПК₅** с 3,6 до 3,2 ПДК, причём в 2017 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет, а в 2006 г. – минимальное (1,29 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,11 ПДК (второе место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2005 и 2017 гг. – первые места; в 2015 г. – второе место после Б. Черемшана (3,2 ПДК); в 2018 г. – второе место после Сызранки (3,5 ПДК); в 2008 г. – третье место после Барыша (1,57 ПДК) и Гущи (1,55 ПДК); в 2009 г. – третье место после Свяги (2,4 ПДК) и Б. Черемшана (2,1 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, возросла максимальная концентрация **ХПК** с 2,4 до 3,4 ПДК. Максимальное превышение концентраций за последние 14 лет зафиксировано в 2016 г. (18,8 ПДК), минимальное – в 2014 г. (1,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,29 ПДК (первое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2015 и 2016 г. – первые места; в 2009 г. – второе место после Б. Черемшана (2,7 ПДК); в 2017 г. – второе место после Свяги (2,6 ПДК); в 2018 г. – второе место после Барыша (4,2 ПДК); в 2013 г. – третье место после Б. Черемшана (3,1 ПДК) и Гущи (2,6 ПДК).

В 2016-2018 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций соединений **железа общего** от их полного отсутствия до максимального превышения за последние 14 лет (11,7 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,59 ПДК (четвёртое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям железа общего в 2017 г. – первое место; в 2012 г. – второе место после Барыша (3,5 ПДК); в 2018 г. – второе место после Свяги (21,2 ПДК); в 2009 и 2010 гг. – третьи места после Свяги (8,6 ПДК) и Сызранки (8,2 ПДК); в 2005 и 2011 гг. – третьи места после Сызранки (4,23 и 5,2 ПДК) и Б. Черемшана (9,1 и 4,5 ПДК).

В 2015 г. зафиксировано максимальное превышение концентрации соединений **меди** за последние 14 лет (9,2 ПДК). С данного периода до 2018 г. наблюдается их снижение (до 2,2 ПДК). Минимальное превышение зафиксировано в 2011 г. (2,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,73 ПДК (пятое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2012 г. – первое место; в 2016 г. – второе место после Свяги (9,2 ПДК); в 2006 г. – третье место после Б. Черемшана (4,3 ПДК) и Гущи (4,0 ПДК); в 2013 г. – третье место после Б. Черемшана (8,8 ПДК) и Свяги (7,4 ПДК).

В 2016-2018 гг. наблюдается снижение максимальных концентраций соединений **марганца**: с 8,6 до 7,3 ПДК. Максимальное превышение зафиксировано в 2011 г. (13,3 ПДК), минимальное – в 2009 г. (5,9 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 9,1 ПДК (третье место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений марганца в 2012, 2016 и 2017 гг. – вторые места после Б. Черемшана (22,9, 21,2 и 22,2 ПДК); в 2011 и 2013 гг. – третьи места после Б. Черемшана (15,5 и 20,9 ПДК) и Барыша (20,9 и 11,9 ПДК); в 2014 и 2018 гг. – третьи места после Б. Черемшана (21,2 и 25,9 ПДК) и Свяги (8,7 и 7,7 ПДК).

Максимальная концентрация соединений **цинка** за последние 14 лет зафиксирована в 2011 г. (8,0 ПДК); напротив, в 2016 г. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,74 ПДК (третье место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2006, 2007, 2009-2011 гг. – первые места; в 2015 г. – второе место после Свяги (2,0 ПДК); в 2017 г. – третье место после Б. Черемшана и Сызранки (по 1,9 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **летучих фенолов** от их полного отсутствия до 3,0 ПДК. Максимальное превышение зафиксировано в 2013 г. (6,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,86 ПДК (четвёртое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концен-

трациям летучих фенолов в 2006, 2015 и 2017 гг. – первые места; в 2008 г. – второе место после Б. Черемшана (3,0 ПДК); в 2012 и 2013 гг. – вторые места после Свяги (5,0 и 7,0 ПДК).

В 2010 г. зафиксировано максимальное за последние 14 лет превышение концентрации **нефтепродуктов** (3,6 ПДК). В 2013 и 2014 гг. наблюдалось снижение концентрации до минимального превышения (по 1,2 ПДК). Увеличившись в 2016 г. до 2,2 ПДК, последующие два года максимальная концентрация нефтепродуктов составляет 1,8 ПДК. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,96 ПДК (третье место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2005, 2010 и 2011 гг. – первые места; в 2006, 2008 и 2009 гг. – вторые места после Б. Черемшана (2,4, 1,4 и 2,6 ПДК); в 2012 г. – второе место после Сызранки (1,8 ПДК); в 2016 г. – второе место после Барыша (2,6 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (2,4 ПДК) и Гущи (2,0 ПДК); в 2018 г. – третье место после Свяги (8,6 ПДК) и Барыша (3,0 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация **азота нитритного** (с 1,8 до 1,6 ПДК). В 2011 г. зафиксирована максимальное превышение за последние 14 лет (10,0 ПДК), в 2007 г. – загрязняющие вещества в воде не выявлены. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,58 ПДК (пятое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота нитритного в 2008, 2011 и 2012 гг. – первые места; в 2005 г. – второе место после Гущи (9,6 ПДК); в 2013 г. – второе место после Сызранки (9,9 ПДК); в 2014 г. – второе место после Б. Черемшана (9,9 ПДК); в 2018 г. – второе место после Свяги (2,1 ПДК); в 2015 г. – третье место после Б. Черемшана (4,7 ПДК) и Сызранки (3,5 ПДК).

В 2015-2017 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций **азота аммонийного** от его полного отсутствия до максимального превышения за последние 14 лет (2,9 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,04 ПДК (четвёртое место). Также Сельда занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2012 г. – первое место; в 2016 г. – второе место после Б. Черемшана (1,3 ПДК); в 2017 г. – второе место после Свяги (5,1 ПДК); в 2011 г. – третье место после Б. Черемшана (2,0 ПДК) и Свяги (1,4 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (83%) зафиксировано в июле 2017 г.

Анализ гидрохимического состояния вод Сельды за 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, несмотря на незначительное улучшение качества воды за последний год.

**АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 3. БАРЫШ И БОЛЬШОЙ ЧЕРЕМШАН
Д.Ю. Кияткин¹, Г.В. Дронин²**

¹Ульяновский областной водоканал, Ульяновск (Россия)

²Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)

**ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL STATE OF SURFACE WATERS
OF SMALL RIVERS OF THE ULYANOVSK REGION: 3. BARYSH AND BOL'SHOI
CHEREMSHAN**

Dmitry Kiyatkin, Grigory Dronin

Ulyanovsk Regional Water Canal, Ulyanovsk (Russia)

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center
RAS, Tolyatti (Russia)*

Барыш – правый приток первого порядка р. Суры, приток второго порядка р. Волги. Два истока располагаются на возвышенности Сурская Шишка на абсолютной высоте 314 м – в 1,5 км к юго-западу от с. Красная Поляна и в 1,5 км к юго-западу от с. Русское Тимошкино Барышского района Ульяновской области; устье – р. Сура у с. Барышская Слобода Сурского района Ульяновской области с отметкой уреза воды 85,4 м. Длина реки 247 км, ширина в среднем течении до 30 м. Водосборный бассейн, площадью 5 800 км², расположен в пределах Барышского, Базарносызганского, Вешкаймского, Майнского, Карсунского и Сурского районов Ульяновской области и Дрожжановского района Республики Татарстан. Долина Барыша меридионального простирания, хорошо разработанная, среднеплейстоценового возраста. Имеет широкое дно, сложенное современными речными наносами, в верхнем течении асимметричная, в нижнем – симметричная с пологими склонами (3-4°), с поймой и двумя надпойменными террасами. Склоны затянуты плащом делювиальных суглинков мощностью 5-8 м. Под ними залегает аллювий, сохранившийся на обоих склонах в виде остатков мощных песчаных толщ (Словарь..., 2004).

Загрязнение Барыша связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности металлообработка, приборостроение, ремонт сельскохозяйственных машин, электротехническая, лесная и деревообрабатывающая, бумажная, пищевая, легкая, текстильная), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод в Барыше формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Решётки, Хомутерьки, Мурки, Туармы, Стемасса, Майны, Вешкаймы, Карсунки, Уреня, Большой Яклы и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние его вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки с. Румянцево, Красного Бора, Вешкаймы, Урено-Карлинского, Белозерья, п.г.т. имени В.И. Ленина, Жадовки, Измайлово, Карсуна, Языково, г. Барыша и др. населённых пунктов. Наблюдения на Барыше проводятся в Карсуне в двух створах – в 1,0 км выше и 0,5 км ниже по течению.

На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество вод в Барыше в течение последних 14 лет (таблица 1) колеблется от «загрязнённой» (класс качества 3а) до «очень загрязнённой» (класс качества 3б). Наиболее низкое качество воды зафиксировано в 2011 г.: удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ) составлял 3,89, что соответствует классу качества воды 3б; наиболее высокое качество – в 2006 г. (УКИЗВ 2,03). В 2018 г., по сравнению с предыдущим (УКИЗВ 3,40), качество воды незначительно улучшилось (УКИЗВ 3,21). Средний многолетний УКИЗВ составляет 3,18 (четвёртое место среди шести малых мониторинговых

рек Ульяновской области – Свяги, Гущи, Сельды, Барыша, Большого Черемшана и Сызранки).

Основными загрязняющими веществами в водах Барыша являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅) и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди и марганца), летучие фенолы, нефтепродукты и азот нитритный.

В 2016-2018 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций **БПК₅** с 1,5 до максимального превышения за последние 14 лет (3,1 ПДК). Минимальное превышение зафиксировано в 2006 г. (1,3 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,78 ПДК (пятое место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2008 г. – первое место; в 2005 г. – второе место после Сельды (1,73 ПДК); в 2006 и 2007 гг. – третье места после Свяги (1,4 и 1,55 ПДК) и Б. Черемшана (1,4 и 1,5 ПДК); в 2018 г. – третье место после Сызранки (3,5 ПДК) и Сельды (3,2 ПДК).

В 2018 г., по сравнению в предыдущим, максимальная концентрация **ХПК** увеличилась вдвое: с минимального превышения за последние 14 лет (2,1 ПДК) до максимального (4,2 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,54 ПДК (четвёртое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2018 г. – первое место; в 2016 г. – второе место после Сельды (18,8 ПДК); в 2009 г. – третье место после Б. Черемшана (2,7 ПДК) и Сельды (2,3 ПДК).

С 2015 г. наблюдается увеличение максимальных концентраций **железа общего** в 2,5 раза: с минимального превышения за последние 14 лет (2,7 ПДК) до 6,7 ПДК. Максимальное превышение зафиксировано в 2008 г. (8,2 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,79 ПДК (третье место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям железа общего в 2008, 2012-2014 гг. – первые места; в 2006 г. – второе место после Сызранки (6,0 ПДК); в 2015 г. – второе место после Б. Черемшана (7,3 ПДК); в 2017 г. – второе место после Сельды (9,2 ПДК); в 2007 и 2016 гг. – третье места после Сызранки (5,1 и 5,9 ПДК) и Б. Черемшана (5,4 и 3,8 ПДК); в 2018 г. – третье место после Свяги (21,2 ПДК) и Сельды (11,7 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация соединений **меди** с 4,4 до 2,3 ПДК. Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2015 г. (12,1 ПДК), минимальное – в 2009 г. (2,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 5,11 ПДК (четвёртое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2011 и 2014 гг. – первые места; в 2005 г. – второе место после Б. Черемшана (4,9 ПДК); в 2015 г. – третье место после Сызранки (13,2 ПДК) и Б. Черемшана (12,4 ПДК); в 2018 г. – третье место после Свяги (9,9 ПДК) и Б. Черемшана (3,3 ПДК).

С 2016 г. наблюдается снижение максимальных концентраций соединений **марганца** с 5,4 до 2,9 ПДК. Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2011 г. (20,9 ПДК), в 2007 г. отмечено их полное отсутствие. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 6,66 ПДК (четвёртое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений марганца в 2008 и 2011 гг. – первые места; в 2013 г. – второе место после Б. Черемшана (20,9 ПДК).

Максимальная концентрация соединений **цинка** за последние 14 лет зафиксирована в 2008 г. (3,3 ПДК); напротив, в 2005-2007, 2013 и 2017 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,08 ПДК (четвёртое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2016 г. – первое место; в 2008 г. – третье место после Свяги (4,2 ПДК) и Гущи (3,8 ПДК).

Таблица 1 – Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Барыша в 2005-2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК											УКЗВ	Класс качества воды
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Легучие фенолы	Нефте-продукты	Азот нитритный	Азот аммонийный	Азот		
2018	3,1	4,2	6,7	2,3	2,9	н/д	н/д	3,0	н/д	н/д	н/д	3,21	36
2017	2,0	2,1	7,5	4,4	4,5	–	2,0	2,6	2,2	–	–	3,40	36
2016	1,5	2,8	3,6	4,1	5,4	3,1	1,0	2,6	1,4	–	–	2,73	3а
2015	н/д	н/д	2,7	12,1	н/д	н/д	2,0	–	н/д	1,3	н/д	3,40	36
2014	н/д	н/д	3,1	11,2	н/д	н/д	4,0	н/д	н/д	н/д	н/д	3,64	36
2013	1,8	2,2	4,6	4,8	11,9	–	4,0	1,0	3,0	–	–	3,44	36
2012	2,2	2,2	3,5	2,1	10,0	1,5	н/д	1,0	1,4	–	–	3,23	36
2011	1,7	2,1	3,7	7,4	20,9	2,0	3,0	1,2	3,2	–	–	3,89	36
2010	1,6	н/д	5,9	3,4	н/д	1,0	4,0	1,0	9,8	–	–	3,74	36
2009	1,6	2,2	5,9	2,0	1,0	1,0	4,0	1,8	9,8	–	–	3,74	36
2008	1,57	н/д	8,2	6,8	3,3	3,3	2,5	1,0	1,3	1,3	1,3	3,73	36
2007	1,4	н/д	4,2	3,5	–	–	2,0	1,2	3,9	1,1	1,1	2,05	3а
2006	1,3	н/д	4,2	3,0	н/д	–	3,0	1,4	3,9	1,2	1,2	2,03	3а
2005	1,6	н/д	3,23	4,47	н/д	–	3,0	1,73	3,6	1,57	1,57	2,34	3а

Таблица 2 – Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Большой Черемшан в 2005-2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК											УКЗВ	Класс качества воды
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Легучие фенолы	Нефте-продукты	Азот нитритный	Азот аммонийный	Азот		
2018	2,0	2,6	5,3	3,3	25,9	н/д	н/д	н/д	1,5	н/д	н/д	3,73	36
2017	2,6	1,9	6,6	5,7	22,2	1,9	3,0	3,0	2,2	1,5	1,5	4,16	4а
2016	1,7	1,9	3,8	4,3	21,2	–	1,0	1,2	1,8	1,3	1,3	3,24	36
2015	3,2	н/д	7,3	12,4	19,1	н/д	3,0	8,2	4,7	1,4	1,4	4,40	4а
2014	2,0	2,0	2,0	9,7	21,2	2,0	4,0	2,0	9,9	–	–	3,79	36
2013	3,3	3,1	3,9	8,8	20,9	1,7	4,0	1,2	3,9	1,8	1,8	4,35	4а
2012	3,2	3,9	н/д	6,0	22,9	6,5	н/д	1,0	н/д	н/д	н/д	4,08	4а
2011	2,0	2,9	4,5	6,4	15,5	3,9	3,0	1,2	3,8	2,0	2,0	4,97	4а
2010	2,1	н/д	5,7	6,3	н/д	1,3	4,0	2,6	8,4	5,0	5,0	5,39	4а
2009	2,1	2,7	5,7	6,3	21,8	1,3	4,0	2,6	8,4	5,0	5,0	5,39	4а
2008	1,4	н/д	7,4	14,4	н/д	2,3	3,0	1,4	4,5	2,0	2,0	4,02	4а
2007	1,5	н/д	5,4	5,6	н/д	1,4	4,0	1,6	6,1	2,9	2,9	4,17	4а
2006	1,4	н/д	4,1	4,3	н/д	–	3,0	2,4	3,2	1,9	1,9	1,97	2
2005	1,38	н/д	9,1	4,9	н/д	–	2,4	2,6	6,15	3,08	3,08	2,7	3а

Примечание: н/д – нет данных.

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **летучих фенолов**: с минимального превышения за последние 14 лет (1,0 ПДК) до 2,0 ПДК. Максимальные превышения зафиксированы в 2009, 2010, 2013 и 2014 гг. (по 4,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,88 ПДК (третье место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям летучих фенолов в 2005, 2006, 2011, 2014 и 2016 гг. – первые места; в 2008 г. – второе место после Б. Черемшана (3,0 ПДК); в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Свяги (по 5,0 ПДК); в 2007 г. – третье место после Б. Черемшана (4,0 ПДК) и Свяги (3,0 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (7,0 ПДК) и Сельды (6,0 ПДК); в 2015 и 2017 гг. – третье место после Б. Черемшана и Сельды (по 3,0 ПДК).

В 2015-2018 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций **нефтепродуктов** от их полного отсутствия до максимального превышения за последние 14 лет (3,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,5 ПДК (пятое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2016 г. – первое место; в 2017 г. – второе место после Б. Черемшана (3,0 ПДК); в 2018 г. – второе место после Свяги (8,6 ПДК); в 2006 г. – третье место после Б. Черемшана (2,4 ПДК) и Сельды (1,5 ПДК); в 2011 г. – третье место после Сельды (3,6 ПДК) и Свяги (2,0 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **азота нитритного** (с 1,4 до 2,2 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в 2009 и 2010 гг. (по 9,8 ПДК), минимальная – в 2008 г. (1,3 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,96 ПДК (третье место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота нитритного в 2009 и 2010 гг. – первые места; в 2007 г. – второе место после Б. Черемшана (6,1 ПДК); в 2016 г. – третье место после Свяги (2,1 ПДК) и Б. Черемшана (1,8 ПДК); в 2006 и 2017 гг. – третье место после Гуши (9,7 и 2,5 ПДК) и Свяги (5,1 и 2,8 ПДК).

Максимальная концентрация **азота аммонийного** зафиксирована в 2005 г. (1,57 ПДК); напротив, в 2009-2013, 2016 и 2017 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 0,54 ПДК (шестое место). Также Барыш занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2015 г. – третье место после Сызранки (2,7 ПДК) и Б. Черемшана (1,4 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (74%) зафиксировано в марте 2017 г.

Анализ гидрохимического состояния вод Барыша за 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, несмотря на незначительное улучшение качества воды за последний год.

Большой Черемшан – левый приток первого порядка р. Волги. Исток располагается на западном склоне Бугульмино-Белебеевской возвышенности в 3,5 км к юго-западу от п. ЛПДС Елизаветинка Клявлинского района Самарской области на абсолютной высоте 237 м; устье – Куйбышевское водохранилище в г. Димитровграде Ульяновской области на нормальном подпорном уровне 53 м. Длина река 336 км, ширина 40-60 м, в устье – 100 м. Водосборный бассейн, площадью 11 500 км², расположен в пределах Клявлинского, Шенталинского и Челно-Вершинского районов Самарской области, Черемшанского, Аксубаевского, Чистопольского, Алексеевского, Алькеевского и Нурлатского районов Республики Татарстан, Новомалыклинского и Мелекесского районов Ульяновской области. Долина Б. Черемшана простирается в широтном направлении, асимметричная с двухсторонней поймой, разработана на суглинках, супесях и песках высоких волжских террас (Словарь..., 2004). Загрязнение Б. Черемшана связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, машиностроения, деревообрабатывающей, легкой, пищевой, производства строительных материалов), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод Б. Черемшана формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Большой Тарханки, Большой Сульчи, Кармалы, Малого Черемшана, Большого

Авраля и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние его вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки с. Сиделькино, Бригадировки, Черемшана, п.г.т. Новочеремшанска, г. Димитровграда и др. населённых пунктов. Наблюдения на Большом Черемшане проводятся в Новочеремшанске в двух створах – в 1 км выше и в 4,5 км ниже по течению, в Димитровграде в 1 км выше по течению. На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество воды в Б. Черемшане в течение последних 14 лет (таблица 2) колеблется от «слабо загрязнённой» (класс качества 2) до «грязной» (класс качества 4а). Наиболее низкое качество воды зафиксировано в 2009 и 2010 гг.: УКИЗВ составлял 5,39, что соответствует классу качества воды 4а. Начиная с 2012 г. УИКЗВ поочередно повышался и понижался. В 2018 г., по сравнению с предыдущим, качество воды незначительно улучшилось (с УКИЗВ 4,16 до 3,73).

Основными загрязняющими веществами в водах Б. Черемшана являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅) и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди, марганца и цинка), летучие фенолы, нефтепродукты, азот нитритный и аммонийный.

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, снизилась максимальная концентрация **БПК₅** с 2,6 до 2,0 ПДК. В 2013 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет (3,3 ПДК), в 2005 г. – минимальное (1,38 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,13 ПДК (первое место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2006 и 2012-2015 гг. – первые места; в 2007 и 2009-2011 гг. – вторые места после Свяги (1,55, 2,4, 2,4 и 3,0 ПДК); в 2017 г. – третье место после Сельды (3,6 ПДК) и Сызранки (3,3 ПДК). В 2018 г., по сравнению с предыдущим, возросла максимальная концентрация **ХПК** с минимального превышения за последние 14 лет (1,9 ПДК) до 2,6 ПДК. Максимальное превышение зафиксировано в 2012 г. (3,9 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,63 ПДК (второе место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2009, 2012 и 2013 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место после Свяги (3,0 ПДК); в 2014 г. – второе место после Гущи (3,7 ПДК); в 2016 г. – третье место после Сельды (18,8 ПДК) и Барыша (2,8 ПДК).

В 2018 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация соединений **железа общего** снизилась с 6,6 до 5,3 ПДК. Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2005 г. (9,1 ПДК), минимальное – в 2014 г. (2,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 5,45 ПДК (первое место). Также Б. Черемшан занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям железа общего в 2005, 2007 и 2015 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место после Сызранки (5,2 ПДК); в 2008 и 2013 гг. – вторые места после Барыша (8,2 и 4,6 ПДК); в 2016 г. – второе место после Сызранки (5,9 ПДК); в 2006 г. – третье место после Сызранки (6,0 ПДК) и Барыша (4,2 ПДК); в 2017 г. – третье место после Сельды (9,2 ПДК) и Барыша (7,5 ПДК). В 2018 г., по сравнению с предыдущим, уменьшилась максимальная концентрация соединений **меди** с 5,7 до 3,3 ПДК, причём в 2018 г. зафиксировано минимальное превышение за последние 14 лет. Максимальное превышение зафиксировано в 2008 г. (14,4 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 7,03 ПДК (первое место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2005, 2006, 2008-2010 и 2013 гг. – первые места; в 2014 г. – 2 место после Барыша (11,2 ПДК); в 2015 г. – 2 место после Сызранки (13,2 ПДК); в 2018 г. – второе место после Свяги (9,9 ПДК); в 2011 г. – третье место после Барыша (7,4 ПДК) и Свяги (6,5 ПДК); в 2012 и 2016 гг. – третьи места после Свяги (6,8 и 9,2 ПДК) и Сельды (8,4 и 4,9 ПДК); в 2007 и 2017 гг. – третьи места после Свяги (5,7 и 6,9 ПДК) и Сызранки (8,5 и 6,5 ПДК).

В 2015-2018 гг. наблюдается увеличение максимальных концентраций соединений **марганца** с 19,1 до 25,9 ПДК, причём в 2018 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет. Минимальное превышение зафиксировано в 2011 г. (15,5 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 21,19 ПДК (первое место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений марганца в 2009 и 2012-2018 гг. – первые места; в 2011 г. – второе место после Барыша (20,9 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация соединений **цинка** увеличилась до 1,9 ПДК от их полного отсутствия. Также, в 2005 и 2006 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2012 г. (6,5 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,86 ПДК (второе место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2012, 2014 и 2017 гг. – первые места; в 2007 г. – второе место после Сельды (1,5 ПДК); в 2013 г. – второе место после Свяги (8,2 ПДК); в 2009 и 2010 гг. – третье место после Свяги и Сельды (по 1,5 ПДК); в 2011 г. – третье место после Сельды (8,0 ПДК) и Свяги (7,0 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация **летучих фенолов** увеличилась с минимального превышения за последние 14 лет в 3 раза (с 1,0 до 3,0 ПДК). Максимальные превышения зафиксированы в 2007, 2009, 2010, 2013 и 2014 гг. (по 4,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,2 ПДК (второе место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям летучих фенолов в 2006-2008, 2011, 2014-2017 гг. – первые места; в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Свяги (5,0 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (7,0 ПДК) и Сельды (6,0 ПДК). В 2017 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация **нефтепродуктов** увеличилась в 2,5 раза (с 1,2 до 3,0 ПДК). Максимальное превышение за последние 14 лет зафиксировано в 2015 г. (8,2 ПДК), минимальное – в 2012 г. (1,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,39 ПДК (второе место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2006, 2008, 2009, 2015 и 2017 гг. – первые места; в 2010 г. – 3 место после Сельды (3,6 ПДК) и Сызранки (3,2 ПДК); в 2011 г. – третье место после Свяги и Сельды (по 2,0 ПДК); в 2013 и 2014 гг. – третье место после Свяги (по 2,4 ПДК) и Гущи (2,0 и 2,2 ПДК).

В 2018 г. зафиксировано сокращение максимальных концентраций **азота нитритного** до минимального за последние 14 лет превышения (1,5 ПДК). Максимальное превышение зафиксировано в 2014 г. (9,9 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,97 ПДК (первое место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота нитритного в 2014 и 2015 гг. – первые места; в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Барыша (по 9,8 ПДК); в 2016 г. – 2 место после Свяги (2,1 ПДК); в 2008 и 2018 гг. – третье место после Свяги (5,4 и 2,1 ПДК) и Сельды (5,4 и 1,6 ПДК); в 2017 г. – третье место после Свяги (2,8 ПДК) и Гущи (2,5 ПДК).

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **азота аммонийного** с 1,3 до 1,5 ПДК. Максимальные превышения за последние 14 лет зафиксированы в 2009 и 2010 гг. (по 5,0 ПДК), напротив, в 2014 г. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,32 ПДК (первое место). Также Б. Черемшан занимал лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2007-2011 и 2016 гг. – первые места; в 2005 г. – 2 место после Свяги (5,5 ПДК); в 2006 г. – второе место после Сызранки (2,3 ПДК); в 2013 г. – второе место после Гущи (2,0 ПДК); в 2015 г. – второе место после Сызранки (1,7 ПДК); в 2017 г. – третье место после Свяги (5,1 ПДК) и Сельды (2,9 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (44%) зафиксировано в январе 2016 г.

Анализ гидрохимического состояния вод Б. Черемшана за 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, несмотря на незначительное улучшение качества воды за последний год.

**АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 4. СЫЗРАНКА****Д.Ю. Кияткин¹, Г.В. Дронин²**¹*Ульяновский областной водоканал, Ульяновск (Россия)*²*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL STATE OF SURFACE WATERS
OF SMALL RIVERS OF THE ULYANOVSK REGION: 4. SYZRANKA****Dmitry Kiyatkin, Grigory Dronin***Ulyanovsk Regional Water Canal, Ulyanovsk (Russia)**Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Сызранка – правый приток первого порядка р. Волги. Исток располагается в 4 км к северо-западу от с. Кармалейки Барышского района Ульяновской области на абсолютной высоте 210 м; устьем служит Саратовское водохранилище у п. Кашпировки Сызранского района Самарской области на нормальном подпорном уровне 25 м. Длина реки 164,5 км, ширина 30-40 м. Водосборный бассейн, площадью 5 656 км², расположен в пределах Кузнецкого района Пензенской области, Барышского, Кузоватовского, Николаевского, Новоспасского, Радищевского районов Ульяновской области и Сызранского района Самарской области. Долина Сызранки простирается с запада на восток, прямая, хорошо разработанная, плиоцен-плейстоценового возраста. Левый склон сложен породами палеогена и верхнего мела, правый – верхне- и нижнемеловыми, отчасти юрскими отложениями. Склоны сильно расчленены многочисленными овражно-балочными системами, речными долинами большей частью субмеридианального простирания и асимметричными склонами. Правый склон долина короткой и крутой. Левый склон в нижнем течении пологий и длинный с одной-двумя надпойменными террасами, слабо выраженными (Дронин, 2018).

Загрязнение Сызранки связано с поступлением вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленности (в частности нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, машиностроения, лесо- и нефтехимической, деревообрабатывающей, пищевой, производства строительных материалов), стоков с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Качество вод в Сызранке формируется под влиянием попадающих загрязняющих веществ в стоках с её притоков – Канадейки, Томышёвки, Крымзы, Кубры и др. Существенное влияние на гидрохимическое состояние её вод оказывают поступающие неочищенные или недостаточно очищенные стоки п.г.т. Николаевки, Канадея, Новоспасского, Балашейки, с. Старой Рачейки, Нового Томышёво, Репьёвки, г. Сызрани и др. населённых пунктов. Наблюдения на Сызранке проводятся в с. Репьёвке, в 1 км выше по течению.

На основании анализа официальных источников (Информационный бюллетень..., 2007, 2009; Государственный доклад..., 2008, 2011-2013, 2015-2019; Обзор состояния окружающей среды..., 2010, 2012; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды..., 2012-2015, 2018, 2019) установлено, что качество вод в Сызранке в течение последних 14 лет (таблица) колеблется от «загрязнённой» (класс качества 3а) до «грязной» (класс качества 4а). Наиболее низкое качество воды отмечено в 2013 г.: удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ) составлял 4,11, что соответствует классу качества воды 4а. Наиболее низкий УКИЗВ отмечен в 2016 г., с которого началось стабильное снижение качества воды в реке (с УКИЗВ 2,06 до 3,01), до класса качества воды 3б «очень загрязнённая». Средний многолетний УИЗВ составляет 3,17 (пятое место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области – Свяги, Гущи, Сельды, Барыша, большого Черемшана и Сызранки).

Основными загрязняющими веществами в водах Сызранки являются органические соединения, легкоокисляемые по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток (БПК₅)

и трудноокисляемые по химическому потреблению кислорода (ХПК), соединения металлов (железа общего, меди и марганца), летучие фенолы, нефтепродукты и азот нитритный.

С 2012 г. наблюдается увеличение **БПК₅** с 1,0 предельно допустимой концентрации (ПДК) до 3,5, причём в 2012 г. зафиксировано его минимальное превышение за последние 14 лет, а в 2018 г. – максимальное (3,5 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,75 ПДК (шестое место среди шести малых мониторинговых рек Ульяновской области). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям БПК₅ в 2016 и 2018 гг. – первые места; в 2015 г. – второе место после Б. Черемшана (3,2 ПДК) и Сельды (3,1 ПДК); в 2017 г. – второе место после Сельды (3,6 ПДК).

С 2015 г. наблюдается увеличение **ХПК** с 1,6 до 3,1 ПДК. В 2018 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет (3,1 ПДК), в 2015 г. – минимальное (1,6 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,19 ПДК (шестое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям ХПК в 2017 г. – второе место после Свяги (2,6 ПДК); в 2011 г. – третье место после Свяги (3,0 ПДК) и Б. Черемшана (2,9 ПДК).

Последние два года наблюдается снижение превышения ПДК по соединениям **железа общего** с 5,9 ПДК в 2016 г. до 3,9 ПДК в 2018 г. Наибольшее превышение зафиксировано в 2009 и 2010 гг. (по 8,2 ПДК); минимальное – в 2013 г. (1,0 ПДК). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 4,48 ПДК (пятое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений железа общего в 2006, 2011 и 2016 гг. – первые места; в 2005 и 2007 гг. – вторые места после Б. Черемшана (9,1 и 5,4 ПДК соответственно); в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Свяги (по 8,6 ПДК).

Содержание соединений **меди** в воде в течение последних 14 лет не имеет чёткой динамики, однако в 2018 г. по сравнению с предыдущим произошло снижение максимальных концентраций в 3,1 раза (с 6,5 до 2,1 ПДК). Максимальное превышение зафиксировано в 2015 г. (превышения отмечены более чем в 90% отобранных проб воды), минимальное – в 2013 г. (превышения отмечены в 50% проб). Средняя многолетняя максимальная концентрация – 5,3 ПДК (третье место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений меди в 2007 и 2015 гг. – первые места; в 2017 г. – второе место после Свяги (6,9 ПДК); в 2005 г. – третье место после Б. Черемшана (4,9 ПДК) и Барыша (4,47 ПДК); в 2008 и 2009 гг. – третье место после Б. Черемшана (14,4 и 6,3 ПДК) и Свяги (9,5 и 5,6 ПДК).

Максимальная концентрация соединений **марганца** в 2018 г., по сравнению с предыдущим, сократилась в 2,1 раза (с 7,2 до 3,4 ПДК). В 2017 г. зафиксировано максимальное превышение за последние 14 лет (7,2 ПДК), а 2016 г. – минимальное (1,0 ПДК).

Загрязнение соединениями **цинка** незначительно и носит единичный характер: половина всех отобранных проб воды за последние 14 лет соответствовала норме. В 2017 г., по сравнению с предыдущим, максимальная концентрация увеличилась в 1,7 раз (с 1,1 до 1,9 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в 2012 г., до этого соединения цинка не обнаруживались. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 0,63 ПДК (шестое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям соединений цинка в 2017 г. – первое место; в 2016 г. – второе место после Барыша (3,1 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (8,2 ПДК) и Б. Черемшана (1,7 ПДК).

С 2013 г. наблюдается снижение максимальных концентраций **летучих фенолов** (с 4,0 до 1,0 ПДК). Максимальные превышения зафиксированы в 2009-2010 и 2013 гг. (по 4,0 ПДК); в 2012 г. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 2,1 ПДК (пятое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям летучих фенолов в 2016 г. – первое место; в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Свяги (по 5,0 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (7,0 ПДК) и Сельды (6,0 ПДК).

Таблица – Максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах реки Сыранки в 2005-2018 годах

Год	Максимальная концентрация загрязняющих веществ, доли ПДК											УКИЗВ	Класс качества воды	
	БПК ₅	ХПК	Железо общее	Мель	Марганец	Цинк	Летучие фенолы	Нефте-продукты	Азот нитритный	Азот аммонийный	Азот нитратный			
2018	3,5	3,1	3,9	2,1	3,4	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	3,01	3б
2017	3,3	2,4	3,9	6,5	7,2	1,9	1,0	2,2	–	–	–	–	2,97	3б
2016	2,3	1,8	5,9	3,8	1,7	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	–	–	2,06	3а
2015	1,4	1,6	н/д	13,2	н/д	н/д	1,0	1,0	3,5	3,5	2,7	–	3,36	3б
2014	н/д	н/д	2,1	7,7	4,8	н/д	2,0	н/д	н/д	н/д	1,6	–	3,73	3б
2013	1,2	1,9	1,0	1,0	7,0	1,5	4,0	1,2	9,9	9,9	1,3	–	4,11	4а
2012	1,0	2,4	1,3	2,7	5,2	2,4	–	1,8	–	–	–	–	3,74	3б
2011	1,5	2,3	5,2	4,1	6,9	–	2,0	1,0	3,8	3,8	–	–	3,37	3б
2010	1,6	н/д	8,2	5,2	н/д	–	4,0	3,2	4,3	4,3	4,9	–	4,07	4а
2009	1,6	2,0	8,2	5,2	4,0	–	4,0	2,2	4,3	4,3	4,9	–	4,07	4а
2008	1,48	н/д	3,2	8,1	н/д	–	2,0	–	1,4	1,4	1,2	–	2,84	3а
2007	1,25	н/д	5,1	8,5	н/д	–	2,0	5,0	2,8	2,8	1,3	–	2,4	3а
2006	1,3	н/д	6,0	2,8	н/д	–	2,0	1,2	3,7	3,7	2,3	–	2,45	3а
2005	1,33	н/д	4,23	3,3	н/д	–	2,33	2,85	2,5	2,5	1,2	–	2,49	3а

Примечание: н/д – нет данных.

В 2017 г., по сравнению с предыдущим, увеличилась максимальная концентрация **нефтепродуктов** (с 1,0 до 2,2 ПДК). Максимальное превышение зафиксировано в 2007 г. (5,0 ПДК); в 2008 г. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,89 ПДК (четвёртое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям нефтепродуктов в 2012 г. – первое место; в 2007 г. – второе место после Свяги (6,0 ПДК); в 2010 г. – второе место после Сельды (3,6 ПДК); в 2005 г. – третье место после Сельды (3,27 ПДК) и Гущи (3,0 ПДК); в 2009 г. – третье место после Б. Черемшана (2,6 ПДК) и Сельды (2,4 ПДК); в 2013 г. – третье место после Свяги (2,4 ПДК) и Гущи (2,0 ПДК).

В 2017 г. превышений ПДК **азота аммонийного** и азота нитритного не зафиксировано.

С 2013 г. наблюдается снижение максимальных ПДК по **азоту нитритному** с максимального превышения за последние 14 лет (9,9 ПДК) до 1,0 ПДК. В 2012 и 2017 гг. все отобранные пробы воды соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 3,1 ПДК (шестое место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота нитритного в 2013 г. – первое место; в 2015 г. – второе место после Б. Черемшана (4,7 ПДК); в 2007 г. – третье место после Б. Черемшана (6,1 ПДК) и Барыша (3,9 ПДК).

С 2013 г. наблюдается увеличение максимальных ПДК по **азоту аммонийному** в 2,1 раза (с 1,3 до 2,7). Максимальные превышения зафиксированы в 2009-2010 гг. (4,9 ПДК); в 2011-2012 и 2016-2017 гг. все отобранные пробы соответствовали норме. Средняя многолетняя максимальная концентрация – 1,65 ПДК (третье место). Также Сызранка занимала лидирующие позиции по максимальным концентрациям азота аммонийного в 2014 и 2015 гг. – первые места; в 2009 и 2010 гг. – вторые места после Б. Черемшана (5,0 ПДК).

Кислородный режим на протяжении последних 14 лет был удовлетворительным. Минимальное насыщение кислородом (75%) отмечено в январе 2017 г.

Анализ гидрохимического состояния поверхностных вод Сызранки в 2005-2018 гг. показал высокий уровень загрязнения реки и неудовлетворительное качество воды в ней, не отвечающее нормативным требованиям, а также выявил тенденцию к ухудшению качества воды за последние три года.

**БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ: МУТАГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА
В ВОДНЫХ ОРГАНИЗМАХ И БИОГЕННЫХ ОБРАЗЦАХ****С.В. Котелевцев¹, В.П. Карагодин², В.М. Глазер¹, О.В. Полякова³,
С.И.Малекин⁴, С.А. Остроумов¹**¹ *Биологический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия);*² *Российский экономический университет им. Д.В. Плекханова, Москва (Россия);*³ *Химический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия);*⁴ *Государственный институт органической химии и технологии, Москва (Россия)***BIOINDICATION OF WATER QUALITY: MUTAGENIC SUBSTANCES
IN AQUATIC ORGANISMS AND BIOGENIC SAMPLES****Kotelevtsev S.V.¹, Karagodin V.P.², Glaser V.M.¹, Polyakova O.V.³,
Malekin S.I.⁴, Ostroumov S.A.¹**¹ *Faculty of Biology, Moscow State University (Russia);*² *Plekhanov Russian University of Economics, Moscow (Russia);*³ *Department of Chemistry, Moscow State University (Russia);*⁴ *State Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow (Russia)***1. Введение.**

Для контроля качества воды могут использоваться как химические, так и биологические методы. Среди биологических методов существенное место занимают различные методы биоиндикации. Накопление экотоксикантов организмами может отражать загрязнение окружающей среды. Среди экотоксикантов одно из приоритетных мест занимают генотоксичные вещества.

Загрязнение окружающей водной среды, включая мировой океан, постоянно возрастает (Савинова 1992, 1990; Остроумов, 2005, 2008, 2017). Особенно опасным является накопление в тканях рыб стойких органических загрязнителей и в первую очередь мутагенных и канцерогенных соединений (Stepanova et al., 1999; Котелевцев и др., 2018).

Мутагенные соединения могут попадать в организм человека с питьевой водой и продуктами питания. Генотоксичные экотоксиканты вызывают различного рода мутации и могут проявлять канцерогенный и тератогенный эффекты (Котелевцев и др., 2018). В данной работе мы изучили содержание мутагенных соединений в тканях атлантической трески (*Gadus morhua*), макруруса (*Macrourus berglax*), в рыбьем жире, полученном из печени трески, печени макруруса. Эти образцы были исследованы на содержание устойчивых химических загрязнителей методом хромато-масс-спектрометрии.

2. Объекты и методы исследования.

В работе использовали 5 экземпляров свежемороженой трески (самцы) длиной 50-58 см, и 5 экземпляров макруруса, отловленных в Северо-Западной Атлантике. Не потрошённая рыба была приобретена в предприятии оптовой продажи рыбы «Фуд Сити». Кроме этого были исследованы три образца жира печени трески и макруруса, полученные в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

На все объекты исследования имелась сопроводительная документация (свидетельства о государственной регистрации, удостоверения качества), подтверждающие их пригодность для пищевого использования.

Для получения экстрактов по 50 г каждой пробы трёхкратно экстрагировали пятикратным объёмом хлористого метила. Экстракты выпаривали досуха на плёночном испарителе. (Котелевцев и др., 2018).

2.1. Анализ мутагенной активности

Мутагенность исследуемых экстрактов определяли с помощью модифицированного полуколичественного теста Эймса *Salmonella* /микросомы с системой метаболической активации на основе микросомной фракции S9 из печени белых крыс самцов (линия Wistar), индуцированных раствором Aroclor 1254, в оливковом масле (40 мг/кг веса крысы) (Ames, 1971). В качестве индикаторных штаммов использовали штаммы *Salmonella typhimurium* TA-98 и TA-100, ауксотрофные по гистидину. Штамм TA-98 регистрирует мутации типа сдвига рамки считывания, а TA-100 – мутации типа замены оснований (Ames, et al., 1973). О мутагенности судили по частоте реверсий к прототрофности по гистидину (His⁺), выявляемых на чашках с минимальной средой. В опытах без метаболической активации (-МА) оценивали прямой мутагенный эффект. В опытах с метаболической активацией (+МА) выявляли мутагенность продуктов метаболизма (промутагенный эффект), присутствующих в исследуемых пробах.

В каждую чашку Петри вносили по 100 мкл экстракта, (выпаренный на плёночном испарителе экстракт растворяли в 5 мл диметилсульфоксида (ДМСО)).

В качестве общего контроля использовали 100 мкл ДМСО. В качестве положительно-го контроля использовали прямой мутаген азид натрия (данные не приводятся) и промутаген 2-аминоантрацен (0,5 мкг на чашку). Общий контроль испытывали в пяти повторностях, остальные пробы ставили в трёх повторностях. Результаты выражали в виде мутагенного индекса (МИ): отношение числа колоний His⁺ ревертантов в опыте (среднее количество колоний на чашку в присутствии испытуемого вещества) к контролю (среднее количество колоний на чашках с ДМСО). За наличие мутагенного эффекта принимали МИ, превышающий 2,0. Величины МИ от 2,0 до 10 оценивали как слабый, от 10 до 100 – как средний мутагенный эффект (Фонштейн и др., 1983).

Статистическую значимость различий оценивали с помощью критерия Стьюдента в программе «Статистика». Достоверность отклонения числа колоний в опыте при превышении мутагенного индекса вдвое и более по сравнению с контролем соответствовала вероятности $p < 0,001$ (Тюрин, Макаров, 1998). Исследуемые образцы включали в себя ткани рыб и образцы рыбьего жира. Исследовали также образцы жира тюленя, но о результатах изучения этого объекта будет сообщено в другой публикации.

2.2. Определение органических соединений в рыбьем жире методом ГХ-МС

Подготовка образцов к анализ: 2,5 г рыбьего жира растворяли в 5мл хлористого метилена и наносили на колонку, заполненную силикагелем и силикагелем, смешанным с концентрированной серной кислотой. Элюировали 40 мл гексана, затем 30 мл хлористого метилена. Элюаты объединяли, концентрировали до объема 1мл.

Условия проведения анализа. Анализ проводили на хроматомасс-спектрометре Pegasus 4D фирмы LECO. Энергия ионизации – 70 эВ, капиллярная силиконовая колонка DB-5MS (30м), температурный режим: 40°C (2 мин.) – 10°C/мин – 290°C (10 мин.), сканируемые массы 28-450 дальтон. В качестве внутренних стандартов использовали perdeгтерированные нафталин и фенантрен (Лебедев, 2015) Анализы проводили в межфакультетской лаборатории МГУ имени М.В Ломоносова, руководимой проф. А.Т. Лебедевым.

3. Результаты и обсуждение.

Результаты анализа мутагенной активности мышечной ткани, ткани печени трески, макруруса, образцов рыбьего жира, и жира из покровного сала тюленя, представлены в таблице 1

Статистически значимого превышения содержания мутагенных соединений в тканях трески и макруруса (мышцы, печень) над контролем (ДМСО) мы не обнаружили. Однако, как видно из таблицы 1 практически все экстракты жира обладали генотоксичностью. При этом мутагенный эффект проявлялся как на штамме TA 100, так и на штамме TA 98, что говорит о присутствии мутагенов, вызывающих мутации типа сдвига рамки считывания и мутации типа замены оснований. Мутагенный эффект проявлялся только в присутствии фракции S9 (система метаболической активации из печени, индуцированная Aрохлором 1254).

Таблица 1 - Испытание в тесте Эймса Сальмонелла/микросомы мышечной ткани, ткани печени трески и образцов рыбьего жира

Образец	Штаммы сальмонеллы			
	ТА-98		ТА-100	
	+ МА	- МА	+ МА	- МА
ДМСО	1	1	1	1
2-аминоантрацен	<u>13</u>	1.1	<u>7</u>	0,8
Печень трески	1.9	1.3	1.6	1.2
Мышцы трески	1.1	0.9	1.2	1.1
Рыбий жир из печени трески	<u>5.7</u>	1.1	<u>3.4</u>	0.9
Жир из печени макруруса	<u>2.9</u>	0.8	<u>3.1</u>	1.2

Примечание: в таблице 1 приведены средние данные трех опытов в виде отношения количества колоний на чашке в опыте к контролю (ДМСО). +МА - в присутствии, - МА без системы метаболической активации (МА). Достоверное превышение числа колоний ревертантов над контролем $p < 0,01$ подчеркнуто.

Таким образом, в образцах рыбьего жира выявлены промутагенные соединения, т.е. загрязнители, мутагенный эффект которых проявляется после метаболической активации в системе цитохрома Р-450. К таким соединениям относится ряд полициклических ароматических углеводородов, в том числе бенз(а)пирен, антрацен, аминифлуорен и другие вещества, а также некоторые хлорорганические соединения, пестициды (Шигаева и др., 1994; Гераськин и др., 2010).

Упомянутые биогенные образцы были исследованы с помощью метода хромато-масс-спектрометрии. Было показано, что наряду с другими загрязнителями в образцах жира присутствует следующие мутагенные и канцерогенные соединения: в концентрации мкг/кг веса) ДДТ - 1,3-5,4 мкг/кг; ДДД – 2,9-10, 9 мкг/кг; фенантрен – 72,4-112,8 мкг/кг; антрацен – 0–01 мкг/кг.

Во всех образцах определено около ста соединений природного происхождения. Во всех образцах жира обнаружены хлорсодержащие органические соединения – изомеры три-, тетра-, пента- и гексахлорбифенилов, а также пестицид ДДТ и его метаболиты ДДЭ и ДДД.

В каждом из образцов присутствуют углеводороды нефтяного происхождения: полициклические ароматические углеводороды, бифенилы, тетрагидронафталины, индены, алканы нормального и разветвленного строения, алкилбензолы, нафтены. В образце жира из поровного сала тюленя обнаружены два изомера нитротолуола.

В каждом из образцов обнаружены фталаты, которые используются в качестве пластификаторов. Максимальные количества фталатов обнаружено в жире из печени трески. Это можно объяснить большей загрязненностью жировых тканей рыбы северных морей, в которых накапливаются органические экотоксиканты. В техническом регламенте таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» нормируются далеко не все обнаруженные нами токсиканты.

Этот перечень органических загрязнителей очень мал и не включает целого ряда канцерогенных и мутагенных соединений. Однако, присутствие в жирах мутагенных и канцерогенных соединений представляет серьезную опасность, с учетом того, что продукты, получаемые из этих жиров, могут приниматься на протяжении длительного периода и даже всей жизни и, следовательно, возможно накопление мутагенных и канцерогенных соединений в различных тканях человека до критических концентраций.

С другой стороны, в биологических объектах, в первую очередь, в тканях промысловых рыб, регистрируют все возрастающее накопление опасных для человека загрязнителей. Рыбий жир нередко производят с помощью выделения и концентрации активных веществ из биологических тканей, в том числе и из промысловых рыб и других морских животных (мле-

копитающих) (Kotelevtsev, et al., 1993). Естественно, что в ходе получения БАД возможно их загрязнение мутагенными токсикантами, содержащимися в этих гидробионтах.

Таким образом, в реальных условиях загрязнения среды, в продукты питания (к которым законодательно относятся и БАД) могут попадать десятки и сотни токсичных веществ, часть из которых, к тому же, может трансформироваться в организме с образованием еще более опасных соединений, чем исходные (например, в системе метаболической активации цитохрома Р-450). Проблема усугубляется еще и тем, что в основе большинства официальных методов контроля безопасности пищевых продуктов лежит принцип целевого определения, ориентированного на анализ конкретных веществ, в то время как из окружающей среды в пищу попадают самые различные токсиканты, которых особенно много в морских продуктах. Следовательно, современные регламенты не учитывают присутствия в продуктах питания потенциально опасных, но ненормируемых веществ.

Результаты подтверждают большую роль биомембран в биотрансформации экотоксикантов и поллютантов (в том числе в рыбьем жире и др. объектах биологического происхождения) с возникновением мутагенных веществ, поскольку метаболическая активация происходит с участием биомембран.

Новые данные, полученные в этой работе, подтвердили актуальность использования биоиндикации для оценки состояния водных экосистем и качества воды.

Вышеприведенные результаты следует принимать во внимание при разработке новых документов, которые регламентируют и нормируют содержание загрязняющих веществ в водных организмах. Эти результаты необходимо учитывать и при проверке и выборе сырья для изготовления веществ, принимаемых в пищу, в том числе и в лечебных целях.

Полученные результаты еще раз подчеркивают необходимость разносторонних мер по уменьшению загрязнения гидросферы. Для этого необходимо не только уменьшать поступление экотоксикантов в водную среду, но и сохранять природные механизмы самоочищения водной среды (Остроумов, 2005, 2008, 2017; Ostroumov, 2017).

Благодарность. Приносится благодарность проф. А.Т. Лебедеву, в лаборатории которого (МГУ) проводили химические анализы.

ЛИТЕРАТУРА

- Савинова Т.Н.** «Химическое загрязнение северных морей». Апатиты, 1990. 145 с.
- Савинова Т.Н.** Содержание загрязняющих веществ в морских птицах Баренцева моря: результаты и перспективы исследований // Теоретические подходы к изучению экосистем морей Арктики и Субарктики. Апатиты, 1992. С.113-116.
- Stepanova L.I., Glaser V.M., Savinova T.I., Kotelevtsev S.V., Savva D.** Accumulation of mutagenic xenobiotics in fresh water (Lake Baikal) and marine (Hornoya Island) ecosystems. //Ecotoxicology. 1999. Т. 8. № 2.
- Котелевцев С.В., Маторин Д.Н., Садчиков А.П.** Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем. 2018. ИНФРА-М, Москва, 252 с.
- Ames B.N.**, 1971. The detection of chemical mutagens with enteric bacteria / B.N. Ames // in: Chemical Mutagens: Principles and Methods for their detection / Ed. A. Hollaender. – N.Y.: Plenum Press. 1971. – P. 267-282.
- Ames B.N.** et al., 1973. An improved bacterial test system for the detection and classification of mutagens and carcinogens // Proc. Nat. Acad. Sci., USA. 1973. – V. 70. – P. 782-786.
- Фонштейн Л.М., Абилев С.К., Бобринев Е.В., Калинина Л.М., Облапенко Н.Г., Подольная М.А., Полухина Г.Н., Седышева Н.Ю., Шапиро А.А.** Методические рекомендации по применению теста Эймса Salmonella/ микросомы. МЗ СССР, М., 1983. 27 с.
- Тюрин Ю.Н., Макаров А.А.** Статистический анализ данных на компьютере – М.: ИНФРА, 1998. – 528 с.
- Лебедев А. Т.** Масс-спектрометрия в органической химии. М.: Техносфера., 2015. - 493 с. (Методы в химии).
- Шигаева М.Х., Ахматуллина Н.Б., Абилев С.К.** Мутагены и комутагены окружающей среды.- Алматы. Изд-во «Гылым». 1994. 255 с.

- Гераськин С.А., Саранульцева Е.И., Цаценко Л.В., Глазер В.М., Абилов С.К., Смирнова С.Г., Замулаева И.А., Комарова Л.Н., Степченкова Е.И., Инге-Вечтомов С.Г., Ким А.И., Крутенко Д.В., Евсеева Т.И., Михайлова Г.Ф., Амосова Н.В.** Биологический контроль окружающей среды: генетический мониторинг. - Москва, Издательский центр «Академия», 2010. 208 с.
- Kotelevtsev S.V., Stepanova L.I., Glaser V. M.,** Biomonitoring of Genotoxicity in Coastal Water. In book: Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries. Kramer K.J.M., ed., CRC Press Inc., 1993. P. 227-245.
- Порошенко Г.Г., Абилов С.К.** Антропогенные мутагены и природные антимуутагены. М.: Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Общая генетика. 1988. Т. 12. 208 с.
- Binelli A., Riva C., Cogni D., Provini A.** Genotoxic effects of p,p'-DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis-(chlorophenyl)ethane) and its metabolites in Zebra mussel (*D. polymorpha*) by SCGE assay and micronucleus test. // Environ Mol Mutagen. 2008. V. 49(5): P. 406-415. doi: 10.1002/em.20400.
- Остроумов С. А.** Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем. Москва: Изд-во МАКС Пресс. 2005.
- Остроумов С. А.** Гидробионты в самоочищении вод и биогенной миграции элементов. М.: МАКС-Пресс, 2008. 200 с. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>
- Остроумов С.А.** Качество и кондиционирование воды в природных экосистемах: разработка теории биологических механизмов самоочищения воды // Экологическая химия. 2017. Т.26(4). 175–182. <https://www.researchgate.net/publication/319955185> ;
- Ostroumov S.A.** Water Quality and Conditioning in Natural Ecosystems: Biomachinery Theory of Self-Purification of Water. 2017. V. 87 (13). P. 3199–3204. <https://www.researchgate.net/publication/323122008> (full text free); <https://www.researchgate.net/publication/323404014>; <https://www.researchgate.net/publication/328837197> ;

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Р. ХУДОЛАЗ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)****Г.Ш. Кузина, Н.М. Каримова***Сибайский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет», Сибай (Россия)***VARIABILITY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS
IN SEDIMENTS OF R. HUDOLAZ (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)****G.Sh. Kuzhina, N.M. Karimova***Sibay Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Bashkir State University», Sibay (Russia)*

Водные объекты Башкирского Зауралья испытывают систематический пресс техногенных нагрузок со стороны предприятий горнодобывающего и горноперерабатывающего комплекса, являющихся источниками тяжелых металлов (ТМ) (Суюндуков и др., 2013). Эти загрязнители мигрируют по отдельным звеньям гидроэкосистемы и накапливаются в донных отложениях (ДО), становясь вторичным загрязнителем водотока (Мур и др., 1987).

Особый интерес для г. Сибай представляет р. Худолаз (Туяляс), состояние грунтов которой во многом определяется особенностями промышленного производства (известковый карьер, хвостохранилища Сибайского филиала Учалинского горно-металлургического комбината (СФ УГОК)) и системами сброса сточных вод градообразующего предприятия города, а также природными и геохимическими условиями района исследования и гидрологическими характеристиками реки.

Река Худолаз – правый приток р. Урал, длина которого составляет 81 км, площадь бассейна – 1060 км². Она берет свое начало на восточном склоне хребта Ирэндик вблизи вершины Яман-таш и течет в пределах Баймакского района Республики Башкортостан (РБ) и части Челябинской области Российской Федерации (РФ). В 15 км от города на реке находится памятник природы – трехкаскадный водопад «Гадельша» (Ибрагимовский), высота которого достигает 15 м (Гареев, 2001).

Учитывая высокую токсичность ТМ в водной среде для оценки состояния ДО необходим систематический контроль их содержания в водных объектах. В связи с этим, изучение динамики содержания металлов в осадках р. Худолаз является актуальной проблемой.

Цель работы – анализ пространственной изменчивости содержания металлов в отложениях р. Худолаз в зоне влияния предприятий горнодобывающего и горноперерабатывающего комплекса.

Материалом для работы послужили грунты р. Худолаз, отобранные в соответствии с МУ РД 52.18.685 в летний период 2019 г. Точки отбора проб находились, как выше, так и ниже по течению от потенциальных и реальных источников загрязнения: 1 - исток реки, 2 - казанкинский мост, 3 - городской пляж г. Сибай, 4 и 5 - до и после д. Калинино.

Валовое содержание ТМ (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd, Ni, Co) в образцах ДО определяли с помощью метода атомной абсорбции (Методические указания..., 2006). Для оценки загрязнения грунтов исследуемого водотока использовали кратность превышения геохимических фоновых концентраций металлов, установленных Институтом минералогии, геохимии и кристаллографии редких элементов (ФГУП «ИМГРЭ») (Добыча нерудных..., 2012).

Уровень техногенного загрязнения осадков реки оценивали с помощью суммарного показателя загрязнения (Z_c) (Опекунов, 2012; Добыча нерудных..., 2012). Кроме этого рассчитывали показатель санитарно - токсикологической опасности $Z_{ст}$ по той же формуле, что и суммарный показатель загрязнения с исключением металлов ниже 2 - го класса опасности (Ахтямова, 2009). Результаты физико-химического анализа образцов ДО р. Худолаз представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пространственная изменчивость содержания тяжелых металлов
в донных отложениях р. Худолаз

Точки отбора	Концентрация, мг/кг							
	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Cd	Ni	Co
Исток реки	45	87	7732	1532	16	17	33	27
Казанкинский мост	68	125	7572	1301	13	14	25	22
Городской пляж	36	125	6650	1247	19	20	31	24
до д. Калинино	198	535	6737	1762	19	21	54	28
после д. Калинино	2565	1835	11192	2925	21	31	72	35
Геохимическая фоновая концентрация	4	20	3800	1100	9	0,3	20	0,1

В осадках реки в условиях района исследования изученные металлы образуют убывающий ряд элементов по их среднему содержанию: Fe > Mn > Cu > Zn > Ni > Co > Cd > Pb. При этом превышение геохимического фона зафиксировано для всех ТМ по исследованному участку реки и составило в среднем для Cu до 145 раз, Zn и Co- 27 раз, Cd – 6,9 раз, Pb, Fe и Ni – до 2,1 раз, Mn – 1,6 раз.

Следует отметить, что в зоне непромышленного освоения реки (створы 1-3) изменчивость содержания металлов в осадках носит равномерный характер, обусловленный природными геохимическими условиями района исследования (Фаткуллин, 1994). Незначительное повышение концентрации ТМ в отложениях створа 4 (до п. Калинино), по-видимому, связано с гидрологическими особенностями исследуемого водотока, а также близостью расположения известкового карьера.

Резкое увеличение содержания Cu, Zn и Fe в ДО створа 5 (после д. Калинино) связано с длительным сбросом неочищенных сточных вод СФ УГОК в р. Карагайлы, а затем и в исследуемый водоток, вследствие чего, толщина отложений данного створа достигла 1 м.

Эколого-токсикологическая характеристика илов р. Худолаз, описанная с помощью коэффициента концентрации химического вещества K_c , суммарного показателя загрязнения Z_c и показателя санитарно-токсикологической опасности Z_{ct} , представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели экологического и санитарно-токсикологического состояния донных отложений р. Худолаз

Точка отбора	Порядок значений K_c химических элементов					Показатели состояния	
	≤ 10	≤ 50	≤ 100	≤ 300	≤ 650	Z_c	Z_{ct}
Исток реки	Zn, Fe, <u>Mn</u> , Ni, Pb	Cu	Cd	Co	-	342	327
Казанкинский мост	Zn, Fe, <u>Mn</u> , <u>Ni</u> , <u>Pb</u>	Cu, Cd	-	Co	-	289	266
Городской пляж	Cu, Zn, Fe, <u>Mn</u> , Ni, Pb	-	Cd	Co	-	321	307
до д. Калинино	Fe, Mn, Ni, Pb	Cu, Zn	Cd	Co	-	428	352
после д. Калинино	Fe, Mn, Ni, Pb	-	Zn, Cd	-	Cu, Co	1190	456

Примечание: «подчеркнутые» металлы, для которых $K_c \geq 1$.

По суммарному показателю загрязнения исследуемые образцы грунтов реки следует отнести к чрезвычайно опасной степени загрязнения. Наибольший вклад в расчет данного критерия вносят такие металлы, как Ni, Cd, Co, Pb. Особенно значительная концентрация Cu зарегистрирована в илах створа 5. Однако нельзя полностью исключать вклад и других металлов. В то же время по уровню санитарно – токсикологической опасности отложения р. Худолаз характеризовались чрезвычайно опасной степенью, за исключением створа 2 (Ка-

занкинский мост) – очень опасной, связанной с изменением гидрологического режима водотока.

ЛИТЕРАТУРА

Ахтямова Г.Г. Антропогенная трансформация состава донных отложений бассейна р. Пахра (Московская область) // Метеорология и гидрология. 2009. № 2. С. 80-88.

Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260 с.

Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров. СПб.: Изд-во «Глобус», 2012. 140 с.

Методические указания «Определение массовой доли металлов в пробах почв и донных отложений. Методика выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии». Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2006. 30 с.

Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. 288 с.

Опекунов А.Ю. Экологическая седиментология: учеб. пособие. - СПб.: Из-во С.-Петерб. ун-та, 2012. - 224 с.

Суюндуков Я.Т., Янтурин С.И., Сингизова Г.Ш. Накопление и миграция тяжелых металлов в основных компонентах антропогенных экосистем Башкирского Зауралья в зоне влияния объектов горнорудного комплекса. Уфа: АН РБ, Гилем, 2013. 156 с.

Фаткуллин Р.А. Природные условия Башкортостана. Уфа, 1994. 176 с.

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МАКРОЗООБЕНТОСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА****Е.М. Курина, Т.Д. Зинченко, Т.В. Попченко***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***LONG-TERM DYNAMICS OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF
MACROZOOBENTHOS OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR****E.M. Kurina, T.D. Zinchenko, T.V. Popchenko***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Изучение донных сообществ Куйбышевского водохранилища началось в годы его заполнения (1957-1958) и продолжается в настоящее время. За период исследований в 2005-2015 и в 2016 гг. зарегистрировано 110 видов и таксонов бентоса: 37 видов - Chironomidae, 24 - Oligochaeta, 23 - Mollusca, 13 - Crustacea, 4 - Hirudinea, 2 – Polychaeta, 10 - прочих таксонов (Trichoptera, Ephemeroptera, и др.). Частота встречаемости более 50% характерна для следующих таксонов: олигохеты *Potamothrix moldaviensis* Vejdovsky et Mrazek, 1902, *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *Isochaetides michaelsoni* (Lastočkin, 1936), полихеты *Hypania invalida* (Grube, 1860), личинки хирономид *Procladius ferrugineus* Kieffer, 1919, моллюски *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897). Наибольшее разнообразие бентоса (индекс Шеннона $H=3,6$ бит/экз.) зарегистрировано на закрытых мелководьях Ульяновского плеса водохранилища, где в условиях низкой проточности в массе обитают аборигенные виды хирономид, олигохет, моллюсков и личинок насекомых. Наименьшее значение индекса Шеннона (0,8 бит/экз.) отмечено на русле Тетюшинского плеса, где на песчаных биотопах виды бентоса отмечены единично.

Этап дестабилизации экосистемы Куйбышевского водохранилища, отмеченный с середины 1980-х гг., сопровождался структурными изменениями донных сообществ на фоне процессов антропогенного эвтрофирования (Кузнецов, 2001; Zinchenko, 1993). Динамика биомассы макрозообентоса в различных плесах водохранилища в 2002-2015 гг. представлена на рис. Тенденция к снижению средней биомассы «мягкого» кормового бентоса практически во всех плесах водохранилища регистрируется с 2005 г. Так, биомасса донных сообществ в среднем по водоему за летний период 2005 г. составила всего 2,62 г/м², в сравнении с 2002 г., когда летняя биомасса макрозообентоса была 23,55 г/м² (Зинченко и др., 2007). В 2009 г. зарегистрировано возрастание биомассы до 6,3 г/м² за счет увеличения количественных показателей полихеты *Hypania invalida*, брюхоногого моллюска *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828), а также числа чужеродных видов ракообразных. В 2010 г. в период аномально высоких летних температур воды – до 30°C в прибрежье (Беспалова и др. 2017) отмечается снижение биомассы бентоса примерно в 2 раза, что особенно характерно для Приплотинного и Тетюшинского плесов. Изменение гидролого-гидрохимических условий обусловило резкое снижение биомассы ракообразных до минимальных величин за период 2002-2015 гг. Стабилизация сообществ макрозообентоса отмечена нами в летний период 2015, 2016 гг., когда происходило интенсивное развитие пелофильных олигохет, полихет *Hypania invalida*, амфипод *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), чужеродных моллюсков рода *Dreissena*. Средняя биомасса «мягкого» бентоса в летний период 2015-2016 гг. составила 10,82; 10,6 г/м² соответственно. Высокие значения биомассы и продукции бентоса особенно характерны для Волжского, Ульяновского и Новодевического плесов водохранилища (рис, табл.), что не согласуется напрямую с реакцией на изменение поступления фосфатов из донных отложений или аккумуляцией их донными илами в различных плесах водохранилища (Рахуба, Тихонова, 2018).

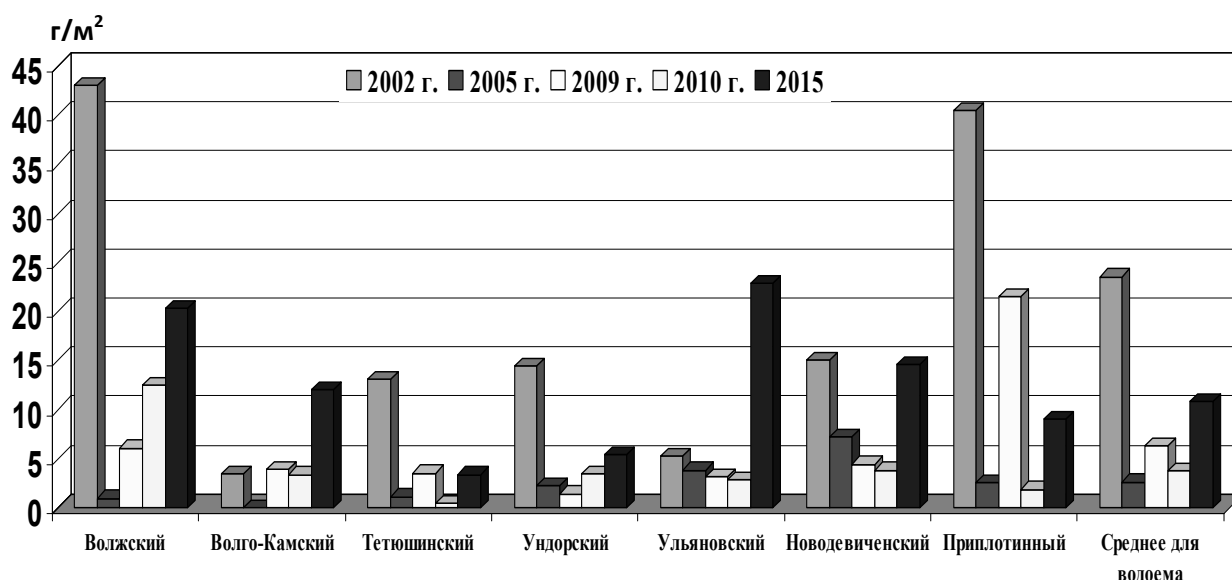


Рис. Распределение биомассы «мягкого» бентоса в различных плесах Куйбышевского водохранилища с 2002 по 2015 гг.

Ранее проведенными исследованиями в 1958-1985 гг. было показано (Зинченко и др., 2007), что среднемноголетняя биомасса макрозообентоса на бывшем русле водохранилища значительно превышала таковую на затопленной пойме (20,96 г/м² – на русле; 4,2 г/м² – на пойме). В условиях антропогенного эвтрофирования, климатических флуктуаций и пространственной неоднородности распределения потоков биогенной нагрузки на водоем (Рахуба, Тихонова, 2018), отмечено нивелирование количественных значений бентоса практически на всех станциях. Существенных различий в распределении донных организмов на русловых и пойменных участках не установлено. Результаты исследований видового разнообразия, численности, биомассы и продукции зообентоса в Куйбышевском водохранилище приведены в таблице.

Несмотря на значительные колебания биомассы бентоса в водохранилище с 2009 года наблюдалось относительно постоянное соотношение основных групп донных сообществ. Так, наибольшего развития в водоеме достигают полихеты и моллюски (до 32 и 29% средней биомассы «мягкого» бентоса соответственно).

Таблица – Видовое разнообразие, численность, биомасса и продукция макрозообентоса (без крупных моллюсков) в 2015 г.

Плес	Индекс Шеннона, <i>H</i> , бит/экз.	Численность, <i>N</i> , экз./м ²	Биомасса, <i>B</i> , г/м ²	Продукция, <i>P</i> , г/м ² в год
Волжский	2,2	5128	20,29	60,87
Волго-Камский	1,7	4351	12,02	36,07
Тетюшинский	0,8	2253	3,38	10,14
Ундорский	2,7	7625	5,39	16,17
Ульяновский	2,5	4729	22,90	68,69
Новодевиченский	1,4	1875	14,62	43,85
Приплотинный	2,3	881	8,98	26,95
Среднее для водоема	1,9	5369	10,82	32,46

Таким образом, отмечена тенденция снижения численности и биомассы макрозообентоса в Куйбышевском водохранилище с 2002 по 2015 гг. и в 2016 г. (23,6 г/м² - 10,8 г/м²; 10,1 г/м²) и возрастание в донных сообществах доли видов-вселенцев – полихет *Hypania invalida*, брюхоногих моллюсков *Lithoglyphus naticoides* и ракообразных *Dikerogammarus haemobaphes*.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной и антропогенной трансформации» (АААА–А17-117112040040-3).

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецов В.А.** Изменение в рыбном сообществе Куйбышевского водохранилища связанное с переходом его экосистемы в фазу дестабилизации // Тез. докл. VIII съезда Гидробиол. Общ-ва РАН. Калининград. 2001. т. 1. с. 114-115.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Загорская Е.П., Антонов П.И.** Распределение инвазионных видов в составе донных сообществ Куйбышевского водохранилища: анализ многолетних исследований // Изв. СНЦ РАН. 2007. Т. 10, № 2. С. 547-558.
- Беспалова К.В., Селезнев В.А., Селезнева А.В.** Качество вод волжских водохранилищ в условиях глобального потепления климата. В сб.: Ресурсосбережение и экологическое развитие территорий. Под ред. М.В. Кравцовой, С.В. Афанасьева. 2017. С. 126-129.
- Рахуба А.В., Тихонова Л.Г.** Оценка потока неорганического фосфора из донных отложений Куйбышевского водохранилища в период 2015-2016 гг. // Самарская Лука. Проблемы регионального и глобальной экологии. 2018. С. 244-246.
- Zinchenko T.D.** Long-term (30 years) dynamics of Chironomidae (Diptera) fauna in the Kuibyshev water reservoir associated with eutrophication processes // Nether. J. of Aquat. Ecol. 1993. V. 26, № 2-4. P. 533-542.

**ЛЕЙКОГРАММА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ОБЫКНОВЕННОГО ПЕСКАРЯ
В РЫБОВОДНОМ ВОДОЕМЕ****А.К. Минеев***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***LEUKOGRAM OF THE PERIPHERAL BLOOD OF THE GUDGEON *GOBIO GOBIO*
(LINNAEUS, 1758) IN A FISH-BREEDING POND****Alexandr Mineev***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Пескарь (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)) – типично донный вид, весьма восприимчивый к загрязнению водной среды (Галиева и др., 2010; Шеина, 2014; . Nastova et al., 2017). Несмотря на незначительную хозяйственную ценность и малые размеры, обыкновенный пескарь представляет определенный интерес в качестве объекта-индикатора экологического состояния природных и искусственных водоемов, используемых в рыбоводных целях.

В то же время поиск наиболее чувствительных индикаторов активного антропогенного воздействия на водоемы является одним из центральных вопросов в экологическом мониторинге рыб. Традиционным методом, направленным на изучение адаптивных механизмов, поддерживающих гомеостаз, в том числе и в экстремальных условиях, является исследование гематологических параметров (Clauss et al., 2008; Серпунин, 2010; Morera, MacKenzie, 2011; Nagasawa et al., 2014; Fedonenko et al., 2016; da Silva et al., 2018).

Ихтиологический материал собран в пруду Гранный, который расположен в Ставропольском районе Самарской области вблизи с. Новая Бинарадка (53°81'24"N, 49°93'74"E). Водоем с площадью акватории 25 га создан в 1978 г. на месте одноименного оврага в противопожарных и сельскохозяйственных целях. Питание пруда – комбинированное, осуществляется за счет грунтовых вод, выпадающего ручья и осадков. В настоящий период водоем используется в рыборазводных целях (выращивается карп). Облов пруда с использованием мальковой волокуши (длина 15 м, ячея в кутке 5 мм), невода (длина 20 м, ячея 5 см) и набора крючковых снастей показал, что в нем присутствуют также «сорные виды» – окунь, карась, плотва, уклейка, пескарь.

Постоянно проводимый мониторинг качества воды позволяет отнести пруд Гранный к чистым водоемам. По данным аккредитованной гидрохимической лаборатории ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511096 на техническую компетентность и независимость), содержание основных загрязняющих веществ в воде в летний период, за исключением железа, не превышает нормативов ПДК, разработанных для водных объектов рыбохозяйственного значения (табл. 1).

В июле 2018 г. отловлено 26 экз. обыкновенного пескаря с длиной тела (SL, стандартная длина) от 89,2 до 101,9 мм (среднее значение $96,0 \pm 0,6$ мм); возраст животных, установленный по отолитам, составлял 3–4 года. Для проведения гематологических исследований у рыб сразу после отлова брали периферическую кровь; всего изготовлен 21 препарат. Зафиксированные этанолом мазки окрашивали по методу Романовского–Гимза. Идентификацию клеток крови проводили по соответствующим определителям (Иванова, 1983; Groff, Zinkl, 1999). На каждом препарате вели дифференциальный подсчет лейкоцитов среди 1 000 эритроцитов в 5–10 полях зрения (в зависимости от плотности клеток на препарате) по методу зигзага (Иванова, 1983). Для оценки физиологического состояния рыб и их иммунного статуса анализировали соотношение форменных элементов крови, изучали лейкоцитарную формулу. На основе анализа данных лейкограмм рассчитывали интегральный индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ), представляющий собой соотношение гранулоцитов и агранулоцитов (Житенева и др., 1997; Ткаченко, Дерхо, 2014).

Математическая обработка данных выполнена с использованием программы Microsoft Excel. Данные представлены в виде средних арифметических со стандартными ошибками среднего.

Таблица 1 – Некоторые гидрохимические показатели пруда Гранный

Показатель	Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, приказ Минсельхоз России № 552 от 13.12.2016 г.	Концентрация в исследуемом водоеме
рН, ед.	6,5–8,5	7,69
Растворенный кислород, мг/дм ³	6,0	7,75
Хлорид-ион, мг/дм ³	300	17
Сульфат-ион, мг/дм ³	100	20
Ион аммония / азот аммонийный, мг/дм ³	0,5/0,4	0,08/0,06
Нитрит-ион / азот нитритный, мг/дм ³	0,08/0,02	<0,01
Нитрат-ион / азот нитратный, мг/дм ³	40/9	0,5/0,1
Железо общее, мг/дм ³	0,1	0,25
Магний, мг/дм ³	40	15
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,05	0,022
Фосфат-ион (по фосфору), мг/дм ³	0,2	0,056
АПАВ, мг/дм ³	0,5	< 0,01
Фенолы (летучие), мг/дм ³	0,001	< 0,001

В силу выполнения разнообразных физиологических и иммунологических функций кровь рыб имеет достаточно сложную морфологическую картину. Состав белой крови обыкновенного пескаря в условиях относительно чистого водоема характеризовался большим разнообразием и включал две группы клеток – гранулоциты и агранулоциты (табл. 2).

Таблица 2 - Лейкограмма периферической крови обыкновенного пескаря

Тип клеток	Содержание клеток белой крови		Коэффициент вариации
	среднее значение	min–max	
Гранулоциты			
Клетки-предшественники	4,05±0,91	0–13,56	103,13
Эозинофилы	8,63±1,30	0–21,82	69,24
Базофилы	3,61±0,40	0,56–6,39	50,60
Нейтрофилы	7,55±1,07	0–17,07	64,64
Агранулоциты			
Лимфоциты	75,11±1,27	65,00–85,53	7,72
Моноциты	1,05±0,19	0,54–3,67	84,76

Наиболее многочисленной группой в составе лейкоцитов пескаря являлись лимфоциты (белая кровь имеет ярко выраженный лимфоидный характер), что характерно в целом для рыб разных систематических групп (Clauss et al., 2008; da Silva et al., 2018; Житенева и др., 1997; Бугаев и др., 2012; Галиева, Костицина, 2014; Шахова, 2016). Лимфоциты крови и лимфоидных органов являются той иммунной системой, которая ограждает организм от чужеродных влияний и сохраняет его генетическое постоянство (Иванова, 1983; Scapigliati et al., 2018). Являясь предшественниками макрофагов, фибробластов, «мачтовых» клеток, лимфоциты рыб выполняют специфические иммунологические реакции (Joerink et al., 2006; Dobson et al., 2008). Содержание клеток этого типа в лейкограммах пескаря находилось в пределах нормы для карповых рыб (Житенева и др., 1997), а значение коэффициента вариации (см. табл. 2) свидетельствует о значительной однородности исследуемой выборки по данному показателю.

Другие представители агранулоцитов - моноциты - являлись довольно редкими клетками белой крови обыкновенного пескаря (см. табл. 2). Зрелые клетки данного типа существуют 48 часов, по истечении которых покидают кровяное русло и превращаются в макрофаги. Присутствие в периферической крови рыб моноцитов, не перешедших еще в стадию макрофагов, свидетельствует о начале развития воспалительного процесса (da Silva et al., 2018; Шахова, 2016).

Среди клеток зернистого ряда пескаря преобладали эозинофилы и нейтрофилы. Среднее содержание последних находилось в пределах физиологической нормы для карповых рыб (Житенева и др., 1997); их максимальное процентное количество в белой крови отдельных особей (17,07%) (см. табл. 2) свидетельствует о развитии у последних нейтрофилии. Нейтрофилы всегда многочисленны в зоне острого воспаления, полученного в результате инфекции (Finn, 1970; Bruno, Munro, 1986; Roubal, 1986). Помимо этого, повышенное содержание нейтрофилов в периферической крови рыб является неспецифической реакцией на стрессоры разной природы (воздействие поллютантов, паразитарная инвазия, алиментарный токсикоз, травмы) (Hlavcek, Bulkley, 1980; Ellis, 1981; Dunn et al., 1989; Peters et al., 1991).

Среднее процентное содержание эозинофилов в лейкограммах исследованных пескарей превышало нормальные значения (Житенева и др., 1997), а встречаемость данных клеток у отдельных особей (до 21,82% от числа всех лейкоцитов) (см. табл. 2) свидетельствует о развитии эозинофилии. Клетки этого вида накапливаются в организме рыб при паразитарных инвазиях и воспалениях (Clauss et al., 2008; da Silva et al., 2018; Иванова, 1983; Roubal, 1986), что, однако, не служит безусловным доказательством их антипаразитарной функции.

Базофилы в составе периферической крови пескаря встречались редко (см. табл. 2), в норме это самая малочисленная группа лейкоцитов, на полное отсутствие которых в крови разных видов рыб указывают некоторые авторы (Иванова, 1983; Бугаев и др., 2012; Галиева, Костицина, 2014). Повышенное содержание базофилов (до 6,39% от всех лейкоцитов) (см. табл. 2) свидетельствует о воспалительном процессе или развитии аллергической реакции у отдельных исследованных особей.

Характерной особенностью крови рыб является полиморфизм форменных элементов – одновременное присутствие в кровяном русле клеток различной степени зрелости. В лейкограммах пескаря пруда Гранный обнаружены молодые формы гранулоцитов – клетки-предшественники (см. табл. 2), содержание которых в белой крови пресноводных рыб может достигать 10% (Иванова, 1983).

Лейкоцитарный состав крови рыб весьма изменчив. На соотношение отдельных групп клеток влияют различные биотические и абиотические факторы (возраст и пол животных, период нереста, сезонность, колебания температуры, алиментарный токсикоз, инфекционные и паразитарные заболевания, изменение физико-химических характеристик воды) (Серпунин, 2010; Бугаев и др., 2012). Соотношение гранулоцитов и агранулоцитов, на основании которого рассчитан индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ), информативно отражает нарушения в иммунологической реактивности отдельных особей и позволяет судить о наличии патологического процесса (Ткаченко, Дерхо, 2014; Шахова, 2016).

В норме ИСЛ карповых рыб составляет 0,25–0,35 (в среднем 0,30) (Житенева и др., 1997). Отклонение ИСЛ в ту или иную сторону от нормальных значений является признаком заболевания или усиленного негативного пресса со стороны окружающей среды, а высокая частота встречаемости таких особей – признак неблагополучия популяции в целом (Федоренко, 2017).

В условиях рыбоводного водоема большая часть популяции обыкновенного пескаря представлена животными, здоровыми по данному показателю. У трети исследованных особей обнаружено повышение ИСЛ относительно нормы, что указывает на активацию гранулопоэза, преимущественно за счет роста числа эозинофилов (табл. 2, 3). У остальных рыб зарегистрирована агранулоцитоз разной степени выраженности (см. табл. 3).

Выявленные отклонения в соотношении различных форм лейкоцитов, которые можно рассматривать в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию

крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов разной природы (Clauss et al., 2008; Серпунин, 2010; da Silva et al., 2018; Федоненко, 2017), являются достаточно распространенным и неспецифическим ответом организма рыб (Минеев, 2013).

Таблица 3 - Индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ) крови обыкновенного пескаря

ИСЛ < 0,25 (агранулоцитоз)	ИСЛ = 0,25–0,35 (норма, здоровые особи)	ИСЛ > 0,35 (гранулоцитоз)
23,81±9,52	42,86±11,07	33,33±10,54

Данные гематологического анализа обыкновенного пескаря свидетельствуют в целом об устойчивом морфофизиологическом состоянии и относительном благополучии популяции *G. gobio* в условиях рыбоводного водоема. Показатели лейкограммы периферической крови пескаря пруда Гранный, воды которого можно признать чистыми (см. табл. 1), значительно отличались от таковых у рыб из загрязненных водотоков с существенной антропогенной нагрузкой (Шейна, 2014).

Обнаруженные нарушения в соотношении форменных элементов крови (отклонения от нормы в лейкограмме) не являются критическими и могут быть связаны как с особенностями физиологического состояния рыб (только окончившийся период нереста вызвал определенное напряжение в функционировании системы крови), так и с паразитарной инвазией животных, что не раз отмечалось в литературе (Clauss et al., 2008; Иванова, 1983; Roubal, 1986; Конькова и др., 2015).

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно устойчивом морфофизиологическом состоянии популяции обыкновенного пескаря в условиях относительно чистого водоема. Состав белой крови рыб включал 6 групп клеток, процентное соотношение которых, за исключением эозинофилов, находилось в пределах физиологической нормы. Обнаруженные отклонения в гематологических показателях рыб не являются критическими и могут быть рассмотрены в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов разной природы.

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаев Л.А., Зинчук О.А., Смыр Т.М., Рудницкая О.А., Войкина А.В.** Гематологические показатели бычка кругляка (*Neogobius melanostomus*, Pallas, 1814), обитающего в Азовском море // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2012. № 1. С. 73–76.
- Гилева Т.А., Костицына Н.В.** Характеристика периферической крови и содержания тяжелых металлов в органах и тканях окуня водоемов бассейна р. Камы // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 2. С. 46–51.
- Гилева Т.А., Костицына Н.В., Зиновьев Е.А., Бакланов М.А.** К содержанию тяжелых металлов в органах и тканях ряда популяций пескаря *Gobio gobio* (L.) бассейна р. Камы // Вестник Пермского университета. 2010. Вып. 2. С. 31–36.
- Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И.** Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Ростов н/Д : Молот, 1997. 152 с.
- Иванова Н.Т.** Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.
- Конькова А.В., Федорова Н.Н., Иванов В.П.** Оценка эпизоотического иморфологического состояния молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в Волго-Каспийском регионе // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 3 (27). С. 38–43.
- Минеев А.К.** Неспецифические реакции у рыб из водоемов Средней и Нижней Волги // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3–7. С. 2301–2318.
- Серпунин Г.Г.** Гематологические показатели адаптаций рыб. Калининград : Изд-во КГТУ, 2010. 460 с.
- Ткаченко Е.А., Дерхо М.А.** Лейкоцитарные индексы при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 81–83.

- Федоненко Е.В., Шарамок Т.С., Ананьева Т.В.** Особенности лейкоцитарной формулы некоторых карповых рыб Запорожского водохранилища (Украина) // Труды ВНИРО. 2017. Т. 167. С. 59–65.
- Шахова Е.В.** Морфофизиологическая характеристика молоди европейского сига (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)), выпущенной в Куршский залив Балтийского моря в 2015 году // Вестник рыбохозяйственной науки. 2016. Т. 3, № 4 (12). С. 28–34.
- Шеина Т.А.** Состав крови и содержание тяжелых металлов в органах и тканях у трех видов рыб в бассейне реки Камы: Дисс. ... канд. биол. наук. Пермь, 2014. 235 с.
- Bruno D.W., Munro A.L.S.** Haematological assessment of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, and Atlantic salmon, *Salmo salar* L., infected with *Renibacterium salmoninarum* // Journal of fish Diseases. 1986. Vol. 9. PP. 195–204.
- Clauss T.M., Dove A., Arnold J.E.** Hematologic disorders of fish // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2008. Vol. 11. PP. 445–462.
- da Silva E.B., da Silva Corrêa S.A., de Souza Abessa D.M., da Silva B.F., Rivero D.H., Seriani R.** Mucociliary transport, differential white blood cells, and cyto-genotoxicity in peripheral erythrocytes in fish from a polluted urban pond // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25, № 3. PP. 2683–2690.
- Dobson J.T., Seibert J., Teh E.M., Daas S., Fraser R.B., Paw B.H., Lin T.J., Berman J.N.** Carboxypeptidase A5 identifies a novel mast cell lineage in the zebrafish providing new insight into mast cell fate determination // Blood. 2008. Vol. 112 (7). PP. 2969–2972.
- Dunn S.E., Murad A., Houston A.H.** Leucocytes and leucopoietic capacity in thermally acclimated goldfish, *Carassius auratus* L. // Journal of Fish Biology. 1989. Vol. 34. PP. 901–911.
- Ellis A.E.** Non-specific defense mechanisms in fish and their role in disease processes // Developments in Biological Standardization. 1981. Vol. 49. PP. 337–352.
- Hlavec R.R., Bulkley R.V.** Effects of malachite green on leucocyte abundance in rainbow trout, *Salmo gairdneri* (Richardson) // Journal of Fish Biology. 1980. Vol. 17. PP. 431–444.
- Groff J.M., Zinkl J.G.** Hematology and clinical chemistry of cyprinid fish: common carp and goldfish // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 1999. Vol. 2. PP. 741–776.
- Fedonenko O., Yesipova N., Sharamok T.** The accumulation of heavy metals and cytometric characteristics features of red blood cells in different ages of carp fish from Zaporozhian Reservoir // International Letters of Natural Sciences. 2016. Vol. 53. PP. 72–79.
- Finn J.P.** The protective mechanisms in diseases of fish // The Veterinary Bulletin. 1970. Vol. 40. PP. 873–886.
- Joerink M., Ribeiro C.M., Stet R.J., Hermsen T., Savelkoul H.F., Wiegertjes G.F.** Head kidney-derived macrophages of common carp (*Cyprinus carpio* L.) show plasticity and functional polarization upon differential stimulation // Journal of Immunology. 2006. Vol. 177 (1). PP. 61–69.
- Morera D., MacKenzie S.A.** Is there a direct role for erythrocytes in the immune response? // Veterinary Research. 2011. Vol. 42. P. 89.
- Nagasawa T., Nakayasu C., Rieger A.M., Barreda D.R., Somamoto T., Nakao M.** Phagocytosis by thrombocytes is a conserved innate immune mechanism in lower vertebrates // Frontiers in Immunology. 2014. Vol. 5. Article 445.
- Nastova R., Kostov V., Ushlinovska I.** Heavy metals in organs of gudgeon (*Gobio gobio* L.) from Vardar River, R. Macedonia // Agricultural science and technology. 2017. Vol. 9, № 4. PP. 340–346.
- Peters G., Nubgen A., Raabe A., Mock A.** Social stress induces structural and functional alterations of phagocytes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Fish & Shellfish Immunology. 1991. Vol. 1. PP. 17–31.
- Roubal F.R.** Blood and other possible inflammatory cells in the sparid *Acanthopagrus australis* (Gunter) // Journal of Fish Biology. 1986. Vol. 28. PP. 573–593.
- Scapigliati G., Fausto A.M., Picchiatti S.** Fish lymphocytes: an evolutionary equivalent of mammalian innate-like lymphocytes? // Frontiers in Immunology. 2018. Vol. 9. Article 971.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРИТРОПОЭЗА И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ АБЕРРАНТНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ В СОСУДИСТОЙ КРОВИ ОБЫКНОВЕННОГО ПЕСКАРЯ *GOBIO GOBIO* (LINNAEUS, 1758) В РЫБОВОДНОМ ВОДОЕМЕ

А.К. Минеев

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)

INTENSITY OF ERYTHROPOIESIS AND OCCURRENCE OF ABERRANT ERYTHROCYTES IN THE VASCULAR BLOOD OF THE GUDGEON *GOBIO GOBIO* (LINNAEUS, 1758) IN A FISH-BREEDING POND

Alexandr K. Mineev

Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)

Окружающая среда и, прежде всего, факторы антропогенной природы могут вызывать разнообразные цитоморфологические изменения на уровне циркулирующих эритроцитов, приводя к появлению различных аномалий. Это может проявляться в изменении формы, размеров клеток и их ядер, окраске цитоплазмы, случаях энуклиации, лизиса, появлении микроядерных включений и т.д. (Минеев, 2007; Farag, Alagawany, 2018; Jindal, Kaur, 2014; Pala, Dey, 2016; Witeska et al., 2011; Witeska et al., 2006). Некоторые аномалии проявляются при действии конкретных токсических и биологических агентов: тяжелых металлов, вирусных инвазий, анемичных состояний (Давыдов и др., 2006; Житенева и др., 2004; Tefferi, 2013).

Пескарь (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)) – донный вид, восприимчивый к загрязнению водной среды (Галиева и др., 2010; Шеина, 2014; Nastova et al., 2017). Несмотря на незначительную хозяйственную ценность и малые размеры, обыкновенный пескарь является объектом любительского рыболовства и представляет определенный интерес в качестве объекта-индикатора экологического состояния природных и искусственных водоемов, используемых в аквакультуре. В то же время поиск наиболее чувствительных индикаторов активного антропогенного воздействия на водоемы является одним из центральных вопросов в экологическом мониторинге. Традиционным методом, направленным на изучение адаптивных механизмов, поддерживающих гомеостаз, в том числе и в экстремальных условиях, является исследование гематологических параметров (Clauss et al., 2008; Серпунин, 2010; Morega, MacKenzie, 2011; Nagasawa et al., 2014; Fedonenko et al., 2016; da Silva et al., 2018). Разнообразные цитоморфологические изменения эритроцитов и отклонения в соотношении зрелых и незрелых форм красных клеток, характеризующие уровень гемопоэза, являются одними из показателей, качественно характеризующих состояние среды обитания особей, в том числе и в наших исследованиях.

Ихтиологический материал собран в пруду Гранный, который расположен в Ставропольском районе Самарской области вблизи с. Новая Бинарадка (53°81'24"N, 49°93'74"E). Водоем с площадью акватории 25 га создан в 1978 г. на месте одноименного оврага в противопожарных и сельскохозяйственных целях. Питание пруда – комбинированное, осуществляется за счет грунтовых вод, впадающего ручья и осадков. В настоящий период водоем используется в рыбопродуктивных целях (выращивается карп). Облов пруда с использованием мальковой волокуши (длина 15 м, ячея в кутке 5 мм), невода (длина 20 м, ячея 5 см) и набора крючковых снастей показал, что в нем присутствуют также «сорные виды» – окунь, карась, плотва, уклея, пескарь.

Постоянно проводимый мониторинг качества воды позволяет отнести пруд Гранный к чистым водоемам. По данным аккредитованной гидрохимической лаборатории ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511096 на техническую компетентность и независимость), содержание основных загрязняющих веществ в воде в летний период не превышает нормативов ПДК, разработан-

ных для водных объектов рыбохозяйственного значения, за исключением железа, концентрация которого выше нормы в 2,5 раза.

В июле 2018 г. отловлено 26 экз. обыкновенного пескаря с длиной тела (SL, стандартная длина) от 89,2 до 101,9 мм (среднее значение $(96,0 \pm 0,6)$ мм); возраст животных, установленный по отолитам, составлял 3–4 года. Для проведения гематологических исследований у рыб сразу после отлова брали периферическую кровь; всего изготовлен 21 препарат. Зафиксированные этанолом мазки окрашивали по методу Романовского–Гимза. Идентификацию клеток крови проводили по соответствующим определителям (Иванова, 1983; Groff, Zinkl, 1999). На каждом препарате вели дифференциальный подсчет лейкоцитов среди 1 000 эритроцитов в 5–10 полях зрения (в зависимости от плотности клеток на препарате) по методу зигзага (Иванова, 1983). Для оценки физиологического состояния рыб и их иммунного статуса анализировали соотношение форменных элементов крови, изучали лейкоцитарную формулу. На основе анализа данных лейкограмм рассчитывали интегральный индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ), представляющий собой соотношение гранулоцитов и агранулоцитов (Житенева и др., 1997; Ткаченко, Дерхо, 2014).

Математическая обработка данных выполнена с использованием программы Microsoft Excel. Данные представлены в виде средних арифметических со стандартными ошибками среднего.

Морфологическая картина клеток красной крови пескаря пруда Гранный представлена зрелыми и незрелыми (нормобласты, базофильные и полихроматофильные эритроциты) формами эритропоэза. У всех исследованных рыб на одном мазке обнаружены и зрелые эритроциты, имеющие эллипсоидную форму, и незрелые клетки округлой формы.

Большинство исследованных особей пескаря пруда Гранный характеризовалось нормальным или слегка пониженным уровнем эритропоэза, лишь у небольшого числа рыб отмечалось более интенсивное образование красных кровяных клеток (табл. 1).

Таблица 1 – Интенсивность эритропоэза в сосудистой крови обыкновенного пескаря

Содержание незрелых эритроцитов в периферической крови рыб, %	Количество рыб, %
<5	42,86±11,07
5–10	42,86±11,07
> 10	14,29±7,83

Регенерация форменных элементов крови (гемопоз) у рыб на протяжении всей жизни индивидуума обеспечивается кроветворными тканями (селезенкой, тимусом, почками, сердцем, полостями костей черепа, кишечником, жаберным аппаратом, сосудистой кровью) (Иванова, 1983; Грушко, 2009). Уровень эритропоэза (интенсивность образования красных клеток в кроветворных органах и тканях) определяется многими факторами: особенностями биологии рыб, гидрохимическим режимом водоема, периодом вегетационного сезона, неполноценностью и/или несбалансированностью пищи, способом выращивания, кровопотерями в результате травм и воздействия паразитов и др. (Серпунин, 2010; Pronina et al., 2017).

Анализ мазков крови продемонстрировал, что в условиях рыбоводного водоема у трети исследованных особей обыкновенного пескаря ($33,33 \pm 10,54\%$) не обнаружено патологически измененных эритроцитов в кровяном русле. Клетки красной крови остальных животных характеризовались теми или иными нарушениями морфологии (табл. 2).

По характеру и степени проявления выявленные нарушения разделяются на несколько групп (Конькова и др., 2015).

1. Аберрации, связанные с изменением формы клеток – пойкилоцитоз и фестончатые выросты (контур) цитоплазмы. Пойкилоцитоз (наличие в крови клеток, резко отличающихся по форме) является наиболее распространенной патологией эритроцитов обыкновенного пескаря пруда Гранный (см. табл. 2), внутри которой особо выделяется каплевидная и палочковидная деформации (встречаемость особей с таким типом аберраций составляет $38,10 \pm 10,86\%$ и $9,52 \pm 6,56\%$ соответственно).

В целом около 2,77% проанализированных эритроцитов рыб характеризовались наличием данного нарушения, что выше величины их спонтанного образования, которая в норме

составляет не более 1% (Шляхтин и др., 2014; Кузина, Галактионова, 2018). Незначительное количество исследованных эритроцитов пескаря имело фестончатые (волнистые) контуры оболочки (см. табл. 2) при сохранении нормальных размеров клетки. Причинами появления указанных нарушений чаще всего являются патологии плазматической мембраны и осморезистентности клеток вследствие интоксикации организма различной этиологии (da Silva et al., 2018; Бугаев и др., 2012; Шляхтин и др., 2014).

Таблица 2 – Встречаемость aberrантных эритроцитов в периферической крови обыкновенного пескаря

Тип патологии	Встречаемость рыб с патологией, %	Частота aberrантных эритроцитов среди проанализированных, %	
		среднее значение	min–max
Пойкилоцитоз	61,90±10,86	2,77±1,02	0–15,07
Фестончатый контур	4,76±4,76	0,18±0,18	0–3,79
Ацентрическое ядро	33,33±10,54	1,29±0,49	0–7,16
Деформация ядра	9,52±6,56	0,08±0,07	0–1,46
Фрагментоз ядра	4,76±4,76	0,03±0,03	0–0,55
Раздвоение ядра	9,52±6,56	0,03±0,02	0–0,33
2 ядра	4,76±4,76	0,02±0,02	0–0,32
Вакуолизация цитоплазмы	14,29±7,83	0,31±0,20	0–3,91

2. Нарушения, связанные с изменениями ядра – ацентрическое расположение (смещение ядра к периферии), деформация (неправильная форма при сохранении нормальных размеров ядра) и фрагментоз (разделение ядра на несколько соединенных между собой сегментов). Последние 2 типа aberrаций являются необратимыми дегенеративными изменениями, однако частота проявления данных патологий крайне низка (табл. 2).

3. Нарушения, связанные с делением клетки – раздвоение (амитоз) и удвоение ядра. Частота встречаемости клеток с подобными аномалиями среди общего числа проанализированных не превышает величину их появления при спонтанном мутагенезе (1%), лишь единичные особи пескаря являются носителями подобных нарушений (табл. 2).

4. Дегенеративные изменения клетки – вакуолизация цитоплазмы. Данный тип патологий эритроцитов характеризуется наличием в цитоплазме клеток единичных вакуолей разного размера, причиной чего являются нарушения внутриклеточного обмена (Иванова, 1983).

Данные гематологического анализа обыкновенного пескаря свидетельствуют в целом об устойчивом морфофизиологическом состоянии и относительном благополучии популяции *G. gobio* в условиях рыбоводного водоема. Показатели периферической крови пескаря пруда Гранный, воды которого можно признать чистыми, значительно отличались от таковых у рыб из загрязненных водотоков с существенной антропогенной нагрузкой (Шейна, 2014).

Обнаруженные нарушения морфологии и соотношения форменных элементов красной крови рыб (патологически измененные эритроциты, отклонения от нормы в гемопоэзе) не являются критическими и могут быть рассмотрены в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов разной природы (Минеев, Минеева, 2019).

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаев Л.А., Зинчук О.А., Смыр Т.М., Рудницкая О.А., Войкина А.В. Гематологические показатели бычка кругляка (*Neogobius melanostomus*, Pallas, 1814), обитающего в Азовском море // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2012. № 1. С. 73–76.
- Гилева Т.А., Костицына Н.В. Характеристика периферической крови и содержания тяжелых металлов в органах и тканях окуня водоемов бассейна р. Камы // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 2. С. 46–51.
- Грушко М.П. Особенности гемопоэза у воблы // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 126–131.
- Давыдов О.Н., Темниханов Ю.Д., Куровская Л.Я. Патология крови рыб // Фирма «ИНКОС», 2006. 206 с.

- Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А.** Основы ихтеогематологии (в сравнительном аспекте) // Федер. гос. унитар. предприятие "Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва", 2004. Ростов н/Д.: Эверест. 311 с.
- Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И.** Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Ростов н/Д: Молот, 1997. 152 с.
- Иванова Н.Т.** Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.
- Конькова А.В., Федорова Н.Н., Иванов В.П.** Оценка эпизоотического и морфологического состояния молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в Волго-Каспийском регионе // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 3 (27). С. 38–43.
- Кузина Т.В., Галактионова М.Л.** Анализ взаимосвязи цитогенетического гомеостаза и оксидативного стресса в организме бычковых рыб Северного Каспия // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13, № 2. С. 64–72.
- Минеев А.К.** Морфологический анализ и патологические изменения структуры клеток крови у рыб Саратовского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47, № 1. С. 93–100.
- Минеев А.К., Минеева О.В.** Гематологические параметры и паразитофауна обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) в рыбоводном водоеме // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 47. С. 123–141.
- Серпунин Г.Г.** Гематологические показатели адаптаций рыб. Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 460 с.
- Ткаченко Е.А., Дерхо М.А.** Лейкоцитарные индексы при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 81–83.
- Шляхтин Г.В., Перевозникова Т.В., Дмитриев С.Г.** Биологический мониторинг вокруг крупных техногенных объектов г. Саратова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 4. С. 96–104.
- Шеина Т.А.** Состав крови и содержание тяжелых металлов в органах и тканях у трех видов рыб в бассейне реки Камы: Дисс. ... канд. биол. наук. Пермь, 2014. 235 с.
- Clauss T.M., Dove A., Arnold J.E.** Hematologic disorders of fish // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2008. Vol. 11. PP. 445–462.
- da Silva E.B., da Silva Corrêa S.A., de Souza Abessa D.M., da Silva B.F., Rivero D.H., Seriani R.** Mucociliary transport, differential white blood cells, and cyto-genotoxicity in peripheral erythrocytes in fish from a polluted urban pond // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25, № 3. PP. 2683–2690.
- Groff J.M., Zinkl J.G.** Hematology and clinical chemistry of cyprinid fish: common carp and goldfish // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 1999. Vol. 2. PP. 741–776.
- Farag M.G., Alagawany M.** Erythrocytes as a biological model for screening of xenobiotics toxicity // Chemico-Biological Interactions. 2018. № 279. P. 73–83.
- Fedonenko O., Yesipova N., Sharamok T.** The accumulation of heavy metals and cytometric characteristics features of red blood cells in different ages of carp fish from Zaporozhian Reservoir // International Letters of Natural Sciences. 2016. Vol. 53. PP. 72–79.
- Jindal R., Kaur M.** Phenotypic Alterations in Erythrocytes of *Ctenopharyngodon idellus* (Cuvier & Valenciennes) Induced by Chlorpyrifos: SEM Study // International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences. 2014. Vol. 4, № 1. P. 23–30.
- Morera D., MacKenzie S.A.** Is there a direct role for erythrocytes in the immune response? // Veterinary Research. 2011. Vol. 42. P. 89.
- Nagasawa T., Nakayasu C., Rieger A.M., Barreda D.R., Somamoto T., Nakao M.** Phagocytosis by thrombocytes is a conserved innate immune mechanism in lower vertebrates // Frontiers in Immunology. 2014. Vol. 5. Article 445.
- Nastova R., Kostov V., Ushlinovska I.** Heavy metals in organs of gudgeon (*Gobio gobio* L.) from Vardar River, R. Macedonia // Agricultural science and technology. 2017. Vol. 9, № 4. PP. 340–346.
- Pala E.M., Dey S.** Microscopy and Microanalysis of Blood in a Snake Head Fish, *Channa gachua* Exposed to Environmental Pollution // Microscopy and microanalysis. 2016. № 22. P. 39–47.
- Tefferi A.** Primary myelofibrosis: 2013 update on diagnosis, risk-stratification, and management // Am J Hematol. 2013. № 88. P. 141–150.
- Witeska M., Kondera E., Szczgielska K.** The effects of cadmium on Common Carp erythrocyte morphology // Polish J. of Environment Stud. 2011. Vol. 20, № 3. P. 783–788.
- Witeska M., Jezierska B., Wolnicki J.** Respiratory and hematological response of tench *Tinca tinca* [L.] to a short-term cadmium exposure // Aquacult. Int. 2006. № 14. P. 141.

ТРИЕНОФОРОЗ ЩУКИ В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**О.В. Минеева***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***THE TRIAENOPHORUS OF PIKE IN SARATOV RESERVOIR****O.V. Mineeva***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Триенофороз – заболевание рыб, вызываемое половозрелыми и личиночными стадиями цестод рода *Triaenophorus* (Pseudophyllidea, Triaenophoridae), являющихся широко распространенными паразитами в водоемах Голарктики. В Европейской части России эпизоотическое значение имеют 2 вида лентецов: *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) и *T. crassus* Forel, 1868 (Куперман, 1973).

Первый из них, относящийся к паразитам палеарктической группы бореально-равнинного фаунистического комплекса, в Волжском бассейне регистрируется от верховьев до дельты (Куперман, 1973; Жохов, Молодожникова, 2007). В Саратовском водохранилище основным дополнительным хозяином паразита является окунь. В начале 1990-х гг. плероцеркоидами *T. nodulosus* было заражено 17,6% особей хозяина при средней численности червей 6,18 экз. (Бурякина, 1995). Последний раз вид отмечен в составе паразитофауны окуня в 2013 г. (экстенсивность инвазии составляла 2,06%) (Рубанова и др., 2020). Личинки *T. nodulosus* также были зарегистрированы у ерша и налима, однако роль этих видов рыб в реализации жизненного цикла гельминта крайне незначительна (Бурякина, 1995). Вследствие низкой зараженности дополнительных хозяев степень инвазии щуки, дефинитивного хозяина лентеца, также невысока. Согласно литературным данным, в начале 1990-х гг. лишь немногим более трети особей в популяции щуки в условиях Саратовского водохранилища были инвазированы *T. nodulosus* (34,4%), средняя численность паразита составляла 0,53 экз. (Бурякина, 1995).

Ареал распространения *T. crassus*, представителя арктического фаунистического комплекса, до недавнего времени был более мозаичен и включал верхнее и среднее течение, а также дельту Волги (Куперман, 1973; Жохов, Молодожникова, 2007; Семенова и др., 2007). В Саратовском водохранилище вид долгое время не регистрировался.

Щука является облигатным (т.е. обязательным) дефинитивным хозяином цестод рода *Triaenophorus*. Именно в ее организме происходит полное созревание червей (с развитием яиц), хотя взрослые особи паразитов зарегистрированы также у сома, судака, налима (Куперман, 1973).

В кишечнике щуки половозрелые лентецы вызывают механические повреждения, сопровождающиеся мелкими кровоизлияниями, геморрагическим воспалением, отеком, образованием вокруг головки соединительно-тканых разрастаний, в отдельных случаях – отложением извести. При большом количестве паразитов может наблюдаться значительная гиперемия слизистой кишечника. Но, как правило, истощения щук и их гибели не отмечается (Головина и др., 2003).

Целью настоящей работы явилось исследование зараженности щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) Саратовского водохранилища цестодами рода *Triaenophorus*. В период с 2012 по 2015 гг. в акватории Кольцово-Мордовинского участка водохранилища (средняя часть водоема) отловлено 49 экз. щуки, которые были подвергнуты полному паразитологическому скрытию. Сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитов проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985).

Для количественной характеристики зараженности использовались следующие показатели: экстенсивность инвазии (процентная доля зараженных особей в общем числе исследованных), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное число паразитов на одной

особи рыб) и индекс обилия (средняя численность паразита у всех исследованных животных, включая незараженных). В случае недостаточной выборки (менее 15 экз.) при расчете значений экстенсивности инвазии указывалось число зараженных особей от общего количества вскрытых.

Измерение крючьев сколекса взрослых цестод проведено согласно рекомендациям Б.И. Купермана (Куперман, 1973): крючья измерялись на препаратах прижатые так, что базальная пластинка и боковые зубцы находились в одной плоскости; для получения статистически достоверного материала измерялось не менее 25 крючьев. Математическую обработку проводили в пакетах программ Microsoft Excel.

Вскрытые половозрелые особи щуки заражены 16 видами многоклеточных паразитов; доминантным видом в составе паразитофауны является кишечная цестода *Triaenophorus crassus* (показатели зараженности хозяина представлены в таблице).

Таблица - Распространенность триенофороза у щуки в среднем участке Саратовского водохранилища

Период исследования	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
2012 г., n = 23 экз.	47,83	1–62	3,09
2013 г., n = 6 экз.	5(6)	1–14	3,33
2014 г., n = 10 экз.	6(10)	1–20	4,80
2015 г., n = 10 экз.	5(10)	4–86	17,60
Среднее за все годы, n = 49 экз.	55,10±7,18	1–86	6,43±2,01

Цестода *T. crassus* впервые зарегистрирована в составе паразитофауны рыб Саратовского водохранилища в 2009 г. (Минеева, Минеев, 2019). Следует отметить, что степень инвазии щуки этим чужеродным видом в нашем исследовании сопоставима и даже превышает зараженность хищника из водоемов нативного ареала паразита (Румянцев, 2007; Семенова и др., 2007; Иешко и др., 2012).

Инвазия хозяина происходит в результате питания бычковыми рыбами сем. Gobiidae, понто-каспийскими вселенцами, являющимися дополнительными хозяевами в цикле развития гельминта. То, что в водоеме произошло вселение именно «южной» формы *T. crassus*, свидетельствует анализ морфологии крючьев сколекса лентеца. Наиболее важное значение для систематики червей р. *Triaenophorus* имеет их прикрепительный аппарат, в частности форма сколекса и величина и форма крючьев (Куперман, 1973). У *T. crassus* крючья крупные, прямые, с широкой и массивной базальной пластинкой и слабо изогнутыми двумя боковыми и срединным зубцом. Их формирование происходит на фазе плероцеркоида (в эксперименте – через 40 дней после заражения дополнительного хозяина (Куперман, 1973)), они сохраняют величину и форму у взрослых червей.

В нашем исследовании среднее значение ширины базальной пластинки крючьев сколекса половозрелых особей *T. crassus* составило 0,214±0.001 мм (диапазон изменчивости признака варьировал от 0,196 до 0,252 мм; всего измерено 260 крючьев). Крючья сколексов «северной» формы лентеца значительно крупнее (в среднем 0,300 мм, максимальные значения – до 0,341 мм (Куперман, 1973)).

Анализ данных таблицы показывает, что в отдельные годы исследования уровень заболеваемости щуки триенофорозом, вызванным цестодой *T. crassus*, различен. Особенно это заметно на примере такого показателя, как индекс обилия паразитов. Так, за 4 года (с 2012 по 2015 гг.) средняя численность гельминта в популяции дефинитивного хозяина выросла более чем в 2 раза (таблица). Связано это может быть, во-первых, с различным уровнем потребления хищником бычков в отдельные сезоны года. Щука – хищник-засадник, охотящийся в прибрежной зоне на мелководных участках и в заливах с незначительными глубинами от 2 до 3 метров. Зимой хищник питается преимущественно аборигенными окуневыми и карповыми рыбами (свободными от *T. crassus*), а в весенне-летний период основу питания щуки

составляют чужеродные бычковые, активно заражающиеся цестодой именно в этот период.

Значительные колебания средней численности паразита в популяции хозяина в отдельные годы можно объяснить также особенностями его развития. Полный цикл развития вида (от яйца до яйца) составляет порядка 12 месяцев (Куперман, 1973), щука заражена лентецом круглогодично. На протяжении большей части года гемипопуляция гельминта представлена червями разных стадий зрелости, в апреле – мае (когда отловлена большая часть рыб) наблюдается одновременное присутствие в кишечнике хищника цестод разногодичных генераций.

Нами не зарегистрирована аборигенная цестода *T. nodulosus*, что согласуется с данными по зараженности дополнительных хозяев данного вида (окуня, ерша) в исследуемой части акватории Саратовского водохранилища (Минеева, 2016; Рубанова и др., 2020).

Таким образом, с уверенностью можно констатировать, что в средней части Саратовского водохранилища сформировался качественно новый очаг триенофороза, связанный с проникновением и натурализацией в водоеме чужеродной цестоды *T. crassus*. Проведенное исследование свидетельствует о крайней необходимости подобных изысканий в других частях водохранилища, а также в его притоках.

ЛИТЕРАТУРА

Бурякина А.В. Паразитофауна рыб Саратовского водохранилища (фауна, экология): Дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1995. 384 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.

Жохов А.Е., Молодожникова Н.М. Таксономическое разнообразие паразитов рыбообразных и рыб бассейна Волги. IV. Амфилины (Amphilinida) и цестоды (Cestoda) // Паразитология. 2007. Т. 41, вып. 2. С. 89-102.

Иешко Е.П., Аникиева Л.В., Лебедева Д.И., Ильмаст Н.В. Особенности популяционной биологии цестод рода *Triaenophorus* в естественных и техногенно трансформированных водоемах // Паразитология. 2012. Т. 46, вып. 6. С. 434-443.

Куперман Б.И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* – паразиты рыб (экспериментальная систематика, экология). Л.: Наука, 1973. 208 с.

Минеева О.В. Материалы к фауне многоклеточных паразитов обыкновенного ерша *Gymnocephalus cernuus* Linnaeus, 1758 (Pisces: Percidae) в Саратовском водохранилище // Российский паразитологический журнал 2016. Т. 35, вып. 1. С.16-23.

Минеева О.В., Минеев А.К. Чужеродная цестода *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) у рыб Саратовского водохранилища // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2019. Кн. 2. С. 325-338.

Рубанова М.В., Мухортова О.В., Поддубная Н.Я. Динамика фауны гельминтов пищеварительного тракта *Perca fluviatilis* (Actinopterygii: Perciformes) и ее взаимосвязь с зоопланктоном Национального парка «Самарская Лука» (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. № 5(1). С. 64-86.

Румянцев Е.А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера (фауна, экология, эволюция). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 252 с.

Семенова Н.Н., Иванов В.П., Иванов В.М. Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. 558 с.

**РОЛЬ ПОНТО-КАСПИЙСКИХ БЫЧКОВ (PISCES, GOBIIDAE) В РАССЕЛЕНИИ
ЦЕСТОДЫ *TRIAENOPHORUS CRASSUS* FOREL, 1868 (PSEUDOPHYLLIDEA,
TRIAENOPHORIDAE) В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ**

О.В. Минеева

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

**THE ROLE OF PONTO-CASPIAN GOBIES (PISCES, GOBIIDAE)
IN THE SETTLEMENT OF THE CESTODE *TRIAENOPHORUS CRASSUS* FOREL, 1868
(PSEUDOPHYLLIDEA, TRIAENOPHORIDAE) IN THE VOLGA BASIN**

O.V. Mineeva

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Инвазии чужеродных видов признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем. Расселение живых организмов за пределы нативных ареалов ведет к вытеснению местных видов, изменению трофических, топических и других взаимодействий, и, в конечном счете – деградации целых экосистем (Бисерова, 2010; Самые опасные ..., 2018).

Среди компонентов «биологического загрязнения» значительное место занимают паразитические виды, вселение которых может происходить разными путями (случайный занос вместе с акклиматизируемыми или интродуцируемыми хозяевами, либо саморасселение после устранения физических или экологических преград) (Жохов, Пугачева, 2001). Появление неспецифических паразитов часто является причиной эпизоотий аборигенных видов (Бисерова, 2010), они могут существенно трансформировать нативную структуру паразитарных систем (Рубанова, 2011) и значительно расширяют круг хозяев для местных паразитов (Минеева, 2019).

В настоящее время в бассейне Волги регистрируется 47 чужеродных видов паразитов, большинство из которых (37 видов, преимущественно амурского комплекса) оказались вне исторического ареала в результате непреднамеренной интродукции вместе с хозяевами (Жохов и др., 2019).

Среди паразитов, расселившихся в волжских водохранилищах естественным путем (саморасселение вместе с хозяевами – позвоночными и беспозвоночными животными), особым образом выделяется цестода *Triaenophorus crassus* Forel, 1868. Интересен этот гельминт тем, что до зарегулирования Волги в ее бассейне существовали две изолированные популяции данного вида. «Северная» форма *T. crassus* обитала только в озере Белом (Петрушевский, 1957); дополнительным хозяином цестоды в водоеме является европейская ряпушка *Coregonus albula*. «Южная» форма лентеца была известна лишь в дельте Волги, где в реализации жизненного цикла паразита принимали участие бычки сем. *Gobiidae* (бычок-головач *Neogobius kessleri* и бычок-кнут *Mesogobius batrachocephalus*) (Куперман, 1973). Таким образом, между популяциями паразита существовал заметный разрыв.

В настоящее время цестода *T. crassus*, дефинитивным хозяином которой является щука *Esox lucius*, известна во всех волжских водохранилищах, за исключением Куйбышевского (Жохов и др., 2019; Минеева, Минеев, 2019). Значительное расширение ареала лентеца в бассейне Волги обусловлено расселением дополнительных хозяев гельминта (ряпушки с севера и бычков с юга), ставшее возможным благодаря масштабному гидростроительству (создание каскада водохранилищ и каналов, соединивших реку с крупными озерами).

Целью настоящей работы является исследование зараженности понто-каспийских бычков сем. *Gobiidae* цестодой *Triaenophorus crassus* в условиях Саратовского водохранилища. В период с 2009 по 2015 гг. методом полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985) исследовано 320 экз. бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*, 146

экз. каспийского бычка-головача *Neogobius iljini*, 21 экз. бычка-цуцика *Proterorhinus marmoratus*, отловленных в средней части водохранилища. Также вскрытию подвергнуты 47 экз. бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* из фондовой коллекции лаборатории популяционной экологии ИЭВБ РАН, собранных в августе 2006 г. в районе судового рейда вблизи Балаковской АЭС (нижний участок водоема). Сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитов проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985).

Для количественной характеристики зараженности использовались следующие показатели: экстенсивность инвазии (процентная доля зараженных особей в общем числе исследованных), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное число паразитов на одной особи рыб) и индекс обилия (средняя численность паразита у всех исследованных животных, включая незараженных). Измерение крючьев сколекса плероцеркоидов *T. crassus* проведено согласно рекомендациям Б.И. Купермана (Куперман, 1973): крючья измерялись на препаратах прижатые так, что базальная пластинка и боковые зубцы находились в одной плоскости; для получения статистически достоверного материала измерялось не менее 25 крючьев. Математическую обработку проводили в пакетах программ Microsoft Excel.

Наши исследования показали, что в условиях Саратовского водохранилища все 4 изученных вида понто-каспийских бычков играют роль дополнительных хозяев в цикле развития чужеродной цестоды. Показатели зараженности рыб приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Зараженность понто-каспийских бычков Саратовского водохранилища плероцеркоидами *T. crassus*

Хозяин	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
Бычок-кругляк	13,75±1,93	1–5	0,21±0,03
Бычок-головач	50,00±4,15	1–25	2,15±0,34
Бычок-цуцик	42,86±11,07	1–2	0,48±0,13
Бычок-песочник	4,26±2,98	1	0,04±0,03

Следует отметить, что бычки песочник и цуцик впервые зарегистрированы в качестве вторых промежуточных хозяев цестоды. Несмотря на то, что *T. crassus* входит в число специфических паразитов бычков сем. Gobiidae, личинки лентеца ранее не отмечались у данных видов рыб ни в нативном, ни в приобретенном ареале.

Основным дополнительным хозяином цестоды в условиях Саратовского водохранилища является бычок-головач, для которого отмечены достаточно высокие показатели встречаемости и средней численности паразита, а максимальное число плероцеркоидов *T. crassus* на одной особи хозяина достигает 25 экз. (табл. 1). Следует отметить, что и в условиях нативного ареала (Каспийское море) бычок-головач играет значительную роль в реализации жизненного цикла гельминта (Семенова и др., 2007).

Заражение бычков чужеродной цестодой происходит через инвазированных веслоногих рачков (родов *Cyclops*, *Microcyclops*, *Eudiaptomus* и др.), которые хоть и не являются основным компонентом пищевого рациона этих рыб-бентофагов, но присутствуют в пище у всех видов гобиид (Семенов, 2009, 2011; Фролова, 2009).

Первые плероцеркоиды новой генерации обнаружены у бычков в последней декаде июня – первой декаде июля. Это свободнолежащие в мускулатуре черви (без капсулы), на переднем конце тела которых уже хорошо заметны контуры сколекса и воронкообразного углубления, но крючья еще отсутствуют. Учитывая, что личинки характеризуются подобными морфологическими признаками через 20 – 25 дней после заражения (Куперман, 1973), можно предположить, что в условиях Саратовского водохранилища поступление паразита в популяцию хозяина начинается в начале – середине июня.

То, что в исследуемом водоеме произошло вселение именно «южной» формы *T. crassus*, свидетельствуют данные морфометрических промеров крючьев сколекса цестоды (табл. 2). Различия в величине крючьев (у червей из одного или разных видов рыб) столь ма-

лы, что лежат в границах индивидуальной изменчивости.

Таблица 2 - Размеры крючьев сколекса плероцеркоидов *T. crassus* у разных видов бычков Саратовского водохранилища

Хозяин	Количество измеренных крючьев, экз.	Ширина базальной пластинки крючьев сколекса, мм	
		среднее	min-max
Бычок-кругляк	100	0,222±0,001	0,196–0,252
Бычок-головач	200	0,217±0,001	0,196–0,252
Бычок-цуцик	40	0,213±0,002	0,182–0,224
Бычок-песочник	8*	0,222	0,222–0,222

Примечание: * – измерены крючья сколекса 2-х экземпляров *T. crassus*, зарегистрированных у бычка-песочника.

Исследования паразитофауны бычков из Ульяновского, Ундоровского и Приплотинного плесов Куйбышевского водохранилища в 2019 г. (наши неопубликованные данные) не обнаружили чужеродную цестоду у кругляка и головача. Требуются дальнейшие исследования паразитофауны рыб-вселенцев из разных участков водоема, поскольку нахождение чужеродной цестоды в Куйбышевском водохранилище представляется весьма вероятным, учитывая широкое распространение бычков по его акватории (Шакирова и др., 2015).

ЛИТЕРАТУРА

- Бисерова Л.И.** Паразитологические аспекты инвазий чужеродных видов // Труды ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 137-141.
- Жохов А.Е., Пугачева М.Н.** Паразиты-вселенцы бассейна Волги: история проникновения, перспективы распространения, возможности эпизоотий // Паразитология. 2001. Т. 35, вып. 3. С. 201-212.
- Жохов А.Е., Пугачева М.Н., Молодожникова Н.М., Беречикидзе И.А.** Чужеродные виды паразитов рыб в бассейне Волги: обзор данных по числу видов и распространению // Российский журнал биологических инвазий. 2019. № 1. С. 38-55.
- Куперман Б.И.** Ленточные черви рода *Triaenophorus* – паразиты рыб (экспериментальная систематика, экология). Л.: Наука, 1973. 208 с.
- Минева О.В., Минева А.К.** Чужеродная цестода *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) у рыб Саратовского водохранилища // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2019. Т. 161, кн. 2. С. 325-338.
- Петрушевский Г.К.** О заболевании рыб Белого озера // Известия ВНИОРХ. 1957. Т. 42. С. 278-282.
- Рубанова М.В.** Экологическая характеристика многовидовой ассоциации гельминтов окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) Саратовского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2011. 18 с.
- Самые опасные инвазионные виды России (top-100)** / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
- Семенов Д.Ю.** Роль чужеродных видов в питании хищных рыб Куйбышевского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2009. № 2. С. 148-157.
- Семенов Д.Ю.** Данные по морфометрии и биологии бычка-цуцика *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) Куйбышевского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2011. № 2. С. 237-242.
- Семенова Н.Н., Иванов В.П., Иванов В.М.** Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. 558 с.
- Фролова Л.А.** Трофические особенности вида-вселенца бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) в верхней части Куйбышевского водохранилища // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2009. Т. 151, кн. 2. С. 244-249.
- Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Латыпова В.З.** Современный состав чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища и возможности проникновения новых представителей в экосистему водоема // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 3. С. 77-98.
- Минева О.В.** The trematoda fauna of Ponto-Caspian gobies (Pisces, Gobiidae) in the Saratov reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2019. Vol. 10, no. 1. P. 22-29.

**ИНВАЗИОННЫЙ ВИД *DREISSENA (DREISSENA) POLYMORPHA*
В ПРИТОКЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Р.А. Михайлов

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

**INVASIVE SPECIES *DREISSENA (DREISSENA) POLYMORPHA*
IN A TRIBUTARY OF THE SARATOV RESERVOIR**

Roman Mikhaylov

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

В начале 21 века биологические инвазии стали одной из наиболее значительных составляющих в эволюции биосферы (Сон, 2007). Чужеродные виды стали проникать в естественные и искусственные экосистемы, из других регионов (Дгебуадзе, 2011). Значительное расширение области естественного ареала произошло у представителей типа Mollusca (Carlton, 1992).

Активному расселению чужеродных моллюсков в новые места обитания благоприятствуют их способность к расселению с текучими водами, а также многообразие доступных им способов зоохорного перемещения. Важнейшим агентом распространения на настоящий период является человек. Так, расселение дрейссены было обусловлено развитием судоходства и строительством каналов, соединивших ранее изолированные речные бассейны (Винарский и др., 2015). Среди разнообразных типов водных объектов наиболее подвержены инвазиям каскады водохранилищ, эстуарии и др., сохранившие естественный режим, но вовлеченные либо в мировую транспортную систему, либо в масштабные рыбохозяйственные мероприятия (Орлова, 2010.)

D. (D.) polymorpha является типичным представителем видов-вселенцев. Моллюск активно распространился по водам Голарктики (Mills at al., 1993). Во вновь заселяемых водоемах обычен резкий рост численности дрейссены. Высокая пластичность вида, по-видимому, и позволяет с столь значительное расселение, а также возможно и приобретённые им новые адаптации (Михайлов, 2015).

Целью нашего исследования являлось изучение ареала вида в р. Самара и определяющих экологических факторов его развития в реке.

Материалы и методы

Речная дрейссена представитель класса двустворчатых моллюсков, относящийся к семейству дрейссенид (Dreissenidae). Вид имеет треугольную двустворчатую раковину зелено-желтого окраса, с поперечными зигзагообразными полосами. Моллюск в личиночной стадии ведет планктонный образ жизни. Взрослые особи имеют неподвижный образ жизни прикрепляясь к твердым субстратам с помощью биссуса. Питание моллюска осуществляется за счет поступающего тока воды через жабры вовремя дыхания, в которых задерживаются различные организмы (Кияшко, Солдатенко, Винарский, 2016).

Река Самара является левым притоком Саратовского водохранилища. Ее исток расположен на северных склонах Общего Сырта. Длина реки составляет 594 км, по Самарской области протекает 230 км. Площадь водосбора – 46.5 тыс. км². Река течет в районе пониженного увлажнения, но является достаточно многоводной. Долина реки ассиметрична и достигает 10–16 км ширины. С правой стороны ее ограничивают возвышенности, а с левой – на всем протяжении простираются пологие склоны. Главные притоки реки: Большой Уран, Малый Уран, Ток, Бузулук, Боровка, Большой Кинель (Зинченко, 2002).

Сбор материала на станциях проводился в ходе полевых исследований вдоль течения реки на территории Самарской области. Отбор проб был выполнен на 11 станциях (рис. 1).

Сбор моллюсков был осуществлён с использованием прямоугольной драги с ножами длиной 0.4 м. Драгу протягивали по дну с дальнейшим переводом площади облова до 1 м² (Жадин, 1952). Отобранный материал в полевых условиях фиксировали 95%-м раствором этанола, который через неделю заменили на 70% (Старобогатов и др., 2004). Камеральная обработка выполнена при помощи стереоскопического микроскопа МБС-10.

Обработку массива данных выполняли с применением средств экологического моделирования с помощью канонического анализа соответствий (ССА), с использованием статистической среды R v. 3.02 и пакета *vegan* (Oksanen et al. 2011).



Рис. 1. Схема расположения станций в р. Самара: 1 - с. Борское, 2 - с. Богатое, 3 - с. Съезжее, 4 - база отдыха "Ясная поляна", 5 - с. Утевка, 6 - с. Домашка, 7 - с. Спиридоновка, 8 - п. Бобровка, 9 - п. Алексеевка, 10 – Южный мост, 11 – Засамарская слободка; | - граница разделение реки на среднее и нижнее течение.

Результаты и обсуждение

Сведений по составу и количественным показателям развития чужеродных моллюсков на все протяжении реки Самара отсутствуют. В работах имеются лишь сведения по находке вида *D. (D.) polymorpha* в 2008 г., в 50 км от места впадения в Саратовское водохранилище (Антонов, 2008).

В ходе полевых исследований на реке Самара нами было изучены моллюски на 11 различных станциях. Всего в реке нами было зарегистрировано 49 видов пресноводных моллюсков. Они относятся к 2 классам, 12 семействам и 26 родам. В ходе исследования на одной из станций нами были найдены раковины чужеродного моллюска *D. (D.) polymorpha*.

Данный участок расположен в 44 км от устья реки в районе села Алексеевка. Станция характеризуется средней скоростью течения – 0.3 м/с, различными зарослями макрофитов площадь которых занимала 30% водной глади. На этом участке наблюдался подпор водных масс Саратовским водохранилищем, в результате чего станция имеет значительно более широкий участок реки, достигая 30 м. Кроме того увеличивается глубина (4.5 м) по сравнению со станциями расположенные выше по течению реки. Дно реки имеет множество камней и бетонных оснований, оставшихся после строительства расположенного рядом моста. Весь этот комплекс, во многом антропогенного происхождения, факторов, вероятно, и позволил расселиться моллюску *D. (D.) polymorpha* вверх по течению реки из Саратовского водохранилища.

Количественные показатели вида были не высоки в сравнении с таковыми в Саратовском водохранилище (Михайлов, 2017). Численность найденных здесь особей не превышала и трех десятков. Биомасса всех этих представителей составляла около 5 г/м². Возраст *D. (D.) polymorpha* изменялся в от 1+ до 3+, с максимальной длиной раковины 18.5 мм.

Материал, собранный на станции расположенной ниже по течению реки, также позволил нам зарегистрировать особей вида *D. (D.) polymorpha*. Эта станция расположена в 10 км от зоны впадения в Саратовское водохранилище. На данном участке наблюдается большее влияние вод водохранилища. Ширина реки здесь составляет 500 м, с глубиной 12 м. В связи с тем, что оба берега имеют бетонные укрепления какие-либо макрофиты отсутствуют.

Также как и на предыдущей станции дно усеяно различным строительным мусором, что дает возможность взрослым особям дрейссены прикрепляться к ним.

Численность особей моллюска *D. (D.) polymorpha* на данном участке реки была выше, чем на предыдущей станции более чем в два раза. Биомасса же увеличилась почти в 15 раз, в связи с найденными в основном особями в возрасте 3+ и 4+. Максимальная длина раковины составляла 24.5 мм. Однако эти показатели по-прежнему значительно ниже, чем в водохранилищах.

Исследования, проведенные на станции расположенной в устьевом участке реки, также позволили зарегистрировать чужеродного моллюска *D. (D.) polymorpha*. В отличие от предыдущей станции ширина реки немного сужается и составляет 110 м. Течение в момент сбора было обратное. Берега также имеют бетонные укрепления и макрофиты здесь отсутствуют. Однако глубина уже примерно на уровне Саратовского водохранилища и составляет 15 м. Дно усыпано множеством камней и различным строительным мусором.

Показатели количественного развития видов здесь вырастают по сравнению с предыдущими станциями, однако по-прежнему меньше, чем в водохранилище. Численность особей больше, чем на предыдущей станции в два раза, а биомасса в 4. Средний возраст найденных представителей был 4+.

Исследованные биотопы реки имеют разные абиотические и биотические характеристики, которые в различной степени влияют на развитие и расселение моллюсков из рода дрейссена. Определение главных факторов, влияющих на *D. (D.) polymorpha* в р. Самара проведено нами с помощью многофакторного дисперсионного анализа (табл).

Таблица – Результаты значимости пошагового регрессионного анализа методом Монте-Карло, объясняющие связь экологических переменных среды с моллюском *D. (D.) polymorpha*

Наименование показателей	λ -распределения	p-значение	F-критерий
Глубина, м	0.38	0.002	2.19
Ширина, м	0.33	0.020	1.89
pH дна	0.31	0.125	0.99
Температура, °C	0.34	0.312	0.71
Кислород дна, мг/л	0.32	0.458	0.52
Скорость течения, м/с	0.31	0.492	0.31
Прозрачность воды, м	0.29	0.592	0.17
Площадь макрофитов, %	0.28	1.000	0.00

Оценка влияния 7 абиотических и биотических факторов на развитие и распределение дрейссены, позволила выявить 2 статистически значимых ($p \leq 0.05$) показателя. Как указывалось нами ранее большое значение имеет наличие благоприятного субстрата, к которому особи могут прикрепляться во взрослой жизни. Так косвенно на это повлияли данные факторы, которые во многом обусловлены антропогенным влиянием на данный участок реки как на прямую (строительный мусор на дне водотока), так и косвенно, за счет изменения уровня воды в Саратовском водохранилище в результате работы Жигулёвской и Саратовский ГЭС.

Выводы

Проведенные исследования показали, что чужеродный моллюск понто-каспийского комплекса *D. (D.) polymorpha* зарегистрирован на станциях в нижнем течении реки в 44 км от впадения в Саратовское водохранилище.

Численность и биомасса особей вида имеет более низкие показатели, чем в Волжских водохранилищах.

Важное значение для расселения и развития этого вида в реке имеет прямое или косвенное воздействие человека.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов П.И.** Биоинвазийные организмы в водоемах Средней Волги // Самарская Лука. 2008. Т. 17, № 3 (25). С. 500-517.
- Винарский М.В., Андреев Н.И., Андреева С.И., Казанцев И.Е., Каримов А.В., Лазуткина Е.А.** Чужеродные виды моллюсков в водных экосистемах Западной Сибири // Рос. журн. биол. инвазий. 2015. № 2. С. 2-19.
- Дгебуадзе Ю.Ю.** 10 лет инвазий чужеродных видов в Голарктике // Российский Журнал Биологических Инвазий 2011. Предисловие к 1, 2 и 3 номерам за 2011 г.
- Жадин В.И.** Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М. Л.: АН СССР, 1952. 376 с.
- Кияшко П.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В.** Класс Брюхоногие моллюски // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолохин. М-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 2016. С. 335-438.
- Михайлов Р.А.** Распространение моллюсков рода *Dreissena* в водоемах и водотоках Среднего и Нижнего Поволжья / Р.А. Михайлов // Росс. журн. биол. инвазий. 2015. № 1. С. 64-78.
- Михайлов Р.А.** Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. Тольятти: ООО «Кассандра», 2017. 103 с.
- Орлова М.И.** Биологические инвазии моллюсков в континентальных водах Голарктики: автореф. дисс. ... д-ра. биол. наук: 03.02.10 / Орлова Марина Ивановна. СПб., 2010. 47 с.
- Сон М.О.** Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья. Одесса: Друк, 2007. 132 с.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. СПб: Наука, 2004. С. 9-491.
- Carlton J.T.** Introduced marine and estuarine molluscs of North America: an end-of-the-20th-century perspective // Journal of shellfish research. 1992. V. 11. № 2. P. 489-505.
- Mills E.L., Leach J.H., Carlton J.T., Secor C.L.** Exotic species in the Great Lakes: A history of biotic crises and anthropogenic introductions // J. Great Lakes Res. 1993. Vol. 19. P. 1-54.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R. et al.** vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-2. 2011. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan> (accessed 1.02.2020).

**ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО И ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ВИДОВОГО БОГАТСТВА
МАЛАКОФАУНЫ ПРЕСНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ Р. БОЛЬШОЙ КИНЕЛЬ)****Р.А. Михайлов***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***ESTIMATION OF THE EXPECTED AND PREDICTIVE SPECIES RICHNESS
OF THE MALACOFAUNA OF FRESH WATERS (ON THE EXAMPLE OF THE
BOLSHOI KINEL RIVER)****Roman Mikhaylov***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara
Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Изучение пресноводной малакофауны внутренних водоемов имеет большое теоретическое и практическое значение (Старобогатов, 1994). Моллюски из класса *Bivalvia* в водных объектах выступают как природные биофильтры, способные очистить воду от находящихся в ней во взвешенном состоянии веществ (Михайлов, 2017). Также их малая подвижность позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов условий в конкретном местообитании, и уровня антропогенного воздействия (Абакумов, 1992; Паньков, Шадрин, Алексеевна, 1996).

Установление истинных видов, обитающих в сообществе, редко бывает возможным (Colwell, Coddington, 1994), богатство обычно оценивается по данным проведенной выборки, что может приводить к недооценке видового богатства, которое зависит от усилия выборки. Многие исследователи, изучающие видовое разнообразие, давно признали, что обнаружение всех видов обитающих или способных обитать в исследуемом месте ограничено количеством выборочного усилия. Предел выборки создают проблемы для точной оценки альфа-разнообразия, количество видов в примерно гетерогенных комплексах, особенно для сообществ с высоким видовым богатством, где большая часть редких видов не обнаруживается (Colwell, Coddington, 1994; Colwell, Mao, Chang, 2004; Magurran, 2004).

Поэтому цель нашей работы было оценка реального видового богатства пресноводных моллюсков в реке Большой Кинель и прогноз ожидаемого видового богатства на основе непараметрических алгоритмов.

Материалы и методы

Большой Кинель – протекает в Высоком Заволжье, является правобережным притоком р. Самары. Длина реки составляет 440 км, по Самарской обл. протекает ее большая часть 235 км. Площадь водосбора 15200 км², ширина потока достигает 100 м, глубина в русловой части не превышает 4 м. Основное питание реки происходит за счет атмосферных осадков. Река имеет больше 190 больших и малых притоков, из которых наиболее крупными являются Малый Кинель, Большой Толкай, Кутулук, Сарбай. Все они, как и основная река, имеют повышенную минерализацию и по химическому составу гидрокарбонатно-кальциевые (Зинченко, 2002).

Сбор материала на р. Большой Кинель осуществляли в июле 2012 г. (рис. 1). Для изучения гетерогенности распределения организмов пробы отбирали в районах с различными гидрологическими условиями, расположенными в среднем и нижнем течении реки. Сборы на глубоководных участках были осуществлены с помощью дночерпателя системы Экмана-Берджи (1/100 м²) по три повторности на каждой станции и прямоугольной драги, и кошки (ширина режущей кромки 0.4 м, протягивание – 1 м). На мелководных участках был использован стандартный площадной метод сбора с помощью скребка и прямоугольной рамки (0.2/0.2 м, протягивание – 1 м) (Жадин, 1952). Дополнительно были просмотрены искусственные субстраты. Грунт промывали через капроновый газ № 23, образцы моллюсков фиксировали 95%-ым этиловым спиртом, который через неделю заменили на 70% (Hortal J., Paulo, Clara, 2006; Hlather, 1996).

Полноту выявленного видового разнообразия от выборочного усилия оценивали с использованием непараметрических методов интерполяции Колуэлла-Мао и экстраполяции

алгоритма Chao2 (Chao, 1987). Расчет непараметрических методов проведен в пакете программ Estimates 9.0 (Colwell, 2005).



Рис. 1. Карта-схема района исследований р. Большой Кинель. 1 - г. Похвистнево, 2 - с. Подбельск, 3 - с. Кинель-Черкассы, 4 - г. Отрадный, 5 - с. Преображенка, 6 - п. Усть-Кинельский (микрорайон Советы); | - граница разделения реки на среднее и нижнее течение.

Результаты и обсуждение

Оценки зависимости между степенью выявленного видового разнообразия пресноводных моллюсков реки Большой Кинель и выборочным усилием были проведены на 6 станциях. Представленные разнообразные абиотические и биотические условия на этих станциях позволяет учитывать в анализе изменения видового состава моллюсков при изменяющихся экологических условиях, что позволяет получить объективность полученных результатов.

В результате проведенных исследований на станциях р. Б. Кинель нами было обнаружено 45 видов пресноводных моллюсков, относящиеся к 2 классам, 13 семействам и 24 родам (Михайлов, 2014). Для всех исследованных станций построена зависимая кривая среднего ожидаемого накопления видов (S) от увеличения числа выборочного усилия (m) (рис. 2).

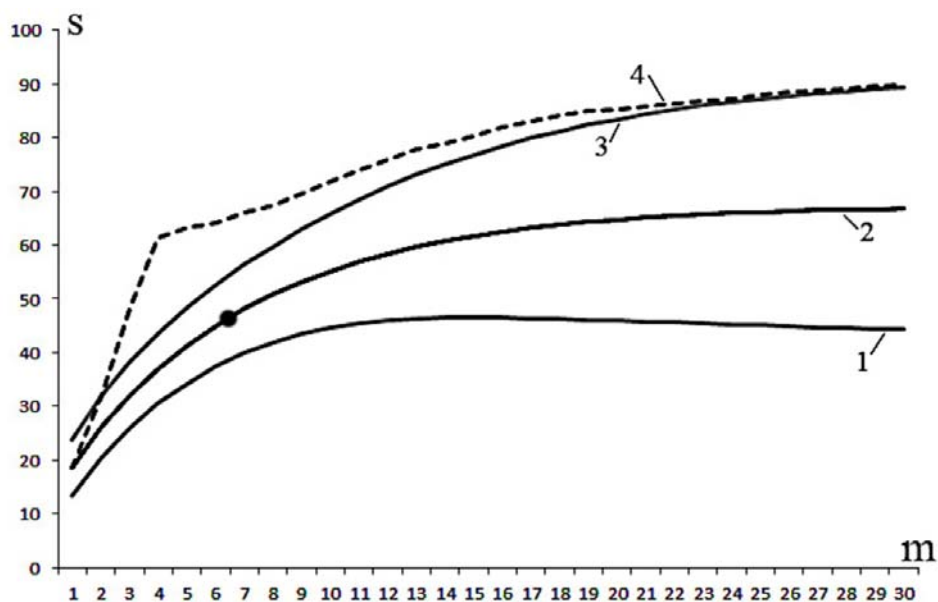


Рис. 2. Кумулятивные кривые видового богатства малакофауны р. Б. Кинель. 1 - разрежение Колуэлла-Мао 95% min, 2 - разрежение Колуэлла-Мао, 3 - разрежение Колуэлла-Мао 95% max, 4 - алгоритм Chao2. S – число видов, m – выборочное усилие, ● - эмпирическое выборочное усилие.

Наиболее быстрый прирост ожидаемого числа видов на кривой разрежения с увеличением числа станций выявлен в первых двух станциях, расположенных вначале графика, когда количество видов, не найденных в предыдущих станциях еще значительно. Кривая

распределения в дальнейшем имеет более пологий вид, что характеризует постепенное сокращение таких видов.

Достижение горизонтальной асимптоты видового богатства при данном выборочном усилии не выявлено. Это позволяет нам сделать предположение, что при дальнейшем сборе проб в реке Большой Кинель будет зарегистрировано большое количество новых видов, не найденных в результате наших исследований. Это свидетельствует о том, что реальное число видов, способных обитать в данных экологических условиях реки, полученное при анализе 6 станций, значительно выше.

В целях нахождения потенциального числа видов способных обитать в данных экологических условиях р. Большой Кинель нами были построены экстраполируемые кривые (рис. 2). Для этого нами искусственно было увеличено число выборок, проведенных в программе Estimates, до горизонтальной асимптоты видового богатства. Данное выборочное усиление составило 30, при которых число новых видов практически перестает появляться. Таким образом, было установлено потенциально возможное обитание около 60 видов в р. Большой Кинель в данных экологических условиях. Это превышает полученные нами эмпирические результаты на 25%, что говорит о весьма малом проведенном нами выборочном усилии на реке.

В целях выявления необходимого минимального выборочного усилия при получении максимального видового богатства, нами была проведена оценка экстраполируемых кривых. теоретически можно предположить, что необходимые минимальные затраты энергии на сбор мониторинговых проб, для получения максимального общего видового богатства составляет 12 проб дающее наибольшее число видов – 68%, при минимальном количестве проб. Таким образом, при изучении пресноводных моллюсков в новых регионах со сходными экологическими условиями, можно спланировать оптимальное соотношение между минимальным числом проб и выявлением наибольшего видового богатства малакофауны.

Для оценки точности полученных результатов описывающих изменение найденного числа видов пресноводных моллюсков в зависимости от числа проб, нами была построена непараметрическая кривая с помощью алгоритма Chao 2 (рис. 2). Применение данного метода позволяет обеспечить более четкую картину моделей богатства видов реки.

Полученные результаты, выполненные с применением алгоритма экстраполяции Chao 2, имеет схожие результаты, но число видов на первых станциях растет гораздо быстрее. Это говорит о значительном потенциале данных биотопов на наличие большего числа видов пресноводных моллюсков. Кривая даже превышает данные 95-% доверительного интервала кривой разряжения. Однако дальнейшее увеличение выборочного усилия до числа, при котором кривая достигает горизонтальной асимптоты приводит к слиянию данных по верхней границе доверительного интервала кривой разряжения. По этому результату можно предположить, что количество потенциальных видов способных обитать в биотопах реки составляет около 88 видов, что в 32% выше прогностической кривой и на 49% выше кривой разряжения.

Выводы

Найденное видовое богатство моллюсков в р. Большой Кинель на 6 станциях является низким согласно результатам экстраполяции, а количество видов, способных обитать в данных экологических условиях реки, полученное при данном выборочном усилии, значительно выше. Установлено, что необходимые минимальные затраты энергии на сбор мониторинговых проб в реке, для получения максимального общего видового богатства составляет 12 проб дающее наибольшее число видов – 68%, при минимальном количестве проб.

Применение алгоритма Chao 2 позволило выявить количество потенциальных видов способных обитать в биотопах реки при данных экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов В.А.* Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Жадин В.И.* Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.; Л.: АН СССР, 1952. 376 с.

- Зинченко Т.Д.** Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область): Эколого-фаунистический обзор. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
- Михайлов Р.А.** Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16, №5(5). С. 1765-1772.
- Михайлов Р.А.** Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. – Тольятти: ООО «Кассандра», 2017. 103 с.
- Паньков Н.Н., Шадрин Н.Ю., Алексеевнина М.С.** Роль моллюсков сем. Unionidae (Bivalvia) в экосистеме р. Сылвы // Пробл. охраны окруж. среды на урбанизир. территориях / Матер, междунар. конф. студ. и мол. ученых, Пермь 1996. Пермь, 1996. С. 80-82.
- Старобогатов Я.И.** Биологическое разнообразие моллюсков континентальных водоемов и состояние его изученности в российской федерации и соседних государствах // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 60-64.
- Chao A.** Estimating the population size for capturerecapture data with unequal catchability // Biometrics, 1987. V. 43. P. 783-791.
- Colwell R.K., Coddington J.A.** Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation // Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1994. V. 345. P. 101-118.
- Colwell R.K., Mao C.X., Chang J.** Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves // Ecology, 2004. V. 85. P. 2717-2727.
- Colwell R.K.** Program EstimateS: (Statistical estimation of species richness and shared species from samples). Program and User's Guide. 2005.URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Hortal J., Paulo A.V., Clara G.** Evaluating the performance of species richness estimators: Blackwell Publishing Ltd sensitivity to sample grain size // Journal of Animal Ecology, 2006. V. 75. P. 274-287.
- Hlather C.H.** Fitting species-accumulation functions and assessing regional land use impacts on avian diversity // Journal of Biogeography, 1996. V. 23. P. 155-168
- Magurran A.E.** Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science, 2004. 256 p.

**ПРЕСНОВОДНЫЙ МОЛЛЮСК *STAGNICOLA (STAGNICOLA)*
PALUSTRIS (O.F. MÜLLER, 1774) РАВНИННОЙ РЕКИ**

Р.А. Михайлов

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

**THE FRESHWATER SNAIL *STAGNICOLA (STAGNICOLA)*
PALUSTRIS (O.F. MÜLLER, 1774) OF A PLAIN RIVER**

Roman Mikhaylov

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Пресноводных моллюски, в частности брюхоногие (Gastropoda), являются одной из наиболее крупных, широко распространённых и сложных для изучения групп гидробионтов (Кияшко, Солдатенко, Винарский, 2016). Видовое разнообразие современных гастропод достигает 120 тысяч видов (Старобогатов, 1994; Шилейко, Кантор, 1994).

Любые комплексные гидробиологические исследования не могут обойтись без изучения моллюсков. Без них невозможно решение таких важнейших практических задач, как профилактика трематодозов, оценка рыбохозяйственного значения водоемов, биомониторинг (Моллюски Урала и прилегающих территорий. (Хохуткин, Винарский, Гребенников, 2009).

Важнейшей задачей гидроэкологии являются исследования, направленные на взаимодействие видов, совместно распределенных в пространстве и времени и находящихся под воздействием изменяющихся факторов окружающей среды (Зинченко, Шитиков, Абросимова, 2015). В соответствии с основными концепциями исследования должны подчиняться цели направленной на оценку состояния экосистемы и условий гомеостаза ее основных абиотических и биотических компонентов а также определению роли отдельных видов (Кожова, Павлов, 1982).

Материалы и методы

Пресноводный моллюск *Stagnicola (Stagnicola) palustris* (o.f. müller, 1774) или прудовик болотный является представителем семейства Lymnaeidae или прудовиков из класса Gastropoda или Брюхоногие. Моллюск имеет светло-коричневую раковину башневидно-конической формы, с максимальной высотой 28 мм. Устье овальное с заметным углом в верхней части, умеренно расширено, колумеллярная складка обычно развита слабо. Колумеллярный отворот белого цвета, умеренной ширины, полностью прикрывает пупок. Вид является тельматофилом. Часто встречается близ поверхности водоёма, а иногда и на самой поверхности воды. Наиболее часто встречается в непостоянных заболоченных водоемах, на заросших гидрофитами мелководьях крупных озер, на топких берегах водоемов (Хохуткин, Винарский, Гребенников, 2009).

Река Самара –начинается на северных склонах Общего Сырта. Длина реки составляет 594 км, по Самарской области протекает 230 км. Площадь водосбора – 46.5 тыс. км². Река течет в районе пониженного увлажнения, но является достаточно многоводной. Долина реки ассиметрична и достигает 10–16 км ширины. С правой стороны ее ограничивают возвышенности, а с левой – на всем протяжении простираются пологие склоны. Главные притоки реки: Большой Уран, Малый Уран, Ток, Бузулук, Боровка, Большой Кинель (Зинченко, 2002).

Отбор материала на р. Самара проводился в ходе полевых исследований вдоль течения реки на территории Самарской области. Отбор проб был выполнен на 11 (рис. 1) станциях согласно стандартной площадной методике (Жадин, 1952). Камеральная обработка выполнена при помощи стереоскопического микроскопа МБС-10.

Видовая принадлежность вида установлена по совокупности конхологических и анатомических признаков. Видовая номенклатура соответствует принятой в каталоге пресно-

водных моллюсков территории бывшего СССР Винарского и Кантора (Vinarski, Kantor, 2016). Статистическую обработку массива данных для изучения связи факторов среды с *S. (S.) palustris* выполнена с применением средств экологического моделирования с использованием статистической среды R v. 3.02 и пакета vegan (Oksanen et al. 2011).



Рис. 1. Схема расположения станций сбора материала на р. Самара: 1 - с. Борское, 2 - с. Богатое, 3 - с. Съезжее, 4 - база отдыха "Ясная поляна", 5 - с. Утевка, 6 - с. Домашка, 7 - с. Спиридоновка, 8 - п. Бобровка, 9 - п. Алексеевка, 10 – Южный мост, 11 – Засамарская слободка; | - граница разделение реки на среднее и нижнее течение.

Результаты и обсуждение

В период исследований река Самара имела глубину на исследованных участках русла до 4 м. Скорость течения водотока достигала 0.5 м/с, с самым низким показателем 0.2 м/с в устьевом участке. Исследованные участки реки имели не высокую площадь зарастания макрофитами (0-30%). Грунт в среднем течении реки был представлен песчаными отложениями, а ближе к устьевому участку песчано-илистыми отложениями.

По результатам наших исследований в р. Самара зарегистрировано было 49 видов пресноводных моллюсков относящиеся к разным иерархическим группам данного типа. В составе общего видового разнообразия моллюсков были зарегистрированы особи *Stagnicola (Stagnicola) palustris*.

Виды были найдены в зарастающих участках реки, где условия обитания довольно однообразны и мало отличается от озерных. Они были найдены на 9 станциях из исследованных 11, что составляет 82% встречаемости в реке. Данный показатель распространения имеет ряд определяющих причин основан из которых является недостаток благоприятных условий в биотопе и в первую очередь отсутствие макрофитов. Как известно этот вид предпочитает именно участки с зарослями макрофтах на которых он может получать необходимое питание (Михайлов, 2014). Кроме того, так как исследованные участки имели довольно высокую скорость течения для равнинной реки (в среднем 0.3 м/с) их существование во многом определились именно затишными районами.

Значительные показатели количественного развития моллюсков в общем составе макрозообентоса всего имеют значительный вклад. Так численность моллюска *S. (S.) palustris* на станциях реки Самара имела средние значения 6 экз./м² (рис. 2). Минимальные значения этих показателей отмечены на 8 станции (1 экз./м²). Самые высокие количество особей было найдено на 1 станции. Наибольшее число здесь было найдено в связи с благоприятными условиями на этом участке, который во многом характеризуется высокой площадью макрофитов и низкой скоростью течения. Важное значение, что основную численность на этой станции составляют особи возрастом 1+.

Тенденция биомассы *S. (S.) palustris* на исследованных станциях в р. Самара отличаются от численности особей за исключением станций, расположенных ближе к устьевому участку (рис. 2). Минимальные значения (0.064 г/м²) были зарегистрированы на 5 ст., где полностью отсутствовали макрофиты. Пик был отмечен на 7 ст. (23.906 г/м²) с максимальной площадью зарастаемости 30%, а также минимальной скоростью течения 0.2 м/с. Кроме того на этой станции были найдены только половозрелые особи с возрастом 3+ и 4+.

Моллюск *S. (S.) palustris* на р. Самара обитает на биотопах имеющие специфические особенности характерные для распределения этого вида в данных условиях. Для установления основных экологических факторов определяющих численное развитие особей нами была построена ординационная диаграмма в градиенте абиотических и биотических факторов.

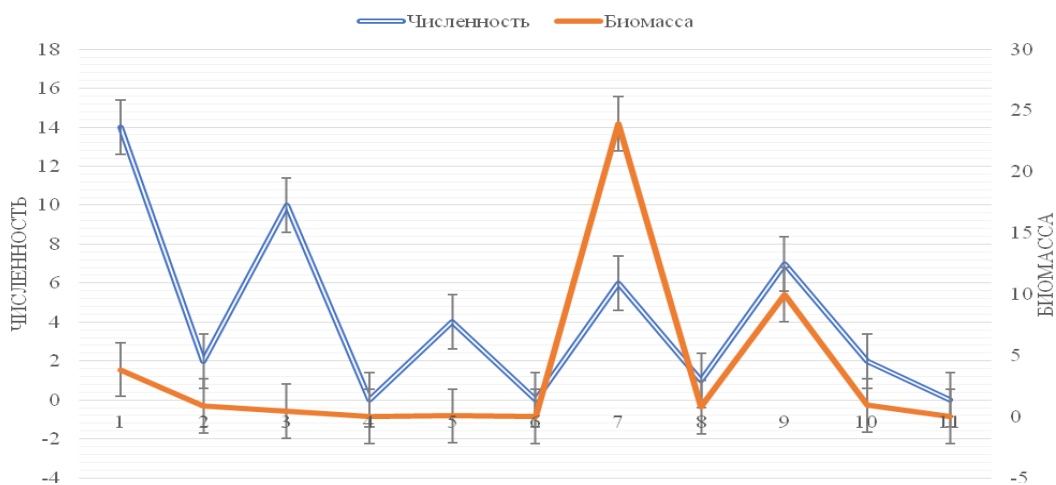


Рис. 2. Количественные показатели *S. (S.) palustris* на исследованных станциях р. Самара

Результаты проведенного канонического анализа соответствий (ССА) демонстрируют значимую связь (79%) представленных канонических осей, между моллюском *S. (S.) palustris* и градиентами факторов среды (рис. 3).

Изменчивость направления векторов свидетельствует о значительных взаимосвязях градиентов среды. Разные длины векторов характеризуют разную степень влияния экологических факторов на показатели численности *S. (S.) palustris*. Статистически значимыми ($p \leq 0.05$) переменными являются температура, грунт и площадь зарастания макрофитами. Остальные факторы оказывают меньшее влияние на распределения особей моллюска вдоль продольного профиля реки.

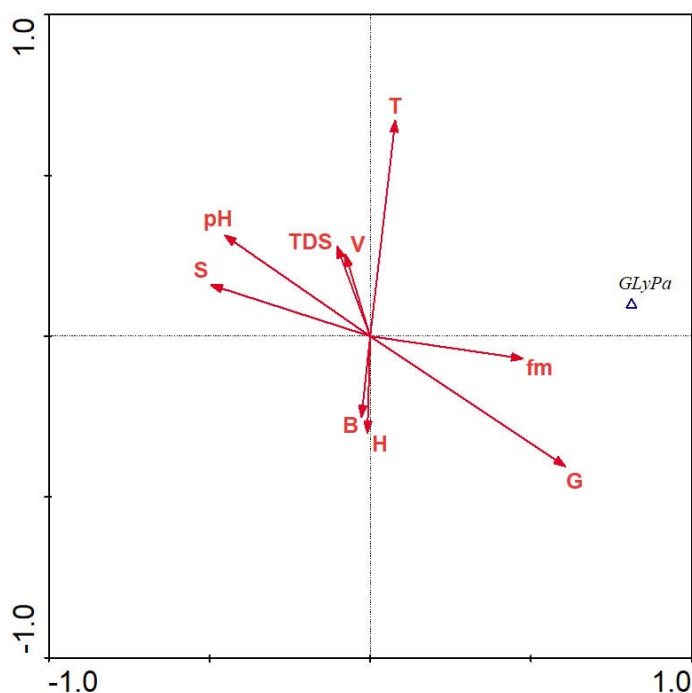


Рис.3. Ординация методом ССА (биplot) для численности *S. (S.) palustris* (код вида – *GRaAu*) в р. Самара, вдоль градиента факторов среды: fm – площадь зарастания макрофитами; S – прозрачность воды; V – скорость течения; TDS – минерализация; pH – водородный показатель; G – тип грунта; B – ширина участка реки; T – температура воды; H – максимальная глубина.

Выводы.

В составе исследованных нами пресноводных моллюсков был в реке Самара был зарегистрирован *S. (S.) palustris*. Встречаемость вида составляет 82%.

Показатели численности и биомассы особей вида имеют разную тенденцию за исключением станций, расположенных ближе к устьевому участку. Их значения изменялись в пределах от 1 до 14 экз./м² и от 0.064 до 23.906 г/м².

Определяющими распределение *S. (S.) palustris* экологическими факторами вдоль продольного профиля реки были установлены с помощью многофакторного дисперсионного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Жадин В.И.** Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М. Л.: АН СССР, 1952. 376 с.
- Зинченко Т.Д.** Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область): Эколого-фаунистический обзор. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
- Зинченко Т.Д., Шитиков В.К., Абросимова Э.В.** Статистический анализ популяционной структуры водных экосистем // Астраханский вестник экологического образования № 1 (31) 2015. С. 33-41.
- Кияшко П.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В.** Класс Брюхоногие моллюски // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цаллолихин. М-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 2016. С. 335-438.
- Кожова О.М., Павлов Б.К.** Экологическое прогнозирование и состояние планктона Байкала // Изменчивость природных явлений во времени. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1982. С. 141-152.
- Михайлов Р.А.** Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16, №5(5). С. 1765-1772.
- Михайлов Р.А.** Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. Тольятти: ООО «Кассандра», 2017. 103 с.
- Старобогатов Я.И.** Биологическое разнообразие моллюсков континентальных водоемов и состояние его изученности в российской федерации и соседних государствах // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 60-64.
- Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е.** Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Ч.1/ Под ред. И.А.Васильевой. Екатеринбург: Голицынский, 2009. 162 с.
- Шупейко А.А., Кантор Ю.И.** О разнообразии моллюсков. Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука. 1994. С. 60-65.
- Vinarski M.V., Kantor Yu.I.** Analytical catalogue of fresh and brackish water molluscs of Russia and adjacent countries. Moscow: A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of RAS, 2016. 544 p.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R. et al.** vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-2. 2011. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan> (accessed 1.02.2020)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МОЛЛЮСКА***BITHYNIA (BITHYNIA) TENTACULATA (LINNAEUS, 1758)*****В ЛЕНТИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЕ****Р.А. Михайлов***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***SPACE-TIME DYNAMICS OF THE MOLLUSK
BITHYNIA (BITHYNIA) TENTACULATA (LINNAEUS, 1758)
IN THE LENTIC ECOSYSTEM****Roman Mikhaylov***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

На территории речных долин Самарской области большинства водотоков находятся многочисленые озера, которые нередко занимают весьма большие площади и являются важным элементом ландшафта. Пойма Волги относится к островному типу образованный путем возникновения, разрушения и соединения островов. Исходным типом придаточных водоемов являются протоки между островами, имеющие местные названия «воложки». При заполнении одной части воложки аллювиальными наносами они со временем превращаются в озеростарицу (Голубая книга, 2007).

Область богата многочисленными пойменными водоемами, находящимися в разных стадиях зарастания и имеющих различное происхождение. Глубина пойменных водоемов различна, наибольшая глубина достигает 4,5-5 м и более. Согласно данным О.Н. Зиминой (1959), воды большинства озер характеризуется умеренной минерализацией, составляющей 208-296,3 мг/л и достаточным запасом биогенных элементов. Дно водоемов обычно покрыто отложениями илистых частиц (Голубая книга, 2007).

Пойменные водоемы Самарской области в настоящее время изучены еще слабо.

Поэтому целью нашей работы было исследовать сезонную динамику пресноводного моллюска *B. (B.) tentaculata* и установить основные факторы ее определяющих.

Материалы и методы

Озеро Круглое – пойменный водоем, который простерается вдоль Саратовского водохранилища. Расположен на особо охраняемой территории НП «Самарская лука» между селами Кольцово и Мордово (53°10'53.8" с.ш., 49°25'19.1" в.д.) (рис. 1). В период весеннего половодья озеро заполняется водами водохранилища. Площадь озера составляет 5397 м², с максимальной глубиной 3 м. Берега слабо изрезанные, местами топкие, слабо заболоченные. Для озера характерен мощный слой донных отложений, представляющих собой коричневатый торфянистый ил с остатками корневищ высшей растительности (Михайлов, 2017).

Сбор моллюсков в озере проводился в межливневый периода с мая по октябрь. Сбор проводился в разных участках озера по стандартной площадной методике с использованием количественной рамки и гидробиологического сачка с ячейей 0.5–1 мм (длина ножа 0.2 м) (Жадин, 195). Дополнительно использовали ручной сбор более крупных особей. Отобранный материал в полевых условиях фиксировали 95%-м раствором этанола, который через неделю заменили на 70% (Старобогатов и др., 2004). Камеральная обработка выполнена при помощи стереоскопического микроскопа МБС-10.

Обработка массива данных была осуществлена с использованием статистической среды R v. 3.02 и пакета vegan (Oksanen et al. 2011).

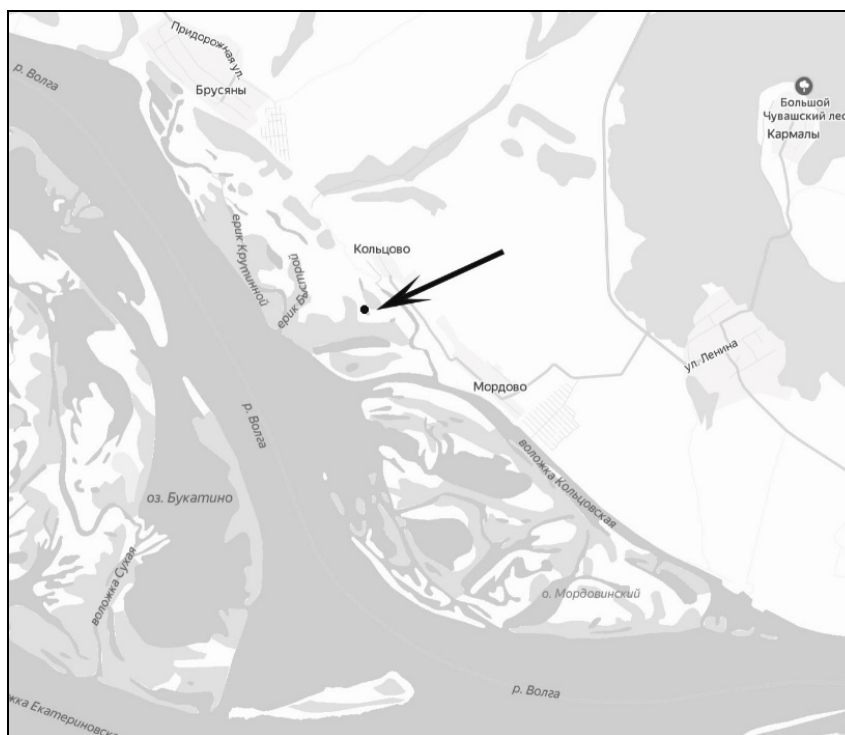


Рис. 1. Место расположения озера Круглого

Результаты и обсуждение

Нами была изучена малакофауна озера Круглого в течение всего меженного периода с мая по октябрь. За это время в озере было найдено 7 таксонов пресноводных моллюсков. Эти виды относятся к 2 классам, 5 отрядам, 9 семействам и 14 родам (Михайлов, 2014). Также в составе общих проб нами были зарегистрированы особи, которые согласно кинологическим особенностям раковины нами были отнесены к виду *B. (B.) tentaculata*.

Данный моллюск регистрировался нами на различных участках озера в течении всего периода исследования. Встречаемость особей в пробах была высока и составляла 80%. Данное значение позволяет нам говорить о массовом обитании этого вида в озере Круглом. Как известно данный вид предпочитает именно заиленные медленно текущие реки, озёра, пруды, болота (Кияшко, Солдатенко, Винарский, 2016).

Особи моллюска нами обычно находились на нижних участках высшей водной растительности и на их разлагающихся остатках на дне водоема. Выявить наибольшее предпочтение не удалось т.к. они были распределены примерно в равной степени. Однако можно отметить, что ювенильные особи встречались в основном на растительности. Вероятно, это в первую очередь связано с тем, что кладки яиц чаще всего расположены именно на водных растениях и первое время молоди они держаться рядом с местом выхода из яиц. Кроме того, это может быть связано удобством соскребания теркой диатомовых водорослей и мелкий растительный детрит с растительного субстрата.

Количественные показатели численности особей *B. (B.) tentaculata* в течении всего сезона изменялись по-разному. Пик развития численности особей приходится на июнь (рис. 2).

В этот период регистрируется большое количество ювенильных особей, которые вносят основной вклад в общий показатель в этот период. В дальнейшем численность немного спадает и в остальной период имеет схожие значения до конца октября.

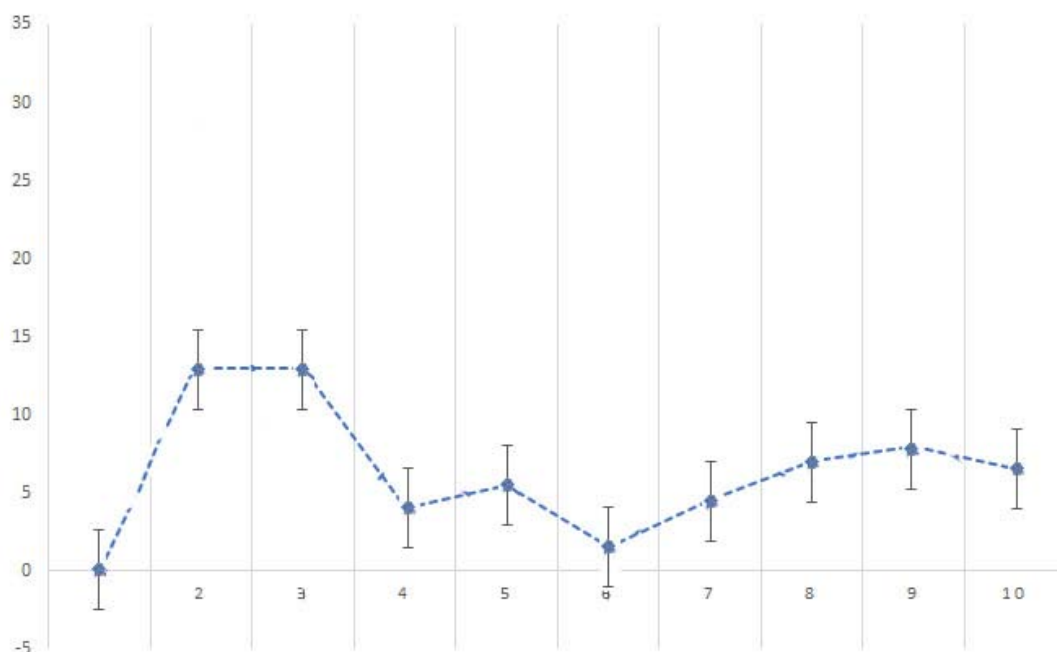


Рис.2. Скользящая средняя численности *B. (B.) tentaculata* в период исследования

Биомасса моллюска *B. (B.) tentaculata* аналогично численности возрастает в июне (рис. 3), вероятно по тем же причинам, что и численность. После небольшого спада биомасса начинает возрастать до уровня июня месяца. Эта тенденция обусловлена набором индивидуального веса во многом именно молодых особей в течении года, т.к. их вес растет значительно в первый период жизни.

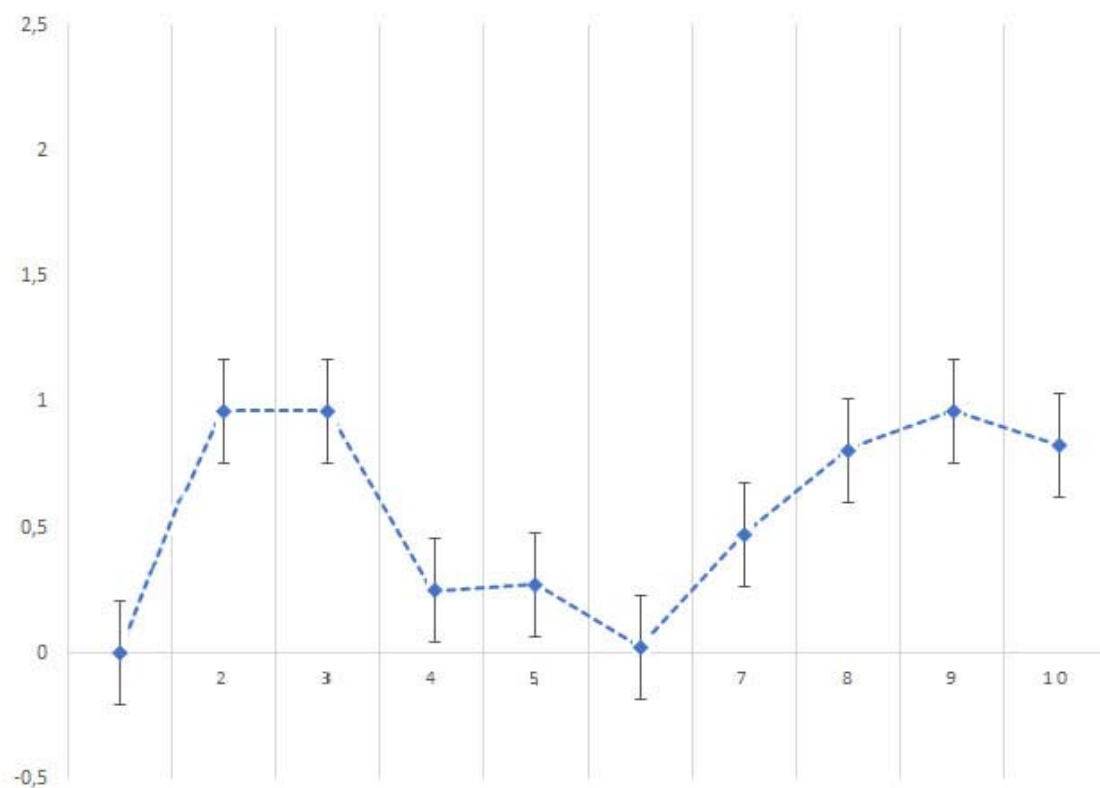


Рис.3. Скользящая средняя биомассы *B. (B.) tentaculata* в период исследования.

Выводы

В озере в составе общего видового разнообразия пресноводных моллюсков нами зарегистрировался вид *B. (B.) tentaculata*.

Встречаемость в пробах особей вида в течении всего исследуемого периода была высока и составляла 80%

Количественные показатели численности и биомассы *B. (B.) tentaculata* за весь сезон имели аналогичную динамику, во многом обусловленную молодью вида.

ЛИТЕРАТУРА

- Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы / Под ред. Г.С. Розенберга и С.В. Саксонова. Самара: СамНЦ РАН, 2007. 200 с.
- Зимина О.Н.** Гидрохимический и гидробиологический режим промысловых водоемов I и II надпойменных террас поймы р. Волги в пределах Куйбышевской области // Тр. проблемных и тематических совещаний. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Вып. 5. С. 60-63.
- Жадин В.И.** Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.; Л.: АН СССР, 1952. 376 с.
- Кияшко П.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В.** Класс Брюхоногие моллюски // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолыхин. М-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 2016. С. 335-438.
- Михайлов Р.А.** Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16, №5(5). С. 1765-1772.
- Михайлов Р.А.** Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. Тольятти: ООО «Кассандра», 2017. 103 с.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. СПб: Наука, 2004. С. 9-491.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R. et al.** vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-2. 2011. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan> (accessed 1.02.2020)

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ МОЛЛЮСКА *RADIX (RADIX) AURICULARIA* В РЕКЕ САМАРА**Р.А. Михайлов***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***SPATIAL PECULIARITIES OF DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF THE SNAILS *RADIX (RADIX) AURICULARIA* OF THE SAMARA RIVER****Roman Mikhaylov***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Особенности закономерностей пространственно-временного распределения водных организмов относятся к фундаментальным задачам экологии и гидробиологии (Алимов, Богатов, Голубков, 2013; Guisan, Thuiller, 2005). Для водотоков важное значение отводится проблеме гетерогенности видовой структуры гидробионтов вдоль течения реки (Шитиков, Зинченко, 2014; Perry, Schaeffer, 1987), где определяющими гидрологические условия являются ширина и скорость течения водотока (Зинченко, Головатюк, Шитиков, 2017).

Исследования, направленные на изучение малакофауны внутренних водоемов, имеет большое теоретическое и практическое значение (Старобогатов, 1994). Брюхоногие составляют основу макрозообентоса беспозвоночных пресных вод, часто достигая высоких значений численности, плотности и биомассы. Эти моллюски – являются хорошими индикаторами состояния среды (Михайлов, 2017), в том числе загрязнения, вызванные ядохимикатами. Они служат промежуточными хозяевами для многих видов трематод, в том числе для возбудителей фасциоза и парамфистоматозов жвачных сельскохозяйственных и промысловых животных, а также диплостоматоза рыб (Монаков, 2011). Исследования комплекса экологических факторов и условий, определяющие их в речной экосистеме, привели к появлению различных гипотез особенностей распределения организмов теории речного континуума, экологической ниши и ландшафтных фильтров. Однако на фоне общей континуальной наблюдаются локальные биотопическая изменчивости связанные в основном с особенностью геоморфологии ландшафта (Зинченко, Головатюк, Шитиков, 2017).

Целью настоящей работы является анализ пространственного распределения моллюска *Radix (Radix) auricularia* (Linnaeus, 1758) вдоль продольного профиля реки и факторов его определяющих.

Материалы и методы

Река Самара является левым притоком Саратовского водохранилища. Ее исток расположен на северных склонах Общего Сырта. Длина реки составляет 594 км, по Самарской области протекает 230 км. Площадь водосбора – 46.5 тыс. км². Река течет в районе пониженного увлажнения, но является достаточно многоводной. Долина реки ассиметрична и достигает 10–16 км ширины. С правой стороны ее ограничивают возвышенности, а с левой – на всем протяжении простираются пологие склоны. Главные притоки реки: Большой Уран, Малый Уран, Ток, Бузулук, Боровка, Большой Кинель (Зинченко, 2002).

Отбор материала на р. Самара проводился в ходе полевых исследований вдоль течения реки на территории Самарской области. Отбор проб был выполнен на 11 станциях согласно стандартной площадной методике с использованием количественной рамки и гидробиологического сачка с ячейей 0.5–1 мм (длина ножа 0.2 м) (рис. 1). Дополнительно использовали ручной сбор более крупных особей. Отобранный материал в полевых условиях фиксировали 95%-м раствором этанола, который через неделю заменили на 70% (Старобогатов и др., 2004). Камеральная обработка выполнена при помощи стереоскопического микроскопа МБС-10. Математическую обработку массива данных для изучения связи абиотических, био-

тических факторов среды с моллюсков выполняли с применением средств экологического моделирования с помощью канонического анализа соответствий (ССА), с использованием статистической среды R v. 3.02 и пакета *vegan* (Oksanen et al. 2011).

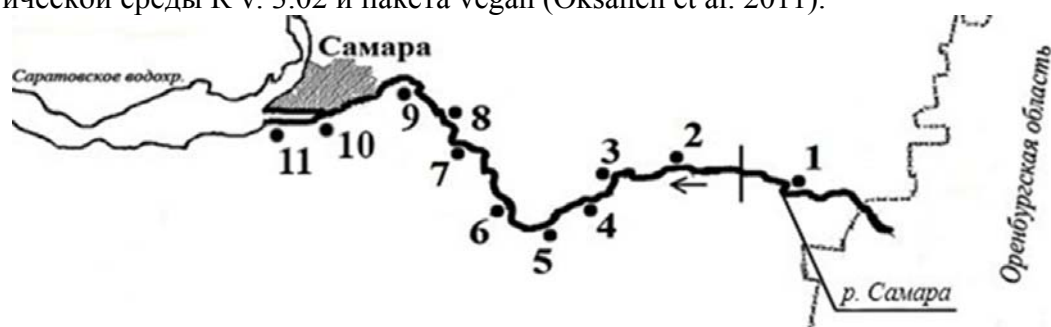


Рис. 1. Карта-схема исследований в р. Самара с точками отбора проб: 1 - с. Борское, 2 - с. Богатое, 3 - с. Съезжее, 4 - база отдыха "Ясная поляна", 5 - с. Утевка, 6 - с. Домашка, 7 - с. Спиридоновка, 8 - п. Бобровка, 9 - п. Алексеевка, 10 – Южный мост, 11 – Засамарская слободка; | - граница разделение реки на среднее и нижнее течение.

Результаты и обсуждение

Нами был собран и обработан материал с 11 станций в реке Самара. Всего на данном участке реки было зарегистрировано 49 видов пресноводных моллюсков. Данные особи относятся к 2 классам, 4 отрядам, 12 семействам и 26 родам. В составе общего числа видов в реке Самара нами были зарегистрированы пресноводный моллюск *R. (R.) auricularia*.

Особи моллюска *R. (R.) auricularia* зарегистрированы на разных станциях р. Самара. Всего вид был найден нами на 5 из 11 исследованных станциях. Данный процент встречаемости моллюска составляет всего 45 %, это позволяет говорить о том, что большая часть биотопов в водотоке не являются благоприятными для их обитания. Как известно этот вид предпочитает обитать в озёрах, прудах, старицах, реже ручьях на участках с низкой скоростью течения воды (Кияшко, Солдатенко, Винарский, 2016). Средняя скорость течения в момент исследования в реке составляла 0.3 м/с. В данных условиях моллюск существовал только в зарослях макрофитов, где течение практически отсутствовало. Данные участки можно назвать рефугиумами для моллюсков этого вида в лотических экосистемах (Михайлов, 2014).

Количественные показатели численности особей *R. (R.) auricularia* изменялись на разных станциях в пределах от 1 экз./м² на ст. 11, до 16 экз./м² на ст. 1 (рис. 2). Наибольшее число особей на ст. 1 связано благоприятными условиями на этом участке, который во многом характеризуется высокой площадью макрофитов и низкой скоростью течения. Средний возраст особей на этой станции составлял 3+. Станция 11 расположенная в устьевом течении реки имеет значительное влияние вод Саратовского водохранилища, что оказывает значительный эффект на условия обитания здесь моллюска. Данный участок реки подвержен спаду уровня воды с большими уклонами свободной поверхности и значительными скоростями течения. В результате там происходит размыв дна, что осложняет поддержание стабильных условий, имеющих важное значение, для обитания там моллюсков. В первую очередь это влияет на возможность существование в этих условиях зарослей макрофитов, которые в реках являются основным субстратом для *R. (R.) auricularia*.

Показатели биомассы представителей моллюска *R. (R.) auricularia* имеет общую тенденцию с численностью этого вида в реке. Она изменялась в пределах от 0.155 г/м² до 24.636 г/м², с точками экстремума на 1 и 7 станциях соответственно (рис. 3). Максимальное значение на 7 ст. связано с значительным индивидуальным весом особей вида и в среднем он достигал 3.45 г. Несмотря на то, что численность особей на ст. 1 была самой высокой, биомасса на этой станции низкая. Это в первую очередь объясняется преобладанием найденных на этой станции ювенильных особей вида, индивидуальный вес которых составляла 0.049 г.

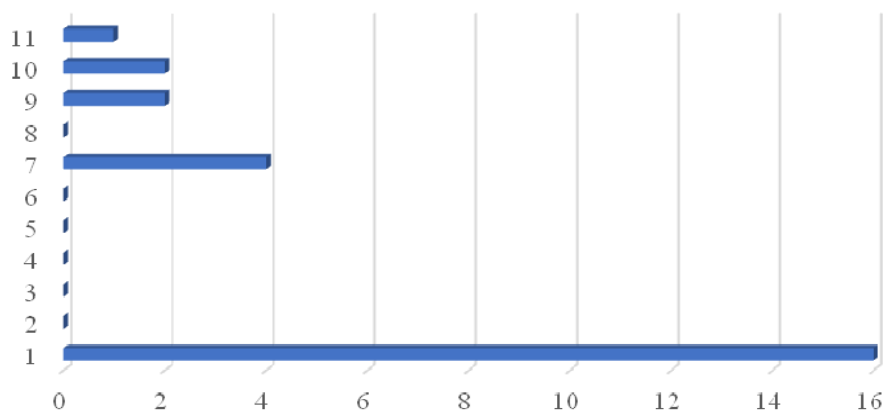


Рис. 2. Численность *R. (R.) auricularia* на станциях р. Самара.

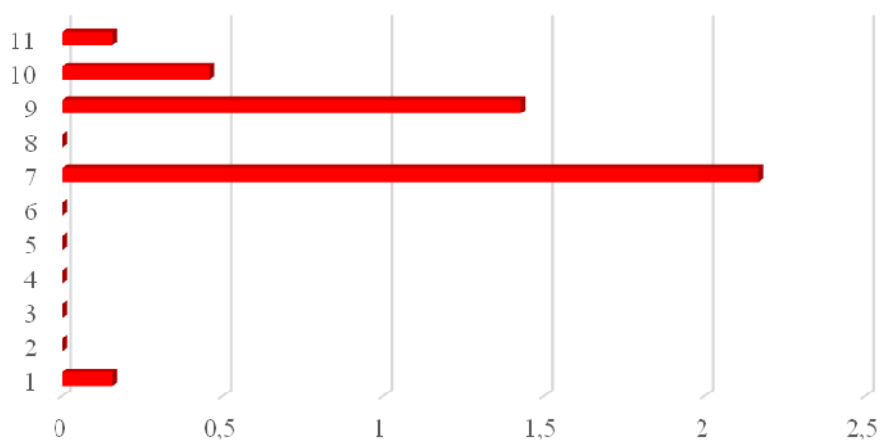


Рис.3 Биомасса *R. (R.) auricularia* на станциях р. Самара.

Исследованные биотопы р. Самара имеют различные экологические условия, которые в различной степени и определяют особенности распределения *R. (R.) auricularia* в реке. С целью установления главных факторов влияющих на развитие особей этого вида нами была построена многомерная ординация видов вдоль экологических факторов методом канонического анализа соответствий (ССА) (рис. 4).

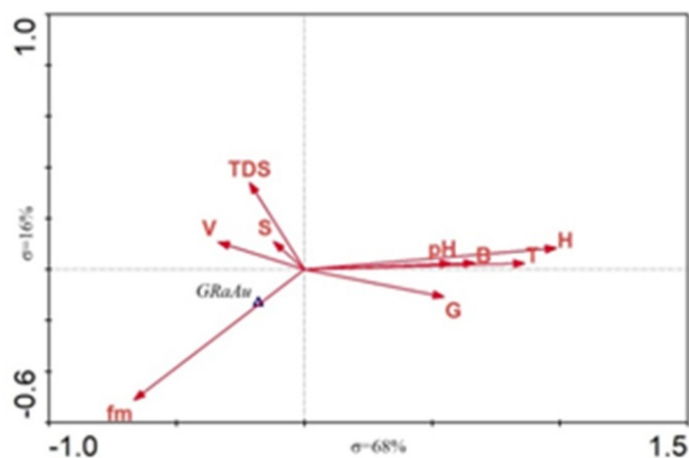


Рис.4. Ординационная диаграмма с использованием метода ССА (биplot) для численности (*R. (R.) auricularia* (код вида – *GRaAu*) в р. Самара, вдоль основных экологических факторов: fm – площадь зарастания макрофитами; S – прозрачность воды; V – скорость течения; TDS – минерализация; pH – водородный показатель; G – тип грунта; B – ширина участка реки; T – температура воды; H – максимальная глубина.

Результаты многофакторного дисперсионного анализа демонстрируют значимую связь (84%) представленных канонических осей, между моллюском *R. (R.) auricularia* и градиентами факторов среды

Разнообразие направлений векторов свидетельствует о значительных взаимосвязях градиентов среди исследованных факторов. Наибольшее влияние на распределение моллюсков среди градиента факторов имеет площадь зарастания макрофитами и глубина участка реки ($F = 1.78$ и $F = 0.72$, $p \geq 0.05$).

Выводы

Найденные виды *R. (R.) auricularia* в реке Самара были встречены менее чем в половине исследованных станциях.

Численность особей на различных станциях изменялась в пределах от 1 экз./м² на ст. 11, до 16 экз./м² на ст. 1, биомасса менялась от 0.155 г/м² на 1 ст., до 24.636 г/м² на ст. 7.

Определяющими распределение моллюска экологическими факторами являются: площадь зарастания макрофитами и глубина участка реки.

ЛИТЕРАТУРА

- Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М.* Продукционная гидробиология. СПб.: Наука, 2013. 342 с.
- Зинченко Т.Д.* Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область): Эколого-фаунистический обзор. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Шитиков В.К.* Особенности пространственного распределения донных сообществ равнинной реки бассейна Средней Волги // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2017. № 40. С. 163-180.
- Кияшко П.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В.* Класс Брюхоногие моллюски // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолыхин. М-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 2016. С. 335-438.
- Манаков Д.В.* Эколого-фаунистическая характеристика брюхоногих моллюсков пастбищных водных объектов окрестностей пос. Рыбачий (Куршская коса, Калининградская область) // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка "Куршская Коса". Калининград.: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта. 2011. С. 78-92.
- Михайлов Р.А.* Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16, №5(5). С. 1765-1772.
- Михайлов Р.А.* Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. Тольятти: ООО «Кассандра», 2017. 103 с.
- Старобогатов Я.И.* Биологическое разнообразие моллюсков континентальных водоемов и состояние его изученности в российской федерации и соседних государствах // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 60-64.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М.* Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертину. СПб: Наука, 2004. С. 9-491.
- Шитиков В.К., Зинченко Т.Д.* Статистический анализ структурной изменчивости донных сообществ и проверка гипотезы речного континуума // Водные ресурсы. 2014. Т. 41, № 5. С. 530-540.
- Guisan A., Thuiller W.* Predicting species distribution: offering more than simple habitat models // Ecology Letters. 2005. Vol. 8. PP. 993–1009.
- Perry J.A., Schaeffer D.J.* The longitudinal distributions of or riverine benthos: a river discontinuum? // Hydrobiologia. 1987. № 148. PP. 257-268.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R. et al.* vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-2. 2011. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/> (accessed 1.02.2020)

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ ПИЯВОК ГОРОДА ВОЛОГДА
(МАЛЫЕ РЕКИ СОДЕМА И ШОГРАШ)**

А.С. Никулина, Ю.Н. Белова, А.Б. Чхобадзе

Вологодский государственный университет, Вологда (Россия)

**THE FIRST DATA ON LEECH FAUNA OF VOLOGDA CITY
(SMALL RIVERS SODEMA AND SHOGRASH)**

Anastasia Nikulina, Yulia Belova, Andrey Czobadze

Vologda state university, Vologda (Russia)

В городе Вологда сложилась любопытная ситуация в отношении одной из групп макрозообентоса - пиявок. Изучение водной фауны населённого пункта ведётся давно, первые экскурсии сотрудников областного вуза на водоёмы начались более 60-ти лет назад (Савинов, 1957). Последние 20 лет бентос водотоков и водоёмов изучают как школьники и студенты (Ельцина, Щучёва, 2010а, 2010б, 2010в, 2011; Зырина, 2013а, 2013б, 2013в; Матвеева, Рюмочкина, 2008), так и учёные (Ивичева, 2016, 2017; Ивичева, Филоненко, 2012б, 2019; Лобуничева и др., 2011; Отчёт..., 2010), но в их публикациях пиявок либо нет, либо они указываются как группа, но не названы до вида. Только два источника содержат конкретные упоминания гирудиной для прудов Вологды - это *Helobdella stagnalis* и *Erpobdella octoculata* (Лобуничева, 2013: 117; Отчёт..., 1992: 65). Для городских рек указаний видов пиявок найти не удалось. Более того, даже в бытовом общении горожан эти черви фигурируют крайне редко; мы имели возможность убедиться в этом на примере социальных сетей, где пока удалось найти лишь два случая (Чухарева, 2015; Якушев, 2014). Возможно «умолчание» связано с негативными ассоциациями у людей, что хорошо видно по художественному произведению вологодского писателя (Балакшин, 2005: 52), или же потому, что большинство видов пиявок ведут скрытный образ жизни.

Скудость региональных хорологических знаний по данной группе кольчатых червей и активизация работ по подготовке видового перечня для второго издания областной Красной книги (Отчёт..., 2018), где предполагается наличие пиявок, в отличие от аналогичного перечня первого издания (Постановление..., 2006), побудили нас провести гирудологическое исследование водных объектов Вологды. Так же актуальность исследования заключается в том, что пиявки являются важным звеном трофических и консортивных цепей водных экосистем, однако практически нет современных сведений о биоэкологических и биотопических особенностях этих червей в Вологодской области.

Территория исследования. Гирудофауна Вологды изучалась на двух малых реках (Содема и Шограш), протекающих в черте города. Река Содема/Содима (в нижнем течении исторически носит название Золотуха) протекает по городу с юго-западной стороны, имеет участки с частично спрямлённым руслом, её протяжённость составляет 15 км. В центральной части города Содема впадает в Вологду. Река Шограш протекает по городу с южной стороны, она имеет извилистое русло, её протяжённость составляет 20 км. В юго-восточной части города Шограш впадает в Вологду. Расположение большей части водотоков в границах города определяет мощное антропогенное воздействие на их экосистемы, высокий уровень загрязнения вод и существенную трансформацию водных сообществ (Ивичева, Филоненко, 2012а, 2012б, 2013, 2017, 2019).

Материалы и методы. Полевые работы проводились с августа по сентябрь 2018 и 2019 годов (реки Содема и Шограш соответственно). На реке Содеме были взяты пробы на 8 точках, на реке Шограш – на 11 точках. Проба отбиралась в течение 40-50 минут, использовался метод ручного сбора (рисунок 1). Пиявки собирались с каменистого, древесного и искусственного субстратов, полностью или частично погруженных в воду, а также с водных и водно-околоводных растений, преимущественно из их листовых пазух. Кольцецы фиксировались в 95% этиловом спирте, видовая принадлежность определялась по двум ключам (Лукин,

1976; Определитель..., 2010). Всего отловлено 422 экземпляра пиявок, все они хранятся в гирудологической коллекции ВоГУ.

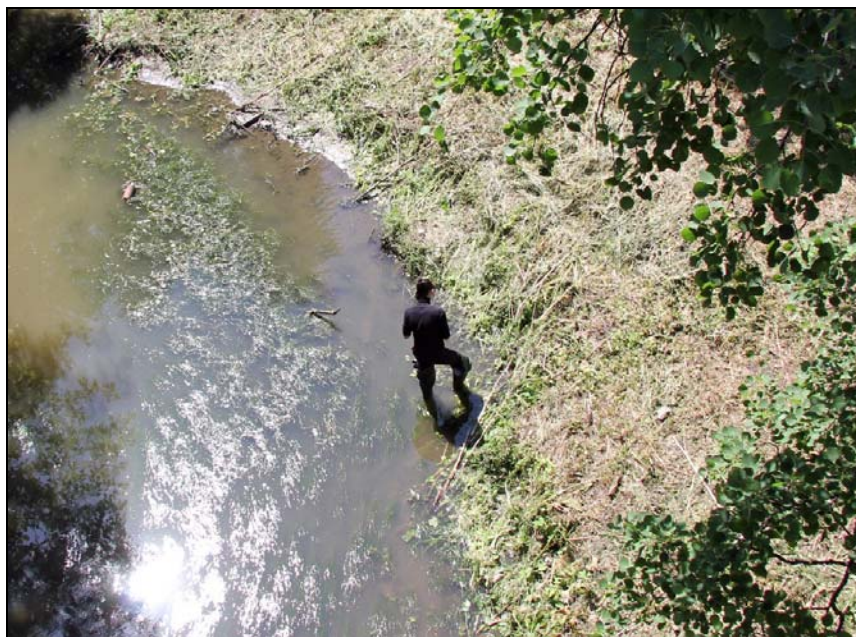


Рис.1. Один из авторов собирает пробу на реке Золотуха (съемка И.А. Мастакова)

Результаты и обсуждение. В ходе исследований двух малых рек в границах городских земель было выявлено 8 видов гирудиней, относящихся к 3 семействам из 2 отрядов. Далее приведён краткий аннотированный список пиявок Вологды. Для каждого червя указаны: жизненная форма (Ab - амфибионт, Hb - гидробионт); тип питания (Pr - хищник, PS - паразит-стенофаг, PE - паразит-эврифаг); группа сапробности (Sma - α -мезосапроб, Smb - β -мезосапроб). В квадратных скобках сообщаются коды полигонов 50×50 км в сетке UTM для картирования в формате атласов животных и растений Европы (Hagemeyer & Blair, 1997; Sillero et al., 2014; Uotila et al., 2003). Звёздочкой отмечены виды, ранее известные для города.

Класс Clitellata. Подкласс Hirudinea.

Отр. Rhynchobdellida. Сем. Glossiphoniidae: * *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758) — Hb PE Smb [37VEF3]; *Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758) — Hb PS Smb [37VEF1 37VEF3]; *Theromyzon tessulatum* (O.F. Müller, 1774) — Hb PS Sma [37VEF3].

Отр. Arhynchobdellida. Сем. Erpobdellidae: *Dina lineata* (O.F. Müller, 1774) — Ab Pr Sma [37VEF3]; *Erpobdella nigricollis* (Brandes, 1900) — Hb Pr Sma [37VEF3]; * *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758) — Hb Pr Sma [37VEF1 37VEF3]; *Erpobdella teastecea* (Savigny, 1820) — Hb Pr Sma [37VEF3]. Сем. Haemopidae: *Haemopsis sanguisuga* (Linnaeus, 1758) — Ab Pr Sma [37VEF3].

Список не является исчерпывающим, поскольку мы предполагаем, что он может пополниться такими широко распространёнными видами как *Alboglossiphonia heteroclita* (Linnaeus, 1761) и *Hemiclepsis marginata* (O.F. Müller, 1774). Интересным фактом считаем обитание в нижнем и среднем течении Содемы представителей *Haemopsis sanguisuga* с разными паттернами окраски — однотонная без боковых полос, однотонная с боковыми полосами, с пятнами на спинной стороне и без боковых полос, с геометрически правильным зональным рисунком и без боковых полос (рисунок 2). Последний вариант окраски встречен не только у молодых особей, для которых он характерен (Лукин, 1976: 380), но и у вполне крупных и явно половозрелых экземпляров.

Изученные малые реки не обладают созологической значимостью, как в силу протекания в городской черте, так и из-за отсутствия находок видов, которые предполагаются к охране.



Рис. 2. Несколько видов пиявок малых рек города Вологда (съёмка А.С. Никулиной)

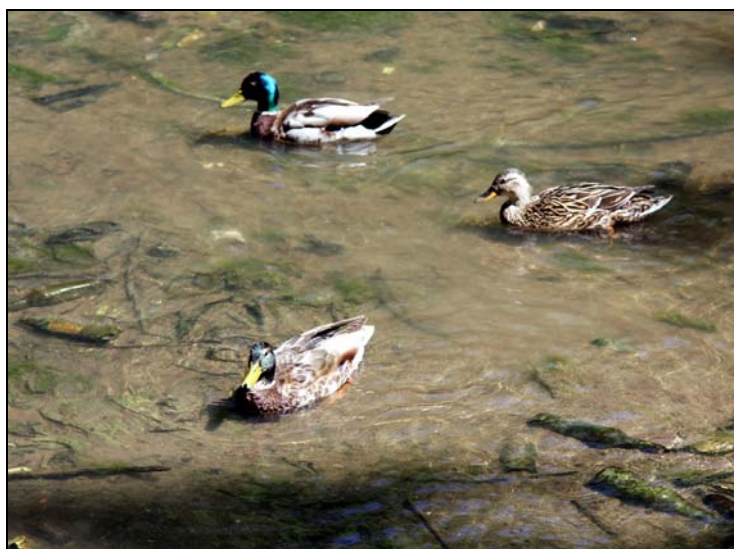


Рис.3. Утки — прокормители эктопаразитических пиявок (съёмка И.А. Мастакова)

Две пиявки (*Dina lineata*, *Erpobdella teastecea*), найденные в водотоках, предложены к включению в группу биологического контроля (Отчёт..., 2018). Их обитание в черте города удобно для проведения стационарных исследований по определению устойчивости к антропогенному воздействию и выяснению региональных особенностей биологии, экологии и участия в трофических связях сообществ макрозообентоса.

Таблица 1 - Общая представленность пиявок в двух малых реках в черте города Вологда

Виды	Содема		Шограш	
	число экз.	доля в %	число экз.	доля в %
<i>Dina lineata</i>	1	0,42	7	3,8
<i>Erpobdella nigricollis</i>	10	2,5	22	12,1
<i>Erpobdella octoculata</i>	89	37,08	17	9,3
<i>Erpobdella teastecea</i>	–	–	10	5,5
<i>Glossiphonia complanata</i>	44	18,33	21	11,5
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	28	11,66	4	2,2
<i>Helobdella stagnalis</i>	68	28,33	76	41,8
<i>Theromyzon tessulatum</i>	–	–	25	13,7
Всего	240	100	182	100

Таблица 2 - Встречаемость пиявок на участках двух малых рек в черте города Вологда

Виды	Содема			Шограш		
	Н	С	В	Н	С	В
<i>Dina lineata</i>	–	1 / 6,3	–	5 / 6,7	2 / 2,3	–
<i>Erpobdella nigricollis</i>	2 / 0,9	8 / 50,0	–	6 / 8,0	16 / 18,6	–
<i>Erpobdella octoculata</i>	86 / 39,3	2 / 12,5	1 / 20,0	9 / 12,0	5 / 5,8	3 / 14,3
<i>Erpobdella teastecea</i>	–	–	–	1 / 1,3	6 / 6,9	3 / 14,3
<i>Glossiphonia complanata</i>	40 / 18,3	–	4 / 80,0	7 / 9,3	12 / 13,9	2 / 9,5
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	24 / 10,9	4 / 25,0	–	–	–	4 / 19,0
<i>Helobdella stagnalis</i>	67 / 30,6	1 / 6,3	–	44 / 58,7	25 / 29,1	7 / 33,4
<i>Theromyzon tessulatum</i>	–	–	–	3 / 4,0	20 / 23,3	2 / 9,5
Всего	219 / 100	16 / 100	5 / 100	75 / 100	86 / 100	21 / 100

Примечание. Участки реки: Н — нижний, С — средний, В — верхний. Первое значение — число экземпляров, второе — доля в % от общего количества экземпляров в пробах на участке реки.

Количественные соотношения видов в реках целиком и на их отдельных участках отражены в таблицах 1 и 2. Данные уже публиковались (Никулина, 2019а, 2019б), но с ошибками, поэтому приводим их здесь исправленными и даём очень краткий анализ.

В видовом отношении Содема и Шограш отличаются незначительно — 6 и 8 видов соответственно (таблица 1), их систематические спектры не отличаются, что обусловлено сходным положением водотоков на местности и очень высоким уровнем антропогенной нагрузки. Дифференцирующие виды Шограша — *Erpobdella teastecea* и *Theromyzon tessulatum*. Последний вид относится к паразитам водоплавающих птиц (рисунок 3), его отсутствие в Содеме связано, скорее всего, со слабым развитием макрофитов. В Шограше в количественном отношении преобладают виды с паразитическим питанием (*Helobdella stagnalis* + *Glossiphonia complanata*). Это обусловлено тем, что водоток богат моллюсками, которые являются основными прокормителями глоссифонид. Анализ населения пиявок на разных участках рек показал, что их наибольшая численность и видовое богатство отмечены в нижнем и среднем течении водотоков (таблица 2), так как здесь лучше спектр условий обитания, таких как разнообразие укрытий и хорошая кормовая база.

Самые насыщенные видами семейства — это Erpobdellidae и Glossiphoniidae, в количественном плане последний таксон самый многочисленный. Самым насыщенным в видовом отношении оказался род *Erpobdella*, а по количеству экземпляров — *Helobdella*. (фондовый род и вид). Самый малочисленный род Шограша — *Haemopsis sanguisuga* (2,2 %), в Содеме численность червя в пять раз больше. По всей длине рек, в разном количестве на участках, живут *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata* и *Helobdella stagnalis*.

ЛИТЕРАТУРА

- Балакшин Р.А.** Обычные дни // Избранное: [В 2-х кн.] / Р.А. Балакшин. Вологда: Изд-во «Книжное наследие», 2005. С. 18–160.
- Ельцина А., Щучёва С.** Мониторинг и охрана малой реки Шограш г. Вологды // V Межрегиональный конкурс «Инструментальные исследования окружающей среды»: сборник материалов / Под ред. А.А. Мельника, М.В. Буйевой. СПб.: ЗАО «Крисмас+», 2010а. С. 79–81.
- Ельцина А., Щучёва С.** Мониторинг и охрана малой реки Шограш г. Вологды // Конкурс школьных исследовательских работ «Инструментальные исследования окружающей среды»: методические рекомендации / Авт.-сост. И.А. Орлова, А.А. Мельник. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: ЗАО «Крисмас+», 2010б. С. 53–54.
- Ельцина А., Щучёва С.** Мониторинг и охрана малой реки Шограш г. Вологды / МОУ ДОД «Детско-юношеский центр «Лидер», МОУ СОШ № 7: Рук. О.М. Белякова, О.М. Барболина [Электронный ресурс] // Конкурс «Инструментальные исследования окружающей среды». [2010в]. Режим доступа: http://eco-instrument.narod.ru/metod0001/rabota_0023.htm, свободный. Загл. с экрана.
- Ельцина А., Щучёва С.** Мониторинг и охрана малой реки Шограш г. Вологды / МОУ ДОД «Детско-юношеский центр «Лидер», МОУ СОШ № 7: Рук. О.М. Белякова, О.М. Барболина [Электрон-

- ный ресурс] // УЦ «Крисмас+»: Библиотека исследовательских работ. [10.01.2011]. Режим доступа: <http://u-center.info/librarischoolboy/researchwater/shorgash>, свободный. Загл. с экрана.
- Зырина Л.В.** Макрозообентос реки Содема (Вологодский район, Вологодская область) [Электронный ресурс] // Сельское, лесное и водное хозяйство: научно-практический журнал. 2013а. № 6(21). Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2013/06/1102>, свободный. Загл. с экрана.
- Зырина Л.В.** Особенности антропогенной трансформации реки Содемы (Вологодский район, Вологодская область) // Вестник НСО: сборник статей по итогам IV межвузовской студенческой конференции «Интеллектуальное будущее Вологодского края». Вологда: ВГПУ, 2013б. С. 16–18.
- Зырина Л.В.** Особенности малых водотоков на территории города Вологды как показатель состояния водных экосистем урбанизированных ландшафтов Вологодской области: магистерская диссертация / ВГПУ (кафедра зоологии и экологии): Науч. рук. Н.Л. Болотова. Вологда: ВГПУ, 2013в. 94 с. [Временный архив кафедры биологии и экологии ВоГУ]
- Ивичева К.Н.** Зообентос реки Вологды // Вода: химия и экология. 2017. № 01(103). С. 80–86.
- Ивичева К.Н.** Оценка экологического состояния реки Вологды // Рыбохозяйственные исследования на внутренних водоёмах: материалы докладов II Всероссийской молодежной конференции (Санкт-Петербург, 19–21 апреля 2016 г.) / Гл. ред. А.А. Лукин. СПб.: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2016. С. 107–112.
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В.** Анализ влияния освоенности речных бассейнов на качество вод методами ГИС // Принципы экологии. 2012а. № 2. С. 77–82. DOI: 10.15393/j1.art.2012.1061
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В.** Анализ зависимости качества вод по гидрохимическим показателям от освоенности водосборов // Принципы экологии. 2013. № 3. С. 53–61. DOI: 10.15393/j1.art.2013.2421
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В.** Влияние освоенности водосбора реки Верхней Сухоны (Вологодская область) на зообентос ее притоков // Принципы экологии. 2019. № 1. С. 19–31. DOI: 10.15393/j1.art.2019.8422
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В.** О влиянии освоенности водосбора реки Верхней Сухоны (Вологодская область) на химический состав вод ее притоков // Принципы экологии. 2017. № 3. С. 81–92. DOI: 10.15393/j1.art.2017.6422
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В.** Оценка качества поверхностных вод рек центральной части Вологодской области по показателям макрозообентоса // Студенческий научный форум — 2012: материалы IV Международной студенческой научной конференции [Электронный ресурс]. 2012б. [5] с. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2012/article/2012001459>, свободный. Загл. с экрана.
- Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А., Ивичева К.Н.** Экологическое состояние прудов города Вологды // География: проблемы науки и образования. LXIV Герценовские чтения: материалы ежегодной международной научно-практической конференции, посвященной памяти А.М. Алпатьева (Санкт-Петербург, РГПУ, 21–23 апреля 2011 года) / Отв. ред. В.П. Соломин, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. — СПб.: Изд-во «Астерион», 2011. — С. 171–173.
- Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А.** Оценка экологического состояния малых водоёмов: учебное пособие / Отв. ред. Н.М. Думнич. Вологда: ООО «Коперник35», 2013. 218 с.
- Лукин Е.И.** Пиявки пресных и солоноватых водоёмов. Л.: Изд-во «Наука», 1976. Т. 1. 484 с. (Фауна СССР. Нов. сер. № 109).
- Матвеева И., Рюмочкина Е.** Ковыринские пруды [Электронный ресурс] // Сайт «Ковырино». [2008]. Режим доступа: <http://kovyrino.ucoz.ru/publ/2-1-0-6>, свободный. Загл. с экрана.
- Никулина А.С.** Гирудофауна реки Содема / Науч. рук. Ю.Н. Белова, А.Б. Чхобадзе // Молодые исследователи — регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 23–24 апреля 2019 г.) / Гл. ред. А.А. Кочкин. Вологда: ВоГУ, 2019а. Т. 1. С. 511–513.
- Никулина А.С.** Гирудофауна реки Шограш / Науч. рук. Ю.Н. Белова, А.Б. Чхобадзе // XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: материалы межрегиональной научной конференции (Вологда, 18–22 ноября 2019 г.) / Гл. ред. В.Н. Маковеев. Вологда: ВоГУ, 2019б. Т. 1: Естественно-техническое направление. С. 569–571.
- Определитель** зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2010. Т. 2: Зообентос / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. 457 с.
- Отчёт** о НИР по теме: «Разработка и исполнение целевой комплексной программы „Экология г. Вологды“» (годовой отчёт) / ВГПИ (кафедра географии): Науч. рук. Е.А. Скупинова. Вологда:

НИБ ВГПИ, 1992. 221 с. [Временные архивы лаборатории геоэкологии и лаборатории биоразнообразия ВоГУ]

Отчёт о НИР по теме: «Составление комплексного кадастра искусственных водоёмов города Вологда с целью оптимизации их рекреационного использования» / Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ»: Науч. рук. Е.В. Лобуничева. Вологда, 2010. 203 с. [Временный архив Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО»]

Отчёт о НИР: «Исследование подлежащих охране и нуждающихся в биологическом контроле (надзоре) их состояния видов (внутривидовых таксонов) животных, выявленных на территории Вологодской области (за исключением круглоротых, рыб и водных беспозвоночных, выявленных в водных объектах Вологодской области)» / ВоГУ (кафедра биологии и экологии): Науч. рук. А.А. Шабунов. Вологда: ВоГУ, 2018. 88 с. [Временные архивы ДПРиООС ВО и лаборатории биоразнообразия ВоГУ]

Постановление Правительства Вологодской области от 19.12.2006 № 1274 «Об утверждении списка животных, занесённых в Красную книгу Вологодской области».

Савинов В.А. Зоологические экскурсии // Вологда и окрестности / Сост. П.К. Перепеченко. Вологда: Обл. кн. ред., 1957. С. 206–212.

Чухарева А. Комментарий о червях и пиявках [Электронный ресурс] // ВКонтакте: социальная сеть. [14.12.2015]. Режим доступа: https://vk.com/wall-17191997_28495?reply=28518, свободный. Загл. по содержанию.

Якушев Д. Комментарий о пиявках к фотографии водоёма [Электронный ресурс] // ВКонтакте: социальная сеть. [24.02.2014]. Режим доступа: https://vk.com/photo-3557755_297230260, свободный. Загл. по содержанию.

Hagemeyer E.J.M. & Blair M.J. (eds.) The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. London: T. & A.D. Poyser, 1997. CXLI, 903 p.

Sillero N., Campos J., Bonardi F., Corti C., Creemers R., Crochet P.-A., Isailovic J.C., Denoel M., Ficetola G.F., Goncalves J., Kuzmin S., Lymberakis P., de Pous P., Rodriguez A., Sindaco R., Speybroeck J., Toxopeus B., Vieites D.R., Vences M. Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe // Amphibia-Reptilia. 2014. Vol. 35, № 1. P. 1–31. DOI: 10.1163/15685381-00002935.

Uotila P., Kurtto A., Junikka L. New face of Atlas Florae Europaeae // Bocconeia. 2003. Vol. 16, № 2. P. 1107–1111.

«ПРОБУЖДЕНИЕ» МЕЗО- И МИКРООБРАСТАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ ЗИМНЕГО АНАБИОЗА (АЗОВСКОЕ МОРЕ)

Е.М. Парталы
Мариуполь (Украина)

«AWAKENING» ORGANISMS MEZO- AND MICROFOULING AFTER WINTER ANABIOSES IN AZOV SEA

E.M. Partaly
Ukraine, Mariupol

Изучение обрастания в Азовском море было начато в 60-е годы XX века Институтом океанологии РАН, когда всё внимание было сосредоточено на макрообрастании - оседании личинок, рост биомассы, обследована система водоснабжения металлургического комбината «Азовсталь».

Автором проводились полевые исследования и исследован полный состав альго – и зооценоза, в том числе и начато изучение мезо- и микрообрастания (Парталы, 1977). Полученные результаты по видовому составу, оседанию личинок и росту биомассы, пространственная (горизонтальная и вертикальная), трофическая структура, биоценотические связи и многие другие вопросы нашли отражение в монографиях автора (Парталы, 2003, 2006) и других многочисленных статьях.

Не был освещён зимний период и характеристика жизнеспособности мезо – и микрообрастателей после зимнего анабиоза, когда наступает «пробуждение» популяций этих видов. Этому вопросу посвящена данная статья: проанализированы экспедиционные материалы многих лет. Использованы микроскоп бинокулярный с увеличением в 32 и 56 раз и микроскоп биологический МБИ с увеличением в 56 и 600 раз..

Район исследований ограничен: 47°04' северной широты и 37°39' восточной долготы и 46°45' северной широты и 36°46' восточной долготы по направлению: Сопино - Мариуполь – Юрьевка.

Температура и солёность колебались за 1971 – 2019 гг.:
- 0,7 - + 30,9°C; 1,92 - 14,92 ‰.

Ниже приведены материалы по анализу состояния жизнеспособности массовых видов микро- и мезообрастания в Азовском море после зимнего периода.

Кругоресничная инфузория *Zoothamnium hentesheli* Kahl

Оседание этой инфузории в Азовском море с мая по октябрь при температуре воды: 6,5-25,7°C, наибольшая интенсивность при 18-25°C, когда численность её достигает 3 млн. зооидов на кв. дм за 10 дней экспозиции.

Зоотамний оседает как на искусственный субстрат, так и на мезо- и макрообрастателей, особенно в колониях гидроида *Garveia franciscana*, где обитает круглогодично.

Зимой зоотамний тоже размножается, хотя очень немногочислен, а активные зооиды отмечаются с декабря по февраль. и инфузории даже питаются, прикрепляются к субстрату... Часть популяции в виде «стебельков», без зооидов.

Состояние инфузорий при различной температуре выглядит так:

Температура, град.С	наличие зоотамния	состояние активности
0 – 11	есть зоотамний	есть и без «шляпок»
11,2-19,2	есть зоотамний	активны
22,1	есть зоотамний	активны
26,2	много зоотамниев	актины, «шляпки» обгрызаны тенеллией, крабом

При $t = 0,4 - +2,8 - 4,6^{\circ}\text{C}$ отмечено «оживление» инфузорий (февраль-апрель), а в мае при $15,2$ увеличивается численность на столонах гидроидов. Уже в июне при $23,2-26,4^{\circ}\text{C}$ зоотамниев становится больше – $8-12$ экз/мм столон гидроида. Эти инфузории продолжают встречаться и к сентябрю-ноябрю при $17,1-6,8^{\circ}\text{C}$ и остаются зимовать в биоценозе.

То есть, инфузория зоотамний практически встречается круглый год, зимой малочисленна, а с наступлением температуры $4,6 - 11,2^{\circ}\text{C}$ активизируется и активен как на искусственном субстрате, так и в эпибиозе на мезо- и макрообрастателях.

Разноресничные инфузории *Folliculina producta* Wridht. *F. aculeata* Stein.

***F. spirorbis* Dons**

Инфузория ***F. producta*** оседает на субстрат при температуре $12-26^{\circ}\text{C}$ в июне-августе. Остаётся в сообществе обрастания, в том числе и на макрообрастателях и других мезообрастателях и зимой.

С наступлением $t 4,6^{\circ}\text{C}$ (конец марта) фолликулина начинает «оживать» и, размножаясь, может прикрепляться к субстрату.

При температурах $4,6; 14,2; 24,8^{\circ}\text{C}$ немного увеличивается её численность от 1 до 5 инфузорий на 1 мм столон гидроида. Но первым сигналом об «оживлении» служит $4,6^{\circ}\text{C}$. Перезимовавшие фолликулины сидят плотно друг к другу, цвет «трубок» желтоватые, некоторые «трубки» начинают зеленеть (собственно инфузория «сидит» в бесцветной «трубке»). Некоторые «трубки» приподнимаются над поверхностью субстрата или над столоном гидроида. При $t 14,2-15,0^{\circ}\text{C}$ фолликулина встречается чаще.

А уже в июле при $t 24,8^{\circ}\text{C}$ численность фолликулин больше, инфузории густо покрывают столон гидроида, активны, инфузории яркозелёные, перистомальные доли выставлены за края «трубок», идёт фильтрация воды. Число фолликулин на гидроиде – 6 экз/мм столон.

Инфузория ***F. aculeata*** оседает при $t 18-20^{\circ}\text{C}$ весной-летом. Обычный цвет – зелёный, на искусственном субстрате за 10 дней достигает 700 экз./кв.дм. Зимует на искусственном субстрате или в колониях гидроида, цвет «трубки» меняется с зелёно-голубого на коричневый или прозрачная, не питается.

При $t 6,4^{\circ}\text{C}$ отмечено приподнятие отверстия шейки «трубки» под углом в 80° , «трубка» прозрачная. Только ближе к основанию её заметна зеленовато-рыхлая масса.

В некоторых «трубках» не видно и намётки на поперечную исчерченность, они лежат на субстрате как в «кокон». «Трубки» приподняты под углом в 45° , прозрачные. У некоторых особей не просматривается даже шейка «трубки». Перенесённая в лаборатории в сосуд с морской водой при $t 18^{\circ}\text{C}$ «трубка» начинает подниматься над субстратом, заметно движение ресничек, появляется активность у животного, фолликулина активно начинает фильтровать воду, так что $t 18^{\circ}\text{C}$ – это начало «пробуждения» этой фолликулины и в дальнейшем она, размножаясь, заселяет субстраты – как искусственный, так и природные.

Инфузория ***F. spirorbis*** оседает чуть позже, чем два предыдущих вида фолликулин – при $t 20-26^{\circ}\text{C}$, за 10 дней – 30 экз./кв.дм. Зимует в биоценозе, часто в колониях гидроида. В отличие от двух предыдущих, меняющих зимой окраску, эта фолликулина сохраняет свой ярко-коричневый цвет или же «трубки» обесцвечиваются до прозрачности.

При $t 1,4 - 2^{\circ}\text{C}$ у некоторых особей фолликулины спирорбис бывает заметна перемена в окраске. Основная же масса восстанавливает свою жизнеспособность после наступления температуры $4,6^{\circ}\text{C}$. Эта инфузория оседает позже и начало активности отмечается к 18°C .

При $t 20 - 22^{\circ}\text{C}$ инфузория начинает активно фильтровать воду, т.е. питаться.

МШАНКИ

В азовоморском мезообрастании три вида мшанок: две кожистые – ***Victorella pavida*** и ***Bowerbankia imbricata***, корковая ***Lapidosella ostroumovi***. (Зевина, 1967; Гонтарь, 2010).

Эти мшанки зимуют в биоценозе обрастания.

При $t - 0,1 - +1^{\circ}\text{C}$ у виктореллы и бовербанкии «трубки» прозрачные, внутри мшанок не просматривается. «жёлтое» тело, нет активности.

При $t +1,4^{\circ}\text{C}$ у кожистых мшанок нет чёткого изменения, у лапидоселлы же зооиды лопнувшие, кое-где просматривается внутри «трубок» «жёлтое тело», активности нет.

При $t 6,4^{\circ}\text{C}$ все три вида мшанок часто прикреплены к столонам гидроида *Garveia franciscana*, активности нет.

Впервые отмечена активизация жизнедеятельности у кожистых мшанок виктореллы и бовербанкии при $t 14,2^{\circ}\text{C}$ (в апреле), а при температуре $20,9^{\circ}\text{C}$ во всех трёх видах мшанок просматривается в «трубках» кожистых и в ячейках зооидах) корковой лапидоселлы «жёлтое» тело, при $t 18-26^{\circ}\text{C}$ активны и начинается оседание у лапидоселлы (за месяц – 140000 зооидов/кВ.м, при температуре $21-26^{\circ}\text{C}$ происходит оседание личинок кожистых мшанок на любые субстраты – 50000 зооидов/кВ.м за месяц.

Мшанки затем активны с июня по сентябрь.

Таким образом, активизация жизнеспособности у вышеуказанных микрообрастателей и мезообрастателей можно отметить с повышением температуры в следующей последовательности:

Температура, $^{\circ}\text{C}$	
4,6	инфузория <i>Zoothamnium hentsheli</i>
4,6	инфузория <i>Folliculina producta</i>
4,6	инфузория <i>Folliculina spirorbiis</i>
6,4	инфузория <i>Folliculina aculeata</i>
14,2	мшанка <i>Victorella pavidata</i>
14,2	мшанка <i>Bowerbankia imbricata</i>
14,2 – 18	мшанка <i>Lapidosella ostroumovi</i>

ЛИТЕРАТУРА

- Парталы Е.М.** К изучению мезо- и микрообрастания Азовского моря // Матер.1 съезда советских океанологов. Вып.2.М.: Б.и. – 1977.- С.117 – 118.
- Парталы Е.М.** Обрастание в Азовском море. – Мариуполь: Рената. -2003.- 378 с.
- Парталы Е.М.** Экология гидроида *Garveia franciscana* (Torrey) в Азовском море.-Мариуполь : « Новый мир».-2006.- 185 с.
- Зевина Г.Б.** Распространение мшанок (*Bryozoa*) и энтопрокта (*Entoprocta*) в Азовском море // Гидробиол журн.- 1967. – 3,3 1.- С.32 – 39..
- Гонтарь В.И.** Азовский представитель рода *LEPIDOSELLA GEN. NOV. (CHEILOSTOMATA, ANASCA)* Новый вид *LAPIDOSELLA OSTROUMOVI GONTAR* и его экология // Мир науки, культуры, образования.-2010.- №5(24). – С.274 – 282..

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ
Г. АЛЧЕВСКА МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ
И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

С.А. Перегорода, С.С. Швыдченко

*Донбасский государственный технический университет,
Алчевск (Луганская Народная Республика)*

**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF WATER
BODIES WITHIN ALCHEVSK AREA BY MEANS OF BIOTESTING AND
HYDROCHEMICAL ANALYSIS**

Peregoroda S.A., Shvydchenko S.S.

Donbas State Technical University, Alchevsk (Luhansk People's Republic)

Одной из наиболее актуальных экологических проблем современных урбанизированных территорий является загрязнение водных объектов (Бринчук, 2004). Рост урбанизации и промышленности приводит к антропогенному загрязнению водоёмов, что особенно актуально для промышленных городов. Водоёмы выполняют средообразующую роль, являются источником водоснабжения для населённых пунктов и местами рекреации (Саксонов, 2003). Особенно острой проблемой является загрязнение водных объектов тяжёлыми металлами, которые пагубно влияют на жизненные процессы флоры и фауны и, в отличие от органических загрязнителей, не подвергаются разложению (Мамырбаев, 2012). Главными источниками загрязнения водоёмов являются промышленные и коммунальные сточные воды, поверхностные стоки, загрязнённые атмосферные осадки (Шайхутдинова, 2016).

Согласно каталогу водоёмов, обнародованном Министерством природных ресурсов и экологической безопасности Луганской Народной Республики, на территории города Алчевск расположено 10 водоёмов. Это пруды: Ящиковский, Школьный, Больничный, Бубыринный, Васильевский, Верхне-Лиманский, Нижне-Лиманский, пруд пос. Административный, а также два водохранилища – Верхне-Орловское и Нижне-Орловское.

В последнее время для оценки экологического состояния вод всё большее применение находят методы фитотестирования (Евстифеева, 2017).

Материалы и методы исследований. Отбирались пробы воды из Школьного, Больничного, Верхне-Лиманского и Нижне-Лиманского прудов, а также Верхне-Орловского и Нижне-Орловского водохранилища. Выбор данных водоёмов обусловлен тем, что в них осуществляется сброс промышленных стоков, они имеют наибольшую площадь, находятся в черте города, разносторонне используются горожанами. Пробы воды были отобраны в октябре 2019 года. Пробоотборники помещали на глубине 30 см от поверхности воды. Химический анализ отобранных проб был проведен в химико-бактериологической лаборатории КП «АПУВКХ».

В лабораторных условиях для оценки токсичности отобранных проб применяли метод фитотестирования. В ходе эксперимента наблюдали всхожесть семян, длину проростков и длину корней. Оценивали показатели стандартных тест-объектов для фитотестирования, а именно: кресс-салата (*Lepidium sativum*), редьки обыкновенной (*Raphanus sativus*), горчицы белой (*Sinapis alba*), томата (*Solanum lycopersicum*), огурца посевого (*Cucumis sativus*), овса посевого (*Avena sativa*), пшеницы яровой (*Triticum aestivum* L.), жерухи обыкновенной (*Nasturtium officinale*). Семена проращивали в течение 7 суток в чашках Петри на фильтрах «Белая лента», смоченных водой, отобранной из исследуемых водоёмов при температуре 25 °С. В каждую чашку Петри высевали по 10 семян. Первый полив производили водой из исследуемого водоёма, последующие поливы осуществляли дистиллированной водой для предотвращения изменения концентрации токсинов. Повторность трёхкратная. Фитотестирование проводилось на базе лаборатории «Гидроэкологии и гидробиологии» кафедры «Экологии и БЖД» ДонГТУ.

Также давали оценку качества воды по гидрохимическому индексу загрязнения воды (ИЗВ), который является комплексным показателем качества воды.

ИЗВ рассчитывали по формуле:

$$ИЗВ = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \frac{C_i}{ПДК_i},$$

где С - концентрация i-го показателя, ПДК- предельно допустимая концентрация по i-му показателю.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Microsoft Excel по стандартной методике (Плохинский, 1978).

Результаты исследований. Отобранным пробам были присвоены номера: Школьный пруд – проба №1, Больничный пруд – проба №2, Верхний Лиманский пруд – проба №3, Нижний Лиманский пруд – проба №4, Верхнее Орловское вдх. – проба №5, Нижнее Орловское вдх. – проба №6. Результаты оценки влияния проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели кресс-салата приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели кресс-салата (*Lepidium sativum*)

Показатели	КРЕСС-САЛАТ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	2,1***	1,8***	2,4**	2,5**	3,12**	2,9**	15,6
Длина корней, мм	2***	1,64***	2,33**	2,62**	3,27**	2,21**	17
Всхожесть,%	60%	60%	90%	100%	100%	100%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

Исходя из таблицы выше, всхожесть семян кресс-салата значительно снижалась только у семян, проращиваемых со смачиванием воды из пробы №1 (Школьный пруд) и пробы №2 (Больничный пруд) по сравнению с контролем, в остальных случаях всхожесть не снижалась. Все исследуемые пробы воды оказывали достоверное отрицательное воздействие на длину проростков и длину корней кресс-салата. Наименьшая длина проростков наблюдалась при смачивании водой из Школьного и Больничного пруда (2.1 и 1.8 мм), что в 7,4 и 8,6 раз соответственно. По сравнению с контролем длина корней также достоверно снижалась при смачивании семян исследуемыми пробами воды. Наименьшая длина корней наблюдалась при смачивании водой из Школьного и Больничного пруда (2 мм и 1,64 мм соответственно). В целом смачивание семян исследуемыми пробами снижало длину проростков и длину корней в 8,6-5 и 10,3–5,19 раза соответственно.

Результаты оценки влияния проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели редьки обыкновенной приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели редьки обыкновенной (*Raphanus sativus*)

Показатели	РЕДЬКА ОБЫКНОВЕННАЯ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	2**	2,1*	3,2*	3,3*	3,6*	3,4*	7
Длина корней, мм	12,1**	12**	14,2**	14,2**	14,6**	14,7**	18
Всхожесть,%	60%	60%	90%	90%	90%	90%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

Оценка влияния исследуемых проб на всхожесть семян, длину корней и проростков редьки обыкновенной показала, что отобранные из водоёмов города Алчевска пробы оказывали достоверное угнетающее воздействие на показатели редьки обыкновенной. Всхожесть семян значительно снижалась при смачивании семян водой из Школьного и Больничного пруда (60%), во всех остальных случаях всхожесть семян составляла 90-100%. Наибольшая длина корней и проростков наблюдалась в контроле (водопроводная вода), при смачивании семян водой из исследуемых водоёмов значительно снижались исследуемые показатели. Наименьшая длина корней и проростков наблюдалась при смачивании семян водой из Школьного и Больничного прудов. В целом смачивание семян водой из водоёмов г. Алчевска снижало длину проростков в 1,9–3,5 раза и длину корней в 1,2–1,5 раза.

Результаты оценки влияния проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели горчицы белой приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели горчицы белой (*Sinapis alba*)

Показатели	ГОРЧИЦА БЕЛАЯ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	8,1***	8,2***	10,2**	12,1**	12,2**	13,1**	20
Длина корней, мм	14,8***	14,4***	19,6**	18,2**	21,2**	20,4**	25
Всхожесть, %	70%	70%	90%	90%	90%	100%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

При исследовании влияния отобранных проб на показатели горчицы белой также было отмечено угнетающее влияние отобранных проб по сравнению с контролем. Наименьшая всхожесть, длина корней и длина проростков наблюдалась у семян, смачиваемых водой из Школьного и Больничного пруда. Смачивание водой из исследуемых водоёмов снижало всхожесть на 10-30%, длину проростков в 1,5-2,4 раза, длину корней в 1,2-1,7 раза.

Результаты оценки влияния проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели томата приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели томата (*Solanum lycopersicum*)

Показатели	ТОМАТ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	4,9**	4,2***	5,4**	6,2**	6,4**	7**	9
Длина корней, мм	3,6***	3,4***	4,1**	5**	5,6**	6**	8
Всхожесть, %	60%	60%	90%	90%	90%	100%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

Смачивание водой из исследуемых водоёмов г. Алчевска достоверно снижало всхожесть семян, длину семян и проростков томата по сравнению с контролем. Наименьшая всхожесть, длина проростков и длина корней наблюдалась у семян, смачиваемых водой из Школьного и Больничного пруда. Смачивание водой из водоёмов снижало всхожесть на 10-40%, длину проростков в 1,2-2,14 раза, длину корней в 1,3-2,2 раза. Результаты исследований

по оценке влияние отобранных проб на показатели огурца посевного приведены в таблице 5. Исходя из вышеизложенного, отобранные пробы снижали всхожесть семян у огурца посевного при смачивании их водой из Школьного, Больничного, Верхне-Лиманского и Нижне-Лиманского пруда (на 10-50%). Во всех случаях наблюдалось снижение длины проростков и длины корней при смачивании водой из исследуемых водоёмов. При смачивании семян исследуемыми пробами воды длина проростков снижалась в 1,2-2,4 раза, длина корней снижалась в 1,27-3,3 раза.

Таблица 5 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели огурца посевного (*Cucumis sativus*)

Показатели	ОГУРЕЦ ПОСЕВНОЙ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	6,2**	6,3***	8,5**	9,3***	10,2***	12,1***	15
Длина корней, мм	3,6***	3,4***	4,1***	5***	8,9***	9,4***	12
Всхожесть, %	50%	50%	70%	80%	90%	90%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

В таблице 6 представлены результаты аналогичных исследований с использованием семян овса посевного. Результаты исследований показали достоверное угнетающее воздействие воды из исследуемых водоёмов на показатели всхожести, длины корней и длины проростков овса посевного, наименьшая всхожесть наблюдалась при смачивании семян овса водой из Школьного, Больничного и Верхне-Лиманского пруда. Данные из таблицы свидетельствуют, что длина проростков снижалась в 1,3-1,9 раза, а длина корней в 1,96-1,3 раза по сравнению с контролем.

Таблица 6 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели овса посевного (*Avena sativa*)

Показатели	ОВЁС ПОСЕВНОЙ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	6,7**	6,6**	8,5**	9,4**	9,5**	9,9**	13
Длина корней, мм	6,1**	6,3**	7,6**	7,5**	9,1**	9,2*	12
Всхожесть, %	70%	70%	70%	90%	90%	90%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

В таблице 7 приведены результаты оценки влияния отобранных проб на показатели пшеницы яровой. Исходя из данных, представленных в таблице очевидно, что смачивание водой из исследуемых водоёмов значительно снижает всхожесть семян пшеницы яровой (на 10-30%). Наибольшие показатели всхожести, длины корней и длины проростков наблюдались в контроле, наименьшие в пробах из Школьного и Больничного пруда. Смачивание семян водой из исследуемых водоёмов достоверно снижало длину проростков в 1,3-1,86 раза, длину корней в 1,26-1,93 раза.

Результаты оценки влияния проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели жерухи обыкновенной приведены в таблице 8. Промачивание семян жерухи обыкновенной водой, отобранной из водоёмов г. Алчевска также оказывало отрицательное влияние на показатели всхожести семян (снижалась на 10-40%), длины проростков (снижалась в 1,15-1,46 раза) и длины корней (снижалась в 1,07-1,6 раза). Наименьшие показатели длины пророст-

ков, длины корней и всхожести семян наблюдались у семян, смачиваемых водой из Школьного и Больничного пруда, наиболее приближённые к контролю показатели наблюдались у семян, которые смачивались водой из Нижне-Орловского водохранилища.

Таблица 7 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели пшеницы яровой (*Triticum aestivum* L.)

Показатели	ПШЕНИЦА ЯРОВАЯ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	7,5**	7,6**	8,4**	9,5**	9,5**	10,4**	14
Длина корней, мм	7,1**	7,2**	8,3**	8,5**	10,1**	10,3*	13
Всхожесть, %	70%	70%	80%	80%	80%	90%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

Таблица 8 – Влияние проб из водных объектов г. Алчевска на показатели жерухи обыкновенной (*Nasturtium officinale*)

Показатели	ЖЕРУХА ОБЫКНОВЕННАЯ						
	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	К
Длина проростков, мм	7,5**	7,6**	8,4**	9,5**	9,5**	9,2**	11
Длина корней, мм	6**	6,2**	7,9**	8,3**	8,9**	9,3*	10
Всхожесть, %	60%	60%	70%	80%	80%	90%	100%
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001							

В целом, результаты фитотестирования показали достоверное отрицательное влияние всех проб воды, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели тест-объектов. Наибольшее отрицательное влияние оказывали пробы воды из Школьного и Больничного пруда, значительную токсичность проявляли пробы воды из Нижне-Лиманского и Верхне-Лиманского пруда, несколько меньшая токсичность была зафиксирована у проб воды, отобранных из Верхне-Орловского и Нижне-Орловского водохранилища.

Результаты химического анализа проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска были предоставлены химики-бактериологической лабораторией КП «АПУВКХ». Нами были рассчитан ИЗВ по показателям количества сульфатов, хлоридов, нитратов, нитритов, сухого остатка, растворённого O₂ и БПК_п (табл. 9) для каждого исследуемого водоёма.

Таблица 9 – Удельные показатели качества воды водных объектов г. Алчевска и ИЗВ

	Школьный пруд	Больничный пруд	Верхне-Лиманский пруд	Нижне-Лиманский пруд	Верхне-Орловое вдхр.	Нижне-Орловое вдхр.
Растворённый O ₂	0,7	0,51	0,39	0,4	0,43	0,52
Сульфаты	1,1	3,8	0,92	0,9	1,594	1,42
Хлориды	1	2,3	0,6	0,56	0,732	0,6
Сухой ост.	1,269	4,49	1,808	1,54	2,18	1,964
БПК _п	5,05	10,075	4,875	4,9	7,525	6,05
Нитриты	1	0,93	0,75	0,63	0,66	0,75
Нитраты	0,97	1,53	1,35	0,93	0,8	0,6
ИЗВ	1,5	3,3	1,52	1,4	1,98	1,7

Исходя из таблицы выше, к IV классу загрязнённости воды (загрязнённая) относится только Больничный пруд, остальные водоёмы г. Алчевска относятся к III классу загрязнённости воды (умеренно загрязнённая). В сравнении с 2019 годом степень загрязнённости воды Больничного пруда уменьшилась, у остальных водоёмов сохранилась степень загрязнённости воды.

Выводы:

1. В ходе фитотестирования было выявлено достоверное токсическое влияние проб, отобранных из водоёмов г. Алчевска на показатели тест-объектов.
2. Результаты химических исследований отобранных проб показали превышение ПДК у всех водоёмов по ряду показателей, результаты согласуются с результатами, которые были получены в 2019 году.
3. Рассчитанный для исследуемых водоёмов ИЗВ позволил отнести воду из Больничного пруда к классу загрязнённой, остальные пробы из водоёмов г. Алчевска относятся к классу умеренно загрязнённой воды.

ЛИТЕРАТУРА

- Бринчук М.М.* Борьба за конституционное право на благоприятную окружающую среду // Зелёный мир, 2004, №11-12. – С.24
- Саксонов С.В., Розенберг Г.С.* Региональный экологический мониторинг в целях управления биологическими ресурсами. – 2003.
- Мамырбаев А.А.* Токсикология хрома и его соединений: монография / А.А. Мамырбаев. - Актобе, 2012. - 284 с.
- Шайхутдинова А.А., Гривко Е.В., Немершина О.Н.* Распределение тяжёлых металлов в депонирующих средах в зоне влияния теплоэлектростанций // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 6 (62).
- Евстифеева Т.А., Фабарисова Л.Г.* Биологический мониторинг. – Litres, 2017.
- Плохинский Н.А.* Математические методы в биологии. Учебно-методическое пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1978. - 340 с.

ДИНАМИКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ КИШЕЧНЫХ ГЕЛЬМИНТОВ ОКУНЯ С ПЛАНКТОННЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ (САРАТОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ)**М.В. Рубанова, О.В. Мухортова***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***DYNAMICS OF RELATIONSHIPS OF INTESTINAL HELMINTHS OF PERCH WITH PLANKTONIC CRUSTACEANS (SARATOV RESERVOIR)****M.V. Rubanova, O.V. Mukhortova***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

На водохранилища Нижней Волги приходится наибольшая величина антропогенной нагрузки. В целом качество вод Саратовского водохранилища по ряду показателей не отвечает нормативным требованиям, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного назначения, и он характеризуется как загрязненный (Селезнев, Селезнева, Рахуба, 2008). С середины 1990-х годов общее качество воды в Саратовском водохранилище в целом стабильно, оценивается как «загрязненная» 3А, только в отдельных створах – «очень загрязненная» 3Б, т.е. не ниже 3 класса качества (Государственный доклад..., 1996, 2017). Температурный режим водохранилища зависит от годовых колебаний температур воздуха, обусловлен временным балансом теплоты и распределением ее в водной массе. Значения температуры воды большей частью находятся в пределах среднемесячных (Государственный доклад..., 2017).

На фоне относительной стабильности гидрологических параметров и уровня загрязнения водных масс поллютантами в биоценозе Саратовского водохранилища отмечаются серьезные изменения. По данным биомониторинга в 1978-2000 гг. постепенно происходило восстановление разнообразия в сообществах фитопланктона, зоопланктона, перифитона, нарушенного после зарегулирования водоема (Слободчиков и др., 2001). К настоящему времени в экосистеме Саратовского водохранилища наблюдаются изменения, связанные с вселением чужеродных видов гидробионтов в сообществах фито- и зоопланктона, макрозообентоса, рыб и паразитов (Евланов и др., 2013). Увеличение числа паразитов-вселенцев связано с ростом числа чужеродных видов рыб и беспозвоночных, служащих окончательными и промежуточными хозяевами паразитов. Инвазионные виды включаются в трофические связи организмов, изменяют среду обитания (Vila & Hulme, 2017; Perova et al., 2018). Гельминты рыб, имеющие сложный цикл развития, адекватно отображают изменения в биоценозе водоема (динамику численности и изменения в составе сообществ зоопланктона, зообентоса, ихтиоценоза и др.) (Ieshko & Novohackaja, 2008), используются как тест для оценки экологии хозяев и состояния водоемов (Рубанова, 2014; Аникиева и др., 2016).

Речной окунь *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 – широко распространенный палеарктический вид. В бассейне Саратовского водохранилища встречается повсеместно (Евланов и др., 1998). Молодь потребляет зоопланктон, с возрастом рыбы переходят на смешанное питание (планктонные ракообразные, макрозообентос, молодь рыб), спектр питания крупных особей представлен большей частью рыбой (Атлас..., 2002). Изменения в зараженности *P. fluviatilis* гельминтами могут в значительной степени определяться характеристиками сообщества зоопланктона (Казаков и др., 2010). Изучение взаимосвязи зараженности гельминтами *P. fluviatilis* с развитием видов планктонных ракообразных необходимо для понимания закономерностей трофических и других взаимодействий между различными биологическими компонентами в экосистеме Саратовского водохранилища. Корреляционный анализ многолетних (1990-2016 гг.) архивных и оригинальных данных показал, что наиболее тесные взаимосвязи окуня и гельминтов его пищеварительного тракта с сообществом зоопланктона отмечены в начале 1990-х гг. (Рубанова и др., 2020). В 1996-2009 гг. наблюдалось снижение доли видов кишечных гельминтов окуня, ассоциированных с зоопланктоном с 78% до 50%. В настоящее время этот показатель увеличился до 67%, оставаясь ниже первоначальной величины. Одной из причин этого может служить изменение трофического поведения *P.*

fluviatilis, предпочитающего более доступный, питательный корм – бычков-вселенцев понто-каспийского комплекса. Бычки сем. Gobiidae в настоящее время заражены некоторыми видами кишечных гельминтов *P. fluviatilis* (Минеева, 2018; Mineeva, 2018). В результате часть инвазионного начала поступает в популяцию окуня не через зоопланктон, а при пассаже через бычковых рыб. Возможной причиной ослабления связей окуня с планктонными ракообразными также стала его большая приуроченность к придонным биотопам как следствие питания рыбами-вселенцами – донными прибрежными видами.

Выводы. Комплексные паразитологические и гидробиологические исследования показали, что при достаточно стабильном действии комплекса факторов (структура популяции хозяина, динамика кормовой базы (аборигенные виды), температурный режим водоема, степень загрязнения среды поллютантами) в экосистеме водоема наблюдаются структурно-функциональные изменения. Они являются следствием вселения и натурализации чужеродных видов гидробионтов. Хозяйственная деятельность человека, способствуют проникновению в экосистему водоема видов-вселенцев и увеличению роли паразитарного фактора в регулировании структуры паразитоценоза и ихтиоценоза, сообществ зоопланктона и макрозообентоса.

ЛИТЕРАТУРА

- Аникиева Л.В., Иешко Е.П., Румянцев Е.А.** 2016. Экологический анализ гельминтов ряпушки и корюшки Онежского озера // Труды Карельского научного центра РАН. № 4. С. 37–47. DOI: 10.17076/eco250
- Атлас пресноводных рыб России.** В 2 т. Т. 2 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 253 с.
- Государственный доклад** о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 1995 году. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 2. Самара, 1996. 98 с.
- Государственный доклад** о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2016 год. Вып. 27. Самара, 2017. 198 с.
- Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И.** 1998. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти: ИЭВБ РАН. 222 с.
- Евланов И.А., Кириленко Е.В., Минеев А.К., Минеева О.В., Мухортова О.В., Попов А.И., Рубанова М.В., Шемонаев Е.В.** 2013. Влияние чужеродных видов гидробионтов на структурно-функциональную организацию экосистемы Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 15, № 3 (7). С. 2277–2286.
- Казаков Б.Е., Протасова Е.Н., Соколов С.Г.** 2010. Влияние вырубки леса с водосборной площади озера Габи на состояние озерного биоценоза: анализ разнообразия паразитов и их хозяев // Труды центра паразитологии. Т. 46. С. 99–106.
- Минеева О.В.** 2018. Нематоды бычковых рыб (Perciformes, Gobiidae) в Саратовском водохранилище // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 20. № 2. С. 67–72.
- Рубанова М.В.** Мониторинг паразитов окуня в Саратовском водохранилище // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. Т. 23, №2. С. 120–123.
- Рубанова М.В., Мухортова О.В., Поддубная Н.Я.** Динамика фауны гельминтов пищеварительного тракта *Perca fluviatilis* (Actinopterygii: Perciformes) и её взаимосвязь с зоопланктоном национального парка «Самарская Лука» // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. № 5(1). С. 64–86. DOI: 10.24189/ncr.2020.009
- Селезнев В.А., Селезнева А.В., Рахуба А.В.** Мониторинг, нормирование и регулирование антропогенного воздействия на Саратовское водохранилище // Ресурсы экосистем Волжского бассейна. Т.1. Водные экосистемы. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2008. С. 4–15.
- Слободчиков Н.Б., Зеленева Н.А., Кузнецов С.П., Леценко А.Е., Сулова О.В.** Биомониторинг водохранилищ Средней Волги в 1978–2000 годах // VIII съезд Гидробиологического о-ва РАН: Тез. докл. Т. 2. Калининград, 2001. С. 174.
- Ieshko E.P., Novohackaja O.V.** 2008. Trends in succession of parasitofauna of fish of eutrophied Water Bodies // Journal of Ichthyology. Vol. 48(8). P. 665–670. DOI: 10.1134/S0032945208080134
- Mineeva O.V.** The Trematode Fauna of Ponto-Caspian Gobies (Pisces, Gobiidae) in the Saratov Reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2018. V. 10(1). P. 22–29. DOI: 10.1134/S2075111719010107
- Perova S.N., Pryanichnikova E.G., Zhigareva N.N.** Appearance and Distribution of New Alien Macrozoobenthos Species in the Upper Volga Reservoirs // Russian Journal of Biological Invasions. 2018. V. 10(1). P. 30–38. DOI: 10.1134/S2075111719010119
- Vilà M., Hulme P.E.** Impact of biological invasions on ecosystem services. Heidelberg: Springer, 2017. 176 p. DOI: 10.1007/978-3-319-45121-3.

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДА МИКРООРГАНИЗМОВ
В ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ
НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОТРОФНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

А.П. Садчиков, С.А. Остроумов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва (Россия)

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE CONTRIBUTION OF MICROORGANISMS
TO THE FORMATION OF WATER QUALITY ON THE EXAMPLE OF A HIGH-
TROPIC ECOSYSTEM**

A.P. Sadchikov, S.A. Ostroumov

Moscow State University, Russia

Потребление органического вещества микроорганизмами является важной частью функциональной активности водных сообществ, которое способствует повышению качества воды (Садчиков, Макаров, 2000; Садчиков, 1997; Остроумов, 2008; Ostroumov 2004, 2010, 2017). По мере повышения трофности водоемов количество гидробионтов в них повышается. Соответственно, возрастает интенсивность потребления и минерализации органического вещества. В конечном счете, это положительно сказывается на качестве воды.

Известно, что мелкие по размеру водоросли обладают более высокой физиологической активностью, чем крупные (Садчиков, 1997). В связи с этим их фотосинтетическая активность и скорость потребления органического вещества, а, соответственно, и его трансформация разными размерными группами фитопланктона сильно различается (Кузьменко, 1981; Садчиков, 1997). Интенсивность деструкционных процессов бактерий зависит не только от их численности, но и присутствия в толще воды взвешенных частиц, в первую очередь детрита. Наличие в воде детрита и иной взвеси резко ускоряет скорость разрушения органического вещества (Садчиков, Каниковская, 1984; Садчиков, Остроумов, 2019; Ostroumov, Sadchikov, 2018). Данная проблема является актуальной, так как раскрывает разные стороны экологической роли водорослей и бактерий в природе. Однако таких исследований в природных водоемах явно недостаточно. В связи с этим, цель нашей работы состояла в установлении роли микробиоты (водорослей и бактерий) в потреблении органического вещества в высокотрофном водоеме, в котором присутствовали большое количество мелких размерных групп водорослей, бактерий и детрита.

Материал и методика исследований.

Эксперименты проводили в небольшом высокотрофном пруду, расположенном вблизи деревни Блазново Можайского района (Московская область). Пруд располагается недалеко от животноводческой фермы, куда периодически поступали ее стоки. Из-за этого в нем наблюдалась высокая численность бактерий и небольших по размеру зеленых водорослей.

В течение июля-сентября с периодичностью три раза в месяц определяли потребление низкомолекулярных органических веществ (гидролизата белка) сообществом фито-и бактериопланктона. Пробы воды отбирали в поверхностном слое водоема (на глубине около 0.25 м), разливали в темные склянки (в 6 повторностях, для повышения статистической значимости результатов), добавляли ¹⁴C-гидролизат белка фирмы Amergham (США), из расчета, чтобы в склянке количество белка было около 30 мкг С/л (рассчитывали исходя из его концентрации, указанной в техническом паспорте препарата). Сосуды экспонировали на глубине отбора проб в течение 8 ч.

После экспозиции из склянок отделяли водоросли и бактерии (фильтровали через сита разного размера и мембранные фильтры) (Садчиков, Козлов, 1993; Садчиков, Макаров, 1997; Садчиков, Остроумов, 2018 а,б,в). Из освобожденного от водорослей фильтрата отфильтровывали бактерий (в 6 повторностях) через фильтры с порами 0.2 мкм. В дальнейшем полученный фильтрат подкисляли до величины рН 3 и продували воздухом в течение 30 мин для удаления выделенного при дыхании микроорганизмов ¹⁴СО₂ и измеряли его радиоактив-

ность (Садчиков, Макаров, 1997, 2000; Садчиков, Остроумов, 2019 а,б,в). Интенсивность барботации пробы составляла 100-150 мл/мин. Также измеряли радиоактивность фильтрата до его подкисления и барботации. Подсчет радиоактивности образцов проводили на сцинтилляционном счетчике «Rackbeta 1217» (фирма LKB).

Интенсивность дыхания (деструкции) планктонного сообщества находили по разнице между количеством внесенного в экспериментальные сосуды меченого РОВ, потребленного фито-и бактериопланктоном и оставшегося в фильтрате после барботации (Садчиков, Куликов, 1990). Для дальнейших расчетов использовали среднее значение радиоактивности шести фильтров фракции водорослей и бактерий (для повышения статистической значимости результатов). Потребление меченого РОВ водорослями и бактериями пересчитывали на один час. В экспериментах в качестве аналога легкоусвояемого РОВ использовали меченый по ^{14}C -гидролизат белка, содержащий набор аминокислот. Его концентрация составляла доли процента той, которая обычно наблюдается в водоемах (Енаки, 1972; Кораблева, 1989), поэтому по интенсивности включения в клетки микроорганизмов меченого РОВ можно с некоторыми допущениями судить о процессах, протекающих в водоемах.

Результаты исследований и их обсуждение

Высокотрофный пруд находится недалеко от животноводческой фермы. Его глубина была 1.5-2 м, прозрачность в течение сезона была в пределах 0.7-1.1 м (в среднем за сезон 0.8 м). Органическое вещество, поступающее с животноводческими стоками, является одной из причин массового развития водорослей и бактерий. Пруд имеет низкую прозрачность из-за развития водорослей и большого содержания взвешенных глинистых частиц (животные периодически заходят в воду и взмучивают ил). В отдельные периоды сезона прозрачность не превышала 0.2 м. Значения рН в среднем за сезон составляли 7.9 (Садчиков, Козлов, 1993).

Численность бактерий достигала 50 млн кл/мл, изменение их численности в основном зависело от температуры воды и поступления стоков с фермы вместе с дождевыми водами. В пруду в течение всего лета доминировал *Aphanizomenon flos-aquae*, который присутствовал в двух размерных фракциях – колонии до 20 мкм и более крупные. В составе наннопланктона (размер до 20 мкм) входили и играли ведущую роль мелкие зеленые и иные водоросли (*Chlamydomonas sp.*, *Cryptomonas sp.*, *Chlorella sp.*, небольшие колонии *Aphanizomenon flos-aquae*). Кроме того, присутствовали крупные и колониальные водоросли (размер более 50 мкм) *Aphanizomenon flos-aquae*, *Euglena sp.*, *Pandorina morum*, *Microcystis sp.*, *Phacus pleuronectes* и др. Наличие большого количества зеленых водорослей указывает на высокую трофность этого водоема и содержание большого количества растворенного органического вещества (РОВ). В этом водоеме по биомассе в основном доминировала фракция водорослей размером до 20 мкм. На ее долю в течение сезона приходилось от 29 до 100% биомассы водорослей (в среднем за сезон - 85% массы фитопланктона). В первой половине лета на долю этой фракции приходилось более 90% биомассы фитопланктона, во второй – 45% фитопланктонного сообщества.

Как уже отмечалось, в экспериментальные сосуды вносили меченый по ^{14}C гидролизат белка в концентрации около 30 мкг С/л (см. методику), в конце опыта в сосуде оставалось всего 0.1-0.4 мкг С/л этого РОВ. Это показывает, что фито-и бактериопланктон способен потреблять легкоусвояемое органическое вещество до ничтожно малых концентраций. Причем, интенсивность потребления РОВ зависит не только от общего количества фито-и бактериопланктона и температуры среды, но и присутствия агрегированных бактерий и детрита. Когда в водоемах преобладали одиночные бактериальные клетки, концентрация неиспользованного меченого РОВ в экспериментальных сосудах было на уровне 1.5-2.5 мкг С/л, а когда повышалась доля агрегатов – снижалась почти в 6-10 раз (до 0.1-0.4 мкг С/л). Это можно объяснить, с одной стороны, высокой физиологической активностью агрегированных бактерий (колониальных и обитающих на детрите) и сорбционной способностью детрита. На детрите происходит концентрирование РОВ, которое в дальнейшем потребляется обитающими там бактериями (Садчиков, Куликов, 1990).

В течение исследованного периода значительная часть внесенного в экспериментальные сосуды меченого РОВ потреблялась сообществом фито-и бактериопланктона. По этим показателям можно судить о деструкционных процессах, протекающих в водоемах. Наиболее активно потребление меченого РОВ осуществлялось в середине лета, чему способствовало интенсивное развитие микроорганизмов (водорослей и бактерий), а также поступление органического вещества в процессе жизнедеятельности водорослей (в том числе и при их отмирании) и прогрев водоема.

В высокотрофном пруду меченый гидролизат белка потреблялся сообществом водорослей и бактерий достаточно интенсивно, от 36 до 91%, в среднем за сезон – 65,2% (табл. 1). В сентябре снижение температуры не очень сильно сказалось на гетеротрофной активности водорослей и бактерий.

Большая часть потребленного органического вещества сообществом водорослей и бактерий использовалась на дыхание и минерализовалась.

Таблица 1 – Потребление меченого по ^{14}C органического вещества фито-и бактериопланктоном в высокотрофном пруду (в процентах от внесенного в экспериментальные сосуды)

Месяц	Диапазон результатов отдельных экспериментов (в процентах)
июль	67.3-91.0
август	36.2-75.5
сентябрь	52.1-60.2

Таблица 2 – Деструкция органического вещества в высокотрофном пруду (в процентах от потребленного органического вещества водорослями и бактериями)

Месяц	Диапазон результатов отдельных экспериментов (в процентах)
июль	32.6-44.3
август	30.3-62.7
сентябрь	27.1-32.8

В высокотрофном пруду в среднем за сезон минерализовалось около 36% органического вещества (табл. 2), что было несколько меньше, чем в Можайском водохранилище и эвтрофном пруду (соответственно, 65% и 41%) (Садчиков, Остроумов, 2019). Эти результаты соизмеримы с другими данными, полученными с использованием кислородного метода (Садчиков, Каниковская, 1984, 1985; Каниковская, Садчиков, 1985).

Наиболее интенсивно деструкционные процессы осуществлялись во время развития фитопланктона и появления в среде легкоусвояемого РОВ. В высокотрофном пруду, несмотря на высокие численности бактерий (до 50 млн. кл/мл), также как и в двух других водоемах, около 70% потребленного меченого РОВ приходилось на долю водорослей. В этом водоеме доминировала размерная фракция до 20 мкм (около 85% биомассы фитопланктона); на ее долю приходилось 85% потребленного гидролизата белка.

На прирост планктонного сообщества (бактерий и водорослей) в среднем использовалось 64% потребленного меченого гидролизата белка (разброс значений в течение сезона был в пределах 37-63%). Наибольшие значения (73%) приходилось на конец августа (Табл. 2), когда происходило отмирание фитопланктона, соответственно, поступления в среду растворенного и взвешенного органического вещества.

Заключение

В трех исследованных водоемах сообщество фито-и бактериопланктона активно потребляет легкоусвояемое органическое вещество до ничтожно малых концентраций. В экспериментальные сосуды вносили около 30 мкг С/л, а в конце эксперимента в них РОВ оставалось в пределах 0.1-0.4 мкг С/л. На интенсивность потребления меченого РОВ влияло не

только общее количество микроорганизмов (водорослей и бактерий), но и присутствие в среде детрита и агрегированных бактерий. Когда в среде преобладали одиночные бактериальные клетки в экспериментальных сосудах оставалось 1.5-2.5 мкг С/л, а если повышалась доля агрегатов, то количество меченого РОВ уменьшалось до 0.1-0.2 мкг С/л. Это, скорее всего, связано с высокой физиологической активностью агрегированных бактерий и сорбционной способностью детрита.

С увеличением трофности водоемов гетеротрофная активность фито- и бактериопланктона возрастает, что в значительной степени связано с общим количеством в них потребителей этого РОВ, наличием взвеси (детрита) и высоким содержанием органического вещества. В мезотрофном водоеме сообщество фито- и бактериопланктона потребляло в среднем 43% внесенного в сосуды меченого РОВ, в эвтрофном и гипертрофном прудах, соответственно, 61 и 65%. Интенсивность потребления органического вещества во многом зависит от развития водорослей и бактерий.

Значительная часть потребленного РОВ использовалась при дыхании и минерализовалась организмами: в Можайском водохранилище эти показатели были в среднем 65%, в эвтрофном пруду – 41%, в гипертрофном – 36%. То есть по мере увеличения трофности водоемов минерализация органического вещества уменьшалась.

Изученные аспекты функционирования водорослей и бактерий существенны для формирования качества воды и ее самоочищения (Остроумов, 2008; Ostroumov, 2004, 2010, 2017). Подчеркнем, что в последнее время приобретает большое значение еще один аспект функционирования водных экосистем и живущих в воде организмов (включая водоросли и бактерии) – а именно, экосистемные услуги по улучшению и поддержанию качества воды, предоставление чистой воды (Остроумов, 2008; Остроумов, Котелевцев, 2017). Понимание роли водорослей и бактерий в удалении органического вещества из воды вносит вклад в понимание вышеуказанных важных вопросов.

Выводы

1. В мезотрофном водоеме сообщество фито- и бактериопланктона в среднем потребляет 43% меченого по ^{14}C РОВ, в эвтрофном и гипертрофном прудах, соответственно, 61% и 65%. Интенсивность потребления органического вещества во многом зависит от развития водорослей и бактерий.

2. На дыхание использовалось: в мезотрофном водоеме – в среднем 65% потребленного органического вещества, в эвтрофном и гипертрофном прудах, соответственно, 41% и 34%.

3. Приведенные в статье количественные данные о роли фитопланктона и бактериопланктона в потреблении низкомолекулярного РОВ в экосистемах разной трофности получены впервые.

Авторы благодарят аспирантов, стажеров и студентов МГУ за участие в работе, оказании помощи в сборе и обработке части материалов. Приносим благодарность сотрудникам кафедры гидробиологии биологического факультета МГУ за консультации и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- Садчиков А.П., Макаров А.А.** Потребление и трансформация низкомолекулярного растворенного органического вещества фито-и бактериопланктоном в двух водоемах разной трофности // Водные ресурсы. – 2000. Том 27. № 1. – С. 72-75.
- Садчиков А.П.** Продуцирование и трансформация органического вещества размерными группами фито-и бактериопланктона: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М., МГУ, 1997. – 53 с.
- Остроумов С.А.** Гидробионты в самоочищении вод и биогенной миграции элементов. Москва, МАКС-Пресс. 2008, 200 с. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>;
- Остроумов С.А.** О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории. Доклады Академии наук. 2004. Т. 396. № 1. – С. 136-141. <https://www.researchgate.net/publication/265294672>;
- Остроумов С.А.** Гидробионты в самоочищении вод и биогенной миграции элементов. Москва, МАКС-Пресс. 2008. 200 с. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>;

- Остроумов С.А.** Качество и кондиционирование воды в природных экосистемах разработка теории биологических механизмов самоочищения воды // Экологическая химия. 2017. Т.26(4). С.175–182. <https://www.researchgate.net/publication/319955185>.
- Кузьменко М.И.** Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение. – Киев: Наукова Думка, 1981. – 210 с.
- Садчиков А.П., Каниковская А.А.** Роль бактериопланктона в деструкции органического вещества Можайского водохранилища // Микробиол. журн. – 1984. – Т. 46. вып. 4. – С. 10-14.
- Садчиков А.П., Остроумов С.А.** Формирование качества воды в пресноводной экосистеме и потребление низкомолекулярного органического вещества водорослями и бактериями // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 65-69.
- Ostroumov S.A., Sadchikov A.P.** Dynamics of the content of nitrogen, phosphorus, and carbon in the detrital particles suspended in water phase of ecosystems: consideration of water quality formation and exometabolism. //Russian Journal of General Chemistry. 2018. Vol. 88 (13). P. 2912-2917. <https://www.researchgate.net/publication/331099556> ;
- Садчиков А.П., Козлов О.В.** Продукция нано- и сетного фитопланктона в трех разных по трофности водоемах // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29. № 1. – С. 3-9.
- Садчиков А.П., Макаров А.А.** Прижизненное выделение органического вещества фитопланктоном в трех водоемах разной трофности (методические аспекты) // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33. № 2. – С. 104-108.
- Садчиков А.П., Остроумов С.А.** Методические аспекты изучения продукционно-деструкционных процессов в водных экосистемах // Ecological Studies, Hazards, Solutions. 2018 a. Vol.25. – P.139-146.
- Садчиков А.П., Остроумов С.А.** Потребление низкомолекулярного органического вещества водорослями и бактериями (на примере мезотрофной экосистемы) // Ecological Studies, Hazards, Solutions. 2018 b. Vol.25. –P.146-153.
- Садчиков А.П., Остроумов С.А.** Совершенствование методологии при изучении гетеротрофной активности водорослей и бактерий // Ecological Studies, Hazards, Solutions. 2018 c. Vol.25. –P.153-160.
- Садчиков А.П., Куликов А.С.** Трансформация прижизненно выделенного фитопланктоном органического вещества // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26. № 6. – С. 13-16.
- Енаки Г.А.** О количественном составе органического вещества вод днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8. № 1. С. 38-42.
- Кораблева А.И.** Взаимосвязь компонентов РОВ и планктона в водоемах интенсивного комплексного использования // Водные ресурсы. – 1989. - № 2. – С. 171-174.
- Садчиков А.П., Каниковская А.А.** Сезонные изменения взаимоотношений фито- и бактериопланктона в толще воды мезотрофного водоема. // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. Деп. ВИНТИ, № 3360-85 от 17.05.1985 (62 с.). С. 1-62.
- Каниковская А.А., Садчиков А.П.** Изучение сезонных изменений взаимоотношений фито- и бактериопланктона Можайского водохранилища. 1. Сезонные изменения численности и биомассы планктона в зависимости от основных гидробиологических характеристик. // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1985. № 7. – С.55-62.
- Ostroumov S.A.** On the biotic self-purification of aquatic ecosystems: elements of the theory. // Doklady Biological Sciences. 2004. Vol. 396. P. 206-211. <https://www.researchgate.net/publication/200567576>; <https://www.researchgate.net/publication/259579685> ;
- Ostroumov S.A.,** Biocontrol of water quality: Multifunctional role of biota in water self-purification // Russian Journal of General Chemistry. 2010. V.80(13). P.2754-2761; <https://www.researchgate.net/publication/227303635>;
- Ostroumov S.A.,** Water quality and conditioning in natural ecosystems: biomachinery theory of self-purification of water. //- Russian Journal of General Chemistry. 2017. Vol. 87. P. 3199–3204. <https://www.researchgate.net/publication/323122008>;
- Остроумов С. А., Котелевцев С. В.** Анализ концепции "услуги экосистем", "устойчивое развитие" // Изучение биосферы и окружающей среды. 2017. С. 113–117.

**ОБЗОР ФАУНЫ HYDROPHILOIDEA (COLEOPTERA: HELOPHORIDAE,
GEORISSIDAE, HYDROCHIDAE, SPERCHEIDAE, HYDROPHILIDAE)
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.С. Сажнев

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок (Россия)

**REVIEW OF THE FAUNA OF HYDROPHILOIDEA (COLEOPTERA: HELOPHORIDAE,
GEORISSIDAE, HYDROCHIDAE, SPERCHEIDAE, HYDROPHILIDAE)
OF SARATOV REGION**

A.S. Sazhnev

Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok (Russia)

Жуки, или жесткокрылые (Coleoptera) – один из крупнейших по числу описанных видов отряд живых организмов, на сегодняшний день известно порядка 400000 видов, а с учетом неописанных таксонов реальный объем их разнообразия оценивается в 1400000 видов (Crowson, 1981; Lawrence, Newton, 1995). Для территории России в настоящее время отмечено 14178 видов жуков (Лобанов, 2019). Распространение жесткокрылых практически во всех частях света связано с их широкими адаптивными способностями и экологической валентностью. Они являются одними из наиболее разнообразных беспозвоночных в континентальных водоемах – около 12600 видов связаны с водной средой обитания, а с учетом неописанных видов, их число оценивается в 18000 (Jäch, Balke, 2008). Водные жесткокрылые – это сборная экологическая группа, включающая представителей всех подотрядов Coleoptera (Adephaga, Polyphaga, Mухophaga, Archostemata). В ходе эволюции отряда жуки не менее 20 раз независимо осваивали водную среду обитания (Crowson, 1981; Jäch, Balke, 2008). В европейской части России на сегодняшний день зарегистрировано 21 семейство жесткокрылых, тесно связанных с континентальными водами (Jäch, Balke, 2008; Прокин, 2008), значительную часть из них составляют представители надсемейства Hydrophiloidea, в которое объединено 6 семейств водных и полуводных жесткокрылых (в России отсутствуют представители Erimetopidae). Общее число видов надсемейства в России насчитывает 216 видов, из которых Helophoridae – 61, Georissidae – 6, Hydrochidae – 10, Spercheidae – 1 и Hydrophilidae – 138 (Литовкин, 2010, 2013; Кирейчук, 2013; Сажнев, 2016).

Жуки надсемейства Hydrophiloidea заселяют практически все типы водных объектов и их берега, включены в трофические сети, где проявляют себя как альго- детрито- копро- и фитофаги, при этом достигая значительной биомассы, они занимают важное место в экосистемах естественных и искусственных водоемов, некоторые участвуют в утилизации продуктов жизнедеятельности млекопитающих, обладают биоиндикационными свойствами – все это их изучение актуальной и перспективной темой исследований.

Саратовская область имеет развитую гидрографическую сеть, водно-болотные угодья характеризуются относительным богатством. Поверхностные водные ресурсы представлены большим количеством водохранилищ и прудов (3800) общей емкостью 870 млн. м³; озер (700), рек (358) общей протяженностью 12331 км. (Косиков, Чумаченко, 2002; Энциклопедия..., 2002). Речные системы области относятся к бассейнам рр. Волга, Дон и бессточному бассейну Камыш-Самырских озёр (Казахстан). Все это обеспечивает высокое разнообразие биотопов, пригодных для обитания водных жесткокрылых, включая Hydrophiloidea. Своеобразие региону придает его положение на стыке лесостепной, степной и полупустынной природных зон.

Результаты и их обсуждение. На сегодняшний день накопилось достаточно данных по водным жесткокрылым надсемейства Hydrophiloidea Саратовской области, позволяющих дать общую оценку фауны и прогнозировать истинный ее объем в регионе. Цели данной работы состоят в компилировании списка семейств и родов водных жесткокрылых надсемейства Hydrophiloidea на основе доступной энтомологической литературы и других источников, а также для оценки степени ее изученности. В основе списка лежат материалы обобщен-

ного перечня водных жесткокрылых Саратовской области, опубликованного в диссертации А.С. Сажнева (2014), в которой был представлен подробный анализ источников литературы, а также последующие дополняющие и специализированные работы по теме исследования (Литовкин, Сажнев, 2016; Сажнев, Аникин, 2014, 2016; Сажнев 2017; Sazhnev, 2017; Сажнев и др., 2017, 2018, 2019, 2020), для видов, нахождение которых не подтверждено современным материалом приведены первоисточники обнаружения их в регионе. Сомнительные указания, требующие подтверждения выведены из общей нумерации списка и отмечены знаком «*». Для полноты сведений в перечень видов включены наземные формы Hydrophilidae.

Представленный ниже список известных для Саратовской области таксонов скомпилирован на основе доступных источников и собственных данных, учитывает современную классификацию и номенклатуру Hydrophiloidea. Биномены сгруппированы в систематическом порядке (Catalogue..., 2015), но без указаний подсемейств, триб и подродов. Для каждого семейства приведено количество достоверно известных для области видов и (через дробь) прогнозируемое их количество из учета сопоставления с данными по сопредельным регионам, а также даны ссылки на основные источники информации.

Семейство Helophoridae Leach, 1815 (12/18)

1. *Helophorus aquaticus* Linnaeus, 1758 (Сажнев, 2014);
2. *Helophorus barbarae* Angus, 1985 (Angus, 1992);
3. *Helophorus brevialpis* Bedel, 1881 (Сажнев, 2014);
4. *Helophorus discrepans* Rey, 1885 (Сажнев и др., 2019);
5. *Helophorus granularis* Linnaeus, 1761 (Сажнев, 2014);
6. *Helophorus griseus* Herbst, 1793 (Сажнев, 2014);
7. *Helophorus kirgisticus* Knisch, 1914 (Сажнев, 2014);
8. *Helophorus minutus* (Fabricius, 1775) (Сажнев, 2014);
9. *Helophorus nanus* Sturm, 1835 (Сажнев, 2014);
**Helophorus pallidus* Gebler, 1830 (Сахаров, 1905);
10. *Helophorus pumilio* Erichson, 1837 (Сажнев, 2014);
11. *Helophorus redtenbacheri* Kuwert, 1885 (Сажнев, 2014);
12. *Helophorus uvarovi* Angus, 1985 (Литовкин, Сажнев, 2016).

Семейство Georissidae Laporte de Castelnau, 1840 (2/2)

1. *Georissus crenulatus* (Rossi, 1794) (Литовкин, Сажнев, 2012);
2. *Georissus costatus* Laporte de Castelnau, 1840 (Литовкин, Сажнев, 2012).

Семейство Hydrochidae C.G. Thomson, 1859 (5/7)

1. *Hydrochus crenatus* (Fabricius, 1792) (Сажнев, 2014);
2. *Hydrochus elongatus* (Schaller, 1783) (Сажнев, 2014);
3. *Hydrochus flavipennis* Küster, 1852 (Сажнев, 2014);
4. *Hydrochus ignicollis* Motschulsky, 1860 (Сажнев, 2014);
5. *Hydrochus kirgisticus* Motschulsky, 1860 (Сажнев, 2014).

Семейство Spercheidae Erichson, 1837 (1/1)

1. *Spercheus emarginatus* (Schaller, 1783) (Зайцев, 1928).

Семейство Hydrophilidae Latreille, 1802 (52/65)

1. *Berosus luridus* (Linnaeus, 1760) (Сажнев, 2014);
2. *Berosus signaticollis* (Charpentier, 1825) (Сажнев, 2014);
3. *Berosus frontifoveatus* Kuwert, 1888 (Сажнев, 2014);
4. *Berosus spinosus* (Steven, 1808) (Бенинг, 1921);
5. *Laccobius bipunctatus* (Fabricius, 1775) (Сажнев, 2014);
6. *Laccobius colon* (Stephens, 1829) (Сажнев, 2014);
7. *Laccobius gracilis* Motschulsky, 1855 (Сажнев, 2014);
8. *Laccobius minutus* Linnaeus, 1758 (Сажнев, 2014);
9. *Laccobius simulatrix* Orchymont, 1932 (Shatrovskiy, 1984);
10. *Laccobius sinuatus* Motschulsky, 1849 (Зайцев, 1928);
11. *Laccobius striatulus* (Fabricius, 1801) (Сажнев, 2014);
12. *Paracymus aeneus* (Germar, 1824) (Сажнев, 2014);
13. *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758) sensu lato (Сажнев, 2014);
14. *Limnoxenus niger* Zschach, 1788 (Литовкин, Сажнев, 2016);

15. *Hydrochara caraboides* (Linnaeus, 1758) (Сажнев, 2014);
16. *Hydrochara flavipes* (Steven, 1808) (Сажнев, 2014);
17. *Hydrophilus aterrimus* Eschscholtz, 1822 (Сажнев, 2014);
18. *Hydrophilus piceus* Linnaeus, 1758 (Литовкин, Сажнев, 2016);
19. *Anacaena limbata* (Fabricius, 1792) (Сажнев, 2014);
20. *Anacaena lutescens* (Stephens, 1829) (Сажнев, 2014);
21. *Chaetarthria seminulum* (Herbst, 1797) (Сажнев, 2014);
22. *Cymbiodyta marginella* (Fabricius, 1792) (Сажнев, 2014);
23. *Enochrus bicolor* Fabricius, 1792 (Сажнев, 2014);
24. *Enochrus fuscipennis* C.G. Thomson, 1844 (Сажнев, 2014);
25. *Enochrus melanocephalus* (Olivier, 1792) (Сажнев, 2014);
26. *Enochrus ochropterus* (Marshall, 1802) (Сажнев, и др. 2020);
27. *Enochrus quadripunctatus* Herbst, 1797 (Сажнев, 2014);
28. *Enochrus segmentinotatus* (Kuwert, 1888) (Сажнев, и др. 2020);
29. *Enochrus testaceus* (Fabricius, 1801) (Сажнев, 2014);
30. *Enochrus affinis* (Thunberg, 1794) (Сажнев, 2014);
31. *Enochrus coarctatus* Gredler, 1863 (Сажнев, 2014);
32. *Helochares obscurus* (O.F. Müller, 1776) (Сажнев, 2014);
33. *Coelostoma orbiculare* (Fabricius, 1775) (Сажнев, 2014);
34. *Cercyon bifenestratus* Küster, 1851 (Сажнев, 2014);
35. *Cercyon convexiusculus* Stephens, 1829 (Сажнев и др., 2018);
36. *Cercyon marinus* C.G. Thomson, 1853 (Сажнев, 2014);
37. *Cercyon sternalis* Sharp, 1918 (Сажнев, и др. 2020);
38. *Cercyon tristis* Illiger, 1801 (Сажнев, 2014);
39. *Cercyon ustulatus* (Preysslner, 1790) (Сажнев, 2014);

Наземные формы

40. *Cercyon analis* (Paykull, 1798) (Зайцев, 1928);
41. *Cercyon castaneipennis* Vorst, 2009 (Sazhnev, 2017);
42. *Cercyon granarius* Erichson, 1837 (Сажнев, 2014);
- **Cercyon haemorrhoidalis* (Fabricius, 1775) (Якобсон, 1915);
43. *Cercyon impressus* Sturm, 1807 (Зайцев, 1928);
44. *Cercyon laminatus* Sharp, 1873 (Sazhnev, 2017);
45. *Cercyon quisquilius* (Linnaeus, 1761) (Сажнев, Аникин, 2014);
- **Cercyon obsoletus* (Gyllenhal, 1808) (Сахаров, 1905);
46. *Cercyon terminatus* (Marshall, 1802) (Сажнев, и др. 2020);
47. *Cercyon unipunctatus* (Linnaeus, 1758) (Сахаров, 1905);
48. *Cryptopleurum subtile* Sharp, 1884 (Sazhnev, 2017);
49. *Sphaeridium bipustulatum* Fabricius, 1781 (Сахаров, 1905);
50. *Sphaeridium lunatum* Fabricius, 1792 (Сахаров, 1905);
51. *Sphaeridium marginatum* Fabricius, 1787 (Сахаров, 1905);
52. *Sphaeridium scarabaeoides* (Linnaeus, 1758) (Сахаров, 1905).

Была изучена зоогеографическая структура фауны Hydrophiloidea Саратовской области. Типологизация ареалов проводится на основе предложенной С.К. Рындевичем (2013) классификаций с учетом долготной и широтной (зонально-поясной) составляющих.

Всего для исследуемой группы выявлено 28 типов (видов) ареалов, среди которых по долготной составляющей преобладают палеарктические и голарктические – 63,8 и 13,8% соответственно, что соответствует фауне всей подтаежной зоны Палеарктики (Рындевич, 2013). Среди палеарктических к западно-палеарктическому классу отнесено 43,6% видов, к транспалеарктическому – 36,8%, а западнопалеарктические виды составляют 19,6%. 5,5% в фауне водолубовых Саратовской области занимают космополитные полизональные виды, в той или иной степени проявляющие себя как участники биологических инвазий и гомогенизации биосферы. Остальные типы ареалов представлены единичными видами палеарктически-палеогейский и голарктически-палеогейский – по 2 вида, голарктически-нотогейский – 1.

В широтном аспекте также преобладают широкозональные ареалы, что указывает на относительную молодость фауны водолубовых Европы (Рындевич, 2013). В фауне

Hydrophiloidea Саратовской области большую часть составляют виды с температурным (41,9%) и температурно-субтропическим (22,6%) ареалами. Довольно большая доля полизональных видов (12,9%) объясняется присутствием в фауне космополитов.

На территории Саратовской области на западной границе своих ареалов находятся такие виды, как *Helophorus barbarae*, известный для юга европейской России, Западной Сибири и Северного Казахстана, переднеазиатский *Helophorus kirgisticus* (Catalogue..., 2015). Южная граница ареала таких видов, как неморальный *Helophorus pumilio* и борео-неморальные *Helophorus redtenbacheri*, *Enochrus ochropterus* проходит по лесостепной зоне, последний приурочен к болотным биотопам и является выраженным ацидофилом. К интересным представителям фауны региона можно отнести вид *Helophorus uvarovi*, вероятно имеющий амфи-евразийский дизъюнктивный ареал, а также редкие виды *Georissus costatus* и *Hydrochus flavipennis*. К южным элементам фауны можно отнести виды аридного происхождения *Limnoxenus niger*, *Paracymus aeneus*, *Hydrophilus piceus*, *Enochrus segmentinotatus*, которые нередко заселяют солоноводные и солончаковые водоемы. Крупного водолюба *Hydrophilus piceus*, имеющего на территории Саратовской области северную границу своего распространения, предлагается включить в региональную Красную книгу, как редкий вид с рекомендуемым приоритетом природоохранных мер – III (принятие дополнительных мер, предусмотренным законодательством для видов/подвидов/популяций не требуется). Поволжские находки вида в Саратовской области (Краснокутский и Александрово-Гайский р-ны) остаются самыми северными в России (Литовкин, Сажнев, 2016).

В качестве инвазионных видов в фауне Саратовской области среди Hydrophiloidea отмечены *Cercyon castaneipennis*, *C. laminatus* и *Cryptopleurum subtile*. Нативный ареал *Cercyon castaneipennis* неизвестен, возможно, Северная Африка, а два других вида происходят из Восточной и Юго-Восточной Азии. Все адвентивные виды являются наземными формами и связаны в своем развитии с разлагающимися растительными субстратами.

Выводы. Таким образом, для Саратовской области в письменных источниках приводится 72 вида и 5 семейств Hydrophiloidea. Несмотря на то, что разные группы жесткокрылых и отдельные территории Саратовской области изучены неравномерно, в настоящее время, приведенная фауна Hydrophiloidea составляет 77% от прогнозируемой. Слабо изученными в отношении колеоптерофауны остаются болотные биотопы, ручьи и родники, малые реки, эфемерные и солончаковые водоемы. Наиболее перспективными для новых находок являются районы саратовского Заволжья и приграничные с Казахстаном и Оренбургской областью территории, а также северо-западные районы области, где могут быть обнаружены не отмеченные для фауны региона виды, находящиеся на краю своих ареалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования № АААА-А18-118012690105-0.

ЛИТЕРАТУРА

- Бенинг А.Л.** Материалы по гидрофауне придаточных систем Волги. Материалы по гидрофауне реки Еруслан // Труды Волжской биологической станции. 1921. Т. 5, № 4–5. С. 307–308.
- Зайцев Ф.А.** Материалы к фауне водяных жуков Саратовской и Самарской губерний // Работы Волжской биологической станции. 1928. Т. 10, №1. С. 3–27.
- Кирейчук А.Г.** Список видов семейства Helophoridae фауны России // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2013. https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/helop_ru.htm.
- Косиков А.Г., Чумаченко А.Н.** Атлас Саратовской области. М.: «АСТ Пресс Картография», 2002. 144 с.
- Литовкин С.В.** Список видов семейства Georissidae для России // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2015. https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/geori_ru.htm.
- Литовкин С.В.** Список видов семейства Hydrochidae фауны России // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2010. https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/hydro_ru.htm.
- Литовкин С.В.** Список видов семейства Hydrophilidae фауны России // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2013. <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/hydropru.htm>.
- Литовкин С.В., Сажнев А.С.** Дополнительные и обобщающие данные по распространению и экологии некоторых видов семейства Georissidae (Insecta, Coleoptera) в России и Казахстане // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. 2012. Вып. 10. С. 66–69.

- Литовкин С.В., Сажнев А.С.** Новые данные по распространению и биологии водных жуков (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Helophoridae, Georissidae, Hydrophilidae, Limnichidae, Curculionidae) в России // Евразийский энтомолог. журнал. 2016. Т. 15, №1. С. 17–24.
- Лобанов А.Л.** Список семейств жуков России с данными о числе видов // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2019. <http://www.zin.ru/ANIMALIA/COLEOPTERA/RUS/dbase1.htm>
- Прокин А.А.** Водные жесткокрылые (Coleoptera) малых рек Европейской части России: разнообразие, биоценотическая и индикационная роль // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Ярославль: Филигрань, 2008. С. 38–53.
- Рындевич С.К.** Зоогеографическая структура фауны водолюбивых (Coleoptera: Hydrophiloidea) подтаежной зоны Палеарктики // Гидроэнтомология в России и сопредельных странах. Ярославль: Филигрань, 2013. С. 145–156.
- Сажнев А.С.** Водные жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) национального парка «Хвалынский» // Научные труды Национального парка «Хвалынский». 2017. Вып. 9. С. 85–88.
- Сажнев А.С.** Список видов семейства Spercheidae мировой фауны // Сайт «Жуки и колеоптерологи». 2016. <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/sperchw.htm>.
- Сажнев А.С.** Фаунистический состав и экологическая структура колеоптерокомплексов (Insecta, Coleoptera) экотонных «вода–суша» на территории Саратовской области. Дисс. ... канд. биол. наук. 2014. Саратов. 225 с.
- Сажнев А.С., Аникин В.В.** Новые для Саратовской области виды жесткокрылых (Coleoptera), обнаруженные на территории национального парка «Хвалынский» // Научные труды Национального парка «Хвалынский». 2016. Вып. 8. С. 136–138.
- Сажнев А.С., Аникин В.В.** Эколого-фаунистическая характеристика прибрежных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) некоторых водоемов Саратовского Заволжья // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 2. С. 89–96.
- Сажнев А.С., Володченко А.Н., Забалуев И.А.** Дополнение к фауне жесткокрылых (Coleoptera) Саратовской области. Сообщение 2 // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. 2019. Вып. 57. С. 9–13.
- Сажнев А.С., Володченко А.Н., Забалуев И.А.** Дополнение к фауне жесткокрылых (Coleoptera) Саратовской области. Сообщение 2 // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. 2020. Вып. 58. (в печати).
- Сажнев А.С., Володченко А.Н., Трушов Д.А.** Предварительные данные по весенней фауне жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) памятника природы «Озеро Рассказань» (Саратовская область) // Известия Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 170–178.
- Сажнев А.С., Забалуев И.А., Филиппов Д.А.** Редкие и новые для фауны Вологодской области виды жесткокрылых (Coleoptera) // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. 2017. Вып. 51–52. С. 27–30.
- Сахаров Н.Л.** Жуки окрестностей Мариинского земледельческого училища и других мест Саратовской губернии // Труды Саратовского общества естествоиспытателей любителей природы. 1905. Т. 4, №2. С. 1–86.
- Энциклопедия Саратовского края (в очерках, фактах, событиях, лицах). Саратов: Приволжское кн. изд-во, 2002. 668 с.
- Якобсон Г.Г.** Жуки России и Западной Европы. СПб: Издательство А.Ф. Девриена. 1915. Вып. 11. С. 865–1024.
- Angus R.B.** Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae: Helophorinae. Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Band 20/10–2. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1992. 144 p.
- Catalogue of Palaearctic Coleoptera. 2015. Vol. 2. Hydrophiloidea–Staphyloidea. Stenstrup: Brill. 1702 p.
- Crowson R.A.** The Biology of the Coleoptera. London: Academic Press, 1981. 802 p.
- Jäch M.A., Balke M.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater // Hydrobiologia. 2008. Vol. 595. P. 419–442.
- Lawrence J.F., Newton A.F.** Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names) // Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN, 1995. P. 779–1006.
- Sazhnev A.S.** New data on the distribution of alien species of Hydrophilidae (Coleoptera) in the European part of Russia // The V International Symposium Invasion of alien species in Holarctic: book of abstract. Yaroslavl: Publisher “Филигрань”. 2017. P. 106.
- Shatrovskiy A.G.** A review of hydrophilids of the genus *Laccobius* (Coleoptera, Hydrophilidae) of the fauna of the USSR // Revue d'Entomologie del'URSS. 1984. Т. 63, № 2. P. 301–325.

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ РОСТА БИОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

А.В. Селезнева, К.В. Беспалова, В.А. Селезнев

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

FORMATION OF WATER QUALITY OF LARGE VOLGA RESERVOIRS IN CONDITIONS OF INCREASING NUTRIENT LOADING

A.V. Selezneva, K. V. Bespalova, V. A. Seleznev

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Проблема ухудшения качества воды в условиях роста биогенной нагрузки (Кондратьев, 2007) на фоне глобального потепления климата (Оценка влияния..., 2005) становится все более актуальной для крупных водохранилищ Волги, которые используются для водоснабжения, рекреации и рыбного хозяйства (Даценко, 2007; Селезнева, 2007; Селезнев и др., 2017). Особенно остро эта проблема стоит на крупных водохранилищах Средней и Нижней Волги в период летней межени, когда наблюдается массовое развитие сине-зеленых водорослей (Селезнева и др., 2014; Беспалова, 2016).

Резкое увеличение численности и биомассы водорослей нарушает процессы формирования качества воды по ряду показателей: запах, цветность, органические и токсические вещества, растворенный кислород, водородный показатель (рН), окислительно-восстановительный потенциал (Еh) (Селезнева и др., 2013). Однако закономерности и количественная оценка этих изменений изучена недостаточно. Поэтому целью настоящих исследований является оценка сезонных изменений качества волжской воды по органическим и биогенным веществам на основе данных многолетних наблюдений в условиях массового развития сине-зеленых водорослей.

Материалы и методы исследования

Гидрохимические наблюдения проводились ежемесячно в период 2000-2018 гг. на р. Волге в районе Жигулевской плотины, через которую проходит 97% всего водного стока реки. Выше по течению от плотины расположено Куйбышевское, а ниже – Саратовское водохранилище. Отбор проб воды осуществлялся с поверхностного горизонта эмалированным ведром с причальной стенки, расположенной на левом берегу Саратовского водохранилища в 2,5 км ниже по течению от Жигулевской плотины.

Химический анализ проб воды осуществлялся по следующим показателям: перманганатная окисляемость (ПО), бихроматная окисляемость (БХО), нитраты (NO_3^-) и фосфаты (PO_4^{3-}). Определение концентрации ПО и БХО выполнялось титриметрическим, а концентрации нитратов и фосфатов - фотометрическим методами в соответствии с действующими нормативными документами. Диапазоны измеряемых концентраций веществ и показатели точности измерений (границы погрешности при вероятности $P = 0,95$) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Диапазон и точность измерения показателей качества воды

Показатели	Диапазон измерений	Руководящий документ	Показатель точности
ПО	2,0-100 мгО/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4.154-99	±10%
БХО	10,0-80,0 мгО/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.100-97	±24%
NO_3^-	0,1- 3,0 мгN/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4-95	±0,18X мгN/дм ³
PO_4^{3-}	0,01-0,2 мгP/дм ³	РД 52.24.382-2006	±0,002+0,092X мгP/дм ³

Примечание: X – измеренная концентрация вещества

Полученные данные химического анализа формировались в ряды, которые подвергались статистической обработке с использованием программы Statistica v 6.0. По каждому химическому показателю для каждого месяца года формировались выборки из 19 членов ряда (2000-2018 гг.) по которым рассчитывались: средняя (C_{cp}), максимальная (C_{max}) и минимальная (C_{min}) концентрации и среднее квадратичное отклонение (σ).

Результаты и их обсуждение

Качество волжской воды в пункте наблюдений формируется всеми водохранилищами Волжско-Камского каскада, расположенными выше по течению р. Волга. Средний годовой расход воды в створе Жигулевской плотины составляет 7694 м³/с, а сезонные изменения находятся в диапазоне 2127 - 33500 м³/с.

На Куйбышевском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах ежегодно в период летней межени наблюдается массовое развитие сине-зеленых водорослей. Интенсивность и продолжительность процесса «цветения» воды зависят от биогенной нагрузки, режима регулирования водного стока и гидрометеорологических условий конкретного года. Процесс «цветения» воды характеризуется существенной пространственной неоднородностью. В пойменных частях водохранилищ, заливах, зонах подпора боковых притоков и приплотинных плесах массовое развитие водорослей протекает более активно, чем в русле (Селезне и др., 2013).

Анализ видового состава водорослей показал, что преобладающими в период летней межени являются: сине-зеленые, диатомовые, зеленые водоросли (Герасимова, 1996). При этом именно сине-зеленые водоросли вызывают «цветение» воды в летний период. Такие виды сине-зеленых водорослей, как *Microcystis*, *Anabaena* и *Aphanizomenon*, способны к продуцированию токсинов (Никитин и др., 2017). В настоящее время известно более 70 структурных вариантов микроцистинов, наиболее токсичным является микроцистин-LR, допустимая концентрация которого в воде составляет 1 мкг/дм³ по рекомендациям Всемирной организации здравоохранения.

В период «цветения» воды увеличивается цветность, запах, содержание взвешенных и растворенных органических веществ, растет концентрация хлорофилла и pH, но уменьшается Eh. В поверхностном слое водоема наблюдается избыток кислорода (200–300%), а в придонном слое – его дефицит. Концентрации NO₃⁻ и PO₄³⁻ уменьшаются, при этом содержание PO₄³⁻ может упасть до нуля, и тогда процесс развития водорослей прекращается (Селезнева и др., 2013).

За 2000-2018 гг. средняя годовая концентрация NO₃⁻ составила 0,75 мгN/дм³. Средние месячные значения (C_{cp}) изменялись от 0,41 до 1,26 мгN/дм³, максимальные (C_{max}) – 1,13–2,37 мгN/дм³, минимальные (C_{min}) – 0,2–0,52 мгN/дм³ (табл. 2).

Таблица 2 - Статистические характеристики концентрации NO₃⁻ и PO₄³⁻

Показатель	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нитраты, мгN/дм ³												
C_{cp}	0,80	1,00	1,21	1,26	1,10	0,72	0,54	0,58	0,44	0,47	0,41	0,51
σ	0,37	0,40	0,44	0,52	0,38	0,31	0,38	0,57	0,36	0,42	0,25	0,26
C_{max}	1,76	1,89	2,37	2,35	1,96	1,33	1,24	1,92	1,46	1,28	1,13	1,28
C_{min}	0,42	0,42	0,52	0,42	0,47	0,21	0,11	0,14	0,12	0,12	0,20	0,26
Фосфаты, мкгP/дм ³												
C_{cp}	75	74	74	61	47	29	31	50	66	89	95	84
σ	15	01	15	17	25	11	14	29	23	25	22	17
C_{max}	113	95	107	87	122	52	56	149	109	146	136	107
C_{min}	37	58	52	12	10	11	10	25	17	42	47	40

Наибольшая концентрация NO₃⁻ наблюдается перед началом весеннего половодья, а в период половодья концентрация нитратов падает и достигая минимальных значений в июле.

В период летне-осенней межени концентрация NO_3^- стабильна, а затем начинает медленно повышаться в период зимней межени.

Средняя годовая концентрация фосфатов составляет $0,065 \text{ мгР/дм}^3$. В течение года средние месячные значения ($C_{\text{ср}}$) изменяются в пределах $0,029\text{--}0,095 \text{ мгР/дм}^3$, максимальные – $0,052\text{--}0,149 \text{ мгР/дм}^3$, минимальные – $0,01\text{--}0,058 \text{ мгР/дм}^3$. Наибольшая концентрация фосфатов наблюдается в осеннюю межень, наименьшая – в летнюю межень, в период массового развития водорослей (рис. 1). Внутригодовые изменения содержания фосфатов в воде имеют ярко выраженный сезонный ход, а амплитуда внутригодовых колебаний зависит от интенсивности процесса массового развития водорослей.

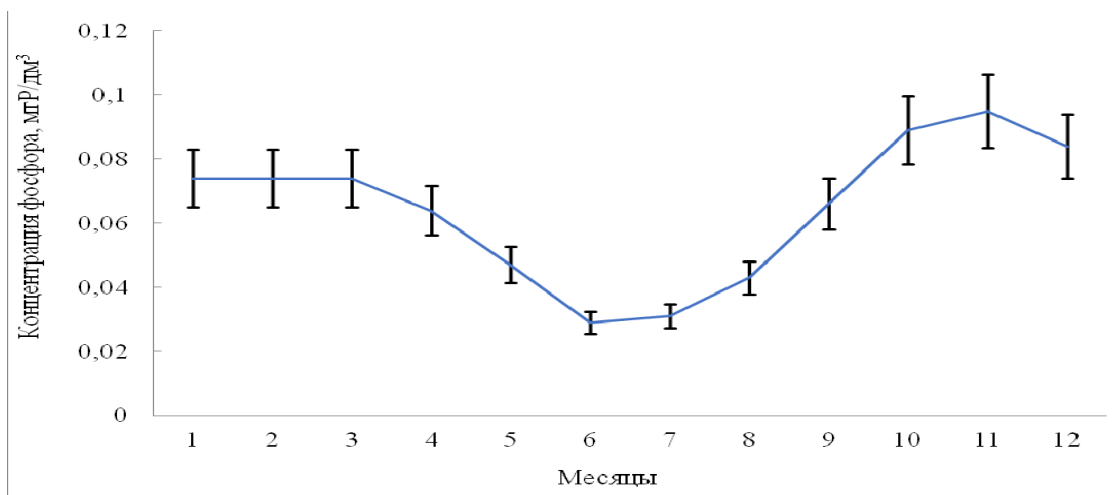


Рис. 1. Внутригодовая изменчивость концентрации фосфатов

В многолетнем ряду наблюдений максимальные средние месячные концентрации фосфатов в воде изменялись в 2,8 раза в пределах $0,052\text{--}0,146 \text{ мгР/дм}^3$, при этом наибольшие значения концентрации наблюдались в 2001, 2002 и 2013 годах. Минимальные средние месячные концентрации фосфатов изменялись в 5,8 раз в пределах $0,010\text{--}0,058 \text{ мгР/дм}^3$. Наименьшие концентрации фосфора в воде водохранилища наблюдались 2010, 2014 и 2015 годах.

Несмотря на то, что концентрация фосфатов и нитратов в воде ниже допустимой нормы, именно они провоцируют процесс «цветения» воды и ухудшение качества воды. Поэтому для восстановления нормального состояния водохранилищ необходимо, прежде всего, снижать содержание биогенных веществ. Это возможно при разработке и внедрении региональных нормативов качества воды, учитывающих природные особенности водных объектов.

В условиях массового развития сине-зеленых водорослей особую тревогу вызывает органическое загрязнение воды водохранилищ по таким интегральным показателям, как ПО и БХО в период летней межени. Повышение концентрации ПО в период летней межени связано с увеличением количества автохтонного органического вещества за счет интенсивного развития водорослей. Волжская вода в течение всего года не соответствует нормативным требованиям по интегральным органическим показателям: ПО и БХО (табл. 3).

Среднее годовое значение перманганатной окисляемости (ПО) в волжской воде составляет $7,4 \text{ мгО/дм}^3$. Средние месячные значения ($C_{\text{ср}}$) изменяются в пределах $7,0\text{--}8,6 \text{ мгО/дм}^3$, максимальные (C_{max}) – $8,6\text{--}13,8 \text{ мгО/дм}^3$, минимальные (C_{min}) – $4,1\text{--}7,1 \text{ мгО/дм}^3$. Внутригодовые изменения концентрации перманганатной окисляемости (ПО) имеют ярко выраженный сезонный ход (рис. 2). Наибольшие средние месячные значения ($C_{\text{ср}}$) наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик «цветения» воды, а наименьшие – в зимнюю межень. За счет «цветения» воды ПО увеличивается на 10–15%.

Таблица 3 – Статистические характеристики концентрации ПО и БХО

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПО, мгО/дм ³												
C _{ср}	7,5	7,1	7,8	7,5	7,5	7,8	8,6	7,9	7,4	7,1	7,0	7,0
σ	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,5	1,3	1,0	1,1	0,8	0,9
C _{max}	9,8	13,8	10,7	10,5	9,4	10	12,1	9,8	9,7	9,8	8,6	8,6
C _{min}	5,5	4,1	5,2	5,4	5,8	5,5	7,1	6,5	6,2	5,9	6,0	5,3
БХО, мгО/дм ³												
C _{ср}	23	24	25	25	24	27	27	27	27	26	25	25
σ	7	7	6	6	8	6	5	5	5	5	4	5
C _{max}	39	36	35	33	31	35	36	35	34	32	29	33
C _{min}	12	13	15	14	10	15	17	14	16	15	17	13

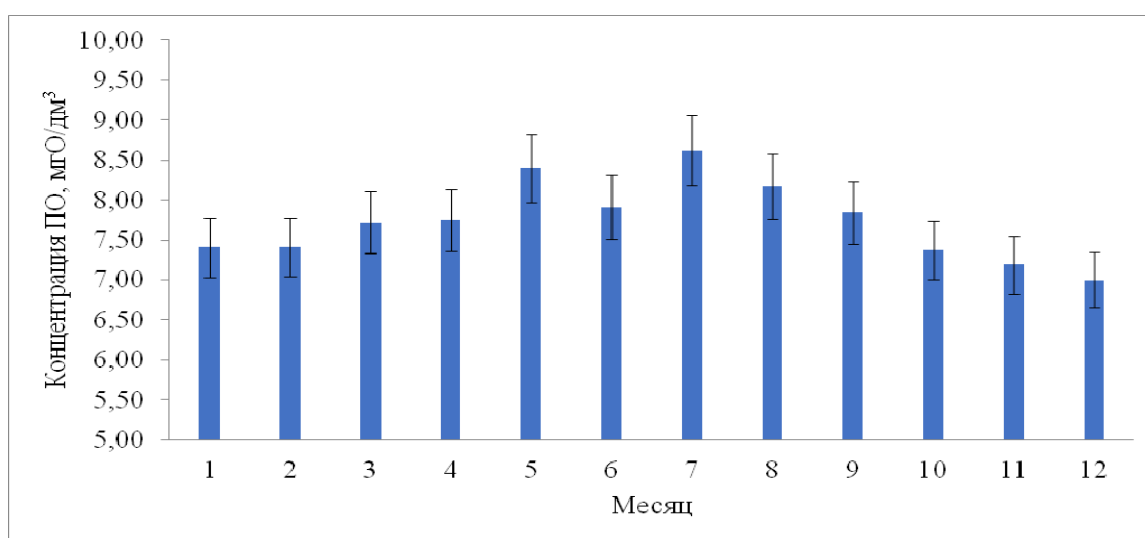


Рис. 2. Внутригодовые изменения перманганатной окисляемости

Среднее годовое значение БХО составляет 25,3 мг/дм³. Средние месячные значения (C_{ср}) изменяются в пределах 22,9–27,3 мг/дм³, максимальные – 28,9–38,7 мг/дм³, минимальные – 9,5–16,9 мг/дм³. Временные изменения концентрации БХО имеют ярко выраженный сезонный ход (рис. 2). Наибольшие средние месячные значения наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик цветения воды, наименьшие – в зимнюю межень. За счет «цветения» воды БХО увеличивается на 6–8%.

Одна из главных причин «цветения» воды и ухудшения качества воды – чрезмерная биогенная нагрузка, которая стала возможной из-за несовершенства системы нормирования. Критериями при нормировании качества воды водных объектов являются предельно допустимые концентрации, которые одинаковы для всей территории РФ и зависят только от вида водопользования. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой на водные объекты. Для снижения биогенной нагрузки на водохранилище необходимо приступить к разработке и внедрению региональных нормативов качества воды, учитывающих природные особенности водоемов.

Другая причина, способствующая массовому развитию сине-зеленых водорослей и ухудшению качества воды, это глобальное потепление климата и увеличение температуры волжской воды (Литвинов и др., 2014). Анализ временных рядов 455 метеостанций на территории России (в основном её западной части) за период 1901-1995 гг. показал, что повышение средней годовой температуры составило 0,9 °C/100 лет: 1,3 °C/100 лет – для холодного, 0,3 °C/100 лет – для теплого периодов. Более того, потепление неоднородно в простран-

стве. Наиболее значительным оно оказалось в зоне 50-55° с.ш., уменьшаясь к югу и северу (Оценка влияния..., 2005).

В перспективе дальнейшее увеличение биогенной нагрузки и повышение глобальной температуры поверхностных вод будут способствовать дальнейшей интенсификации процесса «цветения» воды, увеличению органического загрязнения и ухудшению экологического состояния водохранилищ.

Выводы:

1. Качество волжской воды по органическим показателям (ПО, БХО) и биогенным веществам (нитраты, фосфаты) характеризуется значительной сезонной изменчивостью. В летний период содержание органических веществ увеличивается, а концентрация биогенных веществ наоборот уменьшается.

2. Увеличение содержания органических веществ в волжской воде обусловлено массовым развитием сине-зеленых водорослей, за счет чего перманганатная окисляемость увеличивается на 10–15%, а бихроматная окисляемость - 6–8%.

3. Массовое развитие сине-зеленых водорослей возможно регулировать на основе разработки превентивных мер, направленных на сокращение поступления биогенных веществ в водные объекты от точечных и диффузных источников загрязнения, расположенных на водосборной территории водохранилищ Волжско-Камского каскада.

ЛИТЕРАТУРА

- Беспалова К.В.* Состояние источников водоснабжения в условиях антропогенного эвтрофирования водохранилищ // Водоснабжение и санитарная техника. – 2016. № 11. - С. 7-16.
- Герасимова Н. А.* Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ. – Тольятти, 1996. 200 с.
- Даценко Ю.С.* Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-геохимические аспекты. – М.: ГЕОС, 2007. 252 с.
- Кондратьев С.А.* Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. СПб.: Наука, 2007. 253 с.
- Литвинов А.С., Пырина И. Л., Законнова А. В., Кучай Л. А., Соколова Е. Н.* Термический режим и продуктивность фитопланктона Рыбинского водохранилища в условиях изменения климата // Вода: химия и экология. 2014. № 12. С. 108 -112.
- Никитин О.В., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю.* Мониторинг цианоактериальных токсинов в водных объектах Республики Татарстан (2011-2016 гг.) // Материалы Международной научно-практической конференции «Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения» (8-19 мая 2017 г., Казань, Россия). Казань: Приволжский федеральный университет, 2017. С. 51-62.
- Оценка влияния* изменения режима вод суши на наземные экосистемы / [отв. ред.: Н.М. Новикова]; Ин-т водн. проблем. – М.: Наука, 2005. 365 с.
- Селезнев В.А., Селезнева А.В., Беспалова К.В.* Антропогенное эвтрофирование крупных водохранилищ Нижней и Средней Волги в условиях глобального потепления климата // Материалы Международной научно-практической конференции «Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения» (8-19 мая 2017 г., Казань, Россия). Казань: Приволжский федеральный университет, 2017. С. 151-156.
- Селезнева А.В.* Экологическое нормирование антропогенной нагрузки на водные объекты. – Самара, - 2007. 107 с.
- Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А.* Формирование качества воды волжских водохранилищ при аномальных погодных условиях // Водное хозяйство России. – 2013.–№ 5. С. 4-14.
- Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В.* Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья // Поволжский экологический журнал. – 2014. № 1. С. 88-96.

ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА РЕЧНОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**Ж.Т. Сивохиц, В.М. Павлейчик***Институт степи УрО РАН, Оренбург (Россия)***TRANSFORMATION OF QUALITATIVE COMPOSITION OF RIVER WATER UNDER CONDITIONS OF MINING NATURAL USE****Z.T.Sivohip, V.M. Pavleichik***Institute of Steppe of UB RAS, Orenburg (Russian Federation)*

Продолжительное горнопромышленное освоение территории Южного Зауралья является одним из ведущих антропогенных факторов трансформации природной среды и формирования неблагоприятной эколого-гидрохимической ситуации. С локальными участками мест освоения рудных месторождений и переработки руды связано образование геохимических аномалий с существенно повышенным фоновым содержанием ионов меди, цинка, марганца и других сопутствующих металлов. Интенсивность и характер переноса этих загрязняющих веществ во многом обуславливаются водным режимом территории водосборов, сезонными особенностями гидрологического режима рек, естественной морфологией русла, регулированием стока и многими другими факторами.

В статье отражены результаты исследований, проведенных в 2010 (Павлейчик, Сивохиц, 2011; 2013) и в 2019 годах. Учтены сведения о химическом составе поверхностных вод и речного ила, приведенные в литературных источниках (Кужина, Янтурин, 2010; Пучков, Шафигуллина, Серавкин, 2008), в ежегодных государственных докладах по регионам (Оренбургская и Челябинская области, республика Башкортостан) и других официальных источниках.

Условия формирования эколого-гидрохимической ситуации в пределах водосборной территории Южного Зауралья. Крайняя западная часть бассейна р. Урал занимает восточный склон хребта Уралтау и краевой низкогорный хребет Ирэндик. Центральная и практически вся восточная части, относящиеся к зоне Магнитогорского прогиба, с поверхности представлены пологоволнистыми равнинами, имеющими ярусное строение. Наибольшее распространение здесь получили отложения девонского и каменноугольного возраста, представленные разнообразными породами вулканогенного комплекса, флишеидными и карбонатными породами. С интрузиями магматических пород, прорывающими осадочные и вулканические породы, генетически связаны месторождения магнетитовых руд (Магнитогорское, Малый Куйбас). В девонское время вулканические процессы, происходившие на дне палеоокеана, способствовали образованию залежей медно-цинково-колчеданных руд (месторождения Учалинское, Сибайское, Молодежное, Александринское, Подольское, Узельгинское, Гайское, Летнее, Осеннее, Барсучий Лог, Джусинское, Еленовское и др.). На междуречных пространствах коренные породы часто покрыты рыхлыми накоплениями (корой выветривания) мезозойского пенеплена.

Таким образом, литологическое разнообразие способствует формированию сложной эколого-геохимической обстановки на территории, а интенсивная разработка рудных месторождений вносит существенный вклад в современное загрязнение поверхностных и подземных вод. Наиболее длительно действующим источником тяжелых металлов являются отвалы вскрышных пород и шламохранилищ, образующих обширные ареалы загрязнения, поверхностный и подземный сток кислых подотвальных вод. Таким образом, в исследуемом регионе объекты горнодобывающей и металлургической промышленности являются определяющим фактором техногенной метаморфизации химического состава речной воды. Основные загрязняющие элементы – тяжелые металлы, концентрация которых увеличивается в осенне-зимний период, что связано с уменьшением объемов воды в реках.

Сложная эколого-гидрохимическая ситуация наблюдается в пределах водосборных территорий (Таналык, Большая Уртазымка, Худолаз и др.), непосредственно дренирующих карьеры и промплощадки предприятий, в результате чего загрязняющие вещества с предприятий Башкортостана поступают в р. Урал на территории Челябинской области, где их концентрация снижается, но остается постоянно высокой. На “входных” (в Оренбургскую область) створах р. Урал и ее притоков (Таналык, Уртазым) наблюдается практически постоянное превышение ПДК по ряду загрязняющих веществ (Fe, Cu, Zn, нефтепродукты и др.), поступающих с территории Республики Башкортостан и Челябинской области. Так, согласно данным «Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2018 году» в пограничном с Челябинской областью створе п. Березовский средние годовые концентрации меди превысили нормативы ПДК в 3,8 раза; цинка – в 1,1 раз.

Одним из характерных примеров влияния длительно продолжающегося горнопромышленного производства на эколого-гидрохимическую ситуацию является бассейн р. Таналык – правый приток р. Урал (Ириклинского водохранилища) (рисунок 1). Актуальность эколого-гидрохимических исследований по данному притоку обуславливается необходимостью: а) обеспечения безопасности жизнедеятельности в густонаселенном регионе; б) выявления масштабов межрегионального (трансграничного) переноса загрязняющих веществ; в) оценке качества воды в крупном Ириклинском вдхр., имеющем важное рыбохозяйственное и рекреационное значение.

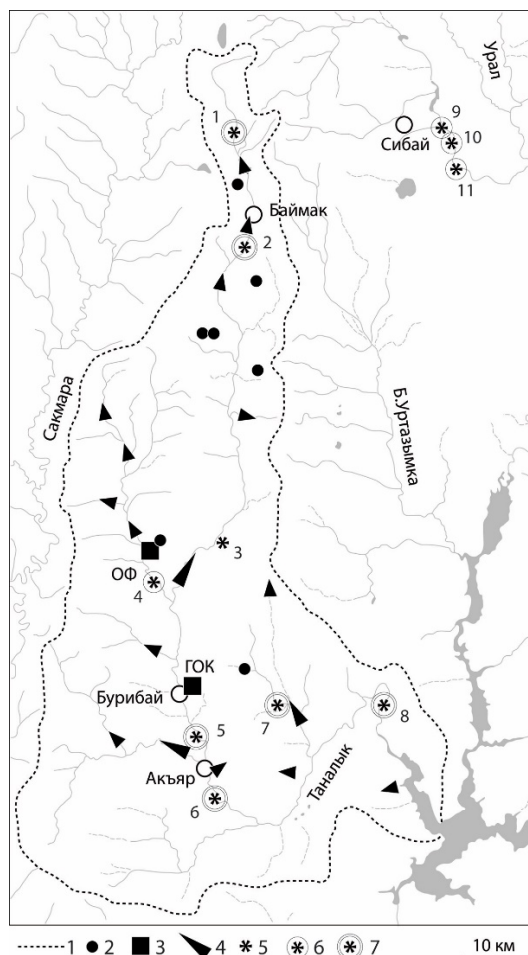


Рис. 1. Ситуационная схема – антропогенные факторы формирования качества воды в бассейне р. Таналык: 1 – границы бассейна, 2 – рудные месторождения, 3 – крупные горно-перерабатывающие предприятия (ОФ – обогатительная фабрика, ГОК – горно-обогатительный комбинат), 4 – водохранилища, 5 – места отбора проб и содержание Cu и Zn в г/л (2010); 6 – места отбора проб и содержание Cu и Zn в г/л (2019); 7 – места отбора проб и содержание Cu и Zn в г/л (2010 и 2019 гг.)

Река Таналык впадает в Ириклинское вдхр. на р.Урал, нижний отрезок долины реки образует протяженный (20 км) Таналыкский залив. Река имеет протяженность 225 км, площадь бассейна – 4160 км². По створу с. Мамбетово средний многолетний расход воды – 5,89 м³/с коэффициент вариации годового стока – 0,72, коэффициент асимметрии – 1,44. За последние 10–15 лет в бассейне реки сооружены крупные водохранилища: Акъярское на р. Ташла (объем 49,4 млн м³, площадь 7,8 км²), Бузавлыкское (19,1 млн м³, 3,07 км²), Таналыкское (14,2 млн м³, 2,01 км²) и Маканское (9,3 млн м³, 3,65 км²) на одноименных реках.

Начиная с 1920–1930-х гг. в Южном Зауралье началось активное освоение медно-колчеданных руд, добыча золота. Один из первых медеплавильных заводов – Баймакский – функционировал на рудах Сибайского медно-цинково-колчеданного месторождения до 1957 г. Бурибаевский (1930 г.) горно-обогатительный комбинат сформировался на базе месторождений руд цветных (медь, цинк) и драгоценных (золото) металлов в 1930–1970-х годов. В бассейне р. Таналык находятся разрабатываемые и отработанные месторождения медно-цинковых и колчеданных руд – Молодежное, Александринское, Подольское, Узельгинское, Бакртау, Таштау, Балтатау, Семеновское, Кульбуртау, Маканское, Бурибаевское и др. Источниками тяжелых металлов являются отвалы вскрышных пород и хвостохранилища, образующие поверхностный и подземный сток кислых вод.

Особенности эколого-гидрохимической ситуации в р. Таналык. В р. Таналык отмечается повышение концентрации основных ионов от истоков к приустьевой части; практически пресная вода в верховьях р. Таналык не содержит явных следов тяжелых металлов. Попадая в техногенную зону (промышленные предприятия Баймака, Бурибая и Акъяра, разрабатываемые месторождения), вода быстро насыщается солями и ионами тяжелых металлов. В числе наиболее постоянных загрязняющих веществ по всему профилю реки – медь, марганец, железо общее, цинк. Развитие процессов техногенной метаморфизации качественного состава исследуемой реки подтверждается результатами аналитических испытаний проб речной воды, отобранных в 2010 и 2019 гг. (таблица).

Таблица - Содержание меди и цинка (мг/л) в реках горнопромышленного Зауралья (2010 – лаборатория Института степи УрО РАН, 2019 – лаборатория ФГБУ ГЦАС «Оренбургский»)

Место и год отбора пробы	Cu		Zn	
	2010	2019	2010	2019
Бассейн р. Таналык				
с. Мерясово	0,0009	0,005	не опр.	0,003
г. Баймак	0,0022	0,006	не опр.	0,012
Новопетровское – Уфимское	1,28	-	10,49	-
Бурибай – Акъяр	0,0023	0,100	0,0148	0,018
ниже с. Акъяр	0,0016	0,028	0,002	0,005
руч. Макан (приток)	0,0014	0,016	0,096	0,018
пос. Таштугай	0,0017	0,005	0,002	0,003
Бассейн р. Худолаз				
г. Сибай	-	0,10	-	0,10
ниже г. Сибай	-	0,06	-	0,14
с. Новопокровское	-	0,086	-	0,32
Бассейн р. Сакмара				
с. Ракитянка, подотвальный ручей		>10		>10

Продолжение таблицы

р. Блява - г. Медногорск	-	0,24	-	2,0
р. Караганка, мост трассы Куван- дык – Медногорск	-	0,05	-	0,12
<i>Бассейн р. Орь</i>				
р. Кугутык – п. Домбаровский	-	0,039	-	0,015
р. Камсак – выше д. Алимбай	-	0,019	-	0,003
<i>Бассейн р. Урал</i>				
р. Большой Кумак – выше д. Ащельсай	-	0,038	-	0,003
р. Джуса – выше п. Слюдяной	-	0,022	-	0,003
р. Урал - с. Хабарное	-	0,047	-	0,016

По данным ФГУ МВО БУ за 2007-2009 гг. вода в р. Таналык выше главного источника загрязнителей п. Бурибай и Бурибайского ГОК (114 км от устья) качество воды характеризовалось от «загрязненной» до «грязной» (4-5 класс, индекс загрязненности воды – ИЗВ – 4,5-5,9). За многолетний период максимальные среднегодовые значения ИЗВ были зафиксированы в 2006 г. – 6,3 с 6 классом качества («очень грязная»). Наибольшие среднемноголетние превышения наблюдаются по Zn (10,6 ПДК), Cu (7,1) и Mn (5,5), что связано как с естественным природным фоном, так и с длительным освоением недр.

Принимая загрязненные поверхностные и подземные воды с Бурибайского ГОК, вода в реке ниже п. Бурибай становится «чрезвычайно грязной» (7 класс, ИЗВ 14,2-24,1). На этом участке среднемноголетние значения ПДК наиболее существенны; на первое место выходит Cu с превышением ПДК в 47,5 раз, затем Mn (19,6), Zn остается практически на том же показателе, что и выше по течению (10,9 ПДК).

За нижележащий 65-ти км участок река пополняется загрязняющими веществами предприятий п. Акъяр и руч. Макан. Максимальной степенью техногенной метаморфизации химического состава по полученным данным характеризуется левый приток р. Таналык – руч. Макан. Здесь наблюдаются превышения ПДК сульфатов, хлоридов, Zn, Cu, Pb и Cd, обусловленные разработкой Подольского медно-цинкового месторождения в верховье ручья. Ниже по течению р. Макан для ирригационных и рыбохозяйственных целей сооружено Маканское водохранилище общим объемом 9,3 млн м³.

По данным ФГУ МВО БУ за 2007-2009 гг. перед впадением в Ириклинское вдхр. (Таштугай, 39 км) вода частично очищается (4-5 класс, ИЗВ 3,2-4,8) – Cu – 6,3, Zn – 5,8, Mn – 2,2 ПДК. По данным УЭИВ, за 1999–2003 гг. среднегодовые показатели содержания здесь составляли: меди 0,003–0,004, цинка 0,013–0,015 мг/л – при максимальных среднегодовых значениях соответственно 0,033 и 0,029 мг/л в 1999 г.

По нашим данным, на нижнем протяженном (75 км) участке реки (Акъяр – Таштугай) без крупных промышленных источников загрязнения буферные свойства речного комплекса не обеспечивают связывания токсичных компонентов. В приустьевой части (с. Таштугай) химический состав воды не претерпевает особых изменений.

В заключение следует отметить, что освоение минеральных ресурсов Южного Зауралья, начавшееся со второй половины XVIII в. и получившее наибольшее развитие с 1930-х гг. до настоящего времени, привело к формированию специфического природно-техногенного комплекса. Важный динамический компонент этого комплекса – речной сток, обеспечивающий хозяйство водными ресурсами, трансформацию и частичную нейтрализацию загрязняющих веществ, а также вывод их за границы водосборных территорий. Систематизация и анализ данных по верхнему течению р. Урал позволили выявить общие закономерности формирования и тенденции развития современной гидрологической, гидрохимической и экологической ситуации.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 18-05-0447 «Пространственно-динамическая специфика регионального природопользования в трансграничных бассейновых геосистемах в современных гидроклиматических условиях» и темы государственного задания ИС УрО РАН № АААА-А17-117012610022-5.

ЛИТЕРАТУРА

- Кужина Г.Ш., Янтурин С.И.** Исследование содержания тяжелых металлов в верхнем течении р. Урал // Вестник ОГУ, 2010. №1 (107). С.106-109.
- Пучков В.Н., Шафигуллина Г.Т., Серавкин И.Б., Удачин В.Н.** Формы миграции тяжелых металлов в Учалинской природно-технической системе // Геоэкология, 2008, № 6. С. 506-516.
- Павлейчик В.М., Сивохин Ж.Т.** Эколого-гидрологическая ситуация в бассейне реки Таналык в условиях техногенной трансформации природной среды в Южном Зауралье // Известия Самарского научного центра РАН. Т.15, №3(3), 2013. С. 945-948.
- Павлейчик В.М., Сивохин Ж.Т.** Миграция загрязняющих веществ в условиях регулирования стока (на примере верхнего течения р.Урал) // Изв. Самарского НЦ РАН 2011 г., Т.13, № 1(6). С.1472-1478.

**КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
БЛИЗ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ****А.Н. Сивухин, В.А. Исаев, А.А. Саверьянова***Ивановский государственный университет, Иваново (Россия)***COMPREHENSIVE MONITORING OF SURFACE WATER CONDITIONS NEAR
HYDRAULIC STRUCTURES****Alexey Sivukhin, Vladimir Isaev, Alyona Saveryanova***Ivanovo state university, Ivanovo (Russia)*

Преграды на пути текущей воды могут возводиться с разной целью, от использования силы гравитации для нужд человека до снижения или повышения уровня реки. Именно по последним причинам были возведены плотины на реках, протекающих через г. Иваново. Конечно, подобные преграды не могут не изменить параметры водоёма. Например, для искусственных сооружений в предыдущих исследованиях было показано, что состояние воды в р. Уводь менялось от «загрязнённого» в водохранилище до «грязного» в черте городе после очистных сооружений, а в р. Талка сапробность снижалась после прохождения рекой плотины [3]. Для естественных сооружений, например, бобровых плотин, мы таких данных в доступной нам литературе мы не нашли. В связи с этим нами было решено проверить влияние естественных и искусственных гидросооружений на гидрохимические показатели воды в ряде водоемов. В ходе предварительных исследований было показано что имеются значительные отличия между показателями на створах в приплотинном плесе и после него [1]. Поэтому на ряде водоемов в качестве створов были выбраны участки перед (Д) и после (П) искусственных плотин на р. Харинка (Х), р. Уводь (ПБ) и р. Талка (Т) в черте г. Иваново (расстояние между створами и плотиной – 50 м), на Уводьском водохранилище (УС) (расстояние между створами и плотиной – 500 м), а также для сравнения створы до и после естественных плотин, создаваемых бобрами (12 створов р. Золотоструйки и р. Смердяги близ д. Синяя Осока Тейковского района Ивановской области).

Сбор образцов. Для химического анализа забирались 500 мл воды на каждом створе с глубины 30 см в пластиковый сосуд, предотвратив попадание в него воздуха атмосферы после забора. Для гидробиологического анализа отбирался зообентос на тех же участках.

Анализ. Анализ образцов проводился на базе лабораторий кафедры общей биологии и физиологии ИвГУ. Определяли оксигенацию воды аппаратным методом и методом Винклера, водородный показатель (рН-метр XINGWEIQIANG), а также содержание солей кальция и магния (прибор TDS-3), катионов железа и хлора, нитритов, хлорида натрия (тест-системы «Christmas») [2]. Определяли систематическое положение объектов зообентоса с целью вычисления сапробности по Методике Пантле-Букка в модификации Чертопруда [4].

По результатам исследования, содержание растворённого в воде кислорода в среднем оказалось выше после прохождения водой плотин (рис. 1). Это можно объяснить физическим насыщением воды кислородом воздуха при падении больших масс с высоты. В течение года оксигенация воды повышалась к середине зимы, что может быть связано с уменьшением количества окисляющихся органических остатков. Также, пик был зафиксирован в мае, возможно из-за повышения активности фотосинтезирующих организмов водоёмов.

Водородный показатель до и после гидросооружений остаётся приблизительно схожим, но в среднем изменяется в течение года, достигая зимой минимальных значений (6,5-7,5), а летом – максимальных (9,5-10,5). Летом количество и активность бикарбонат-ионов выше, это повышает щёлочность.

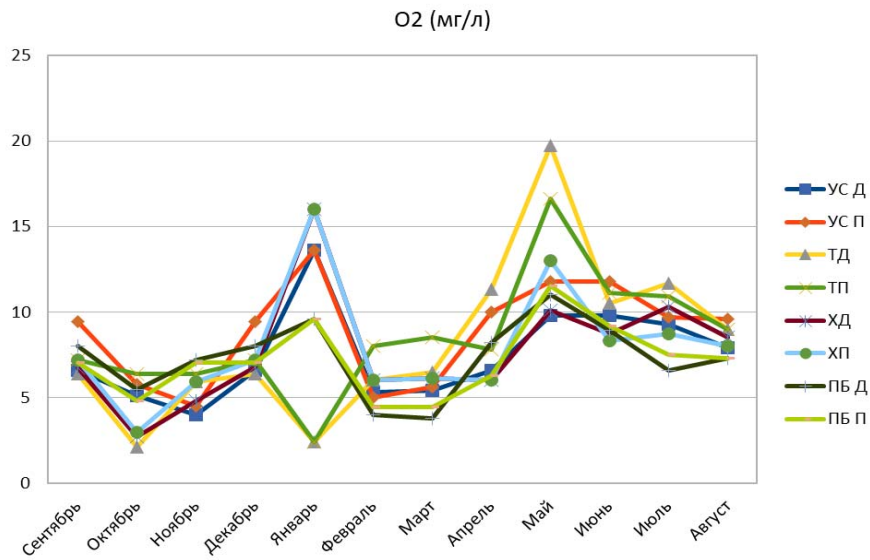


Рис. 1. Содержание растворённого в воде кислорода.

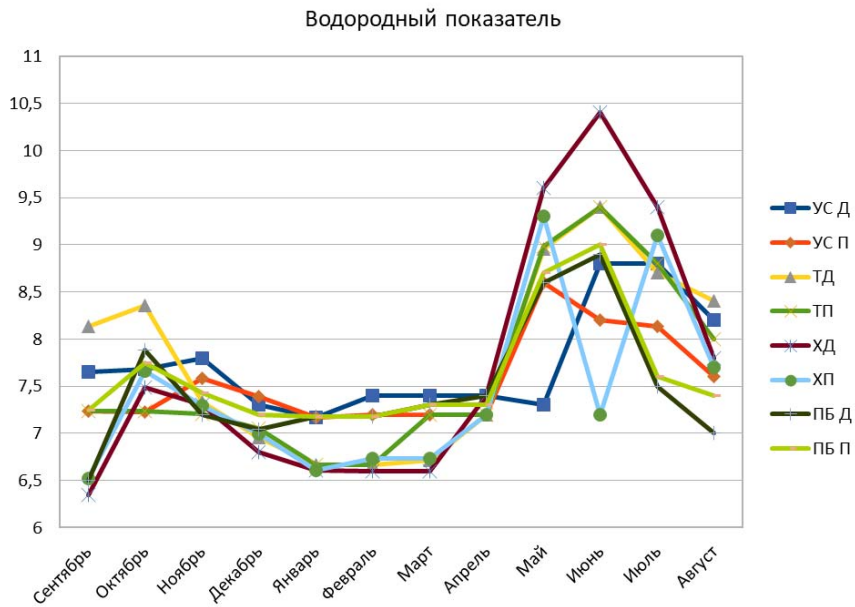


Рис. 2. Водородный показатель рек г. Иванова в 2019 г.

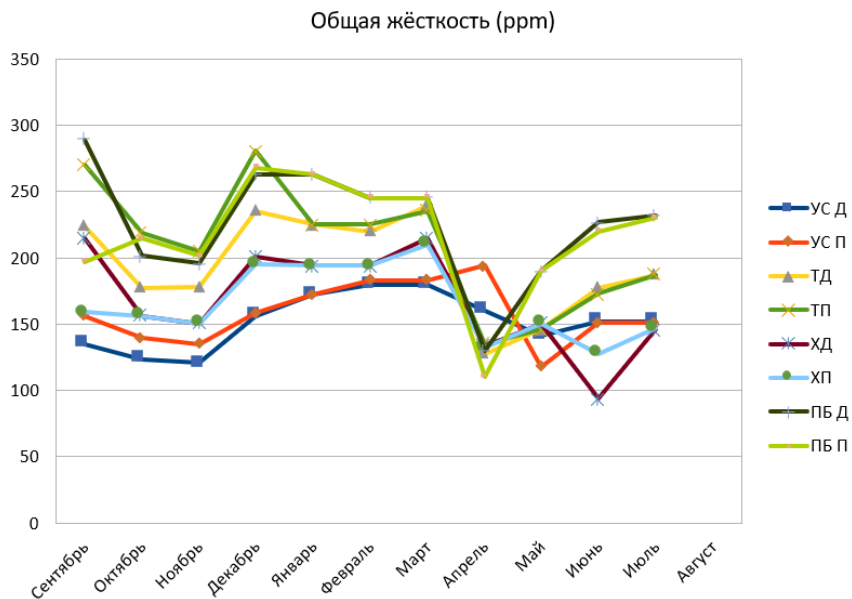


Рис. 3. Общая жёсткость рек г. Иванова в 2019 г.

Общая жёсткость, то есть содержание ионов кальция и магния слабо меняется в зависимости от прохождения плотины, но изменяется в среднем в течение года, снижаясь осенью и весной и повышаясь зимой и летом. Осеннее снижение можно объяснить большим количеством осадков, а весеннее – поступлением в водоёмы талых вод.

Сапробность водоёмов, определённая по составу зообентоса, на разных створах вела себя по-разному в зависимости от забора пробы перед или после плотины. Наиболее заметна разница на Уводьском водохранилище, после прохождения плотины этот показатель падает. В среднем по городу значения сапробности повышаются от лета к осени.

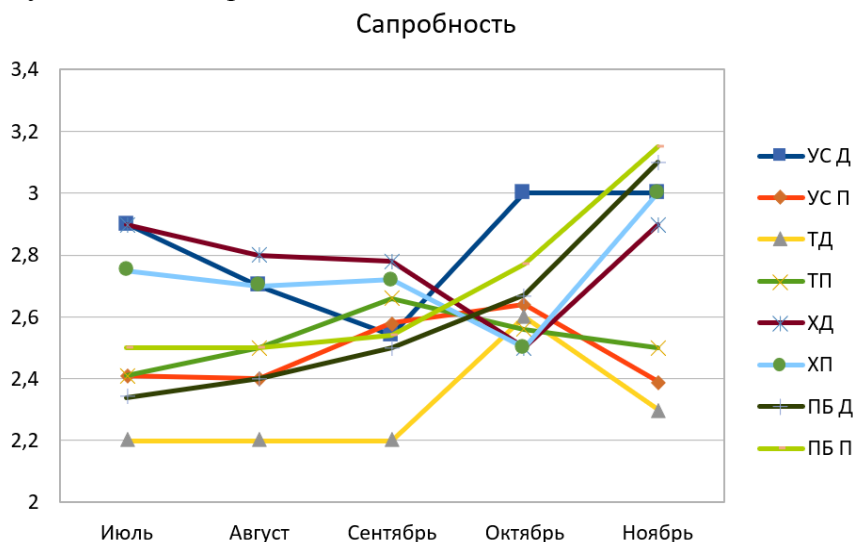


Рис. 4. Сапробность рек г. Иванова в 2019 г.

Если сравнивать гидрохимические показатели водоёмов близ гидросооружений, возведённых человеком и возведённых животными (бобрами), то можно проследить общую тенденцию. При прохождении масс воды через суженное русло и падая с некоторой высоты, они также насыщаются кислородом, что подтверждается исследованиями бобровых плотин на р. Золотоструйка и р. Смердяга Тейковского района Ивановской области.



Рис. 5. Концентрация кислорода в р. Золотоструйка в 12 створах на протяжении 400 метров. Створы 2 и 10 соответствуют участкам до плотин, 3 и 11 – после.

Заключение. При прохождении плотины речная вода аэрируется, насыщается доступным кислородом, увеличивает относительную скорость течения и незначительно нагревается. Возведение плотины, естественной или искусственной, разделяет речной участок на два связанных водоёма – озёрного (до плотины) и речного (после плотины) типов

с разными условиями обитания. Видовой состав организмов тоже меняется, что может привести к дестабилизации экосистемы. По прошествии некоторого времени популяции приспосабливаются к сложившейся ситуации.

Сапробность изученных водоёмов меняется в зависимости от точки пробоотбора. Как правило, до плотин сапробность оказывается выше за счёт образования стоячего водоёма с большим зеркалом, что способствует накоплению большого количества органики и увеличению органического загрязнения. Более быстрое течение воды после плотины мешает отложению ила, вследствие чего детритофаги из зообентоса имеют меньше возможности для питания и сапробность снижается.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sivukhin A.N.* Ecological assessment of surface water quality near the dams in Ivanovo // Молодая наука в классическом университете. Тезисы докладов научных конференций фестиваля студентов, аспирантов и молодых ученых. Иваново, 22–27 апреля 2019 г. Часть VII. С. 83.
2. *Александрова С.А., Хоченкова Т.Б.* Химический анализ природных объектов // Методическое пособие для студентов 1 – 2 курсов биолого-химического факультета. ИвГУ. 2006.
3. *Правительство Ивановской области, департамент государственного контроля Ивановской области.* Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ивановской области в 2008 году. с. 30 – 34, 38, 44 – 48.
4. *Чертопруд М.В.* Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса // Методическое пособие. М.: Ассоциация по химическому образованию, 1999. 16 с.

САМООЧИЩЕНИЕ МАЛЫХ РЕК СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ В СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕДОБЫЧИ**Т.В. Сторчак, И.Н. Диденко, В.Б. Иванов***ФГБОУ ВО «Нижневартовский государственный университет», Нижневартовск (Россия)***SELF-PURIFICATION OF SMALL RIVERS OF THE SREDNEE PRIOB'E IN THE SEASONAL DYNAMICS ON THE TERRITORY OF OIL PRODUCTION****Tatiana Storchak, Ivan Didenko, Vyacheslav Ivanov***Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk (Russia)*

В условиях активной антропогенной деятельности на территории нефтедобычи в Среднем Приобье исследования процессов восстановления деградированных и нарушенных экосистем являются весьма актуальными. Данная территория характеризуется густой речной сетью, крупная река Обь, её протоки и притоки, множество ручьев и малых рек. Функционирование водных экосистем изменяется под действием антропогенных факторов, в то же время имеются внутренние механизмы, стабилизирующие функционирование экосистемы, приводящие к самоочищению и восстановлению водных объектов (Александрова 2017, 2019; Иванов, 2019; Усманов, 2015, 2016, 2018; Ivanov, 2016; Skorobogatova, 2019).

Процессы восстановления водных экосистем связаны со многими процессами, их эффективность можно оценить по физико-химическим показателям. Микроорганизмы зоо- и фитопланктон, высшие организмы активно участвуют в процессах самоочищения, который включает как биологические, так и физические и химические процессы (Иванов, 2017, 2018). Большое влияние на самоочищение водоемов оказывает географическое положение, морфометрия, геология, особенности водоснабжения бассейна, количество и состав сточных вод (Рябуха, 2016; Синельников, 1980).

В данной работе представлены материалы по исследованию реки Ватинский Ёган, расположенной на территории Западно-Сибирской равнины, приток Оби. В бассейне реки расположены месторождения нефти, в том числе крупнейшее в России и седьмое по размеру в мире Самотлорское нефтяное месторождение. Исследование проводилось в период 2019 года с марта по ноябрь в трех частях реки (рис. 1):

1. Точка 1 расположена на р. Ватинский Ёган, в северо-восточной части Самотлорского месторождения. Данная точка принята за фоновую, она расположена на входе реки в границы месторождения, не испытывает антропогенного воздействия от добычи нефти, удалена от производственных объектов промысла.

2. Точка 2 расположена на р. Ватинский Ёган у автомобильного моста в зоне перехода подводного нефтепровода и трассы коммуникаций через реку, в 450 м от ДНС-13. Северная часть месторождения, точка принята за контрольную, расположена на расстоянии 23 км ниже по течению от точки 1.

3. Точка 3 расположена на р. Ватинский Ёган, западная часть месторождения. Точка принята за контрольную, расположена на расстоянии 50 км ниже по течению от точки 2. Непосредственного антропогенного воздействия на территорию водосбора не оказывается, загрязнение вторичное поступает с территории точки 2.

Русло реки имеет извилистые очертания, берега задернованы, поросшие древесно-кустарниковой растительностью (рисунок 1).

На территории месторождения в пробах воды ежемесячно определяли концентрации хлоридов и нефтепродуктов, ежеквартально проводился химический анализ воды.

На территории исследования в точках, где отбирали воду, в конце летнего периода отобраны пробы донных отложений. В пробах определяли концентрации нефтепродуктов, ионов металлов (Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, Cr, Cu, Hg), сульфаты и хлориды, органическое вещество и pH.

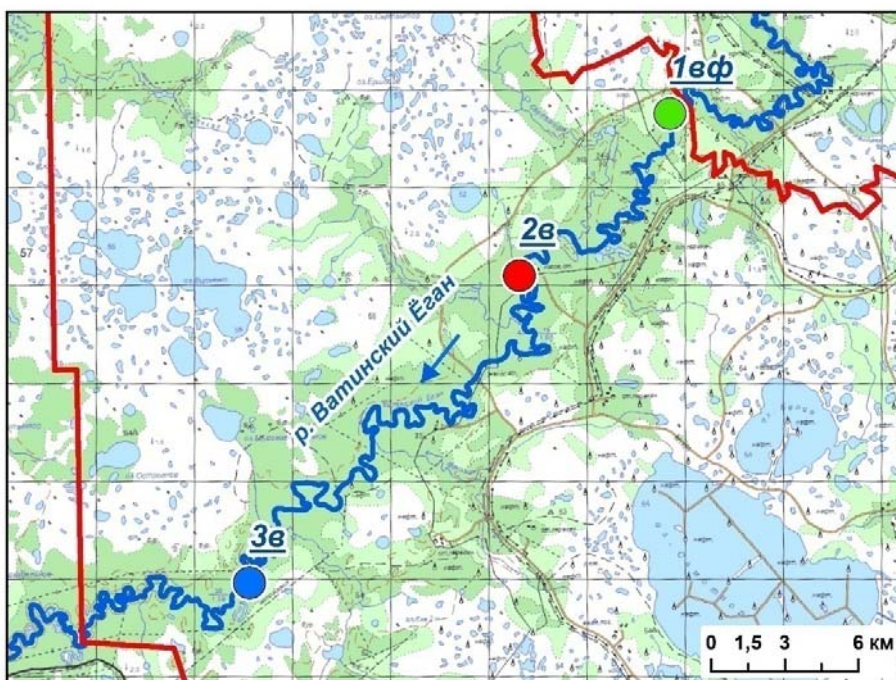


Рис. 1. Карта-схема р. Ватинский Ёган (район исследований)

Анализ проб на содержание нефтепродуктов проводили методом ИК–спектроскопии (ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000, ПНД Ф 16.1:2.2.22-98).

Концентрация нефтепродуктов в поверхностной воде во все месяцы в фоновой точке была ниже предела обнаружения методик исследований или достигала концентрации $0,02 \text{ мг/дм}^3$. В зоне влияния на водный объект в результате добычи нефти (точка 2) концентрация нефтепродуктов повышалась в отдельные месяцы (март, июль, август, октябрь) до $0,03 \text{ мг/дм}^3$, что ниже ПДК_{рх} ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) (рисунок 2).

Показатели концентрации хлоридов в пробах воды из р. Ватинский Ёган представлены на рисунке 3.

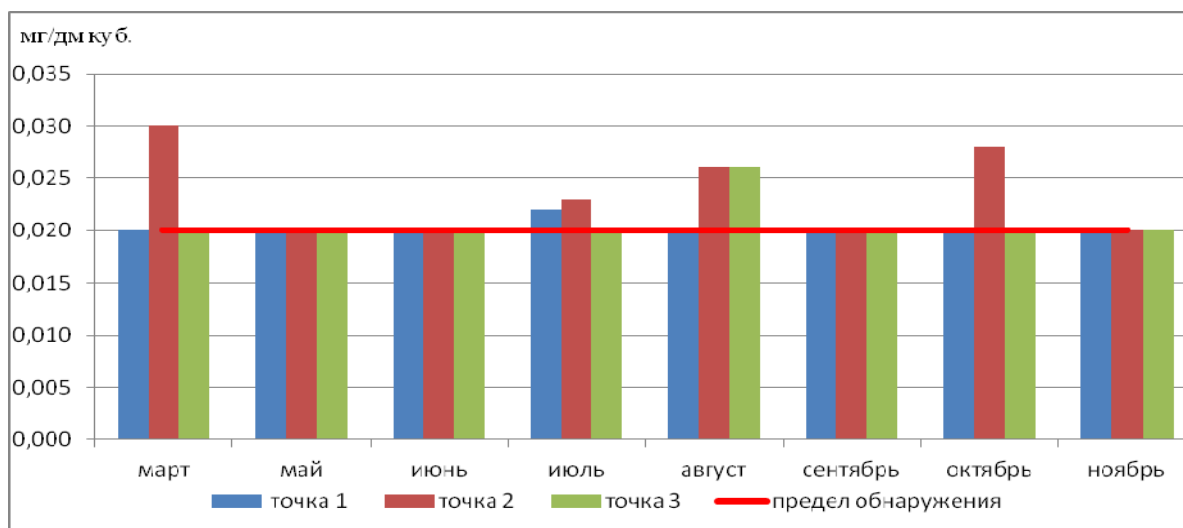


Рис. 2. Концентрация нефтепродуктов в поверхностной воде р. Ватинский Ёган

Хлориды почти не обнаруживаются в фоновой точке, где влияние на водоток минимальное ($2,7\text{-}8,1 \text{ мг/дм}^3$). В точке в зоне антропогенного влияния и далее по течению, количество хлоридов значительно увеличивается, что свидетельствуют о попадании рассолов в водоток (рисунок 2). Следует отметить, что во всех точках превышение ПДК_{рх} не было зафиксировано (300 мг/дм^3).

Незначительное повышение концентрации нефтепродуктов в водотоке в зоне влияния нефтедобычи полностью исчезает уже через 10 км ниже по течению, в точке 3, что свидетельствует об активности водной экосистемы и процессах самоочищения по отношению к небольшим количествам нефтепродуктов. Небольшие концентрации хлоридов остаются значительное время в водотоке, процессов самоочищения в этом случае не наблюдается.

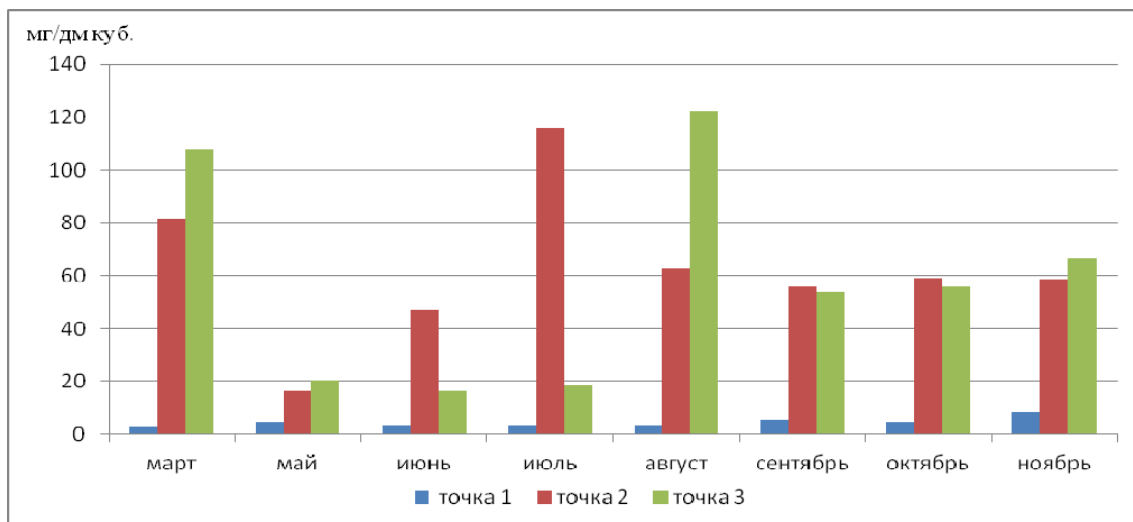


Рис. 3. Концентрация хлоридов в поверхностной воде р. Ватинский Ёган

Химический анализ донных отложений показал, что нефтепродукты и хлориды в донных отложениях присутствуют в фоновой точке и значительных изменений концентраций в точках, расположенных в зоне влияния объектов нефтедобычи не наблюдается (Левкова, 2017). Фоновая точка по большинству параметров превышает значения концентраций загрязняющих веществ в точках 2 и 3 (рис. 4).

Снижение концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях в районе антропогенного влияния на водоток является следствием увеличения подвижности некоторых загрязнителей при изменении химико-физических показателей. Часть металлов-загрязнителей уходит из донных отложений с током воды, снижая их концентрацию в донных отложениях.

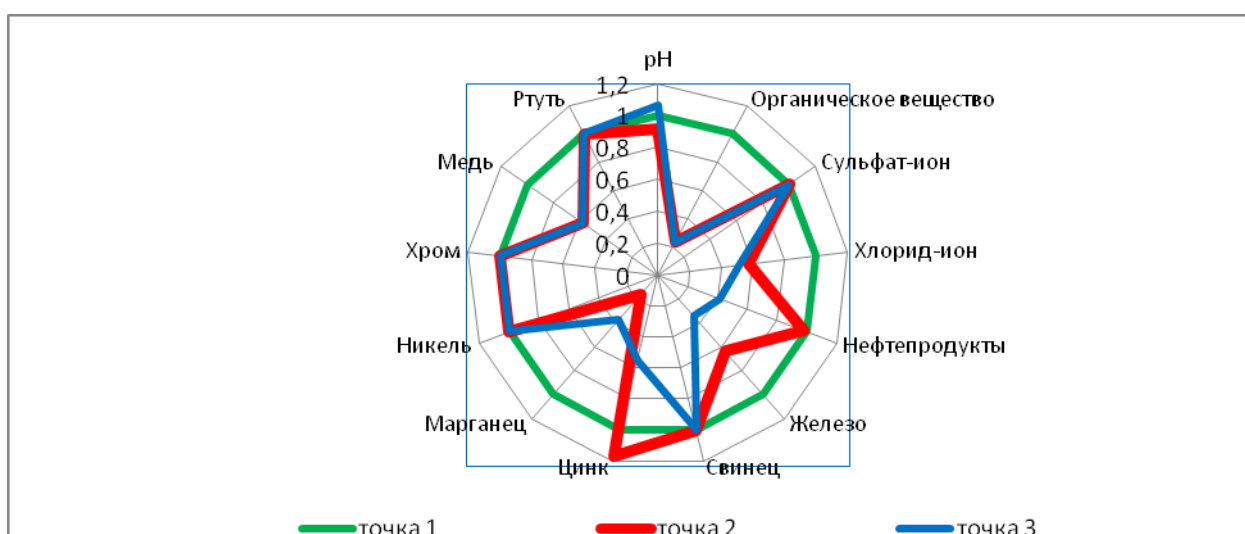


Рис. 4. Отношение концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях р. Ватинский Ёган к концентрациям в фоновой точке (точка 1)

Концентрации загрязняющих веществ в воде реки в зоне воздействия нефтедобычи и ниже по течению при сравнении с концентрациями в фоновой точке не выявила определенных закономерностей (рис. 5).

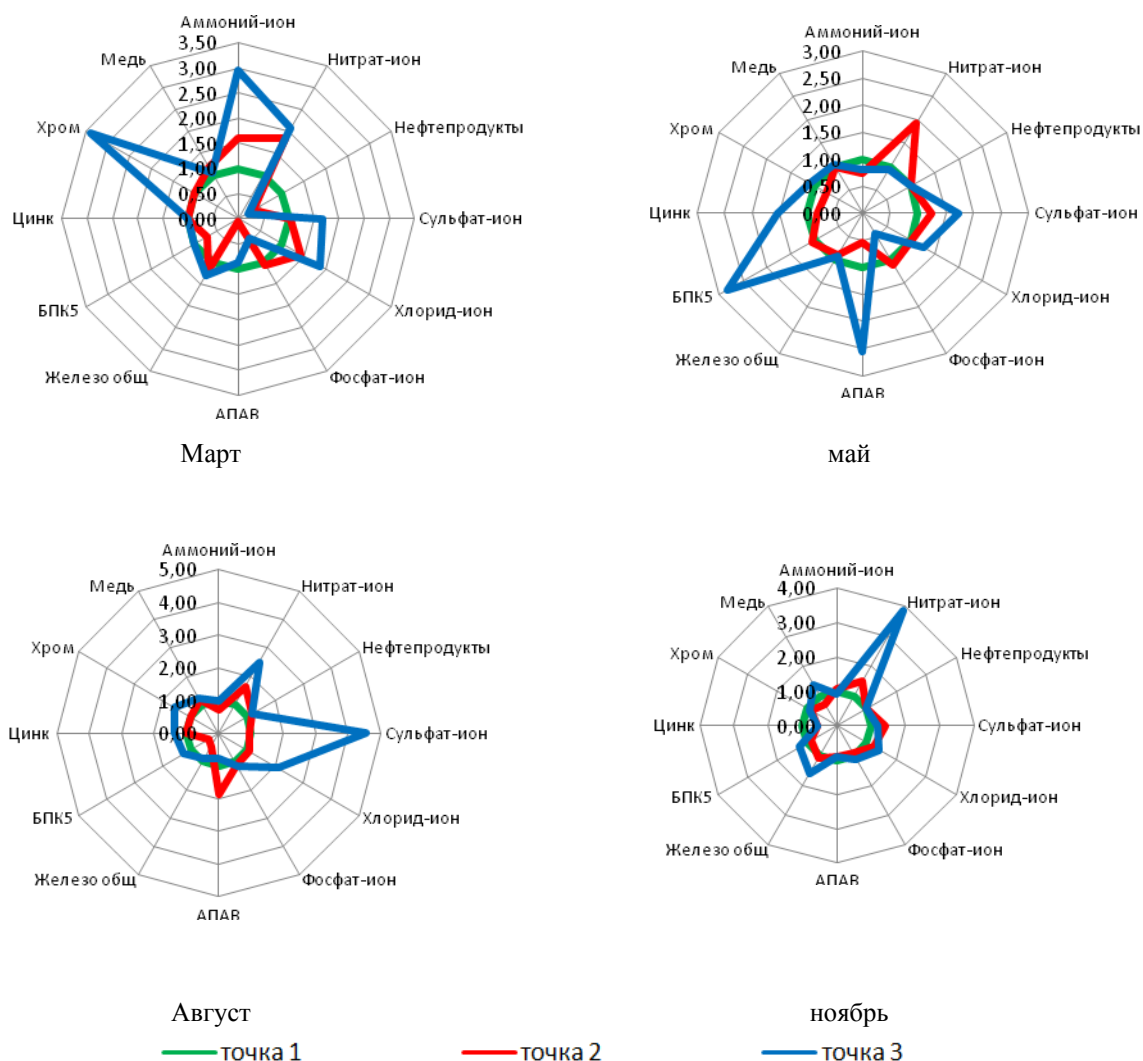


Рис. 5. Отношение концентраций загрязняющих веществ в воде р. Ватинский Ёган к концентрациям в фоновой точке (точка 1)

Выводы:

1. В русле малой реки Ватинский Ёган происходит интенсивная самоочистка воды от загрязнителей, попадающих с территории нефтедобычи.
2. Самоочищение происходит по нескольким каналам: идет активное разложение нефтепродуктов в воде, в донных отложениях и в ходе физических, химических и биотических процессов.
3. Для всех исследованных поллютантов наблюдается специфическая динамика, концентрация загрязняющих веществ снижается по течению реки.
4. В целом потенциал самоочищения реки Ватинский Ёган высок, что ведет к эффективной очистке воды по всем показателям.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа-Югры в рамках научного проекта № 18-44-860006.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В.В., Левкова А.Н., Логинов Д.Н., Иванов В.Б. Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах донных отложений поверхностных вод Нижневартовского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 4-2. С. 180-186.

- Александрова В.В., Иванов Н.А., Марач В.С., Иванов В.Б.** Оценка токсичности вод озер Нижневартовского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2-2. С. 53-57.
- Александрова В.В., Иванов В.Б., Иванов Н.А., Марач В.С.** Оценка качества воды озер Нижневартовского района по критерию выживаемости *Daphnia magna* // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 36-41.
- Александрова В.В., Левкова А.Н., Иванова А.В.** Анализ и прогноз миграции химических веществ в поверхностных водах и донных отложениях малых рек // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 2-2. С. 12-20.
- Волков И.М., Ряхин М.С., Белоусов С.Н., Александрова В.В., Иванов В.Б.** Обеспечение экологической безопасности проектных решений на территории лицензионных участков недропользователей с применением наилучших доступных технологий // Нефтяное хозяйство. 2018. № 2. С. 109-112.
- Иванов В.Б., Усманов И.Ю., Александрова В.В., Иванов Н.А., Болотин К.И., Иванова Л.Г., Копылов Е.О.** Количественные и качественные критерии преобразования и самовосстановления природных комплексов в результате загрязнения нефтепродуктами // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 56-65.
- Иванов В.Б., Долгих А.М., Логинов А.М., Иванова Л.Г.** Проблема добычи углеводородов и рекультивации нефтезагрязненных земель на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 3-2. С. 28-36.
- Иванов В.Б., Долгих А.Ю.** Оценка экологического состояния водного объекта // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 3-2. С. 21-28.
- Левкова А.Н., Иванов В.Б.** Эколого-химический анализ состояния донных отложений малых рек Нижневартовского района в зоне воздействия нефтедобывающей промышленности // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2017. С. 355-360.
- Рябуха А.В., Рябуха Е.А., Сторчак Т.В.** Особенности водного переноса нефтезагрязняющих веществ Среднего Приобья на примере Самотлорского месторождения нефти // Новая наука: стратегии и векторы развития: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (19 января 2016 г., Ижевск). В 3 ч. Ч.3. Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2016. С. 8-12.
- Синельников В.Е.** Механизм самоочищения водоемов. М.: Стройиздат, 1980. 111 с.
- Усманов И.Ю., Овечкина Е.С., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Щербаков А.В., Шаяхметова Р.И.** Проблемы самовосстановления экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2015. № 1. С. 79-86.
- Усманов И. Ю., Юмагулова Э. Р., Иванов В.Б., Коркина Е.А., Щербаков А.В., Иванов Н.А., Рябуха А.В.** Адаптация экосистем Среднего Приобья в зоне нефтедобычи: иерархия и длительность процессов // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2016. № 2. С. 87-94.
- Усманов И.Ю., Иванов В.Б., Иванов Н.А.** Самовосстановление экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 6: Материалы международной конференции, приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / Отв. редакторы: Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: «Анна», 2018. С. 303-305.
- Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Yumagulova E.R., Ivanov N.A., Chibrikov O.V.** Comparative Evaluation of Migrating Anthropogenic Impurities in Ecosystems of the Middle Ob Region through Bioindication and Chemical Analysis // Vegetos. 2016. Т. 29. № 2. С. 47-50.
- Skorobogatova O.N., Yumagulova E.R., Storchak T.V., Ivanova N.A.** Phytoplankton of surface waters under oil pollution (Samotlor field, Western Siberia) // Periodico Tche Quimica. 2019. Т. 16. № 32. С. 306-320.

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КОМПОНЕНТАХ ЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ
РЕКИ БЕЛАЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОРЕЦКОГО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

**Я.Т. Суюндуков^{1,2}, Ю.Ю. Серегина¹, Р.Ф. Хасанова^{1,2},
И.Н. Семенова^{1,2}, М.Б. Суюндукова¹**

¹*Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Сибайский филиал,
Сибай (Россия)*

²*Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета,
Сибай (Россия)*

**HEAVY METALS IN THE ECOSYSTEMS OF THE UPPER FLOW OF THE BELAYA
RIVER NEAR THE BELORETSK METALLURGICAL PLANT**

**Ya.T. Suyundukov^{1,2}, Yu.Yu.Seregina¹, R.F. Khasanova^{1,2}, I.N. Semenova^{1,2},
M.B.Suyundukova¹**

¹*Institute of Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan Sibay branch, Sibay (Russia)*

²*Sibay Institute (branch) of the Bashkir state University, Sibay (Russia)*

Техногенное загрязнение окружающей среды (ОС) в настоящее время достигло таких размеров, при которых очевидна угроза здоровью человека, представляющая особую опасность для будущих поколений (Сулейманов и др., 2006). Прежде всего, это относится к воде, через которую загрязняющие вещества могут распространяться на большие расстояния. Основными загрязняющими веществами выступают тяжелые металлы (ТМ), которые способны активно мигрировать между отдельными звеньями водной экосистемы. Между почвой, водой и донными отложениями (ДО) происходят процессы обмена веществами. Часть ТМ накапливается в прибрежных почвах, часть - в ДО, затем в результате различных процессов могут переходить из них обратно в воду (Петрова, 2005), при котором почва и ДО выступают в качестве вторичных источников загрязнения (Джувеликян и др., 2009; Безуглова и др., 2012).

Целью исследования было изучение особенностей поведения ТМ в основных компонентах прибрежно-водных экосистем верхнего течения р. Белой в результате влияния горнорудных предприятий.

Одним из старейших центров горнорудного производства Республики Башкортостан (РБ) является город Белорецк. Концентрация объектов промышленности на территории города создает нагрузку на окружающую среду. Предприятия АО «Белорецкий металлургический комбинат» (АО БМК) являются источниками загрязнения всех компонентов природной среды: атмосферы, почвы, водных объектов. Верховье реки Белая, главной водной артерии РБ, протекает по Белорецкому административному району республики. Очистные сооружения объектов предприятия работают с большой перегрузкой, используются только механические и физико-механические методы очистки стоков, поэтому сбрасываемые сточные воды содержат кислоты, масла и соли ТМ. В результате загрязнения хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками она в значительной степени теряет свои рыбохозяйственные, водоснабженческие и рекреационные функции (Гареев, 2001).

Отбор проб почвы, воды и ДО для исследования осуществлялся на 5 пробных площадках, заложенных вдоль реки Белая в зоне влияния АО БМК. Определение ТМ проводили на аппарате «CONTR AA» (Германия) с пламенным атомизатором «ацетилен-воздух».

Исследованиями выявлено значительная изменчивость содержания ТМ в почвах прибрежной зоны. Валовое содержание меди варьировало в пределах от 38 до 101 мг/кг с максимумом в центре г.Белорецк. Концентрация цинка, железа, марганца и кадмия превышала или была на уровне нормативных показателей на всех пробных площадках. Отмечено также превышение ПДК по свинцу в 1,5-2,5 раза. Концентрация никеля в почвах большинства ПП, кобальта – на всех ПП, была в пределах нормы. По подвижным формам ТМ, за исключением

кобальта, отмечено превышение ПДК. Наибольшие концентрации валовых и подвижных форм металлов отмечено в почвах пробной площадки, находящейся в черте г. Белорецк в непосредственной близости от головного предприятия АО БМК.

Наблюдения за содержанием ТМ в воде и сопоставление их с нормативами для водоемов рыбохозяйственного значения выявило, что река Белая на исследуемом отрезе характеризуется высоким содержанием меди, цинка, железа и марганца. Среднегодовые концентрации меди превышали значение ПДК в пределах от 6 до 15 раз, цинка - в 6-7 раз, железа - в 7-8 раз, марганца - в 5-7 раз. По содержанию кадмия, кобальта, свинца и никеля превышения ПДК не отмечено.

В донных отложениях реки отмечено превышение установленных нормативов для всех металлов, кроме марганца и свинца.

Оценки миграционной способности ТМ из воды в донные отложения проводилась с использованием коэффициент донной аккумуляции (КДА) (Никаноров, Стародомская, 2007). Часто этот показатель применяют для изучения форм миграции ТМ и других загрязняющих веществ, а также для оценки экологического состояния водных объектов, которые находятся в зоне интенсивного техногенного воздействия. Значение КДА прямо пропорционально интенсивности миграции металла из воды в грунт (Янин, 2002).

Согласно нашим расчетам величина КДА изменялась в достаточно широких пределах. Наибольшие колебания были отмечены для железа ($28369 \div 133156$) и свинца ($45000 \div 240000$). В относительно небольших пределах колебались значения КДА для кобальта ($35000 \div 71600$), марганца ($9366 \div 19083$) и никеля ($9666 \div 13100$). Следует отметить, что такие металлы, как медь, цинк и кадмий мало отличались по миграционной активности из воды в ДО, о чем свидетельствуют величины КДА. В целом по миграционной активности из воды в ДО ТМ металлы I класса опасности располагаются в следующей убывающий ряд – свинец > цинк > кадмий, II класса – кобальт > никель > медь.

В прибрежно-водных экосистемах между основными компонентами протекают процессы обмена веществами. Для исследования закономерностей накопления и миграции ТМ нами проведен корреляционно-регрессионный анализ содержания металлов в системе почва - вода – донные отложения, который выявил наличие связей разной силы.

Результаты расчетов выявили достаточно четкую взаимосвязь между главными компонентами прибрежно-водных экосистем р. Белая по содержанию и миграции железа и меди. Так, по концентрации железа и меди и в компонентах экосистем р. Белая обнаружена достаточно тесная корреляционная связь. Для железа величины коэффициентов парных корреляций (r) в между водой и ДО, водой и почвой, почвой и ДО составили соответственно 0,66, 0,48 и 0,96, для меди - 0,90, 0,83 и 0,81. Высокая степень корреляционной связи отмечена в отношении концентрации железа и меди между водой и «физической глиной» почвы (r соответственно 0,88 и 0,87), ДО и «физической глиной» (r соответственно 0,89 и 0,73).

Коэффициент корреляции содержания меди в воде и тонкодисперсной фракции ДО составил 0,91. Сильная корреляция выявлена по концентрации меди, свинца и кадмия в тонкодисперсной фракции ДО и почве (r соответственно равен 0,93, 0,99 и 0,91), по меди, марганцу, кобальту и свинцу - в тонкодисперсной фракции ДО и «физической глине» почвы (r соответственно 0,86; 0,88; 0,90 и 0,94).

По концентрации никеля в ДО и почве обнаружена тесная прямая корреляция ($r=0,85$). Установлено, что ДО, почва и ее фракция «физическая глина» характеризуются депонирующей способностью к никелю по отношению к его в воде, о чем свидетельствуют обратная корреляция разной степени (значения r составили соответственно - 0,67, - 0,65 и - 0,79).

Изучение корреляционных взаимосвязей ТМ в пределах отдельных компонентов прибрежно-водных экосистем выявило, что по количеству связей (только при $r>0,7$) они располагаются в убывающем порядке: почва (17) – «физическая глина» (10) - донные отложения (6) – глинистый ил ДО (3) – вода (2).

Таким образом, в зоне влияния промышленных предприятий Белорецкого района отмечено значительное загрязнение основных компонентов прибрежно-водных экосистем вер-

ховья реки Белая тяжелыми металлами. Выявлены взаимосвязи между исследуемыми металлами в пределах отдельных компонентов, а также связь и способность к миграции ТМ между основными компонентами прибрежно-водных экосистем верхнего течения р. Белой.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2020 год (руководитель темы – Я.Т. Суюндуков).

ЛИТЕРАТУРА

- Безуглова О.С., Горбов С.Н., Морозов И.В., Невидомская Д.Г.** Урбопочвоведение. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2012. - 264 с.
- Гареев А. М.** Реки и озера Башкортостана. – Уфа, 2001. – 260 с.
- Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунов Н.С.** Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв. Учебно-методическое пособие для вузов. - Воронеж, 2009. - 21с.
- Никаноров А.М., Стародомская А.Г.** Хроническое загрязнение пресноводных объектов по данным о накоплении пестицидов, нефтепродуктов и других токсичных веществ в донных отложениях. Водные ресурсы. 2007. № 3. - С. 337-344.
- Петрова Е.А.** Нахождения тяжелых металлов в донных осадках Ладожского озера: автореф. дис. канд. геол. – минерал. наук. - Санкт-Петербург, 2005. – 31с.
- Сулейманов Р.А., Аллаярова Г.Р., Каримова Л.К., Валеев Т.К., Даукаев Р.А.** Комплексная экологическая оценка состояния объектов окружающей среды на территориях размещения предприятий горнорудной промышленности // Башкирский экологический вестник. - 2006. - № 1. - С. 24 - 29.
- Янин Е.П.** Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки). – М.: ИМГРЭ, 2002. – 52 с.

**МОНИТОРИНГ САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ р. ВОЛГА
В РАЙОНЕ г. ТОЛЬЯТТИ, г. ЖИГУЛЕВСКА И СТАВРОПОЛЬСКОМ РАЙОНЕ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ****И.А. Третьякова^{1,2}, В.Н. Ильина¹, Е.В. Якуничкина^{1,2}, В.А. Бревнов², Л.К. Короткова²**¹*Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)*²*ФФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в г.Тольятти»,
Тольятти (Россия)***MONITORING OF SANITARY AND CHEMICAL INDICATORS OF WATER р. VOLGA
IN THE DISTRICT OF TOGLIATTI, THE CITY OF ZHIGULEVSK AND THE
STAVROPOL DISTRICT OF SAMARA REGION****Inna Tretyakova^{1,2}, Valentina Iilina¹, Elena Yakunichkina^{1,2}, Vladimir Brevnov²,
Lyubov Korotkova²**¹*Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)*²*Center for Hygiene and Epidemiology in Samara Region, Togliatti", (Russia)*

В современных условиях водоемы являются объектами комплексного хозяйственного использования. Высокая степень загрязнения водных объектов вредными веществами промышленных сточных вод в сочетании с крупномасштабным гидротехническим строительством приводит к нарушению нормальных условий водопользования населения, и создают непосредственную угрозу его здоровью (Новиков и др., 2000; Сухачева и др., 2010; Соловьева и др., 2015). Строительство и эксплуатация Волжской ГЭС и заполнение Куйбышевского водохранилища привело к формированию мощного промышленного и аграрного комплекса. Промышленный комплекс увеличил антропогенную нагрузку на территорию в результате использования ресурсов (вода, территория) и выбросов в окружающую среду химических веществ, несвойственных местным геологическим провинциям, электромагнитному и тепловому загрязнению. Для водных экосистем это выражается в необходимости перехода биоты от руслового типа существования к озерному. Изменение гидрохимического состава поверхностных вод вследствие аграрной и промышленной деятельности приводит к изменению видового разнообразия, которое заключается в вытеснении или элиминации отдельных видов, стоящих на различных уровнях организации (от бактерий до позвоночных), и проникновению в эти экосистемы новых представителей (например, ихтиофауны). Нарушение комплексности экосистем приводит к нарушению трофических связей и массовому развитию тех представителей, для которых условия среды становятся оптимальными (развитие фитопланктона) (Зинченко и др., 1998; Кривина, 2019).

Изучение последствий влияния на водоемы антропогенных нагрузок и выявление взаимосвязи заболеваемости с водным фактором, а также разработка мероприятий по улучшению условий водопользования населения приобретает особую актуальность. Необходимость выполнения комплексных гигиенических исследований по изучению гидрологических режимов, санитарного состояния и условий водопользования населения в бассейне реки Волга была обусловлена нарастающим развитием негативных тенденций в экологической ситуации и ухудшении показателей здоровья населения крупных городов. Происходит угнетение процессов естественного самоочищения водоемов, снижение информативной значимости некоторых показателей санитарного состояния водоемов, в том числе санитарно-показательных микроорганизмов (Новиков и др., 2000).

Всевозрастающие объемы сбросов и их насыщенность химическими и органическими веществами резко снижают способность водоемов самоочищаться (Синельников, 1980). С промышленными и коммунально-бытовыми стоками в водоемы попадает много токсичных для всего живого химических элементов. Эти загрязнители при их высокой концентрации отравляют воду, ее обитателей, нарушают сложившиеся пищевые цепи между ними (Макев-

нин, Вакулин, 1983; Матвеев и др., 1983; Гришанова, Решетняк, 2015; Современные ресурсы..., 2015).

В настоящее время водные объекты бассейна р.Волги испытывают сильное антропогенное воздействие в результате поступления недостаточно очищенных сточных вод городов, промышленных и сельскохозяйственных объектов и загрязненного поверхностного стока (Ильина и др., 2013; Ильина, Савченко, 2014; Шабанов, Шабанова, 2016 и др.). В пределах Куйбышевского и Саратовского водохранилищ наибольшее загрязнение поступает от Ульяновского и Самарско-Тольяттинского промузлов, сточные воды которых содержат органические соединения, нефтепродукты, СПАВ, азот аммиака, нитриты, нитраты, соли тяжелых металлов.

Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» научно обосновано нормирование состава и свойств воды открытых водоемов, используемых рекреационных целей, с учетом принципов поддержания экологического равновесия гидробионтов, эпидемиологической безопасности и удовлетворительных свойств воды. В мониторинговых точках проводятся отборы проб воды для исследования по ряду утвержденных государственным надзором санитарно-химических показателей: аммиак, нитриты, нитраты, БПК, ХПК, железо, взвешенные вещества, марганец, цветность и др.

Объектами наших исследований послужили пляж Центрального района г. Тольятти, пляж Автозаводского района г. Тольятти (6 квартал), пляж Автозаводского района г. Тольятти (8 квартал), пляж г. Жигулевск мкр. Моркваша - еженедельно. Несанкционированные пляжи на территории г. Тольятти (озеро у АТП-3, Васильевские озера, Федоровские луга); несанкционированные пляжи на территории г. Жигулевск (с. Ширяево, с. Зольное); несанкционированные пляжи на территории Ставропольского района (с. Жигули, с. Ягодное, с. Хрящевка, п. Луначарский, п. Приморский) – однократно (рис.).

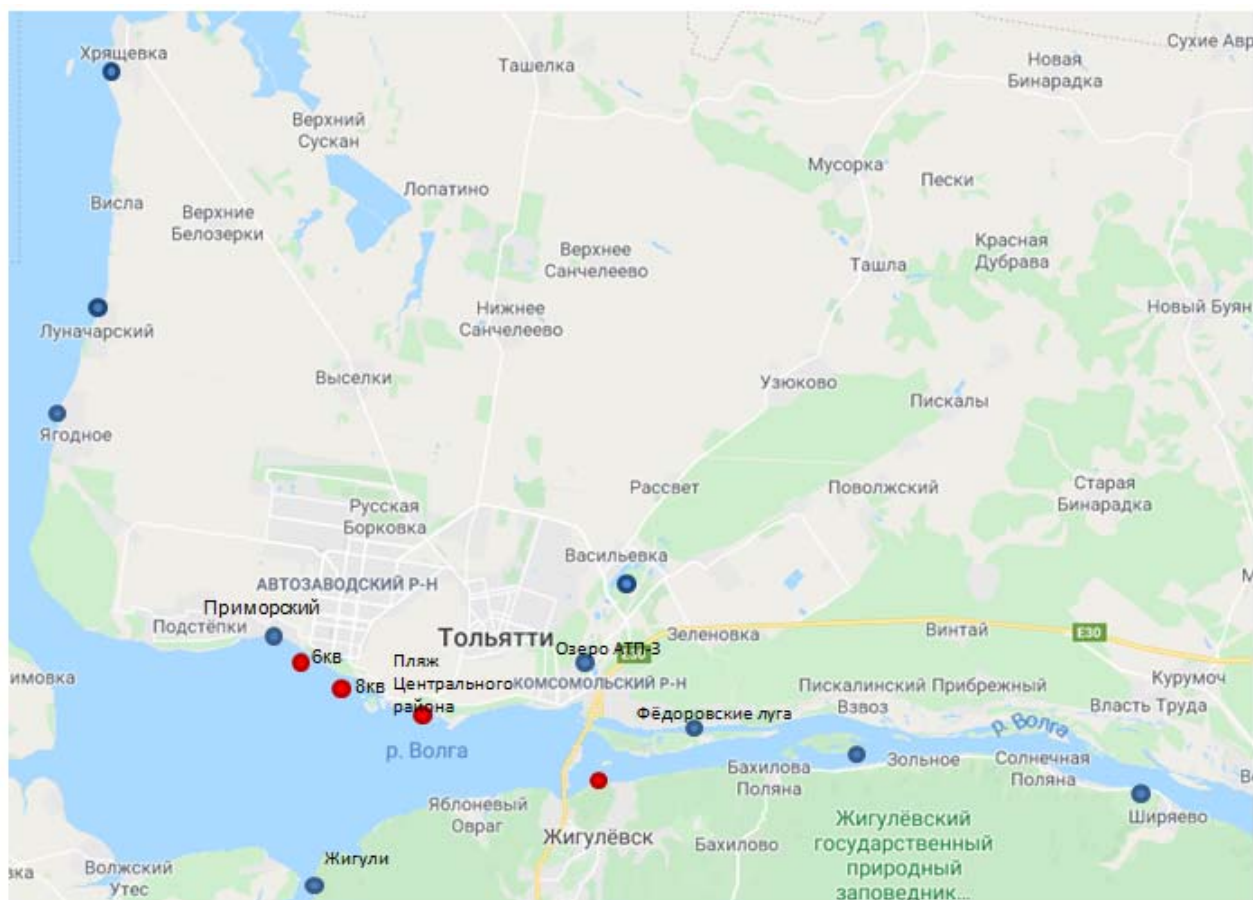


Рис. Расположение мониторинговых точек

Результаты исследования качества воды в водоемах Ставропольского района Самарской области приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Санитарно-химические показатели лабораторных исследований проб воды (среднее значение за месяц)

2017 год Точки отбора		цветность (гр.цв)	pH (ед. рН)	XПК (мг О/дм ³)	Аммиак (мг/дм ³)	Нитраты (мг/дм ³)	Нитриты (мг/дм ³)	Железо (мг/дм ³)	БПК-5 (мг О ₂ /дм ³)
Пляж Централь-ного рай-она	июнь	35,3	7,67	22,6	0,27	3,64	0,10	0,75	1,56
	июль	39,5	8,20	59,5	0,23	1,62	0,05	0,48	0,80
	август	34,3	7,89	36,9	0,24	0,97	0,05	0,45	1,44
Пляж Автоза-водского рай-она (6 кв)	июнь	34,0	7,96	21,0	0,48	4,48	0,17	0,44	3,04
	июль	38,7	8,21	45,9	0,24	1,94	0,05	0,58	2,88
	август	30,3	7,70	23,0	0,25	0,68	0,09	0,48	6,54
Пляж Автоза-водского рай-она (8 кв)	июнь	30,5	7,53	19,3	0,29	0,34	0,14	0,40	3,81
	июль	39,3	7,40	47,2	0,21	2,10	0,05	0,45	2,30
	август	33,7	7,99	45,6	0,24	1,12	0,07	0,45	1,02
Пляж г.Жигулевск мкр.Моркvaши	июнь	28,3	7,49	25,0	0,77	0,61	0,08	0,28	3,40
	июль	29,5	7,68	31,1	0,29	1,13	0,06	0,31	2,70
	август	25,8	8,13	29,8	0,27	1,76	0,07	0,47	1,31

Таблица 2 - Санитарно-химические показатели лабораторных исследований проб воды (среднее значение за месяц)

2018 год (среднее значе-ние за месяц) Точки отбора		цвет-ность (гр.цв)	pH (ед. рН)	XПК (мг О/дм ³)	Аммиак (мг/дм ³)	Нитраты (мг/дм ³)	Нитриты (мг/дм ³)	Железо (мг/дм ³)	БПК-5 (мг О ₂ /дм ³)
Пляж Цен-трального рай-она	июнь	42,8	9,15	22,1	0,38	1,04	0,10	0,43	2,3
	июль	39,7	8,63	14,7	0,31	0,31	0,04	0,41	1,5
	август	33,5	8,41	22,4	0,25	1,30	0,04	0,26	0,94
Пляж Автоза-водского рай-она (6 кв)	июнь	42,6	9,13	11,9	0,42	0,52	0,10	0,45	2,14
	июль	34,6	8,62	15,6	0,26	0,04	0,26	0,22	2,0
	август	33,7	8,39	20,5	0,22	1,37	0,03	0,23	0,9
Пляж Автоза-водского рай-она (8 кв)	июнь	43,4	9,16	14,1	0,10	0,39	4,34	0,26	1,97
	июль	36,7	8,60	14,0	0,31	0,37	0,04	0,39	1,3
	август	31,9	8,51	19,1	0,23	1,30	0,03	0,25	0,91
Пляж г.Жигулевск мкр.Моркvaши	июнь	42,8	7,98	23,0	0,28	3,04	0,06	0,47	2,25
	июль	39,9	7,80	20,5	0,30	2,70	0,11	0,45	2,13
	август	30,8	7,37	24,3	0,22	1,60	0,08	0,40	2,24
2019 год Точки отбора		цвет-ность (гр.цв)	pH (ед. рН)	XПК (мг О/дм ³)	Аммиак (мг/дм ³)	Нитраты (мг/дм ³)	Нитриты (мг/дм ³)	Железо (мг/дм ³)	БПК-5 (мг О ₂ /дм ³)
Пляж Цен-трального рай-она	июнь	30,5	8,31	24,7	0,38	1,17	0,07	0,57	1,08
	июль	39,3	8,42	37,5	0,16	1,02	0,03	0,17	3,73
	август	33,7	8,19	47,0	0,27	1,13	0,03	0,18	1,0
Пляж Автоза-водского рай-она (6 кв)	июнь	31,7	8,41	23,0	0,26	1,19	0,04	0,11	1,28
	июль	37,4	8,14	39,0	0,10	0,70	0,05	0,24	3,11
	август	30,9	8,14	32,6	0,19	1,0	0,03	0,24	0,56
Пляж Автоза-водского рай-она (8 кв)	июнь	35,3	8,33	18,0	0,17	1,23	0,04	0,22	1,43
	июль	39,5	8,23	29,6	0,21	0,67	0,03	0,24	3,15
	август	34,3	8,21	54,6	0,15	1,10	0,03	0,12	1,20
Пляж г.Жигулевск мкр.Моркvaши	июнь	27,0	8,18	24,0	0,71	3,55	0,07	0,32	1,30
	июль	27,0	8,23	20,7	0,62	3,12	0,07	0,30	1,40
	август	21,5	8,02	22,7	0,06	0,74	0,07	0,26	1,40

**Таблица 3 - Санитарно-химические показатели лабораторных исследований проб воды
(разовые значения за летний период)**

Точки отбора	2017 год						2019 год				
	рН	ХПК	БПК	ПАВ	же- лезо	в/в*	рН	ХПК	БПК	железо	цвет- ность
Озеро АТП-3	8,61	202,0	8,34	0,037	0,19	7,4	7,39	24,7	1,43	0,14	7,1
Васильевские озера	9,0	73,6	8,45	0,076	0,37	14,0	7,9	57,1	6,9	0,25	17,6
Федоровские луга	8,26	35,8	8,28	0,077	0,65	22,4	-	-	-	-	-
с. Ширяево	7,4	-	-	0,067	-	-	-	-	-	-	-
с. Зольное	7,5	-	-	0,050	-	-	-	-	-	-	-
с. Жигули	8,26	-	-	менее 0,025	0,84	41,4	8,54	23,3	1,8	0,26	24,4
с. Ягодное	7,6	15,8	4,22	менее 0,025	0,14	6,6	8,3	25,2	0,72	0,73	18,26
п. Приморский	8,61	-	2,83	менее 0,025	0,60	-	8,3	28,8	1,25	0,36	19,34
п. Луначарский	8,0	21,0	2,47	0,036	0,39	9,8	-	-	-	-	-
с. Хрящевка	8,17	22,3	3,19	менее 0,025	0,31	5,0	8,26	33,2	4,14	0,29	28,6

Примечание: *в/в - взвешенные вещества (мг/дм³)

Показатели заболеваемости по обращаемости детского населения в Самарской области, на 1000 человек, по сравнению с таковыми Российской Федерации, превышают как по общему уровню (до 1,23 раз), так и по ряду болезней (до 1,5-2,0 раз).

Превышение уровня по отдельным классам болезней составляет: новообразование – 20-43 %, болезни кровообращения - 30-41%, болезни органов пищеварения – 60-100%, болезни кожи и подкожной клетчатки - 33%.

В городах Тольятти и Сызрань, кроме названных болезней, имеет место превышение уровней болезней эндокринной системы в 1,5 – 2 раза.

Результаты анализа динамики и распространенности неинфекционной заболеваемости детей по классам болезней в связи с возможным влиянием водного фактора позволяют предположить повышение потенциального риска в развитии заболеваемости болезнями органов кровообращения и эндокринной системы.

Одна из важнейших особенностей влияния на организм водного фактора рассматриваемого региона связана с содержанием техногенных химических примесей в воде. Водоохранилище на р. Волга в современных условиях превращены в крупные водоемы – накопители загрязнения.

Проблема питьевой воды – это ключевая проблема экологии, поскольку именно здесь решаются вопросы здоровья, как самих людей, так и состояние всей планеты, голубовато-зеленый цвет которой является пока цветом жизни, и он будет оставаться таким, пока будет чистой вода - основное ее условие.

ЛИТЕРАТУРА

- Гришанова, Ю. С., Решетняк, О. С.* Оценка влияния крупного города на качество воды реки Ока (на примере г. Дзержинск) // Актуальные проблемы наук о Земле. Сб. тр. научн. конф. студ. и мол. ученых с межд. участием. Ростов-н/Д: Изд-во ЮФУ, 2015. С. 335-337.
- Зинченко Т.Д., Краснощеков Г.П., Попченко В.И., Розенберг Г.С., Селезнев В.А., Феоктистов В.Ф., Шанеева Е.В.* Научный совет по проблемам гидробиологии и ихтиологии // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-2. Тезисы международной конференции, Россия, Тольятти 1998. С.15-48.
- Ильина В.Н., Савченко А.А., Сафонов В.Д.* Содержание загрязняющих веществ в почвах некоторых памятников природы Кинель-Черкасского района Самарской области // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 2-й Всеросс. научно-практ. конф. с международ. участием, посв. 110-летию юбилею д.б.н., проф. Д.Н. Флорова и 75-летию юбилею к.б.н., проф. М.С. Горелова. Самара: ПГСГА, 2013. С. 97-104.

- Ильина В.Н., Савченко А.А.** Содержание различных веществ в почвах и поверхностных водах на территории некоторых памятников природы Кинель-Черкасского района Самарской области // Карельский научный журнал. 2014. № 1(6). С. 119-121.
- Кривина Е.С.** Фитопланктон в различных экотопах озера Отстойник (Самарская область) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 1. С. 86-97.
- Макевнин С.Г., Вакулин А.А.** Охрана природы. М.: Изд-во «Колос», 1983. 91 с.
- Матвеев В.И., Сорокин В.Н., Сухачева И.Ф., Чистяков Н.Е., Горелов М.С.** Комитет экологии и природных ресурсов Самарской области // Тезисы докладов научно-практической конференции. Проблемы регионального природоведения. Самара, 18-22 октября, 1993. С. 19.
- Новиков Ю.В., Спиридонов А.М., Куценко Г.И., Сайфутдинов М.М., Сергеева Н.Н.** Анализ состояния здоровья по неинфекционной заболеваемости // Особенности водопользования и охрана здоровья населения в районах каскадного регулирования стока реки Волги. Самара, 2000. С.3-77.
- СанПиН 2.1.5.980-00** Гигиенические требования к охране поверхностных вод Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 22.06.2000 №2.1.5.980-00 №2.1.5.980-00. Применяется с 01.01.2001 взамен СанПиН 4630-88/2.1.5 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов.
- Синельников В.Е.** Механизм самоочищения водоемов. М.: Изд-во Стройиздат, 1980. 58 с.
- Современные ресурсы подземных и поверхностных вод Европейской части России: формирование, распределение, использование. М.: ГЕОС, 2015. 320 с.
- Соловьёва В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Семенов А.А., Лапов И.В., Медведев Д.В., Шакуров А.И.** Гидрботанические исследования Среднего Поволжья (XXI век). Тольятти: Кассандра, 2015. 237 с.
- Сухачева И.Ф., Орлова Л.Е., Дроздова Н.И., Сухачев П.А.** Экопатологические аспекты санитарно-гигиенического состояния малых рек Самарской области в условиях антропогенного воздействия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1-6. С. 1511-1515.
- Шабанов В.А., Шабанова А.В.** Оценка экологической безопасности воды рекреационных водоемов и хозяйственно-преобразованных водоемов территорий Самарской области по показателям сапробности // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 7-4 (49). С. 168-172.
- Уманская М.В., Горбунов М.Ю., Краснова Е.С., Жариков В.В.** Трофический статус некоторых пригородных озер г. Тольятти (Васильевские озера) в 2013-2015 гг. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27. № 2. С. 183-188.

**К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
FRITILLARIA RUTHENICA WIKSTR. НА ТЕРРИТОРИИ
ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ «РОДНИК ИСТОКА Р. СЪЕЗЖАЯ»**

И.Е. Чернышова

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)

**TO THE STUDY OF THE LIFE STATE
OF THE *FRITILLARIA RUTHENICA* WIKSTR. CENOPOPULATIONS
IN THE TERRITORY OF THE NATURE MONUMENT OF THE REGIONAL
SIGNIFICANCE OF THE SAMARA REGION "SPRING OF THE SOURCE OF RIVER
S'YEZZHAYA (RODNIK ISTOKA R. S'YEZZHAYA)"**

Irina Chernyshova

Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Samara)

Изучение биоэкологических особенностей видовых популяций растений в природе позволяет определить их реакцию на антропогенное воздействие и адаптивные механизмы, направленные на увеличение устойчивости в измененных условиях обитания. Наравне с пространственно-онтогенетической структурой ценологических популяций важным аспектом исследований является определение жизненности особей и образованных ими популяций. В Самарской области ведется активная работа по изучению особенностей структурной организации популяций редких видов растений (Ильина, 2005, 2015; Абрамова и др., 2018; Каримова и др., 2018; Киселева и др., 2018; Зенкина, Ильина, 2019; Ильина и др., 2019; Мустафина и др., 2019; Чернышова, 2019 и др.).

Целью нашего исследования является изучение виталитетных особенностей особей и ценопопуляций рябчика русского *Fritillaria ruthenica* Wikstr. на территории памятника природы регионального значения Самарской области «Родник истока р. Съезжая».

Вид включен в Красную книгу Российской Федерации (категория 3б) (Красная..., 2008). Природоохранный статус рябчика в Красной книге Самарской области (2017) – 5, восстанавливающийся вид. Находится под охраной в некоторых сопредельных регионах, в том числе в Республике Татарстан (категория 2) (Красная книга..., 2016), Саратовской (категория 2) (Красная книга..., 2006), Ульяновской (категория 2) (Красная книга..., 2015) и Оренбургской областях (категория 1) (Постановление Правительства..., 2014).

Ареал данного представителя охватывает Восточную Европу, Кавказ, Западную Сибирь, Среднюю Азию. В Самарской области встречается, по-видимому, во всех муниципальных районах. Представляет собой многолетнее травянистое луковичное растение 20–40 см высотой. Стебель имеет тонкий, гладкий, в верхних двух третях олиственный. Листья очерченные, линейные, острые, 6–9 см длиной, 3–5 мм шириной, верхние листья нитевидные, более короткие, сближенные, с усиковидной спирально закрученной верхушкой. Цветки по 1–5 в редкой верхушечной кисти. Листочков околоцветника 6, снаружи темно-пурпуровых или коричнево-красных с неясным шахматным рисунком, внутри желтоватых. Плод представлен притупленной сверху, с 6 крылатыми ребрами коробочкой, 1,5–2 см длиной. Размножается растение семенами и вегетативно с помощью дочерних луковиц (Красная книга..., 2017).

Принадлежит к группе ксеромезофитов, является теневыносливым видом. Растет на опушках и полянах лиственных и сосново-широколиственных лесов, на склонах балок и плато водоразделов встречается в луговых и кустарниковых, реже в разнотравно-дерновиннозлаковых степях. Численность особей в некоторых пунктах может достигать 50–100 экземпляров на 100 м². Лимитирующими факторами называют сбор на букеты и выкопка луковиц, изъятие почвенного слоя близ населенных пунктов, сенокосение, лесные пожары и степные палы, несанкционированные рубки лесов (Красная книга..., 2017).

Виталитетный уровень, или жизненность ценопопуляций определяется как общая жизненность всех составляющих ее особей. Для этого мы проводили измерения некоторых морфологических показателей особей (высота растений, параметры цветков и плодов) и оценку качественных свойств модельных экземпляров (цвет, повреждения органов, тургор побегов и другие). Все зарегистрированные особи ранжировались по трем группам – высоко-, среднего и низкого уровня жизненного состояния. Изучение ценопопуляций проводилось согласно известных методик (Уранов, 1975; Заугольнова, 1976; Жукова, 1995; Ильина, 2008; Фардеева, Лукоянова, 2011 и др.).

Виталитетный спектр изученных ценопопуляций *Fritillaria ruthenica* на территории памятника природы регионального значения Самарской области «Родник истока р. Съезжая» (Алексеевский муниципальный район) имеет следующие показатели: большая часть из них (80,9 %) относятся к нормальному типу, но испытывают стрессовое воздействие при палах, сенокосении и выпасе крупного рогатого скота; инвазионными являются 3,1 % ценопопуляций; регрессивными – 16,0 %. Онтогенетические спектры в основном правомодальные полночленные.

Жизненность особей *Fritillaria ruthenica* в составе популяции на территории памятника природы «Родник истока р. Съезжая» определена по морфологическим параметрам (рис.). В среднем для географической популяции (на территории памятника природы «Родник истока р. Съезжая») преобладают особи среднего уровня жизненности (57,5 %); значительна доля особей низкого уровня жизненности – около 24,1 %; высокий уровень жизненности отмечен у 18,4 % зарегистрированных растений (рис.).

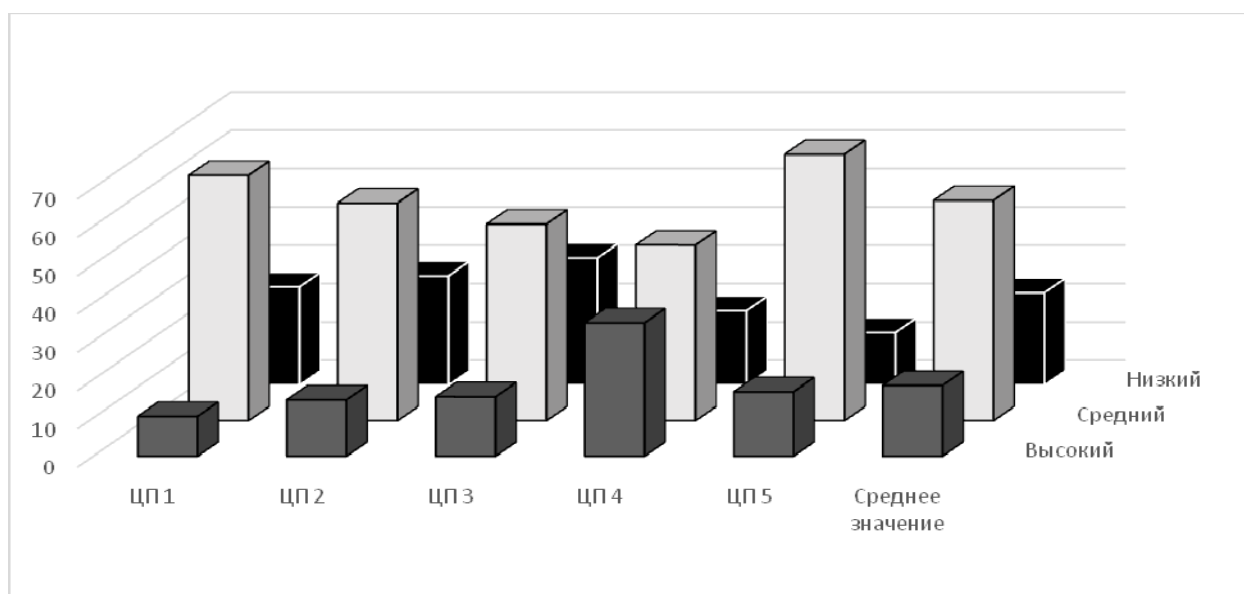


Рис. Распределение особей *Fritillaria ruthenica* по уровням виталитета в некоторых ценопопуляциях памятника природы регионального значения Самарской области «Родник истока р. Съезжая» (доля особей приведена в %): ЦП – ценопопуляция

Анализ полученных нами данных свидетельствует о том, что в оптимальных условиях ценопопуляции *Fritillaria ruthenica* являются зрелыми нормальными полночленными, а для нарушенных местообитаний свойственен регрессивный тип ценопопуляций с неполночленным онтогенетическим спектром. Определение жизненности показывает на преобладание в ценопопуляциях особей среднего уровня виталитета. Ценопопуляции 1 и 4 имеют минимальное и максимальное содержание особей высшего уровня виталитета, что находится в прямой зависимости от степени антропогенной нагрузки на фитоценозы с участием изучаемого представителя.

В целом состояние популяции *Fritillaria ruthenica* на территории памятника природы регионального значения Самарской области «Родник истока р. Съезжая» можно назвать удовлетворительным, но увеличение антропогенной нагрузки приводит к снижению жизнен-

ности особей, численности растений, старению популяций с учетом динамики онтогенетических спектров, общему виталитету географической популяции.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А.** Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult (*Dipsacaceae*) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3-15. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-1-3-15
- Зенкина Т.Е., Ильина В.Н.** Особенности пространственно-онтогенетической структуры ценопопуляций ковыля Коржинского (*Stipa korshinskyi* Roshev., Poaceae) // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 26-30. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-11103
- Жукова Л.А.** Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
- Заугольнова Л.Б.** Типы возрастных спектров нормальных популяций // Ценопопуляции растений. М.: Наука, 1976. С. 81-91.
- Ильина В.Н.** Жизненность и виталитетная структура *Hedysarum grandiflorum* Pall. и *H. razoumovianum* Fisch. et Helm в Самарской области // Самарская Лука: Бюл. 2005. № 16. С. 179-186.
- Ильина В.Н.** Мониторинг ценоценозов популяций растений: Учебное пособие. Самара: Изд-во СГПУ, 2008. 92 с.
- Ильина В.Н.** Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144-170.
- Ильина В.Н., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Каримова О.А.** Структура природных ценопопуляций *Medicago cancellata* (Fabaceae) в Заволжье и Приуралье // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55. № 4. С. 449-462.
- Каримова О.А., Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н.** Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus в Самарской и Оренбургской областях // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2018. Т. 123. № 5. С. 58-66.
- Киселева Д.С., Ильина В.Н., Саксонов С.В.** Эколого-фитоценозная характеристика *Helianthemum zheguliense* Jus.ex Tzvelev в Жигулевском заповеднике // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5. С. 140-144.
- Красная книга Республики Татарстан:** животные, растения, грибы. Изд. 3-е. Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2016. 760 с.
- Красная книга Российской Федерации** (растения и грибы). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
- Красная книга Самарской области.** Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. (Издание 2-е, переработанное и дополненное). 384 с.
- Красная книга Саратовской области.** Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
- Красная книга Ульяновской области** / Под науч. ред. Е. А. Артемьевой, А. В. Масленникова, М. В. Корепова. М.: Изд-во «Буки Веди», 2015. 550 с.
- Мустафина А.Н., Ильина В.Н., Абрамова Л.М.** Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Dictamnus gymnostylis* Stev. (Rutaceae) в Самарской области и Республике Башкортостан // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 4 (29). С. 57-65.
- Постановление Правительства Оренбургской области** от 16.04.2014 № 229-п «О внесении изменений в постановление Правительства Оренбургской области от 26 января 2012 года № 67-п».
- Уранов А.А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.
- Фардеева М.Б., Лукоянова С.В.** Виталитетная структура и различные подходы к ее изучению на примере *Suipredium calceolus* L. // Вестник ТГГПУ. 2011. № 2 (24). С. 60-65.
- Чернышова И.Е.** Жизненность особей и популяций *Adonis volgensis* Steven ex DC. на территории памятника природы регионального значения «Березовый овраг» (Алексеевский район, Самарская область) // IV Межвузовская научно-практическая конференция «Фармацевтическая ботаника: современность и перспективы», (Самара, 28 октября 2019 г.): Сборник материалов / под редакцией проф. В.А. Куркина. Самара: ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2019. С. 29-33.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СЪЕЗЖАЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ****И.Е. Чернышова***Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)***ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE RIVER S'YEZZHAYA IN THE SAMARA
REGION AND WAYS OF ITS IMPROVEMENT****Irina Chernyshova***Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Samara)*

Длительное активное хозяйственное использование территории района и связанное с ним загрязнение среды привело к обеднению биологического, фитоценологического и ландшафтного разнообразия. Проблема охраны рек неоднократно поднималась на обсуждение самарскими учеными и краеведами (Бирюкова и др., 2001; Соловьева, 2001; Саксонов и др., 2007; Ильина, 2012, 2014; Ильина и др., 2012; Соловьева и др., 2014, 2015). Некоторые природные комплексы охраняются на региональном уровне.

Целью наших исследований является мониторинг памятников природы регионального значения Алексеевского муниципального района и оценка их репрезентативности (Ильина Н.С. и др., 2019; Чернышова, 2019 а,б). В связи с этим в качестве объекта исследования выбрана река Съезжая, истоки которой охраняются на региональном уровне как памятник природы.

Река Съезжая является левобережным притоком р. Самары, берет начало в 4 км южнее пос. Гавриловский Алексеевского р-на Самарской области и впадает слева на 133 км от устья в р. Самара у с. Максимовка (Богатовский р-н). Река протекает по территории Алексеевского, Нефтегорского и Богатовского р-нов (Энциклопедия..., 2011). Протяженность реки - 107 км. Прилегающая местность представляет собой слабоволнистую равнину, слаборасчлененную оврагами и балками. Долина реки слабовыраженная. Склоны долины очень пологие. Пойма реки двухсторонняя. Русло реки умеренно - извилистое. Дно и берега реки сложены песчаными и супесчаными грунтами (<http://www.ecopassport.samregion.ru/#e14154>). Растительность поймы луговая, к устью кустарниковая. В период высокого весеннего половодья пойма затопляется на 1-2 м, продолжительность затопления составляет 1-2 дня. В обычное для реки половодье затопляются только пониженные участки поймы. На реке создан каскад плотин, построенных хозяйственным способом и по проектам, которые оказывают влияние на режим реки, аккумулируя часть весеннего стока. Питание реки происходит в основном за счёт осадков зимнего периода и выхода грунтовых вод (Энциклопедия..., 2011).

Когда река была полноводной, глубокой и чистой, то активно использовалась в качестве воднотранспортного пути: по её течению лодки «самоплавом» спускались (съезжали) в реку Самару, а дальше плыли к Волге. Это одна из версий названия реки, другая же народная: съезжались к реке – значит Съезжая (Здесь моя Родина, 2014). По данным наблюдений, представленных в государственном докладе министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области, за последние 10 лет (с 2009 г.) р. Съезжая по уровню загрязнения воды является «грязной». В 2014-2015 гг. обстановка ухудшалась, и вода характеризовалась как «очень загрязненная». За период наблюдений только в 2016 г. вода являлась «загрязненной» (Доклад..., 2019).

Характерными загрязняющими веществами водного объекта являлись хлориды, сульфаты, легко- и трудно окисляемые органические вещества (по БПК₅, ХПК), азот нитритный, соединения меди, магния и марганца, с повторяемостью случаев превышений предельно допустимых концентраций 60-100%. Соединения марганца являлись критическим показателем загрязнения воды реки. Среднегодовая концентрация соединений марганца составляла 11 ПДК, максимальная концентрация достигала 18 ПДК.

Средние и максимальные концентрации азота нитритного, азота аммонийного, легко окисляемых органических веществ и фосфатов находились в пределах 1-2 ПДК. Уровень загрязнения воды соединениями магния и хлоридами составлял 2-3 ПДК.

Средние концентрации соединений меди и сульфатов составляли 3 и 2 ПДК соответственно, максимальные концентрации были равны 4 ПДК.

В 2018 году вода реки характеризовалась высокой минерализацией, максимальное значение составляло 2307 мг/л. Максимальная концентрация взвешенных веществ составляла 97 мг/л. Минимальное содержание растворенного кислорода было равно 8,5 мг/л (Экологический паспорт..., <http://www.ecopassport.samregion.ru/#e14154>). По совокупности всех показателей качество толщи воды р. Съезжая в районе устья (табл.) оценивалось II и III классом, в придонном слое – II и III классом (Доклад..., 2019).

Таблица - Оценка уровня загрязнения воды по гидробиологическим показателям

Водоток, пункт наблюдений	Местоположение створа (вертикали)	2018 год			
		ФП	ПФ	ЗП	ЗБ
Устье р. Съезжая	В черте н.п. Максимовка	II, III	II	II, III	II

Условные обозначения: ФП - фитопланктон, ПФ - перифитон, ЗП - зоопланктон, ЗБ - зообентос.

В районах, где протекает река, имеются предприятия, которые могут выступать источниками загрязнения воды. В Алексеевском районе – это может быть ОАО «Молокозавод «Алексеевский», ООО «Кристалл», а также малые предприятия, занимающиеся переработкой зерна и производящие муку, подсолнечное масло, хлеб и хлебобулочные изделия, полуфабрикаты из мяса и рыбы. А также на территории района осуществляется добыча нефти. Кроме того, на загрязненность воды оказывает воздействие сельскохозяйственное производство.

Количество водопользователей составляет 5 единиц, которые имеют выпуски сточных вод в поверхностные водные объекты. В Богатовском районе - это ООО «Богатовский маслоэкстракционный завод»; ОАО «Самаранефтегаз»; ЗАО «Самара-Нафта»; ООО «Богатовский мукомольный комбинат»; ОАО «Оренбургнефть»; ООО «Стройдеталь»; ООО «Межотраслевое объединение «ТНП»; ООО «РемТехСтрой»; СПК «Арзамасцевский»; СПК «Беловский»; СПК «Аверьяновский»; СПК «Виловатое»; ООО «Нива»; ООО «Радна»; ПСХ завода «Прогресс»; ООО «Самарская индейка». Количество водопользователей составляет – 8 единиц. В Нефтегорском районе также имеются предприятия: АО «Росскат», АО «Самаранефтегаз», ЗАО «Нефтегорский ГПЗ», СПК «Заветы Ленина», ПАО «Самараэнерго», АО «Водоканал». Количество водопользователей – 7 единиц (Экологический паспорт..., <http://www.ecopassport.samregion.ru/#e14154>).

В качестве путей улучшения экологического состояния реки Съезжая можно предложить следующие направления деятельности и соответствующие мероприятия в них:

1. Разработка и развитие системы охраны подземных и поверхностных вод в соответствии с международными и федеральными нормами (Повестка дня..., 1992; Рио-де-Жанейрская декларация..., 1992 и др.):

- приведение деятельности хозяйствующих субъектов в соответствие законодательным требованиям по водоохранной зоне р. Съезжая;
- реконструкция действующих и строительство новых очистных сооружений;
- реконструкция действующих и строительство новых канализационных сетей и насосных станций;
- ликвидация несанкционированных свалок;
- организация и очистка поверхностного стока;
- разработка сельскохозяйственных методов, которые не приводят к деградации подземных вод;
- предотвращение загрязнения водоносных слоев путем регулирования проникающих в почву токсичных веществ и создания водоохраных зон в районах подпитывания и забора подземных вод;

- проведение, по мере необходимости, мониторинга качества поверхностных и подземных вод, на которые могут отрицательно влиять места захоронения токсичных и опасных материалов.

2. Защита и сохранение водных ресурсов:

- разработка национальных и региональных планов защиты и сохранения водных ресурсов;

- восстановление важных, но подвергшихся деградации районов водосбора;

- укрепление административных и законодательных мер в целях предотвращения посягательств на существующие и потенциально пригодные к использованию водосборные площади;

- обязательная экологическая экспертиза всех крупных водохозяйственных проектов, способных нанести ущерб качеству воды и водным экосистемам, при одновременной разработке надлежащих мер по ликвидации такого ущерба и усилении контроля за новыми промышленными установками, местами сброса твердых отходов и проектами развития инфраструктуры;

- определение и применение наиболее рациональных с экологической точки зрения и относительно недорогостоящих методов с целью предупредить распространение загрязнения, а именно путем ограниченного, рационального и планомерного использования азотных удобрений и других агрохимикатов (пестицидов, гербицидов) в сельскохозяйственной практике.

3. Защита водных экосистем:

- оздоровление загрязненных и деградировавших водоемов с целью восстановления водной среды и экосистем;

- программы восстановления для сельскохозяйственных земель и для других пользователей с учетом эквивалентных мер по защите и использованию ресурсов подземных вод, имеющих важное значение для продуктивности сельского хозяйства и биоразнообразия тропических районов;

- сохранение и защита с учетом социально-экономических факторов водных угодий (по причине их экологической значимости для многих видов в качестве их местообитания);

контроля за переносом загрязнителей на большие расстояния через атмосферу.

4. Формирование экологической культуры, образование и воспитание населения (Экологическое..., 2016; Левашова, Сидоров, 2017; Зиновьева и др., 2019; Ильина и др., 2019):

- использование местных ресурсов дошкольной, школьной и внешкольной деятельности, средств массовой информации для генерирования экологических знаний;

- учреждение экологических конкурсов, выставок, праздников и др.;

- развитие системы общественного экологического мониторинга, экотуризма;

- проведение общественных мероприятий по расчистке прилегающих лесных участков, обустройства родников, берегов водоема и т.п.;

- организация управляемой рекреации и системы рекреационного сервиса.

Таким образом, нами проанализированы степень загрязнения и экологическое состояние реки Съезжая (на территории Самарской области). Отмечено, что она является грязной рекой Самарской области. Выявлены характерные загрязняющие вещества, неблагоприятное гидробиологическое состояние, источники загрязнения реки. Предложены наиболее вероятные пути улучшения экологического состояния реки.

ЛИТЕРАТУРА

Бирюкова Е.Г., Ильина Н.С., Устинова А.А. Инвентаризация растительного покрова долин малых рек // Малые реки: современное экологическое состояние, актуальные проблемы. Тез. докл. междунар. науч. конф. Россия, Тольятти, 2001. С. 31.

Доклад об экологической ситуации в Самарской области за 2018 год. Самара, 2019. 222 с.

Здесь Родина моя. Очерки об истории села Алексеевки и его замечательных людях. (К 165 летию со дня основания Самарской губернии.). Алексеевка: 2014. <http://alekseevka-neo.ru/ocherk.htm> (дата обращения 10.01.2020)

Зиновьева У.В., Первушкина Д.А., Чернышова И.Е., Асайдулина Я.Р. Степные природные комплексы как интересные объекты изучения школьниками и студентами // Сборник трудов седьмого

международного экологического конгресса (девятой международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2019, 25-28 сентября 2019 г., г. Самара - Тольятти, Россия: Издательство "ELPIT". Отпечатано в АНО "Издательство СНЦ". 2019. Т.3, Научный симпозиум "Образование в области экологии и безопасности жизнедеятельности. Экологическая культура". С. 74-77.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность видов флоры урочища «Верховья реки Бинарадки» // Репродуктивная биология, география и экология растений и сообществ Среднего Поволжья: Материалы Всерос. Конф. (27-29 ноября 2012 г.). Ульяновск: УлГПУ, 2012. С. 107-109.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность флоры Екатериновского залива Саратовского водохранилища в низовьях реки Безенчук // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. Т. 23. № 3. С. 182-189.

Ильина В.Н., Малахова Л.А., Чернышова И.Е. Возможности использования природных объектов экологического каркаса Самарской области в формировании экологического сознания населения // Экология: вчера, сегодня, завтра. Материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Грозный, 30 октября 2019 г.). Махачкала: АЛЕФ, 2019. С. 216-219.

Ильина В.Н., Саксонов С.В., Ильина Н.С., Соловьева В.В., Митрошенкова А.Е., Савенко О.В., Сенатор С.А., Раков Н.С., Иванова А.В., Бирюкова Е.Г., Матвеев В.И. О судьбе реки Бинарадки, Старобинарадских прудов и памятника природы «Старобинарадские заросли белокрыльника болотного» // Самарская Лука. 2012. № 1. Т. 22. С. 159-175.

Ильина Н.С., Митрошенкова А.Е., Чернышова И.Е. О репрезентативности степных памятников природы регионального значения в Самарской области // Труды государственного природного заповедника "Воронинский". Т. 4. Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. С. 44-46.

Левашова Ю.В., Сидоров А.А. Экологическое состояние реки Падовки Самарской области и пути его улучшения // Российская наука: актуальные исследования и разработки: сб. науч. ст. IV Всерос. заоч. науч.-практ. конф., 6 окт. 2017 г. : в 2 ч.. Ч. 1. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2017. С. 410-413.

Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года.

https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml. (дата обращения 12.12.2019).

Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (дата обращения 12.12.2019).

Саксонов С.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С., Савенко О.В., Силаева Т.Б., Соловьева В.В. Флора верховьев реки Бинарадка в Самарской области (Низменное Заволжье, Мелекесско-Ставропольский флористический район) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2007. № 2. С. 99-124.

Соловьева В.В. Прибрежно-водная флора памятника природы «Иргизская пойма» // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Материалы Международ. научн. конф. Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2001. С. 171-172.

Соловьева В.В., Саксонов С.В., Матвеев В.И. Озера Самары: история, биоразнообразие, проблемы охраны: моногр. Тольятти: Кассандра, 2014. 129 с.

Соловьёва В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Семенов А.А., Лапов И.В., Медведев Д.В., Шакуров А.И. Гидрботанические исследования Среднего Поволжья (XXI век). Тольятти: Кассандра, 2015. 237 с.

Чернышова И.Е. Об изученности памятников природы регионального значения Алексеевского муниципального района Самарской области // Экологический сборник 7. Труды молодых ученых. Материалы VII Молодежной конференции с международным участием «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» с элементами научной школы молодых ученых «Инновационные подходы в исследованиях». Тольятти: ИЭВБ РАН, 2019. С. 497-499.

Чернышова И.Е. Памятники природы регионального значения Алексеевского муниципального района Самарской области как часть экологической сети // VI выпуск межвузовского сборника научно-исследовательских работ студентов «Globularia. Самара: СГСПУ, 2019. С. 67-69.

Экологический паспорт Самарской области. <http://www.ecopassport.samregion.ru/#e14154> (дата обращения 10.01.2020).

Экологическое образование и образованность – два "кита" устойчивого развития / Г.С. Розенберг, Д.Б. Гелашвили, Г.Р. Хасаев [и др.]. 2-е изд. Самара, 2016. 292 с.

Энциклопедия Самарской области / М-во образования и науки Сам. обл.; ред. совет: Ю.Н. Горелов и др. // Самара: СамЛюксПринт, т. 5: С 2011. 349 с.

ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПИЯВОК СЕВЕРНОГО КРАЯ**А.Б. Чхобадзе***Вологодский государственный университет, Вологда (Россия)***EXPEDITION TO STUDY LEECHES IN NOTHERN KRAI****Andrey Czhabadze***Vologda state university, Vologda (Russia)*

Фауна Северного края, несмотря на более чем 250-летнюю историю исследований, имеет лакуны у многих систематических групп. Одним из таких «белых пятен» являются пиявки (Hirudinea). С одной стороны, известен их видовой и систематический состав, например, для Вологодской области (Разнообразие..., 2008: 41–42), с другой стороны, хорология гирудиней в границах края и их региональные биоэкологические особенности и консортивные связи совершенно не изучались. В конце лета 2017 года в инициативном порядке сотрудники лаборатории биоразнообразия и кафедры биологии и экологии ВоГУ, члены комиссии по биоразнообразию Вологодского отделения РГО (автор настоящей заметки, Ю.Н. Белова и А.А. Шабунев), организовали гирудологическую экспедицию, первый сезон которой прошёл в Вологодском и Кирилловском районах. В 2018 году к ней присоединились сотрудники ИБВВ РАН (Э.В. Гарин и Д.А. Филиппов) и студентка ВоГУ А.С. Никулина (2019а, 2019б), в 2019 году - студентка ВоГУ М.Д. Петухова. К концу 2019 года, по истечении трёх полевых сезонов, выездами экспедиции были охвачены три области (Вологодская, Архангельская и Ярославская) и Республика Карелия, изучен ряд ООПТ – национальный парк «Русский Север», 8 региональных заказников и 6 памятников природы (Вологодская область), Пинежский государственный заповедник (Архангельская область). Всего в Северном крае (в его историческом административно-территориальном понимании) за неполных три года изучено в гирудологическом аспекте 195 водных объектов (50 озёр разного типа, 4 водохранилища, 30 прудов и копаней, 96 рек и ручьёв, а также 15 придорожных кювет).

Инвентаризация литературы, фондовых материалов и ресурсов интернета показала, что в границах Вологодской области гирудофауна представлена 26 видами (23 достоверно и 3 предположительно) из 5 семейств. К концу 2019 года в гирудологической коллекции ВоГУ депонировано около 3000 зафиксированных в спирте экземпляров 19-ти видов. Для территории Архангельской области по публикациям и нашим сборам на текущий момент известно 15 видов. При этом в 2018 году впервые найдены два вида пиявок (*Dina lineata* и *Theromyzon maculosum*), которые ранее для неё не приводились. Оба червя являются редкими на севере Восточной Европы; второй реликтовый вид считается охраняемым в части стран Западной Европы (Bielecki et al., 2009). Приведённые цифры нельзя считать окончательными, поскольку для подобных больших и сложных в гидрографическом плане регионов вероятны находки инвазивных видов и криптовидов.

В первом издании Красной книги Вологодской области (2010) кольчатые черви отсутствовали. Собранный новая информация по хорологии, биологии и экологии пиявок позволяет оценить их созологический статус в границах Вологодской области (Отчёт..., 2017, 2018). Для второго издания региональной Красной книги автором предложены 7 видов гирудиней, требующих охраны или подлежащих биоконтролю (в скобках указан рекомендуемый статус): *Acanthobdella peledina* (0/RE), *Batrachobdella paludosa* (4/DD), *Cystobranchnus mammillatus* (2/VU), *Dina lineata* (БК), *Eropobdella testacea* (БК), *Hirudo medicinalis* (1/CR), *Theromyzon maculosum* (3/NT).

Особый интерес в этом списке представляют два вида – акантобделла пеляжья и медицинская пиявка. Акантобделла паразитирует на сиговых и лососевых видах рыб и является реликтовым субарктическим представителем так называемой холодноводной фауны. Пиявка была известна для Онежского озера, где, скорее всего, исчезла (Румянцев 2002). Медицинская пиявка является палеоарктическим эндемиком с широким ареалом (Utevsky et al., 2010).

В обзорной статье классика советской гирудологии Е.И. Лукина (1957) утверждается, что такой достаточно теплолюбивый вид не может встречаться в Вологодской области. В течение двух лет мы выявили, с разной степенью достоверности, обитание кровососа в 16 из 26 административных районов: Бабаевский, Вашкинский, Верховажский, Вытегорский, Кирилловский (подтверждено коллекционными образцами и фотосъёмкой для 9 водоёмов разных типов), а также Великоустюгский, Вожегодский, Вологодский, Грязовецкий, Кадуйский, Междуреченский, Сокольский, Тотемский, Усть-Кубинский, Череповецкий и Шекснинский (устные сообщения, нуждающиеся в верификации). Кроме того, есть ряд исторических и современных указаний в научной и краеведческой литературе и СМИ, которые требуют проверки.



Рис. 1. Внешний облик медицинской пиявки из национального парка «Русский Север» (2018 год, съёмка Ю.Н. Беловой и А.А. Шабунова)

По результатам трёхлетней работы гирудологической экспедиции Ю.Н. Беловой в сотрудничестве с автором настоящей заметки готовится обзорная научная статья о северной границе обитания *Hirudo medicinalis* в России.

На данное время медицинская пиявка формально охраняется лишь в НП «Русский Север» (Белова, Коновалов, 2009), хотя по мнению специалистов кафедры биологии и экологии ВоГУ под охрану должны быть взяты все подтверждённые места обитания вида, если только они не находятся в населённых пунктах или на землях сельхозназначения.

Остаётся открытым вопрос о возможности инвазии родственного вида - аптечной пиявки (*Hirudo verbana*). В настоящее время она активно применяется в медицинских целях, в том числе и в Вологодской области. Пиявка аптечная более теплолюбивый вид, по сравнению с медицинской пиявкой, поэтому крайне мало шансов на естественное или антропогенно обусловленное вселение *Hirudo verbana* в северные водоёмы, особенно в населённых пунктах, но полностью исключать такое событие нельзя. Нам известен случай преднамеренного выпуска *Hirudo verbana* в поселковый пруд, но червь там не прижился.

В разыскании мест обитания медицинской пиявки имеет смысл привлекать и такие ресурсы, как социальные сети и СМИ. Как правило, учёные избегают обращения к ним, но в ряде случаев без сообщений с мест выявить виды крайне трудно. В нашем случае после ста-

тьи в газете (Макаров, 2018) были получены сообщения о встречах «кусающейся» пиявки в Вожегодском районе и даже на территории соседней Костромской области.



Рис. 2. Отлов образцов медицинской пиявки в Вологодской и Ярославской областях (2018 год, съёмка Ю.Н. Беловой и Э.В. Гарина)

Ситуация с медицинской пиявкой в Ярославской области также весьма интересная. В академической сводке (Лукин, 1976) она указывается как аборигенный и очень редкий вид, но без какой-либо детализации; в современных публикациях *Hirudo medicinalis* уже не считают автохтонным видом и относят к инвазивным животным. Наши изыскания 2018-2019 годов показали, что в Ярославской области кровосос является надёжным реликтовым видом и обитает в 11 из 17 административных районов региона. Из четырёх локалитетов имеются коллекционные сборы медицинской пиявки, кроме того для пяти местонахождений есть фото- и видеofиксация. Ряд точек известен по опубликованным историческим указаниям. Определённую проблему составляют устные сообщения и электронные сообщения из социальных сетей, но они верифицируемы по ряду критериев.

К сожалению, пока не удалось подтвердить исторические указания на обитание кровососа на юго-западе Архангельской области. В 2018 году мы смогли локализовать два участка, где ещё относительно недавно (не более 60 лет назад) вид собирался местным населением для собственных потребностей, но там произошло кардинальное изменение гидрологических условий из-за поселения бобров. В 2020–2022 годах, по возможности, поиски медицинской пиявки в Северном крае будут продолжены. В случае подтверждения забытых и/или отвергаемых исторических данных о местообитаниях медицинской пиявки в Архангельской области и Республике Коми граница естественного ареала вида в России может быть сдвинута на несколько сот километров севернее. В научном плане это стало бы довольно значимым зоогеографическим открытием.

В 2019 году в гирудологическую коллекцию ВоГУ поступило около 100 образцов гирудиней, собранных М.Д. Петуховой в заливах полуострова Хуннука Ладожского озера в ходе регулярной Ладожской экспедиции Института озераведения РАН (Мухин, 2019). В на-

стоящий момент эти сборы обрабатываются. По предварительной оценке набор видов достаточно банален, но результаты могут оказаться полезными для исследователей этой местности, поэтому в дальнейшем предполагается публикация в рамках соответствующей гидробиологической конференции.

Благодарности. Полевые исследования 2017 года выполнены при частичной поддержке Правительства Вологодской области и РФФИ (грант 17-44-350662 p_a), работы 2018 года проводились в рамках госконтрактов № 2–23 и № 2–48 ВоГУ с областным Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды. Автор признателен сотрудникам Вологодского филиала ВНИРО за предоставленные фонды и труднодоступные издания.

ЛИТЕРАТУРА

- Белова Ю.Н., Коновалов А.Ф.** Полевая практика по зоологии в национальном парке // Вестник национального парка «Русский Север» / Гл. ред. Н.А. Архипов. Вологда: ИД «Вологжанин», 2009. № 6 / Ред. С.В. Шадрунов. С. 22–23.
- Ивичева К.Н.** Зообентос притоков Верхней Сухоны в условиях антропогенного влияния на их водосборы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Науч. рук. И.В. Филоненко (ВологодНИРО). - Борок: ООО «Коперник35» (Вологда), 2019. - 22 с.
- Красная книга Вологодской области.** Т. 3: Животные / Отв. ред. Н.Л. Болотова, Э.В. Ивантер, В.А. Кривохатский. Вологда: ПФ «Полиграф-Книга», 2010. 216 с.
- Лукин Е.И.** К вопросу о распространении медицинской пиявки в СССР // Зоологический журнал. 1957. Т. 36, вып. 5. С. 658–669.
- Лукин Е.И.** Пиявки пресных и солоноватых водоёмов. Л.: Изд-во «Наука», 1976. Т. 1. 484 с. (Фауна СССР. Нов. сер. № 109).
- Макаров В.** Они наступают [Интервью с Н.Л. Болотовой] // Премьер. 2018. № 36(1086). С. 16.
- Мухин И.А.** Информация о проведении очередной Ладужской экспедиции [Электронный ресурс] // ВКонтакте: официальная группа кафедры биологии и экологии ВоГУ. [18.08.2019]. Режим доступа: https://vk.com/wall-32682200_809, свободный. Загл. по содержанию.
- Никулина А.С.** Гирудофауна реки Содема / Науч. рук. Ю.Н. Белова, А.Б. Чхобадзе // Молодые исследователи - регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 23–24 апреля 2019 г.) / Гл. ред. А.А. Кочкин. Вологда: ВоГУ, 2019б. Т. 1. С. 511–513.
- Никулина А.С.** Гирудофауна реки Шограш / Науч. рук. Ю.Н. Белова, А.Б. Чхобадзе // XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: материалы межрегиональной научной конференции (Вологда, 18–22 ноября 2019 г.) / Гл. ред. В.Н. Маковеев. Вологда: ВоГУ, 2019б. Т. 1: Естественно-техническое направление. С. 569–571.
- Отчёт** о НИР: «Исследование подлежащих охране и нуждающихся в биологическом контроле (надзоре) их состояния видов (внутривидовых таксонов) животных, выявленных на территории Вологодской области (за исключением круглоротых, рыб и водных беспозвоночных, выявленных в водных объектах Вологодской области)» / ВоГУ (кафедра биологии и экологии): Науч. рук. А.А. Шабунов. Вологда: ВоГУ, 2018. 88 с. [Временные архивы лаборатории биоразнообразия ВоГУ и ДПРиООС ВО]
- Отчёт** о НИР: «Исследования редких и исчезающих видов круглоротых, рыб и водных беспозвоночных на территории Вологодской области» / Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»: Рук. темы А.Ф. Коновалов. Вологда: ВО ГосНИОРХ, 2017. 37 с. [Временные архивы Вол. филиала ФГБНУ «ВНИРО» и ДПРиООС ВО]
- Разнообразие** водных беспозвоночных Вологодской области / Сост. Н.В. Думнич, Е.В. Лобуничева, М.Я. Борисов, И.В. Филоненко. Вологда: ГосНИОХР, 2008. 128 с.
- Румянцев Е.А.** Фауна паразитов рыб Онежского и Ладужского озёр (черты сходства и различия) // Паразитология. 2002. Т. 36, вып. 4. С. 310–315.
- Bielecki A., Palińska K., Cichocka J.** New data about rare leech species - *Theromyzon maculosum* (Rathke, 1862) (Hirudinida: Glossiphoniidae) // TeKa Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego. Lublin, 2009. T. VI. S. 13–20.
- Utevsky S., Zagmajster M., Atemasov A., Zinenko O., Utevska O., Utevsky A., Trontelj P.** Distribution and status of medicinal leeches (genus *Hirudo*) in the Western Palearctic: anthropogenic, ecological, or historical effects? // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2010. Vol. 20, № 2. P. 198–210. DOI: 10.1002/aqc.1071

**БИОИНДИКАЦИЯ РАВНИННОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ
КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА****Г.В. Шурганова, В.С. Жихарев, Д.Е. Гаврилко, И.А. Кудрин,
Т.В. Золотарева, Д.С. Ручкин***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород (Россия)***BIOINDICATION OF THE PLAIN RESERVOIR BASED ON QUANTITATIVE
INDICATORS OF ZOOPLANKTON DEVELOPMENT****G.V. Shurganova, V.S. Zhikharev, D.E. Gavrilko, I.A. Kudrin, T.V. Zolotareva,
D.S. Ruchkin,***Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod (Russia)*

В современном мире в условиях непрекращающегося многопланового антропогенного воздействия на водоемы и водотоки, приводящего к их загрязнению, деградации и эвтрофированию, важную роль приобретает диагностика их состояния. Исследование биологической составляющей экосистем позволяет охарактеризовать и проследить во времени уровень их устойчивости, а также более тщательно подойти к вопросам нормирования антропогенной нагрузки и обнаружения критических изменений экосистем (Масюткина, 2018).

Состав и структура зоопланктонных сообществ являются интегральным показателем экологического состояния водоёмов и водотоков (Чуйков, 1978; Иманов, Чуйков, 2011). Преимущество биологических методов контроля состоит в том, что с их помощью можно дать интегрированную оценку сложившейся в водном объекте под влиянием всей совокупности факторов (в том числе загрязняющих веществ) экологической ситуации без многочисленных лабораторных анализов воды (Пашкова, 2012). В биоиндикационных исследованиях используются все группы гидробионтов. В частности, при оценке эвтрофирования водоёмов и водотоков организмы зоопланктона, как индикаторы, являются широко используемыми (Андрианов, Плакитин, 2012).

Биоиндикационный анализ Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки на современной стадии их существования чрезвычайно актуален не только в связи с многочисленными дискуссиями о подъёме уровня водохранилища (Шурганова и др., 2014), но и с новыми планами строительства Нижегородского НГУ в районе пос. Большое Козино (Охапкин и др., 2016; Шурганова и др., 2017).

Не менее важным является то, что водоснабжение одного из мегаполисов России – Нижнего Новгорода, население которого составляет более 1,2 млн. человек, осуществляется пятью водозаборными станциями: Автозаводской, Первомайской, «Малиновая гряда» и Слудинской, расположенными в устьевом участке р. Оки, и Новосормовской – на верхнем речном участке Чебоксарского водохранилища (Экология..., 2008). Учитывая то, что речная часть Чебоксарского водохранилища и устьевая область р. Оки испытывают многоплановое антропогенное воздействие и являются наиболее эвтрофированными и загрязненными областями во всем Волжском каскаде (Шурганова, 2007), важность биоиндикационных исследований очевидна.

Цель работы – биоиндикация и оценка современного трофического статуса речной части Чебоксарского водохранилища, а также устьевой области р. Оки с использованием индикаторных организмов зоопланктона.

Исследования зоопланктона были проведены в июле 2018 года на участке Чебоксарского водохранилища от плотины Нижегородской ГЭС до пос. Васильсурск, а также в устьевой области реки Оки (рис. 1).

Пробы зоопланктона отбирали с использованием тотальных ловов от дна до поверхности сетью Джеди (нейлоновое сито с ячейей 70 мкм) и фиксировали 4% раствором формалина. Материал обрабатывали по стандартным методикам, которые применяются в гидро-

биологических исследованиях (Методические рекомендации..., 1982). Виды зоопланктона идентифицировали с использованием определителей и руководств (Кутикова, 1970; Коровчинский, 2004; Кутикова, 2005; Определитель..., 2010).



Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб зоопланктона на акватории речной части Чебоксарского водохранилища (станции №1-5, 6-23) и устьевой области р. Оки (8-9) в июле 2018 года:

1 – ниже г. Городец; 2 – выше г. Балахна; 3 – ниже г. Балахна; 4 – пос. Большое Козино; 5 – выше Борского моста; 6-7 – створ ниже Чкаловской лестницы; 8 – р. Ока, Канавинский мост; 9 – р. Ока, Молитовский мост; 10-11 – створ ниже станции аэрации; 12-13 – створ ниже г. Кстово; 14-15 – створ ниже р. Кудьма; 16-17 – створ ниже г. Лысково; 18-19 – створ ниже пос. Фокино; 20-21 – створ ниже пос. Кременки; 22-23 – створ ниже пос. Васильсурск

Для оценки сходства видовой структуры зоопланктона использовался метод многомерного векторного анализа. На основе полученных косинусов строили матрицу расстояний между пробами с последующей визуализацией в виде дендрограмм (Черепенников и др., 2004; Шурганова, 2007). Оценка доминирования видов в зоопланктоценозах проводили с использованием индекса доминирования Палия-Ковнацки (Баканов, 1987). Качество воды речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки на основе численностей индикаторных видов зоопланктона проводили с помощью Saprobiy index Pantle & Buck в модификации Sládeček (Pantle, Buck, 1955; Sládeček, 1973). Класс качества воды устанавливали согласно «Правилам контроля качества воды в водоёмах и водотоках» (ГОСТ 17.1.3.07-82). Трофический статус устанавливали по индексу трофии Мяэметса (Мяэметс, 1980).

На исследованной акватории было обнаружено 132 вида зоопланктонных организмов, из них 71 вид (53,8%) принадлежал к коловраткам (Rotifera), 43 вида (32,6%) – к ветвистоусым ракообразным (Cladocera) и 18 видов (13,6%) – веслоногим ракообразным (Copepoda). По зоогеографической характеристике фауна зоопланктона исследованных водных объектов является типичной для водоёмов Европейской России.

На основе метода многомерного векторного анализа на участке речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки было выделено два сообщества зоопланктона, которые занимали пространственно непрерывные области, и характеризовались значительными различиями видовой структуры (рис. 2), что согласуется с предшествующими исследованиями (Шурганова и др., 2015, 2016; Кудрин, 2016; Shurganova et al., 2018).

Станции отбора проб №1-6,10,12,14,16,18,20-23 характеризовались сходной видовой структурой и доминированием по численности веслоногих ракообразных (36,3±4,2% от общей численности зоопланктона). По биомассе преобладали ветвистоусые ракообразные (91,4±1,9% от общей биомассы зоопланктона) (таблица). Максимального количественного развития в этом зоопланктонном сообществе достигали Nauplii Cyclopoidea, ветвистоусый рачок *Daphnia galeata* Sars, 1864, а также лимнофильная коловратка *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832. Этот зоопланктоценоз можно охарактеризовать как лимнофильный. Он занимал акваторию водохранилища от Нижегородской ГЭС до г. Нижний Новгород, далее левобережную часть до пос. Фокино и всю акваторию речной части Чебоксарского водохранилища вплоть до пос. Васильсурск (см. рис. 1, 2).

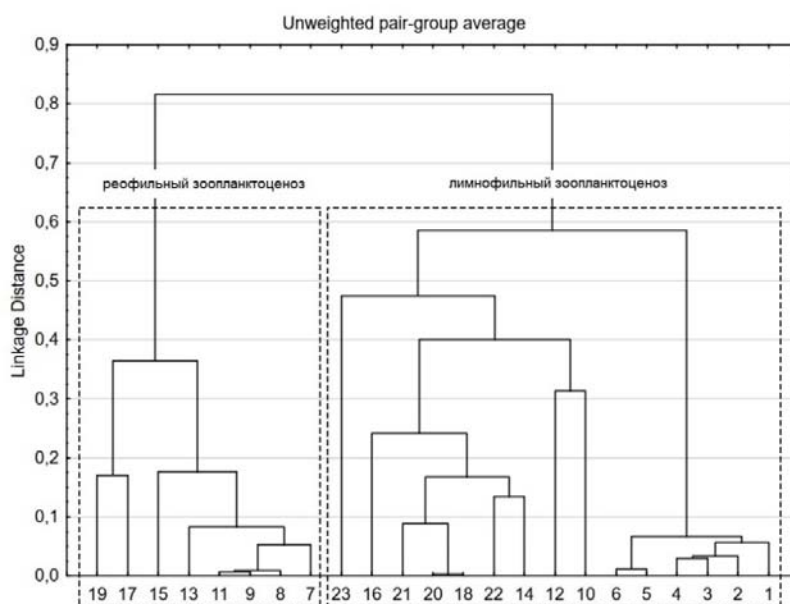


Рис. 2. Дендрограмма сходства/различия проб зоопланктона на акватории речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки

Во второй кластер выделялись станции отбора проб № 7-9, 11,13,15,17,19 (рис. 2), характеризовавшиеся значительно бóльшим сходством видовой структуры, чем в лимнофильном зоопланктонном сообществе. Наиболее массовой группой видов были коловратки ($74,6 \pm 9,3\%$ от общей численности зоопланктона), по биомассе доминировали Cladocera ($58,4 \pm 13,4\%$ от общей биомассы зоопланктона) (таблица).

Таблица - Основные количественные характеристики зоопланктона на исследованных акваториях речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки

Показатели		Зоопланктоценоз			
		Лимнофильный		Реофильный	
Число видов	Rotifera	48	103	39	75
	Cladocera	38		26	
	Copepoda	17		10	
Численность, тыс. экз./м ³		18,30±1,50		30,96±9,31	
Соотношение численностей, %	Rotifera	35,0±7,2		74,6±9,3	
	Cladocera	28,7±4,8		11,7±3,4	
	Copepoda	36,3±4,2		13,7±6,0	
Биомасса, г/м ³		1,16±0,27		0,30±0,09	
Соотношение биомасс, %	Rotifera	2,2±0,7		35,9±14,2	
	Cladocera	91,4±1,9		58,4±13,4	
	Copepoda	6,4±1,8		5,7±2,0	

Примечание: полужирный шрифт – максимальные значения показателя

Доминирующими по численности видами, как и в предшествующие годы исследований (Шурганова и др., 2015, 2016) являлись представители рода *Brachionus*. В июле 2018 года здесь преобладали коловратки *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766 и *Brachionus angularis* Gosse, 1851. Этот зоопланктоценоз можно охарактеризовать как реофильный и образованный водами, поступающими из р. Оки. Он занимал акваторию устьевой области р. Оки и правобережье речной части Чебоксарского водохранилища до пос. Фокино (см. рис. 1, 2).

Наибольшее видовое богатство зоопланктона (103 вида) было зафиксировано в лимнофильном зоопланктонном сообществе речной части Чебоксарского водохранилища. Средние численность и биомасса на данном участке составляли $18,30 \pm 1,50$ тыс. экз./м³ и $1,16 \pm 0,27$ г/м³ соответственно (таблица). В реофильном зоопланктонном сообществе было обнаружено 75 видов. Средняя численность зоопланктона была выше – $30,96 \pm 9,31$ тыс.

экз./м³, биомасса ниже, чем в лимнофильном зоопланктоценозе ($0,30 \pm 0,09$ г/м³). Объясняется это преобладанием в реофильном зоопланктоценозе коловраток, имеющих малые индивидуальные массы.

Трофический статус речной части Чебоксарского водохранилища на участке, занятом лимнофильным сообществом, характеризовался как мезотрофный, индекс трофии Мяэметса – $0,78 \pm 0,09$. Значения индекса трофии реофильного участка речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки были на порядок выше ($2,28 \pm 0,48$, трофический статус – эвтрофный), что обусловлено поступлением сильно эвтрофированных окских вод. Следует отметить, что оценка трофического статуса речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки не только соответствует нашим предыдущим исследованиям (Шурганова и др., 2016), но и согласуется с оценкой трофического статуса по концентрации хлорофилла α фитопланктона (Логинов, Кривдина, 2015).

По мнению многих исследователей, видовая структура зоопланктоценозов считается хорошим показателем качества вод разнотипных водных объектов (Шурганова, 2007). Большая часть идентифицированных на акватории речной части Чебоксарского водохранилища и устьевой области р. Оки видов зоопланктона (87%) являются индикаторными. Среднее значение индекса сапробности речной части Чебоксарского водохранилища в пределах лимнофильного зоопланктоценоза составило $1,45 \pm 0,06$ и согласно ГОСТу 17.1.3.07-82 качество воды относилось ко II-III классу (воды «чистые» – «умеренно загрязнённые»). Среднее значение индекса сапробности в пределах реофильного окского сообщества зоопланктона было выше и составило $2,10 \pm 0,07$, воды находились в пределах β -мезосапробной зоны и относились к III классу качества (воды «умеренно загрязнённые»).

Зоопланктоценозы Чебоксарского водохранилища и устьевой участка р. Оки в период наблюдения характеризовались высоким таксономическим (в общей сложности 132 вида и вариаций видов) богатством.

В результате проведённого биоиндикационного исследования, основанного на анализе соотношения численностей индикаторных видов двух различающихся по видовой структуре сообществ, установлено следующее. Реофильное окское сообщество зоопланктона характеризовалось доминированием коловраток рода *Brachionus* и максимальной общей численностью зоопланктона. Трофический статус был оценён как эвтрофный, качество вод соответствовало III классу (воды «умеренно загрязнённые»). Лимнофильное планктонное сообщество водохранилища характеризовалось преобладанием озёрных видов ветвистоусых и веслоногих рачков, наиболее высокими значениями биомасс. Трофический статус соответствовал мезотрофному, качество вод находилось в пределах II-III класса (воды «чистые» – «умеренно загрязнённые»). Таким образом, несмотря на сильный антропогенный пресс, который испытывали воды р. Оки, верхней и средней речной части Чебоксарского водохранилища, их экологическое состояние может быть оценено как «относительно удовлетворительное».

ЛИТЕРАТУРА

- Андреанов В.А., Плакитин В.А.** Оценка качества воды водотоков в районе деятельности Астраханского газового комплекса по состоянию гидробионтов // Проблемы региональной экологии и природопользования. 2012. №4(41). С. 32-36.
- Баканов А.И.** Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Фундаментальный обзор индексов обилия и доминирования. Деп. в ВИНТИ 08.12.1987, № 8593-В87. 63 с.
- ГОСТ 17.1.3.07-82.** Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды в водоемах и водотоках. М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1982.
- Иманов П.А., Чуйков Ю.С.** Возможности использования анализа состава и структуры сообществ зоопланктона для определения качества волжских вод // Проблемы региональной экологии и природопользования. 2011. №2(35). С. 81-84.
- Коровчинский Н.М.** Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 410 с.

- Кудрин И.А.** Видовая структура и пространственное размещение зоопланктонных сообществ в условиях антропогенного воздействия (на примере Чебоксарского водохранилища и его притоков): автореф. дис. канд. биол. наук: 03.02.08. Нижний Новгород, 2016. 25 с.
- Кутикова Л.А.** Бделлоидные коловратки фауны России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 305 с.
- Кутикова Л.А.** Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 742 с.
- Логинов В.В., Кривдина Т.В.** Содержание хлорофилла «а» в фитопланктоне и гидрохимический состав Чебоксарского водохранилища за 2005-2014 гг. // Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища и водоемов его бассейна. Сборник научных трудов. ООО «Промцвет»: Санкт-Петербург, 2015. С. 77-87.
- Масюткина Е.А.** Оценка экологического состояния водных объектов Калининградской области на основе структурно-функциональных и индикаторных свойств зообентоса: автореф. дис. канд. биол. наук: 03.02.08. Калининград, 2018. 26 с.
- Методические рекомендации** по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. Л.: Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1982. 33 с.
- Мязметс А.Х.** Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озёра. Л.: Наука, 1980. С. 54-64.
- Определитель** зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон. / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Оханкин А.Г., Шурганова Г.В., Пухнаревич Д.А., Кудрин И.А., Ильин М.Ю., Бондарев О.О., Воденеева Е.Л.** О современном гидроэкологическом состоянии зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища // Приволжский научный журнал. 2016. №1(37). С. 104-113.
- Пашкова О.В.** Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения и экологического состояния гидроэкосистем // Гидробиологический журнал. 2012. Т.48, №6. С. 3-24.
- Черепенников В.В., Шурганова Г.В., Гелашвили Д.Б., Артельный Е.В.** Исследование различий видовой структуры основных зоопланктоценозов Чебоксарского водохранилища методом многомерного анализа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2004. Т.6, №2(12). С. 328-33.
- Чуйков Ю.С.** Экологический анализ состава и структуры сообществ водных животных как метод биологической оценки качества вод // Экология. 1978. №5. С. 53-57.
- Шурганова Г.В.** Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ средней Волги: Горьковского и Чебоксарского): автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.16. Н. Новгород, 2007. 48 с.
- Шурганова Г.В., Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Кудрин И.А., Ильин М.Ю., Золотарева Т.В., Голубева Д.О.** Экодиагностика водоёмов питьевого водоснабжения крупного мегаполиса (на примере г. Нижнего Новгорода) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т.18, №5(2). С. 387-392.
- Шурганова Г.В., Жихарев В.С., Гаврилко Д.Е., Голубева Д.О., Золотарева Т.В., Ручкин Д.С.** Особенности видовой структуры и пространственного размещения сообществ зоопланктона верхнего бьефа Нижегородской ГЭС, зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки // Вестник ВГАВТ. 2017. Вып. 53. С. 116-123.
- Шурганова Г.В., Ильин М.Ю., Кудрин И.А.** Биондикационная характеристика качества воды Чебоксарского водохранилища (по данным 2011 года) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. №2(1). С. 106-111.
- Шурганова Г.В., Кудрин И.А., Жихарев В.С., Ильин М.Ю., Гаврилко Д.Е., Куikliна Т.В.** Сезонные изменения пространственного размещения сообществ зоопланктона верхней речной части Чебоксарского водохранилища и устьевое участка р. Оки // Электронный журнал «Современные проблемы науки и образования». 2015. №6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23310> (дата обращения: 18.09.2018).
- Шурганова Г.В., Оханкин А.Г., Гаврилко Д.Е., Воденеева Е.Л., Кудрин И.А., Пухнаревич Д.А., Нижегородцев А.А., Гелашвили Д.Б.** Современное состояние и прогноз изменения сообществ гидробионтов в зоне строительства Нижегородского Низконапорного гидроузла // Самарский научный вестник. 2017. Т.6, №4(21). С. 103-109.
- Экология Нижнего Новгорода / Под ред. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. 530 с.
- Pantle F., Buck H.** Diebiologische Uberwachungder Gewasserunddie Darstellungder Ergebnisse // Gasund Wasserfach. 1955. V.96, №18. 604 p.
- Shurganova G.V., Kudrin I.A., Yakimov V.N., Gavrillko D.E., Zhikharev V.S., Zolotareva T.V.** Spatial Distribution of Zooplankton on the Upper Part of the Cheboksary Reservoir // Inland Water Biology. 2018. Vol.11, №3. P. 317-325.
- Sládeček V.** System of water quality from biological point of view. Ergebnisse Limnologie. Arch. Hydrobiol, 1973, V.7, №7, 218 p.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДЫ РЕКРЕАЦИОННО ЗНАЧИМЫХ
ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА
(САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Е.В. Якуничкина^{1,2}, И.А. Третьякова^{1,2}, В.Н. Ильина¹, В.А. Бревнов², Л.К. Короткова²

¹*Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)*

²*ФФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в г.Тольятти»,
Тольятти (Россия)*

**ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER OF RECREATIONAL SIGNIFICANT
NATURAL COMPLEXES OF THE STAVROPOL REGION (SAMARA REGION)**

Elena Yakunichkina^{1,2}, Inna Tretyakova^{1,2}, Valentina Ilina¹, Vladimir Brevnov²,

Lyubov Korotkova²

¹*Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)*

²*The branch office of Federal Budget Institution of Health "Center for Hygiene and Epidemiology
in the Samara Region, Togliatti", Togliatti (Russia)*

В настоящее время для водоемов Самарской области большое значение приобретает рекреационная функция. Она реализуется практически для всех водоемов – водохранилищ, малых и средних рек, озер, прудов. В областной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Самарской области в 2013–2020 годах» отмечено, что качество воды поверхностных водных объектов в Самарской области не отвечает санитарным требованиям по химическому потреблению кислорода, а также по содержанию фенолов, взвешенных веществ, соединениям цинка, марганца, меди, железа и другим показателям (Шабанов, Шабанова, 2016). Низкое качество воды в различных водоемах Самарской области подчеркивается и в исследованиях экологов и гидробиологов (Ильина и др., 2013; Ильина, Савченко, 2014; Негода, Курмаева, 2016). Поэтому оценка качества воды наземных и подземных водоемов, являющихся центрами неорганизованной рекреации, а также обоснование очередности и состава мероприятий по обеспечению их экологической безопасности, представляет собой важную задачу практическую задачу (Соловьева, 2008; Аладинская и др., 2015; Шабанов, Шабанова, 2016; Казанцев и др., 2016; Селезнев и др., 2018; Рогов и др., 2020).

В настоящее время гидрологические объекты бассейна р.Волги испытывают сильное антропогенное воздействие в результате поступления недостаточно очищенных сточных вод городов, промышленных и сельскохозяйственных объектов и загрязненного поверхностного стока. В пределах Куйбышевского и Саратовского водохранилищ наибольшее загрязнение поступает от Ульяновского и Самарско-Тольяттинского промузлов, сточные воды которых содержат органические соединения, нефтепродукты, СПАВ, азот аммиака, нитриты, нитраты, соли тяжелых металлов. Эти и другие загрязняющие вещества оказывают существенное воздействие как на здоровье населения, использующие территорию как рекреационную или даже селитебную, так и на взаимосвязанные компоненты экосистем – почвы, биоту.

Объектами наших исследований послужили участки акватории в районе пляжа Центрального района г. Тольятти, пляжа Автозаводского района г. Тольятти (6 квартал), пляжа Автозаводского района г. Тольятти (8 квартал), пляжа г. Жигулевск мкр. Моркваши – отбор проб осуществлялся еженедельно; несанкционированных пляжей на территории г. Тольятти (озеро у АТП-3, Васильевские озера, Федоровские луга), г. Жигулевск (с. Ширяево, с. Зольное), с. Жигули, с. Ягодное, с. Хрящевка, п. Луначарский, п. Приморский – отбор проб осуществлялся однократно.

В мониторинговых точках проводятся отборы проб воды для исследования по ряду утвержденных государственным надзором санитарно-химических показателей: аммиак, нитриты, нитраты, БПК, ХПК, железо, взвешенные вещества, марганец, цветность и др. (Драчев и др., 1960; СанПиН 2.1.5.980-00; ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97).

Результаты исследования качества воды в водоемах Ставропольского района Самарской области приведены в таблицах 1-3 статьи авторов (Третьякова и др., 2000) в этом же сборнике конференции, в связи с чем повторно здесь не приводятся.

Цветность – показатель качества воды, обусловленный главным образом присутствием в воде гуминовых и фульфовых кислот, а также соединений железа (Fe^{3+}). Таким образом, высокая цветность является тревожным признаком, свидетельствующим о неблагополучии воды. ПДК цветности составляет 35 градусов. По данному показателю ПДК превышено в воде в районе пляжа Центрального района г. Тольятти (июнь 2017, июль 2017, июнь 2018, июль 2018, июль 2019), пляжа Автозаводского района (6 кв.) (июль 2017, июнь 2018), Автозаводского района (8 кв.) (июль 2017, июнь 2018, июнь 2019, июль 2019). Наличие же органики не только ухудшает органолептические свойства воды, приводит к возникновению посторонних запахов, но и вызывает резкое снижение концентрации растворенного в воде кислорода, что может быть критично для ряда процессов водоочистки.

Уровень **pH** воды отражает её кислотно-щелочное равновесие, которое оказывает огромное влияние на биохимические реакции, протекающие в водной среде. На пляжах г. Тольятти данный показатель находился в пределах нормы в 2017 году, но был превышен в 2018 и 2019 на всех участках более чем в 60% проб. В 2018 году в районе пляжей Автозаводского района (6 и 8 кв.) имел значения до 9,16. Малые водоемы Ставропольского района в годы исследования также характеризуются повышением pH (например, до 9,0 на Васильевских озерах в 2017 г.). Отметим, что при значении водородного показателя свыше 10 погибает почти вся рыба и другие обитатели водоемов.

Количественной характеристикой степени загрязнения водоема является показатель **XПК** (химическое потребление кислорода) – его считают одним из самых информативных показателей загрязненности вод жизнедеятельностью человека. XПК используют повсеместно для исследования сточных вод и контроля качества природных вод. Другим фактором, влияющим на окисляемость – это сезонные колебания. Их характер можно определить двумя режимами – гидробиологическим и гидрологическим. Окисляемость водоемов и водотоков меняется в зависимости от хозяйственной деятельности человека, а именно, от характера загрязнения сточных вод, поступающие непосредственно в эти водоемы. Согласно нормативным требованиям величина XПК не должна превышать 15–30 мг/куб.дм. По данному показателю превышены ПДК в районе пляжей г. Тольятти в 2017 и 2019 гг., в том числе до 54,6 мг/куб.дм в районе пляжа Автозаводского района (8 кв.) в августе 2019 г. XПК в 202,0 мг/куб.дм зарегистрировано в воде озера АТП-3 в 2017 году, но в 2019 году значительно снизилось до 24,7. Также высокие показатели отмечены в воде Васильевских озер, в районе пляжей в окр. с. Федоровка, п. Луначарский, с. Хрящевка.

Содержание аммиака в воде р. Волги не превышало ПДК в годы исследования. Нитраты превышали норму в июне и июле 2019 г. в районе пляжа г. Жигулевск; нитриты – в июне 2018 года в районе пляжа Автозаводского района г. Тольятти (8 кв.).

По показателю БПК-5 вода Куйбышевского водохранилища изменяется в широких пределах – от 0,5 до 6,5 мг O_2 /куб.дм.

Доля взвешенных частиц достигала показателя 41,4 мг/дм³ в окрестностях с. Жигули.

Таким образом, рекреационно значимые гидрологические объекты Ставропольского района зачастую не соответствуют нормам экологической безопасности по качеству воды. Необходимость дополнительных мер по очистке вод и препятствию их загрязнения в Самарской области остается актуальным вопросом и требует срочного решения.

ЛИТЕРАТУРА

- Аладинская А.Р., Анопченко Т.Ю., Афонина И.А., Ахмеденов К.М., Домашенко Ю.Е., Дрогобужская С.В., Иванова Т.К., Ильина В.Н. и др.* Охрана окружающей среды от негативного воздействия хозяйственной деятельности: научная монография; под ред. Д.В. Елисеева. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. 260 с.
- Драчев С.М., Разумов А.С., Скопинцев Б.А., Кабанов Н.М.* Приемы санитарного изучения водоемов. М.: Изд-во Государственное издательство медицинской литературы МЕДГИЗ, 1960. С.79-165.

- Ильина В.Н., Савченко А.А., Сафонов В.Д.** Содержание загрязняющих веществ в почвах некоторых памятников природы Кинель-Черкасского района Самарской области // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 2-й Всеросс. научно-практ. конф. с международ. участием, посв. 110-летию юбилею д.б.н., проф. Д.Н. Флорова и 75-летию юбилею к.б.н., проф. М.С. Горелова. Самара: ПГСГА, 2013. С. 97-104.
- Ильина В.Н., Савченко А.А.** Содержание различных веществ в почвах и поверхностных водах на территории некоторых памятников природы Кинель-Черкасского района Самарской области // Карельский научный журнал. 2014. № 1(6). С. 119-121.
- Казанцев И.В., Матвеева Т.Б., Айриев Т.А.** Экологическая характеристика подземных вод Самарской области // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 5-й международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Л.В.Воржевой и 125-летию со дня рождения кандидата педагогических наук, доцента Г.Г.Штехера. Ответственный редактор С.И. Павлов. 2016. С. 173-175.
- Негода Л.Л., Курмаева Т.С.** Обзор результатов анализа воды природных источников Самарской области // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Естественные науки и технологическая безопасность. Сборник статей. под редакцией: М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Ю.Э. Сеницкого; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2016. С. 148-150.
- ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97 Количественный химический анализ вод** / Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М., 1997.
- Рогов С.А., Рогова Н.А., Ильина В.Н.** Особо охраняемые природные территории регионального значения Самарской области: история создания, особенности организации, функционирования и государственного управления: Учебное пособие для студентов естественно-географического факультета. Самара: СГСПУ, 2020. 99 с.: илл.
- СанПиН 2.1.5.980-00** Гигиенические требования к охране поверхностных вод Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 22.06.2000 №2.1.5.980-00 №2.1.5.980-00 Применяется с 01.01.2001 взамен СанПиН 4630-88/2.1.5 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов.
- Селезнев В.А., Селезнева А.В., Рахуба А.В., Шемонаев Е.В., Кириленко Е.В., Шерышева Н.Г., Беспалова К.В., Мухортова О.В., Головатюк Л.В., Кривина Е.С., Буркова Т.Н., Тихонова Л.Г.** Комплексная оценка состояния малых рек (на примере реки Подстепновки) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 6. С. 83-100.
- Соловьева В.В.** Стратегия развития экосистем природно-технических водоемов Среднего Поволжья // Вестник ОГУ. 2008. №10. С.179-187.
- Шабанов В.А., Шабанова А.В.** Оценка экологической безопасности воды рекреационных водоемов и хозяйственно-преобразованных водоемов территорий Самарской области по показателям сапробности // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 7-4 (49). С. 168-172.

ПОДГОТОВКА ВОДЫ В ВОЕННО-ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Ф.Т. Абдувалиева

Ферганский филиал ТМА, Фергана (Узбекистан)

WATER PREPARATION IN MILITARY CONDITIONS

F. Abduvalieva

Ferghana branch of TMA, Ferghana (Uzbekistan)

Среди мероприятий, обеспечивающих здоровье и боеспособность войск, водоснабжение занимает одно из важных мест. В войсках вода расходуется на хозяйственно-питьевые нужды, помывку личного состава, санитарную обработку и стирку белья и др.

Очистка питьевой воды называется такая ее обработка, которая восстанавливает или придает воде необходимые гигиенические свойства. В зависимости от поставленной задачи различают следующие виды очистки воды: осветление, обеззараживание, обезвреживание, опреснение.

Для создания надежного и управляемого барьера на пути возможной передачи через воду кишечных инфекций применяется ее обеззараживание. В практике коммунального водоснабжения используются реагентные (хлорирование, озонирование) и безреагентные (ультрафиолетовое облучение, воздействие 7-лучами и др.) методы. Хлорирование воды в настоящее время получило наиболее широкое распространение благодаря многим техническим, гигиеническим и экономическим преимуществам перед другими методами обеззараживания.

Обеззараживание воды - этот процесс заключается в сорбции бактерий и вирусов на поверхности взвешенных частиц и хлопьев и совместном осаждении в отстойнике или в порах фильтрующей загрузки, что во многом зависит от характера взвеси, параметры которой весьма непостоянны. Часть бактерий и вирусов, оставаясь в воде свободными, проникает через очистные сооружения и содержится в фильтрованной воде.

Суперхлорирование (перехлорирование) является способом обеззараживания воды, при котором используются повышенные дозы активного хлора (5-20 мг/л). Эти дозы фактически являются послепереломными. К тому же они значительно превышают хлорпотребность природной воды и обуславливают наличие в ней высоких (свыше 0,5 мг/л) концентраций остаточного свободного хлора. Поэтому метод суперхлорирования не требует предварительного определения хлорпотребности воды и тщательного подбора дозы активного хлора, однако после обеззараживания необходимо удалить избыточный свободный хлор.

Суперхлорирование используют при особой эпидемиологической обстановке, при невозможности определить хлорпотребность воды и обеспечить достаточное время контакта хлора с водой, а также с целью предупреждения появления запахов воды и борьбы с ними. Этот метод удобен в военно-полевых условиях, при чрезвычайных ситуациях.

Суперхлорирование эффективно обеспечивает надежное обеззараживание даже мутной воды. От высоких доз активного хлора гибнут устойчивые к действию дезинфектантов возбудители, такие, как риккетсии Бернетта, цисты дизентерийной амебы, микобактерии туберкулеза и вирусы. Но даже такие дозы хлора не могут надежно обеззаразить воду от спор сибирской язвы и яиц гельминтов.

При суперхлорировании остаточный свободный хлор в обеззараженной воде значительно превышает 0,5 мг/л, что делает воду непригодной для употребления вследствие ухудшения ее органолептических свойств (резкий запах хлора). Поэтому возникает необходимость в освобождении ее от избытка хлора. Такой процесс называется дехлорированием. Если избыток остаточного хлора невелик, его можно удалить путем аэрации. В остальных случаях воду очищают, фильтруя через слой активированного угля или с помощью химиче-

ских методов, таких, как обработка натрия гипосульфитом (тиосульфатом), натрия бисульфитом, сернистым ангидридом (серы диоксидом), железа сульфатом.

В следующем этапе обеззараживание воды можно использовать самый простой метод безреагентные. Этот метод с использованием ультрафиолетовым облучением или воздействие γ -лучами. Что бы формировать такие облучения необходимо крупное оборудование и электричество.

Таким образом, при казарменном размещении войска обеспечиваются питьевой водой чаще всего из водопровода населенного пункта или военного городка, а в полевых условиях они сами обеспечивают себя водой и, как правило, вынуждены принимать меры для улучшения ее качества.

ЛИТЕРАТУРА

- А.С.Володин, С.А.Симакина, В.В.Фесенко* Обеззараживание индивидуальных запасов питьевой воды в условиях чрезвычайных ситуации // Экология человека 2003 № 5.
Л.А. Стрельникова, Т.В. Андропова. Военная гигиена. Учебное пособие Томск 2009.

**ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ФЛОРЫ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ
(НА ПРИМЕРЕ Р. ВОЛГА, САМАРО-УЛЬЯНОВСКОЕ ПОВОЛЖЬЕ)****М.А. Аристова, А.В. Иванова, Н.В. Костина, Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***MAIN FEATURES OF FLORA OF THE COASTAL RIVER AREA
(ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA RIVER, SAMARO-ULYANOVSK VOLGA
REGION)****M.A. Aristova, A.V. Ivanova, N.V. Kostina, G.S. Rozenberg, S.V. Saksonov***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Долина Волги в Среднем Поволжье – сложное геоморфологическое образование, состоящее из нескольких разновозрастных террас. Волжские террасы, занимающие обширные площади в левобережье, к настоящему времени представляют собой сложившиеся природно-территориальные комплексы со специфичными экологическими особенностями. Бечевник (прибрежная территория реки) представляет собой узкую береговую полосу – зону контакта между урезом воды и береговым уступом (Обедиянова, 1988). Экологические условия, в которых происходит формирование растительных сообществ бечевника, отличаются непостоянством (меняющийся водный, температурный режим), в результате воздействия такого рода факторов сообщества характеризуются слабой структурированностью видового состава. Флора бечевника большей частью представлена прибрежно-водным компонентом, кроме того, встречается элемент коренных растительных сообществ, который случайным образом проникает в состав прибрежно-водной полосы. Кроме того, непостоянство условий создает ситуацию для возможности внедрения адвентивного компонента флоры.

В рамках изучения флоры Самаро-Ульяновского Поволжья за несколько лет накоплены данные по видовому составу волжского бечевника (Саксонов и др., 2013; Раков и др., 2010). Исходные флористические описания составлены для участков правобережья и левобережья (рис. 1), принадлежащих территории Самарской и Ульяновской областей. Эти отдельные флористические описания бечевника содержат от 32 до 123 видов.

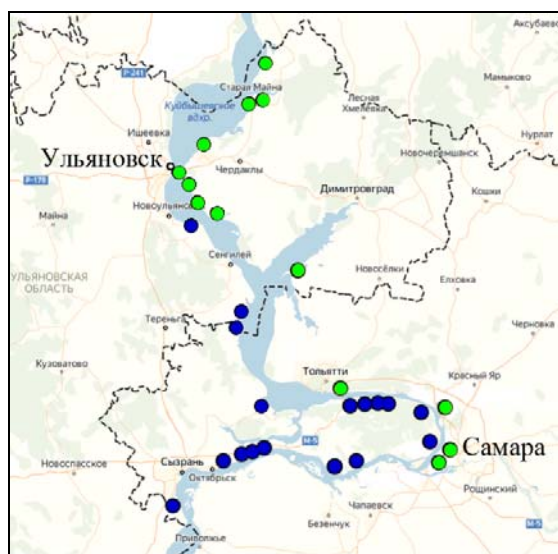


Рис. 1. Расположение флористических описаний бечевника Самаро-Ульяновского Поволжья

Обработка исходных данных производилась с помощью алгоритмов, включенных в программное обеспечение базы данных FD SUR (Аристова и др., 2018). Алгоритмы обработ-

ки позволяют формировать объединенные списки сосудистых растений по выбираемому подмножеству флористических описаний, а также строить спектры семейств, родов, жизненных форм и др.

Для отслеживания характера накопления видов по правобережью и левобережью реки были построены кривые зависимости числа видов от длины береговой линии (рис.2). Можно видеть, что как по правому, так и по левому берегу накопление видов идет неравномерно на протяжении всей кривой. Гипотеза о флористической непрерывности прибрежной полосы реки не подтверждается. Аналогичный результат получен для реки Адур в Южной Франции (Tabacchi et al., 1990).

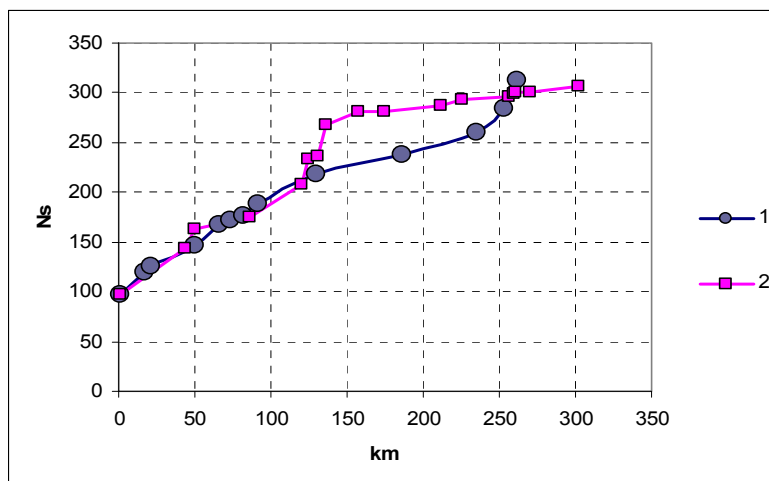


Рис.2. Кривые накопления видов (Ns) сосудистых растений по длине береговой линии (км):
1 – левый берег, 2 – правый берег

Особенно существенный приток видов в правобережье наблюдается в районе НП «Самарская Лука», по причине концентрации на ее территории повышенного фиторазнообразия. Флористический состав бечевника у подножия гор Лысой и Могутовой, принадлежащих горному массиву Жигулей, обогатил общий список 25 видами, принадлежащими к 16 семействам. Из них лишь 9 являются адвентивными для Самарской и Ульяновской областей (*Solanum nigrum*, *Salix fragilis*, *Malus domestica*, *Atriplex sagittata*, *Saponaria officinalis*, *Sinapis arvensis*, *Echium vulgare*, *Sonchus asper*, *Senecio viscosus*). Остальные принадлежат к группе прибрежно-водной и луговой флоры (*Salix triandra*, *Ochlopa annua*, *Solanum dulcamara*, *Pseudolysimachion longifolium*, *Oberna behen*, *Epilobium roseum*) или являются элементами плакорных сообществ, случайно попавших и сохранившихся в условиях прибрежной полосы бечевника (*Salix caprea*, *Hypericum hirsutum*). На левобережье плавный, но весьма заметный рост кривой наблюдается в районе участков, расположенных на территории береговой линии, принадлежащих г. Самара. Здесь, по причине активного использования береговой полосы в рекреационных целях, меняется видовой состав, обогащаясь сорными и адвентивными видами.

На правом берегу к часто встречающимся видам можно отнести 18 видов из 10 семейств. Среди них лишь *Bidens frondosa* является адвентивным. Остальные встречаются в составе сорных (*Tripleurospermum inodorum*, *Inula britannica*, *Cichorium intybus*, *Medicago lupulina* и др.) или прибрежно-водных (*Stachys palustris*, *Lycopus europaeus*, *Cenolophium denudatum*) сообществ. На левом берегу к часто встречающимся видам относятся 23 вида, также из 10 семейств. Однако состав их несколько иной. Здесь необходимо отметить целый ряд типичных прибрежно-водных (*Juncus compressus*, *Salix triandra*, *Lycopus europaeus*), адвентивных (*Acer negundo*, *Bidens frondosa*, и т.д.), сорных видов (*Lactuca serriola*, *Mulgedium tataricum*, *Artemisia absinthium*).

Таким образом, существуют различия по активности (встречаемости) некоторых видов между флорами правого и левого берега. Это отражает различия природных условий провинций Низменного Заволжья и Приволжской возвышенности, которое описано в рабо-

тах (Физико-географическое., 1964; Природные условия., 1978), а также ландшафтных особенностей рассматриваемой прибрежной зоны (Сасонов и др., 2014).

Сформированные общие списки флоры бечевника для правобережья и левобережья содержат соответственно 306 и 317 видов. При этом общими является лишь 225 видов. Для сравнения флор правобережья и левобережья нами вычислен показатель различия Престона (Preston, 1962): $Z=0,35$ (при пороговом значении схожести 0,27), который показывает, что флоры существенно различаются. Это еще раз доказывает, что различие рассмотренных флор связано с наличием естественного рубежа – река Волга.

Флоры бечевников обоих берегов имеют ряд общих черт. Доли адвентивных компонентов здесь весьма близки: для левого берега – 29 %, правого – 31%. Специфические черты флоры бечевника находят свое отражение в семейственном спектре. Спектры семейств флор бечевников правого и левого берега имеют как общие, так и индивидуальные черты (табл.).

Таблица - Головные части спектров семейств и родов флор бечевников правобережья (ПБ) и левобережья (ЛБ)

Лидирующие семейства				Лидирующие рода			
ПБ		ЛБ		ПБ		ЛБ	
Asteraceae	0,144	Asteraceae	0,135	Salix	0,033	Salix	0,028
Poaceae	0,092	Poaceae	0,104	Rorippa	0,020	Rumex	0,022
Fabaceae	0,059	Brassicaceae	0,063	Carex Galium Poa Persicaria Chenopodium	Chenopodium		
Brassicaceae	0,056	Polygonaceae	0,060		Artemisia	0,019	
Polygonaceae	0,049	Fabaceae	0,057		Juncus		
Lamiaceae		Chenopodiaceae	0,041		Rorippa		0,015
Salicaceae	0,043	Salicaceae			0,038	Persicaria	
Apiaceae	0,036	Lamiaceae	0,032	Plantago	Potentilla Plantago Poa Populus Bidens Atriplex		
Rosaceae	0,033	Rosaceae	0,025	Rumex			
Caryophyllaceae	0,029	Caryophyllaceae	0,022	Epilobium			
Cyperaceae		Apiaceae		Artemisia		0,013	
Onagraceae	0,026	Scrophulariaceae	Potentilla				
Ranunculaceae	0,023	Cyperaceae	Potamogeton	0,013			
Chenopodiaceae		Ranunculaceae	Juncus				
			Ranunculus				

Примечание: числами указана доля видов.

Родовые спектры обоих берегов бечевника также очень своеобразны. Отметим, что для спектра родов (в отличие от спектра семейств) порядок ведущих родов отличается, что отражает локальные черты рассматриваемых флор. Во флоре лесостепной части Самарской и Ульяновской областей ведущими родами являются *Carex*, *Galium*, *Potentilla*, *Artemisia*, *Salix* и *Astragalus* (Иванова и др., 2019). У достаточно полно выявленной флоры они должны располагаться в головной части спектра на пяти первых позициях, при этом род *Carex* на первом месте. В показанной головной части спектров бечевника (таблица) мы видим все рода, за исключением рода *Astragalus*, что соответствует околородной специфике изучаемой местности. Род *Astragalus* присутствует только во флоре правобережья, находясь в хвосте спектра. *Salix* занимает первое место в обоих случаях. Спектр родов флоры бечевника правобережья наиболее приближен к типичному для лесостепной зоны.

Наполнение флоры рассматриваемых прибрежных участков по таксономическим показателям (рис. 3) демонстрирует разную скорость. Степенной коэффициент меняется в сторону убывания: 0,9 для $N_g=f(N_s)$; 0,72 для $N_f=f(N_g)$; 0,65 для $N_f=f(N_s)$.

Для выявления экологических особенностей изучаемых флор были построены спектры биоморф, используя шкалу К. Раункиера (Raunkiaer, 1937). Полученные спектры (рис. 4.) для примера приведены в сравнении с флорами физико-географических районов: правобережья (Свияго-Усинским возвышенно-равнинным с двухъярусным рельефом) и левобережья (Мелекесско-Ставропольским низменно-равнинным сосновых лесов на бугристых песках)

(Физико-географическое..., 1964). Полученный результат показывает отсутствие видимых различий. Необходимо отметить лишь некоторое увеличение доли терофитов и снижение доли геофитов для прибрежной территории.

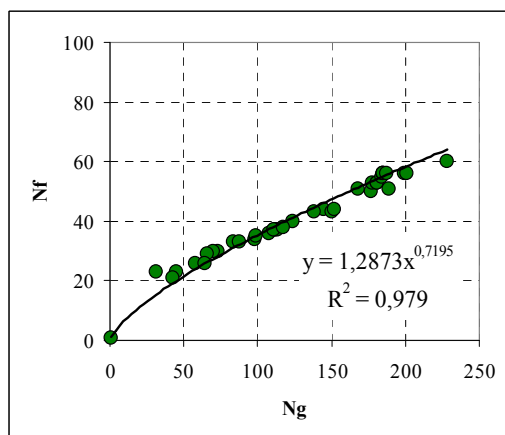
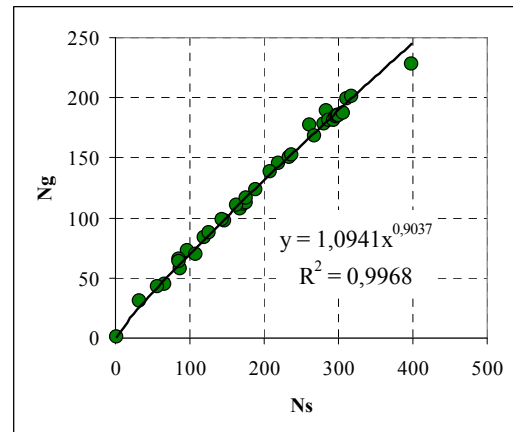
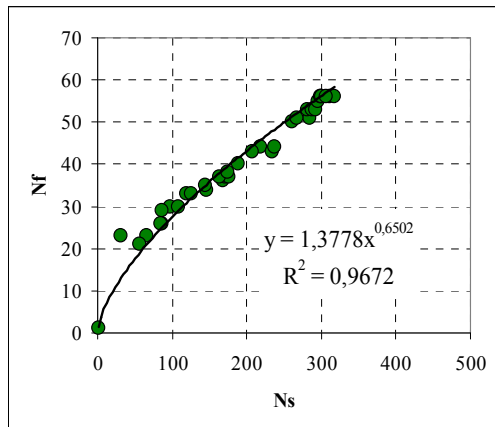


Рис. 3. Функциональные зависимости таксономических показателей (Ns – число видов, Ng – число родов, Nf – число семейств)

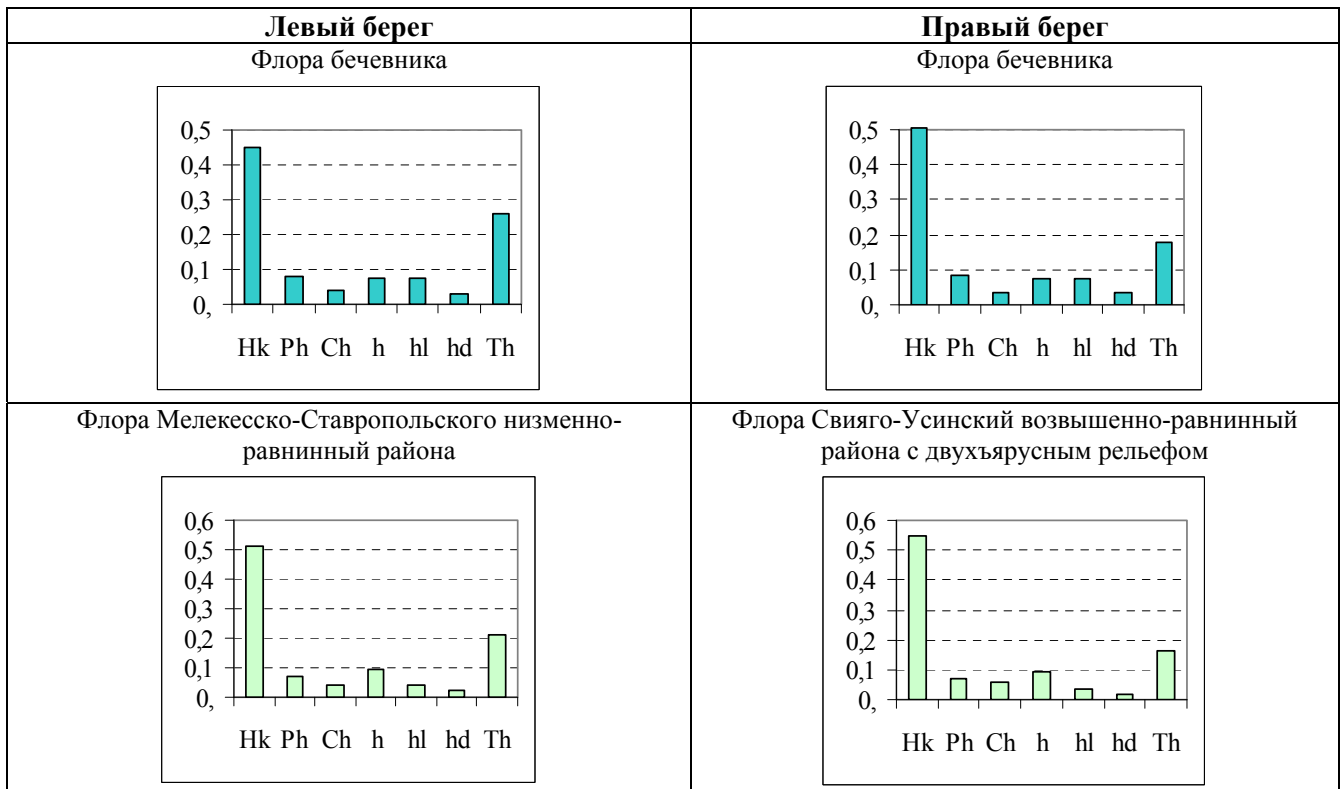


Рис. 4. Спектры жизненных форм сосудистых растений (Hk – гемикриптофиты; Ph – фанерофиты; Ch – хамефиты; ксерофиты: h – геофиты, hl – гелофиты, hd – гидрофиты; Th – терофиты)

Как было отмечено выше, флору прибрежной зоны реки можно рассматривать как территорию, на которой наблюдаются экстремальные условия окружающей среды. В своей книге «География растений» Р.В. Камелин приводит правило Гросгейма: «Чем более экстремальные условия среды, тем более односторонне (за счет особо крупных семейств флоры) развитие флор» (Камелин, 2018; с.161). Это правило, сформулированное для флор большого ранга, в нашем случае не соблюдается. Флора прибрежной полосы в силу экологических причин является постоянно недосформированной. Рост числа видов, семейств и родов происходит равномерно, что увеличивает, например, индексы разнообразия семейств. Сформированные спектры индексов разнообразия семейств (Костина и др., 2015), представленные на рисунке 5, демонстрируют сходную форму.

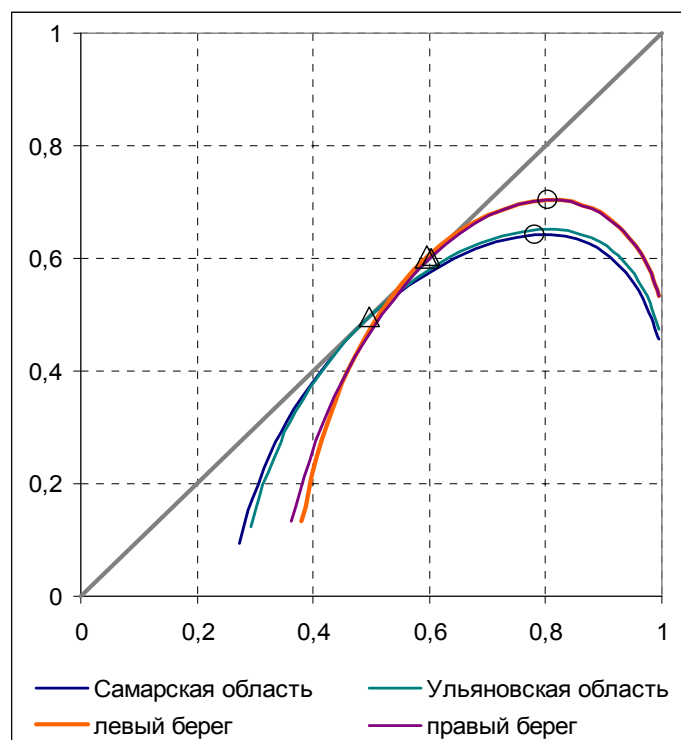


Рис. 5. Спектр индексов разнообразия семейств

Процесса увеличения видов преимущественно по ведущим семействам и родам не наблюдается. Помимо этого, доли количества видов, образующих десятку ведущих родов и семейств, мало отличаются от аналогичных величин близлежащих территорий. Это позволяет отнести флоры прибрежной полосы (в качестве парциальных флор) к соответствующим флорам ландшафтных районов.

Работа выполнена в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук согласно тематическому плану Института экологии Волжского бассейна РАН по темам с регистрационными номерами в ЕГИСУ НИОКТР АААА-А17-117112040039-7 и АААА-А17-117112040040-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристова М.А., Розенберг Г.С., Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Иванова А.В., Васюков В.М., Костина Н.В., Саксонов С.В.** База данных "Флористические описания локальных участков Самарской и Ульяновской областей" (FD SUR) Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018621983, 10.12.2018. Заявка № 2018621652 от 12.11.2018.
- Иванова А. В., Костина Н. В., Аристова М. А.** Родовой спектр в анализе флоры Самаро-Ульяновского Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 196–206. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-2-196-206>.

- Камелин Р.В.** География растений. Учебное пособие. СПб. Изд-во ВВМ, 2018. 306 с.
- Костина Н.В., Иванова А.В., Розенберг Г.С.** Методический подход к комплексному анализу семейственного спектра флоры // Карельский научный журнал. 2015. № 3 (12). С. 94-105.
- Обедиентова Г.В.** Из глубины веков: Геологическая история и природа Жигулей. Куйбышев: Кн. изд-во, 1988. 216 с.
- Природные условия Ульяновской области / под ред. А.П. Дедкова. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1978. 328 с.
- Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А.** О флоре литорали левого берега Куйбышевского водохранилища (Самарско-Ульяновское Заволжье // Природа Симбирского Поволжья. Сборник научных трудов. Выпуск 11. Ульяновск, 2010. С. 71-91.
- Саксонов С.В., Сенатор С.А., Костина Н.В.** Материалы к флоре Волжской поймы: бечевник (в границах Среднего Поволжья) // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16. № 1-1. С. 77-83.
- Физико-географическое районирование Среднего Поволжья** / Под ред. А.В. Ступишина. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1964. 173 с.
- Preston F.W.** The canonical distribution of commonness and rarity // Ecology. 1962. no.3. P. 410-432.
- Raunkiaer C.** Plant Life Forms. Oxford: Clarendon Press, 1937. 104 p.
- Tabacchi E.; Plantatabacchi A.M.; Decamps O.** Continuity and discontinuity of the riparian vegetation along a fluvial corridor // Landscape ecology. 1990. V. 5. No 1. pp. 9-20.

О ТИПОВОМ МЕСТОНАХОЖДЕНИИ ЖАБЫ *Bufo cursor* Daudin, 1803

А.Г. Бакиев

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)

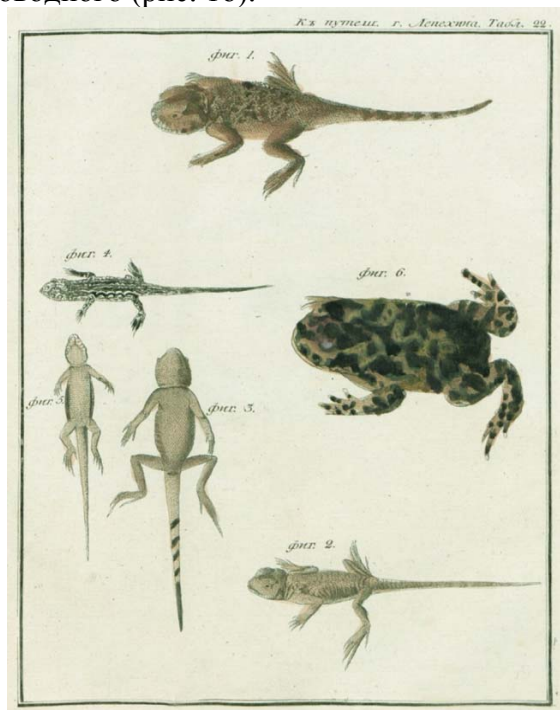
TYPICAL HABITAT OF A TOAD *Bufo cursor* Daudin, 1803

A.G. Bakiev

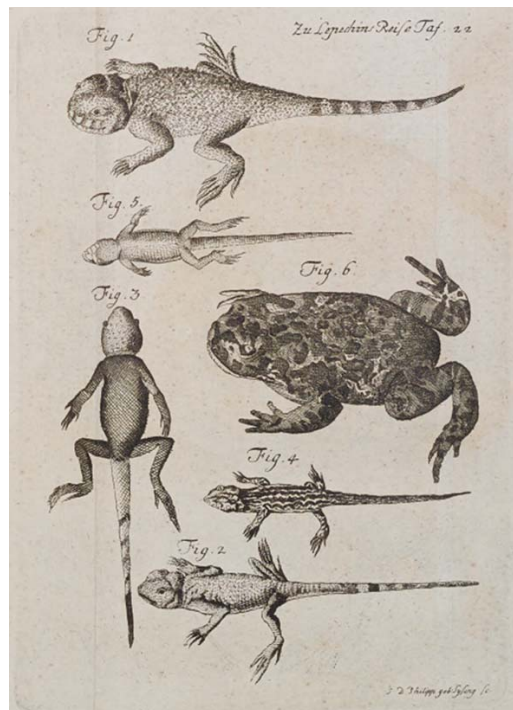
Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)

Иван Иванович Лепёхин в опубликованных дневниковых записях, которые датированы 9–18 (20–29) августа 1769 г., описал новый, по его мнению, для науки вид бесхвостых земноводных. «Теперь остается сказать объ одной лягвѣ, которая мнѣ отмѣнна кажется (с). [(с) *Rana palmis tetradactylis, plantis pentadactylis muticis, corpore surpa rufescente atque nigro veriegato*] Передняя у ней ноги о четырехъ пальцахъ, а задняя о пяти; спина нарочито гладка, но бока унизаны бородавками; цвѣтъ перепелюстный, составленный изъ рудо-желтыхъ и черныхъ пятенъ; съ изподи желтовата съ тремя черными пятнами между передними ногами; къ заднимъ ногамъ усажена круглыми мѣлкими бугорками» (Лепехин, 1771, с. 515, подстрочная ссылка заключена в квадратные скобки). И.И. Лепёхиным дана ссылка на иллюстрацию (рис. 1а): «Табл. 22. фиг. 6.» (с. 516).

Через три года первая часть «Дневных записок» И.И. Лепёхина, хронологически относящаяся к 1768 и 1769 гг. его путешествия по разным провинциям Российского государства, вышла в свет на немецком языке (Lepeschin, 1774). В немецкоязычное издание из русскоязычного перекочевала и несколько изменившаяся страница с изображением описанного земноводного (рис. 1б).



а



б

Рис. 1. Страницы с изображением жабы, описанной И.И. Лепёхиным:

а – Лепехин, 1771; б – Lepeschin, 1774

В обоих изданиях (Лепехин, 1771; Lepeschin, 1774) описанному виду не было присвоено видовое латинское название. Обозначена лишь его принадлежность к роду *Rana*.

Автором видового названия стал французский зоолог Франсуа-Мари Доден, присвоивший описанному Лепёхиным таксону название *Bufo cursor*, которое теперь признается младшим синонимом *Bufotes sitibundus* (Pallas, 1771). Основываясь на немецкоязычном издании книги Лепёхина, Доден сообщил, что жаба *Bufo cursor* обитает в степях Перемёт рядом с Яиком [ныне рекой Урал – А.Б.]: «Ce crapaud habite dans les steppes du Pérémiot près de l'Jaïk» (Daudin, [1803], p. 164).

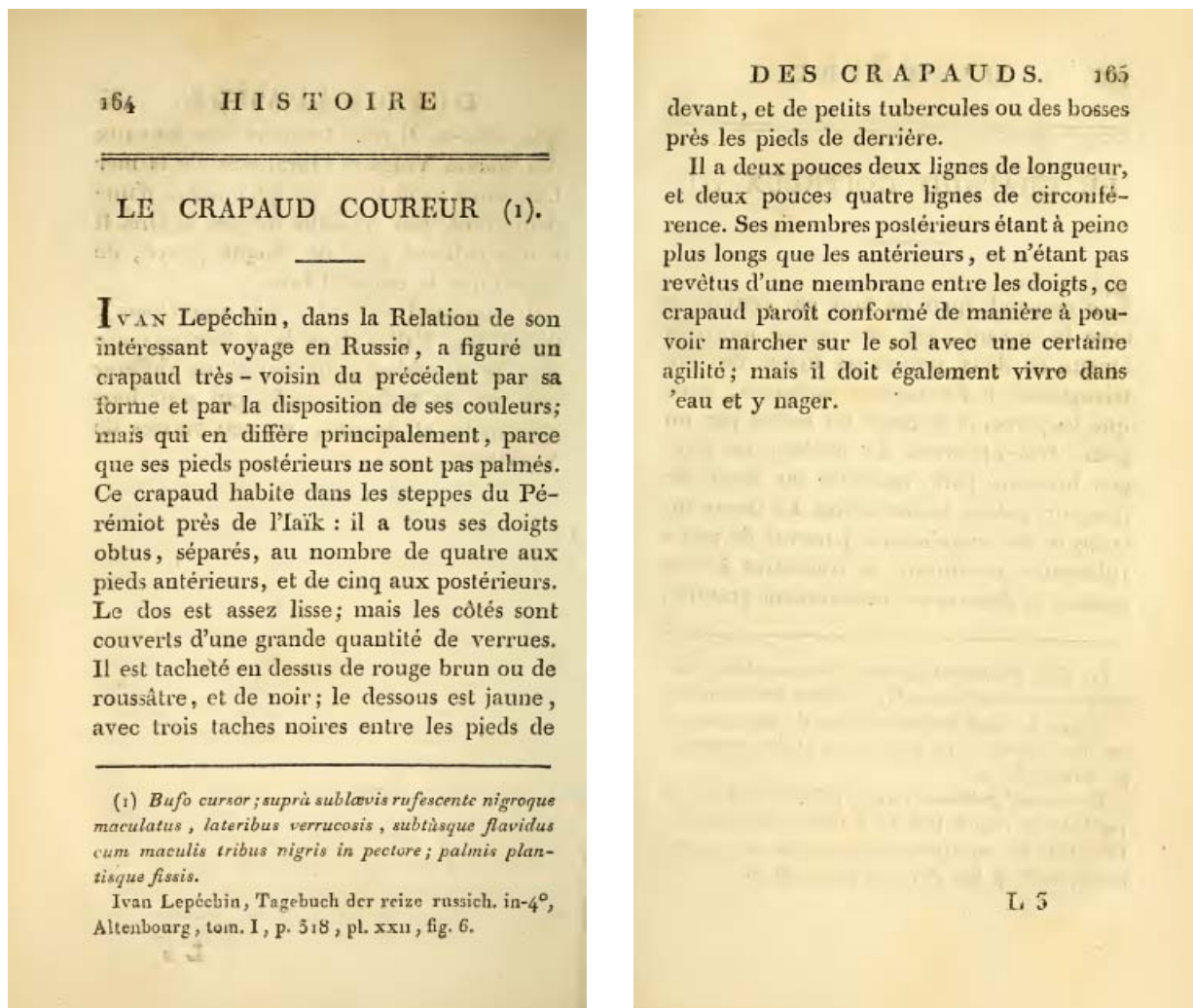


Рис. 2. Страницы (Daudin, [1803], p. 164, 165) с описанием *Bufo cursor*

Эти степи в качестве типовой территории вида *Bufo cursor* Daudin, 1803 стали трактоваться С.Л. Кузьминым (1999, с. 163) как окрестности пос. Перемётное (Байтерекский район Западно-Казахстанской области Республики Казахстан). М. Шток и соавторы (Stöck et al., 2001) высказали сомнение в верности такой трактовки, предположив, что типовое местообитание находится около Гурьева. Тем не менее, точка зрения о типовом местообитании в окрестностях Перемётного была поддержана в более поздних публикациях (Кузьмин, 2012; Дебело, Чибилёв, 2013; Боркин и др., 2014).

Однако маршрут отряда Лепёхина по Западному Казахстану не проходил через Перемётное. Если обратиться к первоисточнику, то И.И. Лепёхин (1771, с. 515) описал вид из «Яицкой степи» – по дороге вдоль северного берега Каспийского моря из Красного Яра (ныне – Россия, Астраханская область, Красноярский район, с. Красный Яр) в Гурьев городок (Казахстан, Атырауская область, г. Атырау). При этом на Астраханскую область пришлась незначительная часть пути, остальная – на Атыраускую область. «Переѣхавъ пески, осталася намъ другая половина степи, Переміотъ называемая, которая весьма ровна, однако безводна» (Лепехин, 1771, с. 495). Таким образом, степь Перемёт относится к Атырауской области Ка-

захстана. «На переміотѣ въ великом изобилии бѣгали съ отмѣнною скоростію ящерицы» (с. 514). Из Перемѣта Лепѣхиным описаны три «рода» ящериц, которым он также не присвоил латинские названия. Это – такырная круглоголовка, круглоголовка-вертихвостка и разноцветная ящурка (Бакиев, 2003), т.е. *Phrynocephalus helioscopus* (Pallas, 1771), *Phrynocephalus guttatus* (Gmelin, 1789) и *Eremias arguta* (Pallas, 1773), представленные в Прикаспийской низменности подвидами *P. h. helioscopus* (Pallas, 1771), *P. g. guttatus* (Gmelin, 1789) и *E. a. deserti* (Gmelin, 1789) соответственно.

Вернемся к типовой территории жабы *Bufo cursor*. У И.И. Лепѣхина (1771) нет четких указаний, что «лягва» описана именно из степи Перемѣт, являющейся у него частью Яицкой степи. Можно лишь утверждать, что типовое местонахождение таксона находится на юге Волжско-Уральского междуречья, но никак не в Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- Бакиев А.Г.** И.И. Лепехин о пресмыкающихся в «Дневных записках путешествия» // Исследования в области биологии и методики ее преподавания: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 3(1). Самара: Изд-во СГПУ, 2003. С. 185-196.
- Боркин Л.Я., Ганнибал Б.К., Голубев А.В.** Дорогами Петра Симона Палласа (по западу Казахстана). СПб.: Уральск: «Евразийский союз учёных», 2014. 312 с.
- Дебело П.В., Чибилѣв А.А.** Амфибии и рептилии Урало-Каспийского региона / Сер.: Природное разнообразие Урало-Каспийского региона. Т. III. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 400 с.
- Кузьмин С.Л.** Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во науч. изд. КМК, 1999. 298 с.
- Кузьмин С.Л.** Земноводные бывшего СССР. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. 370 с.
- Лепехин И.И.** Дневныя записки путешествія доктора и Академіи Наукъ адъюнкта Ивана Лепехина по разнымъ провинціямъ Россійскаго государства, 1768 и 1769 году. [Ч. 1]. СПб.: при Императорской Академіи Наукъ, 1771. [8]+538 с.
- Daudin F.M.** Histoire naturelle, générale et particulière, des reptiles Vol. 8. Paris: F. Dufart, [1803]. 439 p.
- Lepeschin I.** Herrn Iwan Lepeschin der Arztneykunst Doktor und der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg Adjunktus Tagebuch der Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches in den Jahren 1768 und 1769. Erster Theil. Altenburg: in der Richterischen Buchhandlung, 1774. [6]+332 S.
- Stöck M., Günter R., Böhme W.** Progress towards a taxonomic revision of the Asian *Bufo viridis* group: Current status of a nominal taxa and unsolved problems (Amphibia: Anura: Bufonidae) // Zoologische Abhandlungen. Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden. 2001. Bd. 51, Nr. 18. S. 253-319.

**О ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
И СОСТОЯНИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. ТОЛЬЯТТИ****Ю.В. Беляева***ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти (Россия)***ON THE RELATIONSHIP OF QUALITY OF URBAN WATER RESOURCES
AND THE STATE OF GREEN PLANTS IN TOGLIATTI****Julia Belyaeva***Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в городе Тольятти, здесь продолжают свое развитие промышленные предприятия и заводы. Продолжает возрастать антропогенная нагрузка на окружающую среду. В городе присутствуют несовершенства в системе водоснабжения и водоотведения. Промышленная база оказывает серьезное воздействие на природную среду: воздушный бассейн, поверхностные водные объекты, растительность. По данным итоговых материалов о социально-экономическом развитии города за 2017 год, Тольятти входит в десятку самых крупных промышленных центров в России за счет действующих предприятий энергетики, химии, строительных материалов и машиностроения, а также растущего потока автомобильного транспорта. Увеличение в последние годы количества единиц автотранспорта несомненно создает экологические проблемы в зонах их хранения, ремонта, а также утилизации отходов нефтепродуктов и металлолома (Беляева, 2019). Главными загрязняющими веществами, выбрасываемыми промышленными предприятиями в воздух, остаются оксид углерода, диоксид азота, взвешенные вещества, органические вещества, различные соединения металлов. Отмечается, что загрязнение поверхностных вод рек предприятиями города происходит под влиянием несоответствующим требованиям объемов и концентраций сбрасываемых ливневых и промышленных вод. И как результат – воды рек в зонах сброса сточных вод подвергаются серьезным загрязнениям соединениями веществ азотной группы, нефтепродуктами, металлами. Выбросы вредных веществ в атмосферу и водные объекты от всех источников загрязнения оказывают угнетающее влияние на городские зеленые насаждения.

В 2019 году пробы волжской воды отобрали для анализа на острую и хроническую токсичность. По запаху, цветности и прозрачности волжская вода полностью соответствовала своим сезонным показателям. Пробы воды отбирались в прибрежных зонах всех районов города. Контрольная проба природной воды отобрана и в средней части Приплотинного плеса, где проходит основной транзитный перенос от вышерасположенных пунктов Ульяновской области и Республики Татарстан. Температура воды в поверхностном слое, замеренная при отборе проб, варьировалась от 19,7 до 21,7 градусов Цельсия. Содержание растворенного кислорода на всех участках было выше установленного для летнего периода норматива ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения и находилось в диапазоне от 7,6 до 12,3 мг/л. Стоит обратить внимание на необходимость более детального анализа и на физико-химические показатели не только волжской воды и водохранилищ, но и водотоки, водоемы, сточные воды и снежный покров.

Несомненно, живые организмы реагируют на химические, экологические и физические изменения в окружающей среде (Кавеленова, 2006). Такое свойство живых организмов называют биоиндикацией. Она проявляется в особенностях роста и развития живых организмов (Козловская, 2017). В виде биоиндикаторов часто выступают растения, потому что они не могут уйти от стрессового воздействия, и вынуждены адаптироваться к нему с помощью различных перестроек: физиолого-биохимических, анатомо-морфологических. В связи с этим они считаются надежными индикаторами загрязнений природной среды различными токсическими веществами. Фиксация и оценка изменений в организме биоиндикатора дают

достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние городской среды.

На парковых и промышленных объектах озеленения нашего города наблюдается снижение жизненного состояния древесных растений. Наши исследования, направленные на выяснение причин и механизмов, вызывающих ухудшение жизненного состояния древесных растений в городских насаждениях. По результатам математического анализа, выявлены взаимосвязи между жизненным состоянием древесных растений и количеством автовыбросов ($r=0,851$). Это обусловило сходный характер картины корреляции всех исследованных морфофизиологических параметров с автовыбросами. Факторный анализ показал, что выбросы автотранспорта оказывают негативное влияние на жизнедеятельность растений. В зависимости от морфофизиологического признака доля влияния варьируется от 37 до 70%. В случае с промышленностью доля влияния варьируется от 28 до 60% (Беляева, 2019). Наиболее высокие показатели корреляции наблюдаются в промышленной зоне и на внутригородских территориях. С возрастанием количества автовыбросов наблюдается снижение жизненного состояния растений. Данные, полученные после корреляционного анализа, подтверждают наши предположения о высокой степени негативного влияния автовыбросов на живые организмы города.

Выбросы техногенных веществ в природную среду неизбежно передаются подземным водам и изменяют их качество. Загрязнение подземных вод неразрывно связано с загрязнением всей природной среды (атмосферы, почвы, поверхностных вод). Загрязненные атмосфера, почва и поверхностные воды рассматривают как вторичные источники загрязнения подземных вод, понимая под первичными, конечно, техногенные объекты. Выделяют три основные группы антропогенных факторов, определяющих качество воды поверхностных водных объектов: 1) фоновое загрязнение, поступающее от организованных и диффузных источников, расположенных выше по течению; 2) организованные выпуски различных категорий сточных вод в пределах рассматриваемой территории; 3) диффузное загрязнение с площади водосбора рассматриваемого водного объекта, поступающее с ливневыми и талыми водами, дренажными водами мелиорированных территорий, переносимыми с боковой приточностью. Другую категорию источников загрязнения поверхностных водных объектов составляют расположенные в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос свалки, склады, объекты рекреации.

Ценность водных объектов для города связана с повышением качества компонентов природной среды, а также с возникновением новых рекреационных территорий. Исследователи рассматривают в качестве главного объекта городских водных ресурсов весь водный фонд города, включающий такие водные объекты, как водоемы, водотоки, снеговой покров и сточные воды (Бойкова, 2008; Волшаник, 2008). Мероприятия по сохранению, развитию и размещению зеленых насаждений должны быть направлены на формирование единой системы зеленых насаждений и так называемого «экологического каркаса территории города». Максимальное сохранение и восстановление зеленых насаждений всех видов пользования, сохранение памятников природы, проведение работ по регенерации зеленых насаждений, реабилитация существующих и создание новых крупных городских парков, увеличение уровня озеленения части города новых застроек, озеленение санитарно-защитных зон предприятий, зон охраны линий электропередач, защитных полос вдоль железнодорожных путей и транспортных магистралей, усиление средозащитной роли зеленых насаждений в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов, формирование на вновь осваиваемых и реконструируемых территориях жилой и общественной застройки участков зеленых насаждений общего пользования, планировочно взаимосвязанных с массивами городских лесов и лесными массивами пригородной зоны (Саксонов, 2013).

Особое внимание, конечно, нужно уделить по мероприятиям напрямую связанным с городскими водными ресурсами. Это внедрение на промышленных предприятиях, осуществляющих сброс сточных вод в водные объекты, замкнутой системы повторного водоснабжения, современных технологий по очистке сточных вод. Необходима организация постоянно-

го экологического мониторинга в зоне Куйбышевского водохранилища, а также устранение и предупреждение возможности загрязнения подземных источников водоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляева Ю.В., Саксонов С.С.** Влияние автотранспорта на древесные растения города (на примере г. Тольятти, Самарская область)// Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 1. С. 97-99.
- Бойкова И.Г.** Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городе / И.Г. Бойкова, В.В. Волшаник, Н.Б. Карпова, В.Г. Печников, Е.И Пупырев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 256с.
- Волшаник В.В.** Классификация городских водных объектов / В.В. Волшаник, А.А. Суздалева. – М.: АСВ, 2008. – 112 с.
- Кавеленова Л.М., Лицинская С.Н., Смирнов Ю.В., Винокуров А.В., Удиванкина О.В.** Некоторые аспекты использования городских растений в биомониторинге урбосреды // Бюл. Бот. сада СГУ. 2006. № 5. С. 118-120.
- Козловская О.В., Беляева Ю.В.** Раритетный компонент как индикатор антропогенной трансформации флоры // Самар. науч. вестн. 2017. Т. 6, № 1 (18). С. 37-41.
- Саксонов С.В., Костина Н.В., Сенатор С.А.** Зависимость видового разнообразия урбанофлор от ряда факторов // Вестн. Удм. ун-та. 2013. № 2. С. 23.

**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОЛИНЫ РЕКИ СОК
В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)****Д.О. Варганян, Н.С. Ильина***Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)***ON THE CHARACTERISTIC OF VEGETABLE COVER OF THE LOW OF THE SOK
RIVER IN THE LOWER DURATION (SAMARA REGION)****Dariko Vartanyan, Nina Ilyina***Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)*

Материковая суша Земли изрезана густой сетью больших и малых рек. Их долины в прошлом были исконными местами обитания человека, они и ныне играют немаловажную роль в природопользовании. Вода – важнейший ресурс, без нее невозможно развитие промышленности, сельскохозяйственного комплекса, обустройство быта.

Самарское Высокое Заволжье имеет высокую плотность гидрографической сети. Здесь реки – важный элемент ландшафта. Волга и ее притоки I порядка (в том числе р. Сок) являются классическими равнинными реками с хорошо разработанными долинами, дренируют довольно прочные коренные породы, имеют сформированный растительный покров. Подобные водные артерии обладают высокой способностью к самоочищению, однако их участки, подверженные интенсивной антропогенной нагрузке, быстро и отчетливо реагируют на нее изменением типичного облика растительности, снижением биоразнообразия и продуктивности растительных сообществ.

Детальное изучение пространственной структуры и динамических тенденций речных долин, расположенных в Самарской области и сопредельных регионах, было предпринято сотрудниками кафедры ботаники Куйбышевского пединститута, результаты его обобщены в ряде публикаций проф. В.Е. Тимофеевым, проф. В.И. Матвеевым, доц. Е.Г. Бирюковой, доц. Н.С. Ильиной, проф. А.А. Устиновой. На следующем этапе исследований речной бассейн был охарактеризован как геосистема, в которой долина реки функционирует вместе с водоразделами как единое целое.

В последние десятилетия мониторинг и оценка состояния растительного покрова рек Самарской области продолжается (Соловьева, 2001, 2003, 2006, 2008, 2009; Ильина, Грязнова, 2005; Саксонов и др., 2007; Ильина и др., 2011, 2012; Ильина, 2012, 2014 а-б; Ильина, Буромских, 2012; Ильина, Ильина, 2012; Ильина, Спиридонова, 2013; Соловьева и др., 2015).

В качестве объекта изучения нами был избран отрезок долины реки Сок в нижнем течении от с. Красный Яр до устья. Его общая протяженность составила 33 км. Низовья Сока испытывают сильное влияние хозяйственной деятельности. Здесь можно обнаружить различные виды антропогенного воздействия на природную среду и проследить процессы трансформации растительного покрова в условиях антропогенного давления на природу.

Флора поймы нижней части реки Сок достаточно богата по видовому составу, она представлена 212 видами высших растений, относящихся к 46 семействам и 142 родам (Ильина, Митрошенкова, 2018). Наиболее богатыми по числу родов и видов оказались 11 семейств: Сложноцветные, Бобовые, Злаковые, Губоцветные, Розоцветные, Норичниковые, Лютиковые, Осоковые, Зонтичные, Ивовые и Крестоцветные, которые содержат от 41 до 7 представителей. В целом к их числу относится 142 вида, что составляет 67,0 % всей зарегистрированной флоры.

Составленные спектры позволили установить доминирование травянистых многолетников и субдоминирование 1-2-летних растений. Доля последних высока, что является свидетельством деградации флоры под воздействием хозяйственной эксплуатации. Среди экологических групп ведущее место принадлежит мезофитам (50% флоры); влаголюбивые и водные растения составляют около 10 % всего видового состава.

Растительный покров включает лесо-луговые, луговые, степные и водные фитоценозы. Нами были зарегистрированы 8 типов структурных элементов растительного покрова.

Структурный элемент №1. «Пионерная древесно-кустарниковая растительность грив и повышенных площадок формирующейся поймы» представлен кустарниковыми ивняками.

Структурный элемент №2. «Пионерная травянистая растительность междугривий и котловин формирующейся поймы» представлен несложившимися травянистыми сообществами.

Структурный элемент №3. «Ветлово-осоковые и другие леса в сопровождении луговой (с лесным прошлым) растительности грив и повышенных площадок приречной зоны типичной поймы» по сведениям В.Е. Тимофеева насчитывает 11 ассоциаций (6 лесных и 5 луговых). Нами в пределах данного структурного элемента выявлено лишь 2 ассоциации.

Структурный элемент №5 «Дубрава в сопровождении кустарниковой, луговой и степной (с лесным прошлым) растительности грив и повышенных площадок средней и приматериковой зон типичной поймы» отличается большим разнообразием. В его состав входят 15 ассоциаций (6 лесных, 2 кустарниковых, 4 луговых и 3 степных). Нами описана одна ассоциация.

Структурный элемент №6 «Злаково-разнотравно-осоковые луга и степи в сопровождении дубово-вязовых и других лесов междугривий и котловин средней и приматериковой зон типичной поймы» включает 9 ассоциаций (5 луговых и 4 древесно-кустарниковых). На исследуемом участке нами описана ассоциация.

Структурный элемент №7 «Кустарниковая и луговая растительность побережий озер стариц приречной зоны типичной поймы» по его данным включает 13 ассоциаций, 5 из которых формируют гигрофитные кустарники. Нами описаны 2 из них.

Структурный элемент №8 «Воздушно-водная и водная растительность котловин озер стариц средней и приматериковой зон типичной поймы». Пояс надводной растительности в составе данного структурного элемента представлен формациями рогоза узколистного и широколистного, камыша озерного, частухи подорожниковой, сусака зонтичного, стрелолиста обыкновенного. Основа сообществ водной растительности образована роголистником темно-зеленым, рдестом блестящим, рдестом плавающим, кубышкой желтой. Они сопровождаются плавающими по поверхности воды ряской малой, многокоренником обыкновенным, в толще воды обильна ряска трехдольная. Следует отметить, что в русле реки сообщества водных растений развиты слабее, что объясняется рядом факторов (быстрое течение, обрывистые берега), препятствующим их формированию.

Их фитоценотический состав не отличается разнообразием, он включает 12 ассоциаций наземной, 6 формаций прибрежно-водной и 4 формации водной растительности. По сравнению с 60-70 годами XX столетия наблюдается унификация растительного покрова изучаемого отрезка долины.

Деградация наземных и водных фитоценозов, массовая синантропизация флоры, широкое распространение рудеральных группировок приводят к утрате защитных функций растительного покрова и изменению экологической обстановки в регионе в целом. Для оптимизации состояния природной среды необходимо строгое регламентирование всех форм хозяйственного использования территории, строгое соблюдение норм природоохранного законодательства в плане защиты вод и растительности.

ЛИТЕРАТУРА

Ильина В.Н. Экологическая пластичность видов флоры урочища «Верховья реки Бинарадки» // Репродуктивная биология, география и экология растений и сообществ Среднего Поволжья: Материалы Всеросс. Конф. (27-29 ноября 2012 г.). Ульяновск: УлГПУ, 2012. С. 107-109.

Ильина В.Н. К изучению луговой растительности в бассейне Средней Волги // Карельский научный журнал. 2014 а. № 3 (8). С. 115-118.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность флоры Екатериновского залива Саратовского водохранилища в низовьях реки Безенчук // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014 б. Т. 23. № 3. С. 182-189.

Ильина В.Н., Буромских Р.Г. Экологическая толерантность видов флоры геосистемы реки Бинарадки (Волжский бассейн) // Всероссийская молодежная конференция "Инновации и технологии Прикаспия". Всероссийская научно-практическая конференция "Исследования молодых ученых - вклад в инновационное развитие России". Астрахань, 2012. С. 298-301.

Ильина В.Н., Грязнова М.А. Характеристика растительного покрова долины р. Усы в среднем течении // Исследования в области естественных наук и образования. Межвуз. сб. научно-исслед. работ преподавателей и студентов. Самара, Изд-во СГПУ, 2005. 152-155.

Ильина В.Н., Ильина Н.С., Митрошенкова А.Е. Природный комплекс «Верховья реки Бинарадки»: современное состояние и охраны // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». 2011. Вып. 12. С. 35-41.

Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е. Особенности флоры и растительности долины реки Сок в нижнем течении в условиях антропогенной трансформации // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. Материалы V Международной конференции. 11-14 апреля 2018 г., Самара - СГЭУ – Тольятти – ИЭВБ РАН, 2018. С. 105-112.

Ильина В.Н., Саксонов С.В., Ильина Н.С., Соловьева В.В., Митрошенкова А.Е., Савенко О.В., Сенатор С.А., Раков Н.С., Иванова А.В., Бирюкова Е.Г., Матвеев В.И. О судьбе реки Бинарадки, Старобинарадских прудов и памятника природы «Старобинарадские заросли белокрыльника болотного» // Самарская Лука. 2012. № 1. Т. 22. С. 159-175.

Ильина В.Н., Спиридонова А.К. Современное экологическое состояние реки Падовка // Экологический сборник 4: Труды молодых ученых Поволжья. Всероссийская научная конференция с международным участием / Под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, «Кассандра», 2013. С. 46-51.

Ильина Н.С., Ильина В.Н. Ботанико-географическая характеристика реки Чагра в среднем течении (Самарское Сыртовое Заволжье) // Малые реки: экологическое состояние и перспективы развития: Материалы докладов II Всероссийской конференции с международным участием (Чебоксары, 7-8 декабря 2012 г.). Чебоксары: "Перфектум", 2012. С. 86-90.

Саксонов С.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С., Савенко О.В., Силаева Т.Б., Соловьева В.В. Флора верховьев реки Бинарадка в Самарской области (Низменное Заволжье, Мелекесско-Ставропольский флористический район) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2007. № 2. С. 99-124.

Соловьева В.В. Прибрежно-водная флора памятника природы «Иргизская пойма» // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Материалы Международ. научн. конф. Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2001. С. 171-172.

Соловьева В.В. Гидрботаническая характеристика малых водохранилищ Самарской области // Краеведческие записки: Выпуск XI. Самара, 2003. С. 194-201.

Соловьева В.В. Гидрофильная флора Поляковского водохранилища Самарской области // Гидрботаника-2005: Материалы VI Всерос. конф. по водным макрофитам. Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2006. С. 349-352.

Соловьева В.В. Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоемов Среднего Поволжья. Автореф. д.б.н., Тольятти, 2008. 43 с.

Соловьева В.В. Адвентивная флора естественных и искусственных водоемов Самарской области // Изв. СамНЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1(4). С. 611-616.

Соловьёва В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Семенов А.А., Лапов И.В., Медведев Д.В., Шакуров А.И. Гидрботанические исследования Среднего Поволжья (XXI век). Тольятти: Кассандра, 2015. 237 с.

СПИСОК СОСУДИСТЫХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Васюков

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)

CHECKLIST OF VASCULAR AQUATIC PLANTS OF PENZA REGION

V.M. Vasjukov

Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal

Research Center RAS, Tolyatti (Russia)

Сведения по сосудистым водным растениям Пензенской области приведены в общефлористических работах по региону (Солянов, 2001; Васюков, 2004; Силаева, 2006). Ниже даны новые уточняющие данные по гидрофитам Пензенской области.

В приведенном перечне семейства, роды и виды расположены в порядке латинского алфавита. В список вошли только таксоны, относящиеся к истинно-водным и земноводным растениям, согласно списку рекомендуемых для использования общих понятий гидробиологии (Папченков и др., 2007). Прибрежно-водные растения, обитающие на водопокрытом грунте (*Butomus*, *Hippuris*, *Sparganium*, *Typha* и др.) в списке отсутствуют, даже если они способны образовывать длительно существующую, но при этом стерильную водную форму.

Распространение таксонов приведено по ботанико-географическому районированию области, основанному на особенностях флоры бассейнов рек (Васюков, 2004):

Вороно-Хоперский район (ВХ) занимает бассейн верхнего течения р. Хопер и ее притока – р. Вороны.

Выше-Мокшанский район (ВМ) включает бассейн верхнего течения р. Мокши и ее притоков – р. Вад и Выша.

Кададо-Узинский район (КУ) занимает левобережную часть бассейна р. Суры, от ее истока до водораздела между бассейнами р. Пензы и р. Узы.

Присурский район (ПС) включает левобережную часть бассейна р. Суры, от водораздела между бассейнами р. Пензы и р. Узы до границы с Республикой Мордовия.

Засурский район (ЗС) занимает правобережье р. Суры.

Принятые сокращения участков государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь»: 1 – «Борок» (Камешкирский р-н, окр. с. Ст. Шаткино), 2 – «Верховья Суры» (Кузнецкий р-н, окр. с. Часы), 3 – «Кунчеровская лесостепь» (Камешкирский р-н, окр. с. Красное Поле), 4 – «Островцовская лесостепь» (Колышлейский р-н, окр. с. Островцы), 5 – «Попереченская степь» (Пензенский р-н, окр. с. Поперечное).

Гербарные сборы изучались в фондах Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE), Института экологии Волжского бассейна РАН (PVB), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (MW), Пензенского государственного университета (PKM) и Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь».

Семейство Callitrichaceae – Красовласковые

Callitrichaceae согласно системе APG IV (2016) входит в состав Plantaginaceae.

1. *Callitriche cophocarpa* Sendtn. ex Hegelm. – **Красовласка короткоплодная**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто. *Заповедник*: 1, 2, 4.
2. *C. hermaphroditica* L. – **К. обоеполая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, нередко.
3. *C. palustris* L. – **К. болотная**. Видимо, во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко. *Заповедник*: 2.

Семейство Ceratophyllaceae – Роголистниковые

4. *Ceratophyllum demersum* L. – **Роголистник погруженный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1, 2, 4.
5. *C. submersum* L. – **Р. полупогруженный**. Довольно редко. ВХ; КУ: север.

Семейство Elatinaceae – Повойничковые

6. *Elatine alsinastrum* L. – **Повойник мокричный**. Редко. ВХ: юг; КУ: север; ПС (MW, РКМ).
7. *E. hydropiper* L. – **П. согнутосемянный**. Распространение недостаточно изучено, редко.

Семейство Haloragaceae – Сланягодниковые

8. *Myriophyllum spicatum* L. – **Уруть колосистая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко.
9. *M. verticillatum* L. – **М. мутовчатая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко.

Семейство Hydrocharitaceae – Водокрасовые

Hydrocharitaceae согласно системе APG IV (2016) включает Najadaceae.

10. *Elodea canadensis* Michx. – **Элодея канадская**. Во всех бот.-геогр. р-нах, нередко, местами в массе; ксенофит – агриофит. *Заповедник*: 1, 2, 4.
11. *Hydrocharis morsus-ranae* L. – **Водокрас лягушачий**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто. *Заповедник*: 1, 2.
12. *Stratiotes aloides* L. – **Телорез алоэвидный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко, местами в массе.

Семейство Lemnaceae – Рясковые

Lemnaceae согласно системе APG IV (2016) входит в состав Araceae.

13. *Lemna gibba* L. – **Ряска горбатая**. Довольно редко (MW, РКМ). ВМ: р. Кевда; ВХ; ПС. *Заповедник*: 4.
14. *L. minor* L. – **Р. малая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1–5.
15. *L. minuta* Kunth – **Р. мелкая**. Довольно редко. ВХ: юг, р. Хопер; вероятно, и в др. р-нах; ксенофит – агриофит.
16. *L. turionifera* Landolt – **Р. турионо-образующая**. Вид указан для Пензенской обл. (Щербаков, Папченков, 2014).
17. *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. – **Многокоренник обыкновенный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1–4.
18. *Staurogeton trisulcus* (L.) Schur [*Lemna trisulca* L.] – **Трехдольница трехбороздчатая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1–4.

Семейство Lentibulariaceae – Пузырчатковые

19. *Utricularia australis* R. Br. – **Пузырчатка южная**. Редко. ЗС: Никольский р-н, окр. с. Ильмино (2003 – РКМ).
20. *U. intermedia* Науне – **П. средняя**. Редко, распространение недостаточно изучено. *Заповедник*: 2.
21. *U. minor* L. – **П. малая**. Довольно редко. ВХ: Сердобский р-н; ЗС: Бессоновский, Кузнецкий р-ны; КУ: север; ПС: Лунинский р-н (РКМ). *Заповедник*: 2, 3.
22. *U. vulgaris* L. – **П. обыкновенная**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко. *Заповедник*: 1, 2, 4.

Семейство Najadaceae – Наядовые

Najadaceae согласно системе APG IV (2016) входит в состав Hydrocharitaceae.

23. *Caulinia minor* (All.) Coss. et Germ. [*Najas minor* All.] – **Каулиния малая**. Редко. ВМ: Земетчинский р-н, окр. с. Выша (2012 – MW), Нижнеломовский р-н, Усть-Каремша (2011 – MW), Мокшанский р-н, окр. с. Успенское (2010 – MW); ЗС: окр. г. Пенза (РКМ).
24. *Najas major* All. – **Наяда большая**. Редко. ВХ: Сердобский р-н; ЗС: Пензенский р-н; КУ: Кузнецкий р-н (РКМ).

Семейство Nymphaeaceae – Кувшинковые

25. *Nymphaea candida* J. et C. Presl [*N. alba* auct. non L.] – **Кувшинка чисто-белая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, нередко, местами реже.
26. *Nuphar lutea* (L.) Sm. – **Кубышка желтая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто. *Заповедник*: 1, 2

Семейство Polygonaceae – Спорышевые (Гречиховые)

27. *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre [*Polygonum amphibium* L.] – **Горец земноводный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто. *Заповедник*: 1–3.

Семейство Pontederiaceae – Понтедериевые

- *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms – **Эйхорния толстоножковая**, водяной гиацинт. Редко (напр., Мокшанский маслозавод, частные коллекции) культивируется, иногда размножается в массе (не зимует в открытом грунте).

Семейство Potamogetonaceae – Рдестовые

Potamogetonaceae согласно системе APG IV (2016) включает Zannichelliaceae.

28. *Potamogeton acutifolium* Link – **Рдест остролистый**. Редко. ВМ: Земетчинский р-н, окр. с. Сядемка (Гришуткин, Варгот, 2016); Мокшанский р-н, окр. с. Черноземье (Агеева и др., 2012); ВХ: р. Хопер.
29. *P. alpinus* Balb. – **Р. альпийский**. Редко. ВХ: Бековский р-н, окр. ж.-д. ст. Вертуновская (2010 – MW); ЗС: заповедный участок «Верховья Суры» (2016 – MW). *Заповедник*: 2.
30. *P. berchtoldii* Fieber – **Р. Берхтольда**. Во всех бот.-геогр. р-нах, нередко, местами довольно часто. *Заповедник*: 1, 2, 4.
31. *P. compressus* L. – **Р. сплюснутый**. Во всех бот.-геогр. р-нах, нередко, местами часто.
32. *P. crispus* L. – **Р. курчавый**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1, 2, 4.
33. *P. friesii* Rupr. – **Р. Фриза**. Редко. ВХ: юг; ЗС: юг (РКМ).
34. *P. gramineus* L. s. l. – **Р. злаковый**. Довольно редко. ВМ: Земетчинский р-н, окр. с. Сядемка (Гришуткин, Варгот, 2016); Мокшанский р-н; ВХ: юг; ЗС; КУ: север. *Заповедник*: 2.
35. *P. lucens* L. – **Р. блестящий**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто.
36. *P. natans* L. – **Р. плавающий**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно часто. *Заповедник*: 1–3.
37. *P. nodosus* Poir. – **Р. узловатый**. Редко. ВХ; ЗС: Никольский р-н, окр. ст. Сура (Истомина, Силаева, 2013); вероятно, и в др. р-нах.
38. *P. obtusifolius* Mert. et W.D.J. Koch – **Р. туполистный**. Довольно редко. ВМ: Земетчинский р-н, окр. с. Сядемка (Гришуткин, Варгот, 2016); КУ: север; ПС.
39. *P. perfoliatus* L. – **Р. пронзеннолистный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто.
40. *P. praelongus* Wulfen – **Р. длиннейший**. Редко. ВХ: юг; ЗС: юг.
41. *P. pusillus* L. s. str. – **Р. маленький**. Видимо, во всех бот.-геогр. р-нах, редко.
42. *P. trichoides* Cham. et Schltld. – **Р. волосовидный**. Во всех бот.-геогр. р-нах, довольно редко. *Заповедник*: 2, 3.
- Примечание. Иногда, преим. в нарушенных водоемах, встречаются межвидовые гибриды *Potamogeton*, напр.:
– *P. × fluitans* Roth = *P. lucens* × *P. natans* (Папченков и др., 2014);
– *P. perfoliatus* × *P. lucens* (2019 – MW).
43. *Stuckenia pectinata* (L.) Börner [*Potamogeton pectinatus* L.] – **Штукения гребенчатая**. Во всех бот.-геогр. р-нах, часто. *Заповедник*: 1, 4.

Семейство Ranunculaceae – Лютиковые

44. *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach [*Ranunculus circinatus* Sibth.] – **Шелковник жестколистный**. Редко. ПС; ЗС: окр. г. Пенза (РКМ).
45. *B. kauffmannii* (Clerc) V.I. Krecz. [*Ranunculus kauffmannii* Clerc] – **Л. Кауфмана**. Редко. ЗС: Никольский р-н, реки Аришка и Маис (2008 – MW, РКМ, GMU; Истомина, Силаева, 2013). Вид включен в Красную книгу Пензенской области (2013).
46. *B. trichophyllum* (Chaix) F.W. Schultz [*Ranunculus trichophyllum* Chaix] – **Л. волосолистный**. Редко. ВХ: реки Малая Тамала и Хопер (MW); ПС: реки Вязовка и Шукша (РКМ). *Заповедник*: 4.

Семейство Salviniaceae – Сальвиниевые

47. *Salvinia natans* (L.) All. – **Сальвиния плавающая**. Редко, иногда в массе. ЗС: Бессоновский, Пензенский р-ны; ВХ: Бековский, Сердобский р-ны; ПС: Лунинский р-н. Заводы и пойменные озера рек Сура и Хопер. Вид включен в Красную книгу Пензенской области (2013).

Семейство Trapaeeae – Рогольниковые

Trapaeeae согласно системе APG IV (2016) входит в состав Lythraceae.

48. *Trapa natans* L. s. l. – **Рогольник (Водяной орех) плавающий**. Редко. ЗС, ПС – в первой половине XX века было известно 26 местообитаний в Бессоновском, Городищенском, Лунинском, Пензенском р-нах (MW, РКМ; Спрыгин, 1986; Солянов, 2001); в настоящее время вид известен в г. Пенза (РКМ) и реинтродуцирован в оз. Чапчор в окр. с. Большой Вьяс. Старичные озера и речные заводы р. Суры. Вид ранее найден в озерах по р. Вад в Спасском уезде (1888 – MW). Вид включен в Красную книгу Пензенской области (2013).
Примечание. Из реки Сура описан *Trapa spryginii* V.N. Vassil. В Гербарии им. И.И. Спрыгина (РКМ) из Пензенской обл. хранятся сборы *T. natans* L. s. str. (emend. Tzvelev) и *T. rossica* V. Vassil.

Семейство Urticaceae – Крапивовые

49. *Urtica kioviensis* Rogow. – **Крапива киевская**. Редко, местами в массе, по рекам Ворона и Хопер. ВХ: вост. окр. с. Поим, Кольшлейский р-н, окр. сел Березовка и Жмакино (MW, РКМ). *Заповедник*: 4.

Семейство Zannichelliaceae – Занникеллиевые

Zannichelliaceae согласно системе APG IV (2016) входит в состав Potamogetonaceae.

50. *Zannichellia repens* Voenn. [*Z. palustris* auct. non L.] – **Занникеллия ползучая**. Редко. ВМ: Башмаковский р-н, окр. с. Соседка (РКМ); ВХ: с. Поим (Васюков, 2004), южн. окр. г. Сердобск (2011 – MW).

ЛИТЕРАТУРА

- Агеева А.М., Варгот Е.В., Ханугин А.А., Силаева Т.Б., Соколов А.С., Артаев О.Н., Гришуткин О.Г., Лада Г.А. Флористические находки в бассейне реки Мокша // Вестн. Тамбов. гос. ун-та. Естеств. и технич. науки. 2012. Т. 17, вып. 4. С. 1176–1180.
- Васюков В.М. Растения Пензенской области (конспект флоры). Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2004. 184 с.
- Гришуткин О.Г., Варгот Е.В. Редкие виды сосудистых растений на выработанных болотах лесостепи Средней России // Ботанический журнал. 2016. Т. 101, № 2. С. 166–189.
- Истомина Е.Ю., Силаева Т.Б. Конспект флоры бассейна реки Инзы. Ульяновск: Ульян. гос. пед. ун-т им. И.Н. Ульянова, 2013. 160 с.
- Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2 изд. / науч. ред. А.И. Иванов. Пенза: Пензенская правда, 2013. 300 с.
- Папченков В.Г., Щербаков А.В., Лапиров А.Г. VI Всероссийская школа-конференция по водным макрофитам. Бюл. МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112, вып. 2. С. 84–85.

- Папченков В.Г., Щербаков А.В., Хлызова Н.Ю.** Potamogetonaceae // П.Ф. Маевский Флора средней полосы Европейской части России. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. С. 447–453.
- Силаева Т.Б.** Флора бассейна реки Суры (современное состояние, антропогенная трансформация и проблемы охраны): Дис. ... д-ра биол. наук. Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2006. 907 с.
- Солянов А.А.** Растительный покров и геоботаническое районирование Пензенской области: Дис. ... канд. биол. наук. Пенза: Пенз. гос. пед. ин-т, 1966. 367 с.
- Спрыгин И.И.** Материалы к изучению водяного ореха *Trapa natans* // Научное наследство. Т. 11: Спрыгин И.И. Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. М.: Наука, 1986. С. 291–494.
- Щербаков А.В., Папченков В.Г.** Lemnaceae // П.Ф. Маевский Флора средней полосы Европейской части России. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. С. 441–442.
- Angiosperm Phylogeny Group.** «An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV» // Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. Vol. 181, № 1. P. 1–20. doi:10.1111/boj.12385

НОВАЯ НАХОДКА РАЗНОЦВЕТНОЙ ЯЩУРКИ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ**Р.А. Горелов***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***A NEW FIND OF STEPPE RUNNER IN BUZULUKSK PINE FOREST****R.A. Gorelov***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Северная граница ареала разноцветной ящурки *Eremias arguta* (Pallas, 1773) проходит через Бузулукский бор (Банников и др., 1977). П.А. Положенцев (1935) опубликовал первые сведения о разноцветной ящурке в бору: «Этот интересный для Бузулукского бора вид мог быть собран в каком угодно количестве экземпляров в августе–сентябре 1930 г., но почему-то очень редко встречался в предыдущие годы. Так, в 1928 г. было собрано лишь два экземпляра ящурки в Боровом опытном лесничестве: один 17 августа в квартале 37, другой – 27 сентября в квартале 102» (с. 89). «Как нами подмечено, в бору эта ящерица имеет норки свои на открытых и голых местах и даже вблизи дорог. Поэтому следует подчеркнуть, что отсутствие последней под пологом собственно древостоя является характерной особенностью ее в Бузулукском бору» (с. 90). В коллекции ЗИН РАН хранится экземпляр *E. arguta* (№ 12573 – «Колтубанская ст. Волжского края. 25.VIII.1930. П. Положенцев») из окрестностей нынешней ст. Колтубанка Южно-Уральской жд. В ряде работ упоминался факт обитания разноцветной ящурки в Бузулукском бору без указания локалитетов и дат встреч (Райский, 1951; Даркшевич, 1953 и др.). Позже Н.Н. Щербак (1993) привел указание на новую находку вида: «п. Колтубановский, Бузулукский бор (Котенко, набл. 1986 г.) (кол. ЗИН)» (с. 13). А.Г. Бакиев и соавторы (2016) описали встречу разноцветных ящурок 7 августа 2016 г. в квартале № 2 Державинского лесничества Национального парка «Бузулукский бор», на Муштайских дюнах, в правобережье ручья Карачаев Муштай (N53°05'09,34"; E52°16'49,33"): наблюдали одну взрослую особь и поймали трех сеголетков.

В связи с редкостью вида на территории Бузулукского бора представляет интерес встреча разноцветной ящурки 5 сентября 2019 г. на площадке 2БМ около нефтяной скважины, в квартале № 7 Державинского лесничества Национального парка «Бузулукский бор» (Бузулукский район Оренбургской области). Здесь (N53°04'46,90"; E52°14'48,00"), на опушке соснового леса, на песчаном склоне южной экспозиции с нарушенным почвенно-растительным покровом, мы наблюдали одну взрослую особь *E. arguta* с рисунком спины, характерном для западного подвида *E. a. deserti* (Gmelin, 1789) (рис. 1).



Рис. 1. Разноцветная ящурка в Бузулукском бору (5 сентября 2019 г.)

Бузулукский бор располагается в границах двух областей – Самарской (Борский район) и Оренбургской (Бузулукский район). Разноцветная ящурка включена в Красную книгу Самарской области (2019) и Красную книгу Оренбургской области (2019). Наша находка подтверждает современное обитание разноцветной ящурки в северо-восточной части Бузулукского бора, которая входит в Оренбургскую область (рис. 2).

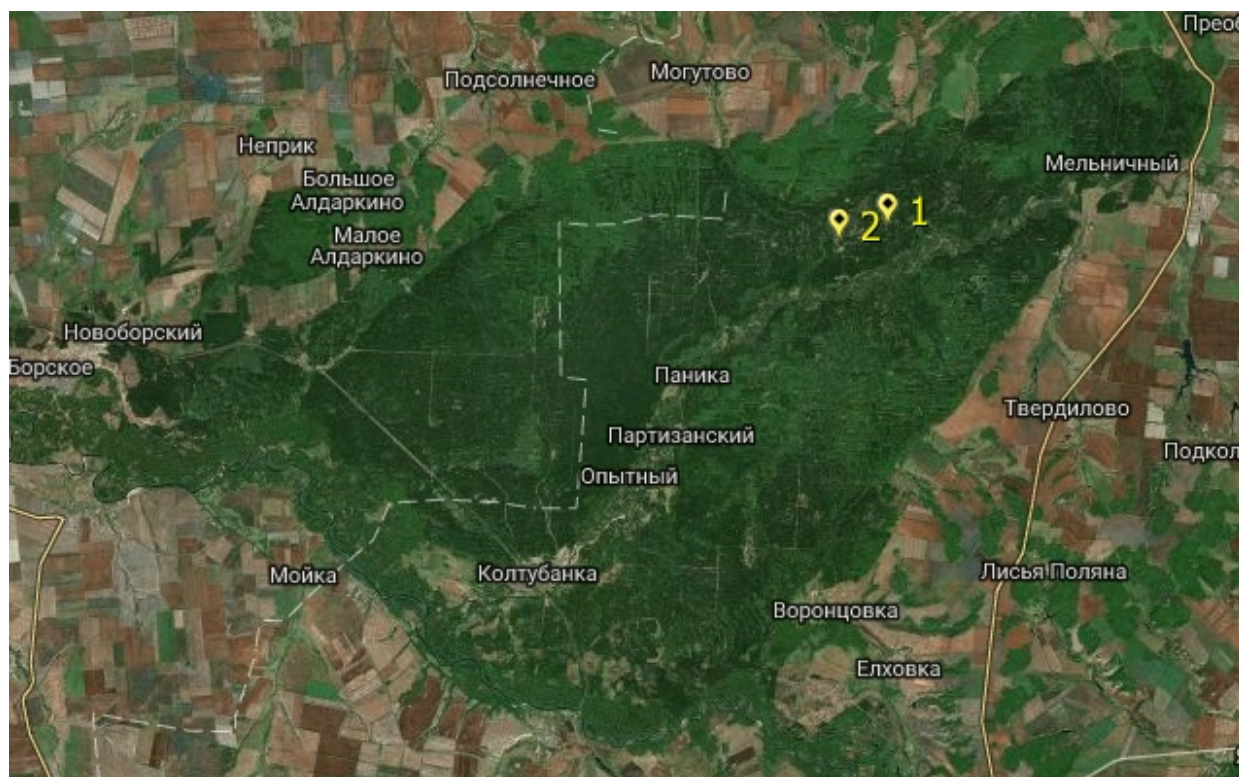


Рис. 2. Места находок разноцветной ящурки на территории Бузулукского бора: 1 – в 2016 г. (Бакиев и др., 2016), 2 – в 2019 г. (наши данные)

Таким образом, судя по находкам последних десятилетий, северная граница вида в Заволжье с запада на восток в настоящее время проходит через южные окраины г. Тольятти (Ставропольский район Самарской области) (Бакиев, Иванова, 2011; Епланова, Горелов, 2014), Красносамарское лесничество (Кинельский район Самарской области) (Бакиев и др., 1996; Горелов, Бакиев, 2009), северо-восточную часть Бузулукского бора (Бузулукский район Оренбургской области), низовья рек Ток (Бузулукский район Оренбургской области) и Малый Уран (Сорочинский район Оренбургской области) (Чибилёв, 1995; Дебело, Чибилёв, 2013).

ЛИТЕРАТУРА

- Бакиев А.Г., Баринов В.Г., Песков А.Н., Горелова Л.С., Кренделев В.В., Маленев А.Л.** Составление видового списка пресмыкающихся Бузулукского бора и Красносамарского леса // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 2. Тольятти, 1996. С. 73-76.
- Бакиев А.Г., Вельмовский П.В., Горелов Р.А., Калмыкова О.Г., Храмова М.А.** Разноцветная ящурка в Бузулукском бору // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 3. С. 152-154.
- Бакиев А.Г., Иванова М.А.** Земноводные и пресмыкающиеся Самарской области в коллекции Тольяттинского краеведческого музея // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 7. Тольятти, 2004. С. 23-24.
- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н.** Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 414 с.
- Горелов Р.А., Бакиев А.Г.** Фауна ящериц лесных массивов Среднего Поволжья в степной зоне // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18, № 1. С. 57-58.

- Даркшевич Я.* Бузулукский бор: (Научно-популярная монография). Чкалов: Чкаловское кн. изд-во, 1953. 88 с.
- Дебело П.В., Чибилёв А.А.* Амфибии и рептилии Урало-Каспийского региона / Сер.: Природное разнообразие Урало-Каспийского региона. Т. III. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 400 с.
- Епланова Г.В., Горелов Р.А.* Ящерицы в Красной книге Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. Т. 23, № 4. С. 96-104.
- Красная книга Оренбургской области:* Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Воронеж: ООО «МИР», 2019. 488 с.
- Красная книга Самарской области.* Т. 2. Редкие виды животных. Самара: Изд-во Самарской государственной областной академии Наяновой, 2019. 354 с.
- Положенцев П.А.* К фауне млекопитающих и гадов Бузулукского бора // Материалы по изучению природы Среднего Поволжья. Вып. 1. М.; Куйбышев: Куйбышевское краевое изд-во, 1935. С. 77-96.
- Райский А.П.* Животный мир Чкаловской области // Очерки физической географии Чкаловской области. Чкалов, 1951. С. 157-202.
- Чибилёв А.А.* Земноводные и пресмыкающиеся Оренбургской области и их охрана: Материалы для Красной книги Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 1995. 46 с.
- Щербак Н.Н.* Ареал // Разноцветная ящурка. Киев: Наукова думка, 1993. С. 9-21.

**ПРИЁМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В
ЛАНДШАФТНО-АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ
ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Ю.А. Гулянов

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург (Россия)

METHODS OF RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN LANDSCAPE-ADAPTIVE TECHNOLOGIES OF THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG PRE-URALS

Yu. A. Gulyanov

Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Institute of Steppe of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Продовольственная безопасность населения преобладающего большинства стран чаще всего ассоциируется с обеспеченностью зерном. В условиях современных природных и антропогенных изменений окружающей среды актуальное значение приобретает стабилизация валовых сборов и производство зерна высокого качества, в том числе и как перспективного экспортного продукта.

Особую важность реализация указанных задач приобретает в постцелинных регионах степной зоны РФ. Здесь оптимизация структуры землепользования будет неизбежно сопровождаться сокращением сельскохозяйственных площадей и необходимостью существенного повышения их продуктивности. В качестве основных направлений наиболее перспективной считается интенсификация земледелия на высокоплодородных почвах по пути совершенствования приёмов, направленных на эффективную реализацию биоресурсного потенциала культурных агроценозов. Необходимым условием их экологической целесообразности признаётся забота о главном природном и генетическом ресурсе планеты - биологическом разнообразии.

Основная цель исследований заключалась в проведении анализа современного состояния зернового производства, оценке перспектив его стабилизации и наращивания валовых сборов зерна, а также научном обосновании основных приёмов интенсификации земледелия в степной зоне Оренбургского Предуралья.

В качестве объекта исследований выступали открытые статистические данные по валовым сборам зерна основных хлебных культур – озимой и яровой пшеницы, их урожайности (ЕМИСС), а также результаты собственных полевых экспериментов по поиску и научному обоснованию приёмов рационального использования водных ресурсов в ландшафтно-адаптивных технологиях степной зоны Оренбургского Предуралья.

Полевые эксперименты проводили в 2017-2019 гг. в зоне сухих степей Оренбургского Предуралья, на чернозёмах южных среднемошных карбонатных тяжелосуглинистых, содержащих около 4% гумуса в пахотном слое почвы. Для территории исследований характерна годовая сумма эффективных температур на уровне 2600 - 2650 °С. За год в среднем выпадает 360-370 мм осадков, из которых около 130 мм приходится на тёплый период года. Почва промерзает до глубины 100–120 см, средняя мощность снежного покрова составляет около 28 см. Оренбургскому Предуралью присуща продолжительная, морозная и не всегда снежная зима, короткая дружная весна с быстрым переходом в жаркое засушливое лето и продолжительная тёплая и сухая осень. В целом зона исследований выделяется недостаточным и неустойчивым атмосферным увлажнением, с характерными для летнего периода непродолжительными дождями ливневого характера. Повышенная ветровая активность увеличивает испарение влаги и делает водный режим территории ещё более напряжённым, дополнительно усиливая и дефляционную опасность. В отличие от влагообеспеченности, температурный

режим указанной территории и приход солнечной радиации практически не лимитируют формирование урожая традиционных полевых культур.

Метеорологические условия периода исследований характеризовались повышенной температурой воздуха в весенне-летне-осенние месяцы и острым дефицитом влаги, особенно в осенний период. Исследования проводили с озимой мягкой пшеницей Поволжская 86. Для наблюдения за особенностями роста, развития и формирования урожая в условиях различной влагообеспеченности в посевах озимой пшеницы были заложены стационарные площадки размером 5м на 40м на различном удалении от полевых насаждений (табл.3), перпендикулярно к ним, в четырёхкратной повторности. Учеты и наблюдения проводили общепринятыми методами в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова (Доспехов, 1985). Площадь ассимиляционной поверхности растений определяли общепринятым весовым методом с использованием электронных весов с точностью измерения 0,01 г. Растительные образцы для оценки фитометрических параметров посевов отбирали в четырёхкратной повторности с площадок 0,25 м². Фенологические наблюдения, подсчет густоты стояния растений, определение структурных показателей посевов и другие сопутствующие наблюдения проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. В качестве интегрального показателя сбалансированности и оптимального сочетания факторов внешней среды в посевах озимой пшеницы принимали урожайность зерна. Корреляционный и регрессионный анализ опытных данных проводили в Microsoft Office Excel.

Как известно, Оренбургская область является признанным поставщиком продовольственного зерна на российский рынок и входит в десятку регионов - лидеров по валовым урожаям. В то же время, валовые сборы зерна в указанном регионе по годам не отличаются стабильностью и характеризуются широким размахом вариации.

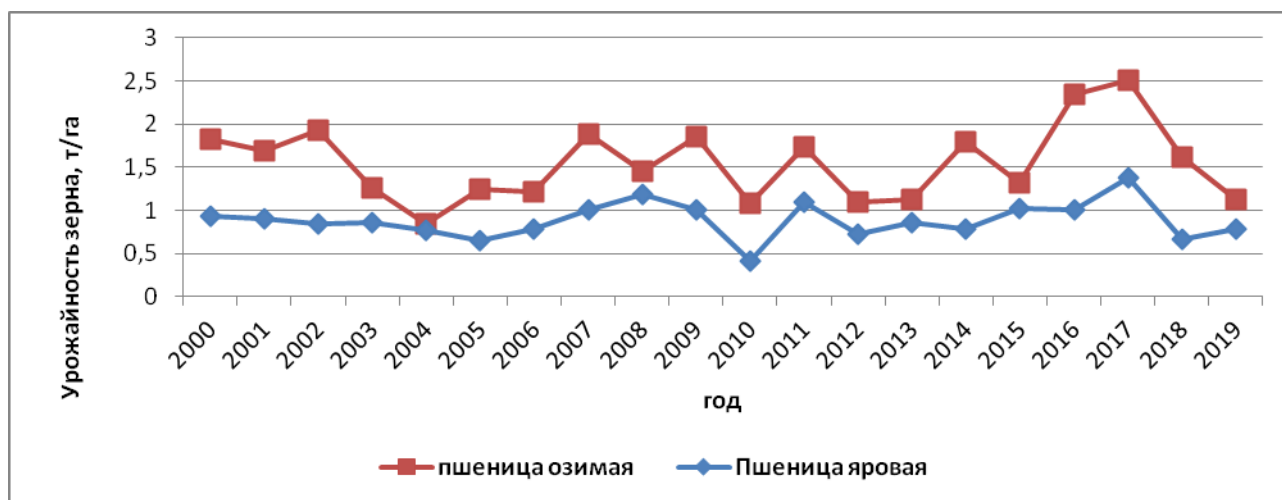


Рис.1. Сравнительная урожайность яровой и озимой пшеницы в агроценозах Оренбургской области (2000-2019 гг.)

Урожайность зерна также остаётся не высокой, лишь в отдельные годы превышающая уровень в 1,0-1,5 т/га, особенно по яровой пшенице (рис.1). Продуктивность озимой пшеницы ежегодно выше, чем яровой, и чаще находится в диапазоне 1,5-2,0 т/га.

В своих предшествующих публикациях мы уже отмечали (Гулянов, 2005, 2006, 2007; Гулянов, Николаев, 2007), что в Оренбургском Предуралье целесообразно увеличение площадей под озимой пшеницей, имеющей более высокую продуктивность и придающей стабильность зерновому производству. На наш взгляд, основным фактором, сдерживающим расширение её площадей уже сейчас, остаётся не достаточно глубокая проработка влагосберегающих приёмов её возделывания в зональных ландшафтно-адаптивных технологиях, а также их не широкое распространение в степном землепользовании.

Анализ статистических данных за период 2010-2019 г.г показал, что валовые сборы зерна озимой пшеницы определяются не только площадью её посева, детерминирующей всего 26,1% их вариации. Наиболее существенно, среднемноголетние сборы зерна зависят от урожайности озимой пшеницы, детерминирующей 68,8% их вариации. Урожайность же зерна в свою очередь оказалась сильно связанной с количеством атмосферных осадков, определяющих её величину в 40% случаев (рис.2).

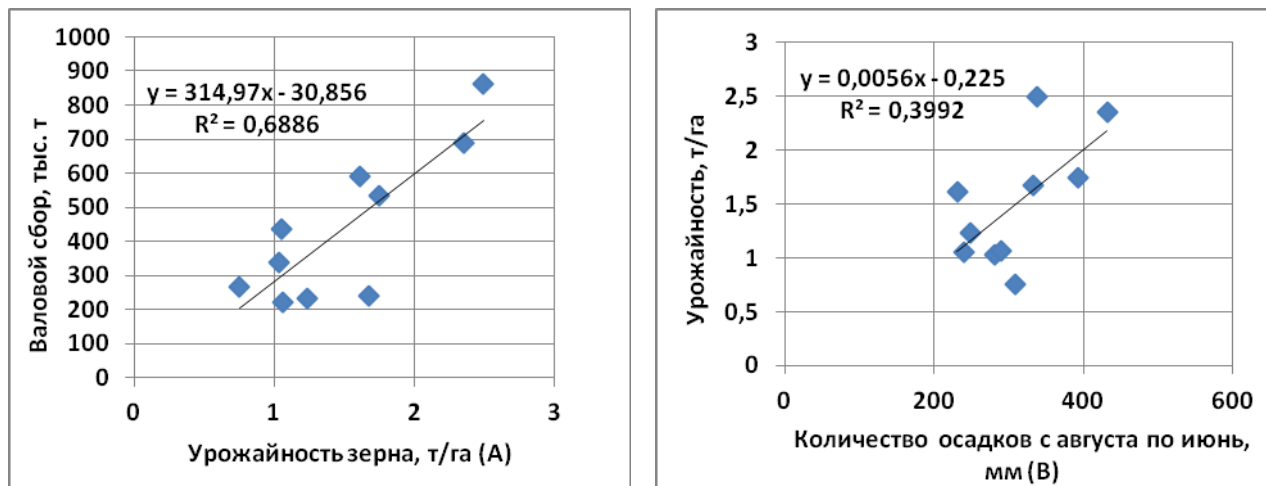


Рис. 2. Связь валовых сборов озимой пшеницы с урожайностью зерна (А) и её зависимость от количества атмосферных осадков (В), 2010-2019 г.г

В разные периоды вегетации озимая пшеница предъявляет неодинаковые требования к влаге и потребляет ее значительно больше, чем яровая. Это связано с тем, что она имеет более продолжительный период вегетации и формирует более высокий урожай сухой биомассы. В фазе прорастания зерна и появления всходов растения потребляют небольшое количество влаги. Тем не менее, для получения дружных и полноценных всходов, необходимо наличие в верхнем слое почвы (0-10см) не менее 10мм продуктивной влаги. Для полноценного осеннего кущения озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см должны составлять не менее 30 мм. Наибольшее количество влаги (до 70-75% общей потребности в воде за вегетацию) расходуется в период от весеннего возобновления до колошения. Критическим периодом по отношению к влаге у озимой пшеницы является период выход в трубку – колошение. При недостатке влаги в этот период приостанавливается рост растений, формирование площади листьев, что приводит к нарушению дифференциации генеративных органов, образованию большого количества бесплодных цветков, снижаются общее накопление сухого вещества и высота растений, что ведет к недобору урожая. Во время цветения и налива зерна недостаток влаги снижает озерённость колоса, крупность и наполненность зерна (Гулянов, 2007).

С целью выявления оптимальной длительности временных периодов по влиянию их увлажнения атмосферными осадками на урожайность зерна нами была проведена корреляция урожайности за 2000-2019 годы с количеством осадков за следующие периоды: с апреля по июнь текущего года, с августа предшествующего по июнь текущего года и с сентября предшествующего парованию по июнь текущего года (Атмосферные осадки) (табл.1). Установлено, что за двадцатилетний период наблюдений, при значительной степени рассеивания данных, с коэффициентом вариации 20%, наиболее сильно ($r = 0,547$) урожайность озимой пшеницы была связана с количеством атмосферных осадков в период с августа предшествующего по июнь текущего года.

Этот период полностью совпадает с вегетацией озимой пшеницы и включает посев, появление всходов, перезимовку, возобновление весенней вегетации и формирование урожая.

Таблица 1 – Корреляция урожайности озимой пшеницы с атмосферным увлажнением различных временных периодов, включающих вегетацию, средние данные за 2000 - 2019 гг.

Показатели	Средние значения	Максимальные значения	Минимальные значения	Коэффициент вариации, % (степень рассеивания данных)	Коэффициент корреляции (r) с урожайностью
Урожайность зерна, т/га	1,55	2,50 (2017г)	0,85 (2004г)	29 (значительная)	
Количество осадков за период с апреля по июнь текущего года, мм	94	195 (2000г)	23 (2010г)	44 (совокупность неоднородна)	0,182
Количество осадков за период с августа предшествующего по июнь текущего года, мм	319	424 (2007г)	227 (2018г)	20 (значительная)	0,547
Количество осадков за период с сентября предшествующего парованию по июнь текущего года, мм	671	817 (2008г)	487 (2019г)	13 (средняя)	0,391

С более длительным периодом, включающим ещё и год парования, урожайность оказалась менее связанной ($r = 0,391$), что явилось подтверждением уже высказывавшихся в научной литературе суждений о полном расточении традиционным чёрным паром в сухостепной зоне не только всех летних осадков, но и части зимних, предшествующего парованию года. Количество атмосферных осадков за период с апреля по июнь текущего года на урожайность зерна оказало самое слабое влияние ($r = 0,182$), что явилось убедительным свидетельством безапелляционной значимости рационального использования осадков «непродуктивного» периода вегетации – поздних осенних и зимних.

Как свидетельствует опыт территорий, практикующих полезащитное лесоразведение, полевые лесные полосы являются средством существенного улучшения водного режима растений с одновременным противозерозионным эффектом. Их участие в значительном повышении урожайности заключается в задержании снега и его более равномерном распределении по площади поля, существенном повышении запасов влаги в почве за счёт перевода поверхностного стока талой воды во внутрпочвенный, что ещё дополнительно защищает почву от водной эрозии (Ярцев, Байкаменов, 2014; Чекаев, Кузнецов, 2016). Кроме этого, оптимизация влажности и температурного режима почвы и воздуха в зоне действия лесополосы активизирует микробиологическую активность почвы, за счёт чего повышается «производительность» ассоциативных азотфиксаторов и фосфатмобилизирующих микроорганизмов. В результате улучшается азотное и фосфорное питание растений, продуцируются ростовые вещества (ауксины, гиббереллины и др.), антибиотики и сидерофоры, ограничивающие рост микрорганомов - фитопатогенов, Это способствует повышению всхожести семян, массы корней, увеличению их поглотительной активности, а в итоге – урожайности (Азизов, 2018). Исследователи указывают на повышение нитрификационной способности почвы вблизи лесополосы, особенно в благоприятно увлажнённые годы с пониженной температурой воздуха. Они отмечают сильную корреляционную связь (0,65-0,80) нитрификационной способности и содержания нитратов с увлажнением и температурой в поверхностном слое почвы, особенно в фазу выхода в трубку (Сайфуллина и др., 2017). В исследованиях, проведенных в условиях Ставропольского района Самарской области, установлено, что полезащитные лесные полосы позволяют увеличить влагообеспеченность территории в среднем в 1,2-2,7 раза. При этом урожайность озимой пшеницы, размещенной в районе полезащитных лесополос в среднем на 0,28-0,49 т/га, а ячменя на 0,14-0,37 т/га выше, чем на открытом участке (Троц, 2017).

Нашими исследованиями установлено, что полезащитные лесные полосы в условиях засушливых степей Оренбургского Предуралья повышают сбалансированность и оптимальное сочетание факторов внешней среды, что сопровождается существенным повышением урожайности озимой пшеницы (табл.2).

Таблица 2 – Динамика основных фитометрических и структурных параметров агроценоза озимой пшеницы при различной удалённости от полезащитных лесных насаждений, средние данные за 2017-2019 гг.

Удалённость от лесополосы, м	Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т зерна стандартной влажности	Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² .дней/га	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Количество продуктивных стеблей в уборку, штук
10-50	2,51	767	1262	18,2	414,6
70-120	2,39	819	1224	17,6	414,1
140-180	2,32	825	1138	16,4	406,0
200-240	2,25	834	1124	16,2	374,7
260-300	1,97	846	1062	15,3	300,9
320-360	1,47	853	1022	14,7	224,7
НСР 05	0,08				

Самые оптимальные сочетания фитометрических, структурных показателей посева и коэффициента водопотребления, выразившиеся в существенном повышении урожайности зерна, отмечены при удалённости от лесополосы на расстояние до 200-240м. На указанных участках поля сформировались агроценозы с фотосинтетическим потенциалом в пределах 1124-1262 тыс.м².дней/га, максимальной площадью листьев 16,2–18,2 тыс.м²/га, что при коэффициенте водопотребления 767-834м³/т зерна стандартной влажности обеспечило формирование урожайности зерна на уровне 2,25-2,51т/га при плотности продуктивного стеблестоя 374,7-414,6 штук/м². Положительный эффект от лесополосы ощущается и при удалении от неё до 320-360м, хотя приведённые выше показатели, определяющие урожайность зерна существенно снижаются, а коэффициент водопотребления растёт. Полученные результаты указывают на оптимальное расстояние между полезащитными лесными полосами в засушливой степной зоне Оренбургского Предуралья в 400-500м. Примечательно, что именно так организовано полезащитное лесоустройство в уникальной Кулундинской степи Алтайского края, где лесные полосы до сих пор обеспечивают колоссальный влагорегулирующий эффект.



Рис.3. Снегособирающее действие сорговых кулис на полях озимой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области (фото из архива проф. Каракулева В.В)

И всё же, что при всей очевидности огромного влагосберегающего эффекта, создание новых лесополос требует огромных временных и финансовых затрат, что не совсем прием-

лемо в период настоящего финансового кризиса. Сгладить период «ожидания» более благоприятных условий может выращивание кулис из высокостебельных растений (рис. 3).

Положительные результаты эффективного влияния сорговых кулис на снегозадержание и повышение урожайности озимой пшеницы в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья получены Каракулевым В.В (Каракулев, Филиппова, 2014). Он отмечал, что кулисы обеспечивают повышение урожайности до 2,5-3,0т/га, при урожайности безкулисных участков на уровне 1,5-1,6т/га.

Таким образом, в формировании устойчивых высокопродуктивных агроценозов озимой пшеницы в Оренбургском Предуралье первостепенное значение имеют приёмы, направленные на более полную реализацию ресурсного потенциала современных сортов на основе рационального использования водных ресурсов (Гулянов, 2007).

Полевые экспедиционные исследования 2017-2019 гг. позволили установить, что далеко не везде практикуются направленные на это агротехнические приёмы и в целом ландшафтно-адаптивные системы земледелия с контурно-ландшафтной обработкой почвы и противоэрозионной организацией территории. Наблюдаются примеры негативного развития агроэкосистем, выражающиеся в захламлении полесазщитных лесных насаждений и послеуборочное зарастании полей бурьянистой растительностью, чрезмерно иссушающей почву (рис.4).



Рис.4. Примеры негативного развития агроэкосистем в Оренбургском Предуралье: захламление полесазщитных лесных полос и зарастание полей бурьянистой растительностью

Не повсеместно внедрены научно-обоснованные севообороты, ежегодно прирастает площадь посева почвоутомляющих «коммерческих» культур и прежде всего подсолнечника, ограниченно внедрены влагонакопительные (кустарниковые и травянистые кулисы) и влагосберегающие (no-till, strip-till) технологий, элементы интеллектуальных «цифровых» технологий, комплексы машин, способные к проведению технологических приёмов с высоким качеством. Указанные мероприятия могут рассматриваться в качестве приёмов эффективно использования водных ресурсов в агротехнологиях не только Оренбургского Предуралья, но и других зерносеющих регионов степной зоны РФ.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», №ГР АААА-А17-117012610022-5.

ЛИТЕРАТУРА

Атмосферные осадки. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения 26.01.2020).
Азизов З.М. Урожайность озимой пшеницы в севообороте в зависимости от удалённости лесополосы по приёмам основной обработки почвы // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 42-48.

- Гулянов Ю.А.** Пути повышения зимостойкости и сохранности к уборке озимой пшеницы в степи Южного Урала // Земледелие. 2005. № 6. С. 24-25.
- Гулянов Ю.А.** Адаптация технологических приёмов возделывания озимой пшеницы в степных районах Южного Урала // Агробиологические особенности, технологии возделывания и параметры моделей высокопродуктивных агроценозов полевых культур в степных районах Южного Урала: сборник научных трудов. Оренбург: Издательство Оренбургского государственного аграрного университета, 2006. С.12-23.
- Гулянов Ю.А.** Влияние регуляторов роста растений на реализацию ресурсного потенциала агроценозов озимой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 3(66). С. 150-154.
- Гулянов Ю.А.** Совершенствование приёмов формирования высокопродуктивных агроценозов озимой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дисс...докт.с.-х. наук. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2007. 46с.
- Гулянов Ю.А., Николаев Н.А.** Качество зерна озимой пшеницы при оптимизации технологии возделывания // Зерновое хозяйство. 2007. № 1. С. 23-25.
- Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- ЕМИСС.** Государственная статистика. Валовой сбор сельскохозяйственных культур URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (дата обращения 16.01.2020).
- Каракулев В.В., Филиппова А.В.** Оптимизация агробиоценозов для стабильного производства зерна на чернозёмах южных Оренбургской области // Инновационные процессы в АПК. Москва: Изд-во РУДН, 2014. С.256-258
- Сайфуллина Л.Б., Курдюков Ю.Ф., Шубитидзе Г.В., Куликова В.А.** Влияние севооборотов на природно-ресурсный потенциал минерального азота почвы и формирование урожая озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. 2017. № 9. С. 41-46.
- Троц В.Б.** Значение полесозащитных лесных полос // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель: Издательство Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. С. 182-186.
- Чекаев Н.П., Кузнецов А.Ю.** Влагосберегающая роль стокорегулирующих лесных полос в структуре агроландшафтов // Известия высших учебных заведений. Приволжский регион. Естественные науки. 2016. № 4(16). С. 109-118.
- Ярцев Г.Ф., Байкасанов Р.К.** Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и воздействия лесополосы в условиях центральной зоны Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6(50). С.16-18.

**СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ (ДНР):
АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ МАЛОЙ РЕКИ ГРУЗСКАЯ
И ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЕ СОСТОЯНИЯ**

С.П. Жуков

ГУ «Донецкий ботанический сад», Донецк (ДНР)

**STATE OF THE GRUZSKAIA RIVER BASIN (DPR):
ANTHROPOGENIC ECOSYSTEMS TRANSFORMATION OF THE LITTLE RIVER
GRUZSKAIA AND POSSIBILITIES FOR OPTIMIZING ITS STATE**

S.P. Zhukov

Public Institution «Donetsk Botanical Garden», Donetsk (DPR)

Состояние малых рек можно считать одним из важнейших элементов, определяющих качество водных ресурсов для территорий, находящихся в степной зоне. Дренируя большую часть площади водосбора, именно они определяют водность, качество вод, гидрологический режим и другие показатели более крупных водотоков. В жизни населения роль малых рек огромна, поскольку на их долю приходится 95 % общей протяженности гидрографической сети. Малые реки – наиболее чувствительное звено гидрологической системы (Кислякова, 2011). Но их небольшие размеры и развитая зона непосредственного контакта с результатами деятельности человека сказываются на их уязвимости (Попченков, 2003; Рохмистров, 2004). Проблемы малых рек - одни из ключевых проблем в гидрологии, экологии, водном хозяйстве и других отраслях, связанных с использованием водных ресурсов, оптимизацией водообеспеченности территорий, а, следовательно, и улучшения условий проживания населения в бассейнах этих рек.

В природных условиях в регуляции состояния малых рек преобладают естественные процессы с равновесием между поступлением химических элементов в воду и их выведением из нее (Кислякова, 2011). Но сильное антропогенное влияние в нашем регионе зачастую подымает эту точку равновесия от приемлемых значений до кризисного уровня, что проявляется в повышенном уровне минерализации поверхностных вод региона. Например, в 2009 г. только сульфатов и хлоридов в местную гидрографическую сеть сброшено соответственно 606 и 290 тыс. т, а общие объемы сброса промышленных и шахтных сточных вод в регионе сопоставимы с речным стоком (Земля ..., 2010).

Изменение химического состава малых рек находится в зависимости от геологического строения поверхности, рельефа, состава почв и растительного покрова, с которыми водные потоки находятся в тесной связи. (Воронков, 1963; Перельман, 1982; Корж, 1991; Ложниченко и др., 2008). Поэтому предметом нашего изучения стало состояние экосистем и растительного покрова в бассейне одной из малых рек региона, реки Грузская, протекающей по территории Донецко-Макеевской городской агломерации, с целью нахождения возможностей улучшения обстановки и качества вод в этом важном элементе гидросети. Исследования проводились нами в 2017-2019 г.г. в ходе экспедиционных выездов с использованием общепринятых геоботанических методов исследования (Ипатов, 1979; Миркин и др., 1979 и 2001, Прогноз ..., 2012)

Формообразующая структура территории нашего исследования берет начало с водораздела на восточной границе г. Макеевка как река Игнатовая, пересекает Советский район г. Макеевка, пос. Ленина, Макеевское противопаводковое водохранилище в общем направлении с северо-востока на юго-запад. Два крупных притока подходят с севера через Кировский и Центрально-городской район. Еще один её крупный приток идёт с востока, от пос. Красная Звезда и соединяется с основным ниже водохранилища, в районе отвалов ш. им. Ленина, пролегая в широтном направлении. Далее русло реки Грузская продолжается к юго-западу между Октябрьским (Горняцким) и центральными районами г. Макеевка до поворота практически под прямым углом к юго-востоку в районе пос. Победа и пос. Красная Горка, идет

далее вдоль пос. Село Макеевка. Вода реки сюда доходит уже загрязненная вследствие воздействия стоков с пересекаемых промпредприятий, селитебных территорий (например, севернее пос. Осипенко в приток попадают канализационные стоки), отвалов шахт и других техногенных и антропогенных объектов. Далее идет относительно выровненный участок русла в направлении от северо-запад-запада на юго-восток (общее прохождение под углом 35 градусов к широтному направлению) до нового поворота между Грузско-Зорянским и Грузско-Ломовкой, на 49⁰ северной широты, где река Грузская поворачивает к югу и далее к юго-западу. Протяженность этого сектора среднего течения реки по прямой порядка 15 км. По правому берегу долина реки и отдельные небольшие притоки частично захватывают территорию г. Донецк. В дальнейшем река Грузская пересекает г. Моспино и впадает в р. Кальмиус в районе пос. Горбачево-Михайловка. Как относительно однородные по сложившимся экосистемам и использованию, но различающиеся между собой ландшафтные выделы в бассейне реки Грузская можно рассматривать указанные участки верхнего, среднего и нижнего течения. Таким образом, в бассейне реки Грузская оказывается значительная часть территории г. Макеевка, одного из важнейших городов республики с населением около 350 000 чел, некоторые поселки г. Донецка и юго-восточные пригородные города и поселки.

В верхнем течении основная часть территории представляет собой в основном урбанизированные и техногенные территории, то есть городские районы и поселки с инфраструктурой, действующие или заброшенные промплощадки, отстойники и отвалы отходов, в основном горнодобывающей промышленности. На основных притоках реки местами устроены водоемы, ставшие основой местных рекреационных зон. Хотя основная часть водоемов не пригодна для купания по качеству воды (Земля..., 2010). Зачастую береговые фации в ландшафте не выражены вследствие трансформации, например, правый берег Макеевского противопаводкового водохранилища частично представляет собой насыпь из отходов, перекрытую суглинком. Местами городская застройка прерывается сельхозугодьями и лесопосадками.

В среднем течении по правому берегу начинают преобладать земли сельскохозяйственного назначения, а по левому вначале доминируют селитебные территории, жилые и дачные поселки, затем Горняцкий район заканчивается и далее идут отдельные поселки, окруженные сельхозугодьями. Часть полей заброшена в разные сроки. Также в этой части реки выявлены разнообразные формы техногенного воздействия, связанные с деятельностью горнодобывающей промышленности, объектов инфраструктуры, заброшенных и нарушенных земель, сельскохозяйственных предприятий и других трансформирующих природную среду объектов. По левому берегу находятся городские водоочистные сооружения. Большая часть животноводческих комплексов разрушена. По всей долине реки располагаются породные отвалы угольных шахт на разных этапах сукцессионного развития, от действующих или закрытых в недавнем прошлом шахт до рекультивированных еще в советское время. Оставшиеся после шахт пустые промплощадки, часто с остатками сооружений, обломками конструкций и стройматериалов, остатками насаждений от озеленения территории предприятий формируют биоценозы с преобладанием синантропных видов, в том числе заносных. Шламоотстойники шахтных вод имеются и действующие, и уже не эксплуатируемые, но не рекультивированные. На аккумулятивном в них шламе формируются монодоминантные маловидовые сообщества с доминированием *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., зачастую в виде моновидовых группировок, вероятно, вследствие минерализации вод, препятствующей произрастанию других видов. Расположение на склоновых участках обеспечивает фильтрацию этих минерализованных вод через дамбу или в почвенные воды и попадание в реку. Действующие шламоотстойники той же шахты образуют каскады площадью до 40 га. Аналогичные объекты расположены по всей площади бассейна реки, так как являются частью производственной структуры шахт, давших начало большинству поселков. Довольно значительные площади занимают кладбища, имеются места складирования ТБО, как носящие организованный характер, так и стихийные, но все такие выявленные объекты надлежат

щим образом не оборудованы. То есть осадки из них по падению рельефа в конечном итоге тоже попадают в реку.

Крупные нерекультивированные породные отвалы кроме газопылевых выбросов формируют и солесодержащие стоки, которые попадают в реку Грузская и ее притоки (например, от шахты им. 60-летия УССР). С течением времени площадь засоленных при этом земель растет, что видно и на спутниковых снимках разных лет. Иногда это поверхностные потоки, но бывают и подземные, обнаруженные по локальным выходам на поле на склоне ниже одного из отвалов. При обычном содержании серы 2 % в породе, итоговое количество образующихся солей может достигать 50 000 т на средний отвал. Отвалы с выполненным озеленением в ходе их рекультивации вследствие непромывного режима почв в нашей зоне, образования таких соленых водотоков не показали.

Специфической для среднего течения формой техногенного нарушения являются так называемые «копанки», в данном случае это несанкционированные разработки поверхностно залегающих слоев угля открытым способом на склонах долины реки (Вигонний, 2013; Жуков, 2019). Соответственно и никаких работ, сохраняющих природные ресурсы (водные, почвенные, растительные и др.) на территории этих разработок, заведомо не проводится. В среднем течении «копанки» встречаются по обоим берегам реки и исчисляются десятками (выборочно обследовано более 30 таких разработок, как отдельно расположенных, так и образующих группы с незначительным удалением друг от друга). Иногда глубина залегания пластов небольшая, и некоторые такие разработки имеют незначительный размер, глубиной до 3–4 метров, размером от нескольких метров до нескольких десятков метров. В случаях малых разработок размером в несколько метров, возможно, идет добыча для местного потребления подручными средствами. Чаще площадь разработок угля больше, с линейными размерами от десяти до ста и более метров в направлении вдоль русла реки, т.е. вдоль склонов долины. При этом явно заметны следы тяжелой техники, использовавшейся для вскрытия пласта (в том числе и через сплошной многометровый песчаник) и добычи угля на продажу. Необходимость вскрытия угольного пласта по всей площади приводит к большим размерам нарушенной поверхности и по площади, и в глубину, провоцируя сток подземных вод из разных горизонтов в выработанные пространства. Степень сформированности и структура растительного покрова во многом зависит от площади вскрытия пласта. Видимо, это связано с возможностью заноса семян. Такую границу между градациями «копанок» по размеру можно провести при размере порядка 10–15 м длины разработок. Если на более крупных разработках требуется прохождение сукцессионного ряда, начиная с пионерных группировок, то при малых размерах нарушения восстановление растительного покрова минует стадии доминирования сорно-рудеральных видов, проходя по типу внутриценотической репарации нарушений, с заселением видами окружающего сообщества.

Особенно крупные следы разработки угля открытым способом обнаружены возле пгт Маяк. Здесь глубина разработки достигает величины около 15 метров, при линейных размерах отдельных карьеров до 300 м. Большая часть границ карьеров представляет отвесные или просто вертикально срезанные каменные стены с отсутствием растительного покрова. Общая протяженность этого карьерно-отвального комплекса превышает 1 км, а площадь составляет порядка 40 га. Нижние части карьеров затоплены водой, поступающей из вскрытых при разработке подпочвенных слоев. Исходный почвенный покров на этой территории, который профилям на склонах относится к черноземам, возможно, частично вывезен, но скорее срезан и погребен под отвалами каменной крошки и суглинка вскрышных пород. По возрасту самых крупных деревьев, выросших на дне одного из карьеров можно предположить, что данные поверхности были разработаны не позднее 7–8 лет назад. Отвалы вскрышных пород вызывают пылевое загрязнение прилегающих территорий, карьеры уничтожают сельскохозяйственные земли, нарушают подпочвенный сток, что ведет к снижению водообеспеченности и урожайности окружающих земель. Процессов окисления породы, ведущих к образованию солей и засолению вод, пока не выявлено.

Процессы почвообразования в местах скального дна и склонов крайне затруднены и их результаты нивелируются эрозионным воздействием. На участках с благоприятной структурой субстрата, развитие первичных почв идет с низкой интенсивностью в разреженных группировках и ускоряется в сомкнутых сообществах, особенно в злаковниках. В качестве примера рассмотрим фитоценоз в месте разреженного произрастания *Elaeagnus angustifolia* L., видимо, под влиянием азотфиксации этого вида. Общее проективное покрытие (ОПП) 95 %. Доминируют в древесном ярусе *Elaeagnus angustifolia*, в травянистом *Poa compressa* L. и *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Рассеянно встречаются *P. angustifolia* L., *Daucus carota* L., *Poterium sanguisorba* L., *Tragopogon major* Jacq., *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Achillea collina* J. Bekker ex Reichenb., *Artemisia absinthium* L. Но более типичны разреженные группировки, например, сообщество, возле осевой дороги, где ОПП 30 %, а доминируют *Carduus acanthoides* L. и *Atriplex micrantha* C.A. Mey. Рассеянно здесь встречаются *Achillea collina*, *Centaurea diffusa* Lam., *Matricaria recutita* L., *Poa compressa*, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Consolida paniculata* (Host) Schur, небольшой группой *Securigera varia* (L.) Lassen, единично представлены *Senecio jacobaea* L. и *Poa angustifolia*.

Разработка этого техногенного объекта, видимо, началась с юго-западного участка, где наблюдается выраженное зарастание и отвалов, и карьерных участков, в том числе сформировались многовидовые прибрежно-водные сообщества в затопленной зоне разработок, которые пока отсутствуют в аналогичных условиях северной части объекта. В данном сообществе с ОПП 90 % доминируют *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud. и *Typha minima* Funck, у берега также обилён *Calamagrostis epigeios*, рассеянно встречаются особи *Persicaria maculosa* S.F. Gray, *Polygonum aviculare* L. и подрост *Populus* sp.

Контрастны по степени сформированности растительного покрова к объекту у пгт. Маяк самые мелкие «копанки», линейными размерами в несколько метров. В таких условиях восстановление растительного покрова приобретает естественный характер, характерный для случайных нарушений. Заметную роль в сообществах играют, например, такие степные виды, как *Festuca valesiaca* и *Marrubium praecox* Janka, а также выявлены и охраняемые виды растений, например, *Stipa capillata* L. На отвале возле одной из таких малых копанок сформировалось сообщество с доминированием *Caragana frutex* (L.) K. Koch, рассеянно встречаются *Marrubium praecox* Janka, *Padellus mahaleb*, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Berteroa incana* (L.) DC., *Centaurea diffusa* Lam., *Cirsium ukranicum* Besser, *Artemisia marschalliana* Spreng., *A. absinthium*, *Carduus acanthoides*, *Chondrilla juncea* L., *Eryngium campestre* L., *Jurinea* sp., *Scabiosa ochroleuca* L., *Ambrosia artemisiifolia*, *Echium vulgare* L., *Achillea pannonica* Scheele, *Asparagus polyphyllus* Stev., *Euphorbia virgata*, *Festuca valesiaca*, *Plantago lanceolata* L. Общее проективное покрытие изменяется от 70 % в нижней части склона до единичного произрастания растений в верхней части. Причем *Stipa capillata*, *Scabiosa ochroleuca* и *Artemisia marschalliana* находятся на верхней границе сомкнутых фрагментов группировки и даже среди разрозненных особей, осваивающих верхушку отвала.

Общая площадь и количество всех этих «копанок» делают актуальным поиск оптимальных способов их рекультивации с учетом размерных эффектов и положения в рельефе, а также гидрологических аспектов функционирования нарушенной территории.

Природные и близкие к ним по структуре биогеоценозы в северо-восточной части среднего течения р. Грузская сильно фрагментированы, представляют островки в окружении трансформированных экотопов. У реки встречаются ценозы лугового типа, трансформированные выпасом, местами переходящие в обедненные видами прибрежно-водные сообщества. Почвы на плакоре обычно черноземы типичные среднегумусные, склоновые участки часто эродированы, местами до каменистых обнажений. Низкоплодородные земли, ранее использовавшиеся как выпасы, находятся на различных стадиях сукцессии экотопов, но оно затруднено большими потерями в видовом разнообразии и сложностью проникновения новых видов из расположенных ниже по течению лучше сохранившихся участков природной растительности. В юго-западной части среднего течения Грузской и ниже по течению такие

неудобья с остатками природной степной растительности более распространены. За счет большей размерности местообитаний тут лучше сохранилось видовое богатство, возможно, также повлияло удаление от животноводческих комплексов у пос. Маяк. Некоторые участки степной растительности здесь и ниже по течению определены как перспективные для расширения природоохранных территорий (Остапко и др., 2016).

Гидробионты в начале среднего течения крайне немногочисленны ввиду низкого качества воды. Временами, часто это наблюдается весной, она имеет высокую мутность и сильный запах органических отходов, слышимый на 10м и далее от русла. Ихтиофауна в реке, вероятно, во многом определяется влиянием притоков, например, левый приток из Холодной балки, проходящий по менее трансформированным экосистемам, имеет ряд водоемов, где ведется любительский лов рыбы и гнездится водоплавающая птица. Ленточные леса фрагментированы, засорены синантропными видами и в лучшем случае не превышают нескольких десятков метров в ширину. Имеются возможности для расширения древесно-кустарниковой растительности в водоохранной зоне на заброшенные земли.

Нижнее течение реки характеризуется меньшей степенью антропогенной трансформации, основные площади занимают сельскохозяйственные земли и неудобья, на которых идут процессы восстановления. Кроме отдельных поселков и города районного значения Моспино, сквозь который и протекает река, на берегах имеются дачные поселения. В общем, тут уже начинают преобладать процессы самоочищения вод, но, как и в среднем течении, требуются меры по оптимизации водоохранной зоны.

По состоянию природной среды сложность экологической ситуации на большей части бассейна реки Грузская можно отнести к острокритическому состоянию (как и практически во всех крупных городах и районах интенсивной промышленной и аграрной деятельности). Но по ряду характеристик местами наблюдаются и признаки чрезвычайной экологической ситуации (Владимиров, 2009). В частности, это невозможность использования водных ресурсов этой малой реки для обеспечения водой населения. Питьевого качества вода имеется только в отдельных родниках, например, в зеленой зоне у Горняцкого райисполкома, или у ост. Макеевка-Западная. Хотя в последние годы, в связи с дефицитом осадков, дебет части родников уменьшился, или в их воде выросла минерализация. Проблематично даже использование вод реки для ирригации, вследствие попадания в нее большого количества солей, вследствие чего наблюдается кристаллизация солевых корок на берегах реки в засушливое время года, когда снижается ее уровень.

Таким образом, в бассейне реки Грузская представлено широкое разнообразие действующих промышленных предприятий и посттехногенных территорий, мест аккумуляции отходов значительной площади, а также сельскохозяйственных земель, пахотных, эродированных и уже заброшенных, используемых под выпасы и на различных стадиях восстановления, селитебные районы и заброшенные жилые и дачные поселки, а также другие формы антропогенной трансформации. На ограниченных площадях сохранилась природная в своей основе растительность, в основном на склоновых неудобьях и в разной степени деградации. Требуются масштабные мероприятия для восстановления экосистем речной долины и возможности их функционирования как части экосети и как источника местных водных ресурсов. Структура растительных сообществ на антропогенно трансформированных и особенно техногенных территориях характеризуется упрощенностью, низким видовым богатством, высокой долей видов сорно-рудеральной и синантропной направленности (40 – 60% и больше).

Меры улучшения экологически критической ситуации в бассейне р. Грузская:

- предотвращение попадания в реку неочищенных стоков, в частности с прилегающих жилых районов, в том числе на притоках реки;

- проведение изыскательских работ и создание водохранилища с объемом, достаточным для самоочищения воды реки ниже впадения основных притоков с урбанизированных территорий, с применением удаляемых поверхностных отложений и почв для рекультивации и реконструкции почв на ближайших техногенных объектах или улучшения эдафотопов сельхозугодий;

- облесение неиспользуемых территорий вдоль реки и притоков: старых промплощадок и шламоотстойников, заброшенных, трансформированных и эродированных земель, особенно на северных экспозициях, заброшенных садоводств и поселков, а также выделение части территории под природоохранные объекты, то есть создание полноценной водоохранной зоны и благоприятного соотношения используемых и поддерживающих природное равновесие земель;

- реконструкция и по возможности расширение полей защитных и лесополос вдоль дорог;

- полная рекультивация породных отвалов шахт для предотвращения техногенного засоления земель и вод;

- рекультивация карьерных разработок открытой добычи угля («копанок»), а по возможности и засыпка карьеров с реконструкцией поверхностных почвенных горизонтов для с/х использования или облесения. Необходим государственный контроль за территориями, где возможна открытая добыча угля, механизм недопущения формирования новых копанок.

ЛИТЕРАТУРА

Вигонний В.І. Розачов Ю.П. Екологічні проблеми несанкціонованого видобутку вугілля на Донеччині // Екологічний вісник, 2013. №1. С. 28–29.

Владимиров А.М. Орлов В.Г. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. Учебник. СПб.: РГГМУ, 2009. 220 с.

Воронков П.П. Основные факторы и закономерности формирования химического состава воды малых водотоков. // Тр. ГГИ, вып. 102. Л.: Гидрометеиздат, 1963. С. 120-135 с.

Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. 316 с.

Жуков С.П. Состояние экосистемы среднего течения р. Грузская // Отходы, причины их образования и перспективы использования. Матер. Междунар. науч. экол. конф. (Краснодар, 26–27 марта 2019г.). Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 436–438.

Земля тревоги нашей. По материалам Доклада о состоянии окружающей среды в Донецкой области в 2009 году / под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. Донецк, 2010. 114 с.

Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы. М.: Наука, 1991. 243 с.

Кислякова Е.Г. изучение геохимического поля экосистем малых рек. // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сб науч. тр. Вып. 13, Ч.2. М.: РУДН, 2011. С. 113-117.

Ложниченко О.В., Волкова И.В., Зайцев И.Ф. Экологическая химия. М.: Академия, 2008. 272 с.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука, 1978. 212 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности: учебник. М.: Логос, 2001. 264 с.

Остапко В.М., Приходько С.А., Муленкова Е.Г. Созологическая оценка природных участков на территории Макеевского горсовета (Донецкая Народная Республика), перспективных для включения в природно-заповедный фонд // Промышленная ботаника. 2016. Вып. 15–16. С. 3–14.

Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Наука, 1982. 154 с.

Попченков В.Г. Экологическое состояние малых рек верхнего Поволжья. Л. : Наука, 2003 С. 296-308.

Прогноз использования фитоиндикационных методов в биологической рекультивации техногенных земель / А.З. Глухов, С.В. Третьяков, С.П. Жуков и др. Донецк: Б.и., 2012. 56 с.

Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья. Ярославль: Изд-е ВВО РЭА, 2004. 54 с.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ КАК ФАКТОР ЦИКЛИЧЕСКОЙ СУКЦЕССИИ ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

В.Б. Иванов¹, И.Ю. Усманов^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Нижневартковский государственный университет», Нижневартовск (Россия)

²ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технологический университет»,
Уфа (Россия)

THE HYDROLOGICAL REGIME OF OLIGOTROPHIC BOGS AS A FACTOR IN THE CYCLIC SUCCESSION OF EVERGREENS OF THE MIDDLE OB REGION

Vyacheslav Ivanov¹, Iskander Usmanov^{1,2}

¹Nizhnevartovsk state University, Nizhnevartovsk (Russia)

²Ufa State Petroleum Technological University, Ufa (Russia)

Олиготрофные болота Западной Сибири – крупнейший в мире природный комплекс с практически идеальной горизонтальной поверхностью. Лимиты по целому ряду факторов создают физиологические барьеры для инвазий видов растений из более благоприятных экосистем. В результате на верховых олиготрофных участках формируются болотные сообщества, в состав которых входят доминанты *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Ledum palustre*, *Pinussylvestris*, *Pinus sibirica* и небольшое число других видов. Дефицит освещенности, в сочетании с другими лимитами, приводит к снижению яркости – остаются или одноярусные растительные покровы, либо формируется редкий и угнетенный подлесок под хвойными деревьями (Усманов, 2015, 2016, 2018, 2019; Usmanov e.a., 2016, 2017, 2019, 2020; Лапшина, 2004).

Болота и болотистые пустоши сформированы растениями, которые отнесены к классу *Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl. et R. Tx.* и низкими кустарничками верховых болот и хвойных в классе *Vaccinietalia Uliginosi Tx.* По-видимому, небольшие различия между *Ericaceae*, *Vacciniaceae* и *Pineaceae* с учетом близких уровней толератности позволяют доминирующим растениям сосуществовать в условиях резко олиготрофных болот. Различающиеся габитусы сосуществуют в режиме замкнутых циклов. Переход к следующим стадиям сукцессии ограничен практическим отсутствием мезотрофных видов, адаптированных к множественным лимитам верховых болот.

Основной процесс торфообразования – погружение в воду отмерших частей растений. В условиях дефицита кислорода растительные остатки в воде разлагаются не полностью: часть из них формируют торфы, часть целлюлозы этих остатков деполимеризуется и образует болотный газ – метан.

Принципиально важным является соотношение скоростей нарастания и разложения биомассы на болотах. В количественном выражении это соотношение может быть очень разным. В нашем случае важны балансовые соотношения на качественном уровне. Их может быть три:

- 1) «прирост > разложения»;
- 2) «прирост < разложения»;
- 3) «прирост = разложению».

Эти соотношения представляются принципиально важными при формировании циклической сукцессии при сменах сообществ.

На площадках с доминированием *Ericaceae* особенности их адаптивного потенциала заметны поздней осенью и ранней весной. Заболоченные места с *Ericaceae*, *Vacciniaceae* из-за низкого уровня хлорофиллов и повышенного уровня флавоноидов, каротиноидов и антоцианов выглядят красно-бордовыми. В летний сезон, когда меняются условия, цвет верхового болота смещается к зеленому. Увеличение концентрации хлорофиллов и общее улучшение

ние условий стимулирует накоплению биомассы. Это приводит к появлению и дальнейшему разрастанию кочек на поверхности болота (фото 1). В процессе формирования и роста болотных кочек увеличивается расстояние от верхушки кочки до болотных вод. В этом случае баланс биомассы определяется соотношением «прирост > разложения», вследствие чего кочка увеличивается в размерах. Приподнятая поверхность кочки уже будет иметь другие характеристики: верхняя поверхность кочки не погружена в воду, там больше кислорода, что позволяет поселиться в кочках проросткам хвойных, в первую очередь, сосны.



Рис.1. Фото.Кочки на верховых болотах

Сосны занимают более сухие территории, получают больше кислорода, и в вследствие этого, становится возможным развитие микоризы голосеменных. По-видимому, данный режим влажности позволяет соснам захватывать площадь занятую кочками. Как правило, сосны образуют группы близких по размерам и, вероятно, по возрасту (фото 2). Смыкание крон у подростка сосны ведет к перехвату солнечного света, который доходит до кустарничкового яруса лишь долей от исходного излучения.

Эти группы сосновых деревьев подавляют *Ericaceae*: прирост биомассы кустарничкового яруса резко снижается или вообще останавливается. В этом случае баланс биомассы меняется и определяется соотношением «прирост < разложения». Поскольку рост кочек останавливается, а разложение ранее накопленной биомассы продолжается, поверхность кочкарника под соснами постепенно понижается. Продавливанию кочек способствует и рост биомассы как отдельных деревьев, так и их совокупности. Вследствие этого, корни сосны опускаются к уровню болотных вод. Сосны, как и большинство деревьев, могут переносить краткосрочное затопление, но не переносят постоянного затопления. Сосны начинают отмирать, при этом густота хвои снижается, а к поверхности верховых болот проходит все больше света. Начинается возобновление кустарничкового яруса, поскольку других видов для реализации других вариантов смен растительности в верховых болотах просто не существует.

В приземном слое *Ericaceae* снова начинает доминировать. Это начало нового цикла роста биомассы *Ericaceae*. Данные тенденции могут указывать на цикличность переходов от *Ericaceae*, *Vacciniaceae* к *Pineaceae* и снова к *Ericaceae*, *Vacciniaceae*.

Косвенно на возможность таких циклов указывает расположение давно отмерших деревьев. Часто стволы сухостоя образуют такие же крутины, как и живые деревья (фото 2).



Рис. 2. Фото. Крутины хвойных деревьев

Крутины хвойных деревьев образуют контагиозные группы. На фото видны три группы хвойников из живых деревьев и на переднем плане группа отмерших деревьев.

Для доказательства существования устойчивых циклов смен *Ericaceae*, *Vacciniaceae* к *Pineaceae* и снова к *Ericaceae*, *Vacciniaceae* следует провести детальные исследования роста размеров кочек, смену растительности на них, оценку гидрологических режимов и иных изменений окружающей среды.

Понимание природных механизмов смен *Ericaceae*, *Vacciniaceae* к *Pineaceae* и снова к *Ericaceae*, *Vacciniaceae* позволит оптимизировать процессы управления экосистемами в условиях нефтегазодобывающего комплекса Средней Оби.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа-Югры в рамках научного проекта № 18-44-860006.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В.В., Левкова А.Н., Логинов Д.Н., Иванов В.Б. Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах донных отложений поверхностных вод Нижневартовского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 4-2. С. 180-185.

Волков И.М., Ряхин М.С., Белоусов С.Н., Александрова В.В., Иванов В.Б. Обеспечение экологической безопасности проектных решений на территории лицензионных участков недропользователей с применением наилучших доступных технологий // Нефтяное хозяйство. 2018. № 2. С. 109-112.

Иванов В.Б., Усманов И.Ю., Александрова В.В., Иванов Н.А., Болотин К.И., Иванова Л.Г., Копылов Е.О. Количественные и качественные критерии преобразования и самовосстановления природных комплексов в результате загрязнения нефтепродуктами // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 56-65.

Иванов В.Б., Долгих А.М., Логинов А.М., Иванова Л.Г. Проблема добычи углеводородов и рекультивации нефтезагрязненных земель на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 3-2. С. 28-36.

Иванов В.Б., Усманов И.Ю., Александрова В.В., Иванов Н.А., Иванова Л.Г., Калиновская Е.А. Оценка воздействия нефтешламных амбаров на верховые болотные почвы // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 66-71.

Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Овечкина Е.С., Иванов В.Б., Щербаков А.В., Александрова В.В., Иванов Н.А. Адаптация программы переключения вечнозеленых кустарничков в антропогенных условиях на олиготрофных болотах западной Сибири // Международный научно-исследовательский журнал. Биологические науки. 2015. № 10 (41). С. 113-117.

Усманов И.Ю., Овечкина Е.С., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Щербаков А.В., Шяхметова Р.И. Проблемы самовосстановления экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Вестник Нижневартского государственного университета. 2015. № 1. С. 79-86.

Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Мавлетова М.В., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Александрова В.В. Пульсирующая многомерная экологическая ниша растений: расширение объема понятия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2-2. С. 525-529.

Усманов И. Ю., Юмагулова Э. Р., Иванов В.Б., Коркина Е.А., Щербаков А.В., Иванов Н.А., Рябуха А.В. Адаптация экосистем Среднего Приобья в зоне нефтедобычи: иерархия и длительность процессов // Вестник Нижневартского государственного университета. 2016. № 2. С. 87-94.

Усманов И.Ю., Иванов В.Б., Иванов Н.А. Самовосстановление экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 6: Материалы международной конференции, приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / Отв. редакторы: Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: «Анна», 2018. С. 303-305.

Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Александрова В.В., Гончар И.Г., Щербаков А.В., Иванов В.Б. Комплексы флавоноидов *Chamaedaphne Calyculata* (L.) Moench олиготрофных болот Средней Оби // Вестник Нижневартского государственного университета. 2019. № 2. С. 59-71.

Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Polustris* Pers in oligotrophic Swamps of Western Siberia // Vegetos. 2016. Т. 29. № 1. С. 1-3. DOI: 10.4172/2229-4473.1000101.

Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Mavletova-Chistuakova M.V. Physiological Barriers for Adventitious Species Invasion in Oligotroph Ecosystems of the Middle Ob Area // Vegetos. 2017. Т. 30. № 4. С. 81-85. DOI: 10.4172/2229-4473.1000338.

Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Ivanov S.P., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Gonchar I.G. Fractal analysis of flavonoids in complex chemical compositions in extracts of *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (Ericaceae) in oligotrophic swamps of Western Siberia // Современная фитоморфология. 2019. Т. 13. С. 35-40.

Usmanov I., Shcherbakov A., Ivanov V., Ivanov S., Gonchar I. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south trans-urals plants // Современная фитоморфология. 2020. Т. 14. С. 13-19.

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**А.А. Иванов***Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)***SYSTEM APPROACH TO WATER RESOURCES PROTECTION****Alexander Ivanov***Togliatti state University, Togliatti (Russia)*

Сложность процессов, происходящих в современном мире, обуславливает необходимость использовать при их анализе механизмы, разработанные социологией, экологией, экономикой, юриспруденцией и многими другими отраслями научного знания. Высказанное положение в полной мере относится и к процессам, происходящим в биоценозах. Защита окружающей природной среды в настоящее время не будет осуществлена полным образом в ситуации, когда не будут учитываться педагогические, политические, социальные, философские, экономические аспекты этого процесса; необходимо учитывать в данном случае также и достижения современной технологии. Следует говорить, таким образом, о необходимости использования междисциплинарного (системного) подхода к делу охраны окружающей природной среды – на разработку подобного подхода должны быть направлены совместные усилия представителей разных отраслей научного знания. Подобное взаимодействие позволит изменить существующие подходы к делу охраны природы: в данном случае можно будет избежать ситуаций, при которых тщательно разработанные в рамках отдельной науки подходы к охране отдельных объектов окружающей природной среды оказываются несостоятельными с точки зрения иных сфер существования общества, что вызывает невозможность достичь цели сохранения этих объектов.

Проблемам, связанным с водой, были посвящены Конференция ООН по водным ресурсам (1977 год), Международное десятилетие снабжения питьевой водой и санитарии (1981–1990 годы), Международная конференция по водным ресурсам и окружающей среде (1992 год) и Всемирная встреча на высшем уровне «Планета Земля» (1992 год).

В 2011 году Совет Безопасности ООН признал, что изменение климата влечет за собой серьезные последствия для безопасности, подчеркнув, что водная среда в этом отношении наиболее уязвима.

Рассмотренная деятельность международного сообщества в сфере обеспечения населения пресной водой надлежащего качества может свидетельствовать о том, что данная проблема в настоящий момент приобрела крайнюю степень актуальности для существования человеческой цивилизации. В меньшей степени на международном уровне рассматривается проблема сохранения вод как среды существования живых организмов, хотя важность рассмотрения проблемы защиты водоемов с подобного ракурса также является очевидной.

В рамках данного исследования планируется рассмотреть проблему применения системного подхода к охране водных ресурсов, что обусловлено как их важностью для функционирования разнообразных биоценозов, так и необходимостью обеспечивать население водой надлежащего качества и в необходимом количестве.

Целью статьи является взаимосвязанное рассмотрение существующих подходов к охране водных ресурсов, для чего необходимо выполнить анализ предложений, которые делаются в этом отношении разными отраслями научного знания.

В соответствии со статьей 58 Конституцией Российской Федерации и Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды», «каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации». Вышеуказанный федеральный закон, в частности, содержит положение (статья 78.1), в соответствии с которым при причинении вреда окружающей среде в резуль-

тате сброса объектами централизованных систем водоотведения поселений или городских округов веществ, образовавшихся в результате хозяйственной или иной деятельности объектов организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоотведения поселений или городских округов, такой вред в полном объеме возмещается организациями, эксплуатирующими эти системы.

Основным нормативно-правовым актом в сфере охраны водных ресурсов является Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года № 74-ФЗ. Отметим, что в данном законе под охраной водных объектов понимается «система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов».

Несмотря на то, что все положения Водного кодекса РФ могут рассматриваться как направленные на охрану водных объектов, он содержит также и специальную главу 6 «Охрана водных объектов», в которой содержатся основные требования к организации подобной деятельности, к мерам по охране водных объектов от загрязнения и засорения, положения, связанные с охраной отдельных водных объектов (болот, ледников и снежников, подземных водных объектов, охране водных объектов при проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации водохозяйственной системы, охране водных объектов при проведении работ или при их использовании для целей производства электрической энергии, охрана водных объектов при освоении лесов). Довольно подробно в рассматриваемом законе рассматриваются также проблемы установления зон и округов санитарной охраны водных объектов, водные ресурсы которых являются природными лечебными ресурсами, водоохраных зон и прибрежных защитных полос, особо охраняемых водных объектов.

В качестве части государственной системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций рассматривается механизм установления зон экологического бедствия, зон чрезвычайных ситуаций на водных объектах, рассматривается также законодателем также предотвращение негативного воздействия вод и ликвидация его последствий, что выходит уже за пределы законодательства, посвященного вопросам природоохраны и природопользования. Как указывается в соответствующей статье «инженерная защита территорий и объектов от негативного воздействия вод, в том числе строительство берегоукрепительных сооружений, дамб и других сооружений, предназначенных для защиты территорий и объектов от затопления, подтопления, разрушения берегов водных объектов, заболачивания и другого негативного воздействия вод (сооружения инженерной защиты), осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности».

Важное значение в деле охраны вод имеют положения, закрепленные в законодательстве, связанном с юридической ответственностью за правонарушения, вредящие водным ресурсам.

Так, Уголовный кодекс РФ содержит главу 26 «Экологические преступления», большинство составов преступлений закрепленных в которой в той или иной степени можно связать с посягательством на безопасность водных ресурсов. Так, в качестве деяний, причиняющих тот или иной вред водным ресурсам можно назвать ст. 246 УК РФ «Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ», ст. 247 УК РФ «Нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов», ст. 248 УК РФ «Нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами», ст. 250 УК РФ «Загрязнение вод», ст. 252 УК РФ «Загрязнение морской среды», ст. 253 УК РФ «Нарушение законодательства Российской Федерации о континентальном шельфе и об исключительной экономической зоне Российской Федерации», ст. 256 УК РФ «Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов», ст. 257 УК РФ «Нарушение правил охраны водных биологических ресурсов», ст. 258 УК РФ «Незаконная охота», ст. 258.1 УК РФ «Незаконная добыча и оборот особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и (или) охраняемым международными договорами Российской Федерации», ст. 259. «Уничтожение критических местообитаний для организмов, занесенных в

Красную книгу Российской Федерации», ст. 262. «Нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов».

Содержится интересующая нас норма и в главе 34 УК РФ, это статья 258 «Экоцид», предполагающая уголовную ответственность за массовое уничтожение растительного или животного мира, отравление атмосферы или водных ресурсов, а также совершение иных действий, способных вызвать экологическую катастрофу.

В Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях соответствующие составы правонарушений еще более многообразны и закрепляются в главе 8. К их числу можно отнести, например, ст. 8.2. КоАП РФ «Несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления», ст. 8.9. КоАП РФ «Нарушение требований по охране недр и гидроминеральных ресурсов», ст. 8.12. КоАП РФ «Нарушение режима использования земельных участков и лесов в водоохраных зонах», ст. 8.12.1. КоАП РФ «Несоблюдение условия обеспечения свободного доступа граждан к водному объекту общего пользования и его береговой полосе», ст. 8.13. КоАП РФ «Нарушение правил охраны водных объектов», ст. 8.14. КоАП РФ «Нарушение правил водопользования», ст. 8.15. КоАП РФ «Нарушение правил эксплуатации водохозяйственных или водоохраных сооружений и устройств», ст. 8.19. КоАП РФ «Нарушение правил захоронения отходов и других материалов во внутренних морских водах, в территориальном море, на континентальном шельфе и (или) в исключительной экономической зоне Российской Федерации», ст. 8.20. КоАП РФ «Незаконная передача минеральных и (или) живых ресурсов на континентальном шельфе и (или) в исключительной экономической зоне Российской Федерации», ст. 8.38. КоАП РФ «Нарушение правил охраны водных биологических ресурсов и некоторые другие. Можно отметить, что формируя составы правонарушений в сфере охраны водных ресурсов законодатель активно использует как терминологию из сферы природоохранного законодательства (водного, земельного, лесного и т.д.), так и понятия, которые должны быть раскрыты представителями не юриспруденции, а экологии (например, «критические местообитания», «экологическая катастрофа» и др.).

Вопросы формирования соответствующих знаний у населения разрабатываются педагогами во взаимодействии со специалистами в сфере природоохраны опять же на основе специально принятых нормативно-правовых актов (в качестве примера укажем Закон Самарской области от 16 декабря 2013 года № 109-ГД «Об экологическом образовании, просвещении и формировании экологической культуры населения Самарской области»).

Нормативными же актами обусловлены и аспекты экономического подхода к делу охраны водных ресурсов. Например, статье 333.12 Налогового кодекса Российской Федерации (части второй) от 05.08.2000 № 117-ФЗ устанавливаются налоговые ставки, взимаемые соответственно при заборе воды из поверхностных водных объектов, при использовании акватории, при использовании водных объектов без забора воды для целей гидроэнергетики, при использовании водных объектов для целей сплава древесины в плотках и кошелях.

Проблемой нормативного регулирования в сфере природоохраны является то, что существующее нормативное регулирование довольно часто отстает от уровня, достигнутого на практике в сфере природопользования, что не позволяет в полной мере осуществлять и задачи в сфере природоохраны. Правотворческая практика в данном отношении требует существования устойчивых обратных связей, позволяющих законодателю учитывать эффективность нормативного регулирования природоохранной сферы в процессе дальнейшего реформирования экологического законодательства. Налаживание подобной обратной связи и сама правотворческая деятельность в этом отношении трудно осуществима без постоянного контакта законодателя с практическими специалистами в сфере природоохраны.

Так, повышенный интерес в последнее время вызывает разработка современных биотехнологий, позволяющих решать стоящие перед человечеством проблемы, в том числе, в плане организации рационального природопользования, за счет возможностей и механизмов, существующих в природных системах. Как пишет А.Е. Кузнецов, экологическая биотехнология в настоящий момент представляет собой одно из наиболее важных сфер развития

и прикладного применения биотехнологий. Она направлена на решение задач природоохранными свойственными ей специфическими биотехнологическими методами, в рамках применения которых происходит взаимодействие биологических, химических и инженерных знаний с профессиональными навыками химика-аналитика, гидробиолога и геохимика, микробиолога, почвоведов и агротехники, зоо и фитодендролога, популяционного генетика, токсиколога, эпидемиолога и эколога, а также менеджера, который владеет вопросами природоохранного законодательства, способен оценивать существующие риски, имеет навыки работы с геоинформационными системами, разбирается в строительстве и др. (Кузнецов, 2012). В данном случае мы также вынуждены говорить о необходимости системного подхода к вопросу природоохраны и природопользования. Культивирование активного ила для очистки загрязненных вод, применение биофильтров и аэротенков, иных вариантов биологической очистки, используемых или разрабатываемых в настоящее время, требует системности в использовании применяемых технологий, что значительно усиливает эффект от их применения.

Считаем, что в данном отношении нужно стремиться к полностью безотходным типам производства, когда используемые человеком вещества не изымаются из круговорота веществ в природе, а, напротив, встраиваются в этот круговорот. Подобное отношение к природопользованию в перспективе позволит снять все существующие сегодня экологические проблемы и сделать время существования человеческой цивилизации на плане почти бесконечным, поскольку в данном случае возможности ее приспособления к изменениям окружающей природной среды будут аналогичны соответствующим возможностям существующих экосистем. Конечной целью развития механизмов природопользования, таким образом, является достижение коэволюции: совместного развития цивилизации и окружающей природной среды.

Принимая во внимание то обстоятельство, что культура, как собирательное явление, и эколого-правовая культура, как один из ее аспектов, представляет собой сферу духовного и в качестве таковой она не поддается непосредственному воздействию юридических норм, поскольку находится в иной плоскости, по сравнению с юридической реальностью, необходимо все же будет отметить, что для формирования культуры природопользования правильно организованная структура и содержание экологического законодательства также имеют важное значение.

Так, с помощью нормативных предписаний возможно сформировать эффективные системы экологического образования и воспитания, способные передавать накопленный опыт в области природоохраны, позволяющий должным образом выстраивать и корректировать эколого-правовую культуру новых поколений. В этом отношении потребность в развитии определенных технологий, в том числе природоохранного характера, способна возникнуть только в ситуации, когда подобное развитие будет воспринято и одобрено с точки зрения соответствующей (в данном случае – экологической) культуры. Можно прийти к выводу, что появление и внедрение современных технологий рационального природопользования не может произойти в ситуации, в рамках которой в отношении соответствующего развития не был сформирован запрос со стороны социума и отсутствует юридический механизм внедрения данных технологий.

В данном случае, в качестве экологической культуры можно рассматривать существующий опыт деятельности человека (духовной и материальной) в его взаимодействии с объектами и системами, относящимися к окружающей природной среде и способствующий устойчивому и стабильному социально-экономическому развитию, поддержанию экологической безопасности. Сформированная экологическая культура индивида и общества проявляется в существующих у них потребностях бережного отношения к природе и экологически грамотной деятельности.

Технологическая культура, в свою очередь, может быть обозначена как достигнутый в следствии научно-технического и социально-экономического прогресса технический уровень осуществления хозяйственной (преобразовательной) деятельности. Технологическая культура приобретает экологический характер в случае, если главным условием применения новых

технологий и производственных процессов становится существующая у них способность обеспечивать гармоничное и не наносящее ущерба взаимодействие между человеком и окружающей природной средой.

Духовная и технологическая составляющие культуры человеческого общества являются взаимосвязаны, в связи с чем изменения духовной культуры, при которых обществом начинают приветствоваться ценности более бережного и рационального обращения с окружающей природной средой необратимо вызывают к жизни новые технологии природопользования. Точно также как и появление в ходе технического прогресса ранее неизвестных технологий, способных ликвидировать либо снизить опасность антропогенного воздействия на окружающую природную среду, в результате создавало возможность для соответствующего изменения культурной среды общества (что выражалось в появлении обществ биотехнологов, общественных движений «зеленых», кружков любителей природы, вермитехнологов и т.д.). Самые лучшие намерения выстраивать свою деятельность таким образом, чтобы не наносить ущерба окружающей природной среде, не приведут общество к успеху, если у него будут отсутствовать знания о технологии подобного рационального природопользования.

Как пишет Г.С. Розенберг, «можно смело принять за аксиому тот факт, что современные глобальные экологические проблемы являются результатом столкновения между техносферой и ноосферой с одной стороны, и биосферой, – с другой; причем, в этом столкновении техносфера играет активно-агрессивную роль. Если пользоваться экологической терминологией, то речь, в сущности, идет о процессе конкурентного вытеснения биосферы техносферой (оккупация планеты), всё возрастающей экспансии человеческой цивилизации. Поскольку техносфера, ноосфера и биосфера находятся в постоянном взаимодействии, их сумму можно представить, как единую систему – экосферу (Розенберг, 2019).

Проведенное исследование показывает необходимость системного подхода к охране окружающей среды в целом и к охране водных ресурсов в частности. Существующее природоохранное законодательство носит комплексный характер и включает нормы различных отраслей права. Его функционирование тесно связано с иными направлениями деятельности общества. В действующем законодательстве предусматриваются также способы организации рационального природопользования, что обуславливает необходимость постоянного взаимодействия представителей юридического, научного и соответствующего профессионального сообщества. Обеспечение охраны и восстановления водных ресурсов в настоящее время не может обеспечиваться представителями какой-то одной отрасли научного знания. Оно требует одновременной аккумуляции знаний о функционировании природных систем, о физических, химических, биологических и экологических особенностях протекания этого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецов А.Е.* и др. Прикладная эковиотехнология в 2 т. Т. I. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 629 с.
- Розенберг Г.С.* Биосфера + ноосфера + техносфера = экосфера // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 3. С. 33-43.

**ОБ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
LIPARIS LOESELII (L.) RICH. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ****В.Н. Ильина***Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)***ONTOGENETIC STRUCTURE OF *LIPARIS LOESELII* (L.) RICH.
CENOPOPULATIONS IN SAMARA REGION****Valentina Ilyina***Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Samara)*

Состояние водных и околоводных природных комплексов Самарской области, а также связанных с ними флорой и фауной, вызывают тревогу ученых в связи с уязвимостью вследствие изменения условий среды и увеличивающейся антропогенной нагрузкой (Матвеев, 1980; Бирюкова, Матвеев, 1983; Бирюкова и др., 1992; Плаксина, 1998; Матвеев и др., 2002, 2004; Соловьева, 2006; Соловьева и др., 2006; Казанцев, Сенатор, 2016; Ильина, Митрошенкова, 2018).

Анализ онтогенетической и пространственной структуры ценопопуляций редких видов, принадлежащих сем. Orchidaceae, подтверждает необходимость их охраны в природе, в том числе на территории Самарской области. В Красную книгу Самарской области (Красная книга..., 2017) занесено 17 видов орхидных. Среди них к категории редкости 1 (находящийся под угрозой исчезновения) принадлежит 6 представителей – *Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze, *Herminium monorchis* (L.) R. Br., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Orchis ustulata* L., *Liparis loeselii* (L.) Rich.; к категории 3 (редкие) – 10 – *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *D. incarnata* (L.) Soó, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *E. palustris* (L.) Crantz (Д. болотный), *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Orchis militaris* L., *Platanthera bifolia* (L.) Rich.; к категории 4 (неопределенный по статусу вид) – один таксон (*Epipogium aphyllum* (F.W. Schmidt) Sw.). В большинстве случаев популяции модельных видов малочисленные. Кроме того, многим представителям для произрастания необходимы специфические эколого-ценотические условия, что обуславливает их редкость в области (Саксонов, Конева, 2006; Бирюкова и др., 2007; Корчиков и др., 2010; Казанцев, Сенатор, 2016; Красная книга..., 2017). Особенности региональной популяционной структуры изучены пока лишь некоторых видов (Ильина, 2018 а, б, 2019 а, б; Ильина, Митрошенкова, 2018).

Особенности популяционной структуры и ее динамики у большинства представителей Орхидных, произрастающих в регионе, в том числе болотного представителя *Liparis loeselii*, ранее не изучалась на территории Самарской области. Изменение численности указанных видов растений также не может быть установлена без осуществления популяционного мониторинга.

Liparis loeselii (L.) Rich. распространен почти по всей Европе, в горах западной Малой Азии, на крайнем северо-востоке Казахстана, в Северной Америке (Канада, США) (Флора..., 1976; Вахрамеева и др., 1991; Ефимов, 2010; Хомутовский, 2013). Несмотря на обширный ареал, во многих регионах вид является редким. Занесен в Список видов растений Европы, находящихся под угрозой (Bilz et al., 2011). Включен в Приложение I к Бернской конвенции (Конвенция об охране..., 2017), Приложение II к Директиве Европейского Союза о местах обитания (Council Directive..., 1992), Приложение II к Конвенции СИТЕС (Конвенция о международной..., 1995), занесен в Красные книги многих регионов РФ (Красная книга..., 2008). Вид произрастает по низинным осоково-гипновым и осоково-сфагновым болотам с богатым минеральным питанием, обычно расположенных на выходах известняков и других карбонатных пород, а также на приозерных сплавинах. Мелиорация земель и осушение болот, увеличение рекреационной нагрузки по берегам водоемов приводят к его исчезновению.

Для выявления онтогенетической структуры популяций вида согласно традиционным рекомендациям (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Жукова, 1995 и др.) использовались диагнозы онтогенетических состояний с учетом исследований М.Б. Фардеевой (2010, 2011) и М.И. Хомутовского (2013). Определение динамики популяций и особенностей онтогенеза вызывает сложности в связи с отмечаемой «подвижностью» экземпляров *L. loeselii* в связи с изменением длины метамеров корневища, при этом особи могут перемещаться в пространстве (Хомутовский, 2012), что требует тщательной фиксации расположения растений на карте и маркировки. Кроме того, для вида отмечается вегетативный способ размножения, что сказывается на онтогенетическом спектре популяций, так как при этом начальной стадией развития особей является имматурная (Хомутовский, 2012). Особенности популяционной экологии и биологии липариса изучались в Республике Татарстан (Фардеева, 2006 и др.), на Южном Урале (Лесина, Куянцева, 2010), в Липецкой области (Хлызова и др., 2009), Тверской области (Хомутовский, 2011, 2012 и др.) и некоторых других регионах.

В Самарской области в настоящее время сохранились лишь одна малочисленная популяция *L. loeselii*. Это прежде всего связано со специфическим гидрологическим режимом и малым числом подходящих местообитаний (минеротрофных сфагновых болот, заболоченных лугов). Но и антропогенная трансформация природных комплексов также внесла свой вклад в сокращение числа мест произрастания вида. Популяция зарегистрирована на территории Исаклинского муниципального района, оз. Молочка (Задульская, 1993; Плаксина, 1998; Саксонов и др., 2007; Саксонов и др., 2008). Есть еще два пункта – Шигонский район, окр. с. Белоключье (Плаксина, 1998; Задульская и др., 2002) и Волжский район, Шелехметские озера, где вид регистрировался ранее, но в настоящее время считается исчезнувшим (Красная книга..., 2017).

Изучение структуры ценологических популяций проведены на территории памятника природы регионального значения Самарской области «Озеро Молочка» в 2005, 2012 и 2019 гг. (рис. 1, 2, 3). Установлено примерное соотношение онтогенетических групп особей (усредненный спектр): имматурные – 12,4%, виргинильные – 26,8%, молодые генеративные – 22,1%, зрелые генеративные – 16,8, старые генеративные – 21,9.



Рис 1. Местообитание *Liparis loeselii* (L.) Rich (озеро Молочка, фото В.Н. Ильиной)



Рис. 2. *Liparis loeselii* (L.) Rich (фото В.Н. Ильиной)



Рис. 3. Памятник природы регионального значения Самарской области «Озеро Молочка» (фото В.Н. Ильиной)

Таким образом, *L. loeselii* требует всестороннего изучения в связи с несомненной редкостью в регионе и особенностями биологии и экологии. Сохранность вида в регионе находится в прямой зависимости от состояния памятника природы регионального значения Самарской области «Озеро Молочка». Грунт озера – жирный черный сероводородный ил с активным газовыделением добывается санаторием Сергиевские Минеральные Воды в качестве лечебной грязи. В связи с этим требуется обратить особое внимание на соблюдение баланса использования природного комплекса и добычи его ресурсов с сохранением биологического и ландшафтного разнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

Бирюкова Е.Г., Васюков В.М., Голуб В.Б., Гусева Л.В., Задульская О.А., Иванова А.В., Ильина В.Н. и др. Покрытосеменные, или цветковые / Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников, и грибов / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. С. 18-283.

Бирюкова Е.Г., Ильина Н.С., Устинова А.А. Выделение памятников природы и их роль в охране растительности // Тез. докл. межд. совещ. «Состояние растительных ресурсов Восточной Европы». Ульяновск. 1992. С. 120–123.

Бирюкова Е.Г., Матвеев В.И. Малые реки как местообитания редких растений // Интродукция, акклиматизация и охрана растений в Поволжье и на Урале. Куйбышев. 1983. С. 48-49.

Вахрамеева М.Г., Денисова Л.В., Никитина С.В., Самсонов С.К. Орхидные нашей страны. М.: Наука, 1991. 224 с.

Ефимов П.Г. Род *Liparis* (Orchidaceae) на территории России // Ботан. журн. 2010. Т. 95, № 10. С. 1458-1480.

Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: ЛАНАР, 1995. 224 с.

Задульская О.А. Флористические находки в Иса克林ском районе Самарской области // Проблемы регионального краеведения. Самара, 1993. С. 66-67.

Задульская О.А., Родионова Г.Н., Симонова Н.И. Распространение орхидных в Самарской области // Исследования в области биологии и методика ее преподавания: Межкафедр. сб. науч. тр. Самара, 2002. Вып. 1. С. 88-100.

Ильина В.Н. Онтогенетическая структура популяций пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, Orchidaceae) в Самарской области // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы IX всеросс. научно-практ. Конф. с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения к.г.н., доцента Алексея Степановича Захарова. 15 января 2018 г., г. Самара / отв. ред. И.В. Казанцев. Самара: СГСПУ, 2018 а. С. 59-62.

Ильина В.Н. Онтогенетическая структура ценоотических популяций некоторых редких представителей сем. Orchidaceae в условиях антропогенного пресса (Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018 б. Т. 27, № 4(1). С. 34-39. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10088

Ильина В.Н. Онтогенетическая структура популяций дремлика тёмно-красного (*Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, Orchidaceae) в Самарской области // Эколого-географические проблемы регионов России: Материалы X Всеросс. научно-практ. Конф. с международ. участием, посв. 100-летию со дня рожд. Д.г.н., проф. В.И. Прокаева и 90-летию ЕГФ СГСПУ (15 января 2019 г.). Самара: СГСПУ, 2019 а. С. 106-109.

Ильина В.Н. Особенности структуры ценоотических популяций *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó (Orchidaceae) // Международный научно-исследовательский журнал. 2019 б. № 10 (88). Часть 1. С. 88-91. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.88.10.016>

Ильина В. Н., Митрошенкова А. Е. К вопросу оптимизации изучения растительного покрова Самарской области // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18-23 июня 2018 г.). Т. 1: Систематика высших растений. Флористика и география растений. Охрана растительного мира. Палеоботаника. Ботаническое образование. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 259-262.

Казанцев И.В., Сенатор С.А. К вопросу о необходимости охраны болот Самарской области // Самарский научный вестник. 2016. № 2 (15). С. 25-29.

Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (подписана 3 марта 1973 г. в г. Вашингтоне) // СИТЕС в России. Нижний Новгород, 1995. С. 6-52. (Охрана живой природы; Вып. 5).

Корчиков Е.С., Матвеев Н.М., Плаксина Т.И., Прохорова Н.В., Макарова Ю.В. *Orchidaceae* и *Opioglossaceae* в лесах степного Заволжья // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1(3). С. 717-720.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Самарской области. Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. (Издание 2-е, переработанное и дополненное). 384 с.

Лесина С.А., Куянцева Н.Б. Онтогенетические состояния и биоэкологические особенности *Liparis loeselii* (L.) Rich. (Ильменский гос. заповедник, Южный Урал) // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: матер. V Всерос. науч.-практ. конф. Оренбург, 2010. С. 87-90.

Матвеев В.И. Прибрежноводные и водные растения малых рек, подлежащие охране // Изучение и охрана природы малых рек. Куйб. пед. ин-т, 1980. С. 20-26.

Матвеев В.И., Саксонов С.В., Розенберг Г.С., Устинова А.А., Ильина Н.С., Задульская О.А., Митрошенкова А.Е., Родионова Г.Н., Симонова Н.И., Соловьева В.В., Шишова Т.К., Ильина В.Н. О сохранении флористического богатства Самарской области // Флористические исследования в

Средней России: Мат-лы VI науч. совещ. по флоре Средней России. Тверь. 2006. М. Товарищество науч. изданий КМК, 2006. С. 98-100.

Матвеев В.И., Соловьева В.В., Конева Н.В., Саксонов С.В. Кувшинкоцветные (Nymphaeales, Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae) в Красной книге Самарской области // Самарская Лука. Бюлл. 2002. № 12. С. 106-114.

Матвеев В.И., Соловьева В.В., Саксонов С.В. Экология водных растений. Самара: Самарский науч. центр РАН, 2004. 231 с.

Плаксина Т.И. Редкие, исчезающие растения Самарской области. Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 1998. 272 с.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.: АН СССР, 1950. Вып. 6. С. 7-204.

Саксонов С.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С., Силаева Т.Б., Соловьева В.В. Флора озера Молочка и его ближайших окрестностей в Самарской области (Высокое Заволжье, Сокский флористический район) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2007. № 2. С. 77-98.

Саксонов С.В., Конева Н.В. Конспект семейства ятрышниковых (Orchidaceae) Самарской области // Вестн. Удмуртск. ун-та. Биология. 2006, № 10. С. 43-50.

Саксонов С.В., Сенатор С.А., Васюков В.М., Раков Н.С., Силаева Т.Б., Конева Н.В., Иванова А.В., Бобкина Е.М. Новые места нахождения видов, включенных в Красную книгу Самарской области (по результатам мониторинга 2007-2008 гг.) // Самарская Лука: Бюлл. 2008. Т. 17, № 4(26). С. 846-871.

Соловьева В.В. Геоэкологические условия и динамика растительного покрова Кутулукского водохранилища // Известия Самарск. науч. центра РАН. Т.8. №1 (15), 2006. С. 297-331.

Соловьева В.В., Матвеев В.И., Саксонов С.В. Сравнительный анализ флоры прудов Жигулевского государственного заповедника и г. Самары // IX съезд Гидробиологического общества РАН: Тезисы докл. Тольятти.: ИЭВБ РАН, 2006. С. 161.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.

Хлызова Н.Ю., Скользнев Л.Н., Недосекина Т.В. Редкие виды *Cypripedium calceolus* и *Liparis loeselii* (Orchidaceae) и на территории Липецкой области // Ботан. журн. 2009. Т. 94. № 10. С. 1594-1597.

Хомутовский М.И. Характеристика ценопопуляции *Liparis loeselii* (L.) Rich. в окр. г. Андреаполь (Тверская область) // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы международ. научной конф., посв. 110-летию А.А. Уранова (Кострома, 31 октября – 3 ноября 2011 г.): в 2 т. Т. 1. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 233-236.

Хомутовский М.И. Вегетативное размножение *Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae Juss.) // Симбиоз-Россия 2012: материалы V Всеросс. с международ. участием медико-биологического конгресса молодых ученых, Тверь, 3–8 декабря 2012 г.. Тверь: Издательство «Заповедник Времени», 2012. С. 444-445.

Хомутовский М.И. Биология и экология *Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae Juss.) в Тверской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3-7. С. 2105-2115.

Фардеева М.Б. К изучению популяции *Liparis loeselii* (L.) Rich. на территории РТ // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. Ч.2. / Материалы Международной научной конференции, посвященной 200-летию Казанской ботанической школы. Казань, 2006. С.125-127.

Фардеева М.Б. Диагнозы онтогенетических состояний *Liparis loeselii* (L.) Rich. (Orchidaceae) // Ботанические заметки (Казань). 2010. № 1. С. 6-10.

Фардеева М.Б. Онтогенез липариса Лезеля (*Liparis loeselii* (L.) Rich.) // Онтогенетический атлас растений: научное издание. Том VI / Мар. гос. ун-т; отв. ред. проф. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола, 2011. С. 188-192.

Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 2. 236 с.

Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Lansdown R. V. 2011. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 130 p.

Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora // Official Journ. of the European Communities. 1992. No. L 206/7. P. 7–50.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ***CICUTA VIROSA* L. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ****В.Н. Ильина¹, С.А. Сенатор², В.В. Соловьева¹**¹ Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)² Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)**ONTOGENETIC STRUCTURE OF *CICUTA VIROSA* L.****CENOPOPULATIONS IN SAMARA OBLAST****Valentina Ilyina¹, Stepan Senator², Vera Solovyova¹***Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)**Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Данные о современной популяционной структуре сосудистых растений и ее динамики важны для понимания закономерностей сукцессионных процессов растительности, особенностей развития и поддержаний популяций, выявления эколого-фитоценотической жизненной стратегии. Оценке состояния популяций гидрофитов и гелофитов в Самарской области уделяется, пожалуй, наименьшее внимание по сравнению с другими экологическими группами растений. Одним из редких представителей региональной флоры, популяции которых исследованы, является вех ядовитый (*Cicuta virosa* L., Apiaceae).

C. virosa – это теневыносливое многолетнее травянистое растение 60–120 см высотой, с коротким толстым корневищем, разделенным внутри на полые камеры. Стебель до 2 см в диаметре, полый, тонкобороздчатый, внизу обычно красноватый. Листья очередные, нижние – на длинных полых черешках, в очертании треугольные, дважды или трижды перистые с узколинейными или линейно-ланцетными по краю остропильчатыми сегментами. Соцветие – метелка из сложных зонтиков, с 10–30 лучами. Плод – вислоплодник, распадается на 2 мерикарпия, почти шаровидный. Растение имеет запах петрушки. Цветет в июне – июле, плодоносит в августе – сентябре. Опыляется насекомыми. Является одним из самых ядовитых растений токсичность которого не исчезает даже после сушки.

Ареал вида охватывает Европу, Западную и Восточную Сибирь, Дальний Восток, Среднюю Азию, Монголию, Китай, Японию и Северную Америку (Виноградова, 2004; *Cicuta virosa*..., 2020). Главным экологическим фактором, лимитирующим распространение *C. virosa*, является водный режим местообитаний (Cha Jeong Shin et al., 2013). Кроме того, распространение веха ядовитого также ограничивают низкая конкурентоспособность особей и влияние рекреационной нагрузки в местах его произрастания.

Вид *C. virosa* занесен в Список видов растений Европы, находящихся под угрозой (Bilz et al., 2011). В России он находится под охраной в Ростовской (Красная книга..., 2014), Самарской (Красная книга..., 2017) и Саратовской (Красная книга..., 2006) областях.

В Самарской области вех встречается в Безенчукском, Большечерниговском, Борском, Волжском, Иса克林ском, Кошкинском, Красноярском, Пестравском, Приволжском, Сергиевском, Ставропольском, Сызранском и Шигонском районах (Красная книга..., 2017; Сенатор и др., 2020; рисунок). Произрастает в заболоченных ольшаниках, на сильно заболоченных высокотравных пойменных лугах, среди болотного высокотравья, в прибрежных ивняках, по топким берегам прудов и небольших рек. Чаще всего не образует больших скоплений, встречаясь одиночными особями. Общие тенденции изменения численности *C. virosa* в условиях Самарской области до настоящего времени не изучены.

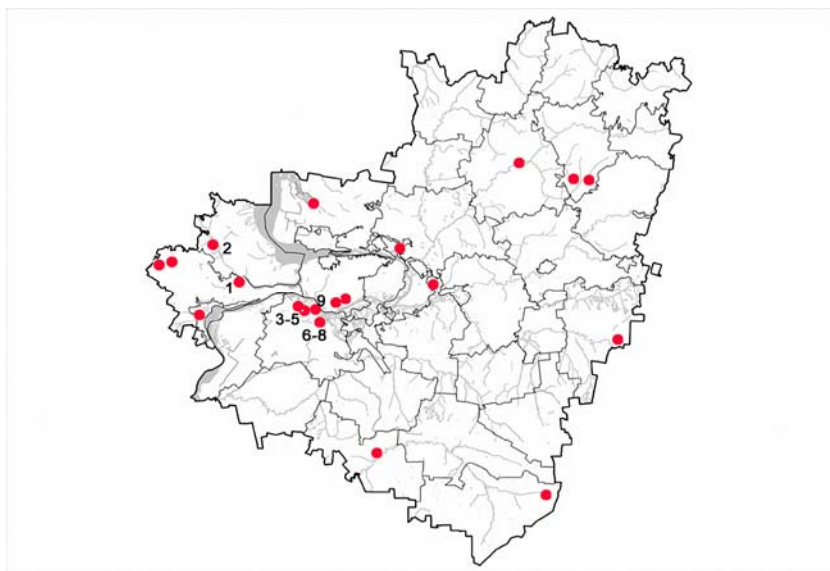


Рис. Карта распространения *Cicuta virosa* L. на территории Самарской области (Цифрами обозначены исследованные популяции, нумерация приведена согласно данным таблицы)

Таблица 1 - Эколого-фитоценотические особенности местообитаний *Cicuta virosa* L.

№ ЦП*	Местоположение	Координаты	Особенности местообитания	Площадь ЦП, м ²	Плотность генеративных особей, экз./м ²	Доминанты сообщества
1	Сызранский район, река Тишерек, нижнее течение	N 53.31245°, E 48.71288°	илистое осушенное мелководье	2,3	3,5	<i>Cicuta virosa</i> , <i>Alisma plantago-aquatica</i>
2	Шигонский район, р. Уса, нижнее течение	N 53.52430°, E 48.50300°	илистое мелководье в 5 м от берега, глубина 5–10 см	2,8	1,9	<i>Typha angustifolia</i>
3	Безенчукский район, с. Кануевка, протока в пойме р. Волга	N 53.15211, E 49.28413	сплавина	0,6	6,4	<i>Cicuta virosa</i>
4		N 53.16040°, E 49.27120°	илистое мелководье в 2 м от берега, глубина 5–10 см	0,9	2,1	<i>Carex acuta</i>
5	Безенчукский район, с. Кануевка, старица в пойме р. Волга	N 53.13854°, E 49.29147°	на отмели, глубина 5–10 см	7,5	2,5	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
6	Безенчукский район, окр. с. Екатериновка, Гнилой ручей	N 53.10160°, E 49.49297°	сплавина	1,3	5,3	<i>Cicuta virosa</i>
7		N 53.10386°, E 49.48265°	на отмели, глубина 5–10 см	6,9	2,5	<i>Typha angustifolia</i>
8		N 53.10030°, E 49.48495°	илистое осушенное мелководье	5,7	1,4	<i>Carex acuta</i>
9	Безенчукский район, окр. с. Владимировка, старицы Васильевских островов	N 53.13995°, E 49.37341°	илистое осушенное мелководье	6,4	3,9	<i>Cicuta virosa</i>

* ЦП – ценопопуляция

Онтогенез *C. virosa* изучен Е.Л. Нухимовским (1997) в условиях Московской области, Е.П. Сарычевой (2000) – Брянской области, С.Е. Петровой (2008) – Московской, Калужской и Воронежской областей. Подробное описание онтогенеза вида приведено в Онтогенетическом атласе растений (Петрова, Барыкина, 2011). Заметим, что каких-либо существенных данных о структуре популяций вида (во всяком случае, с учетом доступных источников информации) до настоящего времени не имеется.

Нами в 2011–2018 гг. обследован ряд популяций *C. virosa* в Предволжье Безенчукском, Сызранском и Шигонском районах Самарской области (рисунок, табл. 1). Были использованы основные рекомендации популяционно-онтогенетического направления (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Ценопопуляции растений ..., 1976–1988; Жукова, 1995 и др.). В отличие от других исследователей в условиях Самарской области нами отмечены и субсенильные особи – корневище имеет значительные дупла, несет несколько розеточных листьев.

Исследованные популяции приурочены к илистому мелководью стариц и проток и находятся в зоне переменного увлажнения. Чаще всего они регистрировались около уреза воды в формациях *Alisma plantago-aquatica* L., *Carex acuta* L. и *Typha angustifolia* L. В некоторых случаях высокая численность популяций *C. virosa* позволяет виду выходить на субдоминирующие позиции в сообществе. Особенностью некоторых популяций при высокой плотности особей является возможность образования сплавин – часть особей, находящихся у уреза, воды подмывается течением и способна длительное время находиться на плаву, перемещаясь по протокам. В подобных сплавах может находиться до 30–40 генеративных особей.

Общая площадь ценопопуляций *C. virosa* составила 0,9-6,4 м², в том числе площадь образуемых вехом сплавин – 0,6-1,3 м². Плотность генеративных особей в ценопопуляциях колеблется от 1,4 до 3,9 экз./м², в сплавах – 5,3-6,4 экз./м².

В таблице 2 приведены данные о составе онтогенетических групп особей в изученных ценопопуляциях. Все они имеют сходство по онтогенетическому составу и близки к базовому онтогенетическому спектру. Базовый онтогенетический спектр правосторонний с преобладанием старых генеративных растений (29,4%). Доля прегенеративных растений в ЦП составляет около – 26,7%, генеративных 71,8%, субсенильных – 1,5%.

Таблица 2 - Онтогенетическая структура ЦП *Cicuta virosa* L.

№ ЦП*	Местоположение ЦП	Онтогенетические спектры ЦП						
		j	im	v	g1	g2	g3	ss
1	Сызранский район, река Тишерек, нижнее течение	4,6	5,4	17,3	12,4	20,6	39,7	0
2	Шигонский район, р. Уса, нижнее течение	6	6,8	12,8	14,6	26,1	29,9	3,8
3	Безенчукский район, с. Кануевка, протока в пойме р. Волга	2,2	11,6	12,8	9	19,8	44,6	0
4		4,7	14,3	19,3	14,3	18,2	26,1	3,1
5	Безенчукский район, с. Кануевка, старица в пойме р. Волга	0,6	10,4	12,6	14,5	24,5	33,3	4,1
6	Безенчукский район, окр. с. Екатериновка, Гнилой ручей	6,2	15,2	10,2	20,4	28,3	19,7	0
7		3,3	5,7	10,9	12,6	32,1	35,4	0
8		4,1	3,9	16,8	19,1	25,9	27,5	2,7
9	Безенчукский район, окр. с. Владимировка, старицы Васильевских островов	5,7	8,9	8,2	26,6	42,1	8,5	0

* ЦП – ценопопуляция

Особенности онтогенетической структуры ценопопуляций *C. virosa* в условиях Самарской области свидетельствуют о низкой эффективности семенного размножения и длительном накоплении особей в ценопопуляциях. Структура корневищ старых генеративных и субсенильных растений, имеющих годовичные приросты, позволяет определить длительность онтогенеза *Cicuta virosa* в условиях Самарской области, который составляет около 7–17 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградова М.В.** Сем. 119. Apiaceae Lindl. (Umbelliferae Juss.) – Сельдереевые (Зонтичные) // Флора Восточной Европы. Т. XI. М.; СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. С. 315–437.
- Жукова Л.А.** Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: ЛАНАР, 1995. 224 с.
- Красная книга Ростовской области** / Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области: Изд. 2-е. Р.-н/Д.: Минприроды Ростовской области, 2014. Т. 2. Растения и грибы. 344 с.
- Красная книга Самарской области.** Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Самара, 2017. (Изд. 2-е, перераб. и дополн.). 384 с.
- Красная книга Саратовской области.** Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
- Нухимовский Е.Л.** Основы биоморфологии семенных растений. Теория организации биоморф. М.: Недра, 1997. 630 с.
- Петрова С.Е.** Онтоморфогенез некоторых восточноевропейских представителей семейства Umbelliferae Moris. (Apiaceae Lindl.). Дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 20 с.
- Петрова С.Е., Барыкина Р.П.** Онтогенез вежа ядовитого (*Cicuta virosa* L.) // Онтогенетический атлас растений: научное издание. Т. VI. Йошкар-Ола: МарГУ, 2011. С. 138–144.
- Работнов Т.А.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.: АН СССР, 1950. Вып. 6. С. 7–204.
- Сенатор С.А., Саксонов С.В., Васюков В.М.** Флора Среднего Поволжья [Электронный ресурс]. Версия 3. Тольятти, 2020. URL: <https://саликс.рф> (дата обращения: 11.02.2020)
- Сарычева Е.П.** Структурное и видовое разнообразие черноольховых лесов центра европейской России (на примере заповедников «Брянский лес» и «Воронинский»). Дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 301 с.
- Уранов А.А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
- Ценопопуляции растений** (основные понятия и структура). М: Наука, 1976. 216 с.; 1977. 183 с.; 1988. 263 с.
- Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V.** European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2011. 130 p.
- Cha Jeong Shin, Jong Min Nam, Jae Geun Kim.** Comparison of environmental characteristics at *Cicuta virosa* habitats, an endangered species in South Korea // J. Eco. Env. 36(1): 19-29, 2013. <http://dx.doi.org/10.5141/ecoenv.2013.003>
- Cicuta virosa* L. in GBIF Secretariat** (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2020-02-11.

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВАТОВ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Ильина

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)

THE FOUNDATION OF THE NATURE RESERVES IN SAMARA REGION

Nina Ilyina

Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Samara)

Проблема сохранения природных комплексов, и связанных с ними биоресурсов, в европейской части России стоит наиболее остро по сравнению с Сибирью, так как освоенность данных регионов неравноценна. В некоторых областях, расположенных в степной и лесостепной зонах, в том числе в Самарской области, практически все зональные природные комплексы были стёрты с лица Земли в период активной распашки степи (поднятие целины), сведения лесов, активного водозабора из рек, перевыпаса, отчуждения территорий. Рефугиумами биоты до настоящего времени здесь выступали территории, по каким-либо орографическим и эдафическим параметрам непригодные для строительства, пашни или другого вида использования (Чибилев, 1998; Ильина, 2003, 2009; Ильина, Митрошенкова, 2014).

Красная книга Самарской области (2017) содержит большое число представителей местной флоры, многие из которых находятся в неудовлетворительном состоянии. Именно с этим в последние десятилетия связано создание в некоторых областях, например, в Оренбургской, новых заповедников. Однако в Самарской области в левобережной части, составляющей большую часть территории региона, заповедника не существует, а защита природных комплексов возложена на памятники природы регионального значения. Но статус памятника природы зачастую имеет только номинальную составляющую как особо охраняемая природная территория, а в действительности реальных природоохранных мероприятий тут не осуществляется. Создание заповедника в Самарском Заволжье было и остается несбыточной мечтой – и не только в связи с трудностями организации, но и реальном отсутствии объектов – «претендентов» на эту роль (по площади и степени сохранности).

В связи с различными особенностями «заповедной системы» в России уже много лет ведется поиск других форм природных резерватов, необходимых для расширения возможностей охраны природы и поддержания экологического равновесия в природной среде (Тишков, Чибилев, 2007; Сенатор, Саксонов, 2010; Состояние..., 2018). Создание системы памятников природы в виде эталонных ландшафтов направлено на сохранение почвенно-растительного разнообразия регионов (Иванова и др., 2009). Необходимо создание ООПТ в ранге памятников природы площадью от 50 до 1500 га без изъятия угодий у землепользователей. Для степных участков обычно рекомендуется осуществление режимов природопользования, при котором ведутся регулируемый выпас скота и сенокосение (Чибилев, 2000, 2004; Ильина, 2007). Подобные режимы использования исторически обусловлены на данной территории. К тому же, мониторинг природных популяций редких видов растений свидетельствует о правомерности щадящего землепользования (Ильина, 2015; Абрамова и др., 2018; Ильина, 2018; Ильина и др., 2018; Каримова и др., 2018).

Рекомендуемая форма резерватов с площадью около 10-30 тыс. га представляют собой участки, находящиеся в собственности землепользователей или в государственном земельном запасе, на территории которых осуществляется управление экосистемами (в условиях степи и лесостепи с помощью вольного выпаса копытных животных, в первую очередь, лошадей и мясных пород крупного рогатого скота) (Чибилев, 2004; Тишков, Чибилев, 2007). Табунное коневодство существовало в XVIII – начале XX века на территории Самарской области (Ильина, 2003). В настоящее время практически не осуществляется. Возрождение масштабного коневодства потребует в первую очередь увеличения площади пастбищ, что возможно лишь при переводе пашни и залежных земель в пастбищные угодья. Для восстановления травостоя, необходимого в качестве пищевой ресурсной базы, следует использовать «быстрые» способы рекультивации земель. Вторым важным моментом, необходимым для создания резерватов подобного рода, является обеспечение должным объемом качест-

венной воды. В Самарском Заволжье, особенно в южной ее части (зона степи), трудности с восполнением необходимого запаса питьевой воды существуют уже много лет, но при этом практически не решаются. В качестве заключения необходимо отметить, что создание природных резерватов на территории Самарской области необходимо, однако для решения этого вопроса требуется учитывать разнообразные аспекты (особенности государственного управления в сфере ООПТ, сохранность природных комплексов и прочее).

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А.** Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult (*Dipsacaceae*) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3-15. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-1-3-15
- Иванова А.В., Васюков В.М., Ильина В.Н., Елкина Е.М.** Роль ценных степных экосистем Самарского Заволжья в сохранении редких степных видов // Степи Северной Евразии: материалы V Международ. симпозиума. Оренбург: ООО «Оренбурггазпромсервис», 2009. С. 327-329.
- Ильина В.Н.** Эталонные природные комплексы Самарского Заволжья: к вопросу сохранения фито-разнообразия степей региона // Вестник Оренбургского гос. университета. 2007. Вып. 67. С. 93-99.
- Ильина В.Н.** О сохранности фиторазнообразия степей Самарского Высокого Заволжья (на примере Кондурчинских яров) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2009. т. 114. Вып. 3. Приложение 1. Часть 1. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. М., 2009. С. 361-366.
- Ильина В.Н.** Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144-170.
- Ильина В.Н.** Онтогенетическая структура ценологических популяций некоторых редких представителей сем. *Orchidaceae* в условиях антропогенного пресса (Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4(1). С. 34-39. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10088
- Ильина В.Н., Киселева Д.С., Саксонов С.В.** Онтогенетическая структура ценопопуляций *Laser trilobum* (L.) Vorkh. в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4(1). С. 27-33. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10087
- Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е.** Роль памятников природы регионального значения в сохранении фиторазнообразия в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-4. С. 1205-1208.
- Ильина Н.С.** Проблемы рационального использования степных экосистем Самарской области // Краеведческие записки: Выпуск XI. Самара: Издательство ЗАО «Файн Дизайн», Самарский областной историко-краеведческий музей им. Алабина, 2003. С. 178-181.
- Каримова О.А., Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н.** Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus в Самарской и Оренбургской областях // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2018. Т. 123. № 5. С. 58-66.
- Красная книга Самарской области. Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. (Издание 2-е, переработанное и дополненное). 384 с.
- Сенатор С.А., Саксонов С.В.** Средне-Волжский биосферный резерват: раритетный флористический комплекс / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга; послесл. к.б.н. Ю.К. Рошевский. Тольятти: Кассандра, 2010. 251 с.
- Сохранение раритетных видов растений и грибов Волжского бассейна. Флористический ежегодник, 2017 / Е.В. Варгот, В.М. Васюков, Т.В. Горбушина, О.Г. Гришуткин, Г.В. Дронин, А.И. Иванов, А.В. Ивойлов, В.Н. Ильина, И.В. Казанцев, Н.В. Конева, Е.С. Корчиков, Л.А. Новикова, Н.С. Раков, С.В. Саксонов, Л.В. Сидякина, Т.Б. Силаева, С.А. Сенатор, Соловьёва В.В., А.А. Хапугин, Г.Г. Чугунов; под. ред. Т.Б. Силаевой и С.В. Саксонова. Тольятти, 2018. 143 с.
- Тишков А.А., Чибилев А.А.** Некоторые методологические основы выявления, инвентаризации и обретения природными территориями статуса национального природного наследия России // Вестник Оренбургского гос. университета. 2007. Вып. 67. С. 9-14.
- Чибилев А.А.** Степи Северной Евразии. Екатеринбург, 1998. 221 с.
- Чибилев А.А.** Стратегия сохранения природного разнообразия в степной зоне Северной Евразии // Заповедное дело: Проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем. Материалы конф., посв. 15-летию гос. заповедника «Оренбургский». Оренбург, ИПК «Газпромпечатать», 2004. С. 12-16.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ
ИНЗЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ОХРАНЕ
CURRENT STATE OF MEADOW COMMUNITIES IN THE INZA RIVER BASIN AND
RECOMMENDATIONS FOR THEIR PROTECTION**

Е.Ю. Истомина

E. Y. Istomina

*ФГБОУ ВО Ульяновский государственный педагогический университет
им. И.Н. Ульянова, Ульяновск (Россия)*

Of the Ulyanovsk state pedagogical University them. I. N. Ulyanov, Ulyanovsk, Russia

Бассейн реки Инзы, имеющий площадь 3115 км², располагается в Ульяновской и Пензенской областях. Территория бассейна относится к центральной части Приволжской возвышенности и находится на границе лесной и степной зоны, поэтому здесь проявляется разнообразие растительного покрова и флористическое богатство. На территории бассейна встречаются разнообразные лесные, степные, луговые и болотные экосистемы.

Деятельность человека в последнее столетие существенно повлияла на экологическую обстановку и состояние растительного покрова территории бассейна р. Инзы. Лесистость существенно сократилась (до 40%), тогда как распаханность увеличилась до 35% от общей площади территории. В первую очередь распашке подверглись равнинные участки лесов, степей и лугов. Луговые сообщества бассейна р. Инзы практически повсеместно были распашаны и превращены в сельскохозяйственные угодья и пастбища, а также активно использовались для сенокосения.

Луговые сообщества связаны переходами с другими травяными биогеоценозам, например, степями и болотами. Плотная дерновина препятствует возобновлению леса на лугах, хотя часто встречаются поодиночке и небольшими группами деревья и кустарники. Экотонный эффект, характерный для луговых экосистем, проявляется не только значительным объемом растительной биомассы, но и биоразнообразием флоры и фауны. Таким образом, выявление ценных не нарушенных луговых участков в бассейне р. Инзы имеет научное и природоохранное значение.

На территории бассейна р. Инзы нами выявлены суходольные, низинные и пойменные луга. Как отмечает В.В. Благовещенский (2005), суходольные луга лесной зоны всегда вторичны, они формируются на вырубках или на заброшенных пашнях, которые так же ранее были заняты лесами. Суходольные луга возникают в условиях, где больше выпадает осадков и где близко от поверхности находятся грунтовые воды. На территории бассейна р. Инзы суходольные луга встречаются редко, так как при уничтожении лесов на свободную территорию проникают преимущественно степные растения и формируются различные варианты степей, а не суходольные луга. Один из ценных суходольных луговых участков с *Nardus stricta* L. находятся в долине реки Юловки к юго-западу от села Юлово Инзенского района Ульяновской области. Луг расположен на сырой почве с кочковатым рельефом. *Nardus stricta* L. представлен мощными экземплярами, несмотря на выпас скота, кроме того сохраняются его характерные спутники – *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Agrostis tenuis* Sibth., *Anthoxanthum odoratum* L., *Festuca rubra* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. *Nardus stricta* L. – вид, находящийся на южной границе ареала, и включенный в Красную книгу Ульяновской области (2015) с категорией 2а (сокращающийся в численности из-за нарушения местообитаний). Требуется тщательный контроль и сохранение известных местообитаний этого вида.

Чаще на исследуемой территории встречаются участки суходольных лугов, где доминирующими являются такие мезофитные злаки, как *Agrostis tenuis* Sibth., *Poa pratensis* L., *Alopecurus pratensis* L. и др. Примером таких лугов служит ассоциация тонкополевицево-разнотравного луга к западу от поселка Глотовка Инзенского района Ульяновской области. Травостой здесь вполне мезофитный, сохраняется много типичных лесных видов – *Agrostis*

tenuis Sibth., *Brachipodium pinnatum* (L.) Beauv., *Fragaria vesca* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago lupulina* L., *Poa pratensis* L., *Trifolium pratense* L., *Prunella vulgaris* L., *Vicia sepium* L. и др.

Низинные луговые сообщества располагаются на хорошо выраженных пониженных равнинах, в ложбинах, низинах, на пониженных участках незатопаемых речных долин. Весной здесь скапливается большое количество воды, что отражается на растительном покрове. Почвы богаты гумусом, с близким залеганием грунтовых вод. Их площадь на территории бассейна р. Инзы не велика. Многие из низинных лугов постепенно заболачиваются. В травостое наряду с представителями семейства *Poaceae* – *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Poa pratensis* L. широко представлено разнотравье, преимущественно из мезофитных и гигрофитных видов.

Ценный луговой низинный участок с редким охраняемым видом (*Gladiolus imbricatus* L.) обнаружен на южной окраине села Чёрный Ключ Базарносызганского района Ульяновской области (рис.1). Небольшой луговой участок, площадью 200×200 м, расположен близ ручья, приток реки Сызганки. Рельеф участка равнинный с небольшим понижением в северной части, почвы чернозёмные, хорошо увлажнённые. Популяция шпажника черепитчатого насчитывает всего 35 растений, из которых 25 находятся в стадии цветения, что свидетельствует о семенном размножении данного вида на изучаемой территории. Средняя высота особей составляет 60 см, причём самые крупные представители произрастают рядом с куртиной, образованной *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *Salix cinerea* L. и *S. alba* L. Высота особей *Gladiolus imbricatus* L. здесь достигает 90-100 см. Соцветие состоит в среднем из 5 – 10 цветков. Среднее количество коробочек составляет 4 – 8, что свидетельствует о хорошем семенном размножении.

Растения распространены малочисленными группами 2-4 особи по всему луговому участку. Наибольшая концентрация особей отмечена вблизи с древесно-кустарниковыми куртинами, что вероятно связано с более высоким уровнем увлажнения.

Видовой состав на луговом участке разнообразен. Нами отмечено более 50 видов высших сосудистых растений. Высокотравье образованного влаголюбивыми злаками (*Alopecurus pratensis* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Poa trivialis* L., *Dactylis glomerata* L.) и разнотравьем (*Ranunculus acris* L., *Bistorta carnea* (C.Koch) Kom., *Geum rivale* L., *Coccycyanthe flos-cuculi* (L.) Fourg., *Galium mollugo* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Rumex confertus* Willd., *R. crispus* L., *Stachys sylvatica* L., *Centaurea jacea* L., *Centaurea pseudophrygia* C.A. Mey.). Среди растений более низкого яруса отмечены *Agrostis canina* L., *A. tenuis* Sibth., *Anthoxanthum odoratum* L., *Poa annua* L., *Ranunculus auricomus* L., *R. repens* L. *Polygonum minus* Huds., *P. scabrum* Moench, *Geum urbanum* L., *Potentilla anserina* L., *Dianthus deltoides* L., *Saponaria officinalis* L., *Rhinanthus minor* L., *Stellaria graminea* L., *Galium palustre* L., *Carex hirta* L., *C. leporina* L., *Juncus filiformis* L., *Prunella vulgaris* L., *Plantago media* L., *Achillea millefolium* L., *Amoria montana* (L.) Sojak, *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L., *Veronica serpyllifolia* L., *Campanula patula* L.

Луг, расположенный на окраине села, постоянно испытывает антропогенное воздействие, как со стороны местных жителей, так и домашнего скота. Интенсивный выпас и сбор растений на букеты могут нанести значительный вред состоянию популяции шпажника черепитчатого. Через луг проходит так же грунтовая дорога, которая активно используется местными жителями и сельскохозяйственной техникой. В силу биоморфологических и фитоценологических особенностей *Gladiolus imbricatus* L. считается уязвимым в природных сообществах, поэтому необходим тщательный контроль за состоянием популяции и поиск новых местообитаний, а так же организация памятника природы регионального значения.

Пойменные луга в большей степени сохранились в верховье реки Инзы и в поймах малых рек – Юрловки, Сызганки, Сюзсюмки, Маиса, Папузки и др. В период весенних половодий территории лугов заливаются талыми водами.

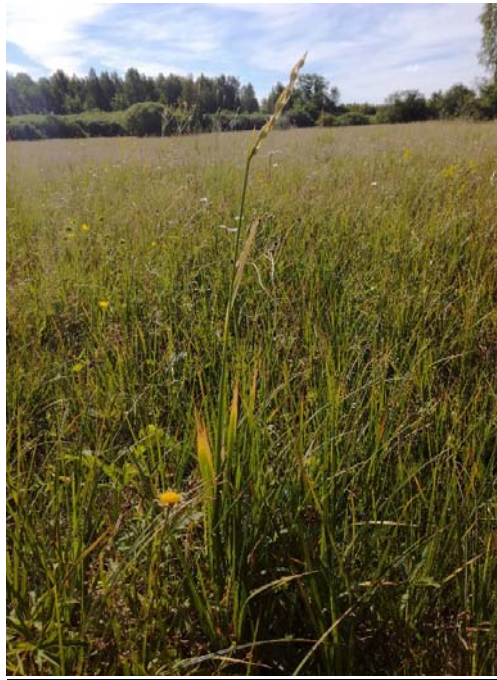


Рис. 1. Луг с *Gladiolus imbricatus* L. в окрестностях с. Чёрный Ключ (26.06.2019 г., фото автора).

В травостое таких лугов наряду с гигрофитными злаками доминируют и различные виды осок (*Carex vesicaria* L., *Carex acuta* L., *Carex vulpina* L., *Carex cespitosa* L. и др.). Из разнотравья отмечены *Senecio fluviatilis* Wallr., *Inula helenium* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Valeriana officinalis* L., *Lysimachia vulgaris* L. и др.

Ценный участок заболоченного луга обнаружен северо-западнее села Сосновый Бор Базарносызганского района Ульяновской области вдоль берегов болота в юго-западной его части. Среди лугового разнотравья, представленного *Poa pratensis* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Lysimachia vulgaris* L., *Equisetum pratense* L., *Acetosa pratensis* Mill., *Bistorta carnea* (C.Koch) Kom., *Epilobium palustre* L., *Carex leporina* L., *Juncus compressus* Jacq., *Galium uliginosum* L., *Rhinanthus minor* L. обнаружены 4 особи редкого для области вида *Dactylorisa maculata* (L.) Soo. Этот сокращающийся в численности вид входит в Европейский список краснокнижных сосудистых растений (Bilz и др., 2011) с категорией LC – требующий внимания, в Приложение II конвенции СИТЕС, Красную книгу Ульяновской (2015) и Пензенской (2013) областей. Для сохранения популяции *Dactylorisa maculata* (L.) Soo. необходима организация памятника природы регионального значения.

Таким образом, обнаруженные луговые сообщества с редкими уязвимыми видами растений нуждаются в тщательной охране и рекомендованы нами для организации памятников природы регионального значения.

Статья подготовлена в рамках Договора № 04/2019-Р о предоставлении гранта Всероссийской общественной организацией «Русское географическое общество».

ЛИТЕРАТУРА

- Благовещенский В.В.** Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием. Ульяновск: УлГУ, 2005. 715 с.
- Красная книга Ульяновской области.** Москва: Изд-во «Буки Веди», 2015. 300 с.
- Красная книга Пензенской области.** Т.1: Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2-изд. Пенза, 2013. 300 с.
- Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V.** European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.cites.org/>.

**К ВОПРОСУ О ВОССТАНОВЛЕНИИ ЛЕСОВ
В ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНАХ РЕК МОРДОВИИ**
А.В. Каверин, Д.Н. Василькина, Н.В. Дюков, И.А. Замкина

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет,
Саранск (Россия)*

**FOREST RESTORATION IN THE CATCHMENT BASINS
OF THE RIVERS OF MORDOVIA**
Alexander Kaverin, Diana Vasilkina, Nikita Dyukov, Irina Zamkina
National Research Mordovia State University, Saransk (Russia)

На текущем этапе развития знания учёными России (Горшков В.В., Горшков Г.Г., Данилов-Данильян В.И. и др., 1999; Горшков, Макарьева, 2006; Паленова, 2004), США (Makarieva, Gorshkov, 2009; Muller, 2017), Бразилии (Nobre, 2014) получены новые текущие доказательства того, что существование рек и осадков на суше определяется функционированием ненарушенных естественных лесов. В концепции, выдвинутой В.Г. Горшковым (Горшков, Макарьева, 2006; Makarieva, Gorshkov and others, 2013) отмечено, что «ненарушенный лес представляет собой живой насос на основе солнечной энергии, закачивающий на сушу атмосферную влагу, испарившуюся на поверхности океана», показано, что «засухи, пожары, наводнения, а также ураганы и смерчи на суше являются следствием нарушения лесного покрова и прекращением действия лесного насоса влаги, а уничтожение лесов приводит к полному опустыниванию континентов».

Стоит отметить, что первым этот тезис выдвинул классик мировой географической науки Д. Марш, который, связывая «неустойчивость американской жизни» в середине XIX в. с процессом обезлесения, дал следующую оценку этому явлению: «истребление лесов сопровождалось важными последствиями относительно осушения почв, внешнего очертания земной поверхности, а также местных климатических условий, - и это влияние истребления лесов на географической поверхности Земли едва ли не более ярко, чем какой-либо другой результат человеческой деятельности...» (1866, с. 307).

Двумя десятилетиями позже российский ученый Я. Вейнберг (1884) указал на массовое истребление лесов в европейской части России как основную причину упадка земледелия, садоводства, рыболовства и охоты в середине XIX в. На это же, но в середине XX в. указывали выдающиеся российские ученые – гидролог М.И. Львович (1986) и лесовод Молчанов (1961, 1966, 1968). Региональные проблемы, связанные с обезлесением, рассмотрены в научных работах Г.Г. Данилова (1992), А.И. Душина (1969), Г.А. Харитоновой (1963).

В развитие концепции Ю. Одума (1975, с. 25) о том, что «водосборный бассейн представляет собой элементарную экосистему, которую следует рассматривать как целое при правильном ведении хозяйства», нами проводятся исследования по оценке степени обезлесенности водосборных бассейнов рек на территории Республики Мордовия.

По характеру внутригодового режима стока, а также по изменению сроков календарных сезонов Верхне-Волжский регион разделен на пять районов. Республика Мордовия занимает V (юго-восточный), который объединяет бассейны рек Мокши и Суры. По характеристике внутригодового стока и, как следствие, степени его зарегулированности, связанной с гидрологическими особенностями, исследуемая территория разделена на подрайоны – Мокшанский и Сурский. Реки Мокшанского подрайона (бассейна Мокши и Алатыря) отличаются наименьшей естественной зарегулированностью стока: на долю весеннего приходится 85 % годового стока, летне-осеннего – 10 %, зимнего - 5 % (География Мордовской АССР, 1983). Наибольшую естественную зарегулированность стока имеют реки Сура, Калыша, Сатис.

Зарегулированность определяется во многом климатическими условиями – насколько равномерно во времени распределяются осадки, формирующие сток рек. Участие осадков в формировании речного стока определяется температурными условиями: особенно существ-

венную роль в снижении его зарегулированности играют зимние отрицательные температуры, благодаря которым имеется значительный период времени продолжительностью около полугода, когда в речном бассейне происходит практически только накопление твердых осадков без их таяния и участия в питании рек. После того, как осадки (прежде всего талые воды) поступают на поверхность бассейна, большую роль начинают играть и регулирующие свойства самого бассейна. Важно, например, насколько водопроницаема поверхность водосбора – сразу вода попадает в реки или сначала питает подземные водоносные горизонты и только потом, намного позднее поступает в русло реки. Поэтому при прочих равных условиях более «гладко» должны меняться расходы воды у тех рек, где широко распространена лесная растительность.

В настоящее время происходит резкое изменение климата. Таким образом, четко прослеживается связь изменений гидрологического режима с изменением температуры воздуха. Повышение зимних температур привело к увеличению оттепелей и, как следствие, к повышению минимального зимнего стока и уменьшению максимальных расходов и слоев весеннего половодья (Шикломанов, Георгиевский, 2002).

Особую роль в этом играют степень залесенности водосборов, их заболоченность, наличие карстовых областей, различие в геоморфологических условиях. Показательным примером может служить эмпирическая зависимость нормы слоя весеннего половодья от залесенности водосборов. Этот показатель уменьшается с увеличением площади леса на водосборах, за исключением р. Уркат и верховьев р. Алатырь, которые находятся в карстовых ландшафтах. Модули максимального стока слоя половодья с увеличением площади водосбора уменьшаются, хотя этот показатель по некоторым рекам региона не подчиняется общей закономерности (при близких площадях бассейна они имеют отличающиеся величины максимальных модулей) (География Мордовской АССР, 1983).

Внутригодовое распределение стока (по сезонам, месяцам) обычно выражается в процентах от величины годового стока (табл. 1). Распределение стока внутри года в соответствии с климатическими факторами и факторами подстилающей поверхности (степени озёрности, заболоченности, лесистости, наличие карста) неравномерно.

Таблица 1 – Водоносность рек Мордовской АССР (География Мордовской АССР, 1983)

Река	Створ	Месячный сток, % от годового											
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Мокша	Темников	2,9	62,4	14,9	3,4	2,3	1,7	1,9	2,0	2,6	2,3	1,7	1,9
Исса	Паево	3,4	75,0	11,6	1,9	1,2	0,9	0,8	1,6	1,0	1,4	0,8	0,4
Сивинь	Сивинь	2,7	73,1	11,4	2,5	1,5	1,3	1,0	2,0	1,4	1,4	0,9	0,8
Уркат	Урей	4,6	69,2	6,6	3,1	3,1	1,3	1,2	1,6	5,0	2,2	1,0	1,1
Сатис	Росстанье	6,2	63,2	6,0	3,4	2,8	2,6	2,5	2,5	3,1	3,1	2,3	2,3
Вад	Авдалово	4,9	61,8	13,1	2,4	1,9	1,6	1,4	2,5	3,6	3,0	1,7	2,1
Сура	Леплеевское	4,5	65,2	13,7	2,8	1,5	1,8	1,2	2,5	2,0	2,2	1,4	1,2
Рудня	Кадышево	4,3	47,0	13,1	6,3	4,6	4,0	3,7	4,0	3,5	3,5	3,1	2,9
Инсар	Тургенево	3,3	66,9	11,6	3,0	2,3	1,6	1,6	2,6	1,9	2,3	1,5	1,4
Кальша	Дивеев Усад	8,5	70,9	5,4	2,2	1,8	1,3	1,2	1,6	3,2	1,6	1,0	1,3
Меня	Саранск	3,6	65,5	14,7	2,2	1,9	1,7	1,4	2,1	1,8	1,4	1,6	2,1
Виндрей	Васильевка	3,1	57,8	10,0	4,0	2,6	1,3	1,2	3,4	7,8	4,3	2,5	2,0
Алатырь	Олевка	5,0	78,2	5,6	1,6	0,9	0,6	0,6	1,7	3,0	1,4	0,8	0,6

Основное регулирующее влияние принадлежит таким факторам, как заселенность и величина площади водосбора. Оба указанных фактора, как правило, снижают долю весеннего стока и увеличивают ее в летне-осенний и зимний периоды. Речной сток подвержен непрерывному изменению как из года в год, так и в течение года: многоводные годы сменяются маловодными или средними, а многоводные сезоны года чередуются с интервалами низкого стока (Рахманов, 1975).

Состояние лесного фонда традиционно оценивалось по материалам лесоустройства, имеющим продолжительный межинвентаризационный период. Применение картографических материалов в процессе выявления и мониторинга площадей земель, занятых лесными геосистемами должно быть несомненно связано с привлечением данных дистанционного зондирования Земли, аэрокосмических и геоинформационных технологий (Лурье, 2008). В решении поставленной задачи мы использовали в качестве основного программного обеспечения геоинформационной системы (ГИС) ArcView GIS ESRI, в качестве дополнительного – ГИС SAS Планета, ГИС MapInfo Professional, программный комплекс для векторизации растровых изображений EasyTrace (Замкина, Тесленок С.А., Тесленок К.С., 2018). В ГИС ArcView GIS предварительно было произведено формирование набора геопространственной информации специализированной базы данных для целей картографирования и осуществления геоинформационно-картометрического анализа, с определением состава и характера локализации слоев географической основы и последующей разработкой содержания, и составлением электронных тематических карт. Проведение этих работ позволило получить данные о площадях лесных ландшафтов в пределах водосборных бассейнов рек Мокша и Сура и на территориях единиц административного деления Республики Мордовия (Тесленок, 2014).

Нами установлено, что в Республике Мордовия наметилась тенденция к стихийному естественному облесению земель сельскохозяйственного назначения (Вдовин, Каверин, 2015). В первую очередь это касается площадей, которые «вышли из-под лесов» (Каверин, Вдовин, Стволкова, 2015). Процесс стихийного облесения на этих землях интенсивнее всего выражен на угодьях с серыми лесными, дерново-подзолистыми, светло-серыми лесными почвами, подверженными водной эрозии и характеризующимися низким естественным плодородием. Эти многочисленные земли хотя и используются под пашню, но из-за неблагоприятных экологических условий для произрастания сельскохозяйственных культур требуют крупных затрат средств на обработку и уход, поэтому представляется экономически более выгодным передать их под залужение или облесение.

В этой связи экологически сбалансированное пользование лесными ландшафтами должно стать региональным приоритетом. Ведущее место в лесной политике Республики Мордовия должно быть отведено проектам и программам лесовосстановления, лесоразведения и реконструкции лесных насаждений. Для повышения стокорегулирующей и климатоформирующей роли лесов важно принять следующие меры.

Во-первых, активизировать планомерное облесение низкопродуктивных с сельскохозяйственной точки зрения («бросовых») земель.

Во-вторых, большие эколого-экономические выгоды обещает создание законченной системы полезащитных лесных насаждений, что позволит дополнительно получать по 300 тыс. т зерна в год. Для этого под защитными лесными насаждениями всех видов необходимо занять 5,2 % территории республики (Данилов, Лобанов, Каргин, 1980).

В-третьих, облесение овражно-балочных земель, водосборов и берегов рек. Анализ отечественного и зарубежного опыта свидетельствует о том, что «устойчивый ландшафт в лесостепной зоне может быть сформирован в том случае, если соотношение его главных компонентов (пашни, луга, леса) устанавливается в пределах 30 % по каждой составляющей» (Лопырев М.И., Макаренко, 2001). В условиях Республики Мордовия низкая лесистость (ниже 30 %) характерна для таких районов как Атюрьевский (22,5 %), Атяшевский (11,4 %), Инсарский (16,1 %), Ковылкинский (21,6 %), Лямбирский (12,2 %), Ромодановский (5,3 %), Рузаевский (16,0 %), Чамзинский (20,5 %), Октябрьский (13,3 %), Старошайговский (22,2 %). В этих же районах низка облесенность водосборов и берегов рек. В Атюрьевском районе это,

прежде всего, касается реки Ляча, в Атяшевском районе – рек Вежня, Вечерлейка, Нуя, Большая Сарка в Инсарском районе - рек Исса, Тарса, Вязеро, Инсарка, Кириклейка, Зуевка, Потиж, в Ковылкинском районе - рек Паньжа, Сезелка, Чепура, в Лямбирском районе – рек Лямбирка, Пензятка, Ришлейка, Рудня, в Ромодановском районе – рек Аморда, Большая Атьма, Салминка, в Рузаевском районе – рек Шебдас, Ускляй, Акшенас, Пишля, в Старошайговском районе – рек Рудня, Руднячка, Ирсеть, Летка, Шалма, в Чамзинском районе – рек Пернелейка, Нуя, Бутырлейка, в Октябрьском районе – рек Карнай, Тавла (Каверин, Василькина, Резаков и др., 2018).

Для защиты пойменных земель от эрозии, укрепления берегов малых рек от размыва, предотвращения заиления и обмеления русел, мы рекомендуем систему лесных насаждений шириной прибрежных полос от 15 до 100 м в зависимости от характеристики прилегающих к водоисточникам угодий и крутизны склонов (Лопырев, Макаренко, 2001).

Важной мерой считаем экологическое обустройство овражно-балочных земель, которые, к примеру, в бассейне реки Суры и ее притоков занимают от 10 до 25 % водосборной площади балочных систем. Еще в 1949 году специальная изыскательская экспедиция выявила на территории Мордовии 168 341 га (или более 10 % сельскохозяйственных угодий) полностью деградированных земель (Каверин, Василькина, Резаков и др., 2018). В эту площадь вошли овраги и сильноэродированные склоны балок – 148 637 га, а также песчаные пустыри – 19 704 га.

Начатая в 1949 г. широкая компания работ по агролесомелиорации была призвана повысить лесистость Мордовии на 10,9 % и тем самым ликвидировать и предупредить в дальнейшем деструктивные процессы в агроландшафтах (Васильев В.П., 1950). Однако, большой политический размах работ по защитному лесоразведению не был подкреплен материально-технической базой, а с 1953 года, в силу известных субъективных причин, агролесомелиоративные работы на территории Мордовии начали свертываться, вследствие этого, из заложенных с 1949 по 1954 гг. 43 310 га лесных полос, на 1 января 1962 г. сохранилось лишь 5 453 га или 12,6 % (Данилов Г.Г., 1972).

В современный период более 90 % площади овражно-балочных земель (ОБЗ) занимают пастбища и сенокосы. Очевидно, что природоохранная и экономическая эффективность пастбищ и сенокосов очень низкая по сравнению с лесом (Молчанов А.А., 1966). В этой связи актуальна экологическая необходимость существенного сокращения площади пастбищ и сенокосов на ОБЗ при одновременном увеличении площади леса.

Вместе с тем следует признать объективность действия законов природы. В соответствии с 3-м законом Б. Коммонера, «природа знает лучше и берет свое» в Мордовии начали стихийно зарастать малоценными лесными породами (осина, береза, ива, клен и т.п.). Наши исследования с использованием методов дистанционного зондирования (Каверин, Вдовин, Василькина и др., 2016) позволили выявить административные районы с наиболее крупными участками сельхозугодий, заросших древесно-кустарниковой растительностью. На карте (рис 1.) помечены темным цветом административные районы Мордовии (10 из 23-х), в которых стихийное облесение сельхозугодий достигло от 12 до 20 %.

Таким образом, если ориентироваться на «придержки» наших коллег из Воронежского государственного аграрного университета (Лопырев, Макаренко, 2001) в плане доведения лесистости агроландшафтов до 30 %, то за счет облесения водосборов и берегов малых рек, а также овражно-балочных земель, покрытую лесом площадь в Мордовии необходимо увеличить на 150,5 тыс. га. или на 5,8 %. В совокупности с 5,2 % площади под полезащитными лесными насаждениями они приблизят лесистость республики к оптимальной для всех ее районов и обеспечат рациональное распределение площадей лесов между сельским и лесным хозяйством.

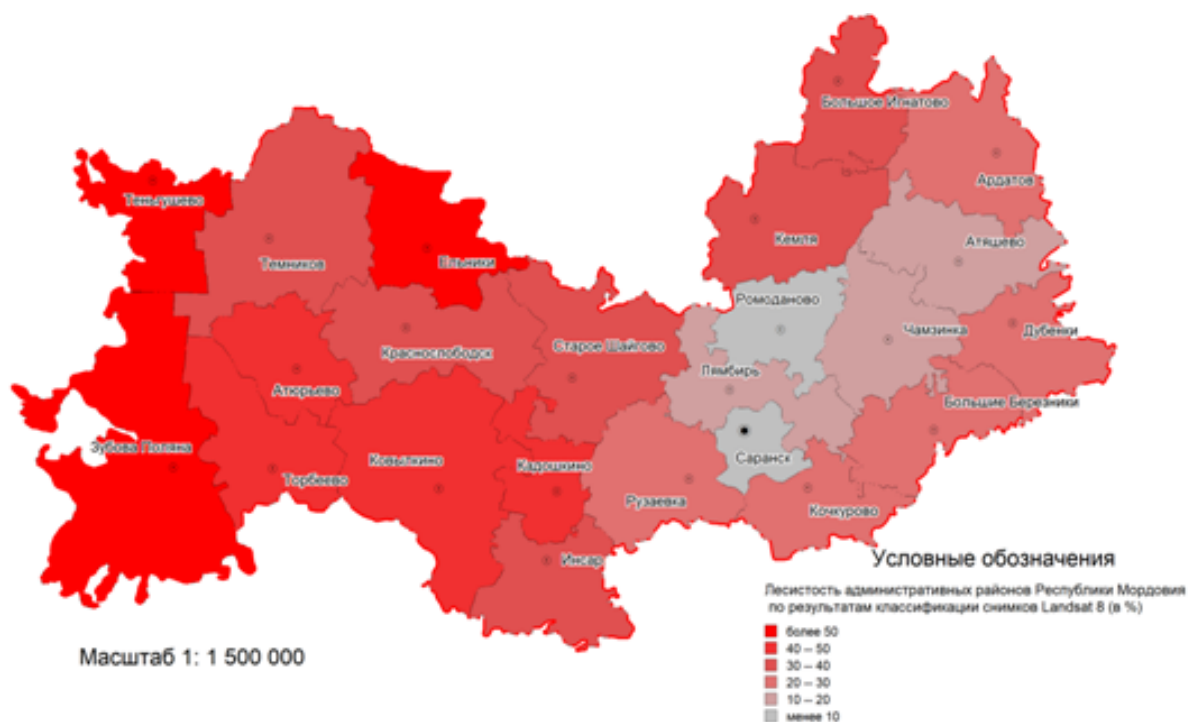


Рис. 1. Лесистость административных районов Республики Мордовия (Каверин, Вдовин, Василькина, 2016)

Структура земельных угодий в определенной мере станет соответствовать исходному ландшафту. А учет данной закономерности позволит достигать наибольшей хозяйственной эффективности и обеспечивать устойчивость ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев П.В.** Развитие социалистического лесного хозяйства СССР // Тр. Ин-та леса АН СССР. М. : Госпланиздат, 1950. С. 5-51.
- Вдовин Е.С., Каверин А.В.** К вопросу об оптимальной лесистости на территории Республики Мордовия. // Экология и природопользование: прикладные аспекты: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. С. 59-63.
- Вейнберг Я.** Лес. Значение его в природе и меры к его сохранению. М.: тип. Э. Лиснер и Ю. Роман, 1884. 564 с.
- География Мордовской АССР: Учеб. пособие / Редкол.: М.М. Голубчик, С.П. Евдикимов (отв. ред.) и др. Саранск: Изд. Мордов. ун-та, 1983. 304 с.
- Горшков В.В., Горшков В.Г., Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Макарьева А.Н.** Биотическая регуляция окружающей среды // Экология, 1999, №2, С. 105-113.
- Горшков В.Г., Макарьева А.М.** Биотический насос атмосферной влаги, его связь с глобальной атмосферной циркуляцией и значение для круговорота воды на суше. СПб. : Изд-во ПИЯФ, 2006. 49 с.
- Данилов Г.Г.** Защитим поля от засухи и эрозии (агролесомелиорация Мордовской АССР). Саранск: Морд. кн. изд-во, 1972. 152 с.
- Данилов Г.Г., Лобанов Д.А., Каргин И.Ф.** Эффективность агролесомелиорации в Нечерноземной зоне РСФСР. М. : Лесная пром-сть, 1980. 168 с.
- Душин А.И.** Проблемы использования малых рек Мордовии (рыбы): Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Горький: Горьк. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 1969. 19 с.
- Замкина И.А., Тесленок С.А., Тесленок К.С.** Оценка результатов информационно-картометрического анализа лесной площади Республики Мордовия // ИнтерКартоИнтерГИС-24, 2018. С. 394-404.
- Каверин А.В., Василькина Д.Н., Резаков Г.Р., Вдовин Е.С., Гераськин М.Н.** Сельскохозяйственная экология и опыт ее применения в практике земельного ландшафтного планирования в Республике Мордовия // Проблемы региональной экологии, 2018, №5, С. 180-186.

- Каверин А.В., Вдовин Е.С., Василькина Д.Н., Левашкина О.М.** Анализ взаимосвязи почвенных условий и характера стихийного облесения земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Мордовия с использованием спутниковых снимков LANDSAT // Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территории в условиях глобальных изменений климата: Матер. междунар. конф. Том 2, 2016. С. 103-111.
- Каверин А.В., Вдовин Е.С., Стволкова Е.Н.** Сравнительная оценка лесистости на территориях республик Мордовия и Марий Эл по результатам классификации спутниковых снимков LANDSAT // ИнтерКартоИнтерГИС-21. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: материалы Междунар. науч. конф. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. С. 433-438.
- Лопырев М.И., Макаренко С.А.** Агрolandшафты и земледелие: учеб. пособие. Воронеж: ВГАУ, 2001. 168 с.
- Лурье И.К.** Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М. : КДУ, 2008. 424 с.
- Львович М.И.** Вода и жизнь: Водные ресурсы, их преобразование и охрана. М. : Мысль, 1986. 256 с.
- Марш Д.П.** Человек и природа или о влиянии человека на изменения физико-географических условий природы. СПб., 1866, 561 с.
- Молчанов А.А.** Лес и климат. М. : Изд-во акад. наук СССР, 1961. 279 с.
- Молчанов А.А.** Лес и окружающая среда. М. : Наука, 1968. 247 с.
- Молчанов А.А.** Оптимальная лесистость. М. : Наука, 1966. 126 с.
- Одум Ю.** Основы экологии. Москва : Мир, 1975. 740 с.
- Паленова М.М.** Общая характеристика видового и возрастного состава древостоя современных лесов // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность ; отв. ред. О. В. Смирнова, 2004, кн. 1. С. 314–324.
- Рахманов В.В.** Водорегулирующая роль лесов // Труды Гидрометцентра СССР. Вып. 153., Л. 1975. 192 с.
- Тесленок К.С.** Возможности применения цифровых моделей и рельефа для рационализации природопользования / К.С. Тесленок, Е.А. Васильковская, Д.Н. Ютяева // Природопользование: состояние и перспективы развития: Матер. науч. конф. мол. уч. 26-27 марта, Минск 2014. С. 113-116.
- Харитонов Г.А.** Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях лесостепи М. : Гослесбумиздат, 1963. 255 с.
- Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю.** Влияние антропогенных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы // Изменение климата и их последствия. СПб. : Наука, 2002. С. 152-164.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G.** Condensation-induced dynamic gas fluxes in a mixture of condensable and non-condensable gases // *Physic Letters A*, 2009, №373, P. 2801-2804.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Li B.-L.** Revisiting forest impact on atmospheric water vapor transport and precipitation // *Theoretical and Applied Climatology* 111, 2013, P. 79–96.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Nefiodov A.V., Sheil D., Nobre A.D., Bunyard P., Li B.-L.** The key physical parameters governing fictional dissipation in a precipitating atmosphere // *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2013, №70, P. 2916-2929.
- Muller A.** Evidence of a reduction in cloud condensation nuclei activity of water-soluble aerosols caused by biogenic emissions in a cooltemperate forest // *Scientific Reports* 7, №8452, 2017. 12 p.
- Nobre A.D.** The future climate of Amazonia: scientific assessment report // *Journal Experts*, 2014. 42 p.

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНАХ ХМАО-ЮГРЫ ПО ДАННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Л.Н. Казанцева

Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры “Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпилемана”, Тюмень (Россия)

THE QUALITY OF NATURAL WATERS IN DRAINAGE BASINS KMAO- YUGRA ACCORDIND TO ENVIRONMENTAL MONITORING OF SUBSOIL USERS

Ludmila Kazantseva

Autonomous institution of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra V.I.Shpilman research and analytical centre for the rational use of the subsoil, Tyumen

Территория Ханты-Мансийского автономного округа на 99,6 % лежит в пределах Обь-Иртышской водосборной области, которая представляет собой речную систему, находящуюся на разных гипсометрических уровнях, и связанную потоками веществ, движущихся от более высоких уровней к более низким (Атлас «Особо охраняемые ...», 2006). Основными водосборными бассейнами округа являются Обской (р. Обь), Вахский, Аганский, Тромъеганский, Ляминский, Юганский, Казымский, Иртышский, Кондинский, Сосьвинский (рис. 1).

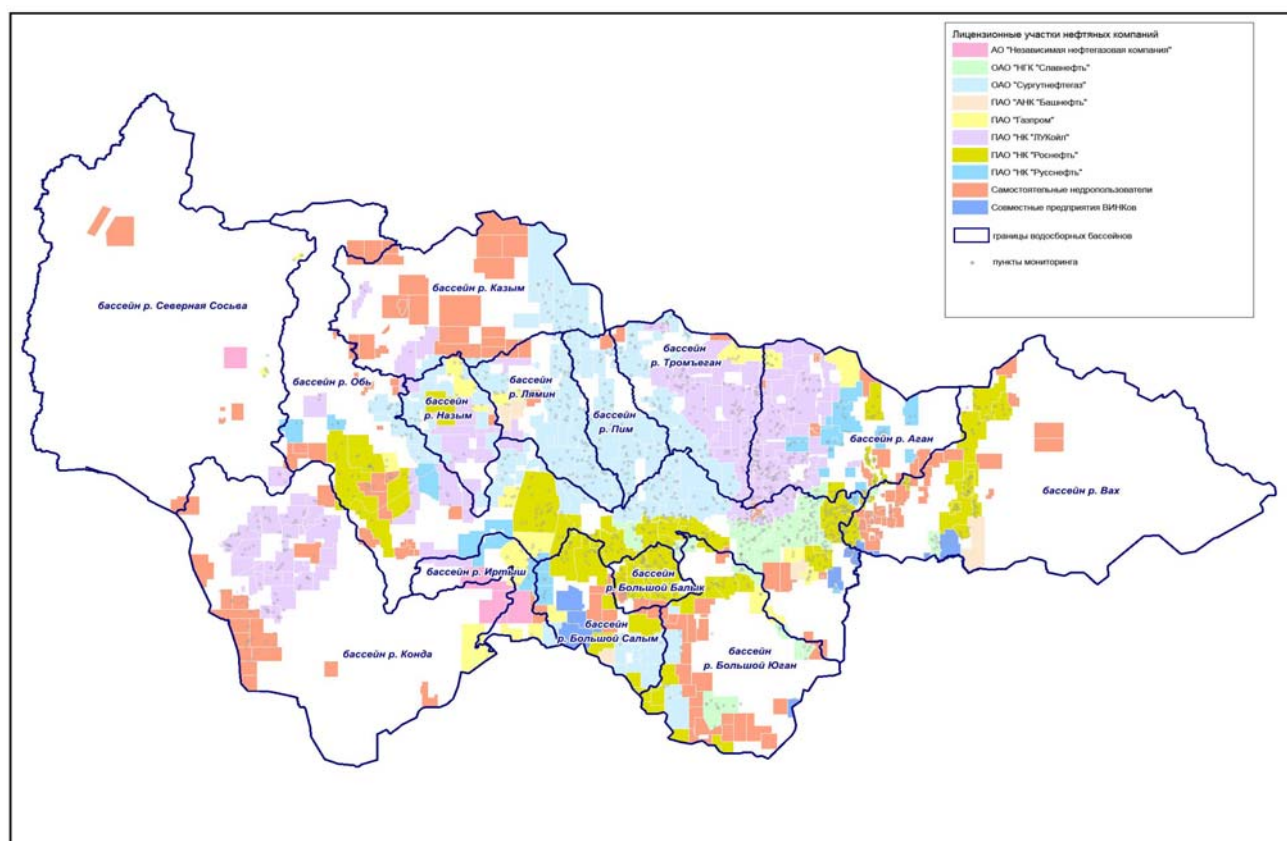


Рис.1. Пункты экологического мониторинга недропользователей в водосборных бассейнах ХМАО-Югры

При изучении воздействия природопользования на состав поверхностных вод весьма информативен бассейновый метод, при котором в качестве объектов исследований выступают водосборные бассейны как единое целое (Московченко, 2013).

Экологический мониторинг поверхностных вод ежегодно осуществляется недропользователями на всей территории распределённого фонда недр в соответствии с Постановлением Правительства ХМАО-Югры от 23 декабря 2011 года №485-п, которое определяет требования к размещению и количеству постов мониторинга, периодичности отбора проб, перечню измеряемых показателей. В поверхностных водах проводятся определения 19 параметров и загрязняющих веществ: водородный показатель рН, ионы аммония, нитраты, БПК полный, фосфаты, сульфаты, хлориды, АПАВ, углеводороды (нефть и нефтепродукты), фенолы, железо общее, свинец, цинк, марганец, никель, ртуть, хром, медь, токсичность хроническая. Пробы отбираются на зафиксированных контрольных и фоновых пунктах мониторинга. Периодичность опробования поверхностных вод: зимняя межень, начало половодья, летне-осенняя межень, перед ледоставом, а также ежемесячные наблюдения за хлоридами и углеводородами в соответствии с проектами локального экологического мониторинга.

В 2017 году недропользователями было отобрано 8957 проб поверхностных вод на 1718 пунктах мониторинга 318 лицензионных участков недр. 32 лаборатории произвели 97609 измерений КХА и токсичности. На основе такого колоссального количества данных выполнен анализ качества поверхностных вод в 14 основных бассейнах ХМАО-Югры. Он выявил ряд гидрохимических особенностей каждой территории (таблица).

Таблица – Доля проб с превышениями ПДК загрязнителей поверхностных вод в водосборных бассейнах ХМАО-Югры (%)

Название показателя	бассейн р. Аган	бассейн р. Большой Балык	бассейн р. Большой Салым	бассейн р. Большой Юган	бассейн р. Вах	бассейн р. Иртыш	бассейн р. Казым	бассейн р. Конда	бассейн р. Лямин	бассейн р. Назым	бассейн р. Обь	бассейн р. Пим	бассейн р. Северная Сосьва	бассейн р. Тромъеган
число измерений	14449	5062	3737	4345	9770	812	1831	8889	4501	860	29805	3996	1131	8421
АПАВ		0.8			10.3		12.9	3.6		27.3	2.0	0.5	10.2	
БПК полный	5.4	2.9	11.2	20.5	14.4	52.4	20.4	2.0	10.1	54.5	19.1	0.5	15.3	2.4
Ионы аммония	31.1	88.5	72.2	40.0	65.9	7.1	34.4	12.1	31.8	54.5	41.5	39.9	59.3	60.1
Никель	5.2	0.8	6.4	0.9	2.2		20.4	2.0	2.3		0.4	4.3		3.4
Ртуть	2.0	18.9	10.2	6.5	1.5	9.5		6.9	0.5		8.9	1.6		0.7
Свинец	2.7	2.9	24.6	5.1	4.3			4.2	6.5		2.7	5.3		3.6
Углеводороды (нефть и нефтепродукты)	1.4	16.2	5.7	5.8	6.9			0.2	0.7	3.6	5.8		9.4	
Фенолы (в пересчете на фенол)	16.2	35.2	38.0	25.1	12.5	9.5	18.3	14.7	12.4	22.7	12.7	10.1		10.7
Фосфаты	0.7	3.7	8.6	7.0	1.7	11.9	1.1		0.5	6.8	2.7		15.3	0.2
Хлориды											0.1			
Хром	0.6	1.6	7.0	0.9	0.4		2.2		3.2		2.5	5.3		7.3
доля токсичных проб (%)	47.1	1.2	0.0	5.6	53.2	0.0	32.3	0.0	31.3	27.3	24.1	26.6	0.0	13.9

Водородный показатель характеризует воды округа как слабокислые и нейтральные. При этом, более кислые воды характерны для правых притоков Оби – водных объектов бассейнов рек Аган, Вах, Лямин, Пим, Тромъеган. Нейтральные воды характерны для левых притоков - водных объектов бассейнов рек Большой Балык, Большой Салым, Большой Юган, Иртыш, Конда, Северная Сосьва и бассейна р. Обь.

Воды округа богаты растворёнными формами металлов – средние концентрации железа варьируют от 7 до 25,6 ПДК в 2017 году, что близко к значениям 2016 г. – от 6,6 ПДК до 23 ПДК.

Средние концентрации марганца варьируют от 5,6 ПДК до 15 ПДК, что ниже показателей 2016 года. Среднее содержание меди в зависимости от бассейна стока составило: в 2017 г. – от 1,7 ПДК до 8,4 ПДК; в 2016 г. – от 1,2 ПДК до 9 ПДК. Во всех бассейнах, за исключением бассейнов рек Аган, Конда, Северная Сосьва средняя концентрация цинка превышает ПДК до 6 раз. Средние концентрации никеля, свинца, хрома в 2017 не превышают ПДК ни в одном из бассейнов.

Повсеместно превышена ПДК ионов аммония. Доля загрязнённых проб колеблется от 7,1% в бассейне р. Иртыш до 88,5% в бассейне р. Большой Балык. Средняя концентрация ионов аммония лишь в бассейнах рек Иртыш, Конда, Лямин и Казым не превышает ПДК, в последних двух вплотную приближаясь к этому значению.

Несколько лучше ситуация с фенольным загрязнением. Если в 2016 году воды были загрязнены фенолами повсеместно (Доклад об экологической..., 2017), а средние концентрации достигали 110 ПДК, то в 2017 году средние концентрации варьируют от 0,47 ПДК (бассейн р. Северная Сосьва) до 1,86 ПДК (бассейн р. Вах). Доля проб с превышениями норматива варьирует от 9,5% до 38%, а в бассейне р. Северная Сосьва превышения ПДК по фенолам в 2017 году не зарегистрированы.

Не зарегистрированы превышения ПДК по нефтепродуктам в бассейнах рек Иртыш, Казым, Пим, Тромъёган. Среднее значения не превышают ПДК ни в одном из бассейнов. Доля отдельных проб с превышениями ПДК нефтепродуктов достигает 16,2% в бассейне р. Большой Балык.

Лишь один факт превышения ПДК хлоридов зафиксирован в 2017 году. Это произошло в бассейне р. Обь. Превышения ПДК сульфатов и нитратов отсутствуют. Их средние значения составляют десятые и сотые доли ПДК. Не превышают ПДК средние значения фосфатов, однако, в бассейне р. Северная Сосьва 15,3% образцов загрязнены фосфатами.

1149 образцов из 4730 (24,3%) оказали токсическое действие на гидробионтов. Наибольшая доля токсичных проб в бассейнах рек Вах (53,2%), Аган (47,1%), Казым (32,3%), Лямин (31,3%). Не токсичны воды в бассейнах рек Большой Салым, Иртыш. Конда, Северная Сосьва.

По комплексу показателей можно сказать, что среди водосборных областей наиболее загрязнены воды бассейнов рек Большой Салым и Большой Балык. Наименее – воды бассейнов рек Конда, Аган, Лямин, Пим. Это подтверждается расчётами индексов загрязнения вод (ИЗВ) (рис. 2). В целом по автономному округу ИЗВ равен 2,1, что обусловлено повсеместно высоким содержанием типоморфных элементов, в первую очередь, металлов.

Анализ данных за ряд лет позволяет делать выводы о том, что качество природных сред в ХМАО-Югре формируется, в большей степени, под воздействием природных и климатических факторов. Антропогенное влияние проявляется в меньшей степени и выражено, в основном, повышенными концентрациями металлов, солей и нефтепродуктов на контрольных пунктах в сравнении с фоновыми. Следует отметить, что средние концентрации большинства компонентов имеют тенденцию к снижению, что обусловлено уменьшением количества экстремально высоких значений. В то же время улучшается точность химанализа, снижается порог обнаружения веществ. Это особенно важно, поскольку многие компоненты присутствуют в образцах природных сред в очень малых количествах или же их нет совсем.

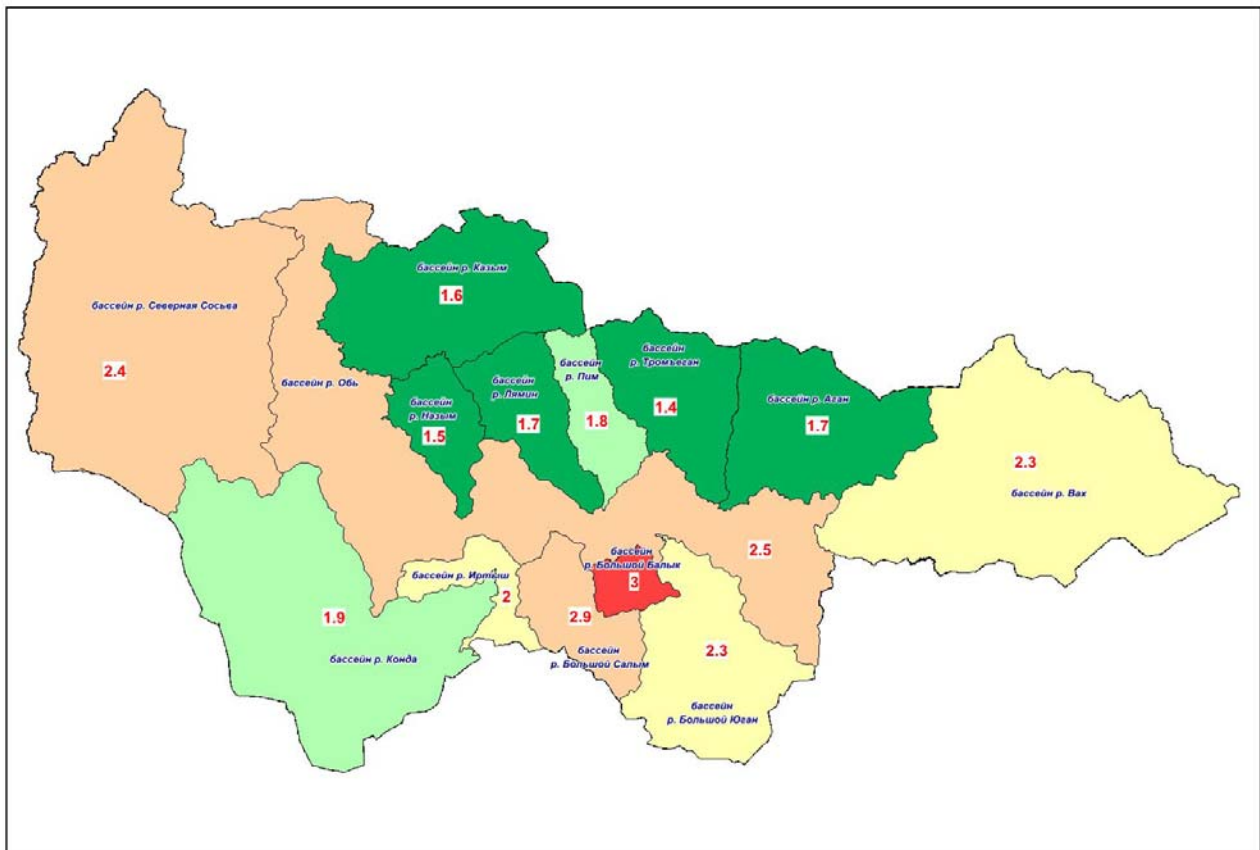


Рис.2. Индексы загрязнения вод в различных водосборных бассейнах ХМАО-Югры

Анализируя результаты экологического мониторинга на лицензионных участках недропользования, можно сказать, многолетние систематические исследования качества природных сред уже привели к положительным результатам. Во-первых, в автономном округе накоплен значительный массив данных химанализа, который позволяет выявлять закономерности и тенденции распространения веществ. Это позволяет прогнозировать возможные последствия в случае изменения, как природных условий, так и промышленных факторов. Во-вторых, нельзя не отметить повышение экологической сознательности и ответственности недропользователей в процессе многолетнего выполнения проектов мониторинга. В-третьих, в автономном округе развиваются химико-аналитические лаборатории, предоставляющие специализированные услуги нефтяным компаниям. Совершенствуются методики и оборудование, улучшается качество химанализа.

Многолетние исследования дают основания считать, что результаты экологического мониторинга объективно показывают влияние техногенных объектов на окружающую среду. Положительный опыт ХМАО-Югры по ведению экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр позволяет рекомендовать разработку подобных систем наблюдений за состоянием окружающей среды и в других регионах Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас* «Особо охраняемые природные территории и леса Ханты-Мансийского автономного округа Югры». Т. 2 / Гос. пр-тие ХМАО-Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана». Ханты-Мансийск, 2006, 120 с.
- Доклад об экологической* ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе в 2016 году: Информац. Изд. / Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО-Югры. Ханты-Мансийск, 2017. 202 с.
- Московченко Д.В.* Экогеохимия нефтегазодобывающих районов Западной Сибири / Д.В. Московченко. Новосибирск: Гео, 2013. 260 с.

СВИЯГА – ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ**М.В. Капитонова***МОУ Большенагаткинская СШ МО «Цильнинский район» Ульяновской области***THE SVIYAGA RIVER: PAST AND PRESENT****M.V. Kapitonova***MOU Bol'shenagatkinskaja SSH MO «Cil'ninskij rajon», Ulyanovsk Region*

*Свияга – речка ласточкою вьется.
Легки наносы – крылья из песка.
В глуши полей откуда-то возьметсЯ,
проглянет сквозь сощурЫ тростника.
Н.Н. Благов. Свияга*

Ласточкою ласково называет Свиягу поэт Н.Н. Благов. Эта удивительная река, извиваясь, подобно голубой ленте, несет свои воды в Волгу.

В Ульяновской области это одна из крупнейших рек, путь которой в ее пределах составляет 216,4 км. Начинается она на возвышенности недалеко от села Кузоватово Ульяновской области. Является правым притоком Волги, впадая в нее в республике Татарстан.

Есть несколько версий о происхождении гидронима «Свияга». По одной из них он происходит от тюркского «си» или «су» – «вода», и «ага» – «течь»: то есть «текущая вода». По другой версии «Свияга» в русских говорах XIV века – «дикая утка» или же от слова «свить», «витьсЯ». Русские могли так назвать реку, с которой познакомились при походах в Булгарию в середине 14 века, или потому, что на реке было много уток, или оттого, что она вьется, перевивается, течет извилисто. (Барашков, 1990).

Для жителей Симбирска XVIII-XX вв. Свияга являлась важнейшей рекой после Волги. Они использовали воды Свияги для питья и бытовых нужд, на реке работали водяные мельницы. Еще в XVIII веке власти Симбирска рассматривали вопрос о прокладке водопровода. Однако проблему эту удастся решить лишь в 60-х годах XIX века. Обо всем этом свидетельствуют заметки краеведов и географов-путешественников.

Вот что писал о Свияге и ее значении для местного населения А.О. Липинский в 1868 году: «...Свияга с ее притоками имеет огромное значение для края; на ней устроено множество фабрик, заводов и мельниц, с которых хлеб идет на волжские пристани. Судходства и сплава по Свияге не существует. Жители Симбирска берут воду преимущественно из Свияги. Волжской водой пользуются только жители подгорных улиц... Самые здоровые из Симбирских вод: Свияжская и Волжская... Так как Волга и Свияга текут по окраинам города под горой, то пользование водой, особенно для небогатых обывателей внутренних улиц, бывает соединено с большими затруднениями...» (Липинский, 1868).

Но уже спустя несколько лет жители будут испытывать недостаток качественной питьевой воды.

Об этом напишет местный краевед П.Л. Мартынов: «...С устройством водопровода Симбирские жители все таки не получили хорошей воды; это объясняют отчасти неправильным устройством фильтра, отчасти неудачным выбором места для постановки водоприемника в р. Свияге, очень близко к городской мельничной плотине, значительно задерживающей течение воды. Все, что приносится с значительной части города во время дождей, все стекающее из заводов (рядом с водоприемником, на берегу Свияги, находится винокуренный завод купца Сусоколова и общественные купальни, а несколько выше по течению – пивоваренный завод купца Сачкова), остается в котловине пруда и не находит оттуда выхода. Кроме того, весной весь лед, со всеми находящимися на нем нечистотами, садится на дно пруда и увеличивает и без того огромный слой ила, образующий дно пруда.

Во время весеннего разлива, в течение, по крайней мере, трех недель, мы пьем, вместо чистой речной воды, густой раствор навоза, не успевшего еще осесть на дно пруда». (Мартынов, 1898).

В 1895 году на северном выгоне (ныне район Северного трамвайного парка) был устроен запасной водонапорный резервуар, вместимость которого составила 75 тысяч ведер, но даже это не решило полностью проблему удовлетворения потребностей жителей Симбирска в хорошей воде. Рост объема водоснабжения хронически отставал от роста потребностей города. (Табарданова, 2002).

Тесно связанной с проблемой водоснабжения была проблема стоков. Ведь в Свиягу город спускал грязные стоки из городских конюшен, торговых бань и заводов. Экологическая проблема всерьез заявила о себе в связи с ростом города, развитием промышленности и активизацией хозяйственной деятельности населения.

Какие же меры принимались по сохранению чистоты водных источников? По этому вопросу городская дума издавала обязательные постановления, регламентирующие вопросы, связанные с ассенизацией. Контроль за их исполнением был возложен на Исполнительную Санитарную Комиссию при городской управе. Но, несмотря на принятые меры, ожидаемой эффективности ассенизация не дала.

К началу XX века состояние Свияги ни чуть не изменился. Так в феврале 1910 года в газете «Волжские вести» о реке напишут следующее:... Нам передают, что вода в Свияге от губернского центра до Ишеевки совершенно непригодна в употребление не только людям, но даже скоту. Проезжающие ниже Ишеевки делали проруби для водопоя лошадей, но из-под льда шло одуряющее зловоние, и лошади воду не пили. В начале декабря прорубь была забита дохлой рыбой, сбжавшиеся крестьяне выловили ее более 150 пудов. Это, так сказать, плоды русской промышленности... (<https://ulpressa.ru/>).

Такой была Свияга пару веков назад. А что же происходит с рекой в XXI веке?

Сегодня на берегу реки расположились 13 населенных пунктов. Самым крупным является город Ульяновск. В его пределах протяжённость Свияги составляет около 25 км, причём речные участки от Вырыпаевки и до посёлка Новосельдинский периодически сменяются озёровидными расширениями-карьерями: Новый, Двойной, Черноозёрский, Пляжный, Водохранилище, Мостовая и Новосельдинский.

В черте города Свияга образует живописную обширную, сильно заболоченную пойму. На берегах – заросли ив, ольхи, местами встречается тополь чёрный, или осокорь. Около воды – тростник, рогоз и камыш озёрный. Массовым видом на Свияге стала кубышка жёлтая, образующая на поверхности воды крупные цветки с приятным запахом. В середине прошлого века в Свияге появилось и прижилось одно из самых распространённых на Земле водных растений – элодея канадская.

Более двух тысяч видов животных насчитывают зоологи в пойме Свияги, но более полутора тысяч из них - это насекомые. Среди моллюсков распространены катушки, лужанки, прудовики, а также перловицы и беззубки. По берегам Свияги можно встретить земноводных: озёрную и прудовую лягушек, зеленую жабу, обыкновенного тритона и др. Из трёх видов рептилий, обитающих здесь, большой удачей можно считать встречу с болотной черепахой – редчайшим видом области. Напротив, обыкновенный уж и прыткая ящерица – типичные обитатели побережья. По берегам реки в черте города Ульяновск отмечается около 150 видов птиц. Летом наиболее характерны озёрная чайка, речная крачка, иволга, речной сверчок, болотная и садовая камышевки, серая и садовая славки, обыкновенная чечевица и многие другие. Из водоплавающих – кряквы, неуклюжие коростель и камышницы. Млекопитающих гораздо меньше - 14 видов. В Свияге и в её пойме обычны водяная полёвка, американский вселенец – ондатра. Более редок самый крупный грызун области – бобр. Европейская норка и выдра исчезли из городской Свияги уже лет 30 тому назад, а вот ёж, лесная мышь, ласка, чёрный хорь ещё выдерживают испытание городской средой. В водоёме много плотвы, окуня и уклейки. На быстринах обычны голавль, обыкновенный пескарь, жерех, обыкновенный подкаменщик. На спокойных заросших участках кормятся серебряный

карась, линь, щука. Однако за последние 30 лет произошли значительные изменения в составе ихтиофауны городской реки. В Свиягу проникла одна из самых прожорливых рыб – головёшка-ротан, который поедает икру и молодь рыб и земноводных. Численность большинства видов рыб значительно сократилась, некоторые виды (сом, берш) практически исчезли. (Михеев, 2010). Основная причина изменений в фауне Свияги – повышенная загрязнённость реки. Ведь самое мощное антропогенное воздействие Свияга испытывает в черте города, которое представлено самыми разными формами. Основная беда – это бытовой и строительный мусор, в том числе и пластиковые бутылки. К тому же, в Свиягу выносятся стоки предприятий, а устаревшие очистные сооружения не справляются с очисткой воды. Кроме того речная вода в пределах города загрязнена нефтепродуктами и фенолами, из-за чего купание в Свияге запрещено. Также вода Свияги не используется населением города для питья напрямую, но не нужно забывать о том, что она впадает в Волгу. А как известно, Волга является основным источником питьевого водоснабжения Ульяновска.

Любой водоём способен к самоочищению, но Свияга из-за мощной антропогенной нагрузки и пониженного водообмена, к сожалению, не справляется с этой задачей.

Экологи города упорно бьются за спасение Свияги. По этой причине в пределах Ульяновска для сохранения природной красоты и биоразнообразия поймы реки созданы две особо охраняемые природные территории: экологический парк «Чёрное озеро» и Свияжская эколого-рекреационная зона.

Ясно одно, что в сегодняшнем состоянии реки виновен сам человек. А, как известно, ничто не проходит бесследно!

ЛИТЕРАТУРА

Барашков В.Ф. Названия рек Ульяновско-Самарского Поволжья. Пособие по краеведению. Ульяновск: УГПИ им. И.Н. Ульянова, 1990. 84 с.

Табарданова Т.Б. Симбирск в конце XIX. // Историческое краеведение: Учебное пособие для VII-IX классов общеобразовательных учреждений. Ульяновск: ИПК ПРО, «Корпорация технологий продвижения», 2002. С. 90-98.

Липинский А.О. Материалы для географии и статистики России. Том 20. Симбирская губерния. Часть I. Санкт Петербург: Печатано в военной типографии, 1868. 555 с.

Мартынов П.Л. Город Симбирск за 250 лет его существования. Симбирск: Типо-литография А.Т. Токарева, 1898. 400 с.

Михеев В.А. Свияга - «текущая вода» // Журнал «Мономах». 2010. № 2 (61).

Интернет ресурс. Режим доступа: <https://ulpressa.ru/>

ТРОСТНИК ВЫСОЧАЙШИЙ (*PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.) MABILLE, POACEAE) В РОССИИ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И СИНТАКСОНОМИИ

О.А. Капитонова¹, Т.М. Лысенко^{2,3}

¹*Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск (Россия)*

²*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург (Россия)*

³*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)*

HIGHEST REED (*PHRAGMITES ALTISSIMUS* (BENTH.) MABILLE, POACEAE) IN RUSSIA: DISTRIBUTION, ECOLOGY, PROBLEMS OF IDENTIFICATION AND SYNTAXONOMY

O.A. Kapitonova¹, T.M. Lysenko^{2,3}

¹*Tobolsk complex scientific station UB RAS, Tobolsk (Russia)*

²*Komarow Botanical Institute RAS, St. Petersburg (Russia)*

³*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Согласно представлениям Н.Н. Цвелева (2011), род тростник *Phragmites* Adans. на территории России представлен семью видами, включая тростник высочайший *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie, который считается инвазионным видом во многих регионах нашей страны. Этот вид имеет евразийско-североафриканский ареал, распространен в теплых и умеренных областях северного полушария. Ареал вида охватывает Причерноморье, Атлантическую и Среднюю Европу, Средиземноморье, Малую Азию, Китай, Монголию, Северную Африку (Цвелев, 1976). Российская часть естественного ареала этого макротермного вида охватывает дельту Волги, низовья Дона, Крым, Предкавказье, южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока (бассейн Амура, о-в Сахалин, Южные Курилы) (Цвелев, 1976; Пробатова, 1985; Никифорова, 2012). Имеются также указания на произрастание его в Ленинградской области на островах Финского залива и побережье Ладожского озера (Цвелев, 2000).

Известно, что в последнее время тростник высочайший активно расселяется в северном направлении, о чем свидетельствует целый ряд находок этого вида в водоемах центральной части России: в бассейне Верхней Волги (г. Москва и Московская, Тульская и Калужская области) (Швецов и др., 2007), в Ульяновской (Жуков и др., 1995), Тверской (Нотов, 1999, 2009; Нотов и др., 2002), Ярославской (Папченков, 2003), Вологодской (Папченков, Пакляшова, 2008), Липецкой (Казакова и др., 2008), Орловской (Киселева и др., 2009; Щербаков, 2010), Владимирской (Серегин, 2006, 2007, 2010), Ленинградской (Конечная и др., 2012) и еще ряде областей, где этот вид рассматривается в качестве заносного, распространившегося из более южных регионов по миграционным путям, проходящим по долине р. Волги и ее притоков (Борисова, 2003; Папченков, 2003). Кроме того, произрастание вида отмечено в бассейне р. Камы – крупнейшем левобережном притоке р. Волги (Капитонова, Дюкина, 2005; Капитонова, 2006, 2011), а также в Западной Сибири – на р. Тобол в г. Кургане (Науменко, 2008) и на р. Иртыш в Тюменской области (Капитонова, 2016, 2018) и Ханты-Мансийском автономном округе-Югре (Капитонова, 2017), относящимся к бассейну р. Обь, впадающей в Карское море. Так же, как и в европейской части России, в Западной Сибири отмечено продвижение тростника высочайшего на север, где он уже достиг 61° с. ш. (Капитонова, 2017). *P. altissimus* известен также с территории Украины (Кузь, Старовойтова, 2014) и Республики Беларусь (Третьяков, 2013), где также относится к заносным видам. Считается, что в лесной зоне как европейской, так и азиатской частей России этот вид встречается только в качестве заносного растения (Цвелев, 2011).

Генетического подтверждения самостоятельности тростника высочайшего в настоящее время нет, хотя молекулярные исследования показывают очень широкий диапазон генотипической изменчивости в комплексе таксонов *Phragmites australis* s.l., включающего также *P. altissimus* (Koppitz, 1999; Kühn et al., 1999; Saltonstall, 2002, 2003; Lambertini et al., 2006). В то же время, морфологические характеристики, отличающие тростник высочайший от близкого вида тростника южного (*P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) давно и хорошо известны (Цвелев, 1976, 2011; Пробатова, 1985; Папченков, 2003, 2008; Лисицына и др., 2009; Серегин, 2010 и др.) и используются во флористической практике (Нотов, 1999, 2009; Цвелев, 2000; Щербаков, 2010; Никифорова, 2012; Третьяков, 2013; Nobis et al., 2019 и др.). Так, было показано, что тростник высочайший хорошо отличается морфологически, а также временем цветения от тростника южного тем, что имеет более крупные размеры надземных побегов, достигающих 5–7 м высоты, более широкие листья (до 5–7 см ширины), более крупные метелки, достигающие 40 см длины (Папченков, 2003; Лисицына и др., 2009; Цвелев 2011). Цветет тростник высочайший, как правило, на 2–3 недели позже тростника южного, поэтому в пределах вторичного ареала его плоды вызревают редко. К известным морфологическим критериям разделения этих видов А.П. Серегин (2010) добавляет еще один, по его мнению, надежный диагностический признак – число междоузлий: у цветущих побегов *P. australis* имеется 16–17 междоузлий, тогда как у *P. altissimus* их (20)25 и более, а метелка при этом еще не образуется. Учитывая столь существенные различия между двумя близкими видами, нельзя не согласиться с мнением Н.Н. Цвелева (2011) о том, что *P. altissimus* – это не экотип *P. australis*, как полагают некоторые авторы, а вполне самостоятельный вид. Тем не менее, в ряде отечественных и зарубежных публикаций самостоятельность этого вида не признается, и он в лучшем случае рассматривается как подвид *Phragmites australis* (Clayton, 1968; Макрофиты..., 1993; Feinbrun-Dothan, Danin, 1998; Lambertini et al., 2006, 2012; Голуб, Лифиренко, 2015; Saltonstall, 2016; The Plant List, 2019).

Кроме того, открытым остается вопрос о составе и структуре сообществ, формируемых тростником высочайшим. Синтаксономические обзоры и продромусы представляют информацию о сообществах с участием *P. australis* (Папченков, 2001; Vegetace České republiky, 2011; Миркин, Наумова, 2012; Чепинога, 2015 и др.) и не содержат сведений о сообществах, формируемых *P. altissimus*, хотя они широко распространены в пределах ареала тростника высочайшего и, по нашему предположению, имеют определенную экологическую приуроченность. В литературе отсутствуют не только валидизация синтаксонов, в состав которых входит этот вид, но и данные о составе фитоценозов с его участием, хотя в ряде публикаций (Кузь, Старовойтова, 2014; Борисова, Шилов, 2017; Голованов и др., 2019) все же можно найти некоторые сведения этого рода. Несмотря на то, что *P. altissimus* признан инвазионным видом во многих регионах нашей страны, в литературе пока нет однозначных свидетельств, показывающих отрицательную или положительную роль этого мощного эдификатора в экосистемах-реципиентах, хотя такие попытки предпринимались (Борисова, Шилов, 2017), поэтому оценка роли этого вида в аквальных сообществах на данный момент затруднена. Поведение тростника высочайшего в зоне инвазии практически не изучено.

Таким образом, в отношении тростника высочайшего в настоящее время имеется много нерешенных вопросов, касающихся его таксономического статуса, фитоценотической роли в сообществах и синтаксономии, в том числе в пределах вторичного ареала в лесной зоне Евразии. Эти вопросы рассматриваются нами как приоритетные задачи для выяснения положения тростника высочайшего в системе рода *Phragmites*, а также в сообществах прибрежно-водной растительности, которые мы планируем решить в ближайшее время.

Исследования выполнены в рамках госзаданий ТКНС УрО РАН АААА-А19-119011190112-5, БИН РАН АААА-А19-119030690058-2 и ИЭВБ РАН – филиала СамНЦ РАН АААА-А17-117112040040-3.

ЛИТЕРАТУРА

Борисова Е.А., Шилов М.П. Тростник высочайший (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) в Ивановской области // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2017. № 4. С. 18–27.

- Борисова М.А.** О натурализации адвентивных видов в ценозах водоемов на территории Ярославской области // Гидрботаника: методология, методы: материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 153–155.
- Голованов Я.М., Абрамова Л.М., Ямалов С.М.** О находке тростника высочайшего (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie) на южном Урале (Оренбургская область) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2019. Т. XIII, № 1. С. 114–118.
- Голуб В.Б., Лифиренко Е.В.** Ассоциация *Salvinio-Nelumbetum nuciferae* ass. nova и союз *Salvinio-Nelumbion* all. nova // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2015. Т. IX, № 2. С. 123–129.
- Жуков К.П., Масленников А.В., Раков Н.С.** Водные и прибрежные растения пойменных сообществ экопарка «Черное озеро» // Четвертая Всерос. конф. по водным растениям: тез. докл. Борок, 1995. С. 37–38.
- Казакова М.В., Ржевуская Н.А., Хлызова Н.Ю., Александрова К.И.** Дополнения и поправки к «Флоре... П. Ф. Маевского (2006) по Липецкой области // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2008. Т. 113, вып. 6. С. 69–70.
- Капитонова О.А., Дюкина А.Р.** О новой находке тростника высочайшего (*Phragmites altissimus*) в Удмуртии // Вестник Удмуртского ун-та. Биология. 2005. № 10 (спецвып.). С. 126–128.
- Капитонова О.А.** *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabilie (Gramineae) – новый адвентивный вид во флоре Удмуртии // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2006. Т. 111, вып. 3. С. 67.
- Капитонова О.А.** Чужеродные виды растений в водных и прибрежно-водных экосистемах Вятско-Камского Предуралья // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2011. № 1. С. 34–43.
- Капитонова О.А.** Новая находка *Phragmites altissimus* (Poaceae) в Западной Сибири // Вестник Курганского университета. Серия Естественные науки. 2016. № 4 (43), вып. 9. С. 21–23.
- Капитонова О.А.** Находка тростника высочайшего (*Phragmites altissimus*, Poaceae) на севере Тюменской области // XV Зырянские чтения: материалы Всерос. научно-практ. конф. Курган, 2017. С. 207–208.
- Капитонова О.А.** Об основных результатах флористических исследований в 2018 году // Тобольск научный – 2018: Материалы XV Всерос. (с международ. участием) научно-практ. конф. Тобольск: ООО «ИПЦ Экспресс», 2018. С. 36–40.
- Киселева Л.Л., Сотников А.В., Хлызова Н.Ю., Хорун Л.В., Чаадаева Н.Н., Щербаков А.В.** Интересные флористические находки в Орловской области в 2008 году // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2009. Т. 114, вып. 3. С. 52–53.
- Конечная Г.Ю., Ефимов П.Г., Цвелев Н.Н., Смагин В.А., Крупкина Л.И.** Новые находки редких видов сосудистых растений на Северо-Западе европейской России // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2012. Т. 117, вып. 3. С. 65–70.
- Кузь И.А., Старовойтова М.Ю.** *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabilie (Poaceae) на Украине // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 3–8.
- Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артеменко В.И.** Флора водоемов Волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2009. 219 с.
- Макрофиты – индикаторы изменения природной среды / под ред. С. Гейны, К. М. Сытника. Киев: Наукова думка, 1993. 435 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г.** Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. 488 с.
- Науменко Н.И.** Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.
- Никифорова О.Д.** Род *Phragmites* Adans. // Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. С. 571.
- Нотов А.А.** Дополнения к адвентивной флоре Тверской области // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1999. Т. 104, вып. 2. С. 47–51.
- Нотов А.А.** Адвентивный компонент флоры Тверской области: динамика состава и структуры. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. 473 с.
- Нотов А.А., Шубинская Н.В., Маркелова Н.Р., Плетнев Д.М., Спирина У.Н.** Новые и редкие адвентивные растения Тверской области // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2002. Т. 107, вып. 2. С. 47–48.
- Папченков В.Г.** Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья: монография. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.
- Папченков В.Г.** К определению сложных групп водных растений и их гибридов // Гидрботаника: методология, методы: материалы Школы по гидрботанике. Борок, 08–12 апреля 2003 г. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 82–91.

- Папченков В.Г.** О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (Poaceae) // Российский Журн. Биол. Инвазий. 2008. № 1. С. 36–41.
- Папченков В.Г., Паκляшова Н.А.** Флористические находки в Вологодской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2008. Т. 113, вып. 6. С. 50–52.
- Пробатова Н.С.** Тростник – *Phragmites* Adans. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1. Л.: Наука, 1985. С. 346–348.
- Серегин А.П.** Некоторые новые и редкие виды флоры Владимирской области. Сообщение 2 // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2006. Т. 111, вып. 3. С. 56–58.
- Серегин А.П.** Некоторые новые и редкие виды флоры Владимирской области. Сообщение 3 // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112, вып. 3. С. 62–64.
- Серегин А.П.** Экспансия видов во флору Владимирской области в последнее десятилетие // Бот. журн. 2010. Т. 95, № 9. С. 1254–1268.
- Третьяков Д.И.** Сем. Poaceae Varnh., nom. conserve. – Злаки – Злаки // Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. Т. 2. Минск: Беларус. навука, 2013. С. 102–402.
- Цвелев Н.Н.** Злаки СССР. Л.: Наука. Ленинград. отд-ние, 1976. 788 с.
- Цвелев Н.Н.** Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.
- Цвелев Н.Н.** О родах тростник (*Phragmites* Adans.) и змеевка (*Cleistogenes* Keng) семейства злаков (Poaceae) в России // Новости сист. высш. раст. Т. 43. СПб.: Тов-во научных изданий КМК, 2011. С. 30–44.
- Чепинога В.В.** Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири. Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 468 с.
- Швецов А.Н., Щербаков А.В., Крылов А.В.** *Phragmites altissimus* Mabile (Gramineae) в бассейне Верхней Оки // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112, вып. 3. С. 67–68.
- Щербаков А.В.** Сосудистая водная флора Орловской области. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2010. 92 с.
- Clayton W.D.** The correct name of the common reed // Taxon. 1968. Vol. 17. N 2. P. 168–169.
- Feinbrun-Dothan N., Danin A.** Analytical flora of Eretz-Israel. Second ed. Jerusalem: CANA Publishing House Ltd., 1998. 1008 p.
- Koppitz H.** Analysis of genetic diversity among selected populations of *Phragmites australis* world-wide // Aquatic Botany. 1999. Vol. 64, iss. 3–4. P. 209–221.
- Kühl H., Koppitz H., Rolletschek H., Kohl J.-G.** Clone specific differences in a *Phragmites australis* stand I. Morphology, genetics and site description // Aquatic Botany. 1999. Vol. 64, iss. 3–4. P. 235–246.
- Lambertini C., Gustafsson M.H.G., Frydenberg J., Lissner J., Speranza M., Brix H.** A phylogeographic study of the cosmopolitan genus *Phragmites* (Poaceae) based on AFLPs // Plant Systematics and Evolution. 2006. Is. 258. P. 161–182.
- Lambertini C., Sorrell B.K., Riis T., Olesen B., Brix H.** Exploring the borders of European *Phragmites* within a cosmopolitan genus // AoB PLANTS. 2012: pls020. doi:10.1093/aobpla/pls020. URL: www.aobplants.oxfordjournals.org/ (access data: 22.12.2019).
- Nobis M., Klichowska E., Terlević A., Wrybel A., Erst A., Hrivnák R., Ebel A.L., Tikhomirov V.N., Byalt V.V., Gudkova P.D., Király G., Kipriyanova L.M., Olonova M., Piwowarczyk R., Pliszko A., Rosadziński S., Seregin A.P., Honcharenko V., Marciniuk J., Marciniuk P., Oklejewicz K., Wolanin M., Batlai O., Bubiková K., Choi H.J., Dzhus M.A., Kochjarová J., Molnár A.V., Nobis A., Nowak A., O'ahel'ová H., Óvári M., Shimko I.I., Shukherdorj B., Sramkó G., Troshkina V.I., Verkhozina A.V., Wang W., Xiang K., Zykova E.Yu.** Contribution to the flora of Asian and European countries: new national and regional vascular plant records, 8 // Botany Letters. 2019. URL: https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1600165 (access data: 22.12.2019).
- Saltonstall K.** Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. Proc. Nat. Acad. Sci. 2002. Is. 99. P. 2445–2449.
- Saltonstall K.** Microsatellite variation within and among North American lineages of *Phragmites australis*. Mol. Ecol. 2003. Is. 12. P. 1689–1702.
- Saltonstall K.** The naming of *Phragmites* haplotypes // Biol. Invasions. 2016. Is. 18. P. 2433–2441. DOI 10.1007/s10530-016-1192-4
- The Plant List: A working list of all plant species. 2019. URL: http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-433924 (access data: 22.12.2019).
- Vegetace České republiky. 3, Vodní a mokřadní vegetace = Vegetation of the Czech Republic. 3, Aquatic and wetland vegetation / Milan Chytrý (ed.). Vyd. 1. Praha: Academia, 2011. 828 s.

ГЕОГРАФИЯ СБОРОВ УЖОВЫХ ЗМЕЙ, ХРАНЯЩИХСЯ В КОЛЛЕКЦИИ РЕПТИЛИЙ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА РАН**А.А. Кленина***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***TRAPPING GEOGRAPHY OF COLUBRID SNAKES STORED IN THE COLLECTION OF REPTILES OF THE INSTITUTE OF ECOLOGY OF THE VOLGA RIVER BASIN OF RAS****Anastasia Klenina***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Зоологическая коллекция представляет собой систематизированное собрание биологического материала – целых экземпляров или различных частей животных, помещенных в специальные условия для хранения, снабжённых основной информацией для идентификации и, при наличии, дополнительными сведениями. Собрания таких материалов можно рассматривать как архив биоразнообразия, или как набор вещественных свидетельств состава и структуры биоразнообразия (Калякин, 2018).

Ценность зоологических коллекций с годами возрастает, поскольку повышается сложность сбора материала в полевых условиях из-за снижения численности и краснокнижного статуса многих видов животных. Работа с коллекционными экземплярами позволяет исследователю получать ряд информации по изучаемым видам без необходимости долгих поисков в природе и изъятия особей из естественной среды обитания.

В лаборатории герпетологии и токсикологии Института экологии Волжского бассейна РАН (далее – ИЭВБ РАН) хранится коллекция рептилий, в которой представлены коллекционные экземпляры из трёх отрядов пресмыкающихся: черепахи (Testudines), ящерицы (Sauria) и змеи (Ophidia). По состоянию на 15.02.2020 г. в ней собрано 1949 этикетированных единиц герпетологического материала (рептилий целиком, их фрагментов и яиц из кладок). Пополнение фонда коллекции происходит только за счёт мёртвых особей, обнаруженных погибшими в природе, умерших при террариумном содержании или в ходе инкубации, переданных после паразитологического вскрытия и т.п. Все коллекционные экземпляры индивидуально проэтикетированы и хранятся в банках, в 70%-ном растворе этилового спирта (Кленина, Бакиев, 2019).

Змеи в коллекции рептилий представлены двумя семействами: гадюковые (Viperidae) и ужовые (Colubridae). Видовой и количественный состав ужовых змей приведен в таблице.

Коллекционные экземпляры семейства Colubridae относятся к шести видам – обыкновенный уж *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), водяной уж *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768), обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti, 1768, узорчатый полоз *Elaphe dione* (Pallas, 1773), каспийский полоз *Hierophis caspius* (Gmelin, 1789), ящеричная змея *Malpolon monspesulanus* (Hermann, 1804). География их сборов представлена на рисунках 1А–Е. Полученные зоны сбора коллекционного материала отражают видовые особенности географического распространения и пространственного распределения ужовых змей в Волжском бассейне, а также обусловлены уровнем изученности конкретного локалитета.

Все коллекционные экземпляры обыкновенного ужа *N. natrix* ($n=167$) добыты в границах Волжского бассейна. Около половины – 43%, ($n=71$) – привезены из республики Мордовия, большая часть из которых добыта в национальном парке «Смольный». Это – особи после гельминтологического анализа, отловленные в период с 2018 по 2019 гг. для паразитологических исследований и переданные после вскрытия в коллекцию. Чуть меньше – 32,7%, ($n=54$) – найдены в Самарской области, либо получены в неволе от самок, пойманных в данном регионе. 21 экземпляр обыкновенного ужа (12,7%) доставлен из республики Татарстан,

13 (7,9%) – из республики Чувашия. Имеются сборы из Пензенской ($n=3$) и Волгоградской ($n=2$) областей, Пермского края ($n=3$) и республики Калмыкия ($n=1$).

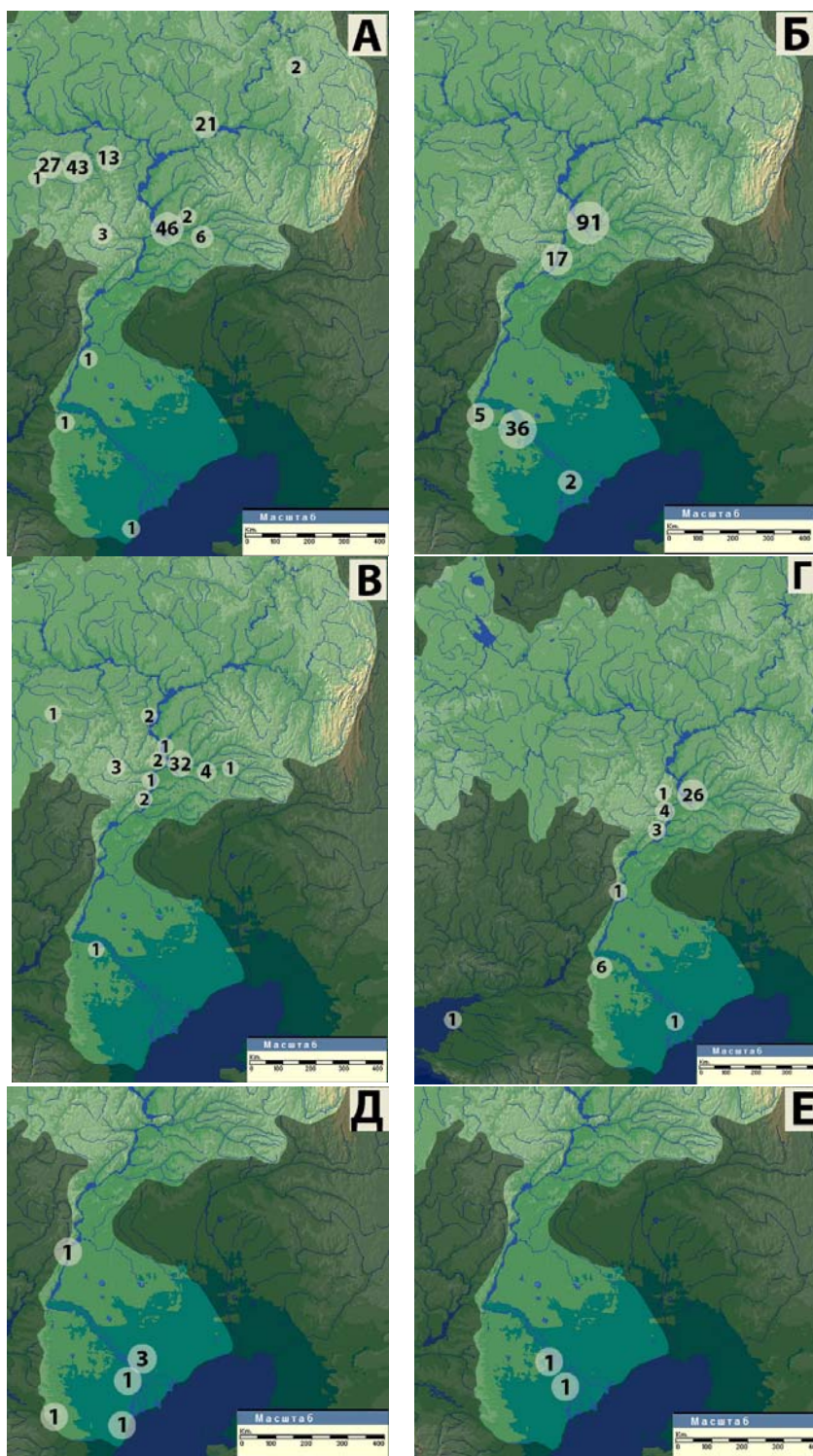


Рис. География сборов ужей в коллекции рептилий ИЭВБ РАН (А – обыкновенного ужа, Б – водяного ужа, В – обыкновенной медянки, Г – узорчатого полоза, Д – каспийского полоза, Е – ящеричной змеи).

Все единицы водяного ужа *N. tessellata* ($n=151$) найдены в водосборном бассейне р. Волга. Большая часть из них – 60,3%, ($n=91$) – добыты в Самарской области, либо получены в неволе от самок, пойманных в данном регионе. 38 особей (25,2%) привезены из Астраханской, 17 (11,3%) – из Саратовской, 5 (3,3%) – из Волгоградской областей.

Все особи обыкновенной медянки *Coronella austriaca* ($n=50$) добыты в Волжском бассейне. Большинство экземпляров найдены в Самарской области (78%, $n=39$). 3 особи (6%) привезены из Пензенской области, столько же – из Ульяновской. Имеются единичные находки из Астраханской ($n=1$), Саратовской ($n=2$) и Оренбургской ($n=2$) областей, а также из республики Мордовия ($n=1$).

Весь коллекционный материал узорчатого полоза *Elaphe dione* ($n=43$), кроме одной особи, собран в границах Волжского бассейна. Более половины экземпляров – 62,8%, ($n=27$) – найдены в Самарской области, либо получены в неволе от самок, пойманных в данном регионе. 7 особей (16,3%) привезены из Волгоградской, 4 (9,3%) – из Ульяновской, 3 (7%) из Саратовской и 1 (2,3%) из Астраханской областей. Единственная особь, пойманная за пределами бассейна Волги, доставлена в коллекцию из Краснодарского края.

Все коллекционные экземпляры каспийского полоза *Hierophis caspius* ($n=7$) добыты в южной части Волжского бассейна. Половина из них – 57,1%, ($n=4$) привезена из Астраханской области, 2 особи (28,6%) из республики Калмыкия и 1 экземпляр (14,3%) из Волгоградской области.

Имеющиеся в коллекции экземпляры ящеричной змеи *Malpolon monspessulanus* ($n=2$) добыты в южной части Волжского бассейна: один в Астраханской области, один в республике Калмыкия.

Таблица – Видовой и количественный состав ужовых змей в коллекции рептилий ИЭВБ РАН

Вид	Количество экз.
Обыкновенный уж <i>Natrix natrix</i>	167
Водяной уж <i>N. tessellata</i>	151
Обыкновенная медянка <i>Coronella austriaca</i>	50
Узорчатый полоз <i>Elaphe dione</i>	43
Каспийский полоз <i>Hierophis caspius</i>	7
Ящеричная змея <i>Malpolon monspessulanus</i>	2
Всего	420

Авторы выражают благодарность коллегам из лаборатории популяционной экологии – А.А. Кириллову и Н.Ю. Кирилловой за весомый вклад в пополнение фонда коллекции рептилий ИЭВБ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Калякин М.В.** Итоги и перспективы развития коллекционного дела в МГУ имени М.В. Ломоносова: зоологические коллекции // Биологические коллекции сегодня и завтра. Материалы Российской конференции с международным участием «Передовые практики и перспективы использования зоологических коллекций» / Зоологические исследования. 2018. № 20. С. 52-59
- Кленина А.А., Бакиев А.Г.** Современное состояние коллекции ужовых змей в Институте экологии Волжского бассейна РАН // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 4. С. 91-96.
- Кудрявцев, С.В., Фролов В.Е., Королев А.В.** Террариум и его обитатели. М.: Лесн. пром-сть, 1991. 350 с.

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА БАЛБАНТЫ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ
ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)****С.А. Николаенко, В.А. Глазунов***Институт проблем освоения Севера, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень (Россия)***VEGETATION OF BALBANTY LAKE AND ITS ENVIRONS (SUBPOLAR URAL,
KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – UGRA)****Svetlana Nikolaenko, Valerii Glazunov***Institute of the problems of Northern development, Tyumen Scientific Centre SB RAS,
Tyumen (Russia)*

Приполярный Урал является наиболее высокой частью Уральских гор, здесь расположена наивысшая точка Урала – гора Народная (Народа), 1894,5 м. В административном отношении восточный макросклон Приполярного Урала входит в состав Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО), западный относится к Республике Коми. Озера распределены по территории неравномерно: на западном склоне их в 5 раз больше (692), чем на восточном (129). Они, в основном, ледникового происхождения; расположены в глубоких цирках и карах. Питание снеговое, снежниковое.

Территория восточного склона Приполярного Урала отличается высоким разнообразием экосистем. Связано это со значительной протяженностью в широтном направлении, литологическими условиями, наличием высотной поясности. Здесь наблюдается широкий спектр экологических рядов, от альпийско-гольцовых до таежных. По мере удаления от центральной части гор холмисто-увалистые гористые поверхности сменяются пологонаклонными возвышенностями, покрытыми таежной растительностью. В древесном ярусе лиственница сменяется сосной, березой и кедром, в напочвенном покрове преобладают кустарнички, бореальное мелкотравье и зеленые мхи.

Основная водная артерия, протекающая вдоль восточного склона Приполярного Урала на юг – р. Хулга (Ляпин). Сток р. Хулга, как и многих предгорных рек, складывается из горных и равнинных притоков, причем последние являются типичными таежными реками со свойственным им меандрированием, низкой скоростью течения, окрашиванием вод. На главном водораздельном хребте берут свое начало правые притоки Хулги – Народа, Манья, Балбанью, Щекурья. Здесь особенно многочисленны лесные озера – в основном это небольшие термокарстовые водоемы площадью до 5 км², с малыми глубинами (до 7 м) и низкими, местами заболоченными, торфяными, обрывистыми берегами (Кеммерих, 1970). В самой пойме р. Хулга и ее притоках встречаются озера-старицы и озера-соры. Последние представляют собой водоемы, наполненные во время половодья. К концу лета соры частично обсыхают и превращаются в заболоченные низины или небольшие озерки с низкими топкими берегами. Осенью, при подъеме уровня воды в реках от дождей, соры вновь заполняются. Озер более крупных размеров немного. Озеро Балбанты или Восточное Балбанты (в переводе с хантыйского – Большое священное озеро) расположено в верховьях р. Хулги, вдали от населенных пунктов и является наиболее крупным на данной территории, площадь его водного зеркала составляет 8,61 км² (Лезин, 1995).

Территория представляет собой плоскую, местами пологоволнистую равнину с абсолютными отметками высот 40-90 м, с доминированием в верхнем и среднем течении р. Хулги еловых и кедровых лесов, в нижнем – сосновых и березовых лесов. В районе оз. Балбанты и выше долина р. Хулги приближается и примыкает к предгорьям Урала. Растительный покров района очень сложен, что обусловлено историей развития территории и особенностями ее физико-географического расположения. Бассейн р. Хулга занимает промежуточное положение между горными хребтами северной части Приполярного Урала и заболоченными пространствами Западно-Сибирской равнины. В широтном отношении территория расположена в пределах подзоны северной тайги. Она располагается на южной границе распространения

локальной вечной мерзлоты, где в настоящее время активно идут процессы термокарста. По горным вершинам глубоко на юг проникает тундровая растительность и лесотундровые редколесья. Вследствие чего на этой территории наблюдается взаимопроникновение и мозаичное смешение единиц растительного покрова, присущих смежным зонам. Растительный покров образован лесами, заболоченными и болотными редколесьями, верховыми, переходными и низинными болотами, лугами, зарослями подгольцовых кустарников (ерниками, ивняками), горными тундрами, группировками карбонатных скалистых выходов и каменных россыпей (курумниками) силикатных пород, растительностью каменистых и илисто-щебнистых речных отмелей и береговых обнажений. Основные имеющиеся сведения о флоре и растительности восточного макросклона Приполярного Урала и прилегающей территории в пределах ХМАО относятся к 1960-1970-м годам (Горчаковский, 1975; Игошина, 1966; Куваев, 1968/1969). Более актуальные данные практически отсутствуют.

Флора и растительность оз. Балбанты и его окрестностей изучалась нами в ходе комплексного эколого-биологического обследования бассейна р. Хулга, в рамках работ по ведению Красной книги ХМАО, в июле – августе 2007 г. и в июле 2018 г. Работы являются частью Государственной программы «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2016-2020 годы» и финансируются из бюджета автономного округа. Целенаправленные гидрботанические исследования проведены для восточной части Приполярного Урала впервые.

По трофности оз. Балбанты к мезотрофным водоемам, по водному балансу – к проточным озерам. С северной стороны в озеро впадает р. Балбаншор, с восточной стороны сток осуществляется в виде р. Балбанты. Вода пресная. Берега торфяные, обрывистые. Дно озера песчаное, местами, в прибрежной зоне – с галечником.

Для водной растительности оз. Балабанты и связанных с ним рек характерна бедность видового состава и слабое развитие зарослей макрофитов. Водное ядро флоры составило всего 8 видов: *Potamogeton perfoliatus*, *Persicaria amphibia*, *Sagittaria natans*, *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum*, *Sparganium sp.*, *Myriophyllum sibiricum*, *Batrachium trichophyllum*.

Для озера характерен фрагментарный тип зарастания, при котором растительные сообщества распределяются по акватории неравномерно, пятнами (Папченков, Щербаков, Лапиров, 2003). Наиболее обширные, но при этом очень разреженные заросли образует *Potamogeton perfoliatus* и такие виды-индикаторы неустойчивого уровня режима, как *Sagittaria natans* и *Persicaria amphibia*. На побегах *Persicaria amphibia* отмечено обрастание из водоросли *Cosmarium regnesii* var. *montanum* Schmidle (сборы и определение водорослей выполнены в 2007 г. Р.Е. Романовым, Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН).

На приток биогенов. в месте впадения в озеро р. Балбаншор, указывает развитие монодоминантного сообщества *Lemna trisulca*. Здесь донные отложения представлены грубодетритным илом. Незрелость пологих берегов, отмелей и зон затопления в морфометрии озера обуславливает отсутствие в экологической структуре флоры гигро- и гелофитов, а также представителей семейства Сурегасеае в прибрежной зоне водоема.

Лесная растительность в районе оз. Балбанты представлена, преимущественно, смешанными лиственнично-березово-еловыми, лиственнично-кедрово-еловыми, березово-елово-лиственничными кустарничково-зеленомошными и кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами, а также всевозможными вариантами производных (в основном березовых) лесов и мелколесий, находящихся на разных стадиях послепожарного восстановления. На склонах южной экспозиции и по краям речных террас у р. Хулга, на песчаных почвах в древесном ярусе возрастает участие сосны, изредка встречаются фрагменты чистых сосновых лесов.

Характерной особенностью северотаежных лесов в данном районе является хорошо выраженный ярус из карликовой березки – ерника (*Betula nana*), проективное покрытие которой достигает 70-80%, и кустарничков (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Ledum palustre*).

Широко распространены еловые и кедрово-еловые кустарничково-морошково-сфагновые редколесья. Заболоченные леса и редколесья распространены повсеместно в условиях затрудненного стока на торфяно-глеевых почвах. Они представляют собой динамические стадии олиготрофного заболачивания и характеризуются неустойчивой структурой и невысоким видовым разнообразием.

Для верхнего течения р. Хулги типичны обширные мезотрофные и мезо-олиготрофные переходные болота, олиготрофные плоскобугристо-озерковые и разнотипные крупнобугристые и крупнобугристо-топяные комплексы. Для долины характерны олиготрофные кустарничково-сфагновые и кустарничково-лишайниково-сфагновые верховые болота с редким древесным ярусом из сосны или кедра. По правобережью р. Хулги встречаются низинные евтрофные и мезо-евтрофные гипновые болота.

ЛИТЕРАТУРА

- Горчаковский П.Л.** Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 283 с.
- Игошина К.Н.** Флора горных и равнинных тундр и редколесий Урала // Растения севера Сибири и Дальнего Востока. Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. М.-Л.: Наука, 1966. Вып. 6. С. 135-223.
- Кеммерих А.О.** Приполярный Урал. Путеводитель. М.: Физкультура и спорт, 1970. 160 с.
- Куваев В.Б.** К флоре Приполярного Урала и сопредельных низменностей // Новые данные о флоре и растительности Урала. Труды Института экологии растений и животных. Свердловск: Изд-во УрФ АН СССР, 1968/1969. Вып. 69. С. 158-200.
- Лезин В.А.** Реки и озера Тюменской области: Словарь-справочник. Тюмень: Пеликан, 1995. 300 с.
- Папченков В.Г., Щербаков А.В., Ланиров А.Г.** Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 27-38.

**К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
СИНЮХИ ГОЛУБОЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ****Е.А. Пигалкина¹, В.С. Шишкин^{2,3}**¹ ГБОУ СОШ с. Новая Бинарадка, Самарская область (Россия)² Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)³ Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Школа № 86»,
Самара (Россия)**BY THE STUDY OF THE LIFE CONDITIONS OF SOME CENOPOPULATIONS
POLEMONIUM CAERULEUM IN SAMARA REGION****Elena Pigalkina, Vasily Shishkin***State budgetary educational institution - secondary school of the village of New Binaradka,
Samara Region (Russia)**Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)**Municipal budgetary educational institution "School No. 86", Samara (Russia)*

В Самарской области осуществляется активная работа по изучению онтогенеза и структуры популяций редких и уязвимых видов растений, а также их мониторинг в целях выяснения динамических тенденций пространственно-онтогенетической организации, изменения численности и реакции на изменения условий среды, особенно при антропогенной нагрузке на местообитания (Ильина, 2007, 2015, 2017, 2018, 2019; Зенкина, Ильина, 2017, 2019; Абрамова и др., 2016, 2018; Ильина и др., 2018, 2019; Каримова и др., 2018; Киселева и др., 2018; Мустафина и др., 2019 и др.).

Целью нашего исследования является изучение виталитетных особенностей особей и ценопопуляций синюхи голубой *Polemonium caeruleum* L. в Самарской области.

Синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L., Polemoniaceae) охраняется на территории Самарской области и включена во второе издание Красной книги региона (2017) с категорией 3 – редкий вид. В первом издании Красной книги области со статусом данный представитель был отнесен к категории 5/Г – условно редкий вид со стабильной численностью (Красная книга..., 2007). Находится под охраной в Саратовской обл. (категория 3) (Красная книга..., 2006).

Polemonium caeruleum – травянистое корневищное многолетнее растение высотой от 40 до 100 см. Стебель вертикальный, с железистым опушением. Листья очередные, непарноперистые, нижние – длинночерешковые со многими (до 25) листочками, верхние – сидячие. Соцветие в виде раскидистой метелки. Венчик цветка голубой или темно-голубой, колесовидно-колокольчатый с очень короткой трубкой и 5 обратнойцевидными долями. Цветет вид в июне – июле, плодоносит в августе. Размножение семенное. Мезофит. Сциофит. Прорастает в лиственных и сосново-лиственных лесах, на пойменных лугах (Красная книга..., 2017; Ильина, 2018; Ильина и др., 2018).

По данным доцента В.Н. Ильиной (Ильина, 2018; Ильина и др., 2018), популяции вида на территории Самарской области в большинстве случаев зрелые нормальные, полночленные или неполночленные (в них отсутствуют сенильные растения, иногда проростки, иматурные и ювенильные особи). Средняя плотность растений составляет 1,8-4,3 особи на 1 м². Лимитирующими развитие ЦП *P. caeruleum* факторами данным автором указывается узкая эколого-фитоценотическая приуроченность вида, пациентный тип жизненной стратегии, малый банк семян в почве, хозяйственное освоение территории (выпас скота, сенокошение), а также сбор на лекарственное сырье.

Виталитетный уровень, или жизненность ценопопуляций определялся нами как общая жизненность всех составляющих ее особей конкретного вида. Для этого нами проводились измерения некоторых морфологических показателей особей (высота растений, параметры цветков и плодов) и оценку качественных свойств (цвет, повреждения органов и другие). Все

зарегистрированные особи ранжированы на три группы – высокого, среднего и низкого уровня виталитетного состояния. Изучение ценопопуляций проводили в соответствии с традиционными методиками (Уранов, 1975; Заугольнова, 1976; Жукова, 1995; Ильина, 2008; Фардеева, Лукоянова, 2011 и др.).

Виталитетные спектры ценопопуляций синюхи голубой изучены на территории Ставропольского муниципального района Самарской области в окрестностях пос. Шелехметь (Самарская Лука), с. Старая Бинарадка и Новая Бинарадка. Усредненный виталитетный спектр изученных популяций характеризуется следующими показателями: большая часть из них (70,5 %) относятся к нормальному типу, но испытывают стрессовое воздействие при сенокошении и рекреации; инвазионными являются 2,5 % ценопопуляций; регрессивными – 27,0 %. Онтогенетические спектры в основном правомодальные полночленные.

Жизненность особей изучаемого вида в составе исследованных популяций определена по качественным и количественным параметрам (рис.). В среднем для географической популяции Ставропольского муниципального района Самарской области преобладают особи среднего уровня жизненности (61,5 %); значительна доля особей низкого уровня жизненности – около 20,5 %; высокий уровень жизненности отмечен у 18,0 % зарегистрированных растений (рис.).

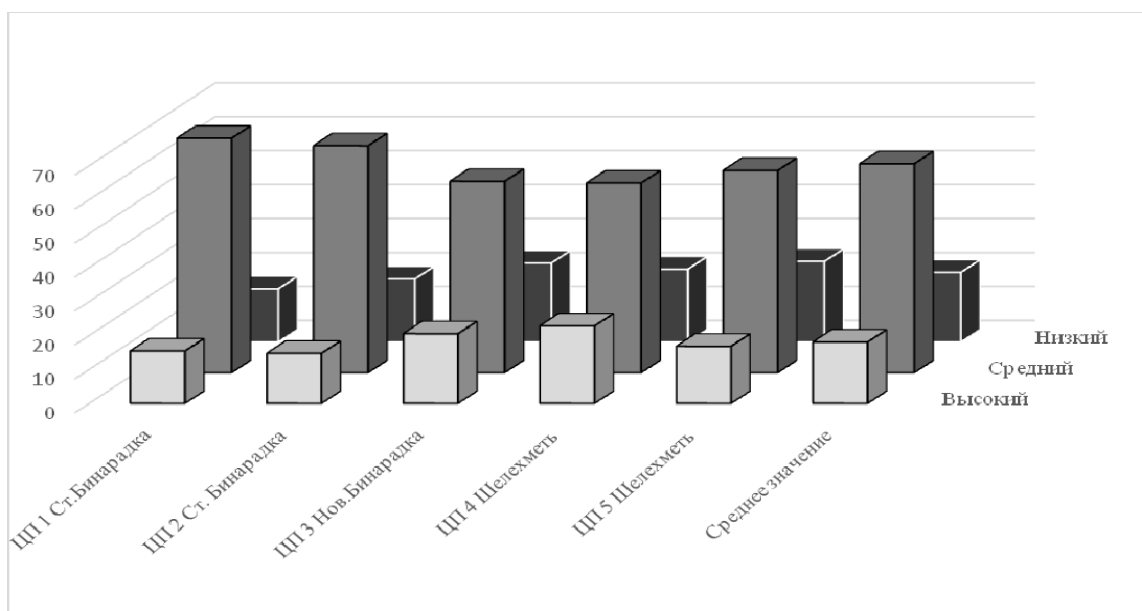


Рис. Распределение особей *Polemonium caeruleum* по уровням виталитета в некоторых ценопопуляциях Ставропольского района Самарской области (доля особей приведена в %): ЦП – ценопопуляция

Анализ полученных нами данных подтверждают факт, что в оптимальных условиях ценопопуляции *Polemonium caeruleum* являются зрелыми нормальными полночленными, а в условиях антропогенно нарушенных местообитаний для них характерен регрессивный тип ценопопуляций, соответственно имеющих неполночленный онтогенетический спектр. Изучение особенностей популяционной структуры показывает на преобладание в особей среднего уровня жизненности.

В целом состояние популяции *Polemonium caeruleum* в некоторых пунктах Ставропольского района Самарской области считаем удовлетворительным, однако антропогенная нагрузка оказывает влияние на численность и виталитетное состояние особей, приводит к постепенному старению популяций и к возможному выпадению вида из растительных сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Каримова О.А., Мустафина А.Н. Сравнительный анализ структуры популяций *Hedysarum grandiflorum* (Fabaceae) в Самарской области и Республике Башкортостан // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. № 2. С. 225-239.

Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult (*Dipsacaceae*) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3-15. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-1-3-15

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности структуры ценопопуляций полыни солянковидной (*Artemisia salsoloides* Willd., *Asteraceae*) в Самарской области // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 4 (21). С. 41-47.

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности пространственно-онтогенетической структуры ценопопуляций ковыля Коржинского (*Stipa korshinskyi* Roshev., *Poaceae*) // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 26-30. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-11103

Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

Заугольнова Л.Б. Типы возрастных спектров нормальных популяций // Ценопопуляции растений. М.: Наука, 1976. С. 81-91.

Ильина В.Н. Структура популяций *Hedysarum gmelinii* Ledeb. на западной границе и в центральной части ареала // Известия Самарского НЦ РАН. 2007. Т. 9. № 1. С. 153-157.

Ильина В.Н. Мониторинг ценоотических популяций растений: Учебное пособие. Самара: Изд-во СГПУ, 2008. 92 с.

Ильина В.Н. Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144-170.

Ильина В.Н. Онтогенетическая структура популяций *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch (*Polygonaceae*) вблизи северной границы ареала (Самарская область) // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2017. Т. 27. № 3. С. 271-277.

Ильина В.Н. Особенности популяционной структуры синюхи голубой (*Polemonium caeruleum* L., *Polemoniaceae*) в Самарской области // Материалы Международной научной конференции «Перспективы лекарственного растениеводства» (С-Пб., ВИЛАР, 1-2 ноября 2018 года). СПб: ВИЛАР, 2018. С. 117-120.

Ильина В.Н. Редкие копеечники на Средней Волге. Биология, структура популяций и вопросы охраны: монография. Самара: СГСПУ, 2019. 164 с., илл.

Ильина В.Н., Козловская О.В., Митрошенкова А.Е. Демографическая характеристика ценопопуляций синюхи голубой (*Polemonium caeruleum* L., *Polemoniaceae*) в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2018. – Т. 27, № 2. – С. 269-272. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10036

Ильина В.Н., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Каримова О.А. Структура природных ценопопуляций *Medicago cancellata* (Fabaceae) в Заволжье и Приуралье // Растительные ресурсы. 2019. Т. 55. № 4. С. 449-462.

Каримова О.А., Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н. Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus в Самарской и Оренбургской областях // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2018. Т. 123. № 5. С. 58-66.

Киселева Д.С., Ильина В.Н., Саксонов С.В. Эколого-фитоценоотическая характеристика *Helianthemum zheguliense* Jus.ex Tzvelev в Жигулевском заповеднике // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5. С. 140-144.

Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников, и грибов / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. 372 с.

Красная книга Самарской области. Том 1. Растения, лишайники, грибы. Самара, 2017. 284 с.

Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

Мустафина А.Н., Ильина В.Н., Абрамова Л.М. Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Dictamnus gymnostylis* Stev. (*Rutaceae*) в Самарской области и Республике Башкортостан // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 4 (29). С. 57-65.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.

Фардеева М.Б., Лукоянова С.В. Виталитетная структура и различные подходы к ее изучению на примере *Cyripedium calceolus* L. // Вестник ТГГПУ. 2011. № 2 (24). С. 60-65.

**К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
HYPERICUM PERFORATUM L. В ДОЛИНЕ РЕКИ БЕЗЕНЧУК
(ВОЛЖСКИЙ БАССЕЙН, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Д.С. Пятаева

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)

**LIFE STATUS OF *HYPERICUM PERFORATUM* L. CENOPOPULATIONS IN THE
BEZENCHUK RIVER VALLEY (THE VOLGA BASIN, SAMARA REGION)**

Daria Pyatayeva

Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Samara)

Растительный покров речных долин выполняет важнейшую водоохранную и почвозащитную роль (Матвеев, 1990; Калиниченко, 1992; Соловьева, Лапиров, 2013 и др.). Пойменные луга и леса, прирусловые кустарники и группировки прибрежно-водных растений включают большое число хозяйственно-ценных видов растений, а также являются рефугиумом редких видов флоры.

Длина долины реки Безенчук (Самарская область, Волжский бассейн) составляет 78 км, длина непересыхающего водотока – 20 км. Она начинается в западной части Сыртового Заволжья, а большая часть долины разрезает волжские террасы в пределах Низменного Заволжья. Исток реки лежит на высоте 118 м абсолютной высоты в окрестностях с. Студенцы Хворостянского района Самарской области. Верховья ее представляют собой балку, на дне которой находится родник с малым дебитом воды. Постоянный водоток начинается ниже, на уровне поселка Приовражный. В верховьях река течет в северо-западном направлении до пересечения ее с Куйбышевским обводнительно-оросительным каналом. Далее она поворачивает на север и на протяжении 8 км не изменяет своего направления. Затем русло отклоняется на северо-восток и окончательно принимает северо-восточное направление у с. Красносельки, сохраняя его до с. Никольское. В верхнем течении река Безенчук имеет 3 правых притока, протяженностью от 5 до 5,5 км, обводненных обычно в период снеготаяния; бурное течение талых вод вызывает эрозионное разрушение склонов, вследствие чего притоки имеют овражный характер. Первый из них река принимает у с. Студенцы, здесь русло перегорожено плотиной, пруд в основном используется для водопоя скота.

Ниже река практически имеет северное направление, течет по направлению к Волге, несколько изгибаясь дугой, выпуклая часть которой обращена к западу. На этом отрезке уже ясно сказывается влияние подтопления водами Саратовского водохранилища, но русло реки прослеживается четко.

Далее изначальный характер русла, поймы, да и всей долины в целом изменен при создании Саратовского водохранилища. От села Екатериновка (на уровне бывшей границы ныне слившихся сел Алексеевка и Екатериновка) до села Владимировка, где ранее было четко обозначено устье реки, долина Безенчука затоплена и представляет собой залив Саратовского водохранилища, протянувшийся с востока на запад на 8-10 км. Местное население называет его Екатериновским заливом. Вниз по течению ширина залива постепенно увеличивается от 1 км до 2 км и более. Максимально известная глубина находится на месте затопленного русла р. Безенчук и составляет около 14 м. Справа и слева с заливом соединяются многочисленные ответвления, возникшие в результате затопления озер-старичь водами водохранилища, находящихся в пойме и на 1 и 2 надпойменных террасах рек Волги и Безенчука.

На всем своем протяжении долина реки подвержена хозяйственной эксплуатации. В верховьях она находится в окружении распаханых степей, в самой долине превагирует выпас скота. Но уже в среднем течении имеются урочища, где сохранились естественные природные комплексы.

По данным Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области, большинство малых и средних рек Самарской области от-

носится к загрязненным в различной степени. В 2007 году вода в реке Безенчук загрязненная (класс 3 разряд А), в 2008, 2010, 2015 – очень загрязненная (ЗБ), в 2006, 2009, 2011-2018 – грязная (4А, 4Б). Контроль качества воды проводится в 1 км выше с. Васильевка. Нередко вода в реке характеризуется превышением норм по содержанию различных веществ, например, отмечается 31-152 ПДК по марганцу, 5-10 ПДК по меди, 2-4 ПДК по фенолу, до 3 ПДК по общему железу. Неоднократно в р. Безенчук происходил замор и выброс на берег рыбы, «цветение» воды здесь ежегодное и длительное, чувствуется запах гнили и затхлости даже без проведения химических анализов. Происходит заиление и зарастание водотока. В верхней части река всегда была пересыхающей, а сейчас эта территория значительно увеличилась.

Значительная антропогенная нагрузка на реку в виде рекреации, выпаса, близости пашни, сенокоса вносит вклад в снижение стабильности экосистем и способности реки к самоочищению. Уже давно стало понятным, что самостоятельное восстановление реки невозможно, однако видимых природоохранных мероприятий по улучшению обстановки со стороны администрации, производственных предприятий, агропромышленного комплекса, просто местного населения не наблюдается.

Длительное время ученые Самарской области поднимают вопрос о неудовлетворительном состоянии растительного компонента долин рек (Тимофеев, 1969, 1970; Матвеев, 1990; Бирюкова и др., 2001; Соловьева, 2007, 2017; Соловьева, Лапиров, 2013; Ильина, 2014а, б; Соловьева и др., 2014, 2014; Ильина, Митрошенкова, 2018). В связи с этим актуальным является изучение состояния видов (на уровне популяций) в составе природных комплексов (Ильина, 2010, 2015). Целью нашего исследования является изучение виталитетных особенностей особей и ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. в долине реки Безенчук (на территории Безенчукского муниципального района Самарской области).

Виталитетный уровень, или жизненность ценопопуляций *Hypericum perforatum* определяется как общая жизненность всех составляющих ее особей. Для этого мы проводили измерения некоторых морфологических показателей (высота растений, параметры цветков и плодов) и оценку качественных свойств модельных экземпляров (цвет, повреждения органов, тургор и другие). Все зарегистрированные особи ранжировались по трем группам – высоко-, среднего и низкого уровня жизненного состояния. Изучение ценопопуляций проводилось согласно известных методик (Уранов, 1975; Заугольнова, 1976; Жукова, 1995; Ильина, 2008; Фардеева, Лукоянова, 2011 и др.). В Самарской области некоторые данные о структуре популяций зверобоя приведены в статье доц. В.Н. Ильиной (2019), однако для данного вида требуется дальнейшее изучение популяционной структуры.

Виталитетный спектр изученных ценопопуляций *Hypericum perforatum* в долине р. Безенчук (среднее течение) (Безенчукский муниципальный район) имеет следующие показатели: более часть из них (60,7 %) относятся к нормальному типу; инвазионными являются 9,4 % ценопопуляций; регрессивными – 28,9 %.

Жизненность особей в составе популяции в долине реки Безенчук определена по различным морфологическим параметрам (рис.). В данной географической популяции преобладают особи среднего уровня жизненности (43,6 %); значительна доля особей низкого уровня жизненности – 36,3 %; высокий уровень жизненности отмечен у 20,1 % обследованных растений (рис.).

Интенсивная эксплуатация растительного покрова и высокий уровень загрязнения территории обуславливают значительную долю регрессивных ценопопуляций *Hypericum perforatum* (около 29%), а виталитетный спектр популяций в долине реки Безенчук включает более 36 % особей.

Таким образом, на изученной территории зверобой является уязвимым видом, требующим охраны в составе луговых и лугово-степных растительных сообществ.

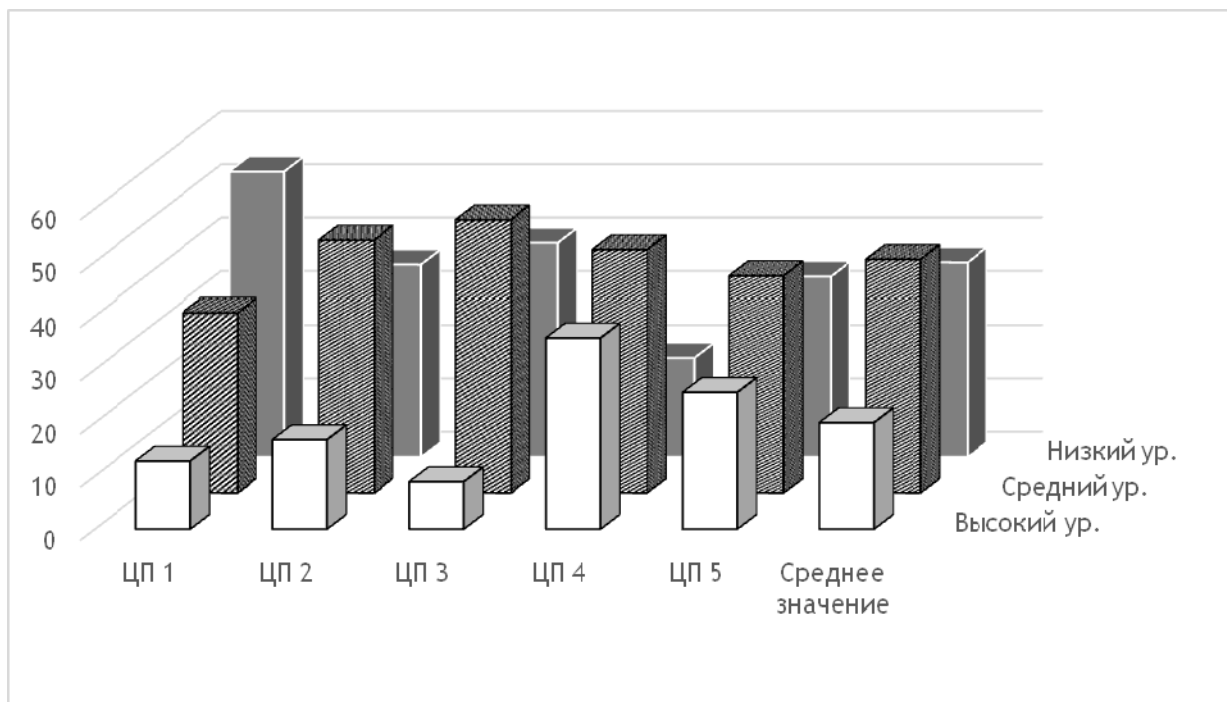


Рис. Распределение особей *Hypericum perforatum* L. по уровням виталитета в ценопопуляциях долины реки Безенчук (доля особей приведена в %): ЦП – ценопопуляция

ЛИТЕРАТУРА

- Бирюкова Е.Г., Ильина Н.С., Устинова А.А.** Инвентаризация растительного покрова долин малых рек // Малые реки: современное экологическое состояние, актуальные проблемы. Тез. докл. междунар. науч. конф. Россия, Тольятти, 2001. С. 31.
- Жукова Л.А.** Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
- Заугольнова Л.Б.** Типы возрастных спектров нормальных популяций // Ценопопуляции растений. М.: Наука, 1976. С. 81-91.
- Ильина В.Н.** Мониторинг ценоотических популяций растений: Учебное пособие. Самара: Изд-во СГПУ, 2008. 92 с.
- Ильина В.Н.** Исследования ценоотических популяций растений (фитоценопопуляций) в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19, № 3. С. 99-121.
- Ильина В.Н.** К изучению луговой растительности в бассейне Средней Волги // Карельский научный журнал. 2014 а. № 3 (8). С. 115-118.
- Ильина В.Н.** Экологическая пластичность флоры Екатериновского залива Саратовского водохранилища в низовьях реки Безенчук // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014 б. Т. 23. № 3. С. 182-189.
- Ильина В.Н.** Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144-170.
- Ильина В.Н.** Динамика онтогенетической структуры ценопопуляций *Hypericum perforatum* L. в степных фитоценозах после пожаров и сенокосения (Самарская область) // IV Межвузовская научно-практическая конференция «Фармацевтическая ботаника: современность и перспективы», (Самара, 28 октября 2019 г.): Сборник материалов / под редакцией профессора В.А. Куркина. Самара: ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2019. С. 18-23.
- Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е.** Особенности флоры и растительности долины реки Сок в нижнем течении в условиях антропогенной трансформации // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. Материалы V Международной конференции. 11-14 апреля 2018 г., Самара - СГЭУ – Тольятти – ИЭВБ РАН, 2018. С. 105-112.
- Калиниченко Н.Т.** Защита малых рек. М., Экология, 1992. 354 с.
- Соловьева В.В.** Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоемов Среднего Поволжья. Дисс. на соиск...д.б.н. Тольятти. 2007. 494 с.

Соловьёва В.В. Структура и динамика растительного покрова малых искусственных водоемов Среднего Поволжья: Монография. Самара: СГСПУ, 2017. 291 с.

Соловьёва В.В., Лапиров А.Г. Гидрботаника: учебное пособие. Самара: ПГСГА, 2013. 354 с.

Соловьёва В.В., Саксонов С.В., Матвеев В.И. Озера Самары: история, биоразнообразие, проблемы охраны: моногр. Тольятти: Кассандра, 2014. 129 с.

Соловьёва В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Семенов А.А., Лапов И.В., Медведев Д.В., Шакуров А.И. Гидрботанические исследования Среднего Поволжья (XXI век). Тольятти: Кассандра, 2015. 237 с.

Тимофеев В.Е. Геоморфологическое строение и факторы физико-географической среды речных долин бассейна Средней Волги // Ученые записки Куйб. пед. ин-та. Вып.68. 1969. С. 144-206.

Тимофеев В.Е. Опыт подразделения растительности речных долин на простейшие структурные элементы // Вопросы морфологии и динамики растительного покрова. Учен. зап. КГПИ. Вып.7. Т.85, 1970. С.3-39.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.

Фардеева М.Б., Лукоянова С.В. Виталитетная структура и различные подходы к ее изучению на примере *Cyripedium calceolus* L. // Вестник ТГГПУ. 2011. № 2 (24). С. 60-65.

**РОДНИКИ - ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ****С.А. Рогов¹, Е.С. Рогова²**¹*Управление государственного экологического надзора министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области*²*Муниципальное Бюджетное Образовательное Учреждение «Школа №3 с углубленным изучением предметов имени Героя Советского Союза В.И. Фадеева», Самара (Россия)***SPRINGS - NATURAL MONUMENTS OF REGIONAL VALUE OF SAMARA REGION****Stanislav A. Rogov¹, Ekaterina S. Rogova²***Department of state environmental supervision of the Ministry of forestry, environmental protection and nature management of Samara region**Municipal Budget Educational Institution "School No. 3 with in-depth study of subjects named after the Hero of the Soviet Union V. I. Fadeev", Samara (Russia)*

Самарская область богата водными ресурсами. В гидрологическую сеть области входят: река Волга (в пределах региона представленная акваториями Куйбышевского и Саратовского водохранилищ), малые и средние реки и водотоки (более 200 объектов, среди которых наиболее крупные Самара, Сок, Кинель, Большой Иргиз, Кондурча), озера, болота, постоянные пруды, водохранилища на местном стоке (более 1000 объектов), а также около 1550 выявленных родников (Голубая книга, 2007). Под воздействием антропогенных факторов качество воды поверхностных водных объектов, используемых в качестве питьевого водоснабжения, неуклонно ухудшается, что подтверждается многолетними исследованиями ФГБУ «Приволжское УГМС» (Государственный доклад, 2017). В маловодные годы наблюдается дефицит воды в отдельных районах области. Вода подземных источников имеет стабильное качество, лучше защищена от загрязнений. Двадцать восемь из выявленных родников, ввиду особой ценности в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении, входят в систему 211 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения Самарской области и имеют статус памятника природы (Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 N 33-ФЗ).

Гидрологический профиль ООПТ имеют 18 из 28 родников (им обладают ценные водные объекты и экосистемы, элементы и объекты гидрологического строения территории: выходы подземных вод, фонтанирующие скважины, типичные и уникальные озёра и участки рек), комплексный профиль имеют 9 из 28 родников (охране подлежит полная либо частичная совокупность компонентов природы, формирующая природный комплекс). Родник «Шарлак» имеет и гидрологический, и геологический профиль ООПТ.

Специальные обобщающие работы по изучению родников проводятся достаточно редко, основными источниками информации на данный момент можно считать кадастр родников Самарской области, составленный в 2002 году, монографическую сводку по нуждающимся в охране гидробиоценозам Самарской области «Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы» под редакцией чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и док. биол. наук С.В. Саксонова, а также материалы государственного кадастра ООПТ регионального значения Самарской области. На основе этих источников составлен перечень родников - особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области, с нанесением их на карту Самарской области (Рис.1).

Распределение родников - памятников природы по территории региона неравномерно, что объясняется сложностью и разнообразием гидрогеологических условий Самарской области (Родники..., 2002). Административные районы Шигонский, Ставропольский, Волжский, Безенчукский, Пестравский, Богатовский, Борский, Похвистневский не имеют подземных

водных объектов, имеющих статус особо охраняемых природных территорий регионального значения.

Многие родники-памятники природы Самарской области имеют сакральное значение. «Заповедный режим» таких родников тщательно соблюдается местным населением: родники обустроиваются, устанавливаются ограждения, срубы с православными христианскими символами, источники служат местами паломничества и проведения религиозных обрядов. Строгая система нравственных, моральных и религиозных табу во многих случаях служит более эффективным механизмом охраны памятника природы, нежели существующие в настоящее время природоохранные ограничения, налагаемые государством (Рогов, Рогова, Ильина, 2020).

Все памятники природы находятся под охраной государства, на местности все ООПТ регионального значения обозначены аншлагами и информационными стендами, которые содержат информацию об особом охранном режиме территории.

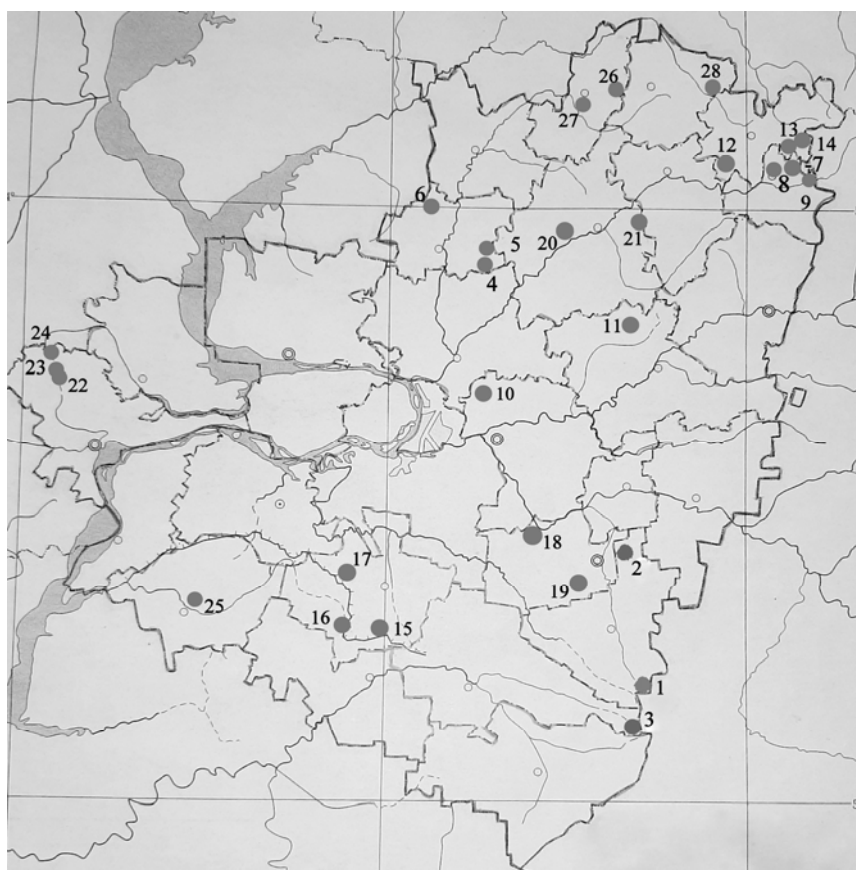


Рис. 1. Распределение родников-памятников природы по территории Самарской области

1. «Родник истока р. Съезжая». Алексеевский район. Гидрологический профиль. Родник находится на склоне оврага, стекая вниз, дает начало реке Съезжей. В границах ООПТ обитает крупная колония сурка байбака. Дебит – 3 л/с. Общая площадь ООПТ – 34,0 га. Место обитания видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Самарской области. Используется в питьевых целях.

2. «Родник «Первокоммунарский». Алексеевский район. Гидрологический профиль. Родниковое болото в 20 м от автостреды Алексеевка-Богатое. Дебит – 0,25 л/с. Общая площадь ООПТ – 0,03 га. Основные объекты охраны: родник, растительность вокруг родника. Родник оборудован железобетонной камерой. Используется для хозяйственного питьевого водоснабжения. Место отдыха населения.

3. «Истоки р. Каралык». Большеглушицкий район. Комплексный профиль. Истоковый природный комплекс. Расположен на территории сельского поселения Южное 1 км вос-

точнее с. Каменнодольск. Дебит – 0,5-1,2 л/с. Общая площадь ООПТ – 207,9 га. Место обитания и произрастания видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Самарской области. Используется для централизованного хозяйственного питьевого водоснабжения села, для питьевых целей в летнее время.

4. «Березовский родник». Елховский район. Гидрологический профиль. Зарастающий родник на правом склоне Березового оврага. Расположен в границах сельского поселения Красные Дома. Дебит – ориентировочно 0,01 л/с. Постоянный водоток заканчивается прудом в с. Березовка (в двух километрах ниже по течению). Общая площадь ООПТ – 0,9 га. Установлен деревянный сруб. Вода используется для питья.

5. «Родник Мордвинский». Елховский район. Гидрологический профиль. Чистый родник с питьевой водой в восточной части с. Мордвинка-Чесноковка. Дебит более 20 л/с. Температура воды около 6-8 С°. Общая площадь ООПТ – 2,75 га. Родник оборудован железобетонной камерой.

6. «Чишмалинский родник». Елховский район. Гидрологический профиль. Родник расположен в облесенном верховье оврага Чишмалы, по дну которого течет безымянный ручей – правый приток р. Бол. Авраль. Общая площадь ООПТ – 0,9 га. Является популярным местом отдыха населения. Каптирован, установлен деревянный сруб.

7. «Медвежий колодец». Камышлинский район. Гидрологический профиль. Расположен 3,8 км северо-восточнее с. Камышла. Общая площадь ООПТ – 0,8 га, площадь охранной зоны – 6,4 га. Родник с чистой питьевой водой хорошего качества, с максимальным дебитом воды 400 л/час. Родник и ручей сформировали устойчивое русло. Ограда и сруб родника не обновлялись несколько десятилетий.

8. «Родник Озын-тау». Камышлинский район. Гидрологический профиль. Расположен в границах сельского поселения Камышла в 2-х км северо-восточнее д. Давлеткулово, в верховьях долины реки Камышла (в 12 км от истока). Общая площадь ООПТ - 0,6 га, площадь охранной зоны – 12,6 га. Максимальный дебит – 600 л/час. Дно покрыто окаменелостями.

9. «Родник Шарлак». Камышлинский район. Гидрологический, геологический профиль. Расположен в 2,2 км северо-западнее села Новое Усманово, в верховьях р. Кибит (правый приток р. Сок). Общая площадь ООПТ – 0,06 га, площадь охранной зоны м 6,9 га. На роднике установлено ограждение из кирпича и площадка с трубой. Дебит – нет данных. Родник требует изучения.

10. «Родник в окрестностях с. Чубовка». Кинельский район. Гидрологический профиль. Комплекс из 6 родников различной мощности, расположен в границах сельского поселения Чубовка. Общая площадь ООПТ – 0,01 га. Место произрастания видов, включенных в Красную книгу России и Самарской области.

11. «Родник «Горенка». Кинель-Черкасский район. Гидрологический профиль. Родник с чистой питьевой водой, расположенный в 150 м от проселочной дороги между селами Семеновка и Кабановка в верховьях овра. Горничный. Общая площадь ООПТ – 0,99 га. Дебит – 0,23 л/с. Оборудован. Место отдыха населения.

12. «Михайловский серный источник». Клявлинский район. Гидрологический профиль. Расположен в границах с.п. Старый Байтермиш в 1 км северо-восточнее с. Подгорный Дол. Общая площадь ООПТ – 1,1 га. Дебит – 0,5 л/с. Вытекающая вода образует озерцо площадью 60 м², а избыток воды вытекает в приток Байтермиша. Сероводородная вода используется для питья.

13. «Родник Чиги-Буз». Клявлинский район. Комплексный профиль. Крупнейший источник района. Расположен в 1,4 км юго-восточнее с. Новое Семёнкино в верховьях р. Камышла, урочище Чиги-Буз. Начало одного из правых притоков р. Камышинка. Общая площадь ООПТ – 1,4 га. Дебит около 400 л/ч.

14. «Старосеменкинский серный источник». Клявлинский район. Гидрологический профиль. Расположен в 2,2 км юго-восточнее с. Старое Семенкино. Местное название «Ме-

дянов родник», начало ручья Елховый - правого притока р. Байтуган. Общая площадь ООПТ – 6,8 га. Дебит – 2,5 л/с. Вода используется для питья.

15. «Истоки реки Б. Вязовка». Красноармейский район. Комплексный профиль. Узловой элемент регионального экологического каркаса. Располагаются в плоской балке среди холмов Общего Сырта. Общая площадь ООПТ – 94,6 га. Места произрастания редких видов растений, занесенных в Красную книгу Самарской области.

16. «Истоки реки Чагры». Красноармейский район. Комплексный профиль. Узловой элемент регионального экологического каркаса. Расположен в границах с.п. Алексеевский. Общая площадь ООПТ - 58,6 га. Места произрастания редких видов растений.

17. «Урочище Родники». Красноармейский район. Комплексный профиль. Узловой элемент регионального экологического каркаса. Расположен в границах с.п. Кировский в 5,0 км восточнее п. Гражданский и в 3,7 км северо-западнее п. Новопавловка. По склонам балки насчитывается около 15 родников. Общая площадь ООПТ – 110,6 га. Дебит – нет данных. Места произрастания редких видов растений.

18. «Бариновский родник». Нефтегорский район. Гидрологический профиль. Чистый родник с питьевой водой. Расположен 2 км западнее с. Бариновка. Общая площадь ООПТ – 0,03 га. Один из крупнейших источников района. Дебит – 2 л/с. Оборудован навесом и срубом.

19. «Святой колодец». Нефтегорский район. Гидрологический профиль. Чистый родник с питьевой водой. Расположен на береговом склоне р. Ветлянка. Общая площадь ООПТ - 0,02 га. Глубина колодца 6-7 м, дебит воды постоянный, 100-120 л/ч. Имеет ограду, сруб с православными символами. Родник используется более одного столетия.

20. «Студёный Ключ». Сергиевский район. Комплексный профиль. Два источника образуют неглубокий (1,5 м) пруд, снабжающий водой расположенный рядом рыбопитомник. Расположен в границах с.п. Сергиевск, с. Студеный Ключ. Общая площадь ООПТ – 5,41 га. Дебит – нет данных.

21. «Якушкинские источники». Сергиевский район. Комплексный профиль. Памятник включает один мощный и четыре небольших источника, донья которых покрыты отложениями серы. Расположен на северо-восточной окраине с. Старое Якушкино, на берегу пруда. Общая площадь ООПТ - 9,73 га. В прошлом отмечались выходы нефти. Дебит - 2 л/с.

22. «Истоки реки Крымзы». Сызранский район. Гидрологический профиль. Расположен в границах с.п. Жемковка и Варламово, 1,5 км юго-восточнее с. Дружба, южнее с. Красная Крымза. Общая площадь ООПТ - 727,59 га. Для восстановления полноводности необходимо озеленение.

23. «Истоки реки Усы». Сызранский район. Гидрологический профиль. Узловой элемент регионального экологического каркаса. Представлен 2 истоками – родниками, вытекающими сравнительно далеко друг от друга, с шириной русла около полуметра, располагающимися на крутом нагорье. Расположен в границах с.п. Жемковка, в 4 км южнее пос. Гремячий. Общая площадь ООПТ – 225,61 га. Место обитания видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Самарской области.

24. «Семь ключей». Сызранский район. Комплексный профиль. Расположен в 2 км западнее с. Старая Рачейка. Общая площадь ООПТ 494,03 га. В 2020 году утверждена охранная зона. В неглубоком лесном овраге вытекают 7-8 родников. Дебит источников: 2 родника по 1 л/с, 3 – по 0,5 и 3 по 0,3 л/с. Флора ООПТ включает около 100 высших растений. Место обитания и произрастания редких видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Самарской области

25. «Родник Девятая пятница». Хворостянский район. Гидрологический профиль. Местное название – «Родник Параскевы Пятницы». Родник с водой, способной сохранять свою свежесть в течение длительного времени. Расположен 1,5 км юго-восточнее с. Дубровка. Общая площадь ООПТ – 0,5 га. Родник оборудован деревянной срубовой камерой с железной трубой для отвода воды. Дебит - 0,13 л/с. Место православного паломничества и проведения православных ритуальных обрядов.

26. «Барский родник». Челно-Вершинский район. Гидрологический профиль. Памятник природы расположен в границах с.п. Давлезеркино, северо-западная окраина с. Петровск. Общая площадь ООПТ – 7,43 га. Оборудованный железобетонной камерой родник с дебитом 2-30 л/ч, используется для питья и лечебных целей. Вода стекает в пруд, дно которого выложено камнями.

27. «Родник Студеный ключ». Челно-Вершинский район. Гидрологический профиль. Расположен в границах с.п. Токмакла, в 4 км северо-западнее с. Токмакла. Общая площадь ООПТ - 14,28 га. Оборудованный каптажной камерой и железной трубой родник с дебитом 0,3 л/с, используется для питья. Место обитания и произрастания видов, занесенных в Красную книгу Самарской области.

28. «Ново-Кувакский родник». Шенталинский район. Комплексный профиль. Расположен на стыке муниципальных районов – на территории муниц. р-на Шенталинский, с.п. поселение Новый Кувак, и муниц. р-на Исаклинский, с.п. Усакла, в 2 км северо-восточнее с. Ойкино. Общая площадь ООПТ – 21,32 га. Место обитания и произрастания видов, занесенных в Красную книгу Самарской области.

Территории многих родников-памятников природы являются местами обитания и произрастания видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Самарской области. Самарская область относится к числу интереснейших регионов Восточно-Европейской равнины, с наличием реликтовых (доледникового, ледникового и послеледникового времени) и эндемичных растений (Шакирова, Ильина, 2009; Красная книга..., 2017; Рогов, Рогова, Ильина, 2020): Кендырь сарматский (*Trachonitum sarmatiense*), Гвоздика волжская (*Dianthus volgicus*), Голокучник Роберта (*Gymnocarpium robertianum*), Многоножка обыкновенная (*Polypodium vulgare*), Рябчик русский (*Fritillaria ruthenica*), Тюльпан Биберштейна (*Tulipa bibersteiniana*), Астрагал волжский (*Astragalus wolgensis*), Горичвет весенний (*Adonis vernalis*), Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens*), астрагала Цингера (*Astragalus zingeri*), тимьяна жигулёвского (*Thymus zhiguliensis*), копеечника крупноцветкового и Разумовского (*Hedysarum grandiflorum& razoumovianum*), остролодочника крупноцветкового (*Oxytropis floribunda*), Хвойник двухколосковый (*Ephedra distachya*), Лён жёлтый (*Linum flavum*).

Благодаря особому охранному режиму природные сообщества родников находятся в близком к естественному состоянию. Памятники природы является рефугиумом для представителей флоры и фауны и пополняют упадочные местообитания соседних антропогенно преобразованных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

- Голубая книга Самарской области*: Редкие и охраняемые гидробиоценозы / Под редакцией чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и док. биол. наук С.В. Саксонова. – Самара: СамНЦ РАН, 2007. – 200 с.
- Государственный доклад* о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2016 год. Выпуск 27. - Самара, 2017. - 200 с.
- Красная книга Самарской области*. Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. (Издание 2-е, переработанное и дополненное). 384 с.
- Особо охраняемые природные территории* регионального значения Самарской области: материалы государственного кадастра, издание второе/Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области. - Самара: ООО «Лаборатория Эко-тон», 2018. - 377 с.: ил.
- Родники Самарской области*. Самара, 2002. 531 с.
- Рогов С.А., Рогова Н.А., Ильина В.Н.* Особо охраняемые природные территории регионального значения Самарской области: история создания, особенности организации, функционирования и государственного управления. - Самара: СГСПУ, 2020. - 100с.: илл.
- Федеральный закон* «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 N 33-ФЗ ст. 13 (ред. от 03.08.2018)// Электронный ресурс. URL <https://fzrf.su/zakon/ob-osobo-ohranaemyh-prigrodnyh-territoriyah-33-fz/st-13.php> (дата обращения 10.02.2020).
- Шакирова А.Р., Ильина В.Н.* Флора родников Камышлинского района Самарской области // Экологический сборник 2: Труды молодых ученых Поволжья / Под ред. проф. С.В. Саксонова. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009. – С. 201-204.

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**А.Г. Розенберг, Г.Э. Кудинова, Г.С. Розенберг***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***ECOSYSTEM SERVICES FOR WATER BODIES****Anastasia G. Rozenberg, Galina E. Kudinova, Gennady S. Rozenberg***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Концепция экосистемных услуг (КЭУ; польза, которую люди получают от природы), возникшая, примерно, полвека тому назад, как средство довольно узкой направленности для очередного разъяснения обществу характера его зависимости от природы, в настоящее время все более и более оказывает помощь ЛПП (лица, принимающие решения) в вопросах оценки и оптимизации мероприятий по рациональному природопользованию, охране природы, устойчивому развитию территорий и росту общего благосостояния населения (Г. Розенберг, 1994). Этот подход переводит отношения человека с природой на монетарную основу, что позволяет в экономических терминах оценить ту или иную стратегию природопользования. «Сколько стоит вид из окна?..» – пример вопроса, который в рамках КЭУ перестает быть риторическим. Политическая значимость этого подхода очевидна: альтернативные пути природопользования, выраженные в экономических (фискальных) терминах, легко понимаемы людьми из политики (ЛПП), принимающими стратегические решения. Более того, с экономической точки зрения, КЭУ хорошо «ложится» на монетарную концепцию М. Фридмана (Milton Friedman; 1912-2006; американский экономист, лауреат премии по экономике памяти Альфреда Нобеля [1976]), одним из основных положений которой является отказ от краткосрочной денежной политики (кратковременные методы экономического регулирования меняются на долгосрочную политику, рассчитанную на длительное, постоянное воздействие на экономику).

Правда, экосистемные услуги (ЭУ), чаще всего, оцениваются для наземных экосистем (см., например, [Павлов, Букварёва, 2011; А. Розенберг, 2012; Замолодчиков, Грабовский, 2014; Букварева и др., 2016; Узунов и др., 2017 и др.]); оценок ЭУ для водных объектов значительно меньше (хотя становление КЭУ начиналось именно с водных экосистем [Болотова, 2017; Узунов, Протасов, 2018]). Естественно, есть некоторые оценки в классической работе Р. Костанцы с соавторами (Costanza et al., 1997; А. Розенберг, 2011), назовем еще некоторые исследования (Рекомендации..., 2007; Мухин, 2017; Мухин, Лопичева, 2017; Маркелова, Тихонова, 2017; Шабунов, 2017 и др.). Увы, экономический анализ экосистемных услуг пока не вошел в российскую практику (а зря...). Если бы проводились оценки экосистемных услуг того же озера Байкал или 40-километрового участка Волги от Балашихи до Городца (повышение судоходства) и многих других территорий, то многолетних столкновений интересов местных жителей с интересами предприятий и компаний, нацеленных не на комплексное, а коммерческое и инфраструктурное освоение территорий, можно было бы избежать, а решения об использовании этих территорий были бы научно обоснованы и эффективны в долгосрочном периоде – не только с экономической, но и с экологической точки зрения (Кудинова, 2013, 2015).

Составляющие общей экономической ценности водных экосистем и их компонент следующие (Costanza et al., 1997; Букварёва и др., 2016; Соловьева, 2018):

- к первой группе ЭУ можно отнести функции водных экосистем, связанные с обеспечением потребностей экономики и населения:
 - обеспечение питьевой и технической чистой водой;
 - обеспечение сельского хозяйства водными ресурсами, особенно орошаемого земледелия;

- обеспечение основной базы для животноводства;
- обеспечение сырьевой базы для промыслов;
- к регулирующим ЭУ водных экосистем (вторая группа ЭУ) можно отнести следующие:
 - регулирование поверхностного и подземного водооборота;
 - накопление и сохранение пресной воды;
 - поддержание уровня грунтовых вод;
 - очищение воды, удержание загрязняющих веществ;
 - стабилизация климатических условий, особенно осадков и температур, влажности, микроклимата;
 - изъятие из атмосферы и накопление углерода;
 - возвращение в атмосферу кислорода;
 - сдерживание береговой линии, стабилизация эрозии;
 - поддержание биологического разнообразия;
 - обеспечение местообитания растений и животных, в том числе, редких;
 - поддержание биологической продуктивности водных экосистем;
- значима роль водных экосистем в обеспечении людей культурологическими услугами: эстетические, религиозные и духовные ценности;
- четвертая группа экосистемных услуг – поддерживающие услуги (круговорот воды, питательных веществ и др.) – не имеет экономических оценок из-за сложности природных процессов.

В частности, можно предложить такую оценку ЭУ по регулированию речного стока (Замолодчиков, Грабовский, 2014). Известно, что верховья рек играют ключевую роль в поддержании величины водного стока речного бассейна. Зависимость между лесистостью и модулем стока описывается выражением (Рахманов, 1984):

$$M = 3,4 + 0,04 \times L,$$

где M – модуль стока (л/с × км² водосборного бассейна), L – лесистость (%). Лесистость Волжского бассейна – 35% (правда, распределена она крайне неравномерно [Г. Розенберг, 2009]); тогда средний модуль стока равен 4,8 л/с × км². Допустим, что площадь водосборного бассейна Волги равна площади её лесов (942 тыс. км²), тогда дополнительный сток реки за счет лесистости будет равен 450 м³/с (при общем стоке – 8101 м³/с), т. е. 5,5%. Согласно действующим налоговым ставкам (НК РФ 2000), забор 1 тыс. м³ воды из поверхностных источников в Центральном федеральном округе стоит ₽288. Таким образом, стоимость ЭУ лесов Волжского бассейна по формированию дополнительного стока (общий сток Волги ≈ 254 км³/год [Г. Розенберг, 2009; Волжский бассейн..., 2011]) составляет чуть более ₽4 млрд. в год (примерно, \$66 млн.).

По оценкам Р. Костанцы с соавторами (Costanza et al., 1997), стоимость ЭУ для Земли в целом была оценена (в среднем) в \$33 трлн. / год (в ценах 1995 г.; с учетом коэффициента инфляции \$53 трлн. / год). Для Волжского бассейна (пропорционально площади) получаем оценку ≈ \$140 млрд. / год. Таким образом, в общей стоимости ЭУ Волжского бассейна доля речного стока не более 0,05%. Хотя эта доля и мала, но мы продемонстрировали возможность её оценки, что делает задачу оценки экосистемных услуг для водных объектов более осуществимой.

Можно определить долю стоимости ЭУ лесов в водный сток относительно собственно реки. Площадь водной поверхности Волги («зеркала») с учетом водохранилищ, мелководий и Волго-Ахтубинской поймы оценивается (Г. Розенберг, 2009) ≈ 50 тыс. км² (5 млн. га); это 3,7% от площади всего бассейна. Опять же, пропорционально площади получаем, что стоимость ЭУ лесов водный сток будет, примерно \$5,2 млрд. / год. Подойдем к этой оценке «с другой стороны». Воспользуемся данными, которые приведены ниже:

Стоимость ЭУ (\$ / га / год [de Groot et al., 2012; Costanza et al., 2014])

	число оценок	среднее значение	стандартное отклонение	медиана	min	max
реки и озера	15	4267	2771	3938	1446	7757

Тогда, $5 \text{ млн. га} \times 4267 \text{ \$ / га / год} \approx \$21,2 \text{ млрд. / год}$, а отсюда следует, что новая оценка всего в 4 раза выше (хорошо, что не на порядок! – и это при весьма грубых оценках и округлениях). Вполне возможно, что определив среднее значение стоимости ЭУ не по всей планете Земля, а для России или её европейской части (Стратегические ресурсы., 2014), мы получим меньшую величину и лучшее совпадение...

Один из наиболее известных опытов глобальной оценки ЭУ (Costanza et al., 1997) дает суммарную годовую оценку учтенных функций естественных экосистем планеты в среднем в \$33 трлн. в год, что почти вдвое превышает созданный человечеством ВВП (\$18 трлн. в год). «При этом основная часть стоимости функций экосистем находится вне рынка, и расчеты велись достаточно сложными и косвенными методами. Исследование вызвало многочисленные дискуссии и даже критику со стороны некоторых традиционных экономистов. Тем не менее, оно показало гигантские выгоды и необходимость сохранения для экономики экосистем» (Бобылев, Захаров, 2009). Р. Костанца и его коллеги полагают, что просчитав стоимость каждого гектара земной поверхности, они смогут убедить человечество в том, что ЭУ не бесплатны и природой необходимо дорожить.

Сегодня экосистемы (а с ними и ЭУ) по всему миру испытывают огромное давление, вызванное экономической деятельностью человека: нагрузка на экосистемы растет, а их возможности вследствие деградации сокращаются. За последние 50 лет около 60% мировых ЭУ, включая 70% регулирующих и культурных услуг, подорваны в результате антропогенного воздействия. В настоящее время происходит их дальнейшая деградация в результате роста народонаселения Земли, экономической экспансии, изменения в землепользовании и климатических изменений. Деградация ЭУ может значительно усилиться в первой половине этого столетия и стала препятствием для достижения *Целей развития тысячелетия* (7-я из 8 целей звучит так: «Обеспечить экологическую устойчивость»). Особенно существенные трансформации экосистем происходят в результате наступления сельского хозяйства (сейчас около 35% земной поверхности используется аграрным сектором). Все это заставляет более интенсивно искать механизмы (в том числе и экономические) для решения проблем современного глобального экологического кризиса.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобылев С.Н., Захаров В.М.** Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 72 с.
- Болотова Н.Л.** О применении концепции экосистемных услуг к водным экосистемам // Уч. зап. Рос. гос. гидрометеорол. ун-та. 2017. Вып. 49. С. 114-133.
- Букварева Е.Н., Замолодчиков Д.Г., Зименко А.А.** Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Том 1. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
- Волжский бассейн.** Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы / Под ред. Г.С. Розенберга. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации/Центр экологической политики России, 2011. 104 с.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И.** 4.6. Возможности использования лесной статистики для оценки экосистемных услуг на примере Кологривского и Мантуровского районов Костромской области // Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD): Erfahrungen, insbesondere aus Deutschland und Russland / Ed.: K. Grunewald, O. Bastian, A. Drozdov, V. Grabovsky. Bonn: BfN-Skripten 373, 2014. P. 295-298.
- Кудинова Г.Э.** Устойчивое развитие экономико-экологических систем региона. Тольятти: ИЭВБ РАН, Кассандра, 2013. 130 с.
- Кудинова Г.Э.** Устойчивое развитие и экомодернизация эколого-экономических систем региона бассейна крупной реки. Тольятти: Кассандра, 2015. 209 с.
- Маркелова С.А., Тихонова И.О.** Значимость экосистемных услуг в устойчивом развитии мегаполисов на примере водных объектов // Успехи в химии и химической технологии. 2017. С. 68-70.

- Мухин И.А.** Рационализация природопользования акватории Костромского разлива Горьковского водохранилища на основе концепции экосистемных услуг // Вузовская наука – региону. Материалы 15-й Всерос. науч. конф. Вологда, 2017. С. 377-379.
- Мухин И.А., Лопичева О.Г.** Анализ экосистемных услуг прудов разного хозяйственного назначения / Вузовская наука – региону. Материалы 15-й Всерос. науч. конф. Вологда, 2017. С. 375-377.
- Павлов Д.С., Букварёва Е.Н.** Климаторегулирующие функции наземных экосистем и экологочетрическая концепция природопользования // Успехи соврем. биол. 2011. Т. , № 4. С. 324-345.
- Рахманов В.В.** Гидроклиматическая роль лесов. М.: Лесная пром., 1984. 241 с.
- Рекомендации, касающиеся платы за услуги экосистем в контексте комплексного управления водными ресурсами. Нью-Йорк; Женева: ООН, 2007. 65 с.
- Розенберг А.Г.** Комментарий к статье Роберта Костанца с соавторами // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20, № 1. С. 205-214.
- Розенберг А.Г.** Оценка экосистемных услуг для территории Самарской области // Актуальные проблемы экономики и права. 2012. №3 (23). С. 145-150.
- Розенберг Г.С.** Экологическая экономика и экономическая экология: состояние и перспективы (с примерами по экологии Волжского бассейна) // Экология. 1994. № 5. С. 3-13.
- Розенберг Г.С.** Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. 477 с.
- Соловьёва С.В.** Оценка экосистемных услуг для управления природным наследием // Государственное управление. Электрон. вест. 2018. Вып. август. С. 1-15.
- Стратегические ресурсы** и условия устойчивого развития Российской Федерации и её регионов. Краткие итоги реализации Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН в 2012-2014 гг. М.: Изд-во Ин-та географии РАН. 2014. 166 с.
- Узунов Й., Керемидчиев С., Шопов Г.** (отв. ред.). Экосистемните услуги в България. Първи малки стъпки към големи скок за съхраняване на човечеството. София: Изд-во Клуб Икономика-2000, 2017. 245 с.
- Узунов Й.И., Протасов А.А.** Концепция экосистемных услуг в приложении к водным техноэкосистемам // Гидробиол. журн. 2018. Т. 54, № 5. С. 3-19.
- Шабунев А.А.** Водная и околородная орнитофауна Вологодской области: традиционные и перспективные возможности использования в качестве экосистемных услуг // Вузовская наука – региону. Материалы 15-й Всерос. науч. конф. Вологда, 2017. С. 400-402.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S. Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeen S., O'Neill R.V.O., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., and Van den Belt M.** The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1997. V. 387. P. 253-260.
- Costanza R., de Groot R., Sutton P. et al.** Changes in the global value of ecosystem services // Global Environ. Change. 2014. V. 26. P. 152-158.
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., et al.** Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units // Ecosyst. Serv. 2012. V. 1. P. 50-61.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ ТЕРСЫ В ПРЕДЕЛАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**О.В. Седова, М.В. Лаврентьев, Р. Чарыев***Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов (Россия)***VEGETATION OF THE TERSA RIVER WITHIN THE SARATOV REGION****O.V. Sedova, M.V. Lavrentiev, R. Charyev***Saratov State University, Saratov (Russia)*

Река Терса – правый приток Волги. Протекает в Хвалынском и Вольском районах Саратовской области. Длина реки – 71 км. Водосборная площадь 119 км². Питание снеговое. Ледостав с ноября по апрель (местами промерзает до дна). Истоки на западном склоне Хвалынских гор близ села Ульянино, течёт, сильно петляя. Впадает в Волгу у села Терса, в 1113 км от устья Волги.

В вегетационный период 2019 года были изучены флора и растительность р. Терсы. В ходе работы исследовано верхнее, среднее и частично нижнее течение реки. Растительность изучали по общепринятым методам гидробиотических исследований. Классификация растительных сообществ проводилась на основе доминантно-детерминантного подхода к выделению ассоциаций водной растительности (Папченков, 2001). Названия видов приводятся по сводке С.К. Черепанова (1995).

По результатам исследований был составлен кадастр водной растительности и выявлены особенности структуры растительного покрова реки.

Тип растительности водная растительность – AquiphytosaА. Группа классов настоящая водная растительность – Aquiphytosa genuinaI. Класс формаций настоящая водная (гидрофитная)растительность – Aquiphytosa genuina1. Группа формаций погружённых укореняющихсягидрофитов – Aquiferbosa genuina submersa radicans

1. Формация рдеста курчавого – *Potameta crispi*. Acc.: *Potamogeton crispus*; *Potamogeton crispus* + *Potamogeton pectinatus*

2. Формация рдеста берхтольда – *Potameta berchtoldii*. Acc.: *Potamogeton berchtoldii*

2. Группа формаций укореняющихся гидрофитов с плавающимина воде листьями – Aquiferbosa genuina radicans foliis natantibus

3. Формация кубышки желтой – *Nupharetta luteae*. Acc.: *Nuphar lutea*; *Nuphar lutea* + *Ceratophyllum demersum*

4. Формация рдеста узловатого – *Potameta nodosi*. Acc. *Potametum nodosi*; *Nupharetta luteae* + *Potametum nodosi*

3. Группа формаций гидрофитов свободно плавающихна поверхности воды – Aquiferbosa genuina natans

5. Формация ряски малой – *Lemneta minor*. Acc.: *Lemna minor*; *Lemna minor* + *Spirodela polyrhiza*

II. Класс формаций воздушно-водная (гелофитная)растительность – Aquiferbosa helophyta1. Группа формаций низкотравных гелофитов – Aquiferbosa helophyta humilis

6. Формация ежеголовника всплывшего – *Sparganieta emersi*. Acc.: *Sparganietum emersi*; *Sparganietum emersi* – *Potamogeton crispus*

7. Формация ежеголовника прямого – *Sparganieta erecti*. Acc.: *Sparganium erectum*

2. Группа формаций высокотравныхгелофитов – Aquiferbosa helophyta procera

8. Формация рогоза узколистного – *Typheta angustifoliae* Acc.: *Heteroherboso + Typhetum angustifoliae*

9. Формация тростника южного – *Phragmiteta australis*. Acc.: *Phragmitetum australis*

III. Класс формаций гигрогелофитная
растительность – *Aquiherbosa hygrogelohpyta*

10. Формация вероники водяной – *Veroniceta anagallis-aquatica*. Acc.: *Veronica anagallis-aquatica*

11. Формация осоки острой – *Cariceta acuate*. Acc.: *Carex acuta*

12. Формация ситняга болотного – *Eleocharieta palustris*. Acc.: *Eleocharis palustris*

IV. Класс формаций гидрофитная
растительность – *Aquiherbosa hygrophyta*

13. Формация камыша лесного – *Scirpeta sylvaticus*. Acc.: *Scirpetum sylvaticus*

14. Формация горца развесистого – *Persicarieta lapathifolii*. Acc.: *Persicaria lapathifolia*

Растительный покров изученного участка реки сложен 19 ассоциациями относящимися к 14 формациям. Ведущая роль в формировании растительного покрова р. Терсы принадлежит сообществам прибрежно водных растений (гелофитов) с доминированием *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* и *S. emersum*, а так же гигрогелофитов и гидрофитов *Eleocharis palustris*, *Carex acuta* и *Scirpus sylvaticus*. Водная растительность преимущественно сложена фитоценозами *Nuphar lutea*, *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus* и *P. berchtoldii*. Сообщества чаще монодоминантные или двувидовые, с простой структурой, характеризующие первую фазу зарастания – формирования растительных сообществ.

Значительная часть реки характеризуется низкой степенью зарастания русла от слабо зарастающего до не зарастающего. Основными типами распределения водной и прибрежно-водной растительности выступают узко-прибрежный и пятнистый. Однако в районе плотины, перегородившей реку у с. Талалихино наблюдалось образование значительных по площади мелководий сплошь заросших фитоценозами *Polygonum lapathifolium* с вкраплениями *Rorippa palustris*. В верхнем течении реки развиваются моноценозы *Potamogeton berchtoldii*, заполняющие всё русло (шириной 1–1,5 м).

На значительном протяжении гидрофитная растительность отсутствует вовсе или может быть представлена отдельными экземплярами, реже пятнами *Potamogeton nodosus* или *P. pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, вегетативной формой *Sparganium emersum*. Гелофиты также либо отсутствуют, либо тянутся узкой полосой вдоль уреза воды. В более заметных количествах представлены *Sparganium erectum*, *Phragmites australis*, реже *Typha angustifolia*.

В среднем течении наблюдается бордюрный тип расположения сообществ. Очень часто последовательность зон нарушена и крайними в ряду фитоценозов оказываются растения с плавающими на поверхности листьями, а не погружённые укореняющиеся гидрофиты. Преобладание сообществ *Nuphar lutea* и расположение их у границы ценозов гелофитов или гидрофитов характерно и для малых рек Саратовской области (Шелест, Болдырев, 2014; Седова, Старчиков, 2018) и Среднего Поволжья (Папченков, 2001).

Наиболее распространенные схемы распределений растительных сообществ на водоёме выглядят следующим образом (от берега к центру): *Scirpeta sylvaticus* → *Potameta berchtoldii*; *Phragmitetum australis* → *Nupharetum luteae* (реже *Potameta nodosi*); *Phragmitetum australis* → *Sparganieta emersi*; *Phragmitetum australis* → *Sparganieta erecti* → *Phragmitetum australis*; *Sparganieta erecti* → *Potameta crispis*.

Отсутствие погружённой водной растительности связано с гидрологическими особенностями водотока. Согласно исследованиям Н.В. Веденеевой с соавторами (2016) р. Терса характеризуется средней антропогенной нагрузкой. Химические показатели воды находятся в пределах установленных норм, но характерна повышенная цветность, что непосредственно влияет на развитие погружённой растительности. Высокая скорость течения, подвижность грунтов, отсутствие развитой зоны мелководий, низкая степень освещённости, поскольку берега заросли различными видами ивовых, клёна американского, также неблагоприятно ска-

зываются на формировании сообществ погружённых гидрофитов. Поэтому в формировании растительного покрова р. Терсы, как и значительной части других малых рек области преимущественно участвуют фитоценозы *Nuphar lutea*, *Phragmites australis* и различные гидрофиты, заселяющие пологие берега.

ЛИТЕРАТУРА

- Веденева Н.В., Беляченко А.А., Киященко С.А., Тихомирова Е.И.** Малые реки Саратовской области как объект водопользования: мониторинг экологического состояния, комплексная оценка и повышение качества воды // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 2(3). С. 642–646.
- Папченков В.Г.** Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБ и НТ, 2001. 213 с.
- Седова О.В., Старчиков А.А.** Структура водной и прибрежно-водной растительности реки Терешки на территории НП «Хвалынский» // Степи Северной Евразии: материалы VIII международного симпозиума /под научной редакцией академика РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 860–862.
- Черепанов С.К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Шелест В.Д., Болдырев В.А.** Флора и растительность реки Медведицы и её озер-стариц // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, Вып. 3. С. 71–75.

**РЕСУРСНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАСТЕНИЙ
МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В.В. Соловьева

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара (Россия)

**THE RESOURCE VALUE OF PLANTS
IN SMALL ARTIFICIAL RESERVOIRS IN SAMARA REGION**

V.V.Soloveva

Samara State University of Social Sciences and Education, Samara (Russia)

В результате инвентаризации флоры малых искусственных водоемов было зарегистрировано 289 видов растений из 67 семейств и 149 родов. Отдел Charophyta содержит 5 видов, Bryophyta – 10, Polypodiophyta – 4, Equisetophyta – 4, Magnoliophyta – 266 видов растений, из которых 7 таксонов имеют гибридогенное происхождение. К классу Magnoliopsida относятся 158, к Liliopsida – 108 видов растений.

Во флоре малых искусственных водоемов Самарской области выявлено 22 хозяйственные группы растений. Отношение растений к той или иной хозяйственной группе проводили согласно Определителю растений Среднего Поволжья (Благовещенский и др., 1984). Кормовых растений отмечено наибольшее число – 118 видов (40,8 %), (табл. 1). Наиболее ценными кормовыми растениями являются береговые луговые виды растений в зоне временного затопления. Это представители семейств бобовых – 9 видов (3,8 %) и злаковых растений – 26 видов (11 %).

Таблица 1 - Хозяйственное значение флоры малых искусственных водоемов Самарской области

№\п	Хозяйственная группа	число видов	в %
1.	Кормовые	118	40,8
2.	Лекарственные	87	30
3.	Медоносные	58	20
4.	Дубильные	34	11,7
5.	Декоративные	32	11
6.	Ядовитые	29	10
7.	Красильные	27	9,3
8.	Пищевые	22	7,6
9.	Сорные	14	4,8
10.	Эфиромасличные	10	3,4
11.	Жирномасличные	9	3,
12.	Технические	9	3,1
13.	Пыльценосные	9	3,1
14.	Мелиоративные (закрепители песков и склонов)	9	3,1
15.	Пряные	6	2
16.	Поделочные	6	2
17.	Инсектицидные	5	1,7
18.	Витаминоносные	5	1,7
19.	Текстильные	3	1
20.	Аквариумные	2	0,6
21.	Перганосные	1	0,3
22.	Крахмалоносные	1	0,3

Высокой урожайностью отличаются прибрежно-водные растения, их урожайность в 2-4 раза выше луговых трав. Такие доминанты растительного покрова мелководий как тростник южный, рогоз узколистный, манник большой, двухкосточник тростниковидный по своему составу не уступают люцерне посевной и вико-овсяной смеси (Зарипова и др., 1975).

Они содержат каротин и могут служить хорошим сырьем для приготовления витаминных кормов. Прибрежно-водные растения богаты микроэлементами. Манник большой содержит меди 10,7 мг/кг, рогоз узколистный – 34, 47 мг/кг, двухкосточник тростниковидный - 53 мг/кг, а марганца в них содержится от 3 до 13 раз больше, чем в сене люцерны. Во всех видах сухих кормов отмечено большое количество клетчатки: в гранулированных – 24,8%, в травяной муке - от 22 до 26%, а в сене до 30% (Голубева, Папченков, Шпак, 1990).

Заготовку кормов прибрежно-водных растений лучше проводить в конце июля - начале августа, когда отмечается сезонный спад уровня воды, при этом 25 % площади необходимо оставлять для возобновления. Уборку следует проводить методом прокосов, оставляя полосы шириной 10-30 м. Сенокосные угодья имеются на побережья Кондурчинского, Черновского, Кутулукского, Таловского водохранилищ.

Кормовую ценность прибрежно-водных растений снижает наличие кремнезема, что существенно влияет на поедаемость их сельскохозяйственными животными в свежем виде. Наличие в составе фитоценозов ядовитых растений – 29 видов (10%), также ухудшает качество сена. Среди них такие распространенные виды растений как частуха подорожниковая, лютик ползучий, поручейник широколистный, триостренник болотный, хвощ болотный, хвощ приречный, омежник водный. Известно, что находясь в большом количестве в сене, хвощи могут явиться причиной острого отравления у животных, что связано с наличием сапонинов (эквизетонин) и флавоновых гликозидов (Филин, 1978).

Многие виды прибрежно-водных растений не могут использоваться на корм животным в свежем виде. Их применение в животноводстве возможно только в переработанном гранулированном виде, а также в составе кормовой муки и в качестве добавок к концентрированным кормам. Все это увеличивает себестоимость корма, поэтому прибрежно-водная растительность остается невостребованной. Многие макрофиты имеют кормовое значение в рыбоводстве: они богаты питательными веществами и в виде зеленой пасты могут входить в состав кормов для карпа (Кононов, Просяной, 1949). Сазан в качестве корма использует семена высших растений. Для культивирования в рыбоводных водоемах следует подбирать растения, которые характеризуются ценными кормовыми свойствами и отличаются хорошей поедаемостью рыбами. З.А. Баходирова (1989) в культуре испытывались растения: цицания широколистная, двухкосточник тростниковидный, тростник южный, рдесты (курчавый, маленький, нитевидный) и рогозы (узколистный и широколистный).

Ценными объектами для культивирования в рыбоводных водоемах являются ряски (малая, трехраздельная, многокоренник). Методы их культивирования широко освещены в литературе (Таубаев, Баходирова, 1983, 1972; Алиев, 1976 и др.). Их можно успешно культивировать в специальных отстойных прудах, дренажных каналах, расположенных в районе нахождения рыбоводных прудов. При удобрении навозом в концентрации 3-3,5 г/л ряска малая может дать высокий урожай – до 1,5 т/га и более в сутки (Баходирова, 1989). К витаминным растениям относятся сусак зонтичный, ряска, наяда, рдест. Содержание белка в этих растениях составляет 12-28,4% (табл. 2).

Таблица 2 - Биохимическая характеристика макрофитов (по: Баходирова, 1989)

Название растения	Биохимические показатели					
	Белок, %	Жиры, %	Каротин, %	Витамин С, %	БЭВ, %	Зольность %
<i>Butomus umbellatus</i>	12,60	4,20	36,5	42,6	42,5	13,2
<i>Lemna minor</i>	28,40	3,40	180,0	62,3	52,3	10,2
<i>Lemna gibba</i>	24,60	3,40	172,0	70,4	49,6	5,4
<i>Potamogeton filiformis</i>	18,10	2,70	32,0	35,0	35,4	14,2
<i>Potamogeton pussilus</i>	12,30	2,90	36,5	42,4	35,2	11,4
<i>Najas graminea</i>	12,70	2,60	44,5	32,4	138,6	12,2
<i>Digraphis arundinaceae</i>	10,50	2,50	76,5	47,3	45,6	12,6

Экологические особенности гидробионтов положены в основу биологического способа очистки водоема от растительности, который заключается в уничтожении макрофитов растительноядными рыбами, птицами и млекопитающими. Это наиболее перспективный метод, в котором отсутствуют побочные явления, характерные для химических методов, достигается более высокая экономическая эффективность за счет увеличения численности карпа и других рыб, разведения нутрий и т.д. Особенно перспективными в качестве биологических мелиораторов являются растительноядные рыбы, которых условно разделяют на три группы:

1) облигатные фитофаги: белый амур, белый лещ, черный лещ, колючий горчак, красноперка (в их питании прибрежно-водные растения играют единственную или преобладающую роль);

2) всеядные рыбы, эврифаги: язь, голавль, линь, каспийская вобла, сазан и др., в питании которых высшие растения имеют равное значение с животной пищей;

3) всеядные рыбы: чебак, карась, укляя, окунь, подуст и др., в питании которых высшие растения играют роль добавочного корма (Садчиков, Кудряшов, 2004).

Высокая прожорливость белого амура позволила использовать его в борьбе с зарастанием рыбоводных прудов, ирригационных каналов, водохранилищ, дренажных систем, водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций (Алиев, Вовк, 1971; Алиев, 1976). Высшие водные растения выростных прудов по поедаемости белым амуром можно разделить на 3 группы: малопоедаемые или непоедаемые (рдест узловатый, лютик расходящийся, лютик ползучий, горец перечный и др.), среднепоедаемые (роголистники темно-зеленый и светло-зеленый, урути мутовчатая и колосистая, рдест злаковый и др.), хорошо поедаемые (рдесты маленький, гребенчатый, нитевидный, курчавый, пронзеннолистный и др.).

Очень хорошо поедают мягкие растения утки, поэтому часто практикуют совместные рыбоводно-утиные хозяйства. При содержании их по 250-350 шт./га можно вырастить 2-3 партии за сезон, что обеспечит чистоту пруда от растительности. Птиц нужно подкармливать, а без этого плотность необходимо сократить в 10 раз. Гуси менее эффективно потребляют водные растения, для их содержания необходим луг. 50-60 шт. гусей /га не позволят пруду интенсивно зарастать. Очищению водоема от жесткой растительности способствуют нутрии. Взрослое животное весом в 6-7 кг съедает в сутки 2-3 кг растений. На пруду, заросшем на 60 %, можно содержать нутрий 20-22 шт./га (Козловский, 2001).

На побережье искусственных водоемов выявлено 87 видов (30 %) лекарственных растений. Наибольшие запасы для заготовок отмечены для череды трехраздельной, крапивы двудомной, мяты полевой, дербенника иволистного, подорожника большого, лапчатки гусиной.

Многие растения являются универсальными в хозяйственном отношении, к примеру, крапива двудомная имеет лекарственное, витаминосное, пищевое, кормовое, текстильное, дубильное, красильное значение. Ива корзиночная – лекарственное, медоносное, кормовое, декоративное, дубильное, красильное растение. Иван-чай узколистный – лекарственное, крахмалоносное, кормовое, медоносное, жирномасличное, витаминосное, пищевое, пряное, дубильное, волокнистое, декоративное растение и закрепитель склонов.

Третье место по числу видов занимают медоносные растения – 58 видов (20%). Это представители семейств бобовые, губоцветные, злаковые, ивовые и др. Известно, что медопродуктивность ивовых зарослей доходит до 100 кг/га и более. Преимуществом этих медоносов является ранневесеннее нектарообразование, и в теплую весну и при сравнительно низкой температуре ивы хорошо выделяют нектар, дают пчелам пыльцу и клей. Ивовый мед розовато-желтого или темно-янтарного цвета, быстро кристаллизуется (Благовещенский, 1994).

Особое место среди хозяйственных групп имеют декоративные растения – 32 вида (11%). Декоративность оценивается по следующим признакам: внешний вид (привлекатель-

ность) растений в период вегетации; продолжительность цветения; массовость цветения; декоративность растений до и после цветения; условия произрастания.

В последнее время возрождается культура водных садов, выполняющих учебно-познавательные и эстетические функции. Их площади небольшие, до 100-150 м². Их располагают вблизи малых садовых архитектурных форм – беседок, около альпийских горок, возле зданий и оранжерей. Для декоративных водоемов возможен самый широкий набор видов местной флоры (Манохина, 1977, 1979, 1983). На побережье особенно декоративны вербейник обыкновенный и дербенник иволистный, на мелководьях - сусак зонтичный, ирис водный, стрелолист стрелолистный, частухи. Водное зеркало могут украсить виды кувшинок и кубышек. Допускается умеренное использование погруженных растений - рдеста курчавого и пронзеннолистного.

Декоративные водные растения являются оксигенаторами, выполняют важную экологическую роль – обогащают воду кислородом, жизненно необходимого для водных организмов. К ним относятся также растения, способные выделять фитонциды, биологически активные вещества, которые, регулируя физико-химические процессы водных экосистем, могут выступать в качестве фактора, предотвращающего ухудшение качества воды (Мережко, 1988). Фитовыделения гидрофитов могут предотвращать порчу воды и создавать благоприятные условия для всех компонентов водной экосистемы. Известно, например, ингибирующее действие роголистника темно-зеленого на сине-зеленых водорослей и высокая фитонцидная роль нимфейных.

Ресурсная значимость растений из других хозяйственных групп невелика. Среди них можно отметить растения, имеющие мелиоративную роль. Это такие закрепители сыпучих песков и склонов как тополь белый и ивы (пепельная, трехтычинковая, корзиночная). К аквариумным растениям относятся элодея канадская, сальвиния плавающая, писция телорезовидная и риччия плавающая.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиев Д.О.* Новое в применении биологического метода предотвращения зарастания и заиления каналов коллекторно-дренажной сети // Гидробиология каналов СССР и биологические помехи в их использовании. – Киев: Наук. думка, 1976. С.297 – 308.
- Алиев Д.С., Вовк П.С.* Итоги и перспективы использования растительных рыб для биологической мелиорации каналов и водохранилищ // Итоги и перспективы рыбохозяйственного использования растительных рыб. – Киев: Наук. думка, 1971. С.6 - 8.
- Баходирова З.А.* Флора и растительность выростных (мальковых) рыбоводных прудов и рациональные пути их использования в прудовом рыбоводстве. Автореф. Дисс.к.б.н., 1989. – 21 с.
- Благовещенский В.В.* Медоносные растения Ульяновской области. Ульяновск. 1994. – 138 с.
- Благовещенский В.В., Пчелкин Ю.А., Раков Н.С., Старикова В.В., Шустов В.С.* Определитель растений Среднего Поволжья. Л.: Наука, 1984. – 392 с.
- Голубева И.Д., Папченков В.Г., Шпак Т.Л.* Растительность островов и мелководий Куйбышевского водохранилища. – Казань, 1990, Ч. 1. – 81 с. Ч. 2. –128 с.
- Кононов В.А., Просяной В.С.* Водная растительность и ее использование в прудовом рыбном хозяйстве. – Киев: Сельхозгиз УССР, 1949. – 32 с.
- Манохина Р.П.* Водные растения для украшения города // Цветоводство, 1979. N 2. С. 8 - 9.
- Манохина Р.П.* Цветение и плодоношение некоторых прибрежно-водных растений в Душанбе // Ботанический журнал, 1983. N 6. С. 792 - 802.
- Манохина Р.П.* Водные растения для оформления водоемов в городах и поселках Средней Азии // Строительство и архитектура Узбекистана, 1977. N 2. С. 22 - 26.
- Мережко А.И.* Эколого-физиологические исследования высших водных растений в связи с их ролью в самоочищении водоемов // I Всесоюз. конференц. по высш. водн. и прибрежно-водн. растениям: Тез. докл. – Борок, 1988. С. 104-105.
- Садчиков А.П., Кудряшов М.А.* Экология прибрежно-водной растительности. М.; 2004. – 220 с.
- Таубаев Т.Т., Баходирова З.А.* Водная растительность - ценный источник повышения продуктивности рыбоводных водоемов // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Мат. XVIII науч. конф. Тез. докл. –Ташкент, 1983. С.133 - 134.
- Филин В.Р.* Род хвощ (Equisetum) // Жизнь растений. – М: Просвещение, 1978. Т. 4. С. 134-146.

**КОНЦЕПЦИЯ ВЫСОТНО - ЛАНДШАФТНОГО ЦИФРОВОГО
СТРУКТУРИРОВАНИЯ ВОДОСБОРОВ
ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА**

В.Т. Старожилов

Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ, Владивосток (Россия)

**THE CONCEPT OF HIGH-ALTITUDE LANDSCAPE DESIGN STRUCTURING
OF CATCHMENTS OF THE PACIFIC LANDSCAPE BELT**

V.T. Starozhilov

FEFU Pacific International Landscape Center, Vladivostok (Russia)

Работа представляет собой продолжение исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ. Рассматривается, на примере Сихотэ-Алинской и Сахалинской областей, структурирование Тихоокеанского ландшафтного пояса, который представляет собой азональный пояс ландшафтной сферы с генетически единым структурно-тектоническим положением в зоне окраинно-континентальной дихотомии системы океан-континент и характеризуется аккреционной природой фундамента ландшафтных сихотэ-алинской, нижеамурской, прихотской, сахалинской, камчатско-курильской, чукотской и др. географических областей (структур) с климатическим и растительным внутренним содержанием, подчиняющимся высотной и широтной зональности и эволюционирующим под действием взаимодействующих, взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга орогенического, орографического, климатического и фиторастительного факторов. (рис.1)



Рис. 1. Тихоокеанский ландшафтный пояс России [5].

Области пояса: 1. Сихотэ-Алинская;
2. Нижнеамурская; 3. Прихотская;
4. Кольмская; 5. Анадырская;
6. Чукотская; 7. Корьякская;
8. Камчатская; 9. Сахалинская

Предлагается, впервые для тихоокеанских горных территорий, проводить структурирование и классификацию ландшафтных территорий с выделением высотно-ландшафтных комплексов с изучением вертикальной и горизонтальной дифференциации как универсального свойства количественного и качественного изменения внутреннего содержания высотно-ландшафтных систем и использования полученных материалов для изучения качества воды. При этом под высотно-ландшафтным комплексом понимаются генетически связанные ассоциации ландшафтов, определяемые рельефом, общим генетическим и динамическим, подчиняющимся законам причинно-следственных связей, состоянием эрозионно-денудационных систем, функционирующих под действием вещественно-энергетических потоков Земли и в первую очередь гравитационной энергии.

Структурирование и классификация проводились в различных масштабах на планетарном, среднемасштабном и локальном уровнях. В статье рассматривается структурирование на среднемасштабном уровне. При выделении среднемасштабных высотно-ландшафтных комплексов доминантными являются высотный критерий и количественные и качественные изменения их внутреннего содержания с учетом состояния эрозионно-денудационных систем, функционирующих под действием вещественно-энергетических потоков Земли и в первую очередь гравитационной энергии.

По этим критериям ландшафтные территории классифицируются и выделяются равнинные, мелкосопочные, низкогорные, расчлененносреднегорные, массивносреднегорные, гольцовые высотно-ландшафтные комплексы. Структурирование и классификация представляются для дальнейшего изучения структур, как объектов отраслевой индикации и в том числе качества воды и возможностей использования высотно-ландшафтных комплексов, как территорий освоения.

Отмеченное, а также то, что исследование проведено впервые и нацелено на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении территорий (и в том числе индикации качества воды), определяет актуальность выполненной работы.

Материалы. Рассматриваются материалы результатов научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и ландшафтного картографирования крупных региональных Приморского, Сахалинского и др. звеньев Тихоокеанского ландшафтного пояса России (рис.1) (Старожилов, 2013). Изучались материалы соотношений и взаимосвязи достаточно значимых выборок данных не только по рельефу, растительности и почвам, но и коренным и рыхлым породам, климату (Старожилов, 2011; Старожилов, 2011а; Старожилов, 2012) .

В статье приводятся материалы результатов, полученных на основе авторских полевых (более 30 полевых сезонов автора) и производственных по практической реализации ландшафтного метода в различных областях природопользования: в области туризма и рекреации, градостроительства, лесопользовании, планирования и проектирования природопользования и др. (Старожилов, 2009; Старожилов, 2009а; Старожилов, 2015а; Старожилов, 2009б; Старожилов, 2007; Старожилов, 2015б).

Использовались результаты картографирования отдельных областей Тихоокеанского ландшафтного пояса, например, ландшафтная классификация, базовая ландшафтная карта Приморского края М 1: 500 000 и легенда к ней, разработанная в масштабе 1: 500 000 ландшафтная классификация Сахалинской области, продолжающихся ландшафтных исследований по другим территориям Тихоокеанской России и в том числе острове Русском [6]; особенности формирования фундамента ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса на основе авторской концепции его акреционной геодинамической эволюции, с опорой на изучение петрографического состава и структурно-тектоническое положение осадочных и других литокомплексов (Старожилов, 2004).

При выделении и классификации высотно-ландшафтных комплексов использовались материалы ландшафтной индикации.

Выше отмечено только часть использованных материалов, все материалы в статье отразить просто не возможно. В них ранее рассмотрены отдельные вопросы при выполнении

задач по разным разделам ландшафтоведения. Общего их анализа как основы концепции высотно-ландшафтных комплексов и их классификации ранее не проводилось. В связи с этим, все они, в том числе и авторские полевые (30 полевых сезонов), нами использованы как основы для решения задачи структурирования и классификации высотно-ландшафтных комплексов.

Результаты. В целом на основе анализа, синтеза и оценке значимого полевого и теоретического материала установлен фундаментальный результат настоящих исследований, заключающийся в том, что для реализации концепции структурирования высотно-ландшафтных структур как природных основ ведения гармонизированных с природой отраслевого освоения территорий, и в том числе изучения качества воды, необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу.

В результате исследований выделяются высотно-ландшафтные комплексы. Они разные и разделяются на равнинные, мелкосопочные, низкогорные, расчлененносреднегорные, массивносреднегорные, гольцовые комплексы.

Равнинный высотно-ландшафтный комплекс в границах находит отчетливое отражение на морфологических ландшафтных картах и занимает ландшафтное равнинное пространство, например, в Приморском крае, занимает ландшафтное равнинное пространство Уссури-Ханкайской ландшафтной провинции. Включает равнинную территорию дальневосточного равнинного класса ландшафтов с характерным для нее сочетанием лесостепного равнинного и долинно-речного подкласса и равнинного эрозионно-аккумулятивного и долинно-речного и приморско-равнинного родов.

Низкогорный высотно-ландшафтный комплекс. Это горы с абсолютными отметками 300–800 м и относительными превышениями до 200–250 м. Для них характерны прямые, реже выпуклые, склоны, покрытые мощным слоем щебнистых суглинков, мощность которых у подножий гор обычно увеличивается. Обнажения отмечаются редко. Это обычно либо денудационные останцы и гребни, сложенные устойчивыми к выветриванию горными породами на вершинах и склонах, либо эрозионные (абразионные) обрывы у подножий гор.

Низкогорный высотно-ландшафтный комплекс характеризуется сложной дифференцированностью ландшафтных растительных и почвенных группировок. Среди растительных преобладают широколиственные леса, а в почвенных – бурые-лесные. Комплекс характеризуются замедленным боковым выносом мелкозема в процессе суффозии и бокового почвенного смыва, преобладающим термокриповым и гигрокриповым транзитом склоновых отложений, с заметным обогащением верхних слоев разреза грубообломочным материалом при сохранении их преимущественно суглинистого состава. Широко распространены явления промежуточной склоновой аккумуляции на перегибах и у подножьев склона. Территории относятся к участкам с замедленной денудацией и активной аллювиальной и склоновой аккумуляцией.

Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-смешанно-широколиственного, редкого горно-темнохвойного подклассов, доминантного низкогорного полисубстратного и терригенного родов. Для комплекса доминантный - низкогорный пихтово-елово-лиственнично-мелколиственный вид горно-смешанно-широколиственного пояса и включает комплекс пихтово-еловых, лиственничных, елово-лиственничных и мелколиственных лесов (местами с широколиственными породами) на горно-таежных бурых и др. почвах. Имеет быстрый водообмен на узких водоразделах и крутых склонах, слабо сдержанный на широких водоразделах и выположенных склонах. Встречается пихтово-елово-лиственнично-мелколиственный вид горно-смешанно-широколиственного пояса и включают комплекс пихтово-еловых, лиственничных, елово-лиственничных и мелколиственных лесов (местами с широколиственными породами) на горно-таежных бурых и др. почвах. Имеет быстрый водообмен.

Расчлененносреднегорный высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного

горно - смешанно-широколиственного, горно-темнохвойного подклассов, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Это горы с абсолютными отметками более 800 м. Развит на территории с глубоким расчленением первоначально единых массивов на большое число узких извилистых хребтов и обособленных вершин с глубоко расчлененными склонами. Это территории с резко очерченными водораздельными гребнями, очень крутыми прямыми или выпуклыми в верхней части склонами, к которым на япономорском макросклоне приурочены подвижные осыпи, часто покрывающие склоны от подножья до вершины. Из растительных группировок преобладают кедрово-широколиственные и елово-пихтовые леса. На склонах, поросших древесной растительностью, развиты щебнистые и щебнисто-дресвяные суглинки, служащие минеральной основой преобладающих бурых и желто-бурых почв. Вверх по склону обычно отмечается увеличение количества грубообломочного материала, обогащение им верхней части склоновых накоплений, увеличивается крупность обломочного материала. В целом этот комплекс ландшафтов относится к области активной денудации, но существенную роль играют также процессы аллювиального транзита и промежуточной аккумуляции. Кроме того, для высотного расчлененносреднегорного комплекса ландшафта характерно: заметное преобладание продуктов физического выветривания в общем объеме мобилизованного материала зоны разрушения скальных пород; широкое распространение обвально-осыпных явлений и осовов; эпизодическое проявление курумового транзита, солифлюкции и морозного выпучивания; каньонообразные формы эрозионного врезания вершин водотоков, значительные продольные уклоны долин в зоне руслового водного транзита обломочного материала.

Массивносреднегорный высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно - смешанно-широколиственного, горно-темнохвойного подклассов, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Это горы с абсолютными отметками более 800 м. Характеризуется преобладанием наиболее возвышенных куполовидных массивов и линейно вытянутых горных кряжей, обычно контролируемых выходами на поверхность наиболее устойчивых к выветриванию горных пород, представленных молодыми интрузиями, экструзиями, метосамотическими полями, купольными, ядерными и диапировыми структурами. Распространены вершины округлых очертаний и уплощенные широкие водораздельные перегибы. Это районы таежных группировок хвойных лесов с преобладанием ели аянской и пихты белокорой в хвойной и березы – в лиственной составляющих. Верхнюю границу леса формируют подгольцовые ельники, отличающиеся мощным развитием травянистого покрова и кустарничкового яруса. Преобладающими почвами являются горно-таежные бурые иллювиально-гумусовые, формирующиеся в условиях быстрого водообмена. Растительность формируется на глыбово-дресвяно-щебнистой коре выветривания с относительно высоким содержанием суглинка в разрезе. В целом это области активной денудации и локальной аккумуляции. Кроме того, для массивносреднегорного высотно-ландшафтного комплекса характерно: значительное преобладание продуктов физического выветривания в общем объеме мобилизованного обломочного материала зоны разрушения скальных горных пород; заметное проявление курумового транзита, осовов, солифлюкции, морозного выпучивания и обвально-осыпных явлений; циркообразные формы глубинной эрозии в водосборной зоне и большие продольные уклоны долин в зоне руслового водного транзита обломочного материала.

Гольцовый высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-тундрового подкласса, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Распространен на гольцовых, подгольцово-горных, каменистых россыпях, осыпях, курумах и каменистых потоках, приуроченных к гребням водоразделов, вершинам и склонам гор, развит не широко. В большинстве случаев это самые возвышенные участки гор, округлые вершины и террасированные склоны. На северном Сихотэ-Алине ландшафты этого комплекса довольно часто отмечаются с отметок 700-900м. Характеризуются маломощным чехлом обломочных накоплений, малым количеством мелкозема в их разрезе, слабо развитыми фрагментарными каменистыми почвами. В таких условиях глубина промерзания значительно превышает

мощность слоя рыхлых накоплений, что приводит к интенсивному развитию явлений отторжения обломков скальных пород и выпучивания их вверх вплоть до дневной поверхности. Этому способствуют продолжительные резкие перепады суточных температур осенью и весной, высокий уровень солнечной радиации, переувлажнение грунтов.

Почвы горно-тундровые в гольцовом и иллювиально-гумусовые и дерново-органические в подгольцовом поясах. Горные тундры характеризуются преобладанием в покрове кустистых лишайников (особенно ягелей). Встречаются одиночные кусты низкорослого кедрового стланика. В зоне подгольцовых частей гор развиты стелющиеся леса кедрового стланика. К местам скопления каменисто-глыбовых отложений склонов всех экспозиций приурочены лишайники.

В целом для гольцового высотно-ландшафтного комплекса характерно: интенсивное проявление и широкое распространение процессов вершинного выравнивания и гольцовой планации; активное морозно-мерзлотное, химическое и биологическое выветривание с образованием грубообломочного структурного элювия; активный вынос мелкозема в процессе суффозии, солифлюкции и бокового подпочвенного смыва; интенсивное проявление курумового, термокрипового и криокрипового транзита грубообломочного материала; формирование осовов (камнепадов) на склонах и как следствие быстрое смещение склоновых накоплений на значительные расстояния (вплоть до подножия склонов); широкое распространение явлений солифлюкции и морозного выпучивания.

Заключение. Изучение комплексов имеет важное значение не только с точки зрения разработок научных основ ландшафтоведения, но и как направление исследований стратегических возможностей применения знаний о них при комплексном и отраслевом освоении ландшафтного пространства и в том изучения качества воды. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ продолжает разрабатывать концептуальную методологию оцифрованного структурирования горных территорий азональных ландшафтных поясов (водосборов) и возможности использования этих материалов при освоении территории Тихоокеанской России. Географы ДВФУ уже подготовили базовую ландшафтную карту Приморского края в масштабе 1:500 000, ландшафтную карту Русского острова в масштабе 1:25 000, ландшафтную классификацию Сахалинской области, продолжают исследования по другим регионам Тихоокеанского ландшафтного пояса России.

ЛИТЕРАТУРА

- Старожилов В. Т.** Тихоокеанский окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России и вопросы природопользования / В. Т. Старожилов // Проблемы региональной экологии. 2013. №5. С. 1-10.
- Старожилов В.Т.** Ландшафты Приморского края и использование ландшафтного подхода в оценке экологических проблем минерально-сырьевого природопользования : моногр. Владивосток : Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2011. 225 с.
- Старожилов В.Т.** Общее ландшафтоведение и использование ландшафтного подхода в экологическом мониторинге природопользования: курс лекций / Старожилов В.Т. Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2011а. 286 с.
- Старожилов В.Т.** Процессы механической деградации почв в ландшафтах Приморья / Дербенцева А. М., Старожилов В.Т., Евсеев А. Б., Ткаченко В. И., Степанова А. И. моногр. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 86 с.
- Старожилов В.Т.** Техногенные изменения ландшафтов, обусловленные промышленным производством в Приморском крае / Старожилов В.Т., Дербенцева А. М., Крупская Л. Т., Евсеев А. Б // Экологические системы и приборы. 2009а. № 6. С. 52-55.
- Старожилов В.Т.,** Ознобихин В.И. Ландшафтные геосистемы о. Русский Приморского края [Электронный ресурс] // Современные исследования в естественных науках : материалы II Междунар. науч. конф., 26-28 авг. 2015 г., Владивосток. Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. С. 32-35.
- Старожилов В. Т.** Геодинамическая эволюция зон перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите / В. Т. Старожилов // Гидрометеорологические и географические исследования на Даль-

нем Востоке: материалы 5-й юбилейной научн. конф. «К всемирным дням воды и метеорологии». Владивосток, 2004. С.85-88.

Старожилов В.Т. Ландшафтная индикация трансформации геосистем. В сборнике: Структурные трансформации в геосистемах Северо-Восточной Азии. Научно-практическая конференция. 2015а. С. 86-91.

Старожилов В.Т. Обеспечение экологической безопасности источников экологического риска на оловорудных предприятиях юга Дальнего Востока / Л.Т. Крупская, Н.И. Грехнев, В.П. Зверева, А.Г. Новороцкая, А.М. Дербенцева, В.Т. Старожилов. // Вестн. РУДН. Сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2009б. № 4. С. 81 - 88.

Старожилов В.Т. Ноосферные проблемы , структура и пространственная организация ландшафтов дальневосточных территорий (на примере Приморского края)/ Старожилов В.Т. В В сборнике: Ноосферные изменения в почвенном покрове Материалы Международной научно-практической конференции. Дальневосточный государственный университет; Под общей редакцией: А. М. Дербенцева. 2007. С. 31-37.

Старожилов В.Т. Статистический анализ пространственного распределения ландшафтов окраинно-континентальных геосистем Тихоокеанской России / в сб. эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах (Арчиковские чтения - 2015). Сборник материалов Всероссийской летней молодежной школы-конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Емельяна Ивановича Арчикова. ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; Российский фонд фундаментальных исследований; Чувашское республиканское отделение ВОО «Русское географическое общество»; главный редактор И. В. Никонорова. 2015б. С. 102-113.

Старожилов В.Т. Региональные компоненты и факторы структуры и пространственной организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края). Москва, 2008.

КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПРОСТРАНСТВА ВОДОСБОРОВ ОСТРОВНЫХ СИСТЕМ

В.Т. Старожилов

Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ, Владивосток (Россия)

THE CONCEPT OF A DIGITAL STRUCTURING LANDSCAPE SPACE OF CATCHMENTS OF ISLAND SYSTEMS

V.T. Starozhilov

FEFU Pacific International Landscape Center, Vladivostok (Russia)

Предложенная читателю статья - это продолжение представления результатов исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ДВФУ по стратегическому программному изучению Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Ранее нами уже предложена концепция общего высотно-ландшафтного структурирования ландшафтного пространства горных систем на среднемасштабном уровне. Здесь же предлагается новая концепция цифрового векторно-слоевого структурирования ландшафтного пространства на локальном уровне (в масштабе 1:25 000) на примере о. Русский и прилегающих к нему островных систем для целей освоения и индикации качества воды. Ранее этого нельзя было сделать. Это связано с тем что отсутствовала изданная в открытой печати морфологическая цифровая векторно-слоевая карта урочищ и групп урочищ рассматриваемой территории. В 2018 году в Тихоокеанском международном ландшафтном центре ДВФУ под руководством профессора В.Т. Старожилова такая морфологическая карта (то есть цифровая карта географического строения) составлена и издана (Старожилов и др., 2018). С появлением такой картографической основы, нацеленной на практическую реализацию ландшафтного подхода при освоении, стало возможным провести синтез, анализ и оценку внутреннего и внешнего содержания ландшафтных систем и выделить высотные комплексы урочищ, в каждом из которых выделяются высотные уровни. Классификация выполнена на основе синтеза, анализа и оценки литолого-геоморфологического строения, основ ландшафтовеления, учетом ландшафтообразующих орографического, климатического и фиторастиельного факторов, окраинно-континентальной дихотомии, характера развития эрозионно-денудационных и других геосистем. Одним из главных критериев выделения высотных комплексов и уровней являются высотный критерий и количественные и качественные изменения их внутреннего содержания с учетом состояния эрозионно-денудационных равнинных и горных ландшафтных систем, формирующихся под действием вещественно-энергетических потоков Земли и в первую очередь гравитационной энергии. По этим критериям ландшафтные территории классифицируются и выделяются вершинные, седловинные, верхнесклоновые, среднесклоновые и другие высотные комплексы урочищ в каждом из которых выделяются высотные уровни. Предлагаемое читателю структурирование и классификация представляются для дальнейшего изучения структур как объектов отраслевой индикации **и в том числе качества воды** и возможностей использования высотно-ландшафтных комплексов как территорий освоения. Отмеченное, а также то, что исследование проведено впервые и нацелено на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении ландшафтных систем, определяет актуальность выполненной работы.

Материалы. Рассматриваются не опубликованные материалы результатов полевых научных и практических геолого-географических и географических многолетних исследований о. Русский (как объекта Южного Приморья, материалы находятся в фондах Примгеокома). В основу работы положены, прежде всего, авторские результаты, полученные при проведении в 1980 годах специальных прогнозных геолого-географических оценок перспектив о. Русский на кварц-полевошпатовое сырьё для производства фарфора, а также перспектив открытия фосфоритов. Государственные задания, работы выполнялись с применением не только геологических, но и географических комплексных методов. В результате получены

полевые материалы по геологии, геоморфологии, растительности, увлажнению, водообмену, эрозионно-денудационным системам и др. компонентам внутреннего содержания ландшафтов. Кроме этих материалов использованы материалы полевых работ, выполненных в 2014 году (Старожилов, Ознобихин., 2015), а также результаты маршрутного профилирования и дешифрирования космических снимков выполненных автором и аспирантами второго года обучения Кудрявцевым А.А. и Делевой А.А.. Изучались материалы соотношений и взаимосвязи достаточно значимых выборок данных не только по рельефу, растительности и почвам, но и коренным и рыхлым породам, климату. Также анализировались мощность рыхлых накоплений, транзит обломочного материала, увлажнение, глубина вреза, густота расчленения, интенсивность физического и химического выветривания, мезо- и микроклиматические особенности. Прежде всего: солнечная радиация и сияние, температура, ветер, влажность, атмосферные осадки, снежный покров, глубина промерзания, различные стихийные и экстремальные явления. Кроме того, исходя из представления значимости всех компонентов и факторов ландшафта, в том числе фундамента как вещественного компонента и фактора его динамики, нами при изучении высотных комплексов урочищ рассматривался коренной и рыхлый фундамент

В качестве картографической основы использовалась авторская Ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих островов Владивостокского округа масштаба 1:25 000(Старожилов и др., 2018).

Применены методы:

1. Метод сопряженного анализа межкомпонентных и межландшафтных связей компонентов ландшафтов (фундамента, рельефа, климата, вод, растительности, почв);
2. Метод типологического картографирования в разработанной нами классификационной системе: урочище, местность, вид, род, подкласс, класс ландшафтов;
3. Концепция (методика) векторного слоевого ландшафтного районирования и изучения иерархической структуры и внутреннего географического содержания таксонов такого районирования в рамках горного ландшафтоведения;
5. Векторных приемов ГИС и векторно-слоевого ландшафтного картографирования;

Результаты. В целом на основе анализа, синтеза и оценке значимого полевого и теоретического материала установлен фундаментальный результат настоящих исследований, заключающийся в том, что для реализации концепции структурирования высотно-ландшафтных структур как природных основ ведения гармонизированных с природой отраслевого освоения территорий, и в том числе индикации качества воды, необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу (например для о. Русский- это векторно-слоевую локальную морфологическую ландшафтную карту о. Русский), которая на цифровом уровне дает знание строения географического пространства вовлекаемых в освоение ландшафтных структур. Такие результаты позволяют проанализировать осваиваемые территории по оцифрованным выделам ландшафтов.

В результате исследований урочищ о. Русский с использованием векторно-слоевой цифровой ландшафтной карты установлено, что в структурах по высотному критерию, углам наклонов склонов и внутреннему ландшафтному содержанию (с учетом состояния эрозионно-денудационных равнинных и горных ландшафтных систем, формирующихся под действием вещественно-энергетических потоков Земли и в первую очередь гравитационной энергии) на примере о. Русский выделяются высотные комплексы урочищ. Они разные и выделяются верхнесклоновые, среднесклоновые и другие высотные комплексы урочищ, в каждом из которых в свою очередь выделяются высотные уровни (табл.1), Ниже для примера приводится характеристика только некоторых из них, описать все в данной работе просто не возможно.

Верхнесклоновые высотные комплексы урочищ это склоновый тип урочищ, по высоте занимают верхнюю треть склона и характеризуются уклонами поверхностей от 3-5 до 45 и более градусов. Имеют низкую увлажненность, замедленную, с точки зрения развития гравитационных процессов, динамику эрозионно-денудационных процессов.

Таблица 1 – Фрагмент классификации высотных комплексов и уровней урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа

Высотные комплексы урочищ	Высотные уровни урочищ	Угол склона
Верхнесклоновые	обрывистые с ксерофитными кустарничковыми дубняками и их порослевыми зарослями на бурых лесных примитивных маломощных сильно каменистых эродированных почвах	более 45°
	крутые с мезофитными дубняками из дуба монгольского с ясенем носолистным разнотравно-леспедцевые на бурых лесных маломощных суглинисто-каменистых почвах	20-45°
	среднекрутые с дубовыми лесами папоротниковыми на бурых лесных среднемощных суглинисто-каменистых почвах	20-30°
	пологие с мезофитными дубняками из дуба монгольского с ясенем носолистным разнотравно-леспедцевые на бурых лесных мощных суглинисто-каменистых почвах	3-5°
Среднесклоновые	обрывистые с ксерофитными леспедцевыми дубняками на бурых лесных маломощных каменистых эродированных суглинисто-каменистых почвах	более 45°
	крутые с ксерофитными травянистыми дубняками на бурых лесных типичных маломощных и дерново-бурых суглинисто-каменистых эродированных почвах	20-45°
	среднекрутые с мезофитными дубняками, их редколесьями на дерново-бурых маломощных суглинисто-каменистых слабо эродированных почвах	20-30°
	пологие с мезофитными дубняками, их редколесьями на дерново-бурых среднемощных суглинисто-каменистых почвах	3-5°
Нижнесклоновые	обрывистые с ксерофитными дубняками и разнотравными лугами на бурых лесных маломощных и фрагментарных почвах	более 45°
	крутые с ксерофитными кустарничково-травянистыми дубняками на бурых лесных маломощных каменистых эродированных почвах	20-45°
	среднекрутые с папоротниковыми дубняками из дуба монгольского с ольхой японской, кленами и липами, разнотравно-злаковыми полянами на бурых лесных типичных и дерново-бурых глееватых мощных и среднемощных суглинисто-щебнистых почвах	20-30°
	пологие и шлейфы склонов с редколесьями и лесами ольхи японской разнотравно-кустарниковыми в комплексе с разнотравными, разнотравно-осоковыми и осоково-вейниковыми лугами на бурых лесных глееватых тяжелосуглинистых каменистых почвах	3-5°

Разделяются на высотные уровни урочищ: пологие с уклонами 3-5 с мезофитными дубняками из дуба монгольского с ясенем носолистным разнотравно-леспедцевые на бурых лесных мощных суглинисто-каменистых почвах; среднекрутые с уклонами 20-30 с дубовыми лесами папоротниковыми на бурых лесных среднемощных суглинисто-каменистых почвах; крутые с уклонами 20-45 с мезофитными дубняками из дуба монгольского с ясенем носолистным разнотравно-леспедцевые на бурых лесных маломощных суглинисто-каменистых почвах; обрывистые с уклонами более 45 с ксерофитными кустарничковыми дубняками и их порослевыми зарослями на бурых лесных примитивных маломощных сильно каменистых эродированных почвах

Важно отметить, что различия высотных комплексов урочищ находят свое отражение в границах выделяемых на морфологической карте групп урочищ, а различия высотных уровней внутри высотных комплексов совпадают с границами соответствующих выделяемых на карте урочищ. Такое картографическое совпадение границ во многом будет помо-

гать проводить в дальнейшем отраслевую индикацию и практическую реализацию ландшафтного подхода к решению задач освоения территорий.

В качестве примера необходимости и полезности анализа и оценок материалов по высотным комплексам и уровням урочищ приведем некоторые возможности применения предлагаемого нового структурирования ландшафтного пространства в строительной отрасли. Уже на стадии проектирования такие материалы помогут проектировщикам в оценке ландшафтного пространства в градостроительных целях, например, при выборе строительных площадок. От внутреннего содержания (высота, угол уклона, динамика эрозионно-денудационной системы, развитие физико-географических процессов и др.) высотных комплексов урочищ во многом зависит целесообразность их выбора. При выборе строительных площадок прежде всего обращают внимание на их размеры, уклоны поверхностей, развитие физико-географических процессов и расчлененность. Строительное использование площадок ограничивается активноразвивающимися оползневыми и просадочными процессами. Они требуют к себе особого внимания, потому что нередко, после сооружения здания, эти процессы становятся очень интенсивными из-за дополнительной нагрузки и нарушения режима грунтовых вод.

Существенные отклонения от планировочных норм и недоучет природных условий вызывает природное расчленение строительной площадки, а это приводит к появлению негативных последствий строительства.

Заключение. Представлено новое направление структурирования и новая классификация ландшафтного пространства о. Русский и прилегающих к нему островных систем Владивостокского городского округа. Оно важно не только с точки зрения разработок научных основ ландшафтоведения, но и как направление исследований стратегических возможностей применения его при комплексном и отраслевом освоении ландшафтного пространства. Предложенная читателю концепция высотных комплексов урочищ и их высотных уровней рассматривается как перспективное направление ландшафтной географии в выполнении задач практики при освоении территорий и в том числе изучения качества воды. При условии применения векторно-слоевого картографирования, изучения урочищ с применением компонентной, морфологической, площадной, полимасштабной векторно-слоевой индикации (Старожилов, 2009а; Старожилов, 2009б; Старожилов, 2015а; Старожилов, 2015б; Старожилов, 2009в; Старожилов, 2017) позволит картографически с применением современных цифровых компьютерных технологий перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Структурирование будет благоприятствовать решению проблем оптимизации природной среды регионов. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ продолжает разрабатывать концептуальную методологию оцифрованного структурирования практической реализации метода и возможности использования этих материалов на практике. Географы ДВФУ уже подготовили базовую ландшафтную карту Приморского края в масштабе 1:500 000, ландшафтную карту Русского острова в масштабе 1:25 000, ландшафтную классификацию Сахалинской области (Старожилов, 2011; Старожилов, Зонов, 2009; Старожилов, 2008; Старожилов, 2004; Старожилов, 2007), продолжают исследования по другим регионам Тихоокеанского ландшафтного пояса России.

ЛИТЕРАТУРА

- Старожилов В.Т. , Ознобихин В. И, Дедева А.А., Кудрявцев А.А.* Ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа масштаба 1:25 000. Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2018. 1 лист.
- Старожилов В.Т. Ознобихин В. И,* Ландшафтные геосистемы о. Русский Приморского края [Электронный ресурс] // Современные исследования в естественных науках : материалы II Междунар. науч. конф. 26-28 авг. 2015 г. Владивосток. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. С. 32-35..

- Старожилов В.Т.** Общее ландшафтоведение и использование ландшафтного подхода в экологическом мониторинге природопользования: курс лекций / Старожилов В.Т. Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2011. 286с.
- Старожилов В.Т., Зонов Ю.Б.** Исследование ландшафтов Приморского края для целей природопользования // География и природные ресурсы. 2009. № 2. С. 94–100.
- Старожилов В.Т.** Региональные компоненты и факторы структуры и пространственной организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края). Москва, 2008
- Старожилов В.Т.** Обеспечение экологической безопасности источников экологического риска на оловорудных предприятиях юга Дальнего Востока / Л.Т. Крупская, Н.И. Грехнев, В.П. Зверева, А.Г. Новороцкая, А.М. Дербенцева, В.Т. Старожилов. // Вестн. РУДН. Сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2009а. № 4. С. 81 - 88.
- Старожилов В.Т.** Процессы механической деградации почв в ландшафтах Приморья: монография / А.Б. Евсеев, В.Т. Старожилов, В.И. Ткаченко, А.М. Дербенцева, А.И. Степанова. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009б. 88 с.
- Старожилов В.Т.** Статистический анализ пространственного распределения ландшафтов окраинно-континентальных геосистем Тихоокеанской России / в сб. эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах (Арчиковские чтения - 2015). Сборник материалов Всероссийской летней молодежной школы-конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Емельяна Ивановича Арчикова. ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; Российский фонд фундаментальных исследований; Чувашское республиканское отделение ВОО «Русское географическое общество»; главный редактор И. В. Никонорова. 2015а. С. 102-113.
- Старожилов В.Т.** Ландшафтная индикация трансформации геосистем. В сборнике: Структурные трансформации в геосистемах Северо-Восточной Азии. Научно-практическая конференция. 2015б. С. 86-91.
- Старожилов В.Т.** Техногенные изменения ландшафтов, обусловленные промышленным производством в Приморском крае / Старожилов В.Т., Дербенцева А. М., Крупская Л. Т., Евсеев А. Б // Экологические системы и приборы. 2009в. № 6. С. 52-55.
- Старожилов В.Т.** Геодинамическая эволюция зон перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы 5-й юбилейной научн. конф. «К всемирным дням воды и метеорологии». Владивосток, 2004. - С.85-88.
- Старожилов В.Т.** Концепция площадной ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ // Современный взгляд на будущее науки: приоритетные направления и инструменты развития : сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2017. С. 37-39.
- Старожилов В.Т.** Ноосферные проблемы , структура и пространственная организация ландшафтов дальневосточных территорий (на примере Приморского края)/ Старожилов В.Т. В В сборнике: Ноосферные изменения в почвенном покрове Материалы Международной научно-практической конференции. Дальневосточный государственный университет; Под общей редакцией: А. М. Дербенцева. 2007. С. 31-37.

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ И ВЫСОТНО-ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ: ПРИХАНКАЙСКОЙ РИФТОГЕННОЙ РАВНИНЫ И ЕЁ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ**В.Т. Старожилов***Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН ДВФУ. Владивосток (Россия)***STRUCTURAL ORGANIZATION OF LANDSCAPES AND HIGH-ALTITUDE LANDSCAPE COMPLEXES OF LAKE CATCHMENTS: THE PRIKHANKAI RIFT PLAIN AND ITS MOUNTAIN FRAME****V.T. Starozhilov***Pacific international landscape centre SHEN of the University. Vladivostok (Russia)*

Предлагаемое читателю структурирование и классификация ландшафтов водосборов представляются как основы для дальнейшего изучения структур как объектов отраслевой индикации и возможностей использования высотно-ландшафтных комплексов **как территорий освоения и в том числе индикации качества воды ландшафтов водосборов и изучения водной экологии.**

До 21-го века ландшафтные исследования на приханкайской рифтогенной равнине и её горном обрамлении (водосборная часть оз. Ханка) не имели систематического научного характера. Они ограничены только общей описательной характеристикой ландшафтов небольших частей или смежных территорий бассейна оз. Ханка и условной их оценкой (Ознобихин, 1966; Сарамутов, Ознобихин, 1967; Василенко и Ознобихин, 1980). Первая профессиональная работа по изучению ландшафтов Приморья выполнена в 1983 году в «Приморгеологии» (Мостовой, Старожилова, 1983г.). Материалы находятся в архивных фондах. В работе представлено всестороннее описание ландшафтов и такие характеристики индивидуальных ландшафтов как площадь каждого ландшафтного выдела, глубина залегания кровли коренного фундамента, коэффициент расчленения, дана общая географическая привязка местоположения вида ландшафта и др. В 1991 году Ю.Б. Зоновым приводится обобщенная характеристика ландшафтов Приморья. Ландшафтная структура на уровне местностей и урочищ Приханкайской равнины и её горного обрамления изучалось П.С. Беляниным (2009). Позднее, в том числе и на базе отмеченных исследований, опубликовано ряд других работ.

Определяющим этапом в ландшафтных исследованиях всего Приморского края, в том числе водосборной части оз. Ханка, явилось издание карты ландшафтов края в масштабе 1:500 000 в бумажном и электронном варианте (Старожилов, 2012а) и публикация обстоятельной объяснительной записки к карте (Старожилов, 2012б). В последней представлено подробное описание 3126 индивидуальных ландшафтов, их видов, родов, подклассов, классов и типов.

Однако все исследования были направлены на изучение горизонтального строения ландшафтного пространства Приханкайской равнины и её горного обрамления, а вертикальному строению ландшафтных комплексов положенного внимания не уделялось. Хотя, как показывает практика, многие ландшафтные характеристики зависят от рельефа (высоты) и эрозионно-денудационного состояния эрозионно-денудационных систем Приханкайской равнины. Поэтому, в связи с усиливающим освоением рассматриваемой территории, необходимостью перехода на новый информационный уровень использования ландшафтных моделей и новых компьютерных технологий в построении гармонизированных с природными эколого-ландшафтных, социальных, экономических и др. моделей, встала актуальная необходимость изучения вертикального строения Приханкайской равнины и её горного обрамления.

Работа представляет собой продолжение исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ. Рассматриваются результаты изучения ландшафтов и вертикальной ландшафтной дифференциации, которой долгое время уделяли внимание

многие ученые (Мильков, 1947; Михно, Горбунов, 2001). Однако объектом их изучения были преимущественно равнинные территории европейской части России. Равнинным территориям восточной части России, и в частности Приханкайской, специального внимания с точки зрения изучения вертикальной дифференциации и классификации высотно-ландшафтных комплексов не уделялось. Поэтому проблема все еще остается не решенной и это определило необходимость проведения настоящих исследований.

Объект исследования ландшафты Приханкайской равнины - равнины предгорного рифтогенного прогиба Сихотэ-Алинской горной области. По результатам ландшафтного районирования это западный краевой прогиб Сихотэ-Алинской ландшафтной области Тихоокеанского ландшафтного пояса и часть Уссури-Ханкайской провинции (Старожилов, 2013)

Задача - провести структурирование и классификацию ландшафтных территорий с выделением высотно-ландшафтных комплексов с изучением вертикальной дифференциации как универсального свойства количественного и качественного изменения внутреннего их содержания. При этом под высотно-ландшафтным комплексом понимаются генетически связанные ассоциации ландшафтов, определяемые рельефом и динамическим, подчиняющимся законам причинно-следственных связей, состоянием эрозионно-денудационных систем. Структурирование и классификация проводились в масштабе 1:500 000. Предлагаемое читателю структурирование и классификация представляются для дальнейшего изучения структур как объектов отраслевой индикации и возможностей использования высотно-ландшафтных комплексов как территорий освоения и в том числе индикации качества воды ландшафтов водосборов. Отмеченное, а также то, что исследование проведено впервые и нацелено на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении территорий, определяет актуальность выполненной работы.

Материалы и методы. Общая методологическая научная основа работы - ландшафтная география и в целом ландшафтный подход. Ландшафтному анализу подвергаются ландшафтные геосистемы различных рангов и в конечном итоге дается та или иная географическая оценка ландшафтного пространства объекта исследования, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки применяются для решения задачи структурирования и классификации высотно-ландшафтных комплексов территорий Приханкайской равнины и её горного обрамления.

В статье используются результаты теории и практики ландшафтного подхода в изучении географического пространства на основе региональных ландшафтных исследований. Включает результаты многолетних научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и ландшафтного картографирования не только рассматриваемой территории, но и привлекаются материалы по региональным (Приморье, о. Сахалин, Чукотка и др.) звеньям окраинно-континентального ландшафтного пояса Тихоокеанской России. Они тематически продолжают ландшафтные исследования и описание России и региональных её звеньев (в том числе Приморского края), а среднемасштабное изучение, в том числе Приханкайской равнины и её горного обрамления, с использованием регионально-типологической классификации позволило отразить особенности геосистем, проявляющие в различных частях их ареалов, а описание выявило свойства и степень различия между ландшафтными геосистемами [Старожилов, 2007; Старожилов, 2008; Старожилов, 2008а; Старожилов, Зонов, 2009; Старожилов, 2011; Старожилов, 2011а; Старожилов, Ознобихин, 2015).

Включает обширную сопряженную природную информацию. Изучались соотношения и взаимосвязи достаточно значимых выборок данных не только по рельефу, растительности и почвам, но и коренным и рыхлым породам, климату. Также изучались мощность рыхлых накоплений, транзит обломочного материала [Старожилов, 2009а), увлажнение, глубина вреза, густота расчленения, интенсивность физического и химического выветривания, мезо- и микроклиматические особенности. Кроме того, исходя из представления значимости всех компонентов и факторов ландшафта, в том числе фундамента как вещественного компонента и фактора его динамики, нами при изучении высотных комплексов ландшафтов рассматривается коренной и рыхлый фундамент. Ранее этому важному азональному консер-

вативному компоненту ландшафтов уделялось недостаточное внимание. Так как петрографический состав, условия залегания горных пород, тектонический режим играют важную роль в формировании, устойчивости и развитии ландшафтов, нами были установлены глубинные корни окраинно-континентальной дихотомии рассматриваемого региона, а также особенности вещественных комплексов и их структурно-тектоническое положение. Кроме того, в окраинно-континентальной территории сформировался ответственный за развитие ландшафтов коренной их фундамент, который представляет собой в современном эрозионном срезе сложный агломерат состыкованных между собой аккреционных и постаккреционных вещественных комплексов структурных зон континентальной, субконтинентальной, субокеанической и океанической кор (Старожилов, 2004).

Для географической систематики высотных комплексов ландшафтов специально на основе материалов геолого-съёмочных работ, аэрофотоснимков, космических снимков изучались вещественные комплексы рыхлых пород, состояние эрозионно-денудационных систем, рельеф. Особое внимание уделено изучению такого показателя как транзит рыхлых отложений. Кроме того, использовались материалы по трансформации ландшафтов под действием различных техногенных воздействий (Старожилов, 2009б, 2009в, 2009г, Старожилов, 2015а)

Выше отмечена только часть использованных материалов, все материалы в статье отразить просто не возможно. В них ранее рассмотрены отдельные вопросы при выполнении задач по разным разделам ландшафтоведения. Общего анализа материалов как основы концепции структурирования и классификации высотных ландшафтных комплексов ранее не проводилось. В связи с этим, все материалы, в том числе и авторские полевые (30 полевых сезонов), нами использованы как основы для решения задачи структурирования и классификации высотных ландшафтных комплексов Приханкайской равнины и её горного обрамления.

Весь имеющийся материал проанализирован на основе сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орогеническому, орографическому, климатическому и фиторастительному факторам формирования географически единых территорий в рамках горной ландшафтной географии и получены следующие результаты.

Результаты. На основе анализа, синтеза и оценки значимого полевого и теоретического материала установлен фундаментальный результат настоящих исследований, заключающийся в том, что для реализации поставленной задачи структурирования и классификации высотных ландшафтных комплексов и их среднемасштабных ступеней необходимо иметь, прежде всего, оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу (векторно-слоевую среднемасштабную ландшафтную карту), которая на цифровом уровне дает знание строения географического пространства рассматриваемого объекта. Такие результаты позволяют проанализировать территории по оцифрованным выделам ландшафтов. Сравнить внутреннее содержание таких таксонов как ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область. Затем провести структурирование и классификацию высотных комплексов ландшафтов.

Такая оцифрованная ландшафтная карта Приханкайской равнины и её горного обрамления нами составлена в масштабе 1: 500 000 (часть общей карты ландшафтов Приморского края масштаба 1: 500 000). Она проанализирована и установлены следующие характеристики внутреннего её содержания (таблица 1, рис. 1-3).

Приханкайская равнина и её горное обрамление расположены в зоне перехода от западного макросклона горной системы Сихотэ-Алинь (Западно-Сихотэ-Алинской провинции) к Уссури-Ханкайской равнине (Уссури-Ханкайской провинции) (рис.1). На западе эта территория граничит с Восточно-Маньчжурской ландшафтной провинцией (Старожилов ., 2013). Соотношение площадей подклассов ландшафтов по территории бассейна следующее: горно-лесной - 45,5 % (из него мелкосопочный 16,1%), лесостепной и лесолуговой равнинный и долинно-речной – 54,5...% . а горно-долинный рельеф приходится 1,4% от общей площади

бассейна. Если проанализировать число выявленных видов ландшафтов, то из общего их количества 157шт. 58 % приходится на горные, 42% на равнинные. Из горных на низкогорные и мелкосопочные приходится примерно по 29% от общего количества. Среди равнинных горно-долинные составляют 3,2%, долинно-равнинные -11%, равнинные-28 % от общего числа видов. При средней площади контура вида ландшафта в 94 км² минимальный контур представлен 2,2 км², максимальная площадь достигает 1632 км² (11% от общей площади бассейна).

Таблица - Общая характеристика ландшафтной сферы российской части бассейна оз. Ханка

№	Параметры		Ед. измерения	Величина
1	Число видов ландшафтов всего		шт	157
	в том числе	Горные ландшафты	шт	91
		низкогорный	шт	45
		мелкосопочный	шт	46
		Равнинные ландшафты	шт	66
		горно-долинные	шт	5
		долинно-равнинные	шт	17
		равнинные эрозионно-аккумулятивные	шт	44
2	Площадь бассейна, общая по ландшафтной карте		км ²	14 675,5
	Площадь ландшафтного контура, средняя		км ²	93,5
	То же, минимальная		км ²	2,2
	То же, максимальная		км ²	1632,5
3	Коэффициент расчленения ландшафтного контура, средний		км/ км ²	3,3
	То же, минимальный		км/ км ²	1,1
	То же, максимальный		км/ км ²	7,6
4	Глубина залегания коренного фундамента, средняя		м	30
	То же, минимальная		м	<3
	То же, максимальная		м	40-60

Устойчивость ландшафта определяется коэффициентом его расчленения. Для бассейна оз. Ханка при средней взвешенной по площади его величине 3,3 км/км² минимальные и максимальные величины составляют, соответственно, 1,1 и 7,6 км/км².

Глубины залегания коренного фундамента отражает одну из существенных функций ландшафта – величину формирования зоны грунтовых вод. Эта величина колеблется от менее чем 3 м до диапазона 40-60м при средней величине по бассейну 30 м.

Морфометрические характеристики видов ландшафтов Российской части бассейна оз. Ханка имеют следующие значения. Для горного класса глубина залегания коренного фундамента относительно не большая, в пределах от 3 до 8, реже 20 м. Из семи видов ландшафтов наибольшую площадь занимают низкогорный под широколиственными дубовыми лесами 2 799 км² (при средней ≈350 км²), наименьшую- низкогорный мелколиственных пород -21,7 км². В роду мелкосопочный наибольшую площадь занимает вид остепененный разнотравный березово-дубовых лесов под буроземами оподзоленными буро-подзолистыми почвами – 1 116 км² при средней величине контура ≈66 км². Коэффициенты расчленения для этих родов умеренные, ввиду их значительной залесенности.

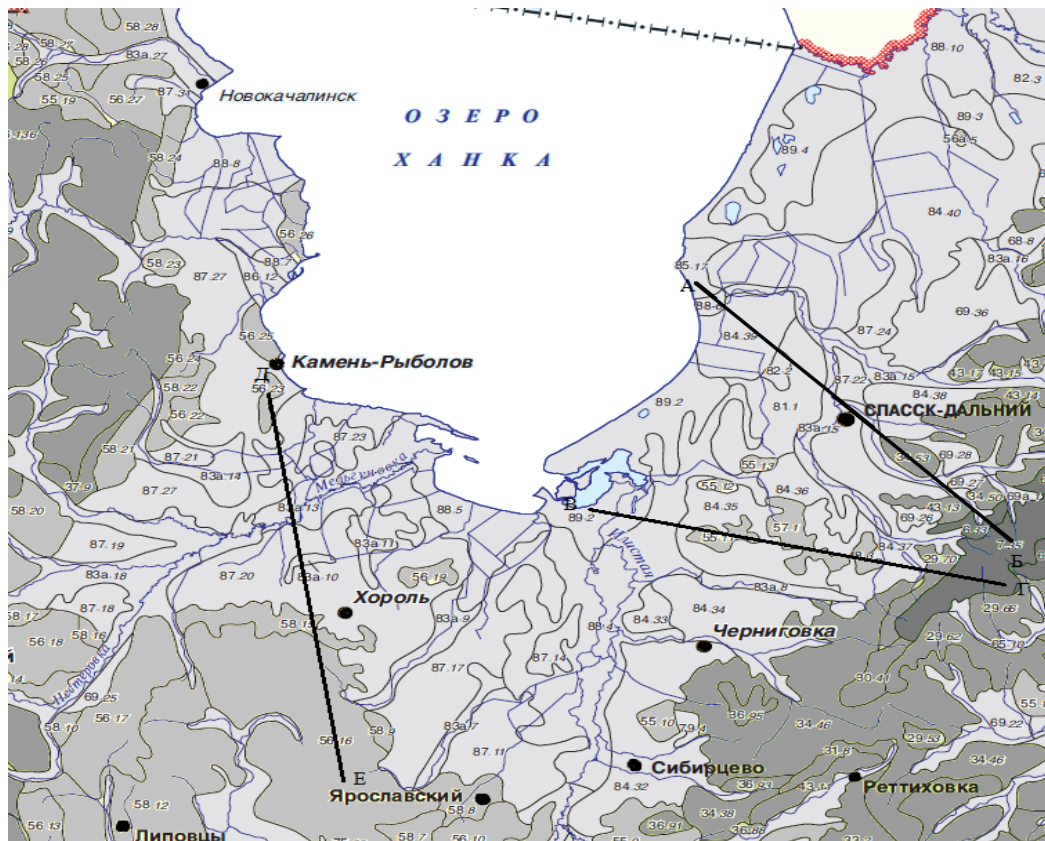


Рис.1 Карта высотно-ландшафтных комплексов водосбора озера Ханка (фрагмент)

- - эрозионно-аккумулятивный, террасированный, равнинный
- - мелкосопочный
- - низкогорный
- - среднегорный

87.1 - номера соответствуют карте ландшафтов Приморского края [] и объяснительной записке к ней []

— А-Б - Линия профиля проведенных через Приханкайскую равнину

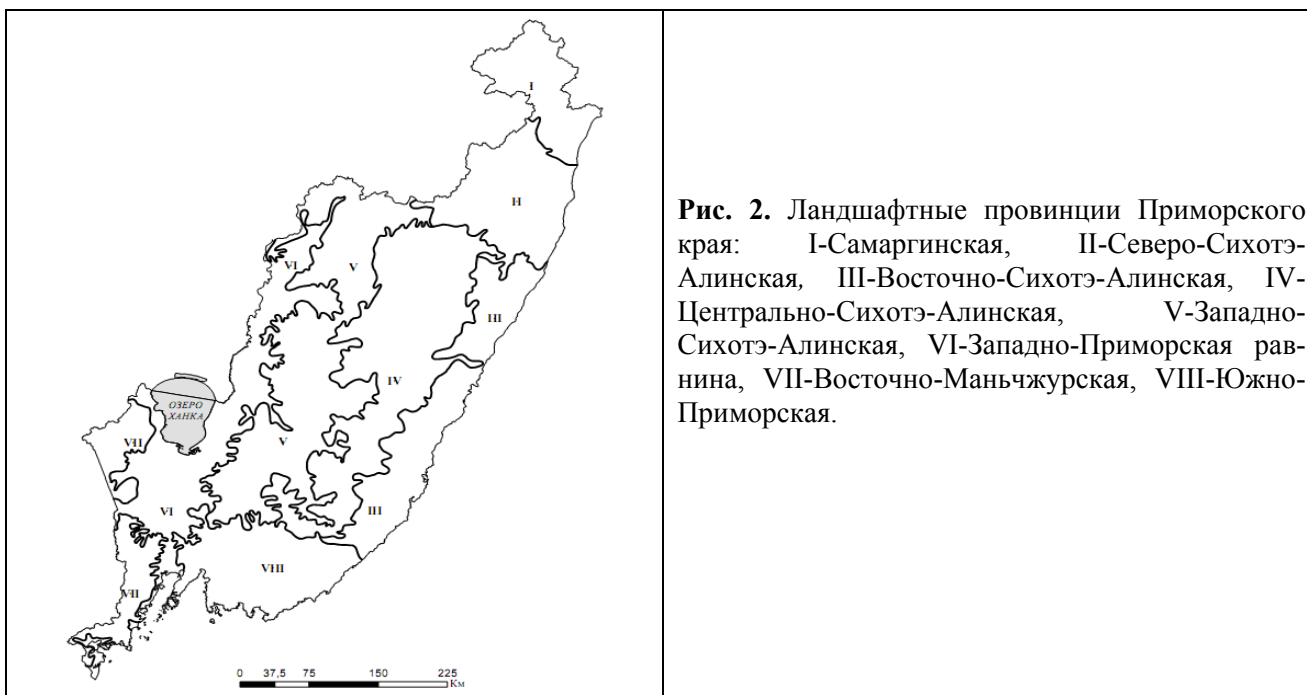


Рис. 2. Ландшафтные провинции Приморского края: I-Самаргинская, II-Северо-Сихотэ-Алинская, III-Восточно-Сихотэ-Алинская, IV-Центрально-Сихотэ-Алинская, V-Западно-Сихотэ-Алинская, VI-Западно-Приморская равнина, VII-Восточно-Маньчжурская, VIII-Южно-Приморская.



Рис. 3. Высотно–ландшафтные комплексы по линии А-Б: 1.Равнинный: 85.17, 88.6,81.1,83a.15,69.27; 2.Низкогорный: 34.53, 34.50; 3.Среднегорный: 7.35 Номера соответствуют карте ландшафтов Приморского края и объяснительной записке к ней (Старожилов, 2012a , 2012б)

Равнинный класс представлен лесостепным (лесолуговым) равнинным и долинно-речным подклассом, равнинным и долинно-речным эрозионно-аккумулятивным родом и включает подроды горно-долинный, долинный и долинно-равнинный, собственно равнинный. Значительную площадь равнинных территорий занимают антропогенно трансформированные ландшафты ввиду сельскохозяйственной и селитебной освоенности территории этой части бассейна

Кроме внутреннего содержания и горизонтальной структурной организации ландшафтов водосбора оз. Ханка установлено, что при структурировании и классификации ландшафтов озерных водосборов важное значение имеет рельеф и вертикальная дифференциация ландшафтов, которая выступает в качестве универсального свойства качественного изменения внутреннего содержания комплексов. В связи с изменениями в рельефе, в вещественных и энергетических потоках изменяется и состояние эрозионно-денудационных систем. В свою очередь изменения в состоянии систем находят отражение в структурной организации ландшафтов и она выступает в качестве индикатора высотно-ландшафтных комплексов.

В результате синтеза, анализа и оценки ландшафтов с использованием индикаторных доминантных критериев (рельеф и вертикальная дифференциация ландшафтов) выделяются равнинные, мелкосопочные, низкогорные, среднегорные высотные ландшафтные комплексы и в водосборе оз. Ханка сформировалось четыре среднемасштабные их классификационные ступени: нижняя (0-110м, равнинная), средняя (110- 200м, мелкосопочная), верхняя (200-800м, низкогорная), высокая (800-2000м, среднегорная). Ниже в качестве примера приводится описание равнинного высотно-ландшафтного комплекса нижней классификационной ступени.

Равнинный высотно-ландшафтный комплекс. Относится к нижней среднемасштабной классификационной ступени комплексов (0-110м, равнинная).. Высотно-ландшафтный комплекс в границах находит отчетливое отражение на морфологических ландшафтных картах и профилях (рис.2,3) и занимает ландшафтное равнинное пространство Уссури-Ханкайской ландшафтной провинции, приханкайской территории. Включает равнинную территорию дальневосточного равнинного класса ландшафтов с характерным для нее сочетанием лесостепного равнинного и долинно-речного подкласса и равнинного эрозионно-аккумулятивного и долинно-речного и приморско-равнинного родов. Включает 66 видов ландшафтов, из них горно-долинные – 5, долинно-равнинные – 17, равнинные эрозионно-аккумулятивные – 44 (рис. 2,3; таблица). Особо отметим, что все ландшафты в короткой статье не опишешь. Они, высотно-ландшафтные комплексы, ступени будут описаны позднее.

Заключение. Представлена концепция структурной организации ландшафтов, высотно-ландшафтных комплексов, ступеней, классификации структурных единиц ландшафтного пространства водосбора оз.Ханка. Все это важно не только с точки зрения разработок научных основ ландшафтоведения, но и как направление исследований стратегических возможностей применения материалов при комплексном и отраслевом освоении ландшафтного пространства и в том числе определения качества воды регионов. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ продолжает разрабатывать концептуальную методологию оцифрованного структурирования территорий и возможности использования этих материалов при освоении территории Тихоокеанской России. Географы ДВФУ

уже подготовили базовую ландшафтную карту Приморского края в масштабе 1:500 000, 1:1000 000, ландшафтную карту Русского острова в масштабе 1:25 000, ландшафтную классификацию Сахалинской области, продолжают исследования по другим регионам Тихоокеанского ландшафтного пояса России.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянин П.С.** Особенности ландшафтной структуры Приханкайской равнины и её горного обрамления // География и природные ресурсы. 2009. №9. С. 112-116.
- Василенко Л.П., Ознобихин В.И.** Ландшафты юго-западной части Приморья и их сельскохозяйственная оценка // Мелиорация земель Приморского края. – Владивосток: Союздальгипрорис, 1980. С. 182-191.
- Зонов Ю.Б.** Ландшафты Приморского края // Вопросы географии и геоморфологии советского Дальнего Востока. Владивосток: изд-во ДВФУ. 1991. С. 3-17.
- Мильков Ф.Н.** О явлении вертикальной дифференциации ландшафтов на Русской равнине // Вопросы географии. 1947. №3. С. 35-41.
- Михно В.Б., Горбунов А.С.** Высотно-ландшафтные комплексы мелового юга Среднерусской возвышенности // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География и геоэкология. 2001. С. 16-24.
- Ознобихин В.И.** Опыт ландшафтного разделения северной части бассейна р. Суйфун (Раздольной) и сопредельных территорий // [Материалы] 5-науч. конф. – Уссурийск: Приморский с.-х. ин-т, 1966. - С. 20 – 21.
- Сарамутов В.А., Ознобихин В.И.** Сравнение почвенных и ландшафтных исследований для целей садоводства (на примере Синегайского совхоза) // Науч. конф., посвящен. 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции. – Уссурийск: Приморский с.-х. ин-т., 1967 – С. 42-44.
- Старожилов В.Т.,** Карта ландшафтов Приморского края масштаба 1:500 000. Владивосток: изд-во ДВФУ. 2012а. 3 листа А0.
- Старожилов В.Т.,** Объяснительная записка к карте ландшафтов Приморского края масштаба 1: 500 000. Владивосток: изд-во ДВФУ. 2012б. 368 с.
- Старожилов В.Т., 2013в.** Ландшафтная география Приморья. Кн.2. Районирование. Владивосток: изд-во ДВФУ. 2013. 292 с.
- Старожилов В.Т.** Геодинамическая эволюция зон перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы 5-й юбилейной научн. конф. «К всемирным дням воды и метеорологии». - Владивосток, 2004. - С.85-88.
- Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Ознобихин В.И. и др.,** Ландшафтные условия развития эрозионно-денудационных процессов юга Дальнего Востока. Владивосток: изд-во ДВФУ. 2008. 100 с
- Старожилов В.Т.** Общее ландшафтоведение и использование ландшафтного подхода в экологическом мониторинге природопользования: курс лекций / Старожилов В.Т. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2011. – 286 с.
- Старожилов В.Т., Зонов Ю.Б.** Исследование ландшафтов Приморского края для целей природопользования // География и природные ресурсы. - 2009. - № 2. - С. 94–100.
- Старожилов В.Т.** Ноосферные проблемы, структура и пространственная организация ландшафтов дальневосточных территорий (на примере Приморского края) / Старожилов В.Т. В В сборнике: Ноосферные изменения в почвенном покрове. Материалы Международной научно-практической конференции. Дальневосточный государственный университет; Под общей редакцией: А. М. Дербенцева. 2007. С. 31-37.
- Старожилов В.Т.** Региональные компоненты и факторы структуры и пространственной организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края). Москва, 2008а.
- Старожилов В.Т.** Статистический анализ пространственного распределения ландшафтов окраинно-континентальных геосистем Тихоокеанской России / в сб. эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах (Арчиковские чтения - 2015). Сборник материалов Всероссийской летней молодежной школы-конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Емельяна Ивановича Арчикова. ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; Российский фонд фундаментальных исследований; Чувашское республиканское отделение ВОО «Русское географическое общество»; главный редактор И. В. Никонорова. 2015. С. 102-113.

- Старожилов В.Т.** Процессы механической деградации почв в ландшафтах Приморья / Дербенцева А. М., Старожилов В.Т., Евсеев А. Б., Ткаченко В. И., Степанова А. И. моногр. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009а. – 86 с.
- Старожилов В.Т.** Обеспечение экологической безопасности источников экологического риска на оловорудных предприятиях юга Дальнего Востока / Л.Т. Крупская, Н.И. Грехнев, В.П. Зверева, А.Г. Новороцкая, А.М. Дербенцева, В.Т. Старожилов. // Вестн. РУДН. Сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности». – 2009б. № 4. - С. 81 - 88.
- Старожилов В.Т.** Техногенные изменения ландшафтов, обусловленные промышленным производством в Приморском крае / Старожилов В.Т., Дербенцева А. М., Крупская Л. Т., Евсеев А. Б // Экологические системы и приборы. – 2009г. – № 6. – С. 52-55.
- Старожилов В.Т.** Ландшафтная индикация трансформации геосистем. В сборнике: Структурные трансформации в геосистемах Северо-Восточной Азии. Научно-практическая конференция. 2015а.- С. 86-91.
- Старожилов В.Т., Ознобихин В.И.** Ландшафтные геосистемы о. Русский Приморского края [Электронный ВОДОСБОРОВОресурс] // Современные исследования в естественных науках : материалы II Междунар. науч. конф., 26-28 авг. 2015 г., Владивосток. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. – С. 32-35.
- Старожилов В.Т.** Ландшафты Приморского края и использование ландшафтного подхода в оценке экологических проблем минерально-сырьевого природопользования : моногр. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2011а. – 225 с.

**СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ (ДНР):
АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУБСТРАТА
ШЛАМОХРАНИЛИЩА В СИСТЕМЕ БАСЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ**

Д.В. Сыщиков, И.В. Агурова

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», Донецк (ДНР)

**STATE OF THE GRUZSKAIA RIVER BASIN (DPR):
AGROCHEMICAL CHARACTERISTIC OF SUBSTRATE OF DUMPS
IN SYSTEM OF THE GRUZSKAIA RIVER BASIN**

D.V. Syshchykov, I.V. Agurova

Public institution «Donetsk botanical garden», Donetsk (DPR)

Стремительный рост городов и развитие промышленности в экологически напряженных регионах приводят к коренным изменениям ландшафта. К одному из таких опасных в экологическом плане регионов можно отнести и территорию Донецкой Народной Республики (ДНР). Длительная нерациональная эксплуатация земельных ресурсов без надлежащего учета ландшафтных и почвенно-климатических особенностей привели к усилению деграционных процессов в почвах, их значительной дегумификации, существенным потерям элементов минерального питания растений. В Донбассе, наряду с предприятиями угледобывающей промышленности развит ряд других отраслей промышленности, в результате деятельности которых образуются техногенные ландшафты, оказывающие негативное влияние на окружающую среду. К одним из таких «вредоносных» объектов, загрязняющих окружающую среду, относят шламохранилища.

Антропогенная трансформация как следствие техногенного воздействия, деградации земель и накопления отходов не обошло и бассейн реки Грузской. Шламохранилища и отстойники шахтных вод являются частью распространенных тут угледобывающих предприятий и вносят значительный вклад в водный режим бассейна реки, поэтому являются предметом пристального внимания. Именно в начале среднего течения на повороте реки в нее впадает приток, питающийся большей частью стоком с рядом расположенного шламохранилища. Несмотря на то, что оно в данное время не эксплуатируется, стоки примыкающих к нему в верхней части полигона твердых отходов и «Казачьего» кладбища могут негативно влиять на почвенный покров прилегающих территорий, а впоследствии на ирригационные показатели реки.

В связи с вышесказанным нами были проведены исследования по изучению основных агрохимических показателей эдафотопы на поверхности шламохранилища, а именно значенной актуальной кислотности, засоленности, содержания элементов минерального питания и органического вещества. Растительный покров данного мониторингового участка представлен *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., также в составе формирующейся группировки представлены *Poa compressa* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Epilobium parviflorum* Schreb., *Daucus carota* L., а из древесных растений имеются несколько экземпляров *Elaeagnus angustifolia* L. возрастом не менее 5 лет. Общее проективное покрытие (ОПП) в зарослях *Phragmites australis* доходит до 100%.

Разрез № 1-ш. Субстрат (черный песчаный шлам) с признаками почвообразования. Черный, бесструктурный, плотносложенный, мелкопластинчатый, порошистый. Генетические горизонты не выражены. В профиле наблюдается первичное агрегатообразование на корнях растений, накопление гумуса не имеет морфологического выражения вследствие слабого развития глинистой составляющей. Включений, ходов и пор зоогенной природы не выявлено. Отбор почвенных образцов проводился по слоям 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см.

Описание почвенных разрезов проводили по И.И. Назаренко и Н.И. Полупану (Назаренко и др., 2004; Полупан и др., 2005). Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам (Методы почвенной..., 1991).

Определение актуальной кислотности, засоления, сухого остатка водной вытяжки и катионно-анионного состава проводили общепринятыми методами (Аринушкина, 1970; Практикум..., 2001). Содержание органического вещества по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову-Гриндель (Практикум, 2001). Концентрация аммонийного азота определялась колориметрически с реактивом Несслера (Практикум, 2001). Содержание нитритного азота по взаимодействию с альфа-нафтиламином и сульфаниловой кислотой (Практикум, 2001). Определение подвижных форм фосфора проводили согласно методу Чирикова (Практикум, 2001).

Характерным для любого субстрата является его реакция. Она проявляется при взаимодействии субстрата с водой или растворами солей и определяется соотношением свободных ионов H^+ и OH^- в растворе (Почвоведение, 1982). Растения предъявляют разные требования к реакции субстрата, но наиболее благоприятной является слабокислая или слабощелочная реакция, отрицательно же сказывается на развитии растений сильноокислая реакция почвенного раствора.

Одним из важных свойств эдафотопы, которое может препятствовать поселению и росту растений является фитотоксичность слагающих его пород. Фитотоксичность техногенных экотопов характеризуется прежде всего неблагоприятными для произрастания растений реакцией среды (рН), высокой концентрацией водорастворимых веществ и неблагоприятным соотношением ионов в водной вытяжке, в связи с чем на модельных участках проведен мониторинг изменения этих показателей.

Для мониторингового участка проведены исследования динамики изменений показателя рН в сезонной динамике (весна-осень). Нами зафиксированы крайне неблагоприятные показатели рН на участке по всем трем почвенным слоям. Так, значения рН варьируют в нешироких пределах от 2,75 до 3,84, что отвечает сильноокислой реакции среды (табл. 1).

Таблица 1 – Значения актуальной кислотности субстрата шламохранилища

Горизонт	Весна	Лето	Осень
0-10 см	3,84	3,48	3,13
10-20 см	3,71	3,45	3,35
20-30 см	3,55	3,48	2,75

При изучении степени засоленности определено, что почвы относятся к сильнозасоленным. По анионам для разных горизонтов участка характерен хлоридно-сульфатный тип засоления, а по катионам – магниевый-кальциевый. При изучении катионно-анионного состава почвенных образцов мониторингового участка зафиксировано отсутствие бикарбонат анионов (следы). По анионам доминируют сульфат-ионы, по катионам – ионы кальция (табл. 2).

Таким образом, по показателям рН и содержанию водорастворимых солей шламостойник представляет собой крайне неблагоприятное место для поселения и произрастания растений, а также представляет собой угрозу для близлежащих территорий.

Таблица 2 – Анализ водной вытяжки различных образцов почвы

Горизонт	Сухой остаток, г/100 г	Анионы			Катионы		
		HCO_3^-	Cl	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
0-10 см	1,15	следы	<u>0,117</u>	<u>0,490</u>	<u>0,201</u>	<u>0,040</u>	<u>0,036</u>
			3,30	10,26	10,00	2,00	1,56
10-20 см	1,29	следы	<u>0,131</u>	<u>0,610</u>	<u>0,201</u>	<u>0,025</u>	<u>0,118</u>
			3,70	12,66	10,00	1,25	5,11
20-30 см	0,97	следы	<u>0,113</u>	<u>0,520</u>	<u>0,190</u>	<u>0,025</u>	<u>0,074</u>
			3,20	10,78	9,50	1,25	3,23

Примечание: для анионов и катионов в числителе значение в %, в знаменателе – мг.-экв./100г почвы

Содержание гумуса является наиболее важным показателем плодородия и экологического состояния почвы. Органическое вещество определяет структуру почвы, в значительной степени формирует ее физико-химические и обменные свойства и в определенной степени служит депо питательных элементов (Александрова, 1980).

Азоту принадлежит очень важная роль в биохимии живых организмов и почв. Непосредственно доступными для питания растений являются аммиачные соли и нитриты. В азотном питании растений основную роль играют минеральные формы азота. Аммонийный азот в почвах образуется в результате жизнедеятельности аммонифицирующих гетеротрофных микроорганизмов (Мязин, Кошеев, 2009). Нитритный азот – промежуточная стадия в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов. Изучение содержания нитритного азота проводилось также в сезонной динамике. Характер изменения этого показателя несколько иной (по сравнению с изменением содержания аммонийного азота). Доступный для питания растений фосфор находится в почве в форме легкорастворимых фосфатов.

В результате проведенных исследований субстрата шламоотстойника было установлено, что весной в техноземах шламохранилища уровень содержания гумуса является крайне низким (около 0,8%), что дает основание отнести почвы к слабогумусированным, при этом содержание гумуса практически не изменяется при прохождении вниз по почвенному профилю (табл. 3). Летом количество органического вещества незначительно снижается, а затем несколько повышается в осенний период, однако, не доходя до показателей его содержания зафиксированных весной.

Таблица 3 – Содержание элементов минерального питания и гумуса в субстрате шламохранилища

Определяемый элемент	Сезон проводимых исследований		
	Весна	Лето	Осень
С (%)	Горизонт 0-10 см		
	0,83±0,01	0,72±0,03	0,78±0,02
	Горизонт 10-20 см		
	0,8±0,02	0,69±0,03	0,74±0,02
	Горизонт 20-30 см		
	0,77±0,02	0,63±0,02	0,72±0,02
N-NH ₄ мг/100 г почвы	Горизонт 0-10 см		
	3,18±0,10	3,08±0,09	2,89±0,26
	Горизонт 10-20 см		
	4,10±0,09	4,06±0,19	2,53±0,25
	Горизонт 20-30 см		
	4,05±0,12	3,45±0,16	2,89±0,29
N-NO ₂ мг/100 г почвы	Горизонт 0-10 см		
	0,72±0,16	0,3±0,03	0,16±0,05
	Горизонт 10-20 см		
	0,27±0,05	0,16±0,05	0,11±0,03
	Горизонт 20-30 см		
	0,14±0,03	0,11±0,03	0,09±0,01
P ₂ O ₅ мг/100 г почвы	Горизонт 0-10 см		
	0,88±0,1	0,54±0,15	0,46±0,08
	Горизонт 10-20 см		
	0,28±0,05	0,15±0,06	0,12±0,04
	Горизонт 20-30 см		
	0,18±0,03	0,08±0,02	0,06±0,01

По нашему мнению, крайне низким содержанием гумуса на мониторинговом участке обусловлено рядом физических (неразвитость почвенного профиля, жесткий гидротермиче-

ский режим, низкие значения рН почвенного раствора и др.) и биологических (слабое развитие растительного покрова и его низкий видовой состав) факторов.

В результате проведенных исследований установлено, что в весенний период в техноземах шламохранилища зафиксировано очень низкое содержание аммонийного азота (3,18-4,10 мг/100 г почвы). Количество данной формы минерального азота практически не изменяется по сезонам, что можно связать с неразвитостью растительного покрова на мониторинговом участке, а, следовательно, и отсутствием его потребления в процессе вегетации. Однако наименьшее количество аммонийного азота зафиксировано осенью, когда потребление растениями элемента достигает максимума. Содержание нитритного азота (крайне низкое по всем слоям субстрата) также постепенно падает к осени, что связано с угнетением микробиологической активности.

Концентрация подвижных фосфатов весной по всем горизонтам участка оценено как очень низкое, кроме того, результаты проведенных исследований свидетельствуют о сезонном снижении содержания доступного фосфора, поскольку наименьшее содержание фосфора зафиксировано осенью, в конце вегетационного периода растений (табл. 3).

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о крайне неблагоприятных эдафических условиях, складывающихся на территории шламохранилища. В первую очередь высокий уровень засоленности на этом ограниченном участке может стать реальной угрозой для близлежащих территорий и как следствие – для самой реки Грузской, повышая минерализованность ее вод. Кроме того, высокий уровень засоления становится лимитирующим фактором для поселения растений, что может привести в конечном итоге к превращению примыкающих к шламохранилищу территорий в «пустыню», где смогут поселиться лишь солеустойчивые виды растений. Наряду с этим, принимая во внимание крайне низкие показатели рН поселения даже таких видов растений будет существенно затруднено. Усугубляет сложившуюся на территории шламохранилища ситуацию и крайне низкие значения содержания элементов минерального питания и органического вещества. Эта территория, по нашему мнению, может представлять реальную экологическую угрозу для близлежащих территорий, поэтому в данном случае необходимо проведение комплекса технических мероприятий, направленных на гидротехническую изоляцию данного шламохранилища, который может включать создание специальных рвов, использование солесдерживающих барьеров и других мер.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова Л.Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. М.: Наука, 1980. 287 с.
- Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
- Методы* почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
- Мязин Н.Г., Кошеев Ю.А.* Агробиохимические показатели чернозема и урожай озимой пшеницы при комплексном агрохимическом окультуривании // Плодородие. 2009. №1. С. 20-22.
- Назаренко І.І., Польчина І.І., Нікорич В.А.* Ґрунтознавство. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 400 с.
- Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А.* Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.
- Почвоведение.* М.: Колос, 1982. 435 с.
- Практикум* по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА БОГАТСТВО ВИДОВ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ЛЕСОСТЕПИ**П.А. Шарый¹, Л.С. Шарая², Л.В. Сидякина², С.В. Саксонов²**¹ *Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино (Россия)*² *Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE SPECIES RICHNESS OF LIFE FORMS OF HERBAL VEGETATION OF THE SOUTH FOREST-STEPPE****P.A. Sharyj, L.S. Sharaja, L.V. Sidjakina, S.V. Saksonov***Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Pushchino (Russia)**Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Связи между числом видов травянистых растений и совместно действующими светом, влагой, рН, питательными веществами и сомкнутостью крон деревьев изучены недостаточно (Миркин, Наумова, 2012). Для выявления закономерностей, определяющих изменение числа видов и их обилия в пространстве, мы провели анализ фитоценозов г. Могутовой в Национальном парке «Самарская Лука», которые в полуаридном климате находятся в условиях, где растительность существенно зависит от лимитирующих факторов: света и влаги. Одной из целей нашей работы является изучение действия факторов среды в локальном масштабе на обилие и видовое богатство всех травянистых растений охраняемой территории. Другая цель – сравнительное изучение факторов, влияющих на обилие и видовое богатство разных жизненных форм (ЖФ), составляющих эти сообщества, которые имеют различные механизмы адаптации к условиям среды.

Карта участка исследования с экспериментальными площадками показана на рис. 1. Почвы участка в основном дерново-карбонатные, в местах выхода карбонатов – слабообразованные литосоли или немногим более мощные рендзины. На горе преобладают кленовики липовые, приуроченные к платообразной вершине горы и к верхним частям склонов, дубравы разнотравные; сосняки сложные дубово-кленовые встречаются рядом с приводораздельными областями, и рядом с вершинами – сосняки кустарниковые (Саксонов, Сенатор, 2013). Участок площадью 382 га на горе Могутовой на 79% покрыт лесом; средняя температура января -10°C , июля $+20^{\circ}\text{C}$, среднегодовые осадки 566 мм, температура $+4.8^{\circ}\text{C}$.

На участке были выбраны 27 площадок, 23 из которых представляли лесные сообщества и 4 – открытые сообщества луговой и каменистой степи. Описание методов отбора образцов растительности и почв, методов статистического анализа, расчета карт-матриц и используемого широкого спектра характеристик рельефа приведены в (Шарый и др., 2017; Шарая, Сидякина, 2018). Отметим здесь характеристику рельефа – освещенность склона $F(180)$, где в скобках стоит значение азимута, поскольку освещенность меняется при разных азимутах. Эта величина учитывает крутизну и экспозицию склона, определяет перпендикулярность падения солнечных лучей на площадку, выражается в % или в единицах энергии. За 100% принимается перпендикулярное падение, а энергия рассчитывается по формуле $F(a) = \tau \cdot F_0(a)/100$, где $\tau = 1250 \text{ Вт/м}^2$ есть солнечная постоянная на уровне моря. Проникающую под полог леса солнечную радиацию оценивали как $Fg(a) = F(a) \cdot [1 - (\text{Сомкнутость}/100)]$. Для открытых сообществ она совпадает с $F(a)$, уменьшаясь под пологом леса тем больше, чем выше сомкнутость полога.

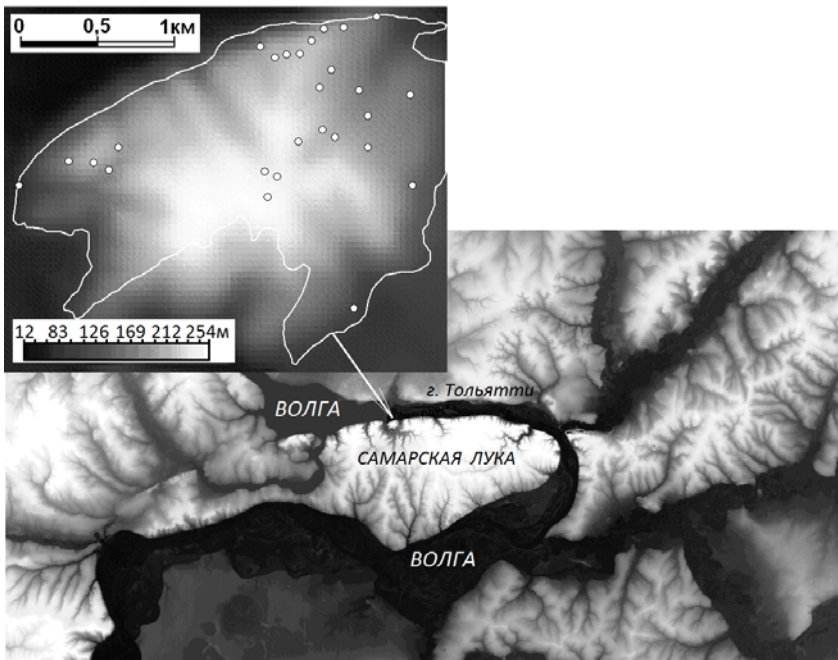


Рис. 1. Карты высот горы Могутова (слева) и Самарской Луки (справа). Участок исследования показан контуром, точками – 27 площадок наблюдения.

С ростом сомкнутости крон деревьев линейно растет и влажность почв, около 50% дисперсии влажности объясняется одной только сомкнутостью. С ростом сомкнутости уменьшается доступность света для травянистой растительности, что приводит к снижению ее видового богатства и зеленой массы под пологом леса. Отсюда следует неожиданный результат – снижение зеленой массы и числа видов при увеличении влажности почв в полупустынных условиях, где влага является лимитирующим фактором. Поэтому отрицательная связь не может служить обоснованием негативной роли влаги; здесь нужно другое рассмотрение. Так, с ростом сомкнутости крон растут как влажность почв, так и затенение, и в условиях, когда свет важнее влаги для травянистой растительности, ее зеленая масса падает с ростом сомкнутости, но когда влага важнее света – растет.

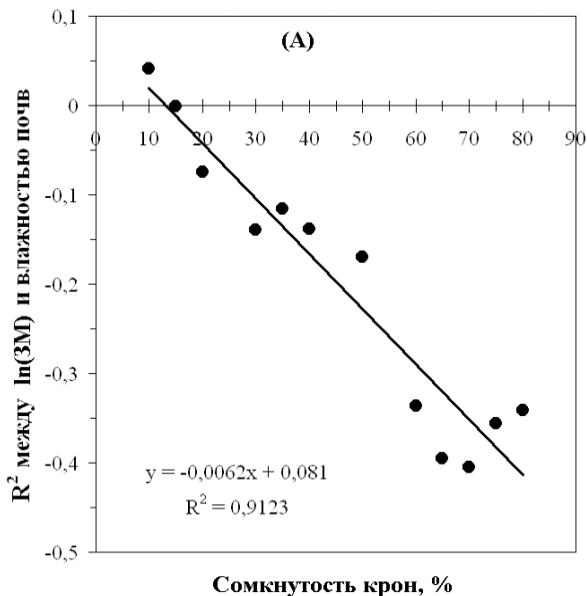


Рис. 2. Наделенный знаком связи коэффициент R^2 детерминации R^2 между логарифмом зеленой массы и влажностью почв как функция сомкнутости крон.

На Рис. 2А значения S_i отложены по оси абсцисс, по оси ординат – значения R^2_i . Этот график хорошо описывается линейным трендом с отрицательным наклоном и коэффициентом детерминации 0,912 между R^2_i и S_i . Прямая этого тренда пересекает ось абсцисс в точке, где сомкнутость крон равна 15 %, левее которой значения R^2_i положительны, правее – отрицательны. Интерпретация этого тренда следующая. Точка пересечения дает критическое

значение сомкнутости крон, где R^2_i меняет знак с положительного на отрицательный. Здесь сомкнутость равна 15 %, она отвечает положительной связи в редколесьях, где влажность почв позитивно влияет на зеленую массу травянистых растений и становится лимитирующим фактором, преобладая над негативным влиянием недостатка света, который менее актуален в редколесьях. Для сомкнутости крон больше критического значения 15 % R^2_i отрицательны, чего не было бы без негативного влияния недостатка света. Действительно, в сомкнутых лесах влажность почв по-прежнему позитивно влияет на зеленую массу травянистых растений, о чем говорит отрицательный наклон прямой тренда, но негативное влияние затенения сильнее, что подтверждают отрицательные значения R^2_i .

Связи освещенности и сомкнутости, а вместе с ней – ВБ осложняет то обстоятельство, что они оказываются нелинейными. Максимумы или минимумы парабол при этом согласованы друг с другом, так что максимуму сомкнутости крон отвечает минимум богатства видов трав, при освещенности склонов 450–520 Вт/м² (Рис. 3). Сама сомкнутость крон деревьев зависит от освещенности склонов, а вместе с ней – богатство видов и зеленая масса травянистой растительности.

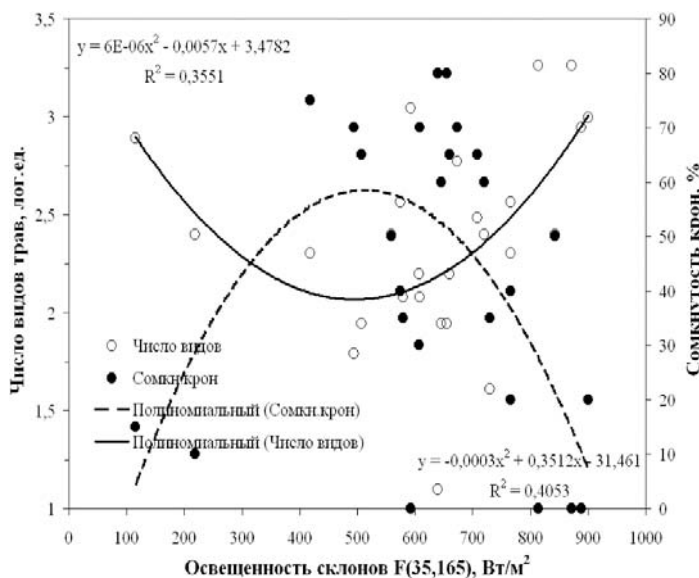


Рис.3. Зависимость числа видов травянистой растительности и сомкнутости крон деревьев от освещенности склонов с юга.

На характеристики травянистой растительности и почв непосредственно влияет не освещенность склонов $F(a)$, а освещенность травяного покрова $Fg(a)$. Действительно, связи богатства видов и зеленой массы травянистой растительности, влажности и pH почв с освещенностью травяного покрова $Fg(225)$ оказываются практически линейными и более тесными, чем с освещенностью склонов. В среднем по площадкам освещенность под пологом леса $Fg(225)$ была почти в 2 раза меньше, чем в открытых сообществах, но освещенность полога леса (т.е. самих склонов) $F(165)$ – в 1,3 раза больше, чем для открытых сообществ.

Рассмотрены влияния факторов среды на свойства фитоценозов с учетом других характеристик рельефа и индикатора леса (*Лес*). Построенные уравнения множественной регрессии показали следующие результаты. 1. Дисперсия сомкнутости крон в лесных сообществах на 85% объясняется экспозицией склонов, освещенностью, формами рельефа и нелинейной связью с высотой. 2. На 83% дисперсия влажности почв зависит отрицательно от освещенности под пологом, от нелинейных связей с отрогами горы и направлением с запада на восток, а также – отрицательно от индекса мощности потоков. 3. Дисперсия значений pH на 79% объясняется нелинейными связями с экспозицией, высотой, характеристикой аккумуляции потоков и положительной связью с освещенностью под пологом при юго-западном азимуте.

Уравнение для зеленой массы растений следующее:

$$\ln(\text{Зел_масса}) = 3,72 \cdot 10^{-3} \cdot Fg(200) - 3,49 \cdot 10^{-3} \cdot F(180) - 0,16 \cdot (kh^T)^2 + 0,286 \cdot \text{Лес} \cdot \text{КА}^T + 5,53$$

$$R^2 = 0,853 \text{ (Degr} = 5,5 \text{ \%, } P < 10^{-6} \text{).} \quad (1)$$

Модель (1) объясняет 85% пространственной изменчивости зеленой массы травянистой растительности. Она показывает, что главный предиктор – освещенность травяного покрова с юго-запада $Fg(200)$, с которым положительная связь, второй по значимости является освещенность склонов с юга $F(180)$, с которой отрицательная связь. Последнее объясняется ростом сомкнутости полога при таком освещении склонов. KA есть полная аккумуляционная кривизна, различающая локальные зоны аккумуляции и сноса ($KA > 0$) от зон транзита ($KA < 0$). Среднее зеленой массы травянистой растительности в открытых сообществах (226 г/м^2) было в 2,2 раза больше, чем в лесных (103 г/м^2), что близко к отношению 2,3 для освещенности травяного покрова.

Изменение числа видов в сообществах описывается следующим уравнением:

$$\ln(\text{Число видов}) = 1,26 \cdot 10^{-3} \cdot Fg(200) - 5,16 \cdot 10^{-3} \cdot Z - 0,177 \cdot kh^T + 0,694 \cdot M^T + 2,22$$

$$R^2 = 0,769 \text{ (Degr} = 9,2 \%), P < 10^{-5}. \quad (2)$$

Модель (2) объясняет 77% дисперсии числа видов трав. Число видов растет с освещенностью травяного покрова ($+Fg(200)$), падает с высотой ($-Z$), возрастает в долинах и уменьшается на отрогах ($-kh$), а также увеличивается на вытянутых формах рельефа ($+M$). Среднее число видов травянистой растительности в открытых сообществах (23,0) было в 2,3 раза больше, чем в лесных (10,2). Модели (1) и (2) успешно проходят проверку по критерию деградации $Degr < 50\%$, связи тесные, поэтому по ним можно рассчитывать карты, которые называют предсказательными картами (Guisan, Zimmermann, 2000; Sharaya, Shary, 2011) (Рис. 4).

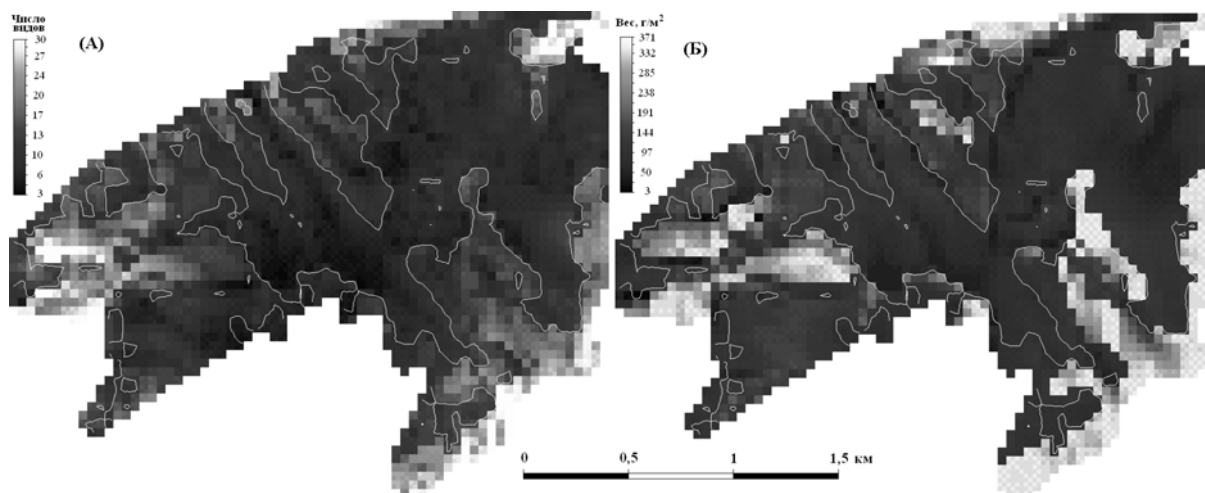


Рис. 4. Карты: (А) числа видов на измерительных площадках и (Б) зеленой массы трав по моделям (2) и (1), соответственно. Показана изолиния 400 Вт/м^2 освещенности травяного покрова, разделяющая области увеличенных и уменьшенных значений богатства видов и зеленой массы трав.

Суммируя результаты, заметим, что для территории на южной границе лесостепи богатство видов и зеленая масса травянистой растительности в лесных и открытых сообществах тесно связаны с освещенностью под пологом леса и рельефом ($R^2 = 0,77$ и $0,83$, соответственно). Сама сомкнутость полога связана с рельефом и освещенностью склонов с юга ($R^2 = 0,85$). Влажность почв в целом отрицательно связана с освещенностью полога леса. Установлен критический уровень сомкнутости полога (15%), ниже которого лимитирующим фактором для травянистой растительности является влага, а выше – свет. Показано, что освещенность под пологом леса, близкая к средней (400 Вт/м^2), дифференцирует изучаемый участок на области малых и больших значений характеристик фитоценозов и почв. Таковы результаты анализа богатства видов и зеленой массы травянистой растительности в целом.

Сравнительное изучение действия факторов среды в локальном масштабе на видовое богатство (ВБ) и обилие разных ЖФ показало следующее. Если представить спектр числа видов разных ЖФ на исследуемом участке г. Могутовой в виде долей от общего ВБ (см. рис. 5), то экспоненциальный тренд для спектра в полулогарифмических координатах есть пря-

мая. Поэтому доли ВБ ЖФ убывают в геометрической прогрессии, т.е. по закону $y = 129.8 \times d^x$, где показатель прогрессии $d = 0.441$, а x есть ранг ЖФ (от 1 до 5), упорядоченных по убыванию их долей. Показатель d характеризует влагообеспеченность площадок: чем меньше d , тем ниже влагообеспеченность. Рассчитанные нами по данным Уиттекер (1980) значения d возрастают в ряду сухой злаковник – лес умеренно холодной зоны. Если вместо долей ВБ ЖФ на графике использовать доли зеленой массы ЖФ, то выявляется такое же убывание в геометрической прогрессии, т.е. по закону $y = 135.9 \times d^x$, где $d = 0.400$. Меньшая величина d означает, что зеленые массы ЖФ уменьшались более резко, чем доли ВБ.

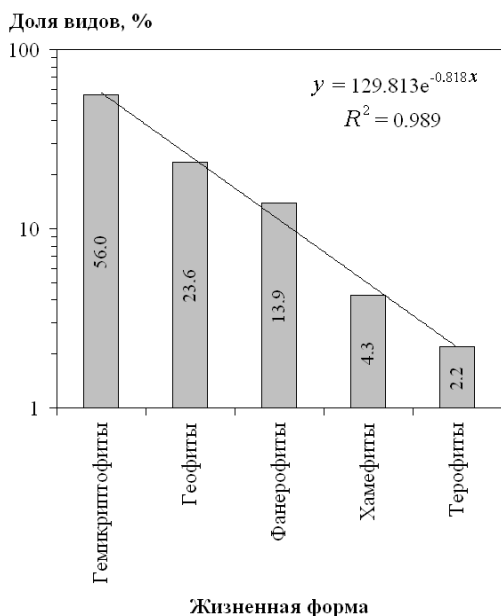


Рис. 5. Спектр жизненных форм растений на участке исследования.

Распределение долей ВБ различных ЖФ обычно удовлетворяет следующей закономерности: если доминирующая ЖФ занимает долю k объема экологической ниши сообщества, то следующая по числу видов ЖФ занимает примерно такую же долю от оставшейся части ниши $(1-k)$, следующая – от $(1-k)^2$ и т.д. Это дает геометрическую прогрессию $p_i = p_1(1-k)^{i-1}$, где p_i – доля ВБ ЖФ ранга i , а p_1 – доля ВБ доминирующей ЖФ. Впервые данную закономерность обнаружил И. Мотомура (Левич, 1980) при изучении числа особей видов моллюсков, губок и т.д. в приливно-отливной зоне. Это явление стало известно как захват ниши (Whittaker, 1972) и часто выполняется для ВБ ЖФ сосудистых растений. Показатель прогрессии $d = 1-k$ характеризует спектр ЖФ и отражает их доминирование: чем меньше d , тем сильнее доминирование.

Поскольку ВБ всего растительного сообщества зависит в первую очередь от освещенности, а доминирующие ЖФ гемикриптофитов и геофитов ЖФ связаны между собой отрицательно, можно предположить, что они различно адаптированы к энергии солнечной радиации. Это видно из следующих двух моделей для долей ВБ гемикриптофитов $Nsh\%$ и долей ВБ геофитов $Nsg\%$:

$$Nsh\% = -0.128 \cdot \text{Лес} \times Z + 30.0 \cdot M_{+2.43}^T - 475 \cdot \text{Лес} \cdot (\sin A_{45}/GA)^2 + 11.7 \cdot k h e^T + 40.5; \\ R^2 = 0.744 \text{ (Degr} = 10\%), P < 10^{-5}; \quad (3)$$

$$Nsg\% = 0.192 \cdot Z - 5.95 \cdot (H^T)^2 - 0.0426 \cdot Fg(245) + 9.41 \cdot k m i n^T + 16.5; \\ R^2 = 0.646 \text{ (Degr} = 47\%), P < 10^{-3}. \quad (4)$$

Согласно модели (3), доля гемикриптофитов уменьшается на пологих северо-восточных и юго-западных склонах (предиктор $-(\sin A_{45}/GA)^2$), в то же время из парных связей известно, что доля геофитов $Nsg\%$ на таких склонах возрастает. С другой стороны, согласно модели (4), на хорошо освещенных под пологом юго-западных склонах (предиктор $-Fg(245)$) доля ВБ геофитов заметно растет. Пространственное разделение этих двух доми-

нирующих ЖФ происходит также под влиянием высоты Z : из уравнений (3) и (4) видно, что доли имеют разные знаки связи с Z , так что на меньших высотах преобладает доля ВБ гемикриптофитов, на бóльших – геофитов.

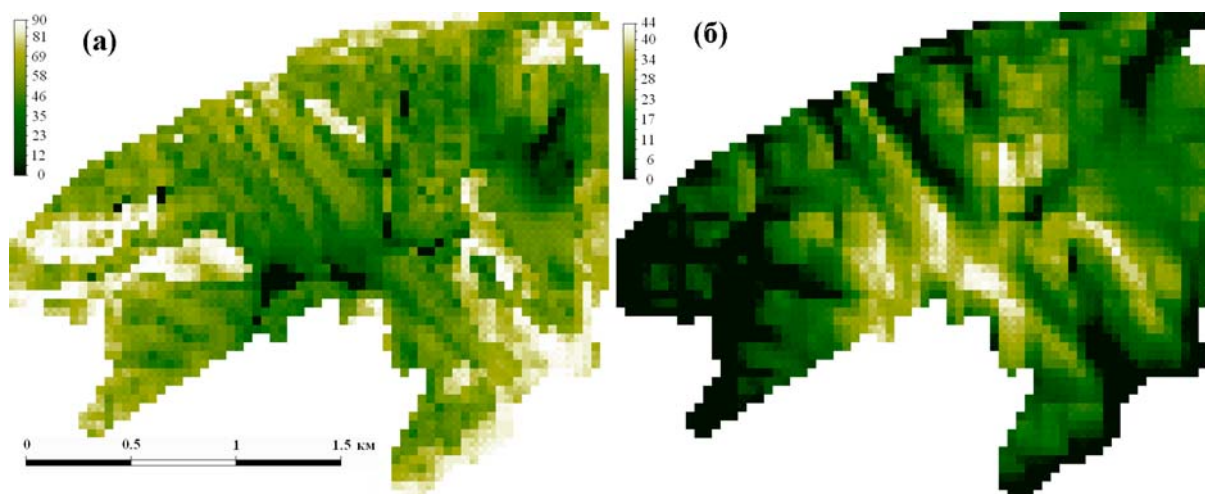


Рис. 4. Карты долей видового богатства гемикриптофитов (а) и геофитов (б) по моделям (3) и (4) соответственно.

Уравнения включают также другие характеристики рельефа: несферичность M , принимающую положительные значения на вытянутых формах (водоразделах и долинах); квадрат средней кривизны H^2 , также увеличивающийся на вытянутых формах рельефа; минимальную кривизну k_{min} , принимающую большие по модулю отрицательные значения в доньях долин. Эти предикторы указывают на приуроченность долей ВБ гемикриптофитов и геофитов к вытянутым формам рельефа, которые связаны с известными активными разломами, выражающимися в рельефе параллельными долинами и гребнями в направлении с юго-востока на северо-запад.

По моделям рассчитаны карты (рис. 4а, б), по которым видны изменения значений долей ВБ доминирующих ЖФ в области расположения известных разломов. Нестабильность местообитаний часто рассматривают в экологии как один из факторов, потенциально уменьшающих видовой разнообразие. На рис. 4 видны резкие колебания значений долей ВБ ЖФ вблизи активных разломов. Особенно ярко эти колебания проявляются для геофитов, ВБ которых в зоне разломов местами становится близким к нулю (рис. 4б). Узоры представленных здесь карт показывают, что эта нестабильность имеет различное влияние на видовое богатство разных жизненных форм. В целом же противоположные реакции двух доминирующих ЖФ на изменение одних и тех же условий среды потенциально способствуют снижению конкуренции в пространстве между ними.

ЛИТЕРАТУРА

- Whittaker R.H.* Evolution and measurement of species diversity // *Taxon*. 1972. V. 21. P. 213–251.
- Левич А.П.* Структура экологических сообществ. М.: Изд-во МГУ, 1980. 182 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. 488 с.
- Саксонов С.В., Сенатор С.А.* (ред.) Могутова гора и ее окрестности. Подорожник. 2013. Тольятти: Изд-во Кассандра. 134 с.
- Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
- Шарая Л.С., Сидякина Л.В.* Пространственная изменчивость зеленой массы травянистой растительности горы Могутова (Самарская Лука) // *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2018. Т. 12. № 4. С. 94-103.
- Шарый П.А., Шарая Л.С., Сидякина Л.В., Саксонов С.В.* Влияние солнечной энергии и сомкнутости крон деревьев на богатство видов травянистой растительности юга лесостепи // *Сибирский экологический журнал*. 2017. № 5. С. 539-552.

СТРУКТУРА МАКРОФИТОВ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ЮГА БЕЛАРУСИ

Н.В. Шкуратова

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест (Беларусь)

THE STRUCTURE OF THE MACROPHYTES OF RESERVOIRS
IN THE SOUTH OF BELARUS

Natalia V. Shkuratova

Brest State A.S. Pushkin University, Brest (Belarus)

В состав современной аквафлоры Беларуси входит 180 видов высших водных, воздушно-водных и околоводных растений. Наиболее детально в таксономическом отношении в Беларуси изучены водоемы озерного типа, где выявлены сосудистые растения из 4 отделов, 5 классов, 49 семейств и 91 род. В спектре жизненных форм аквафлоры Беларуси преобладают травянистые растения (97,3 % видов), из которых 83,1 % видов составляют многолетние травы (Гигевич и др., 2001).

Роль водных и прибрежно-водных растений в составе водных экосистем многообразна. Наряду с фитопланктоном они являются звеньями пищевых цепей и создают условия для развития беспозвоночных и позвоночных животных. Макрофиты влияют на физические и химические свойства воды, выполняя фильтрационную функцию, участвуют в детоксикации химических веществ промышленно-бытового происхождения. В связи с выше сказанным, изучение водной флоры и растительности имеет большое научное и хозяйственное значение.

Целью исследования явилось установление эколого-таксономической структуры макрофитов водоемов различного типа на урбанизированной территории на примере г. Давид-Городок Столинского района Брестской области (Беларусь).

Р. Горынь является правым притоком р. Припять и относится к бассейну р. Днепр. Протяженность ее составляет почти 660 км, из них 82 км по территории Брестской области. Долина реки в верховье узкая, берега крутые, в среднем течении долина расширяется до – 1,5 км, а в нижнем достигает 2–6 км. Берега в нижней части низкие, заболоченные. Пойма изрезана рукавами и старицами. Русло извилистое, много островов. Оз. Сешка находится в черте г. Давид-Городок, ранее озеро являлось притоком р. Горынь. После мелиоративных работ сообщение озера с рекой было перекрыто. Глубина озера достигает до 6 м, протяженность – около 1,6 км, ширина – 70 м.

Береговая и прибрежная зона р. Горынь и оз. Сешка обследовалась экспедиционно-маршрутным методом с элементами гидроботанических приемов в вегетационный период 2018 г. Обследована береговой линии р. Горынь (около 350 м.) и оз. Сешка (около 200 м) в черте г. Давид-Городок.

С учетом того, что макрофитами следует считать растения, жизненный цикл которых неразрывно связан с водой, проведенный количественный и качественный анализ таксономического состава флоры р. Горынь и оз. Сешка показал, что указанная группа видов растений в систематическом, экологическом, биологическом, фитогеографическом и иных отношениях далеко не однородна и имеет сложную многокомпонентную структуру.

В таксономическом отношении выявленные макрофиты представлены тремя отделами высших растений, кроме того, были выявлены низшие растения, представленные водорослями отдела *Chlorophyta*. Наиболее многочислен отдел *Magnoliophyta*: класс *Magnoliopsida* представлен 10 видами, относящимися к 10 родам и 8 семействам; класс *Liliopsida* – 19 видами из 16 родов и 11 семейств. На долю двудольных приходится 32,3 % от общего числа видов, на долю однодольных – 61,3 %. Отделы высших споровых растений *Equisetophyta* и *Polypodiophyta* включают по одному виду.

Большим многообразием макрофитов характеризуется флора русла р. Горынь, где при обследовании были выявлены 30 видов, относящихся к 3 отделам, 4 классам, 20 семействам,

27 родам. На территории оз. Сешка были выявлены 26 видов макрофитов, относящихся к 1 отделу, 2 классам, 17 семействам, 22 родам. В составе флоры р. Горынь и оз. Сешка, ведущую роль по числу семейств, родов и видов также играют однодольные (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика макрофитов р. Горынь и оз. Сешка

Таксон	Р. Горынь				Оз. Сешка			
	Число семейств	Число родов	Число видов		Число семейств	Число родов	Число видов	
			п	%			п	%
Отдел <i>Equisetophyta</i>	1	1	1	3,2	–	–	–	–
Отдел <i>Polypodiophyta</i>	1	1	1	3,2	–	–	–	–
Отдел <i>Magnoliophyta</i>								
– класс <i>Liliopsida</i>	10	15	18	58,1	9	13	17	54,8
– класс <i>Magnoliopsida</i>	8	10	10	32,3	8	9	9	29
Всего	20	27	30	96,8	17	22	26	83,8

На сегодняшний день более 20 видов аквафлоры Беларуси включены в Красную книгу, а около 20 видов нуждаются в профилактической охране (Красная книга Республики Беларусь, 2015). В связи с этим, в соэкологическом отношении обследованная территория бедна. Обнаружен только один вид – *Salvinia natans* L. (*Polypodiophyta*), относящийся к IV категории охраны. Это реликтовый, единственный водный папоротник в Республике Беларусь. Вид распространен на мелководье и в старицах зоны обследования, где выявлены экзепляры вида. Это объясняется тем, что на юге Беларуси вид находится на северной границе, но в пределах естественного ареала, где климатические условия способствуют активному вегетативному размножению в течение вегетационного сезона и благоприятной зимовке.

Растительность каждого конкретного водоема состоит из разнообразных растительных сообществ, являющихся важнейшими компонентами ее экосистем. У берегов водоемов растения часто располагаются зонально, или поясами, по степени приспособления растений к жизни на разных глубинах (Лемеза, Джус, 2008). Поясное распределение макрофитов зависит от характеристики водоема. Заращение водоемов является нормальным процессом их развития.

В результате зарастания оз. Сешка и р. Горынь растительность распределилась от берегов по направлению к центру, с характерными представителями в каждой зоне. Это является результатом различной степени освещенности прибрежной зоны, неоднородности грунта и других условий. Тип грунта оз. Сешка – илистый, р. Горынь – преимущественно песчаный, только местами илистый. Для развития водной растительности более благоприятные условия создаются в оз. Сешка, которое обладает сильно изрезанными берегами с заливами и затишными местами, широкой полосой защищенных от ветра и волнений мелководий и отлогой литоралью с постепенным нарастанием глубины от берега.

Для р. Горынь характерно прибрежно-фрагментарное заращение водоема. Сообщества гелофитов создают в прибрежной части Горыни сплошную полосу, а сообщества погруженных растений разбросаны вдоль русла. Фитоценозы достаточно отчетливы и однородны. Оз. Сешка можно отнести к водоемам мезотрофного типа зарастания. Весной уровень воды обычно бывает гораздо выше. К концу лета уровень воды в оз. Сешка резко снижается. По интенсивности зарастания оз. Сешка можно отнести к значительно заросшим водоемам (26–40 % зарастания береговой линии), а исследованный участок береговой линии р. Горынь следует считать умеренно заросшим водоемом (11–25 % зарастания береговой линии).

Зональность растительных группировок в исследованных водоемах выражена достаточно четко:

– пояс береговых растений представлен наземными приспособленными к избыточному увлажненному, временно заливаемым местообитаниям. Флористический состав здесь

довольно разнообразен: *Caltha palustris* L., *Ranunculus acris* L., *Ranunculus repens* L., *Ranunculus auricomus* L., *Epilobium palustre* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Carex riparia* Curt., *Acorus calamus* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.;

– в поясе мелководных растений выявлены как укореняющиеся, так и плавающие в воде виды: *Equisetum fluviatile* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Elodea canadensis* Michx. В этой категории наряду с высшими растениями часто встречаются низшие растения, представленные скоплениями многих нитчатых зеленых водорослей – виды родов *Spirogyra*, *Zygnema*, *Cladophora*;

– в поясе растений с плавающими на поверхности воды листьями на исследованных участках зарегистрированы как виды с крупными листьями (*Nyphar lutea* (L.) Smith), так и виды с мелкими листьями (*Hydrocharis morsus-ranae* L., *Potamogeton natans* L.).

Флору центральной части водоема представляет фитопланктон, в котором преобладают зеленые (*Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Micrasterias*) и диатомовые водоросли (*Pinnularia*, *Synedra*, *Cymbella*, *Diatoma*). Высшие растения здесь отсутствуют.

Выявленные макрофиты относятся к пяти экологическим группам (эугидрофиты, плейстогидрофиты, аэрогидрофиты, эуигрофиты, гигрогелофиты), из которых наиболее многочисленна группа эугидрофитов (26 % от общего числа видов). Таким образом, пояс высоких прибрежных растений представлен аэрогидрофитами, гигрогелофитами и эуигрофитами; растения пояса мелководных растений являются аэрогидрофитами, эугидрофитами; растения с плавающими на поверхности воды листьями – типичные плейстогидрофиты.

Спектры гидроморф растений двух водных объектов выявляют значительное сходство в содержании гидрофитов, гелофитов и гигрофитов, однако в составе макрофитной растительности р. Горынь меньше доля плейстогидрофитов, эугидрофитов, но выше доля мезофитов (таблица 2). В целом и озеро и река характеризуются более высоким содержанием околоводных растений при значительной доле участия в них сухопутных растений – мезофитов.

Таблица 2 – Количественное соотношение макрофитов р. Горынь и оз. Сешка по экологическим группам

Экологическая группа	Река Горынь		Озеро Сешка	
	п	%	п	%
Эугидрофиты	6	23,1	5	21,7
Аэрогидрофиты	6	23,1	6	26,1
Плейстогидрофиты	7	26,9	5	21,7
Эуигрофиты	5	19,2	4	17,4
Гигрогелофиты	2	7,7	3	13,1
Всего	26	100	23	100

Флора р. Горынь имеет во многом сходную, но не совпадающую с флорой оз. Сешка таксономическую и экологическую структуру. Более высокое содержание в сообществах реки околоводных видов растений может быть связано с более высокой проточностью и менее устойчивым уровневим режимом водохранилища.

Для геоботанического описания прибрежно-водной растительности закладывалось 10 пробных площадок в наиболее характерных местах с однородными экологическими условиями. На пробных площадках устанавливали процент от общего числа видов. Общий анализ прибрежно-водной растительности показывает, что самыми распространенными являются 5 видов (V класс встречаемости) – *Typha latifolia* L., *Elodea canadensis* Michx., *Lemna trisulca* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* Schleid. К II классу встречаемости относятся – *Juncus conglomerates* L., *Persicaria hydropiper* Mill., *Melandrium album* Roehl., *Myriophyllum spicatum* L., *Persicaria amphibian* L., *Salvinia natans* L., *Nyphar lutea* (L.) Smith. Остальные виды относятся к III и IV классам встречаемости.

Всего выделено 10 видов географических элементов флоры: голарктический бореальный; голарктический плюризональный; европейский бореальный; еврозиатский плюризональный; голарктический бореально-неморальный; европейский плюризональный вид; еврозиатский бореально-неморальный; евросибирский плюризональный; космополит плюризональный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud); адвентивный (*Elodea canadensis* Michx., *Acorus calamus* L.).

Большая часть макрофитов р. Горынь и оз. Сешка относится к голарктическому плюризональному элементу (*Typha latifolia* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Lemna trisulca* L., *Lemna minor* L., *Potamogeton natans* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Rumex aquaticus* L., *Ceratophyllum demersum* L.), что составляет 29 % от общего числа макрофитов. Второе место занимают представители голарктического бореального элемента (*Caltha palustris* L., *Bidens cernua* L., *Bidens trarpartita* L., *Juncus conglomerates* L., *Equisetum fluviatile* L., *Persicaria amphibian* L.), составляя 19 % от общего числа видов.

Виды *Elodea canadensis* Michx. и *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud на сегодняшний день на территории Беларуси причислены к категории инвазионных видов (Дубовик и др., 2017).

Таким образом, при обследовании водно-прибрежной флоры р. Горынь и оз. Сешка в черте г. Давид-Городок на основании анализа распределения растений по поясам растительности в исследованных водоемах и анализа экологических групп к категории макрофитов отнесен 31 вид растений из 21 семейства, а также 3 таксона нитчатых зеленых водорослей (*Spirogyra*, *Zygnema*, *Cladophora*). Ведущую роль по числу семейств, родов и видов играют однодольные покрытосеменные. Обнаружен один вид *Salvinia natans* L., относящийся к IV категории охраны. Большим видовым многообразием характеризуется флора макрофитов р. Горынь. На обследованных участках двух водоемов макрофиты представлены в 3 поясах, из которых наибольшим флористическим многообразием выделяется пояс высоких прибрежных растений (10 видов). Макрофиты относятся к 5 экологическим группам (эугидрофиты, плейстогидрофиты, аэрогидрофиты, эуигрофиты, гигрогелофиты). 29 % от общего числа макрофитов исследованных водоемов относится к голарктическому плюризональному элементу флоры.

ЛИТЕРАТУРА

- Дубовик Д.В. и др. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси. Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2017. 190 с.
- Гигевич Г.С., Власов Б.П., Вынаев Г.В. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. Минск: БГУ, 2001. 231 с.
- Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский [и др.]. 4-е изд. Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2015. 448 с.
- Лемеза Н.А., Джус М.А. Геоботаника : учебная практика. Минск: Вышэйшая школа, 2008. 238 с.

**«МАЛАЯ» РЕКА В ЧЕРТЕ «БОЛЬШОГО» ГОРОДА
(Р. КАМЫШИНКА, ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)****Н.А. Юрицына***Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального
исследовательского центра РАН, Тольятти (Россия)***«SMALL» RIVER IN «BIG» CITY
(THE KAMYSHINKA-RIVER, VOLGOGRAD PROVINCE)****N.A. Yuritsyna***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS – Branch of the Samara Federal
Research Center RAS, Tolyatti (Russia)*

Водные объекты, располагающиеся в границах урбосистем, обычно испытывают повышенную и разноплановую антропогенную нагрузку – транспортную, рекреационную и т.д. Это отражается как на их собственном состоянии, так и на состоянии наземных экосистем, особенно береговой зоны и прилегающих к ней территорий.

Река Камышинка (Волгоградская область), относится к внутригородскому водному объекту – она разделяет г. Камышин на 2 части (северную и южную), впадая в Волгоградское водохранилище. Это – правый приток р. Волга протяженностью 10 км с водосборной площадью 102 кв. км (Государственный водный..., 2009). На ее берегах, помимо жилой застройки, расположены различные транспортно-промышленные и инфраструктурные объекты – причалы, городские пляжи (санкционированные и «стихийные»), 2 парка и т. д. Устьевая зона небольшой протяженности при впадении в водохранилище в районе Бородинского моста и парков оформлена в виде набережной: на южном берегу – до Аллеи героев и границ городского пляжа, а на северном – только до самого моста, при этом с меньшей степенью обустройства.

Флористические и геоботанические исследования, которые проводятся, начиная с 2007 года, на территории г. о. Камышин (Юрицына, Васюков, 2012, 2014, 2018; Юрицына, 2017-2019), затрагивают и р. Камышинка.

В береговой зоне реки (преимущественно ее пойменной части) нами было отмечено 39 видов сосудистых растений – *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Anthemis ruthenica* M. Bieb., *Armeniacca vulgaris* Lam., *Asperugo procumbens* L., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Cannabis ruderalis* Janisch., *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd., *C. riparia* Curtis, *Cirsium incanum* (S. G. Gmel.) Fisch., *Convolvulus arvensis* L., *Chenopodium hybridum* (L.) S. Fuentes, Uotila et Borsch [*Chenopodium hybridum* L.], *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Galium vaillantii* DC., *Hordeum murinum* L., *Humulus lupulus* L., *Ipomoea purpurea* L. Roth, *Iris pseudacorus* L., *Lamium paczoskianum* Vorosch., *Lycopus europaeus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Mulgedium tataricum* (L.) DC., *Poa crispera* Thuill. [*P. bulbosa* auct. non L.], *P. versicolor* Besser [*P. stepposa* (Kryl.) Roshev.], *Plantago major* L., *P. uliginosa* F. W. Schmidt, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Populus nigra* L., *Ranunculus repens* L., *Salix alba* L., *S. euxina* I. V. Belyaeva, *S. gmelinii* Pall., *Taraxacum officinale* Wigg. s.l., *Tragopogon major* Jacq., *Typha laxmannii* Lepech., *Ulmus pumila* L., *Vincetoxicum hirsutinaria* Medik., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz [номенклатура таксонов стандартизирована соответственно International Plant Names Index (<http://www.ipni.org>)].

Эти виды представляют собой довольно широкий семейственный спектр – 21 семейство (*Aceraceae*, *Asclepiadaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Cannabaceae*, *Chenopodiaceae*, *Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Iridaceae*, *Lamiaceae*, *Oleaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Primulaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Salicaceae*, *Typhaceae*, *Ulmaceae*).

В подтверждение общеизвестному факту, что в том числе и реки служат естественными «коридорами» для продвижения вселенцев, мы можем отметить, что из 39 указанных видов почти третья часть являются чужеродными элементами флоры. Это 14 видов – *Acer*

negundo, *Amorpha fruticosa*, *Anisantha tectorum*, *Armeniaca vulgaris*, *Asperugo procumbens*, *Cannabis ruderalis*, *Chenopodium hybridum*, *Fraxinus lanceolata*, *Hordeum murinum*, *Galium vaillantii*, *Ipomoea purpurea*, *Salix euxina*, *Ulmus pumila*, *Xanthium albinum*. Они составляют примерно треть и от общего количества адвентивных видов, найденных нами в настоящее время в целом на территории города.

Из 14 вселенцев подавляющее большинство является достаточно хорошо адаптирующимися к местным условиям: 5 видов относятся к активно расселяющимся в нарушенных и естественных местообитаниях (агриофиты) – *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Fraxinus lanceolata*, *Salix euxina*, *Ulmus pumila*, а 7 – в нарушенных местообитаниях (эпекофиты): *Anisantha tectorum*, *Asperugo procumbens*, *Cannabis ruderalis*, *Chenopodium hybridum*, *Hordeum murinum*, *Galium vaillantii* и *Xanthium albinum*.

Одну половину найденных в береговой зоне р. Камышинки адвентов составляют непреднамеренно занесенные чужеродные виды (ксенофиты), а другую – преднамеренно занесенные (эргазиофиты). Так, например, *Amorpha fruticosa* непосредственно была высажена в небольшом количестве на территории одной из организаций, располагающейся на берегу реки, а затем довольно активно распространилась на территорию прилегающего к ней пляжа северо-восточнее Бородинского моста.

Река Камышинка располагается в «середине» города с населением более 100 тыс. человек и является достаточно доступной для жителей территорией почти на всем своем протяжении в городской черте. Несмотря на то, что часть ее береговой линии благоустроена, в городе достаточно постоянно проводятся экологические мероприятия, касающиеся вопросов охраны и сохранности природы, в том числе и волонтерские акции по очистке берегов р. Камышинка и Волгоградского водохранилища от мусора, все-таки состояние многих участков ее берегов не соответствует экологическим нормативам (Рисунок).



Рис. Захламленный несанкционированный пляж на границе селитебной зоны (северный берег р. Камышинка западнее Бородинского моста)

Это, в свою очередь, приводит к усилению загрязнения и снижению качества воды в самой реке, в жаркий летний период способствует активизации цветения водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Государственный водный реестр.** Камышинка. *textual.ru*. Минприроды России (29 марта 2009) (Дата обращения 20 декабря 2019).
- Юрицына Н.А.** Новое местонахождение *Fritillaria ruthenica* Wikstr. в Волгоградской области // Природное наследие России: сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России / под ред. д-ра биол. наук, проф. Л.А. Новиковой. Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. С. 332-334.
- Юрицына Н.А.** Некоторые данные о семействе Chenopodiaceae на юге Приволжской возвышенности // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Самар. отделения Русского ботан. об-ва. Самара: СГСПУ, 2018а. С. 79–81.
- Юрицына Н.А.** Некоторые данные о *Phelipanche lanuginosa* (C. A. Mey.) Holub [*Orobanche caesia* Rchb.] в Волгоградской области // «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 6»: Материалы междунар. конф., приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / отв. ред. Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: Анна, 2018б. С. 350-352.
- Юрицына Н.А.** Новые местонахождения сосудистых растений, включенных в Красную книгу Волгоградской области (2017) // Сохранение редких видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник, 2018 / под ред. Т.Б. Силаевой, С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Тольятти: Анна, 2019. С. 4-6.
- Юрицына Н.А., Васюков В.М.** Сообщества с редким видом *Iris pumila* L. на юге Приволжской возвышенности // Раритеты флоры Волжского бассейна: доклады участников II Российск. научн. конф. / под ред. С.В. Саксонова и С.А. Сенатора. Тольятти: Кассандра, 2012. С. 288-291.
- Юрицына Н.А., Васюков В.М.** Новое местонахождение *Iris pumila* L. (Iridaceae) на юге Приволжской возвышенности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5. С. 143-144.
- Юрицына Н.А., Васюков В.М.** К изучению урбанofлоры г. Камышина (Волгоградская область) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20, № 2. С. 37-44.
- International Plant Names Index** [Электронный ресурс]. URL: [www/ipni.org](http://www.ipni.org) (дата обращения 25.12.2019).

СОДЕРЖАНИЕ

От редакторов _____	3
Теоретические основы и концепции	
<i>Розенберг Г.С., Ройтбург Ю.С., С.В. Саксонов, Тольятти (Россия)</i> ЭКОРЕНОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА РОССИИ «ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЛГИ» _____	5
<i>Протасов А.А., Коломиец А.В., Киев (Украина)</i> К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНЫХ ТЕХНОЭКОСИСТЕМ (ИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ВРД) _____	14
<i>Остроумов С.А., Москва (Россия)</i> РОЛЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ И САМООЧИЩЕНИИ ВОДЫ _____	19
<i>Рахуба А.В., Тольятти (Россия)</i> МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ _____	23
<i>Коросов А.В., Калинин Н.К., Теканова Е.В., Исакова К.В., Петрозаводск (Россия)</i> ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ ГИДРОБИОНТОВ В ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРНОЙ МОДЕЛИ _____	27
<i>Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Чебыкина Е.Ю., Фёдоров В.А., Паничев В.В., Булышева М.М., Успенский А.А., Былина Т.С., Булышева А.М., Санкт-Петербург (Россия)</i> "ПЛАВНИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА": ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ МОРСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМПАНИЕЙ _____	33
<i>Островский А.М., Гомель (Республика Беларусь)</i> ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ГИДРОБИОНТНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ _____	39
<i>Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Тольятти (Россия)</i> СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ РАМОЧНОЙ ВОДНОЙ ДИРЕКТИВЫ _____	42
Водные экосистемы	
<i>Александрова В.В., Иванов В.Б., Нижневартовск (Россия)</i> ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА _____	48
<i>Арсланова М.М., Шорникова Е.А., Сургут (Россия)</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ В ГРАНИЦАХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХМАО-ЮГРЫ _____	52

<i>Борисова Л.Е., Тамбовская область (Россия)</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ВОД Р. ВОРОНА В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВОРОНИНСКИЙ» В 2010–2019 ГГ. _____	56
<i>Герасимов Ю.Л., Самара (Россия)</i> ИЗМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ Р. САМАРЫ В РАЙОНЕ Г. САМАРЫ ВСЛЕДСТВИЕ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ _____	60
<i>Зарипова Н.Р., Мингазова Н.М., Казань (Россия)</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г.КАЗАНИ ПО ИНДИКАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ НЕКОТОРЫХ МАКРОФИТОВ _____	63
<i>Ильбулова Г.Р., Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Бускунова Г.Г., Семенова И.Н., Сибай (Россия)</i> СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН _____	67
<i>Кияткин Д.Ю., Ульяновск (Россия)</i> <i>Дронин Г.В., Тольятти (Россия)</i> АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДМАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 1. СВЯГА _____	72
<i>Кияткин Д.Ю., Ульяновск (Россия)</i> <i>Дронин Г.В., Тольятти (Россия)</i> АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 2. ГУЩА И СЕЛЬДА _____	78
<i>Кияткин Д.Ю., Ульяновск (Россия)</i> <i>Дронин Г.В., Тольятти (Россия)</i> АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 3. БАРЫШ И БОЛЬШОЙ ЧЕРЕМШАН _____	84
<i>Кияткин Д.Ю., Ульяновск (Россия)</i> <i>Дронин Г.В., Тольятти (Россия)</i> АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: 4. СЫЗРАНКА _____	90
<i>Котелевцев С.В., Карагодин В.П., Глазер В.М., Полякова О.В., Малекин С.И., Остроумов С.А., Москва (Россия)</i> БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ: МУТАГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОДНЫХ ОРГАНИЗМАХ И БИОГЕННЫХ ОБРАЗЦАХ _____	94
<i>Кужина Г.Ш., Каримова Н.М., Сибай (Россия)</i> ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Р. ХУДОЛАЗ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) _____	99
<i>Курина Е.М., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В., Тольятти (Россия)</i> МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОЗООБЕНТОСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА _____	102

<i>Минеев А.К., Тольятти (Россия)</i> ЛЕЙКОГРАММА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ОБЫКНОВЕННОГО ПЕСКАРЯ В РЫБОВОДНОМ ВОДОЕМЕ _____	105
<i>Минеев А.К., Тольятти (Россия)</i> ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРИТРОПОЭЗА И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ АБЕРРАНТНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ В СОСУДИСТОЙ КРОВИ ОБЫКНОВЕННОГО ПЕСКАРЯ <i>GOBIO GOBIO</i> (LINNAEUS, 1758) В РЫБОВОДНОМ ВОДОЕМЕ _____	110
<i>Минеева О.В., Тольятти (Россия)</i> ТРИЕНОФОРОЗ ЩУКИ В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ _____	114
<i>Минеева О.В., Тольятти (Россия)</i> РОЛЬ ПОНТО-КАСПИЙСКИХ БЫЧКОВ (PISCES, GOBIIIDAE) В РАССЕЛЕНИИ ЦЕСТОДЫ <i>TRIAENOPHORUS CRASSUS</i> FOREL, 1868 (PSEUDOPHYLLIDEA, TRIAENOPHORIDAE) В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ _____	117
<i>Михайлов Р.А., Тольятти (Россия)</i> ИНВАЗИОННЫЙ ВИД <i>DREISSENA (DREISSENA) POLYMORPHA</i> В ПРИТОКЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА _____	120
<i>Михайлов Р.А., Тольятти (Россия)</i> ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО И ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ВИДОВОГО БОГАТСТВА МАЛАКОФАУНЫ ПРЕСНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ Р. БОЛЬШОЙ КИНЕЛЬ) _____	124
<i>Михайлов Р.А., Тольятти (Россия)</i> ПРЕСНОВОДНЫЙ МОЛЛЮСК <i>STAGNICOLA (STAGNICOLA) PALUSTRIS</i> (O.F. MÜLLER, 1774) РАВНИННОЙ РЕКИ _____	128
<i>Михайлов Р.А., Тольятти (Россия)</i> ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МОЛЛЮСКА <i>VITHYNIA</i> (<i>VITHYNIA</i>) <i>TENTACULATA</i> (LINNAEUS, 1758) В ЛЕНТИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЕ _____	132
<i>Михайлов Р.А., Тольятти (Россия)</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ МОЛЛЮСКА <i>RADIX (RADIX) AURICULARIA</i> В РЕКЕ САМАРА _____	136
<i>Никулина А.С., Белова Ю.Н., Чхобадзе А.Б., Вологда (Россия)</i> ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ ПИЯВОК ГОРОДА ВОЛОГДА (МАЛЫЕ РЕКИ СОДЕМА И ШОГРАШ) _____	140
<i>Парталы Е.М., Мариуполь (Украина)</i> «ПРОБУЖДЕНИЕ» МЕЗО- И МИКРООБРАСТАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ ЗИМНЕГО АНАБИОЗА (АЗОВСКОЕ МОРЕ) _____	146
<i>Перегорода С.А., Швыдченко С.С. Алчевск (Луганская Народная Республика)</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ Г. АЛЧЕВСКА МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА _____	149
<i>Рубанова М.В., Мухортова О.В., Тольятти (Россия)</i> ДИНАМИКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ КИШЕЧНЫХ ГЕЛЬМИНТОВ ОКУНЯ С ПЛАНКТОННЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ (САРАТОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ) _____	155

Садчиков А.П., Остроумов С.А., Москва (Россия) КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДА МИКРООРГАНИЗМОВ В ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОТРОФНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ _____	157
Сажнев А.С., Борок (Россия) ОБЗОР ФАУНЫ HYDROPHILOIDEA (COLEOPTERA: HELOPHORIDAE, GEORISSIDAE, HYDROCHIDAE, SPERSCHEIDAE, HYDROPHILIDAE) САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ _____	162
Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А., Тольятти (Россия) ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ РОСТА БИОГЕННОЙ НАГРУЗКИ _____	167
Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М., Оренбург (Россия) ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА РЕЧНОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ _____	172
Сивухин А.Н., Исаев В.А., Саверьянова А.А., Иваново (Россия) КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЛИЗ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ _____	177
Сторчак Т.В., Диденко И.Н., Иванов В.Б., Нижневартовск (Россия) САМООЧИЩЕНИЕ МАЛЫХ РЕК СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ В СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕДОБЫЧИ _____	181
Суюндуков Я.Т., Серегина Ю.Ю., Хасанова Р.Ф., Семенова И.Н., Суюндукова М.Б., Сибай (Россия) ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В КОМПОНЕНТАХ ЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БЕЛАЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛОРЕЦКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА _____	186
Третьякова И.А., Самара, Тольятти (Россия) Ильина В.Н., Самара (Россия) Якуничкина Е.В., Самара, Тольятти (Россия) Бревнов В.А., Короткова Л.К., Тольятти (Россия) МОНИТОРИНГ САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ р. ВОЛГА В РАЙОНЕ г. ТОЛЬЯТТИ, г. ЖИГУЛЕВСКА И СТАВРОПОЛЬСКОМ РАЙОНЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	189
Чернышова И.Е., Самара (Россия) К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>FRITILLARIA</i> <i>RUTHENICA</i> WIKSTR. НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ «РОДНИК ИСТОКА Р. СЪЕЗЖАЯ» _____	194
Чернышова И.Е., Самара (Россия) ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СЪЕЗЖАЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ _____	197
Чхобадзе А.Б., Вологда (Россия) ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПИЯВОК СЕВЕРНОГО КРАЯ _____	201

<i>Шурганова Г.В., Жихарев В.С., Гаврилко Д.Е., Кудрин И.А., Золотарева Т.В., Ручкин Д.С., Нижний Новгород (Россия)</i> БИОИНДИКАЦИЯ РАВНИННОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА _____	205
<i>Якуничкина Е.В., Третьякова И.А., Самара, Тольятти (Россия) Ильина В.Н., Самара (Россия) Бревнов В.А., Короткова Л.К., Тольятти (Россия)</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДЫ РЕКРЕАЦИОННО ЗНАЧИМЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) _____	210
Околоводные экосистемы	
<i>Абдувалиева Ф.Т., Фергана (Узбекистан)</i> ПОДГОТОВКА ВОДЫ В ВОЕННО-ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ _____	213
<i>Аристова М.А., Иванова А.В., Костина Н.В., Розенберг Г.С., Саксонов С.В., Тольятти (Россия)</i> ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ФЛОРЫ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ Р. ВОЛГА, САМАРО-УЛЬЯНОВСКОЕ ПОВОЛЖЬЕ) _____	215
<i>Бакиев А.Г., Тольятти (Россия)</i> О ТИПОВОМ МЕСТОНАХОЖДЕНИИ ЖАБЫ <i>Bufo cursor</i> Daudin, 1803 _____	221
<i>Беляева Ю.В., Тольятти (Россия)</i> О ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И СОСТОЯНИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. ТОЛЬЯТТИ _____	224
<i>Вартамян Д.О., Ильина Н.С., Самара (Россия)</i> К ХАРАКТЕРИСТИКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОЛИНЫ РЕКИ СОК В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) _____	227
<i>Васюков В.М., Тольятти (Россия)</i> СПИСОК СОСУДИСТЫХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ _____	230
<i>Горелов Р.А., Тольятти (Россия)</i> НОВАЯ НАХОДКА РАЗНОЦВЕТНОЙ ЯЩУРКИ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ _____	235
<i>Гулянов Ю.А., Оренбург (Россия)</i> ПРИЁМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЛАНДШАФТНО-АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ _____	238
<i>Жуков С.П., Донецк (ДНР)</i> СОСТОЯНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ (ДНР): АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ МАЛОЙ РЕКИ ГРУЗСКАЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЕ СОСТОЯНИЯ _____	245
<i>Иванов В.Б., Нижневартовск (Россия) Усманов И.Ю., Нижневартовск, Уфа (Россия)</i> ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ КАК ФАКТОР ЦИКЛИЧЕСКОЙ СУКЦЕССИИ ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ _____	251

Иванов А.А., Тольятти (Россия) О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ _____	255
Ильина В.Н., Самара (Россия) ОБ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>LIPARIS LOESELII</i> (L.) RICH. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	260
Ильина В.Н., Самара (Россия), Сенатор С.А., Тольятти (Россия) Соловьева В.В., Самара (Россия) ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>CICUTA VIROSA</i> L. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	265
Ильина Н.С., Самара (Россия) О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВАТОВ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	269
Истомина Е.Ю., Ульяновск (Россия) СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИНЗЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ОХРАНЕ _____	271
Каверин А.В., Василькина Д.Н., Дюков Н.В., Замкина И.А. Саранск (Россия) К ВОПРОСУ О ВОССТАНОВЛЕНИИ ЛЕСОВ В ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНАХ РЕК МОРДОВИИ _____	274
Казанцева Л.Н., Тюмень (Россия) КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНАХ ХМАО-ЮГРЫ ПО ДАННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ _____	280
Капитонова М.В., Ульяновская область (Россия) СВИЯГА – ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ _____	284
Капитонова О.А., Тобольск (Россия) Лысенко Т.М., Тольятти, С-Петербург (Россия) ТРОСТНИК ВЫСОЧАЙШИЙ (<i>PHRAGMITES ALTISSIMUS</i> (BENTH.) MABILLE, ROASEAE) В РОССИИ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И СИНТАКСОНОМИИ _____	287
Кленина А.А., Тольятти (Россия) ГЕОГРАФИЯ СБОРОВ УЖОВЫХ ЗМЕЙ, ХРАНЯЩИХСЯ В КОЛЛЕКЦИИ РЕПТИЛИЙ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА РАН _____	291
Николаенко С.А., Глазунов В.А., Тюмень (Россия) РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА БАЛБАНТЫ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ ПРИПОЛЯР- НЫЙ УРАЛ, ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА) _____	294
Пигалкина Е.А., Новая Бинарадка, Самарская область (Россия) Шишкин В.С., Самара (Россия) К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ СИНЮХИ ГОЛУБОЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	297
Пятаева Д.С., Самара (Россия) К ИЗУЧЕНИЮ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>HYPERICUM</i> <i>PERFORATUM</i> L. В ДОЛИНЕ РЕКИ БЕЗЕНЧУК (ВОЛЖСКИЙ БАССЕЙН, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) _____	300

<i>Рогов С.А., Рогова Е.С., Самара (Россия)</i> РОДНИКИ - ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	304
<i>Розенберг А.Г., Кудинова Г.Э., Розенберг Г.С., Тольятти (Россия)</i> ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ _____	309
<i>Седова О.В., Лаврентьев М.В., Чарыев Р., Саратов (Россия)</i> РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКИ ТЕРСЫ В ПРЕДЕЛАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ _____	313
<i>Соловьева В.В., Самара (Россия)</i> РЕСУРСНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАСТЕНИЙ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	316
<i>Старожиллов В.Т., Владивосток (Россия)</i> КОНЦЕПЦИЯ ВЫСОТНО-ЛАНДШАФТНОГО ЦИФРОВОГО СТРУКТУРИРОВА- НИЯ ВОДОСБОРОВ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА _____	320
<i>Старожиллов В.Т., Владивосток (Россия)</i> КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПРОСТРАНСТВА ВОДОСБОРОВ ОСТРОВНЫХ СИСТЕМ _____	326
<i>Старожиллов В.Т., Владивосток (Россия)</i> СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ И ВЫСОТНО- ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ: ПРИХАНКАЙСКОЙ РИФТОГЕННОЙ РАВНИНЫ И ЕЁ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ _____	331
<i>Сыщиков Д.В., Агурова И.В., Донецк (ДНР)</i> СОСТОЯНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ (ДНР): АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУБСТРАТА ШЛАМОХРАНИЛИЩА В СИСТЕМЕ БАССЕЙНА РЕКИ ГРУЗСКАЯ _____	339
<i>Шарый П.А., Пущино (Россия),</i> <i>Шарая Л.С., Сидякина Л.В., Саксонов С.В. Тольятти (Россия)</i> ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА БОГАТСТВО ВИДОВ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ЛЕСОСТЕПИ _____	343
<i>Шкуратова Н.В., Брест (Беларусь)</i> СТРУКТУРА МАКРОФИТОВ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ЮГА БЕЛАРУСИ _____	349
<i>Юрицына Н.А., Тольятти (Россия)</i> «МАЛАЯ» РЕКА В ЧЕРТЕ «БОЛЬШОГО» ГОРОДА (Р. КАМЫШИНКА, ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) _____	353