

Российская академия наук
Институт экологии Волжского бассейна

Русское ботаническое общество
Тольяттинское отделение

Российское гидробиологическое общество при РАН
Тольяттинское отделение

Кафедра ЮНЕСКО
Изучение и сохранение биоразнообразия экосистем Волжского бассейна

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК

7

ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Тольятти, 2019

**Конференция
посвящается
славным
датам**

**250-летию со дня рождения А. Гумбольдта
225-летию со дня рождения Э.А. Эверсмана
150-летию со дня рождения В.Л. Комарова
125-летию со дня рождения И.Д. Папанина**

УДК 574 (082)

Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция / Под ред. канд. биол. наук С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой и проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, «Анна», 2019. 538 с.

ISBN 978-5-6042087-4-8

В сборнике размещены материалы докладов, заслушанных на Всероссийской (с международным участием) молодежной научной конференции «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна», состоявшейся 18-21 апреля 2019 г. в Институте экологии Волжского бассейна Российской академии наук (Тольятти).

Доклады охватывают широкий круг вопросов, связанных с биологией, экологией и географией организмов, а также освещают различные проблемы организации и функционирования природных и антропогенных экосистем. Молодые исследователи представляют академические и высшие учебные заведения, государственные природные заповедники из Астрахани, Бахиловой Поляны, Белгорода, Борка, Долгопрудного, Екатеринбурга, Иваново, Иркутска, Казани, Коврова, Конаково, Краснодара, Курска, Москвы, Нижнего Новгорода, Оренбурга, Пензы, Ростова-на-Дону, Садового, Самары, Санкт-Петербурга, Саратова, Сургута, Тольятти, Улаанбаатара (Монголия), Уфы, Ханты-Мансийска, Читы, Ярославля.

Издание сборника и организация конференции стали возможными благодаря поддержке Самарского губернского гранта в области науки и техники за первое полугодие 2019 г. и участию ПАО «Куйбышевазот».

Редколлегия

Е.В. Абакумов (Санкт-Петербург), Е.И. Беккер (Москва), Т.Д. Зинченко (Тольятти),
О.В. Мухортова (Тольятти), В.Н. Нестеров (Тольятти), Е.Г. Пряничникова (Борок),
Г.С. Розенберг (Тольятти), О.А. Розенцвет (Тольятти), Р.З. Сабитова (Борок),
С.В. Саксонов (Тольятти), С.А. Сенатор (Тольятти), А.И. Файзулин (Тольятти)

© 2019 Авторский коллектив
© 2019 ИЭВБ РАН
© 2019 «Анна»

МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ – 2019: НАМ ЕСТЬ ЧТО СКАЗАТЬ!

Наука не является и никогда не будет являться законченной книгой. Каждый важный успех приносит новые вопросы. Всякое развитие обнаруживает со временем все новые и более глубокие трудности.

Альберт Эйнштейн

Характерную черту науки составляет именно то, что она требует сильной деятельности.

Илья Мечников

Дорогие друзья и коллеги!

Мы рады приветствовать Вас на VII молодежной научной конференции в Институте экологии Волжского бассейна Российской академии наук!

И очень рады, что за все время, прошедшее с момента организации первой конференции, а это было в 2007 году, мероприятие превратилось в открытую площадку для общения научной молодежи и встреч с единомышленниками, для расширения кругозора и удовлетворения любопытства, для закрепления творческих и дружеских связей и создания новых.

Работы, представленные в сборнике, охватывают широкий круг вопросов, связанных с современным состоянием и перспективами изучения экосистем, теорией и практикой экологического мониторинга в условиях городской среды, гидрологией и гидрохимией водных экосистем, динамикой популяций и сообществ наземных и водных экосистем, охраной биоразнообразия. Они представлены состоявшимися учеными и исследователями, которые делают свои первые шаги в науку, главным объединяющим началом для которых стал интерес к экологической проблематике.

Не случайно выбраны персоны для традиционного посвящения конференции (обо всех достойных событиях 2019 года можно посмотреть в статье Г.С. Розенберга, открывающей сборник). Прежде всего – это Александр Гумбольдт и Эдуард Александрович Эверсман – знаменитые натуралисты и путешественники, посетившие в свое время Поволжье. Президент Академии наук СССР Владимир Леонтьевич Комаров, возглавлявший Академию в сложные 1936–1945 годы. Также, Седьмая молодежная научная конференция посвящена организатору Куйбышевской биологической станции, на базе которой и был создан Институт экологии Волжского бассейна РАН – Ивану Дмитриевичу Папанину, и юбилею Геннадия Самуиловича Розенберга, на протяжении 28 лет возглавлявшего наш Институт и всегда создававшего условия для творческого развития молодых исследователей – взять хотя бы аспирантуру, работу диссертационного совета и организацию конференций различного уровня.

Очень наглядна таблица, из которой видно как прирастало наше сообщество молодежи:

	Количество участников	Число докладов	Населенные пункты	Количество организаций
2007	51	43	4	7
2009	76	63	16	23
2011	104	83	19	37
2013	78	54	17	27
2015	164	103	37	56
2017	191	115	34	62
2019	205	135	29	51

Молодежная конференция–2019 поставила рекорд и по количеству участников, и по числу представленных материалов. Интерес к ней проявили 205 исследователей из 51 организации. География участников давно вышла за границы Волжского бассейна – в 2019 году к нам присоединилась Монголия! Доклады представлены исследователями из Астрахани, Бахиловой Поляны, Белгорода, Борка, Долгопрудного, Екатеринбурга, Иваново, Иркутска, Казани, Коврова, Конаково, Краснодара, Курска, Москвы, Нижнего Новгорода, Оренбурга, Пензы, Ростова-на-Дону, Садового, Самары, Санкт-Петербурга, Саратова, Сургута, Тольятти, Улаанбаатара, Уфы, Ханты-Мансийска, Читы, Ярославля.

Искренне надеемся, что научная молодежь, собравшаяся в Тольятти, узнает много нового и интересного, зарядится духом академизма и воплотит свои самые смелые научные мечты!

Мы благодарим ПАО «Куйбышевазот» в лице Председателя Совета директоров, *Nonogis causa* Института экологии Волжского бассейна РАН Виктора Ивановича Герасименко за интерес к конференции и оказанное содействие в ее проведении. Издание сборника трудов частично поддержано Самарским губернским грантом в области науки и техники за 2019 год.

Сергей Саксонов
Степан Сенатор
Оксана Мухортова

Г.С. РОЗЕНБЕРГ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЮБИЛЕИ ЭПОХИ ПРОСВЕЩЕНИЯ

Время неумолимо. Вот и прошло еще два года. И вновь в нашем Институте готовы собраться молодые экологи на свою уже ставшую традиционной конференцию. А следовательно, я вновь заглянул в наш «Календарь» [Розенберг и др., 2003] и готов «выдать» очередную [Розенберг, 2009, 2013, 2015; Розенберг и др., 2013, 2015] «порцию» юбилейных экологических дат.

125 лет

30 января (11 февраля) в Санкт-Петербурге родился детский писатель **Виталий Валентинович Бианки** (1894–10.06.1959). Учился на естественном отделении физико-математического факультета Петроградского университета, играл в футбольных командах на первенство города (обладатель Весеннего кубка Санкт-Петербурга 1913 г.). Был членом партии эсеров, за что неоднократно арестовывался, сидел, высылался... В 1923 г. опубликовал свой первый рассказ «Путешествие красноголового воробья», а затем выпустил книжку «Чей нос лучше?». Книжки Бианки раскрывают мир природы, учат проникать в её тайны. Язык лёгкий и красочный, обращён непосредственно к воображению ребёнка. Бианки написал более трёхсот рассказов, сказок, повестей и статей, выпустил 120 книг, которые были напечатаны общим тиражом в 40 миллионов экземпляров. В Советском Союзе книги Бианки широко использовались в детских садах и в начальной школе. Особую известность получила книга «Лесная газета на каждый год» (1-е изд., 1928; при жизни автора многократно дополнялась и переиздавалась – 9-е изд., 1958).

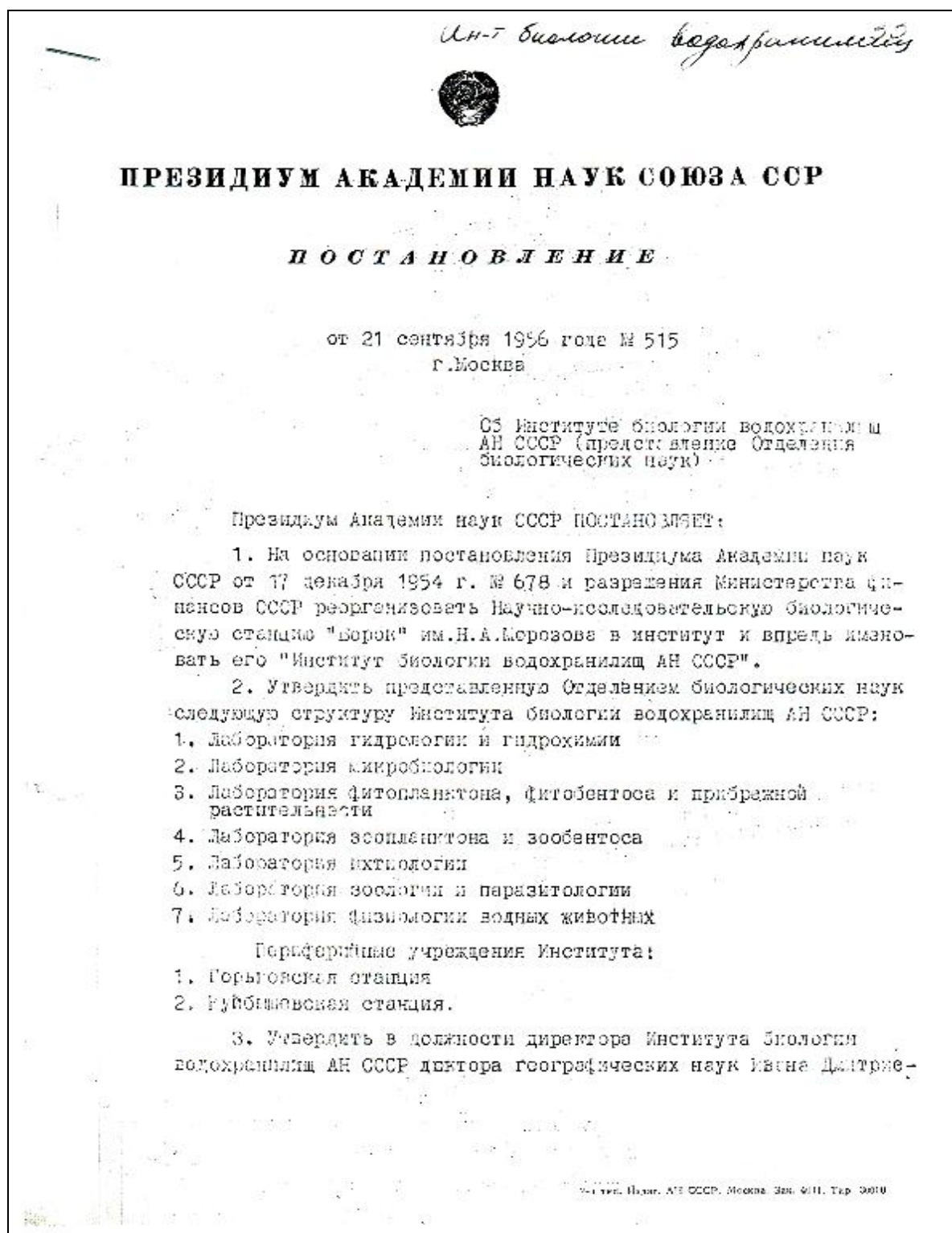
18 февраля (2 марта) в Угличе родился **Александр Иванович Опарин** (1894–21.04.1980), советский биолог и биохимик, создавший *теорию возникновения жизни на Земле из абиотических компонентов* (3 мая 1924 г. на собрании Русского ботанического общества выступил с докладом «О возникновении жизни» [Опарин, 1968]), академик АН СССР (1946; член-корреспондент АН СССР с 1939), Герой Социалистического Труда (1969).

19 (31) мая в Одессе родился **Леонид Леонидович Россолимо** (1894–26.01.1977) – российский географ-гидролог, доктор географических наук, профессор, основатель советской лимнологической школы. В 1917 г. окончил физико-математический факультет Московского университета, работал на Мурманской, Черноморской и Косинской биологических станциях, в Институте географии АН СССР. В 1930-х гг. Россолимо выдвинул новый балансовый принцип изучения водоёмов, что стало большим достижением в изучении круговорота вещества и трансформации энергии.

26 ноября родился **Норберт Винер** (Norbert Wiener; 1894–18.03.1964) – американский учёный, выдающийся математик и философ, основоположник *кибернетики* [Wiener, 1948] и *теории искусственного интеллекта*. За несколько месяцев до смерти Винер был удостоен Национальной научной медали США, высшей награды для человека науки в Америке. На торжественном собрании, посвящённом этому событию, президент Л. Джонсон произнёс: «Ваш вклад в науку на удивление универсален, ваш взгляд всегда был абсолютно оригинальным, вы потрясающее воплощение симбиоза чистого математика и прикладного учёного» (Очкурова и др., 2009, с. 95).

14 (26) ноября родился **Иван Дмитриевич Папанин** (1894–30.01.1986) – советский исследователь Арктики, доктор географических наук (1938), контр-адмирал (1943), дважды Герой Советского Союза (1937, 1940). Не будем забывать и о том, что

что Папанин был организатором Куйбышевской биостанции от Института биологии водохранилищ АН СССР (потом – Институт биологии внутренних вод), на базе которой и был создан наш Институт.



вича Папанина с последующим представлением к избранию Общим собранием Академии наук СССР.

4. Утвердить в должности заместителя директора Института биологии водохранилищ АН СССР доктора биологических наук, Бориса Сергеевича Кузина.



Президент Академии наук СССР академик - А.Н.Несмеянов.

Главный ученый секретарь Президиума Академии наук СССР академик - А.В.Топчиев.

АН СССР 1554:4.25.1X.56.

Форма № 3

П Р И К А З № 515

от "21" сентября 1956 г.

Об утверждении структуры Куйбышевской биологической станции
Института биологии внутренних вод АН СССР

СТРУКТУРА

Аппарат управления

1. Руководство: директор, заместитель по административно-хозяйственной работе
2. Отдел кадров: старший инспектор по кадрам с возложением обязанностей инспектора I-й части
3. Бухгалтерия: старший бухгалтер, бухгалтер-кассир

Научные подразделения

Куйбышевская биологическая станция структурно приравнена к лаборатории. В ее составе научные группы: гидрохимия, микробиологии, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, ихтиологии.

Научно-вспомогательные подразделения

1. Библиотека: старший библиотекарь.

150 лет

27 февраля родился **Генри Коулс** (Henry Chandler Cowles; 1869–12.09.1939) – американский ботаник, фитоценолог, профессор университета в Чикаго. Научный интерес – изучение сукцессии растительности на песчаных дюнах оз. Мичиган. Воспитал плеяду блестящих американских экологов – В. Шелфорда (Victor E. Shelford), В. Купера (William Skinner Cooper), Дж. Фуллера (George Damon Fuller), В. Коттэма (Walter P. Cottam) и др.

175 лет

7 (19) февраля родился **Алексей Павлович Федченко** (1844–2 [14] сентября 1873) – биолог, географ и путешественник, исследователь Средней Азии, в первую очередь Памира, открыл Заалайский хребет. Основные научные труды – по паразитологии и энтомологии. Погиб на Монблане (похоронен в деревне Шамони у подножия Монблана; над его могилой установлен гранитный камень со вставленной мраморной доской, на которой написано: «Ты спишь, но труды твои не будут забыты»).

29 мая родился **Стивен Форбс** (Stephen Alfred Forbes; 1844–13.03.1930) – американский зоолог и гидробиолог. В 1887 г. в статье «The lake as a microcosm» он впервые рассмотрел озеро как целостный объект; иными словами, создал основы учения об экосистемах. «Она (*экология*. – Г.Р.) включает, кратко, всю систему жизни в ее взаимодействии между растениями и животными и живой или неорганической средой. Это очень обширный, сложный и важный предмет. Однако его обширность и значение мы увидим лишь тогда, когда поймем, что к нему относится все учения Дарвина...» (Forbes, 1895, p. 16; цит. по: Новиков, 1980, с. 83; Розенберг, 2004, с. 42).

10 (22) декабря в Ярославле родился **Леонид Павлович Сабанеев** (1844–25 марта [6 апреля] 1898), отечественный зоолог, этнолог, натуралист, путешественник, популяризатор и организатор охотничьего и рыболовного дела; шталмейстер (главный конюший) императорского двора (кстати, в свое время, Борис Годунов возглавлял конюшенный приказ...). Автор широко известного труда «Рыбы России. Жизнь и ловля (уженье) наших пресноводных рыб» (первое издание – 1875 г. [Сабанеев, 2008]); издатель и редактор журнала «Природа» (1873–1877), с 1878 г. – журнала «Природа и охота». Вклад Сабанеева в науку огромен. Он одним из первых в России доказывал, что богатства отечественной флоры и фауны являются великим национальным достоянием. Важнейшим достижением Сабанеева было создание статистики охоты в России – отрасли охотоведения, которая является научной основой правильной охоты вообще. Свыше 100 книг написаны им по вопросам зоологии, ихтиологии, охоты, кинологии, рыбной ловле.

225 лет

11 (23) января близ города Хаген в Вестфалии родился **Эдуард Александрович Эверсман** (*Эдуард Фридрих Эверсманн, Eduard Friedrich Eversmann*; 1794–14 [26].04.1860) – отечественный натуралист, ботаник, зоолог, энтомолог, врач и путешественник; чл.-корр. Императорской СПбАН (1842). Всего Эверсману принадлежит 55 учёных сочинений и до 86 печатных работ общим объёмом более 170 печатных листов. Главными трудами стали три тома «Естественной истории Оренбургского края», изданные в 1840, 1850 и 1866 гг. После его зоологических работ животный мир Оренбургского края стал известен лучше, чем какого-либо другого района России. Кроме того, им был издан ряд работ по энтомологии средней России.

250 лет (вот мы и подошли к эпохе Просвещения...)

23 августа родился **Жорж де Кювье**, барон (Jean Leopold Nicolas Frederic Cuvier; 1769–1832) – французский естествоиспытатель, натуралист; иностранный почётный член Императорской АНХ в Санкт-Петербурге (1802). Считается основателем сравнительной анатомии и палеонтологии. Ввёл разделение царства животных на четыре типа которые он назвал *ответвлениями (embranchement)*. Этими четырьмя группами были

позвоночные, членистые, мягкотелые (моллюски) и лучистые. Кювье был сторонником постоянства вида и главным противником последователей теории эволюции. Исследования Кювье над ископаемыми животными привели его к *теории катастроф*, по которой каждый геологический период имел свою фауну и флору и заканчивался громадным переворотом, катаклизмом, при котором гибло на Земле всё живое, и на место старых видов приходили новые. Учение о катастрофах он изложил в «Discours sur les revolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal» (1826). Его имя внесено в список величайших учёных Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни.

14 сентября родился **Александр Гумбольдт** (Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt; 1769–6.05.1859) – немецкий географ, натуралист и путешественник, один из основателей географии как самостоятельной науки; член Берлинской (1800), Прусской и Баварской академий наук, почётный член Императорской СПбАН (1818). За широту научных интересов современники прозвали его Аристотелем XIX века. Исходя из общих принципов и применяя сравнительный метод, он создал такие научные дисциплины как физическая география, ландшафтоведение, экологическая география растений. Благодаря исследованиям Гумбольдта были заложены научные основы геомагнетизма. Уделял большое внимание изучению климата, разработал метод изотерм, составил карту их распределения и фактически дал обоснование климатологии как науки. Подробно описал континентальный и приморский климат, установил природу их различий.

С 1 мая по 13 ноября 1829 г. Гумбольдт совершил путешествие по России (Кёнигсберг, Куршская коса, Дерпт, Санкт-Петербург, Москва, Владимир, Нижний Новгород, Казань [по Волге], Екатеринбург, Пермь, Тобольск, Барнаул, Семипалатинск, Омск, Миасс, Златоуст, Кичимск, Орск, Оренбург, Астрахань, небольшая поездка по Каспийскому морю и через Москву в Санкт-Петербург). Результаты поездки отражены в трёхтомном труде «Центральная Азия – Asie Centrale» (1843). 4 августа 1856 г. был награжден российским орденом Святого Александра Невского (третий по значимости орден России).

275 лет

1 августа родился **Жан-Батист Ламарк** (Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, chevalier de Lamarck; 1744-18.12.1829) – французский естествоиспытатель, ботаник, зоолог, энтомолог; иностранный почётный член Императорской АНХ в Санкт-Петербурге (1802). Ламарк стал первым биологом, который попытался создать стройную и целостную теорию эволюции живого мира; его важным трудом в этой области стала книга «Философия зоологии - Philosophie zoologique», опубликованная в 1809 г. Но не только первая целостная концепция эволюции живой природы – заслуга Ламарка.

Опубликованная в 1802 г. «Гидрогеология – Hydrogéologie» послужила фундаментом, на котором через 100 с лишним лет В.И. Вернадский построил биосферологию. «Цель моей работы – представить некоторые соображения, которые я считаю новыми и первостепенной важности, ускользнувшими от внимания физиков, и которые, мне представляется, должны служить базой для построения основополагающей теории Земли (Lamarck, 1802, p. 4). В этом контексте особый интерес представляет IV глава, в которой Ламарк дает ответ на вопрос: «Каково влияние живых тел на вещества, находящиеся на поверхности земного шара и составляющие его кору, и каковы общие результаты этого влияния?» (Lamarck, 1802, p. 5). «А вот и ответ на него: из главы видно, что влияние живых тел на эти вещества огромно, так как они – бесконечно разнообразны и многочисленны. Их поколения непрерывно следуют одно за другим, покрывая своими останками, которые постоянно накапливаются и обновляются, все части земной поверхности, где они обитают (Гегамян, 1981, с. 78). Правда, «Гидрогеология» Ламарка прошла незамеченной и надолго была забыта. «Термин "биосфера" был введен в науку австрийским геологом Э. Зюссом (в 1875 г. – Г.Р.). Будучи знакомым с идеями Ламарка, Зюсс, тем не менее, не упоминал о нем в своих работах. Если сегодня при упомина-

нии термина "биосфера" вспоминают (не так часто!) и Ламарк, то в этом большая заслуга Вернадского, который высоко ценил "Гидрогеологию", подчеркивая, что Ламарк первым вплотную подошел к понятию биосферы. По мнению Вернадского, понятие "биосферы", т. е. "области жизни", введено было в биологию Ламарком в Париже в начале XIX века» (Гегамян, 1981, с. 79).

К 1820 г. Ламарк полностью ослеп, свои труды диктовал дочери Корнелии. Жил и умер в бедности и неизвестности.

Осип Мандельштам

Ламарк

Был старик, застенчивый, как мальчик,
Неуклюжий, робкий патриарх.
Кто за честь природы фехтовальщик?
Ну конечно, пламенный Ламарк.

Если все живое лишь помарка
За короткий выморочный день,
На подвижной лестнице Ламарка
Я займу последнюю ступень.

К кольцецам спущусь и к усоногим,
Прошуршав средь ящериц и змей,
По упругим сходням, по излогам
Сокращусь, исчезну, как протей.

Роговую мантию надену,
От горячей крови откажусь,
Обрасту присосками и в пену
Океана завитком вопьюсь.

Мы прошли разряды насекомых
С наливными рюмочками глаз.
Он сказал: «Природа вся в разломах,
Зренья нет, – ты зришь в последний раз!»

Он сказал: «Довольно полнозвучья,
Ты напрасно Моцарта любил,
Наступает глухота паучья,
Здесь провал сильнее наших сил».

И от нас природа отступила
Так, как будто мы ей не нужны,
И продольный мозг она вложила,
Словно шпагу, в темные ножны.

И подъемный мост она забыла,
Опоздала опустить для тех,
У кого зеленая могила,
Красное дыханье, гибкий смех.

7–9 мая 1932 г.

Завершая это краткое эссе о юбилейных экологических датах 2019 г., напомним (немного сглажено-перефразированные) слова французского мыслителя и просветителя **Вольтера** (Voltaire; François Marie Arouet; 1694–1778): «История – это вымысел, с которым все согласны – L'histoire est une suite de mensonges sur lesquels on est d'accord».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гегамян Г.В.* Ламарк, Вернадский и биосферология // *Природа*. 1981. № 9. С. 78-81.
- Новиков Г.А.* Очерк истории экологии животных. М.: Наука, 1980. 287 с.
- Опарин А.И.* Жизнь, её природа, происхождение и развитие. 2-е изд., дополненное. М.: Наука, 1968. 173 с.
- Очкурова О.Ю., Щербак Г.В., Иовлева Т.В.* 50 гениев, которые изменили мир. М.: Фолио, 2009. 512 с.
- Розенберг Г.С.* Лики экологии. Тольятти: СамНЦ РАН, 2004. 224 с.
- Розенберг Г.С.* Эколог № 1 (к 175-летию со дня рождения). Эрнст Геккель (Ernst Heinrich Haeckel; 16.02.1834 – 09.08.1919) // *Экологический сборник 2: Труды молодых ученых Поволжья*. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009. С. 6-8.
- Розенберг Г.С.* Перечитывая свои «Лики экологии» // *Экологический сборник 4: Труды молодых ученых Поволжья*. Всероссийская научная конференция с международным участием / Под ред. С.В. Саксонова. Тольятти: Кассандра, 2013. С. VI-XVI.
- Розенберг Г.С.* Рэй Линдеман, Владимир Станчинский и трофико-динамические аспекты экологии (к 100-летию со дня рождения Рэймонда Линдемана) // *Экологический сборник 5: Труды молодых ученых Поволжья*. Международная научная конференция / Под ред. С.А. Сенатора и др. Тольятти: Кассандра, 2015. С. XXI-XXX.
- Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П., Саксонов С.В.* Календарь эколога. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 174 с.
- Розенберг Г.С., Сенатор С.А., Саксонов С.В.* Важные даты истории экологии (календарь памятных дат 2013 г.) // *Экологический сборник 4: Труды молодых ученых Поволжья*. Всероссийская научная конференция с международным участием / Под ред. С.В. Саксонова. Тольятти: Кассандра, 2013. С. XVII-XXII.
- Розенберг Г.С., Сенатор С.А., Саксонов С.В.* Важные даты истории экологии (календарь памятных дат 2015 г.) // *Экологический сборник 5: Труды молодых ученых Поволжья*. Международная научная конференция / Под ред. С.А. Сенатора и др. Тольятти: Кассандра, 2015. С. LIV-LX.
- Сабанеев Л.П.* Рыбы России. Жизнь и ловля (уженье) наших пресноводных рыб. СПб.: АСТ/Астрель, 2008. 592 с.
- Lamarck J.B.* Hydrogeologie. Paris : Maillard, 1802. 268 p.
- Wiener N.* Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. New York: The Technology Press; John Wiley & Sons Inc.; Paris: Hermann & Cie Editeurs; Cambridge (Mass.): MIT Press, 1948. 200 p.

ЮБИЛЕИ 2019 г.

23 января	ЭВЕРСМАН Эдуард Александрович	225
11 февраля	БИАНКИ Виталий Валентинович	125
19 февраля	ФЕДЧЕНКО Алексей Павлович	175
27 февраля	КОУЛС Генри	150
2 марта	ОПАРИН Александр Иванович	125
29 мая	ФОРБС Стивен	175
31 мая	РОССОЛИМО Леонид Леонидович	125
1 августа	ЛАМАРК Жан-Батист	275
23 августа	КЮВЬЕ Жорж	250
14 сентября	ГУМБОЛЬДТ Александр	250
13 октября	КОМАРОВ Владимир Леонтьевич	150
26 ноября	ВИНЕР Норберт	125
26 ноября	ПАПАНИН Иван Дмитриевич	125
22 декабря	САБАНИЕВ Леонид Павлович	175

КРУГЛЫЕ ДАТЫ 2019 г.

1 января	ВОРОНЦОВ Николай Николаевич – зоолог, эколог, генетик	85
12 января	СПАЛЛАНЦАНИ Ладзаро – натуралист (ботаник, зоолог), физик	290
12 января	ЗУЕВ Василий Федорович – ботаник, зоолог, этнограф	265
12 января	МЮЛЛЕР Пауль Герман – химик (Нобелевская премия за ДДТ)	120
17 января	ВЕЙСМАН Август – зоолог, эволюционист	185
1 февраля	ФОРМОЗОВ Александр Николаевич – зоолог, биогеограф	120
2 февраля	БРЕМ Альфред Эдмунд – зоолог, путешественник	190
8 февраля	День российской науки (295 лет со дня основания РАН)	20
12 февраля	ДАРВИН Чарльз Роберт – основоположник эволюционного учения	210
15 февраля	ГАЛИЛЕЙ Галилео – физик, механик, астроном	455
16 февраля	ГЕККЕЛЬ Эрнст – зоолог, эколог (Розенберг, 2009)	185
5 марта	ПАВЛОВСКИЙ Евгений Никанорович – зоолог, паразитолог	135
15 марта	ПОЛЯНСКИЙ Юрий (Георгий) Иванович – протозоолог	110
5 апреля	ШЛЕЙДЕН Маттиас – ботаник	210
12 апреля	ПРЖЕВАЛЬСКИЙ Николай Михайлович – путешественник	180
20 апреля	РУЛЬЕ Карл Францевич – зоолог, палеонтолог	205
23 апреля	ШМАЛЬГАУЗЕН Иван Иванович – зоолог, эволюционист	135
2 мая	ШКОРБАТОВ Леонид Андреевич – гидробиолог, альголог	135
5 июля	МАЙР Эрнст – орнитолог, генетик, эволюционист	115
3 августа	БРАУН-БЛАНКЕ Жозья – ботаник, фитоценолог	135
6 августа	РАБОТНОВ Тихон Александрович – ботаник, фитоценолог	115
28 августа	КЕЛЛЕР Борис Александрович – геоботаник, почвовед	145
29 августа	МИТЧЕРЛИХ Макс Эйльхард – агрохимик, физиолог растений	145
16 сентября	КЛЕМЕНТС Фредерик Эдвард – эколог, фитоценолог, миколог	145
13 ноября	РУПРЕХТ Федор Иванович – ботаник, флорист	205
14 ноября	КУЛАГИН Юрий Захарович – лесовед, эколог	90
24 ноября	Книга Ч. Дарвина «Происхождение видов путём...»	160
8 декабря	ПАЧОСКИЙ Иосиф (Юзеф) Конрадович – фитоценолог	155
29 декабря	КОВДА Виктор Абрамович – почвовед	115

Отделение биологических наук РАН Секция общей биологии КРУГЛЫЕ ДАТЫ И ЮБИЛЕИ 2019 г.

2 января	ак. АДРИАНОВ Андрей Владимирович	55
12 февраля	ак. ШУМНЫЙ Владимир Константинович	85
4 апреля	ак. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ Сергей Георгиевич	80
17 апреля	чл.-корр. РАН РЫСИН Лев Павлович	90
30 мая	чл.-корр. РАН РОЗЕНБЕРГ Геннадий Самуилович	70
18 июня	чл.-корр. РАН ЗАХАРОВ-ГЕЗЕХУС Илья Артемьевич	85
21 сентября	ак. БОЛЬШАКОВ Владимир Николаевич	85
27 сентября	чл.-корр. РАН СОЛОМОНОВ Никита Гаврилович	90
24 октября	ак. ЧЕРЕШНЕВ Валерий Александрович	75
23 ноября	ак. ШЕСТАКОВ Сергей Васильевич	85
15 декабря	чл.-корр. РАН ПАВЛОВ Вадим Николаевич	90
22 декабря	чл.-корр. РАН ТИТОВ Александр Федорович	70

Т.Д. ЗИНЧЕНКО, Л.В. ГОЛОВАТЮК, Э.В. АБРОСИМОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ГРАДИЕНТА МИНЕРАЛИЗАЦИИ СОЛЕННЫХ РЕК БАССЕЙНА ОЗ. ЭЛЬТОН

ВВЕДЕНИЕ

Сообщества макрозообентоса являются постоянным компонентом разнообразия биоты в водоемах с естественным высоким уровнем минерализации (Spaccesi, Carpi tulo, 2009). В реках бассейна гипергалинного озера Эльтон донные организмы являются составной частью общего биоразнообразия Приэльтонья (Zinchenko et al., 2017). Донные организмы в соленых реках обладают высокой скоростью размножения, достигают большой численности и служат существенным источником пищи для пролетных и водоплавающих птиц (Choi et al., 2009; Zinchenko et al., 2014). В соленых реках обитают узкоспециализированные и часто эндемичные виды, что позволяет считать экосистемы аридных территорий уязвимыми к внешним воздействиям (Moreno et al., 1997). Необходимость разработки научных основ сохранения устойчивого развития этих местообитаний является составной частью общей стратегии сохранения биоразнообразия Природного парка Эльтонский.

Отдельные результаты таксономических, гидробиологических, гидролого-гидрохимических исследований изложены ранее в публикациях (Зинченко, Головатюк, 2013; Горохова, Зинченко, 2014; Orel (Zorina) et al., 2014; Zinchenko et al., 2014).

Цель работы – изучение многолетних изменений таксономического состава, динамики численности и биомассы бентоса и выявление разнообразия сообществ макрозообентоса, ассоциированных с абиотическими факторами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Донные сообщества подробно исследованы в 5 соленых реках, впадающих в гипергалинное оз. Эльтон (реки Хара, Ланцуг, Бол. Саморода, Чернавка, Солянка) в разные сезоны 2006–2017 гг. Длина рек варьирует от 5,2 км (р.Чернавка) до 46,4 км (р. Хара). Основное русло рек имеет постоянный поток в среднем и нижнем течении, прерываясь в засушливые годы в верхнем течении. Скорость течения не превышает 1,1 м/сек. Температура воды (в период отбора проб) изменяется от 12 до 33.1°C. По величине минерализации, реки относятся к солоноватым (мезогалинным – минерализация до 25 г/л) и соленым (полигалинным, – > 25 г/л). Питание рек Приэльтонья осуществляется преимущественно за счет атмосферных осадков и подземных вод, что создает в реках зарегистрированный градиент солености от 3.97 до 41.38 г/л. В устьевых участках соленость воды в реках может меняться в течение суток, достигая более 100 г/л. Преобладающие грунты в гиперэвтрофных реках представлены серыми и черными илами с растительными остатками и заиленным песком. По соотношению главных ионов солевого состава преобладают воды хлоридно-натриево-калиевые и сульфатные. По преобладающим катионам вода относится к натриевой, натрий-магниевой и магниевой группе. Из биогенных элементов содержание общего фосфора и минерального азота характерны для вод эвтрофного типа (Номоконова и др., 2013). Характерной особенностью Приэльтонья является его значение как крупнейшей миграционной трассы Евразии, благодаря чему высокопродуктивные водоемы поддерживают огромные скопления

пролетных водоплавающих и околоводных видов птиц и служат местом их откорма, а также являются источником образования органо-минеральной грязи, обладающей высокой бальнеологической ценностью.

Материал собирали на 19 постоянных станциях в прибрежье и медиали мезогалинных (Бол. Саморода, Хара, Ланцуг) и полигалинных рек Чернавка, Солянка. Взято 238 количественных образцов грунта. Методы сбора и обработки материала, перечень публикаций, использованных при определении видового состава приведены нами ранее (Зинченко, Головатюк, 2010; Zinchenko et al., 2014). Для оценки донных сообществ использовали: число видов, численность (экз./м²), биомассу (г/м²), индексы видового разнообразия Шеннона. Для анализа взаимосвязи между популяционной плотностью видов макрозообентоса и факторами среды использован метод прямого градиентного анализа (Canonical Correspondence Analysis – CCA). Абиотические факторы включали минерализацию воды (с учетом ионного состава), содержание O₂, P_{общ}, T°С воды в период отбора проб, рН, зарастаемость участков макрофитами, скорость течения. (Зинченко, Головатюк, 2010). Географические координаты определяли с помощью спутниковой навигационной системы (GPS) Transpak II. Все вычисления, включая стандартные ошибки средних, проводились с использованием стандартного пакета программ Canono 4.5 и Statistica 9.0 for Windows с применением электронных таблиц Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сообществах макрозообентоса соленых рек установлено 93 вида и таксона рангом выше вида (*Oligochaeta*, *Malacostraca*, *Branchiopoda*, *Insecta*, *Arachnida*). Преобладают насекомые – 68 таксонов и видов. Личинки двукрылых представлены 42 таксонами, из которых 25 составляют виды семейства *Chironomidae*.

Число таксонов в мезогалинных реках (Хара, Ланцуг, Бол. Саморода) изменялось от 48 до 58, в полигалинных реках Солянка и Чернавка было зарегистрировано 22–25 видов. Таксономический состав бентоса структурно определяется эвригалинными видами нескольких экологических групп, выделенных нами по степени многолетней встречаемости видов в участках рек с разной соленостью (Zinchenko et al., 2017).

Наиболее распространенными в бентосе исследованных рек являются 8 таксонов эвригалинных представителей олигохет – *Paranais simplex*, клопов рода *Sigara* sp., жуков *Hygrotus enneagrammus*, двукрылых *Palpomyia* sp., *Culicoides (M.) riethi*, *Chironomus salinarius*, *Cricotopus salinophilus* *Odontomyia* sp., *Ephydra* sp. (табл. 3). С частотой встречаемости более 30% в мезогалинных реках обитают представители сем. *Ceratopogonidae* и сем. *Chironomidae*: *Culicoides* sp. (42–46%), *C. salinophilus* (34,6–67,4%), *C. salinarius* (30,8–55,8%), а в полигалинных реках (р.Чернавка, Солянка) по частоте встречаемости преобладают *C. salinophilus* (96,2–97,5%), *Palpomyia* sp. (73,1–82,5%) и *Ephydra* sp. (сем. *Ephydridae* – 30–50%). Характерна специфичность видов, обильно представленных на разнообразных заиленных биотопах соленых рек, из которых *Cricotopus salinophilus*, *Tanytarsus kharaensis* являются новыми для науки (Зинченко и др., 2009; Зорина, Зинченко, 2009; Orel (Zorina) et al., 2014). Единичность находок ракообразных *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) объясняется их преимущественным обитанием в зоне уреза оз. Эльтон при солености выше 100‰. Преимущественное развитие в соленых реках Приэльтонья имеют виды бентоса, питающиеся бактериальной и растительной пищей (Zinchenko et al., 2014).

Многолетняя динамика численности макрозообентоса в реках с разным уровнем минерализации на участках среднего и нижнего течения (2006–2017 гг.) показывает, что плотность бентоса варьировала в широких пределах без четко выраженной закономерности. Пики численности отмечены в среднем течении в мае 2011 в р. Ланцуг (598 тыс. экз./м²; 128 г/ м²) за счет эврибионтных хирономид *Cricotopus salinophilus* и *Cricotopus* gr. *sylvestris*. В устьевых участках высокая плотность бентоса в мае 2011,

2012 г. отмечена в рр. Хара и Чернавка при солености 14 и 32,7 г/л за счет развития личинок хирономид *C. salinophilus* (123,6 тыс. экз./ м²).

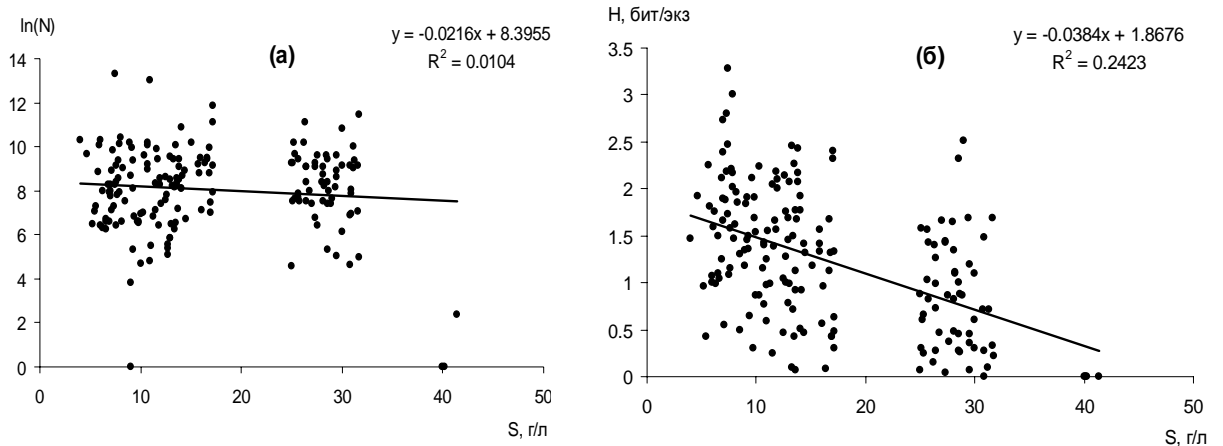


Рис. 1. Взаимосвязь между численностью макрозообентоса (ln(N) (а) и индексом Шеннона (H) (б) с минерализацией воды (S) в реках

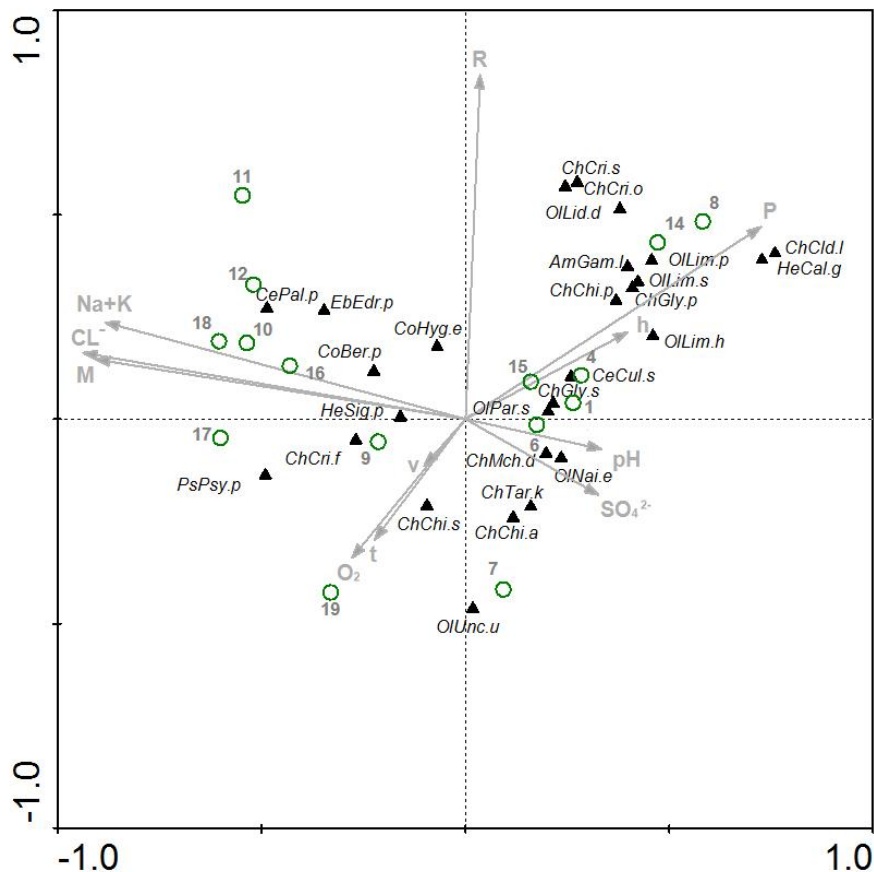


Рис. 2. Ординация (метод канонического анализа соответствий – ССА) взаимосвязи факторов среды и видового состава массовых видов донных сообществ 5 соленых рек (1–19 станции отбора проб); векторы: М – минерализация воды, Na+K, SO₄, Cl⁻ – ионы и катионы, t^oC – температуры воды в период отбора проб; O₂ – содержания кислорода, pH, h – глубина реки в месте отбора проб, R – зарастаемость, v – скорость течения; P – содержание общего фосфора

Межгодовые величины средней за весенне-летний период численности и биомассы бентоса в мезогалинных реках могут отличаться в 15–85 раз, а в полигалинных реках в 4–9 раз; максимальный размах колебаний средней биомассы в р. Чернавка и в Солянка составляет 10,6–83.7 г/м², а в рр. Хара, Ланцуг и Бол. Саморода – 50,5–326,2 г/м².

Между значениями индекса Шеннона и минерализацией (рис. 1) существует статистически значимая линейная зависимость (коэффициент корреляции $r = -0.489$, дисперсионное отношение Фишера $F = 57.08$, $p \cong 0$), тогда как связь численности донных организмов (ln экз./м²) с минерализацией не очевидна ($r = -0.16$, $F = 4.7$, $p = 0.0315$).

Видовое богатство соленых рек определяется спецификой соотношения гидролого-гидрохимических факторов и их ресурсной обеспеченностью (Номоконова и др., 2013; Zinchenko et al., 2014). Результаты ординации оценки влияния абиотических факторов на массовые виды бентоса (рис. 2) показывают, что видовые ценозы донных сообществ достаточно хорошо обособлены. Специфический ценоз эвригалинных видов сформирован в верхнем и среднем течении рек при достаточно низкой минерализации (3–6 г/л в р. Хара, Бол. Саморода.). Виды олигохет *L. profundicola*, *Limnodrilus* sp., *P. simplex*, хирономид *Ch. aprilinus* и ракообразные *G. lacustris*, характерны для илистых биотопов участков рек с глубиной более 80 см, высокой зарастаемостью макрофитами (векторы R, h). В разные годы в состав этого ценоза входят *C. gr. sylvestris*, *Ch. plumosus*, *Culex* sp., *Glyptotendipes paripes*.

В левой части обособился комплекс галофильных видов, имеющих тесную связь с основными ионами и катионами – личинки жуков, двукрылых, из которых преобладают галофильные *B. fulva*, *Psychoda* sp., *Palpomomyia* sp., *C. salinophilus*. В разные годы в состав этого ценоза входят виды, характерные для полигалинных рек Чернавка и Солянка. Отдельные эвригалинные виды хирономид и олигохет имеют связь с рН и содержанием в воде сульфат-ионов (Бол. Саморода) – *M. deribae*, *Glyptotendipes salinus*, *G. paripes*, *N. elinguis*, *N. communis*, *L. hoffmeisteri*). Не выявлена четкая взаимосвязь популяционной плотности с факторами среды для таких пресноводных видов как *P. inopertus*, *Cricotopus* sp., *Cladopelma gr. lateralis*, *Culicoides* sp.

Можно констатировать, что формирование структуры бентоса соленых рек происходит под влиянием гидрологических (глубина) и гидрохимических факторов (минерализация, ионный и катионный состав воды). Связь между развитием бентоса и отдельными физико-химическими параметрами незначительна в силу малого градиента этих показателей в реках (температура воды, скорость течения, содержание кислорода). Изменения биологического разнообразия в экосистеме соленых рек, а также функциональный отклик донных сообществ на внешние воздействия находятся под структурирующим влиянием абиотических факторов, основополагающим из которых является минерализация.

Выводы

В соленых реках бассейна гипергалинного озера Эльтон регистрируется неустойчивая многолетняя и сезонная и динамика структуры донных сообществ. Пики численности обусловлены развитием и размножением эвригалинных и специфических видов, дифференцирующих в реках Приэльтонья разные экологические комплексы, в зависимости от их адаптации к экстремальным условиям обитания. При формировании сообществ макрозообентоса определяющую роль играет комплекс абиотических факторов, среди которых изменение уровня минерализации и биотопические особенности рек на разных участках являются структурообразующими показателями сообществ макрозообентоса. Уникальность высокоминерализованных рек аридной зоны Приэльтонья проявляется в специфических особенностях таксономического состава и количественного развития биоты.

Работа выполнена по программе Президиума РАН «Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их

природной и антропогенной трансформации» (2013–2020 гг.) АААА-А17-117112040040-3 и частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 17-04-00135, 17-44-630197.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горохова О.Г., Зинченко Т.Д. Фитопланктон высокоминерализованных рек Приэльтона // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(5). С. 1715-1721.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Биоразнообразие и структура сообществ макрозообентоса соленых рек аридной зоны юга России (Приэльтона) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 6, №3 (43). С. 25-33.
- Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Соленостная толерантность донных организмов речных вод (обзор) // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19, № 3(56). С. 5-11.
- Зинченко Т.Д., Макаренко М.А., Макаренко Е.А. Новый вид рода *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразийский энтомологический журнал. Т. 8. Прил. 1. 2009. С. 83-88.
- Зорина О.В., Зинченко Т.Д. Новый вид рода *Tanytarsus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразийский энтомологический журнал. 2009. Т. 8 (1). С. 105-110.
- Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон // Изв. Самар. НЦ РАН. Т. 3, № 1. 2013. С. 476-483.
- Choy E.J., Richard P., Kim K.R., Kang C.K. Quantifying the trophic base for benthic secondary production in the Nakdong River estuary of Korea using stable C and N isotopes // Journ. of Experimental Marine Biology and Ecology. 2009. V. 382. P. 18-26.
- Moreno J.L., Millán A., Suarez M.L., Vidal-Abarca M.R., Velasco J. Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages in water bodies from ephemeral coastal streams (“ramblas”) of southeastern Spain // Archiv Hydrobiol. 1997. Vol. 141. Pp. 93-107.
- Orel (Zorina) O.V., Istomina A.G., Kiknadze I.I., Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. Redescription of larva, pupa and imago male of *Chironomus (Chironomus) salinarius* Kieffer from the saline rivers of the Lake Elton basin (Russia), its karyotype and ecology // Zootaxa. 2014. 3841 (4). Pp. 528-550.
- Spaccesi F., Capitulo A.R. Benthic invertebrate assemblage in Samborombón River (Argentina, S. America), a brackish plain river // Aquat. Ecol. 2009. Vol. 43. Pp. 1011-1022.
- Zinchenko T.D., Gladyshev M.I., Makhutova O.N., Sushchik N.N., Kalachova G.S., Golovatyuk L.V. Saline rivers provide arid landscapes with a considerable amount of biochemically valuable production of chironomid (Diptera) larvae // Hydrobiologia. 2014. Vol. 722. Pp. 115-128.
- Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Abrosimova E.V., Popchenko T.V. Macrozoobenthos in Saline Rivers in the Lake Elton Basin: Spatial and Temporal Dynamics // Inland Water Biology. 2017. Vol. 10, № 4. Pp. 384-398.

С.В. САКСОНОВ, В.М. ВАСЮКОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**К 5-ЛЕТИЮ ПЕРЕИЗДАНИЯ «ФЛОРЫ...» П.Ф. МАЕВСКОГО (2014)
(указатель авторов обработок таксонов)**

Уникальной по своей сути и содержанию для ботаников-флористов и представителей смежных специальностей на протяжении более 100 лет остается работа Петра Феликсовича Маевского (1851–1892). Много поколений исследователей-естествоиспытателей выросло на этой работе, став известными специалистами и исследователями не только в ботанической науке (Калиниченко, 2012).

Несмотря на то, что до сих пор это фундаментальное творение в обиходе называется «Флора Маевского», в действительности, уже начиная со второго издания, этот труд переиздается под редакцией крупнейших и авторитетнейших флористов – С.И. Коржинского (2-е издание, 1895 г.), Б.А. Федченко (3-е издание, 1902 г. и 6-е издание, 1933 г.), Д.И. Литвинова (4-е издание 1912 г. и 5-е издание 1917 г.), В.Л. Комарова (7-е издание, 1940 г.), Б.К. Шишкина (8-е издание, 1954 г. и 9-е издание, 1964 г.). Полные библиографические справки на эти книги можно найти в публикации И.М. Калиниченко (2012).

Каждое новое переиздание труда П.Ф. Маевского – это большой и прогрессивный шаг в познание сложнейшего динамического природного явления, кратко именуемого «флорой», это большой совместный труд по изучению растительного мира.

Сегодня «Флора средней полосы европейской части России» П.Ф. Маевского – руководство, предназначенное для определения растений Средней России, учебное пособие к практическим занятиям по ботанике для студентов биологических факультетов университетов, сельскохозяйственных, педагогических институтов, справочник для познания флоры региона и проведения природоохранных мероприятий и пантеон выдающихся исследователей.

11-е издание «Флоры...» П.Ф. Маевского, вышедшее в 2014 г., содержит описание и ключи для определения более 2500 видов сосудистых растений Средней России. В доработке 11-го издания приняли участие многие специалисты по изучению флоры региона и России в целом: Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Аверьянов Л.В., Бузунова И.О., Виноградова В.М., Гельтман Д.В., Дорофеев В.И., Егорова Т.В., Конечная Г.Ю., Крупкина Л.И., Левичев И.Г., Никитин В.В., Сенников А.Н., Сытин А.К., Татанов И.В., Цвелев Н.Н.), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Алексеев Ю.Е., Варлыгина Т.И., Гамов Н.С., Глазунова К.П., Киселева К.В., Крамина Т.Е., Лаврова Т.В., Майоров С.Р., Октябрева Н.Б., Новиков В.С., Северова Е.Э., Серегин А.П., Тихомиров В.Н., Федорова Т.А., Щербаков А.В., Юрцева О.В.), Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова (Хлызова Н.Ю.), Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Игнатов М.С., Русанович И.И., Скворцов А.К., Шанцер И.А.), а также Российского государственного аграрного университета им. К.А. Тимирязева (Попченко М.И.), Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина (Папченков В.Г.), Московского государственного педагогического университета (Еленевский А.Г., Куранова Н.Г.), Рязанского государственного педагогического университета (Казакова М.В.), Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Ломоносова М.В.) и некоторых других учреждений (Волкова П.А., Скворцов В.Э.).

В новом издании принципиальные изменения претерпел порядок размещения систематических таксонов: отделы, классы и семейства растений расположены по новой

системе APG III (Angiosperm Phylogeny Group, 2009), основанной на достижениях молекулярной филогенетики. Вместе с тем, объемы макротаксонов не всегда согласованы с APG III, а приведены редакторами издания на основе «синтеза всей доступной систематику информации» (Соколов, Новиков, 2014, с. 12).

Цель настоящего сообщения – обратить внимание молодых исследователей на лучшие отечественные традиции в ботаники, флороведении, ботанической географии, охраны растительного мира и биологического разнообразия. Зачастую проводя свои исследования в той или иной из обозначенных областей знаний возникает необходимость процитировать это издание. Обычно авторы прибегают не к прямой цитате нужного фрагмента книги, а дают общую ссылку. Однако зачастую возникает необходимость процитировать лишь часть этой книги. Для этих целей исследователь ищет автора обработки таксона, помещенного на страницах 630–631, и выстраивает библиографическую цитату следующим образом: Новиков В.С. 13. *Ophioglossaceae* // Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 2014, 11-изд. С. 46–47. При этом, в зависимости от требований издания, где публикуется статья, возможны модификации это библиографической цитаты.

В помощь авторам, работающим с флорой П.Ф. Маевского, мы составили указатель авторов, участвовавших в переработке семейств и отдельных родов 11-го издания «Флоры...» П.Ф. Маевского (2014). Для семейств *Agaceae*, *Globulariaceae*, *Salicaceae*, по неизвестным причинам, авторы не обозначены.

Отдел Lycopodiophyta

Класс Lycopodiopsida

Порядок Lycopodiales

1. *Lycopodiaceae* [incl. *Huperziaceae*]: Майоров: 2014, 11-е изд., с. 36-37.

Класс Isoëtopsida

Порядок Isoëtiales

2. *Isoëtaceae*: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 37.

Отдел Equisetophyta

Класс Equisetopsida

Порядок Equisetales

3. *Equisetaceae*: Скворцов, 2014, 11 изд. с. 38-40.

Отдел Polypodiophyta

Класс Polypodiopsida

Порядок Polypodiales

4. *Onocleaceae*: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 41.

5. *Woodsiaceae* [*Athyriaceae*]: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 41-42.

6. *Dryopteridaceae*: [*Aspidiaceae* р.р.]: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 42-44.

7. *Thelypteridaceae*: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 44.

8. *Aspleniaceae*: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 44-45.

9. *Dennstaediaceae* [*Hypolepidaceae*]: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 45.

10. *Polypodiaceae*: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 45.

Порядок Salviniiales

11. *Salviniaceae*: Тихомиров, 2014, 11- изд., с. 45-46.

Порядок Marsileales

12. *Marsileaceae*: Новиков, 2014, 11- изд., с. 46.

Отдел Ophioglossophyta

Порядок Ophioglossopsida

13. **Ophioglossaceae**: Новиков, 2014, 11- изд., с. 46-47.

Отдел Spermatophyta

Класс Pinopsida

Порядок Pinales

14. **Pinaceae**: Майоров, 2014, 11- изд., с. 47-50.

Порядок Taxodiales

15. **Cupressaceae**: Майоров, 2014, 11- изд., с. 50.

Класс Gnetales

Порядок Ephedrales

16. **Ephedraceae**: Майоров, 2014, 11- изд., с. 49-50.

Класс Magnoliopsida (Angiospermae)

Dicotyledones

Подкласс Magnoliidae

Порядок Nymphaeales

17. **Nymphaeaceae**: Щербаков, Волкова, 2014, 11- изд., с. 51-52.

Порядок Ceratophyllales

18. **Ceratophyllaceae**: Щербаков, 11-е изд, 2014, с. 52-53.

Порядок Piperales

19. **Aristolochiaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 53.

Подкласс Ranunculidae

Порядок Ranunculales

20. **Papaveraceae** [incl. *Fumariaceae*]: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 54-58.

21. **Ranunculaceae**:

Aconitum: Киселева, 2014, 11-е, с. 61-62.

Actaea: Киселева, 2014, 11-е, с. 61.

Adonis: Киселева, 2014, 11-е, с. 72-73.

Anemone: Киселева, 2014, 11-е, с. 64-65.

Aquilegia: Киселева, 2014, 11-е, с. 60.

Atragene: Киселева, 2014, 11-е, с. 66.

Buschia: Киселева, 2014, 11-е, с. 71.

Caltha: Киселева, 2014, 11-е, с. 60.

Ceratocephala: Киселева, 2014, 11-е, с. 71-72.

Cimicifuga: Киселева, 2014, 11-е, с. 61.

Clematis: Киселева, 2014, 11-е, с. 66.

Consolida: Киселева, 2014, 11-е, с. 64.

Delphinium: Киселева, 2014, 11-е, с. 62-63.

Ficaria: Киселева, 2014, 11-е, с. 71.

Hepatica: Киселева, 2014, 11-е, с. 65-66.

Myosurus: Киселева, 2014, 11-е, с. 72.

Nigella: Киселева, 2014, 11-е, с. 61.

Pulsatilla: Киселева, 2014, 11-е, с. 65.

Ranunculus: Киселева, 2014, 11-е, с. 67-71.

Ranunculus подрод *Batrachium*: Щербаков, 2014, 11- изд., с. 67.

Thalictrum: Киселева, 2014, 11-е, с. 73-74.

Trollius: Киселева, 2014, 11-е, с. 60.

22. Berberidaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 74-74.

23. Menispermaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 75.

Подкласс Rosidae

Порядок Caryophyllales

24. Tamaricaceae: Киселева, 2014, 11-е изд., с.75.

25. Droseraceae: Щербаков, 2014, 11-е изд. с. 75-76.

26. Polygonaceae:

Aconogonon: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 81-82.

Atraphaxis: Майоров: 2014, 11-е изд., с. 85-86.

Bistorta: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 82.

Fagopyrum: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 82.

Fallopia: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 85.

Persicaria: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 80-81.

Polygonum: Юрцева: 2014, 11-е изд., с. 82-84.

Reynoutria: Майоров: 2014, 11-е изд., с.84-85.

Rheum: Майоров: 2014, 11-е изд., с. 77.

Rumex: Майоров: 2014, 11-е изд., с. 77-80.

27. Plumbaginaceae [incl. *Limoniaceae*]: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 86-

87.

28. Amaranthaceae: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 87-89.

29. Chenopodiaceae:

Agriophyllum: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 99.

Atriplex: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 94-97.

Axyris: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 98.

Bassia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 101.

Beta: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 91.

Blitum: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 92-93.

Camphorosma: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 101.

Ceratocarpus: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 97-98.

Chenopodium: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 91-92.

Corispermum: Майоров, 2014, 11-е изд., с.98-99.

Dysphania: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 93-94.

Kochia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 101.

Krascheninnikovia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 97.

Nitrosalsa: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 102.

Petrosimonia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 103.

Polycnemum: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 90.

Salicornia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 99.

Salsola: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 102.

Spinacia: Федорова, 2014, 11-е изд., с. 94.

Suaeda: Ломоносова, 2014, 11-е изд., с. 99-101.

30. Caryophyllaceae:

Agrostemma: Майоров, 2014, 11 изд. с. 119.

Arenaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 105-106.

Cerastium: Майоров, 2014, 11 изд. с. 106-107.

Cucubalus: Майоров, 2014, 11 изд. с. 119.

Dianthus: Еленевский, Курганова, дополн. Новиковым, 2014, 11-е изд., с. 112-114.

Gypsophila: Майоров, 2014, 11 изд. с. 110-111.

Herniaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 105.

- Holosteum*: Майоров, 2014, 11 изд. с. 109.
Lepyrodielis: Майоров, 2014, 11 изд. с. 106.
Lychnis: Майоров, 2014, 11 изд. с. 118.
Minuartia: Майоров, 2014, 11 изд. с. 109.
Moehringia: Майоров, 2014, 11 изд. с. 106.
Myosoton: Майоров, 2014, 11 изд. с. 109.
Petrorhagia: Майоров, 2014, 11 изд. с. 114.
Sagina: Майоров, 2014, 11 изд. с. 110.
Saponaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 112.
Scleranthus: Майоров, 2014, 11 изд. с. 110.
Silene: Новиков, Майоров, 2014, 11-е изд., с. 114-118),
Spergularia: Майоров, 2014, 11 изд. с. 105.
Spergula: Майоров, 2014, 11 изд. с. 104-105.
Stellaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 108-109.
Vaccaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 111-112.
Viscaria: Майоров, 2014, 11 изд. с. 118.
31. Molluginaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 119.
32. Portulacaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 119-120.
33. Nyctaginaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 120.

Порядок Santalales

34. Santalaceae:

Thesium: Серегин, 2014, 11 изд. с. 121.

Viscum: Новиков, 2014, 11 изд. с. 122.

Порядок Saxifragales

35. Paeoniaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 122.

36. Haloragaceae: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 122-123.

37. Crassulaceae: Майоров, 2014, 11 изд. с. 123-125.

38. Saxifragaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 125-126.

39. Grossulariaceae: Конечная, 2014, 11 изд. с. 126-127.

Порядок Vitales

40. Vitaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 127.

Порядок Geraniales

41. Geraniaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 128-130.

Порядок Myrthales

42. Lythraceae

Lythrum: Щербаков, 2014, 11 изд. с. 131.

Middendorfia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 131.

Replis: Щербаков, 2014, 11 изд. с. 131.

43. Trapaceae: Щербаков, 2014, 11 изд. с. 132.

44. Onagraceae: Скворцов, дополн. Майоровым, 2014, 11 изд. с. 132-135.

Порядок Zygophyllales

45. Zygophyllaceae [incl. *Peganaceae*]: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 135-136.

Порядок Fabales

46. Polygalaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 136-137.

47. Leguminosae (Fabaceae, Papilionaceae)

Amorpha: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 141.

Anthyllis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 143.

Astragalus: Сытин, 2014, 11-е изд., с. 145-148.
Calophaca: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 149.
Caragana: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 149.
Chamaecytisus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 140.
Cicer: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 151.
Coronila: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 144.
Galega: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 148.
Genista: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 141.
Glycine: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 141.
Glycyrrhiza: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 144.
Halimodendron: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 149.
Hedysarum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 149-150.
Lathyrus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 157-159.
Lembotropis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 141.
Lens: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 159.
Lotus: Крамина, 2014, 11-е изд., с. 142-143.
Lupinus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 140.
Medicago: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 154-155.
Melilotus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 154.
Onobrychis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 150-151.
Ononis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 153.
Ornithopus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 144.
Oxytropis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 144-145.
Phaseolus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 142.
Pisum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 159.
Robinia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 142.
Sophora: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 140.
Sarothamnus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 140.
Trifolium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 151-151.
Trigonella: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 154.
Vicia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 155-157.

Порядок Rosales

48. Rosaceae:

Agrimonia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 177-178.
Alchemilla: Глазунова, 2014, 11-е изд., с. 178-186.
Amelanchier: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 188.
Amygdalus: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 194-195.
Armeniaca: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 195.
Aronia: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 189.
Cerasus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 194.
Chaenomeles: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 188.
Comarum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 172.
Cotoneaster: Сенников, 2014, 11-е изд., с. 192-193.
Crataegus: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 189-192.
Cydonia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 187.
Dasiphora: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 172.
Dushesnea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 176.
Filipendula: Шанцер, 2014, 11-е изд., с. 163-164.
Fragaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 176-177.
Geum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 177.
Malus: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 187.
Padus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 193.

- Persica*: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 195.
Physocarpum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 162.
Potentilla: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 172-176.
Prunus: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 195.
Pyrus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 186-187.
Rosa: Бузунова, 2014, 11-е изд., с. 164-170.
Rubus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 170-172.
Sanguisorba: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 186.
Sibbaldianthe: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 176.
Sorbaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 162.
Sorbus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 186.
Spiraea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 162-163.
49. Elaeagnaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 196.
50. Rhamnaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 196-197.
51. Ulmaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 187-198.
52. Cannabaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 198.
53. Urticaceae:
Urtica: Гельтман, 2014, 11-е изд., с. 198-199.
Parietaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 199.
54. Moraceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 199.

Порядок Fagales

- 55. Fagaceae**: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 200.
56. Betulaceae (incl. Corylaceae): Киселева, Майоров 2014, 11-е изд., с. 200-202.
57. Juglandaceae: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 202-203.

Порядок Cucurbitales

- 58. Cucurbitaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 203-205.

Порядок Celastrales

- 59. Celastraceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 205.
60. Parnassiaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 205.

Порядок Oxalidales

- 61. Oxalidaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 205-206.

Порядок Malpighiales

- 62. Violaceae**: Никитин, 2014, 11-е изд., с. 206-212.
63. Salicaceae: автор не известен, 2014, 11-е изд., с. 212-219.
64. Euphorbiaceae: Гельтман, 2014, 11-е изд., с. 219-224.
65. Linaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 224-225.
66. Elatinaceae: Цвелев, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 225.
67. Hypericaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 225-226.

Порядок Brassicales

- 68. Resedaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 227.
69. Cruciferae (Brassicaceae): Дорофеев., 2014, 11-е изд., с. 227-257.

Порядок Malvales

- 70. Thymelaeaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 257-258.
71. Cistaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 258-259.
72. Tiliaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 259.
73. Malvaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 259-262.
74. Anacardiaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 262.

Порядок Sapindales

75. **Aceraceae**: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 262-263.
76. **Hippocastanaceae**: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 263.
77. **Rutaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 263-265.

Подкласс Asteridae

Порядок Ericales

78. **Balsaminaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 265.
79. **Polemoniaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 265-266.
80. **Primulaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 266-270.
81. **Ericaceae** [incl. *Empetraceae*, *Monotropaceae*, *Pyrolaceae*]
Andromeda: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 274.
Arctostaphylos: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 272.
Calluna: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 273.
Chamaedaphne: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 274.
Chimaphila: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 272.
Empetrum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 273.
Ledum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 274.
Moneses: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 272.
Monotropa: Алексеев, 11-е изд., с. 272.
Orthilia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 272.
Oxycoccus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 275.
Pyrola: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 271.
Rhododendron: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 274.
Vaccinium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 274-275.

Порядок Cornales

82. **Cornaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 275.
83. **Hydrangeaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 275-276.

Порядок Apiales (Araliales)

84. **Umbelliferae (Apiaceae)**
Aegopodium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 291.
Aethusa: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 293.
Anethum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 297.
Angelica: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 294.
Anthriscus: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 285.
Apium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 289.
Astrantia: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 284.
Astrodaucus: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 286.
Aulacospermum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 288.
Berula: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 292.
Bifora: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 287.
Vupleurum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 288.
Carum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 290.
Caucalis: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 286.
Cervaria: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Chaerophyllum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 284-285.
Cicuta: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 289.
Conioselinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 294.
Conium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 287.
Coriandrum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 286.
Daucus: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 299.
Dichoropetalum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Elaeosticta: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 290.

Eriosynaphe: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 295.
Eryngium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 284.
Falcaria: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 290.
Ferula: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 295.
Ferulago: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Foeniculum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 293.
Heracleum: Мйоров, 2014, 11-е изд., с. 298.
Kadenia: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 294.
Laser: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 298.
Laserpitium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 298-299.
Levisticum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 295.
Macroselinum: Виноградова, Лаврова, 2014, 11-е изд., с. 296.
Malabaila: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 298.
Myrrhis: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 285.
Oenanthe: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 293.
Orioselinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Palimbia: Виноградова, Лаврова, 2014, 11-е изд., с. 295.
Pastinaca: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 297.
Petroselinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 289.
Peucedanum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Physospermum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 287.
Pimpinella: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 291.
Pleurospermum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 2887.
Sanicula: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 284.
Scandix: Виноградова, Лаврова, 2014, 11-е изд., с. 285.
Selinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 294.
Seseli: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 292.
Silaum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 293.
Sium: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 292.
Sphallerocarpus: Виноградова, Лаврова, 2014, 11-е изд., с. 287-288.
Taeniopetalum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 296.
Thysselinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 297.
Torilis: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 286.
Trinia: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 289.
Turgenia: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 286.
Xanthoselinum: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 297.

Порядок Dipsacales

- 85. Adoxaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 299.
86. Sambucaceae: Майоров, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 299-300.
87. Viburnaceae: Майоров, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 300)
88. Caprifoliaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 300-301.
89. Linnaeaceae: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 301.
90. Dipsacaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 302-304.
91. Valerianaceae: Майоров, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 304-305.

Порядок Asteralis

- 92. Menyanthaceae**: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 305-306.
93. Campanulaceae [incl. *Lobeliaceae*]:
Adenophora: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 306-308.
Asyneuma: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 309.
Campanula: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 308.
Jasione: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 309.

Lobelia: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 309.

94. Compositae (Asteraceae)

Achillea: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 360-362.

Acroptilon: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 324.

Adenocaulon: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 315.

Ageratum: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 376.

Ambrosia: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 374.

Antennaria: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 354.

Anthemis: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 360.

Arctium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 217.

Artemisia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 364-368.

Aster: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 356-357.

Bellis: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 356.

Bidens: Скворцов, 2014, 11-е изд., с. 370-372.

Parasenecio: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 350.

Calendula: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 353.

Callistephus: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 356.

Carduus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 319-320.

Carlina: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 315-316.

Centaurea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 324-327.

Chartolepis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 327.

Chondrilla: Новиков, Майоров, 2014, 11-е изд., с. 349.

Cicerbita: Конечная, 2014, 11-е изд., с. 346.

Cichorium: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 328.

Cirsium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 320-322.

Coreopsis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 372.

Cosmos: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 372.

Crepis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 346-347.

Cyclachaena: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 375.

Dendranthema: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 362-363.

Echinops: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 316-317.

Erigeron: Серегин, Майоров, 2014, 11-е изд., с. 359-360.

Eupatorium: Конечная, 2014, 11-е изд., с. 375-376.

Filago: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 354.

Galatella: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 357-358.

Galinsoga: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 374.

Gaillardia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 370.

Glebionis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 363.

Gnaphalium: Игнатов, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 354-355.

Grindelia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 355.

Helianthus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 373.

Heliopsis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 373.

Helminthotheca: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 342.

Helichrysum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 354.

Hieracium: Сенников, переработано Новиковым и Киселевой
2014, 11-е изд., с. 338-340.

Hypocheris: Гельтман, 2014, 11-е изд., с. 340.

Inula: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 368-369.

Jurinea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 318-319.

Lactuca: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 345-346.

Lagoseris: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 340.

Lapsana: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 346.

Leontodon: Гельтман, 2014, 11-е изд., с. 341.
Matricaria: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 362.
Leucanthemum: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 364.
Ligularia: Конечная, 2014, 11-е изд., с. 350.
Mycelis: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 346.
Onopordum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 317-318.
Petasites: Игнатов, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 351.
Picris: Гельтман, 2014, 11-е изд., с. 341-342.
Pilosella: Сенников, переработано Новиковым и Киселевой, 2014, 11-е изд., с. 328-338.
Pulicaria: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 370.
Rharponticum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 324.
Rudbeckia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 372.
Saussurea: Конечная, 2014, 11-е изд., с. 318.
Scorzonera: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 342-343.
Senecio: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 351-353.
Serratula: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 322-323.
Silphium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 322-323.
Silybium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 374.
Solidago: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 355.
Sonchus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 349-350.
Symphrotrichum: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 358-359.
Tanacetum: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 363-364.
Taraxacum: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 348-349.
Telekia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 370.
Tragopogon: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 343-345.
Tripleurospermum: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 362.
Tripolium: Новиков, Майоров, 2014, 11-е изд., с. 358.
Trommsdorffia: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 340-341.
Tussilago: Игнатов, 2014, 11-е изд., с. 350-351.
Xanthium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 375.
Xeranthemum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 316-317.
Zinnia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 372.

Порядок Lamiales

95. Boraginaceae [incl. *Hydrophyllaceae*]:
Amsinckia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 378.
Anchusa: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 384.
Argusia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 378.
Anchusa: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 384.
Asperugo: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 379.
Borago: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 385.
Brunnera: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 384.
Cerithe: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 381.
Cynoglossum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 380.
Echium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 381.
Hackelia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 379.
Heliotropium: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 378.
Lappula: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 379.
Lithospermum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 380.
Myosotis: Скворцов, 2014, 11-е изд., с. 385-387.
Nonea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 382.
Omphaloides: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 380.

Onosma: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 381.
Phacelia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 378.
Pulmonaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 382.
Rindera: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 380.
Rochelia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 379-380.
Symphytum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 382-384.

96. Convolvulaceae

Calystegia: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 387.
Convolvulus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 386.
Ipomoea: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 387-388.

97. Cuscutaceae: Северова, Попченко, 2014, 11-е изд., с. 388-389.

98. Solanaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 390-394.

99. Oleaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 394-395.

100. Scrophulariaceae [incl. *Orobanchaceae*]:

Antirrhinum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400.
Chaenorhinum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400.
Cymbalaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400.
Digitalis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 401.
Dodartia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 401.
Euphrasia: Киселева, Попченко, 2014, 11-е изд., с. 406-407.
Gratiola: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400.
Lathraea: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 409.
Linaria: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 398-399.
Lindernia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400-401.
Limosella: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 400.
Melampyrum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 408.
Mimulus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 401.
Odontites: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 405.
Orobanche: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 409-411.
Orphantha: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 405-406.
Pedicularis: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 407-408.
Rhinanthus: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 409.
Scrophularia: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 398.
Verbascum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 397-398.

Veronica: Майоров, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 401-405.

101. Globulariaceae: автор не известен, 2014, 11-е изд., с. 411-412.

102. Hippuridaceae: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 412.

103. Callitrichaceae: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 412-413.

104. Plantaginaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 413-414.

105. Lentibulariaceae: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 414-416.

106. Labiatae (Lamiaceae): Майоров, Казакова, 2014, 11-е изд., с. 416-431.

107. Verbenaceae: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 431.

Порядок Gentianales

108. Rubiaceae: Шанцер, 2014, 11-е изд., с. 432-436.

109. Gentianaceae: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 436-437.

110. Apocynaceae [incl. *Asclepiadaceae*]:

Asclepias: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 439.
Cynanchum: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 438.
Trachomitum: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 438.
Vinca: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 438.
Vincetoxicum: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 438-439.

Monocotyledones

Подкласс Liliidae

Порядок Alismatales

- 111. **Acoraceae**: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 440.
- 112. **Araceae**: автор не известен, 2014, 11-е изд., с. 440.
- 113. **Lemnaceae**: Щербаков, Папченков, 2014, 11-е изд., с. 441-442.
- 114. **Tofieldiaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 442.
- 115. **Hydrocharitaceae** [incl. *Najadaceae*]:
 - Caulinia*: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 444.
 - Elodea*: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 443.
 - Hydrocharis*: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 443.
 - Najas*: Цвелев, 2014, 11-е изд., с. 444.
 - Stratiotes*: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 442-443.
 - Vallisneria*: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 443.
- 116. **Butomaceae**: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 444-445.
- 117. **Alismataceae**: Тихомиров, дополн. Щербаковым, 2014, 11-е изд., с. 445-446.
- 118. **Scheuchzeriaceae**: Тихомиров, 2014, 11-е изд., с. 446.
- 119. **Juncaginaceae**: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 446-447.
- 120. **Potamogetonaceae**: [incl. *Zannichelliaceae*]: Папченков, Щербаков, Хлызова, 2014, 11-е изд., с. 447-453.

Порядок Liliales

- 121. **Colchiaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 453.
- 122. **Melanthiaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 454.
- 123. **Trilliaceae**: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 454.
- 124. **Liliaceae**
 - Fritillaria*: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 457-458.
 - Gagea*: Левичев, 2014, 11-е изд., с. 455-457.
 - Lilium*: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 457.
 - Tulipa*: Киселева, 2014, 11-е изд., с. 458.

Порядок Asparagales

- 125. **Alliaceae**: Серегин, 2014, 11-е изд., с. 458-462.
- 126. **Amaryllidaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 462.
- 127. **Asparagaceae**: Киселева, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 463.
- 128. **Anthericaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 463.
- 129. **Hyacinthaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 463-464.
- 130. **Convallariaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 465-466.
- 131. **Iridaceae**: Майоров, 2014, 11-е изд., с. 466-468.
- 132. **Orchidaceae**: Аверьянов, дополн. Варлыгиной, 2014, 11-е изд., с. 469-480.

Порядок Poales

- 133. **Sparganiaceae**: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 481-482.
- 134. **Typhaceae**: Новиков, Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 482-483.
- 135. **Juncaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 483-487.
- 136. **Superaceae**
 - Blysmus*: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 491.
 - Bolboschoenus*: Татанов, 2014, 11-е изд., с. 489-490.

- Carex*: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 495-508.
Cladium: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 494-395.
Cyperus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 493-494.
Eleocharis: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 492-493.
Eriophorum: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 491-492.
Juncellus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 494.
Mariscus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 494.
Русреus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 494.
Rhynchospora: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 495.
Schoenoplectus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 490-491.
Scirpoides: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 490-491.
Scirpus: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 489.
Trichophorum: Егорова, Новиков, 2014, 11-е изд., с. 492.
137. Graminea (Poaceae): Алексеев, 2014, 11-е изд., с. 509-568.

Порядок Commelinales

- 138. Commelinaceae**: Новиков, 2014, 11-е изд., с. 569.
139. Pontederiaceae: Щербаков, 2014, 11-е изд., с. 569.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Калиниченко И.И.* Пётр Феликсович Маевский (14(26)06.1851 – 14(26).04.1892) // Бот. журнал. 2012. Т. 79, № 5. С. 684-691.
- Маевский П.Ф.* Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 635 с.
- Соколов Д.Д., Новиков В.С.* Об объеме и порядке расположения семейств // Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. С. 10-12.
- Angiosperm Phylogeny Group (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journ. of the Linnean Society. 2009. Vol. 161, № 2. С. 105-121.

Н.Г. ТАРАСОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ТИПЫ ПИТАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК СТРАТЕГИЯ ВЫЖИВАНИЯ

Водоросли – древнейшие про- и эукариотические фотосинтезирующие организмы, ведущие свободный или симбиотический образ жизни и встречающиеся в водной среде, внутри известкового субстрата, в воздухе, в горячих источниках и льдах, в глубинах морей, океанов и на вершинах гор, от Северного полюса до Антарктиды (Водоросли..., 1986). Понятие «водоросли» следует рассматривать не как систематическое, а как биологическое. Возникнув в различное время и от разных предков, различные группы водорослей развивались самостоятельно, но приобрели много общих черт в результате конвергентной эволюции

Открытие в органическом мире двух кардинально различающихся типов строения клетки – прокариотического и эукариотического, привело к тому, что весь органический мир разделили на два надцарства – про- и эукариот. Фотоавтотрофный тип питания возник еще на прокариотическом уровне и определил основные направления развития органического мира. Среди водорослей есть представители обоих надцарств.

Цианопрокариоты (цианобактерии), или синезеленые водоросли, чрезвычайно широко распространены и встречаются как в арктических озерах, так и в термальных источниках. Они участвуют в синтезе органического вещества в водоемах, производя в периоды массового развития основную часть первичной продукции. Вместе с тем они обладают уникальной способностью фиксировать атмосферный азот. В результате этого процесса до 60% азота воздуха может связываться и выделяться в воду в виде аммонийных солей (Костяев, 2001). К родам, способным фиксировать азот относятся *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum* др. Для водоемов северных районов, характеризующихся низким содержанием биогенных элементов, характерно массовое развитие видов рода *Anabaena*, достигающих здесь массового развития (Гецен, 1978; Трифонова, 1990 и др.).

Некоторые представители цианопрокариот (представители родов *Lyngbia*, *Spirulina*, *Oscillatoria*) являются миксотрофами. Они обитают в анаэробных условиях гипolimниона стратифицированных эвтрофных озер (Hindak, Trifonova, 1989). Массовое развитие представителей рода *Oscillatoria*, в частности *Oscillatoria tenuis* Ag., мы наблюдали в стратифицированных водоемах Самарской области: пруде ботанического сада Самарского университета и озере Голубое-3 (Тарасова, Буркова, 2008; Тарасова, 2011).

В р. Уса, после аномально жаркого лета 2010 г. нами было отмечено массовое развитие *Cylindrospermopsis raciborskii* Subba Raju (Тарасова, Буркова, 2018). Это тропический пресноводный вид, который встречался в XX в. в устьях рек Дуная, Волги, Таганрогском заливе Азовского моря, в водохранилищах Нижнего Дона, в Казахстане, Узбекистане и Туркмении (Корнева, 2014). В 2010 г. было зарегистрировано массовое развитие этого вида в гипертрофном оз. Неро. Интенсивное развитие *Cylindrospermopsis raciborskii* происходит в условиях низкой скорости течения воды, уровня воды, соотношения азота и фосфора, устойчивой стратификацией, дефицитом кислорода, высокими температурой, рН, мутностью, концентрацией сульфатов.

Среди водорослей существуют не только отдельные представители, но и целые систематические отдел, включающие в себя организмы, способные к миксотрофному (в том числе к галозойному) типу питания. Это представители отделов Dinophyta, Eugle-

porphyta, Cryptophyta, Chryzophyta.

При загрязнении водоема большим количеством органических отходов (первые годы существования водохранилищ, сточные воды животноводческих ферм) оно начинает активно использоваться гетеротрофами, в том числе миксотрофными водорослями. При этом оно употребляется быстрее, чем создается. Происходит процесс постоянного убывания органического вещества. Это – гетеротрофная сукцессия. Увеличение в Волге обилия и разнообразия миксотрофных фитофлагеллят (криптофитовых и золотистых водорослей), способных к фаготрофии, что можно рассматривать как признак начального этапа гетеротрофной фазы планктонной сукцессии (Корнева 2018).

Массовое развитие этих видов может отмечаться локально, либо, попадая из небольших водоемов, например притоков, в более крупные (водохранилища), претерпевшие значительную антропогенную трансформацию, они могут натурализоваться в них.

Так, среди пресноводных динофлагеллят последнее время массовое развитие и широкое распространение отмечается для *Peridiniopsis kevei* Grigor. et Vasas (Корнева, 2014). Этот вид распространен в больших и малых озерах и водотоках различного трофического типа – от олиго- до эвтрофных. Вид развивается в широком диапазоне концентраций общего азота и фосфора.

Нами было отмечено массовое развитие этого вида в правом притоке Куйбышевского водохранилища – р. Цивиль, в месте впадения р. Теплая, расположенной в непосредственной близости от градообразующего предприятия «Химпром». Здесь же отмечена вспышка в развитии эвгленовых водорослей, обитателей мелких, хорошо прогреваемых, высокотрофных вод (Тарасова, 2013). Позже вид был зарегистрирован нами на акватории Куйбышевского водохранилища (Кривина и др., 2015).

Таким образом, водоросли являются чувствительными индикаторами качества вод и реагируют на его изменение изменением качественного состава фитопланктона и показателей количественного развития с одной стороны, и изменением качества среды их обитания с другой.

Список литературы

Водоросли. Справочник. Киев : Наукова думка, 1989. 604 с.

Гецен М.В. Водоросли бассейна р. Печеры: состав и распространение. Л., 1973. 147 с.

Корнева Л.Г. Инвазии чужеродных видов планктонных водорослей в пресных водах Голарктики (обзор) // Российск. журн. биол. инвазий. 2014. № 1. С. 9-38.

Корнева Л.Г. Фитопланктон Волги: стратегия динамики разнообразия и структурной организации под влиянием природных и антропогенных факторов // Волга и ее жизнь. Тез. докл. всерос. науч. конф. Борок, 2018. С. 72.

Костяев В.Я. Синезеленые водоросли и эволюция эукариотных организмов. М.: Наука, 2001. 126 с.

Кривина Е.С., Кузьмина К.А., Буркова Т.Н., Тарасова Н.Г., Медянкина М.В. Общая характеристика качественного состава летнего фитопланктона Куйбышевского водохранилища // Рыбное хозяйство. 2015. № 4. С. 30-34.

Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 180 с.

Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н. Экология массовых видов водорослей прудов г. Самара // XXII Любищевские чтения. Современные проблемы эволюции. Т. 2. Ульяновск, 2008. С. 100-108.

Тарасова Н.Г. Фитопланктон р. Цивиль // Изв. Самар. НЦ РАН, 2013. Т. 15, № 1. С. 508-514.

Тарасова Н.Г. Сравнительная характеристика планктонных водорослей, развивающихся в различных экотопах озера Голубое-3 (Самарская область) // Материалы VIII Международ. науч.-практич. конф. «Татищевские чтения: Актуальные проблемы науки и практики». Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Ч. 1, Тольятти, 2011. С. 188-196.

Тарасова Н.Г., Буркова Н.Г. Изменение фитопланктона малой реки в условиях глобального потепления // Волга и ее жизнь. Тез. докл. всерос. науч. конф. Борок, 2018. С. 130.

Hindak F., Trifonova I. Morphology and ecology of three *Limnothrix* species (Cyanophyta) from the Hypolimnion of a highly eutrophic lakes in Latvia, USSR // Biologia (Bratislava). 1989. No. 1. Pp. 1-11.

А.Р. АМИРОВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет; ООО «ЭкоЛидер», г. Казань, Россия

**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ
ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КАРТАМ ГРАНИЦ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ Р. ВЯТКИ В ЧЕРТЕ Г. КИРОВА)**

Явления природы, препятствующие хозяйственной деятельности человека, наносящие ему материальный ущерб и даже угрожающие его жизни, относятся к опасным. Явления считаются стихийными или особо опасными, если из-за своей интенсивности, района распространения и продолжительности наносят особенно значительный ущерб. Среди гидрологических, к одним из опасных следует отнести высокие уровни воды (при половодьях, дождевых паводках, заторах льда, зажорах, ветровых нагонах) – уровни, при которых возможно затопление пониженных частей населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, дорожной инфраструктуры или повреждение крупных промышленных и транспортных объектов (Буланенков и др., 2001; Пьянков, Шихов, 2014).

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2014 г. №360 «Об определении границ зон затопления, подтопления», зоны затопления определяются в отношении:

- а) территорий, которые прилегают к незарегулированным водотокам, затапливаемых при половодьях и паводках однопроцентной обеспеченности (повторяемость один раз в 100 лет) либо в результате ледовых заторов и зажоров; в границах зон затопления устанавливаются территории, затапливаемые при максимальных уровнях воды 3, 5, 10, 25 и 50%-ной обеспеченности (повторяемость 3, 5, 10, 25 и 50 раз в 100 лет);
- б) территорий, прилегающих к устьевым участкам водотоков, затапливаемых в результате нагонных явлений расчетной обеспеченности;
- в) территорий, прилегающих к естественным водоемам, затапливаемых при уровнях воды однопроцентной обеспеченности;
- г) территорий, прилегающих к водохранилищам, затапливаемых при уровнях воды, соответствующих форсированному подпорному уровню воды водохранилища;
- д) территорий, прилегающих к зарегулированным водотокам в нижних бьефах гидроузлов, затапливаемых при пропуске гидроузлами паводков расчетной обеспеченности.

При построении границы зоны затопления учитываются данные об отметках наблюдаемых высших уровней воды в пунктах государственной наблюдательной сети, а при их отсутствии – по результатам гидрологических изысканий. По этим данным рассчитываются высшие уровни воды заданной обеспеченности, по которым в последующем, используя топографические карты крупных (1:10 000 и крупнее) масштабов, производится восстановление границ зон затопления с учетом рисунка горизонталей, высотных отметок и прочих обозначений (обрывов, противопаводковых дамб и насыпей, отдельных строений и т.п.). Такая процедура является общепринятой и с исчерпывающей полнотой описана в нормативных руководствах и наставлениях (Методические рекомендации..., 2005, 2009).

Вместе с тем при практической реализации этой процедуры всегда остаются сомнения в правильности проведения границ зон затопления, иными словами – сомнения в степени соответствия положения границы, проведенной по картографическим изображениям, фактическому положению на местности той же границы. Сведения о фактическом местоположении границ зон затопления могут быть получены из натуральных

наблюдений (например, при опросах местных жителей или топографической съемке в момент установления высоких уровней). Однако более универсальным инструментом выступает анализ космических снимков высокого пространственного разрешения, сделанных при прохождении высоких паводков и половодий.

Цель предлагаемого исследования заключается в оценке степени взаимного соответствия границ зон затопления одинаковой обеспеченности, построенной по топографическому плану и по космическим снимкам на примере р. Вятки в черте г. Кирова. Вятка является главной рекой Кировской области; на ее берегах расположена большая часть городов региона, включая г. Киров. Город расположен в месте расщепления Верхнекамской возвышенности долиной реки, в пределах небольшой Средневятской (Кировской) низменности. Основная (историческая) часть городской территории находится на левом крутом берегу р. Вятки, на противоположном правом берегу, для которого характерны небольшие относительные высоты, располагаются новые районы города.

Космический снимок на территорию исследования покрывает большую часть Первомайского района г. Кирова. Снимок сделан 6 мая 2016 г. Снимок получен путем мозаичирования (композиции) небольших фрагментов, каждый из которых содержит одинаковое число слоев и имеют равный размер ячейки раstra (cell size). Каждый фрагмент был получен посредством программы Google Earth Pro (2019), с высоты 1 000 м над земной поверхностью. Значительная часть космических снимков высокого разрешения в программе Google Earth Pro предоставлена DigitalGlobe – коммерческим оператором нескольких гражданских спутников дистанционного зондирования Земли. Каждый фрагмент мозаики на этапе предпроцессорной подготовки был обработан в программном продукте ERDAS Imagine 2010 (2015); предобработка включала в себя импорт изображения, ортотрансформирование (устранение заклон визирной оси), назначение проекции и координатную привязку в системе координат Пулково 1942 г. Исходные фрагменты и результирующий снимок имеют пространственное разрешение 0,5 м на пиксель. Площадь покрываемой снимком территории составляет 19,94 км².

Среднесуточный уровень воды на дату съемки получен из материалов режимных наблюдений на посту Вятка, г. Киров и составил 108,39 м в Балтийской системе отсчета высот (БС), что на кривой обеспеченности высших уровней соответствует 30%-ной вероятности превышения (обеспеченности). При этом пик половодья 2016 г. (109,12 м БС) отмечен 28 апреля; такой уровень отвечает 3%-ной вероятности превышения. К сожалению, снимок на дату высшего уровня отсутствует.

Очевидно, что береговая линия на снимке является границей зоны затопления заданной обеспеченности. Ее дешифрирование проводилось визуально. Основным прямым дешифровочным признаком акватории водного объекта и его береговой линии является фототон. Темные тона, которые соответствуют водным поверхностям, относились к акватории. Участки, покрытые растительностью, при условии, что между ними не видна вода, – относились к суше. К суше также относилась застроенная территория. Кроме того, во внимание принимались косвенные признаки, основанные на связях между объектами, на возможности выявления невидимых на снимке объектов по другим объектам, хорошо изобразившимся. Косвенными признаками служат местоположение объекта и географическое соседство (Янутш, 1991; Лабутина, 2004). Однако, из-за повышенной облачности в день съемки, некоторые участки игнорировались из-за сложности распознавания береговой линии водного объекта.

Для построения границы зоны затопления по картографическому изображению был использован топографический план города масштаба 1:2 000. План составлен по материалам аэрофотосъемки и отражает состояние на местности на 2008–2011 гг. Рельеф суши передан системой горизонталей с высотой сечений 1 м (полугоризонталы проведены через 0,5 м). Помимо горизонталей рельеф охарактеризован высотными отметками, а на участках с нарушенным рельефом – дополнительными условными знаками.

Построение границы зоны затопления 30%-ной обеспеченности по картографическому изображению проводилось общепринятыми методами. Вначале по оси потока р. Вятки расставлялись расчетные точки на расстоянии 400–500 м друг от друга; в расчетных точках по уклону водной поверхности переносился зафиксированный на гидрологическом посту уровень воды на дату получения снимка. Частное падение водной поверхности на участке между точкой входа реки в границы города и точкой выхода реки за его пределы составило около 2 м, что при длине исследуемого участка р Вятки, равной 20 км, обеспечивает частный уклон в 0,2‰. В последующем уровни в расчетных точках выносились на береговую зону по горизонталям и высотным отметкам. На завершающем этапе вынесенные на сушу точки соединялись плавной кривой, границей зоны затопления, построенной с учетом изгибов горизонталей, высотных отметок и различных нарушений рельефа.

В результате были получены две линии, изображающие границу зоны затопления р. Вятки в черте г. Кирова равной обеспеченности, одна из которых построена по космическому снимку, а вторая – по топографическому плану (рис. 1). Если оба способа установления границы зоны затопления обеспечивают одинаковый результат, то положение обеих линий в пространстве должно совпасть; любые же несовпадения следует рассматривать как несовершенство методик определения зон затопления.

Для количественной оценки степени несоответствия пространственного положения двух линий вдоль границы затопления, установленной по космическому снимку расставлялись так называемые оценочные точки на расстоянии 100 м друга от друга (рис. 1). Предварительный анализ методики выполненных работ, а также полученных результатов позволил сделать вывод, что граница зоны затопления, установленная по космическому снимку, обладает большей документальной точностью; следовательно, вычисление ошибок следует проводить по отношению к ней. От оценочных точек рассчитывалось наименьшее расстояние до границы зоны затопления, проведенной по топографическому плану. Расстояние D (ошибка определения) принималось положительным, если по топографической карте площадь зоны затопления в створе оценочной точки оказывалась больше, чем по космическому снимку. В противном случае исчисляемое расстояние бралось с отрицательным знаком. В тех случаях, когда соответствие в положении линий было кардинально различным (вплоть до невозможности установления кратчайшего расстояния от оценочной точки до границы зоны затопления, установленной по топографической карте) ошибки положения не рассчитывались.



Рис. 1. Принципиальная схема определения различий в местоположении границ зоны затопления на основе различных исходных данных (пояснения в тексте)

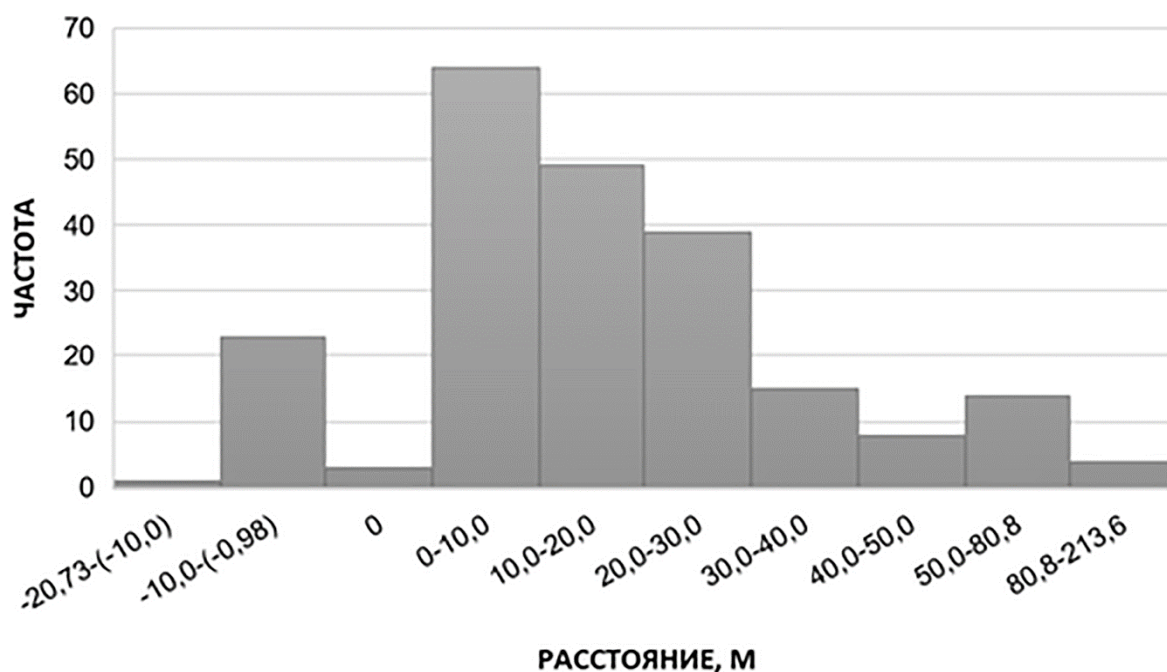


Рис. 2. Гистограмма распределения величин отклонения границы зоны затопления, установленной по топографической карте, от той же границы, проведенной по космическому снимку

В большинстве случаев обе границы следуют параллельно друг другу, на относительно небольшом расстоянии. Исключение составляют широкопойменные участки, где в силу гравитационного микрорельефа на космическом снимке возникают множество островов, не отображающихся в сечении горизонталей, а также участки, интенсивно застроенные в период между датой составления карты (2008–2011 гг.) и датой получения снимка (2016 г.). Средняя ошибка отклонения составляет 20,9 м (рис. 2). Наибольшее отклонение составило немногим более 200 м (в зоне современной городской застройки). Модальные, наиболее часто встречающиеся отклонения составляют 10–15 м положительным знаком.

Все отклонения в пространственном положении линий так или иначе связаны с тремя группами причин:

1. Свойства и характеристики топографических карт, которые в свою очередь зависят от:

- современности самих карт, т.е. степени их соответствия состоянию местности (например, на картах могут не найти отражения современные противопаводковые дамбы, возведенные в связи с увеличением плотности застройки или, в результате строительства объектов капитального строительства);
- ошибок проведения горизонталей (ошибок интерполирования) в процессе картосоставления;
- значительной высоты сечения горизонталей (на участках со значительными уклонами земной поверхности, с небольшим заложением горизонталей, результат сравнения обычно является лучшим по сравнению с участками распространения пологого рельефа);
- масштабных возможностей карты.

2. Ошибки дешифрирования или точность установления границы зоны затопления по космическим снимкам:

- разрешающая способность снимка (его способность обеспечивать различимость мелких деталей изображения);
- условия освещенности;
- точность координатной привязки.

3. Характер подстилающей поверхности. В эту группу относятся все те факторы, которые скрывают местоположение береговой линии (границы зоны затопления) на космическом снимке либо делают определение высоты рельефа в ходе геодезической съемки затруднительной. К важнейшим факторам этой группы следует отнести крутизну поверхности береговой зоны, степень ее залесенности или закустаренности, застройность, характер почвогрунтов и т.п.

Дальнейшее усовершенствование предложенной методики может заключаться в изучении роли отдельных факторов и их вклада в величину ошибки. Аналогичную работу можно провести с использованием космических снимков, полученных с различных съемочных систем, с привлечением методов автоматизированного дешифрирования или иных источников сведений о рельефе (например, цифровых моделей рельефа, данных натуральных геодезических съемок и т.д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буланенков С.А., Воронов С.И., Губченко П.П. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. 500 с.

Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект Пресс, 2004. 181 с.

Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений / Гос. учреждение «Государственный гидрологический институт». СПб., 2005. 103 с.

Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений / Гос. учреждение «Государственный гидрологический институт». СПб.: Нестор-История, 2009. 193 с.

Опасные гидрологические явления / Бузин В.А. Уч. пос. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 228 с.

Постановление Правительства РФ от 18.04.2014 №360 «Об определении границ зон затопления, подтопления». URL-адрес:

<http://base.garant.ru/70641858> (дата обращения 03.02.2019).

Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь: Раритет-Пермь, 2014. 296 с.

Центр регистра и кадастра гидротехнических сооружений Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт, 2019. URL-адрес: <http://www.waterinfo.ru> (дата обращения 01.02.2019).

Янути Д.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Недра, 1991. 240 с.

ERDAS Imagine. Product Features and Comparisons: Product Description. Hexagon Geospatial. 2015. URL-адрес: <https://www.geoimage.com.au/LiteratureRetrieve.aspx?ID=180779> (дата обращения 01.02.2019).

Google Earth Pro (версия продукта 7.3.2.5495), 2019. URL-адрес: <http://www.google.com/intl/ru/earth/index.html> (дата обращения 3.02.2019).

К.И. АБРАМОВА, Д.С. ЛЮБАРСКИЙ

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, Россия

**ФИТОПЛАНКТОН ВОДНО-БОЛОТНОГО КОМПЛЕКСА
В ЧЕРТЕ Г. КАЗАНИ**

На территории г. Казани насчитывается более 250 водоемов и водотоков. Обилие водных объектов (малых озер естественного и искусственного происхождения, прудов, ручьев и родников, проток и заливов) связано с особенностями гидрологических и гидрогеологических условий (поймы рек, карстовые и суффозионные процессы, высокий уровень залегания грунтовых вод). Водно-болотный комплекс (ВБК) в Ново-Савиновском районе города у Парка Победы – экосистема антропогенно-природного происхождения, образованная на месте бывшего обширного Кизического болота в результате торфоразработок и строительства домов. Водно-болотный комплекс находится в квадрате улиц Мусина–Бондаренко–Чуйкова–Ямашева с площадью около 25 га, со средней глубиной 1 м (Экология города Казани, 2005). Изучение биоразнообразия и оценка качества воды подобных водных объектов представляет большой научный и практический интерес.

Цель данной работы – изучить таксономический состав и количественные показатели весеннего фитопланктона в водно-болотном комплексе.

Пробы отобраны в последнюю декаду мая 2018 г. на 5 станциях в заросших (с погруженной водной растительностью) и открытых (без нее) биотопах: ст. 4 – центральная акватория открытого участка; ст. 5 – открытый участок у берега; ст. 6 – открытый участок рядом с гнездовьем чаек; ст. 9 – заросший биотоп с растительной ассоциацией *Lemneta minori* состоящая из ряски малой (*Lemna minor* L.), ряски трехдольной (*L. trisulca* L.) и роголистника темно-зеленого (*Cratophyllum demersum* L.), встречаются энтероморфа кишечнообразная (*Enteromorpha intestinalis* (L.) Link.) и кладофора скученная (*Cladophora glomerata* (L.) Kütz.); ст. 10 – заросший биотоп с кладофорой скученной (*C. glomerata*), разросшейся в водной толще в виде рыхлых нитей, встречаются ряска трехдольная и малая (*L. minor* и *L. trisulca*), энтероморфа кишечнообразная (*E. intestinalis*). На ст. 9 проективное покрытие в водной толще достигает 15-20%, покрытие водной поверхности – 100%, на ст. 10 – проективное покрытие в водной толще – 10-15%, покрытие водной поверхности – 0%.

Для определения фитопланктона, пробы, объемом 500 мл, фиксировались раствором Люголя и концентрировались фильтрацией через мембранные фильтры марки «Владипор» №10 (с диаметром пор около 1 мкм) с применением вакуумного насоса. Определение, подсчет и измерение водорослей проводили в камере Горяева (объем 0,9 мкл) в трех повторностях. Биомассу фитопланктона вычисляли счетно-объемным методом (Методика изучения..., 1975). При определении видового состава фитопланктона использованы определители серий «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951–1982 гг.), «Süßwasserflora von Mitteleuropa» (1983–2005 гг.) и др.

Описание гидрофитов проводили по общепринятой методике геоботанических исследований (Папченков, 2001). Растительные сообщества выделены в соответствии с системой, приведенной В.Г. Папченковым (2003). Номенклатура видов сосудистых растений и макрофитных водорослей дана по: М.М. Голлербаху с соавторами (Виноградова, 1980; Мошкова, 1986), сводке С.К. Черепанова (1995).

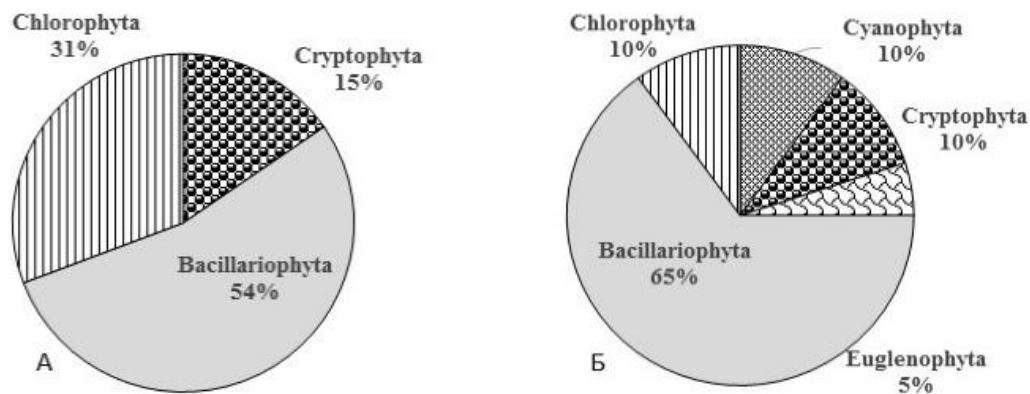


Рис. Состав водорослей фитопланктона открытого (А) и заросшего (Б) биотопов водно-болотного комплекса

Весной водно-болотный комплекс представлен открытыми биотопами. В конце весны (последняя декада мая) отмечается зарастание водоема гидрофитами, в среднем на 20–30%. Водная растительность представлена погруженными видами (*L. trisulca*, *Cr. demersum*, *E. intestinalis*, *Cl. glomerata*) и свободно-плавающей ряской малой (*L. minor*).

Видовой состав фитопланктона водно-болотного комплекса небогат. Обнаружено 27 видов из 5 отделов (рис.). По видовому богатству лидируют Bacillariophyta с преобладанием кл. Pennatorphyseae (16 видов), менее разнообразны зеленые (5), криптофитовые (3), синезеленые (2) и эвгленовые (1). Видовое разнообразие в заросших биотопах выше, чем в открытых (20 видов против 13).

В фитопланктоне преобладают планктонные (36%) и бентосные виды (32%), встречающиеся в двух типах биотопах (табл.). В заросших биотопах отмечены три литоральных вида – *Lyngbya aerugineo-coerulea* (синезеленые), *Cryptomonas erosa* (криптофитовые) и *Lepocinclis ovum* var. *palatina* (эвгленовые); три вида обрастатели – *Achnanthes minutissima*, *Epithemia adnata*, *Rhoicosphenia abbreviata* (диатомовые). В открытом биотопе у берега (ст. 5) встречены два эпибионтных вида – *Ankyra ocellata* и *Korschikoffiella limnetica* (зеленые).

По географическому распространению все встреченные виды являются космополитами. По отношению к количеству растворенных солей большинство видов, имеющих индикаторную значимость, являются пресноводными (встречено 19 видов индифферентов, 1 олигогалоб). Встречено 5 видов галофилов (предпочитающих условия повышенной минерализации) – *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis*, *Navicula cryptocephala* var. *veneta*, *Cocconeis placentula*, *Rhoicosphenia abbreviata*. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще состав водорослей-индикаторов водно-болотного комплекса на 45% образован β -мезосапробными, α - и o - β -мезосапробными формами (по 20%).

Значения количественных показателей фитопланктона относительно невысокие. Численность составила 0,735 млн кл/л; биомасса – 0,28 мг/л, что соответствует олиготрофии. Общие количественные показатели фитопланктона в зарослях выше, чем на открытых участках: общая численность превышает в 3,6 раз (1,15 против 0,32 млн кл/л), биомасса – в 6,1 раз (0,49 против 0,08 мг/л).

Таким образом, в фитопланктоне водно-болотного комплекса в период исследования встречено 27 видов и внутривидовых таксонов водорослей из 5 отделов, с преобладанием диатомовых водорослей. Значения количественных и качественных характеристик альгофлоры в заросших биотопах выше, чем в открытых: увеличивается видовое разнообразие (20 видов против 13), состав водорослей (5 отделов против 3),

численность (1,15 против 0,32 млн кл./л) и биомасса (0,49 против 0,08 мг/л). В заросших биотопах преимущественно развиваются бентосные, литоральные виды и обрастатели, в открытых – планктонные и эпибионтные виды.

Таблица. Таксономический состав весеннего фитопланктона водно-болотного комплекса и его встречаемость по станциям

Эко. – приуроченность к местообитанию: Р – планктонный, В – бентосный, L – литоральный, О – обитатель обрастаний, Ер – эпибионтный; Гал. – галобность: i – индифферент, hl – галофил, oh – олигогалоб; Сап. – сапробность: o-β – o-β-мезосапроб, o-α – o-α-мезосапроб, β – β-мезосапроб, β-α – β-α-мезосапроб, α – α-мезосапроб; Г. – географическая приуроченность: k – космополит

Названия таксонов	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 9	Ст. 10	Эко.	Гал.	Сап.	Г.
Отдел Cyanophyta									
<i>Lyngbya aerugineo-coerulea</i> (Kütz.) Gom.					+	L	i		k
<i>Anabaena circinalis</i> (Kütz.) Hansg.				+		P	i	o-β	k
Отдел Bacillariophyta									
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.				+		O	i	o-β	k
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim.					+	p	i	β	k
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+					O, B	hl	β-o	k
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.					+	P, B	hl		k
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb		+	+	+	+	O	i	β	k
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt			+			P	hl	o-β	k
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.		+		+		B	i	β	k
<i>G. olivaceum</i> (Horn.) Bréb					+	B	i	β	k
<i>G. truncatum</i> Ehr.				+				β-α	
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kütz.) Grun					+	B	hl		k
<i>N. radiosa</i> Kütz.		+		+		B	i	β	k
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.			+			P	i	α	k
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	+	+	+	+	+	B, L	i	α	k
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bert.				+	+	O	hl		k
<i>Surirella angustata</i> Kütz.					+	B	i	β	k
<i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kütz.) Hust.					+	B	i	o-α	k
Отдел Cryptophyta									
<i>Chroomonas breviciliata</i> Nyg.	+	+	+	+	+				
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.					+	L	i	α	k
<i>C. ovata</i> Ehr.		+				P	i	α	k
Отдел Euglenophyta									
<i>Lepocinclis ovum</i> var. <i>palatina</i> Lemm.				+		L	i	α-β	k
Отдел Chlorophyta									
<i>Ankyra judayi</i> (G.M.S.) Fott		+		+		P	i	β	k
<i>An. ocellata</i> (Korsch.) Fott		+				Ep	oh		k
<i>Korschikoffiella limnetica</i> (Lemm.) Silva		+				Ep	i		k
<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerh.					+	P	i	β	k
<i>Chlamydomonas proboscigera</i> var. <i>minor</i> (Korsch.) Pasch.		+				P		β	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. Определитель пресноводный водорослей СССР. 13. Зеленые, красные и бурые водоросли. Л.: Наука, 1980. 248 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Определитель пресноводный водорослей СССР. Вып. 10 (1). Зеленые водоросли. Класс улотриксые (1). Л.: Наука, 1986. 360 с.

Папченков В.Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности. // Гидро-

ботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике (пос. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 126-131.

Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: МУ-БиНТ, 2001. 214 с.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Экология города Казани. Казань: Изд-во «Фэн», 2005. 576 с.

Э.В. АБРОСИМОВА, Л.В. ГОЛОВАТЮК

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**МАКРОЗООБЕНТОС РОДНИКОВ ВЫСОКОГО ЗАВОЛЖЬЯ
(САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Родники являются уникальными естественными водоёмами. Они, как правило, населены специфической фауной и своеобразны в отношении условий обитания гидробионтов, обитающих при низких температурах (Паньков и др., 2008). Родники представляют интерес как убежище редких и эндемичных видов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отбор образцов макрозообентоса в родниках Самарской области осуществлялся на 9 родниках бассейна р. Сок [на склонах притоков рр. Байтуган, Камышла, Сосновка, Кондурча] (рис.). Обозначения родников соответствуют обозначениям, приведенным в монографии «Родники Самарской области» (2002).

Количественные пробы макрозообентоса отбирали с помощью штангового дночерпателя Экмана-Берджи с площадью захвата 1/400 м². Для определения численности животных на каменистых грунтах проводили количественные смывы с камней с последующим измерением площади их проекции и пересчетом плотности организмов на 1м². Образцы грунта промывали через капроновый газ № 23 с последующей фиксацией 4-% р-ром формальдегида и дальнейшей разборкой под бинокулярным микроскопом. Моллюсков фиксировали отдельно от других групп животных 70° спиртом. Камеральную обработку материала проводили общепринятыми гидробиологическими методами (Методика изучения..., 1975; Методические рекомендации..., 1983).

Район расположен в северо-восточной части Самарской области, в пределах Высокого Заволжья. Перепад высот поверхности региона довольно значительный, долины рек глубокие. В районе широко развита овражно-балочная сеть.

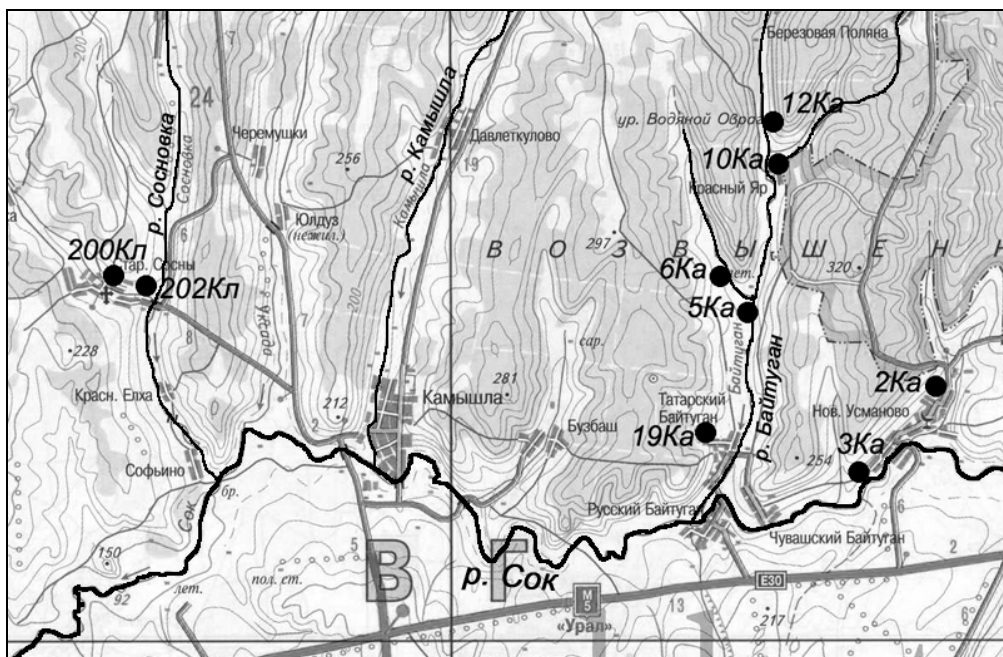


Рис. Район исследований с указанием точек отбора проб

В связи с высокой расчлененностью рельефа и особенностями гидрогеологических условий (частая смена водоносных и водоупорных пород), на территории района широко распространены выходы подземных вод на поверхность земли (особенно в долинах рек Камышла и Байтуган, преимущественно в их устьевых участках). Расположены родники в основном на коренных склонах долин рек, в подножии склонов, в овражках, промоинах, прорезающих склоны долин.

По качеству преобладают воды пресные, пригодные для питьевых целей, с общей минерализацией 0,3–1,0 г/дм³ и общей жесткостью 4,9–10 моль/м³ (Родники..., 2002). Температура воды в исследуемых родниках 6,9–9 °С. Активная реакция воды родников «нейтральная», «слабощелочная» или «щелочная», кислородные условия благоприятны для гидробионтов (4,83–9,7–182 мг/л).

Концентрации биогенных элементов и органических веществ очень низкие, не превышают нормативных требований, установленных для питьевой воды (табл. 1).

Таблица 1. Концентрации биогенных и органических веществ в воде родников Самарской области

Родник	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	P _{мин.}	БПК ₅	БПК _п	ПО	ХПК
2 Ка	<0,01	1,4	<0,05	1,3	0,98	1,4	2,1	9
3 Ка	<0,01	2,2	0,16	0,9	0,82	1,3	4,0	9
5 Ка	<0,01	1,3	<0,05	1,7	0,82	1,4	2,4	9
6 Ка	<0,01	1,4	<0,05	1,0	0,91	1,4	1,2	9
10 Ка	<0,01	3	<0,05	2,1	0,84	1,2	1,3	8
12 Ка	<0,01	2,5	0,15	0,9	0,75	1,0	0,9	8
19 Ка	<0,01	9,6	1,3	2,0	0,68	1,0	0,7	8
200 Кл	<0,01	6	<0,05	1,5	0,63	0,9	0,7	7
202 Кл	<0,01	19	<0,05	3,2	0,56	0,8	0,7	7

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фауна макрозообентоса родников представлена 76 видами беспозвоночных. Наибольшего фаунистического разнообразия достигают личинки амфибиотических насекомых: двукрылые (49 видов), ручейники (5 видов), веснянки (5 видов), поденки (1 вид), жуки (1 вид) и клопы (1 вид). Из других групп донных животных отмечено 6 видов моллюсков, 3 – малощетинковых червей и один вид водяных клещей. Отряд двукрылых насекомых характеризуется преобладанием видов из сем. Chironomidae – 37 видов. Особенностью фауны родников является значительная представленность в ней реофильных стенотермных представителей подсем. Orthocladiinae, Diamesinae и Prodiamesinae, составляющих 87% от состава хирономидофауны.

Донные сообщества родников отличаются разнообразием видов веснянок из сем. Nemouridae. На гравийном грунте с примесью ила многочисленны веснянки *Amphinemura standfussi* и *Amphinemura sulcicollis*. Каменистые субстраты заселены личинками веснянок *Nemurella pictetii* и олигосапробами *Nemoura cinerea*.

Личинки ручейников принадлежат семействам Rhyacophilidae и Limnephilidae. Среди камней обычны *Rhyacophila nubila*, *Rhyacophila* sp., *Hyporhyacophila* sp., на илистом грунте обитают личинки *Limnephilus stigma* и *Apatania zonella*.

Личинки поденок представлены единственным реофильным видом *Baetis rhodani* из сем. Baetidae, обитающим на камнях и гравии.

Наиболее часто встречаемыми являются личинки двукрылых насекомых *Dicranota bimaculata* (частота встречаемости 50%) и *Eukiefferiella* gr. *gracei* (44%), а также веснянки *Amphinemura standfussi* (31%) и *Nemurella pictetii* (31%).

Зарегистрированы редкие на территории Самарской области виды *Brillia modesta*, *Cricotopus pirifer*, *Corynoneura lacustris*, *Corynoneura coronata*, *Eukiefferiella* gr. *coerulescens*, *Rheocricotopus effusus*, *Rheocricotopus fuscipes*. Вид *Macropelopia nebulosa* впервые указывается для водотоков и водоемов Самарской области. Количество видов макрозообентоса в различных родниках колеблется от 4 до 36.

Количественные показатели изменяются в широких пределах: численность – от 40 экз./м² (родник 19 Ка) до 20000 экз./м² (родник 202 Кл), биомасса – от 0,1 г/м² (родник 19 Ка) до 6.14 г/м² (родник 202 Кл). По численности преобладают личинки хирономид, составляющие 86.5% от суммарной численности гидробионтов. Основу биомассы обеспечивают также личинки хирономид и прочих двукрылых.

Таким образом, в экологическом отношении фауна родников представлена преимущественно стенотермными и оксифильными видами беспозвоночных, обитающих при стабильно низкой температуре воды и высокой концентрации кислорода. Уникальность фауны родников обусловлена развитием видов, относящихся к редким на территории Самарской области (Зинченко, 2011). С точки зрения сохранения биоразнообразия родники представляют значительный интерес как убежища редких и эндемичных видов, рефугиумы уникальной фауны.

Таблица 2. Таксономический состав и распределение макрозообентоса в родниках Самарской области

1	Родники							
	2Ка	3Ка	5Ка	6Ка	10Ка	12Ка	200Кл	202Кл
2	3	4	5	6	7	8	9	
Mollusca								
Gastrophoda								
<i>Lymnaea fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	+							
<i>L. stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+							
<i>Marstoniopsis steini</i> (Martens, 1858)						+		
<i>Valvata cristata</i> Müller, 1774	+							
<i>Valvata spirobris</i> Draparnaud, 1805	+							
Bivalvia (Lamellibranchia)								
<i>Pisidium inflatum</i> (Muehlfeld in Porro, 1838)	+							
Oligochaeta				+		+	+	+
<i>Enchytraeus</i> sp.		+						
<i>Potamothrix</i> sp.		+						
Hydrachnidia	+			+				
Insecta								
Ephemeroptera	+							
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1945)			+	+	+			
Plecoptera						+		
<i>Amphinemura</i> sp.				+		+		
<i>Amphinemura standfussi</i> Ris, 1902				+	+		+	
<i>Amphinemura sulcicollis</i> Stephens, 1835	+							
<i>Nemoura cinerea</i> Retzius, 1783	+		+	+		+		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Nemurella pictetii</i> Klapalek, 1990				+	+	+		
Hemiptera								
<i>Cymatia bonsdorffii</i> (C. Sahlberg, 1819)				+				
Coleoptera	+	+		+				
Trichoptera						+		
<i>Apatania zonella</i> (Zetterstedt, 1840)	+							
<i>Hyporhyacophila</i> sp.	+							
<i>Limnephilus stigma</i> Curtis, 1834	+							
<i>Rhyacophila nubila</i> Zetterstedt, 1840	+							
<i>Rhyacophila</i> sp.	+				+			
Diptera		+						
Limoniidae								
<i>Elocophila</i> sp.	+							
<i>Neolimnomyia nemoralis</i> (Meigen, 1818)		+						
<i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel, 1829)	+	+	+	+		+	+	+
Psychodidae				+	+			
Tipulidae								
<i>Tipula</i> sp.		+						
Stratiomyidae								
<i>Odontomyia tigrina</i> (Fabricius, 1775)		+						
<i>Odontomyia</i> sp.	+							
Muscidae								
<i>Lispe</i> sp.				+				
Simuliidae	+							
<i>Simulium</i> sp.		+		+				
Ceratopogonidae	+							
<i>Palpomyia</i> sp.					+			
Chironomidae								
<i>Acricotopus</i> sp.	+							
<i>Brillia modesta</i> (Meigen, 1830)	+	+				+		
<i>Chaetocladius</i> sp.				+				+
<i>Corynoneura coronata</i> Edwards, 1924		+						
<i>Corynoneura lacustris</i> Edwards, 1924				+				
<i>Corynoneura scutellata</i> Winnertz, 1846	+			+				
<i>Cricotopus bicinctus</i> (Meigen, 1818)						+		
<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i>	+							
<i>Cricotopus pirifer</i> Hirvenoja, 1973	+							

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Diamesa</i> sp.			+	+				+
<i>Eukiefferiella claripennis</i> (Lundbeck, 1898)			+					
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>claripennis</i>						+		
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>coerulescens</i>	+							
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>gracei</i>	+		+	+		+		
<i>Eukiefferiella</i> sp.						+		
<i>Glyptotendipes</i> sp.						+		
<i>Heterotrissocladius</i> sp.				+				
<i>Macropelopia nebulosa</i> (Meigen, 1804)							+	
<i>Micropsectra</i> gr. <i>praecox</i>		+				+		
<i>Micropsectra</i> sp.	+							
<i>Odontomesa fulva</i> (Kieffer, 1919)	+							
<i>Orthocladius oblidens</i> (Walker, 1856)	+		+		+	+	+	+
<i>Orthocladius thienemanni</i> Kieffer, 1906				+				
<i>Orthocladius</i> sp.	+			+		+	+	
<i>Paralimnophyes hydrophilus</i> (Goetghebuer, 1921)						+		
<i>Potthastia</i> sp.								+
<i>Procladius choreus</i> Meigen, 1804		+						
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818)	+	+					+	+
<i>Pseudodiamesa</i> gr. <i>nivosa</i>								+
<i>Rheocricotopus effuses</i> (Walker, 1956)	+	+						
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> (Kieffer, 1909)	+							
<i>Tanytarsus</i> sp.						+	+	+
<i>Thienemanniella</i> sp.				+				
<i>Thienemanniella</i> gr. <i>clavicornis</i>	+	+						
<i>Thienemanniella</i> sp.	+							
Всего	36	16	7	22	7	19	8	9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зинченко Т.Д. Эколого-фаунистическая характеристика хирономид (Diptera, Chironomidae) малых рек бассейна средней и нижней Волги (Атлас). Тольятти: Кассандра, 2011. 258 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Науч. ред.

Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. Л. : ГосНИОРХ, 1984. 51 с.

Паньков Н.Н., Крашенинников А.Б., Старова О.С., Панькова Н.В. Фауна родников Урала и Предуралья (Пермское Прикамье) // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Пермь. 2008. С. 146-151.

Родники Самарской области. Самара: Растр, 2002. 532 с.

Л.А. АРЕПЬЕВА

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

**ФИТОЦЕНОЗЫ КЛАССА *DIGITARIO SANGUINALIS*–
ERAGROSTIETEA MINORIS MUCINA, LOSOSOVÁ ET ŠILC
IN MUCINA ET AL. 2016 В ГОРОДАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В работе приводятся результаты исследования сообществ антропогенной растительности класса *Digitario sanguinalis–Eragrostietea minoris* Mucina, Lososová et Šilc in Mucina et al. 2016, выявленных в городах Курской области.

В основу работы положено 46 геоботанических описаний, выполненных автором в 2003–2018 гг на территории г. Курска и районных центров Курской области (Железногорск, Рыльск, Льгов, Пристен, Коньшевка, Поньри). Курская область расположена в Центрально-Чернозёмном регионе между 50°54' и 52°26' с.ш. и 34°05' и 38°31' в.д. Её площадь составляет 29,8 тыс. кв. км. Высота поверхности над уровнем моря в среднем равна 175–225 м. Средняя годовая температура воздуха 5,9–7,1 °С. Среднее годовое количество осадков 475–640 мм. Зональные почвы – черноземы и темно-серые лесные, зональная растительность – широколиственные леса, луговые степи.

Обработка геоботанического материала проведена в соответствии с принципами эколого-флористической классификации (Braun-Blanquet, 1964) с применением программы IBIS 7.2. (Зверев, 2007). Названия высших синтаксонов приводятся по «Vegetation of Europe...» (Mucina et al., 2016). Постоянство видов в сообществах оценивалось по пятибалльной шкале: I — 1–20%; II — 21–40%; III — 41–60%; IV — 61–80%; V — 81–100%. Дифференцирующая таблица дана в сокращенном виде, в неё включены только виды с постоянством выше I. Названия видов даны по С.К. Черепанову (1995).

Продромус синтаксонов:

Класс *Digitario sanguinalis–Eragrostietea minoris* Mucina, Lososová et Šilc in Mucina et al. 2016

Порядок *Eragrostietalia* J. Tx. ex Poli 1966

Союз *Salsolion ruthenicae* Philippi ex Oberdorfer 198

Асс. *Eragrostio–Amaranthetum albi* Morariu 1943

Асс. *Eragrostietum albensis* ass. nov. prov.

Союз *Spergulo arvensis–Erodion cicutariae* J. Tx. in Passarge 1964

Асс. *Echinochloo–Setarietum* Krus. et Vlieg. (1939) 1940

Асс. *Setarietum verticillatae* Méndez 1984

Таблица. Дифференциация синтаксонов класса *Digitario sanguinalis–Eragrostietea minoris*

*Синтаксоны: 1 – асс. *Eragrostio–Amaranthetum albi*, 2 – асс. *Eragrostietum albensis*, 3 – асс. *Echinochloo–Setarietum*, 4 – асс. *Setarietum verticillatae*

Синтаксоны	1*	2	3	4
Число описаний	19	6	11	10
Число видов	89	60	86	60
Диагностические виды (Д, в.) синтаксонов				
<i>Eragrostis minor</i>	V	IV	I	II
<i>Polygonum aviculare</i>	III	V	IV	II
<i>Amaranthus albus</i>	III	.	I	.
<i>Eragrostis pilosa</i>	I	V	.	.
<i>Setaria pumila</i>	II	III	V	I
<i>Setaria viridis</i>	III	I	III	I

Окончание таблицы 2

<i>Echinochloa crusgalli</i>	II	IV	III	I
<i>Setaria verticillata</i>	.	.	.	V
Д. в. союза <i>Salsolion ruthenicae</i>				
<i>Conyza canadensis</i>	IV	IV	III	II
<i>Lepidium densiflorum</i>	II	.	II	.
<i>Salsola australis</i>	II	.	.	.
Д. в. союза <i>Spergulo arvensis-Erodion cicutariae</i>				
<i>Amaranthus retroflexus</i>	III	III	III	IV
<i>Sonchus oleraceus</i>	II	II	II	III
<i>Galinsoga parviflora</i>	I	I	II	II
<i>Persicaria maculata</i>	.	I	II	I
<i>Fallopia convolvulus</i>	.	.	II	.
Д. в. порядка <i>Eragrostietalia</i> и класса <i>Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris</i>				
<i>Portulaca oleracea</i>	II	I	.	I
<i>Anisantha tectorum</i>	II	.	.	.
Д. в. класса <i>Sisymbrietea</i>				
<i>Chenopodium album</i>	III	III	V	IV
<i>Lactuca serriola</i>	II	I	I	III
<i>Cirsium arvense</i>	I	I	II	I
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	I	I	II	I
<i>Atriplex tatarica</i>	II	I	I	I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	II	II	II	I
<i>Convolvulus arvensis</i>	II	II	III	.
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i>	II	.	I	I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	II	.	.	.
<i>Lactuca tatarica</i>	II	.	.	.
<i>Brassica campestris</i>	.	.	II	.
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	.	.	II	.
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>				
<i>Artemisia vulgaris</i>	II	III	II	II
<i>Cichorium intybus</i>	I	III	II	I
<i>Elytrigia repens</i>	II	I	III	II
<i>Artemisia absinthium</i>	II	II	I	.
<i>Linaria vulgaris</i>	II	I	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	I	II	.	.
<i>Echium vulgare</i>	II	.	I	.
<i>Poa compressa</i>	I	.	II	.
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Taraxacum officinale</i>	III	II	V	III
<i>Achillea millefolium</i>	III	II	III	I
<i>Amoria repens</i>	.	.	II	.
Прочие виды				
<i>Chenopodium rubrum</i>	II	II	I	I
<i>Phalacrogloma annuum</i>	I	I	II	II
<i>Medicago lupulina</i>	I	II	I	I
<i>Plantago major</i>	.	IV	III	I
<i>Acer negundo</i>	II	I	.	I
<i>Medicago falcata</i>	II	.	II	.
<i>Ballota nigra</i>	.	.	I	II
<i>Chelidonium majus</i>	.	.	.	II

Ниже приводится характеристика выявленных синтаксонов.

Класс *Digitario sanguinalis–Eragrostietea minoris* является новым классом антропогенной растительности, объединяющим термофитные сообщества однолетников в южной неморальной, средиземноморской, степной и полупустынной зонах Европы (Mucina et al., 2016).

Д. в. класса: *Amaranthus albus*, *Anisantha sterilis*, *A. tectorum*, *Bromus squarrosus*, *Conyza canadensis*, *Corispermum hyssopifolium*, *Digitaria ischaemum*, *D. sanguinalis*, *Echinochloa crusgalli*, *Eragrostis minor*, *Eragrostis pilosa* agg., *Lepidium densiflorum*, *Panicum miliaceum*, *Plantago arenaria*, *Polygonum aviculare* agg., *Portulaca oleracea*, *Salsola australis*, *Senecio vernalis*, *S. viscosus*, *Setaria pumila*, *S. pycnocomma*, *S. verticillata*, *S. viridis*, *S. weinmannii*.

В Курской обл. класс представлен порядком *Eragrostietalia* – сообщества малолетников на сухих и теплых песчаных или других дренированных почвах.

Д. в. порядка = Д. в. класса.

Согласно последнему обзору растительности Европы (Mucina et al., 2016) данный порядок имеет сложную структуру союзов, которые разделены на 3 группы, объединяющие сегетальную растительность умеренной зоны, сегетальную растительность Средиземноморья и рудеральную растительность. Исследуемые фитоценозы относятся к двум союзам.

Союз *Salsolion ruthenicae* объединяет рудеральные сообщества на нарушенных щебнистых и песчаных почвах и субстратах.

Д. в. союза: *Amaranthus albus*, *Anthemis ruthenica*, *Bromus japonicus*, *B. squarrosus*, *Conyza canadensis*, *Lepidium densiflorum*, *Plantago arenaria*, *Salsola australis*, *Senecio viscosus*.

Асс. *Eragrostio–Amaranthesium albi* Morariu 1943.

Д. в.: *Eragrostis minor*, *Amaranthus albus*, *Polygonum aviculare* agg.

Сообщества ассоциации, как правило, низкорослые (средняя высота 19 см) с невысоким проективным покрытием (в среднем 74%) . Среднее число видов на описание – 16. В травостое преобладают виды диагностической группы, с меньшим обилием встречаются *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Conyza canadensis*, *Lactuca serriola*, *Anisantha tectorum*, *Lepidium densiflorum*, *Portulaca oleracea*, *Setaria viridis*, *S. pumila*.

В нашем регионе данная ассоциация выявлена на техногенных участках с песчаными и щебнистыми субстратами, что по экологическим факторам соответствует фитоценозам союза *Salsolion ruthenicae*, диагностические виды которого присутствуют в сообществах (*Bromus squarrosus*, *Lepidium densiflorum*, *Salsola australis* и др.). Ассоциация встречается на железнодорожных насыпях, трамвайных путях, стройплощадках, недавно образованных пустырях (Арепьева, 2015, 2017).

Асс. *Eragrostietum albensis* ass. nov. prov.

Д. в.: *Eragrostis albensis*.

В сообществах доминирует *Eragrostis albensis*. До ревизии полевицек, предпринятой А.П. Серёгиным (2012), этот вид, а также *E. amurensis*, были известны как *E. pilosa* (настоящая *E. pilosa* с типом из Средиземноморья распространена в России лишь на крайнем юге европейской части). В Курской области, по данным А.В. Полуянова (2005), *Eragrostis pilosa* была отмечена в Курском и Солнцевском районах и собиралась только на вторичных местообитаниях – по железнодорожным насыпям, обочинам дорог, в карьерах, у бордюров тротуаров. Впервые для Курской области *E. albensis* приводится в 2014 г. (Арепьева, 2014).

Сообщества описанной ассоциации характеризуются слабым проективным покрытием, которое в среднем составляет 47%. Средняя высота травостоя 23 см. Число видов в описании – от 9 до 27 (среднее – 17). В ценофлоре преобладают виды классов *Digitario sanguinalis–Eragrostietea minoris* (*Echinochloa crusgalli*, *Eragrostis minor*,

Conyza canadensis, *Setaria pumila*) и *Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975 (*Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Sonchus oleraceus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*). Данные фитоценозы распространены на песчаном сухом субстрате по обочинам дорог, на пустырях. Ранее описания данной ассоциации, выполненные на территории г. Курска, мы рассматривали как дериватное сообщество *Eragrostis albensis* [*Eragrostietalia*] (Арепьева, 2015).

Союз *Spergulo arvensis-Erodion cicutariae* объединяет сорно-полевые сообщества, распространённые на песчаных и песчано-суглинистых почвах. На урбанизированных территориях сообщества союза представлены в основном в посёлковой зоне, на окраине, где распространены на огородах, залежах. В центральной части их можно встретить на заброшенных клумбах, стройплощадках со свежим перемещением почвы, вдоль недавно построенных дорог, зданий и т.д.

Д. в. союза: *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crusgalli*, *Erodium cicutarium*, *Fallopia convolvulus*, *Galinsoga parviflora*, *G. ciliata*, *Panicum miliaceum*, *Persicaria lapathifolia*, *P. maculata*, *Solanum nigrum*, *Setaria pumila*, *S. viridis*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*.

Акц. *Setario pumilae-Echinochloëtum cruris-galli* Felföldy 1942 corr. Mucina in Mucina et al. 1993.

Д. в.: *Echinochloa crusgalli*, *Setaria pumila*, *S. viridis*.

Это низкорослые сообщества (средняя высота 30 см) с невысоким проективным покрытием (среднее – 43%) травостоя, в котором преобладают виды диагностической группы. С высоким постоянством присутствуют *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale*, *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*. Количество видов в описаниях 11–31 (в среднем 19 видов). Сообщества ассоциации встречаются на заброшенных клумбах и газонах, обочинах автомобильных дорог, стройплощадках на хорошо прогреваемых участках с сухими почвами и субстратами.

Акц. *Setarietum verticillatae* Méndez 1984

Д. в.: *Setaria verticillata*.

Setaria verticillata – средиземноморский вид, являющийся сорным в степной зоне Средней России, спорадически заносимый в северные районы (Алексеев, 2014). До 2005 г. этот вид в Курской области рассматривался как эфемерофит, т.к. встречался редко и был известен из нескольких пунктов (Полуянов, 2005). При геоботаническом обследовании урбоэкотопов Курской области выявлено, что данный вид довольно широко распространился и в местах обнаружения нередко встречается массово. В настоящее время он относится к видам, повысившим свою степень натурализации с эфемерофита до эпекофита (Скляр, 2015). Установлено, что в соседней Воронежской области *Setaria verticillata* стал часто встречаться на антропогенных экотопах в конце XX в. (Барабаш, Камаева, 2009). Его основные местообитания – населённые пункты и огороды, у дорог он представлен реже (Григорьевская и др., 2004).

В сообществах ассоциации наряду с доминантом *Setaria verticillata*, иногда обильно встречаются виды союза *Spergulo arvensis-Erodion cicutariae*: *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crusgalli*, *Galinsoga parviflora*. Проективное покрытие травостоя изменяется от 50 до 95%, высота в среднем 50 см. Среднее число видов в описаниях – 13 видов. Сообщества выявлены на рудерализованных газонах, вдоль тротуаров, на заброшенных клумбах, около построек. Они приурочены к суховатым почвам и субстратам различного гранулометрического состава, часто богатым минеральным азотом.

В настоящее время на урбанизированных территориях Курской области класс *Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris* представлен 1 порядком, 2 союзами и 4 ассоциациями. В дальнейшем могут быть выявлены новые ассоциации или сообщества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев Ю.Е. Gramineae Juss. [Poaceae (R. Вг.) Vamh.] – Злаки // Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 2014. С. 509-568.
- Арепьева Л.А. Флористические находки в г. Курске // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2014. Т. 101, вып. 3. С. 71.
- Арепьева Л.А. Синантропная растительность города Курска. Курск, 2015. 203 с.
- Арепьева Л.А. Растительность железнодорожных насыпей Курской области // Растительность России. 2017. № 30. С. 3-28.
- Барабаш Г.И., Камаева Г.М. Особенности флоры избранных антропогенных экотопов Воронежской области // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана: материалы Международ. науч. конф. Брянск: Ладомир, 2009. С. 31-32.
- Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. 320 с.
- Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
- Полуянов А.В. Флора Курской области. Курск: Курский гос. ун-т, 2005. 264 с.
- Серёгин А.П. Флористические заметки по некоторым видам *Eragrostis* (*Gramineae*) в России // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2012. Т. 117. Вып. 6. С. 73-75.
- Скляр Е.А. Современные тенденции формирования адвентивной фракции флоры города Курска // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Естеств. науки. 2015. № 21 (218). Вып. 33. С. 31-37.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. 3. Anfl. Wien, N.-J., 1964. 865 s. DOI: 10.1007/978-3-7091-8110-2
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J. -P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos-Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Ya.P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. 19. Suppl. 1. P. 3-264. DOI: 10.1111/avsc.12257

М.А. АРИСТОВА, А.В. ИВАНОВА, Н.В. КОСТИНА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия




ОПЫТ АНАЛИЗА ТАКСОНОМИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ФЛОР ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТИ САМАРО-УЛЬЯНОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

В подавляющем большинстве случаев таксономический анализ флоры является важнейшей частью общего анализа флоры и подразумевает рассмотрение целого ряда показателей. Особое значение систематическим признакам при изучении и сравнении флор придавал А.И. Толмачев (Толмачев, 1974). Он же предлагал уделять особое внимание головной части таксономического спектра, представляющего собой «лицо» флоры, которое выявляется при анализе 10–15 крупнейших семейств (или родов) (Толмачев, 1974; Шмидт, 1980).




Первые два места чаще всего занимают семейства *Asteraceae* и *Poaceae*. По семейству, находящемуся на третьем месте в семейственном спектре, А.П. Хохряков предлагал выделять типы флоры. Территории, в пределах которых выделяется тот или иной тип флоры, в его работах обозначены как «зоны» флоры (Хохряков, 2000). Констатируется также наличие таких зон на территории Палеарктики, при этом отмечается, что они «не имеют четко выраженных границ, которые могли бы быть однозначно сопоставлены с границами выделов какой-либо из систем флористического или ботанико-географического районирования» (Хохряков, 2000). Ссылаясь на работу Л.И. Малышева (Малышев, 1972), Хохряков относит внearктическую Восточную Европу к «зоне бобовых» (*Fabaceae*-зоне), внутри которой возможно наличие региональных и локальных флор *Superaceae*-типа и *Rosaceae*-типа.

В пределах Самаро-Ульяновского Поволжья согласно районированию А.В. Ступишина (Физико-географическое..., 1964) выделяется две природные зоны: лесостепная и степная, четыре провинции и 15 физико-географических районов (рис. 1). Каждый из районов характеризуется своими особенностями рельефа, геологического строения, почв, растительности и местных климатических условий.


Условные обозначения

-  Граница физико-географических зон
-  Граница физико-географических провинций
-  Граница физико-географических районов

Лесостепная зона

-  Лесостепная провинция Приволжской возвышенности
-  Лесостепная провинция Низменного Заволжья
-  Лесостепная провинция Высокого Заволжья

Степная зона

-  Степная провинция Низменного и Сытового Заволжья

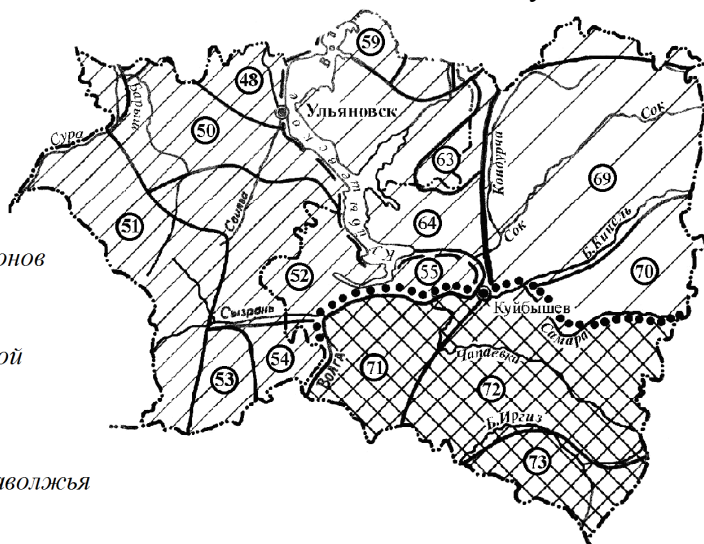


Рис. Физико-географические районы Самаро-Ульяновского Поволжья
(по: Физико-географическое..., 1964)

Таблица. Головные части семейственных и родовых спектров некоторых физико-географических районов Самаро-Ульяновского Поволжья

№ п/п	Жигулевский (55)		Свияго-Усинский (52)		Сокский (69)	
	сем.	родовой	сем.	родовой	сем.	родовой
1	Ast 15,4	<i>Carex</i> 3,2	Ast 14,3	<i>Carex</i> 2,9	Ast 15,8	<i>Carex</i> 2,6
2	Poa 9,6	<i>Galium</i> 1,5	Poa 9,6	<i>Galium</i> 1,8	Poa 9,1	<i>Galium</i> 2,0
3	Ros 6,1	<i>Viola</i> 1,3	Fab 6,5 Ros 6,5	<i>Astragalus</i> 1,5 <i>Viola</i> 1,5	Fab 6,6	<i>Potentilla</i> 1,9
4	Bras 4,7	<i>Potentilla</i> 1,2 <i>Artemisia</i> 1,2 <i>Salix</i> 1,2			Bras 4,4	Ros 5,8
5	Car 4,5		Car 3,9	<i>Viola</i> 1,4		
6	Fab 4,5		Car 4,3	<i>Artemisia</i> 1,4		
7	Cyp 4,4	<i>Centaurea</i> 1,1 <i>Ranunculus</i> 1,1 <i>Taraxacum</i> 1,1 <i>Potamogeton</i> 1,1	Lam 4,0	<i>Artemisia</i> 1,3	Cyp 3,8	<i>Salix</i> 1,3
8	Lam 3,6		Cyp 3,8	<i>Campanula</i> 1,2	Lam 3,8	<i>Veronica</i> 1,2
9	Scr 3,5		Scr 3,6		<i>Vicia</i> 1,2	Scr 3,5
10	Ran 3,2		Api 3,3	<i>Alchemilla</i> 1,0	Api 3,3	<i>Euphorbia</i> 0,9 <i>Campanula</i> 0,9

Согласно имеющимся флористическим данным по административным областям, территория Самарской, а также Ульяновской областей принадлежат «зоне бобовых» (Саксонов, Сенатор, 2012; Раков и др., 2014). Однако, при рассмотрении данной территории, используя физико-географическое деление, *Fabaceae*-тип флоры здесь сохраняется не во всех случаях (Иванова и др., 2016). Показано, что в Мелекесско-Ставропольском районе (64, рис. 1), расположенном в Низменном Заволжье, устанавливается *Rosaceae*-тип или иной тип флоры (Иванова и др., 2017). Аналогичная ситуация наблюдается в некоторых районах Предволжья, территория которых полностью принадлежит лесостепной зоне. Флоры районов степной зоны, находящейся в пределах изучаемой территории в Заволжье, бесспорно относится к *Fabaceae*-типу. Семейство розоцветных здесь не так многочисленно, хотя и присутствует в головной части спектра (Иванова и др., 2016).

Лесостепной провинции Приволжской возвышенности принадлежит целый ряд физико-географических районов (рис.), большинство которых имеют флору *Fabaceae*-типа. *Rosaceae*-тип флоры демонстрирует Жигулевский район (55, рис.), занимающий территорию Самарской Луки, флора которой достаточно подробно изучена (Саксонов, 2006). Похожая тенденция наблюдается у флоры Свияго-Усинского физико-географического района (52, рис.).

Причины появления *Rosaceae*-типа флоры возможно вскрыть при совместном анализе семейственных и родовых спектров (таблица). Можно предположить, что самыми крупными родами семейств *Fabaceae* и *Rosaceae* являются *Astragalus* и *Potentilla*. Очевидно, именно они большей частью определяют положение «своего» семейства в спектре. Действительно, в головных частях представленных родовых спектров из названных семейств эти рода многочисленнее остальных. Они входят в состав ведущих родов на данной территории (Иванова и др., 2018).

Особым случаем среди рассматриваемых является Жигулевский физико-географический район, у которого в родовом спектре наблюдается нехарактерная ситуация: род *Astragalus* не присутствует в головной части. У остальных районов, представленных в таблице, *Astragalus* и *Potentilla* присутствуют в головной части спектра, причем в различной последовательности. Очевидно, большая доля у рода *Potentilla*, чем *Astragalus* – обычная ситуация в лесостепной части зоны бобовых. Например, у Сокского физико-географического района, который демонстрирует *Fabaceae*-тип флоры, в составе флоры насчитывается больше лапчаток, чем астрагалов.

Тип флоры формирует численность всех родов соответствующего семейства в совокупности. Следовательно, высокая доля семейства *Fabaceae* обеспечивается не только родом *Astragalus*. Определенный вклад вносят еще три крупных рода - *Vicia*, *Lathyrus* и *Medicago*.

Таким образом, совместное рассмотрение семейственных и родовых спектров помогает несколько глубже проанализировать причины изменения флористического состава на территории и выявить те таксономические признаки, на которые стоит обращать более пристальное внимание при изучении пространственного распределения флор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иванова А.В., Костина Н.В., Лысенко Т.М., Козловская О.В.* Особенности флоры Мелекесско-Ставропольского физико-географического района // Самарский науч. вестн. 2017. №4 (21). С. 35-40.
- Иванова А.В., Костина Н.В., Розенберг Г.С., Саксонов С.В.* Семейственные спектры флор территории Волжского бассейна // Бот. журн. 2016. Т. 101, №9. С. 1042-1055.
- Иванова А.В., Костина Н.В., Аристова М.А.* Изучение особенностей родового спектра флоры Самаро-Ульяновского Поволжья // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-6: Материалы международ. конф., приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции. Отв. ред.: Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов, 2018. С. 111-112.
- Мальшев Л.И.* Флористические спектры Советского союза // История флоры и растительности Евразии. Л., 1972. С. 17-40.
- Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Васюков В.М.* Сосудистые растения Ульяновской области. Флора Волжского бассейна. Т. II. Тольятти, 2014. 295 с.
- Саксонов С.В.* Самаролукский флористический феномен. М.: Наука, 2006. 263 с.
- Саксонов С.В., Сенатор С.А.* Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). Флоры Волжского бассейна. Т.1. Тольятти, 2012. 512 с.
- Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Л.: ЛГУ, 1974. 244 с.
- Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / Под ред. А.В. Ступишина. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1964. 173 с.
- Хохряков А.П.* Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике // Бот. журн. 2000. № 5. С. 1-11.
- Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. 1980. Л., 176 с.

Т.Н. АТЯШЕВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК ГАДЮК ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА
И ИХ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Бассейн Волги достоверно населяют, согласно принятой нами систематике, два вида змей семейства гадюковых (Viperidae Laurenti, 1768). Оба относятся к: подсемейству Viperinae Laurenti, 1768; роду *Vipera* Laurenti, 1768; подроду *Pelias* Merrem, 1820. Это – обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) и восточная степная гадюка, или гадюка Ренара, *Vipera renardi* (Christoph, 1861). Первый вид представлен в Волжском бассейне двумя подвидами – номинативным *V. b. berus* (Linnaeus, 1758) и лесостепным, т.н. гадюкой Никольского, *V. b. nikolskii* Vedmederja et al., 1986, с обширной зоной их интерградации в регионе; второй – также двумя подвидами – номинативным *V. r. renardi* (Christoph, 1861) и гадюкой Башкирова *V. r. bashkirovi* Garanin et al., 2004 (Bakiev u.a.; Бакиев и др., 2008а,б; 2015).

Опубликовано достаточно много работ, в которых рассмотрена плодовитость самок этих видов (Куранова, Колбинцев, 1981; Лазарева, 2003; Островских, 2003; Коросов, 2010) и отмечены морфологические особенности новорожденных гадюк в Среднем и Нижнем Поволжье (Табачишина и др., 2003; Макарова, Маленёв, 2013, 2014). При этом общий сравнительный анализ плодовитости самок гадюк всех четырех таксонов ранее не проводился. На наш взгляд, такой анализ позволяет выявить видовые и внутривидовые особенности репродуктивной биологии самок гадюк и, возможно, общие механизмы регулирования численности популяций. Поэтому цель данного исследования – сравнительный анализ количества рожденных детенышей гадюк в зависимости от размерно-весовых характеристик самок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования послужили беременные самки гадюк всех четырех подвидов, распространенных в Поволжье – *Vipera berus berus*, *V. b. nikolskii*, *V. renardi renardi* и *V. r. bashkirovi*. Беременных самок отлавливали в ходе экспедиционных исследований 2013-2018 гг. в разных частях их ареалов, относящихся к бассейну Средней и Нижней Волги (табл. 1).

Беременных самок доставляли в лабораторию, содержали в индивидуальных террариумах до появления потомства. Условия содержания (температура, влажность, длина светового дня, УФ-облучение, режим кормления и др.) старались поддерживать в пределах, соответствующих таковым в природных условиях.

Таблица 1. Места отлова гадюк

Подвид	Локалитет
<i>V. b. berus</i>	Самарская обл., г. Самара, Красноглинский р-н
<i>V. b. nikolskii</i>	Саратовская обл., Лысогорский р-н, окрестности д. Николаевка
<i>V. r. renardi</i>	Ульяновская обл., Радищевский р-н, окрестности с. Вязовка
	Саратовская обл., Хвалынский р-н, окрестности с. Апалиха
<i>V. r. bashkirovi</i>	Самарская обл., Сергиевский р-н, окрестности с. Ендурайкино
	Ульяновская обл., Сенгилеевский р-н, окрестности г. Сенгилей
	Самарская обл., Ставропольский р-н, с. Ягодное

У самок фиксировали следующие размерно-весовые характеристики: длина туловища с головой (*L. corp.*, мм), длина хвоста (*L. cd.*, мм) и масса тела (*m*, г) перед родами. Для расчета упитанности самок использовали общую длину тела (*L. total*, мм) – от кончика морды до кончика хвоста. Также мы отмечали количество детенышей, родившихся от каждой самки. При анализе использовали число живых детенышей без учета жировых яиц и мертворожденных гадючат, не вышедших из яйцевой оболочки.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Excel с применением методов параметрической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вполне объяснимо, что чем крупнее самка гадюки (общая длина тела и масса), тем большее количество потомства она может принести. В расчетах мы использовали длину туловища без хвоста (*L. corp.*), т.к. формирование эмбрионов у гадюк происходит в полости тела, не затрагивая хвостовую часть.

В табл. 2 приведены размерно-весовые характеристики самок исследованных подвидов гадюк и количество родившихся у них живых детенышей. Средняя плодовитость ранжируется по возрастанию следующим образом: *V. r. renardi* → *V. r. bashkirovi* → *V. b. nikolskii* → *V. b. berus*.

Таблица 2. Размерно-весовые характеристики самок и количество родившихся у них детенышей

Подвид	Количество самок	Количество родившихся	<i>L. corp.</i> самок, мм ($\overline{M \pm m}$ <i>min-max</i>)	Масса самок, г ($\overline{M \pm m}$ <i>min-max</i>)	Плодовитость ($\overline{M \pm m}$ <i>min-max</i>)
<i>V. b. berus</i>	6	58	$\overline{605,0 \pm 13,74}$ 565-664	$\overline{183,2 \pm 21,71}$ 72,1-265,6	$\overline{9,1 \pm 0,83}$ 6-12
<i>V. b. nikolskii</i>	6	53	$\overline{574,0 \pm 28,17}$ 495-690	$\overline{152,0 \pm 18,89}$ 100,0-236,0	$\overline{8,8 \pm 1,14}$ 6-14
<i>V. r. bashkirovi</i>	7	51	$\overline{524,9 \pm 23,84}$ 425-610	$\overline{98,8 \pm 14,4}$ 51,0-163,1	$\overline{7,3 \pm 1,85}$ 2-16
<i>V. r. renardi</i>	13	92	$\overline{473,2 \pm 17,86}$ 388-597	$\overline{97,7 \pm 6,33}$ 55,0-128,7	$\overline{7,1 \pm 0,55}$ 4-12

Примечание: над чертой приведены значения средней и ее ошибки, под чертой – минимальные и максимальные значения параметра

Тренды, отраженные на рис. 1 и 2, подтверждают известные положения о том, что чем больше длина туловища и масса самки, тем большее количество детенышей она в среднем приносит. Эти зависимости при аппроксимации носят линейный характер, только у разных подвидов наклон прямой несколько отличается. Коэффициенты корреляции данных величин («количество детенышей – длина туловища самок» и «количество детенышей – масса самок») приведены в табл. 3. Здесь можно отметить, что статистически значимыми являются только корреляции количества детенышей от массы самок у гадюки Башкирова. При этом видно, что коэффициенты корреляции во всех случаях являются положительными величинами, что говорит о том, что при увеличении длины туловища и массы самок количество родившихся у них детенышей увеличивается. Тот факт, что в большинстве рассматриваемых случаев коэффициент корреляции статистически значимо не отличается от нуля, скорее всего, объясняется малыми объемами выборок самок и их неравнозначностью по размерно-весовым характеристикам. Тем не менее, во всех случаях значения коэффициента корреляции плодовитости с массой тела самки выше, чем с ее линейными размерами.

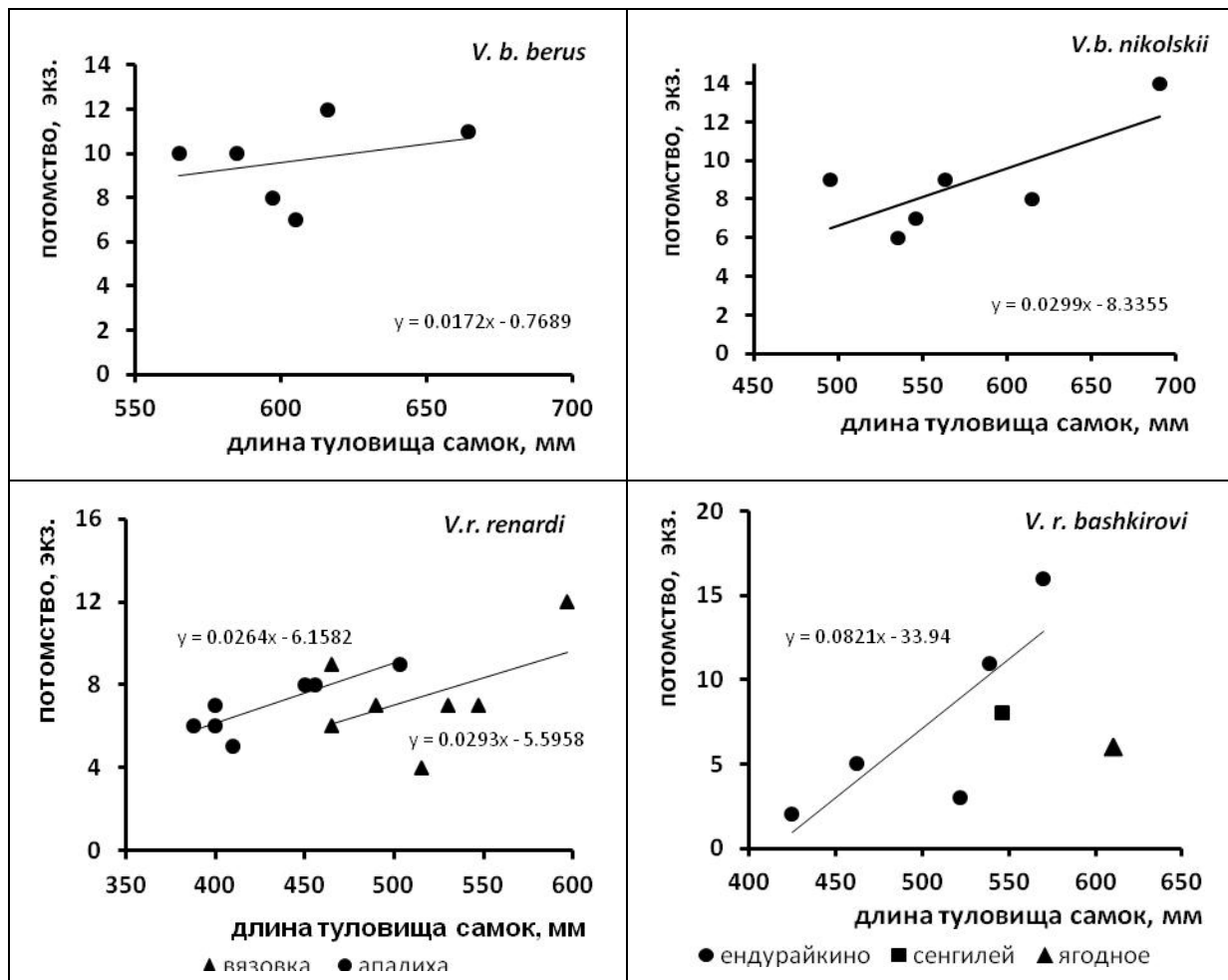


Рис. 1. Зависимость количества детенышей от длины туловища с головой ($L. corp.$) самок гадюк

Таблица 3. Значения коэффициента корреляции количества детенышей с длиной $L. corp.$ и массой самок

Подвид	Корреляция			
	количество детенышей – длина туловища самок		количество детенышей – масса самок	
	r	P	r	P
<i>V. r. bashkirovi</i>	0,559	>0,05	0,928	<0,01
<i>V. b. nikolskii</i>	0,741	>0,05	0,769	>0,05
<i>V. b. berus</i>	0,312	>0,05	0,588	>0,05
<i>V. r. renardi</i>	0,489	>0,05	0,500	>0,05

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически значимые значения коэффициентов корреляции

Таким образом, приведенные результаты получены на малочисленных выборках. Вероятно, поэтому выявленные тренды удалось подтвердить статистическими методами только для положительной корреляции плодовитости с массой самок у гадюки Башкирова.

Выводы

1. На изученных выборках среднее количество детенышей у самок разных подвидов увеличивается в ряду: *V. r. renardi* → *V. r. bashkirovi* → *V. b. nikolskii* → *V. b. berus*.

2. Количество родившихся детенышей положительно коррелирует с линейными размерами и массой самок, однако в большинстве случаев значения коэффициента корреляции статистически значимо не отличаются от нуля.

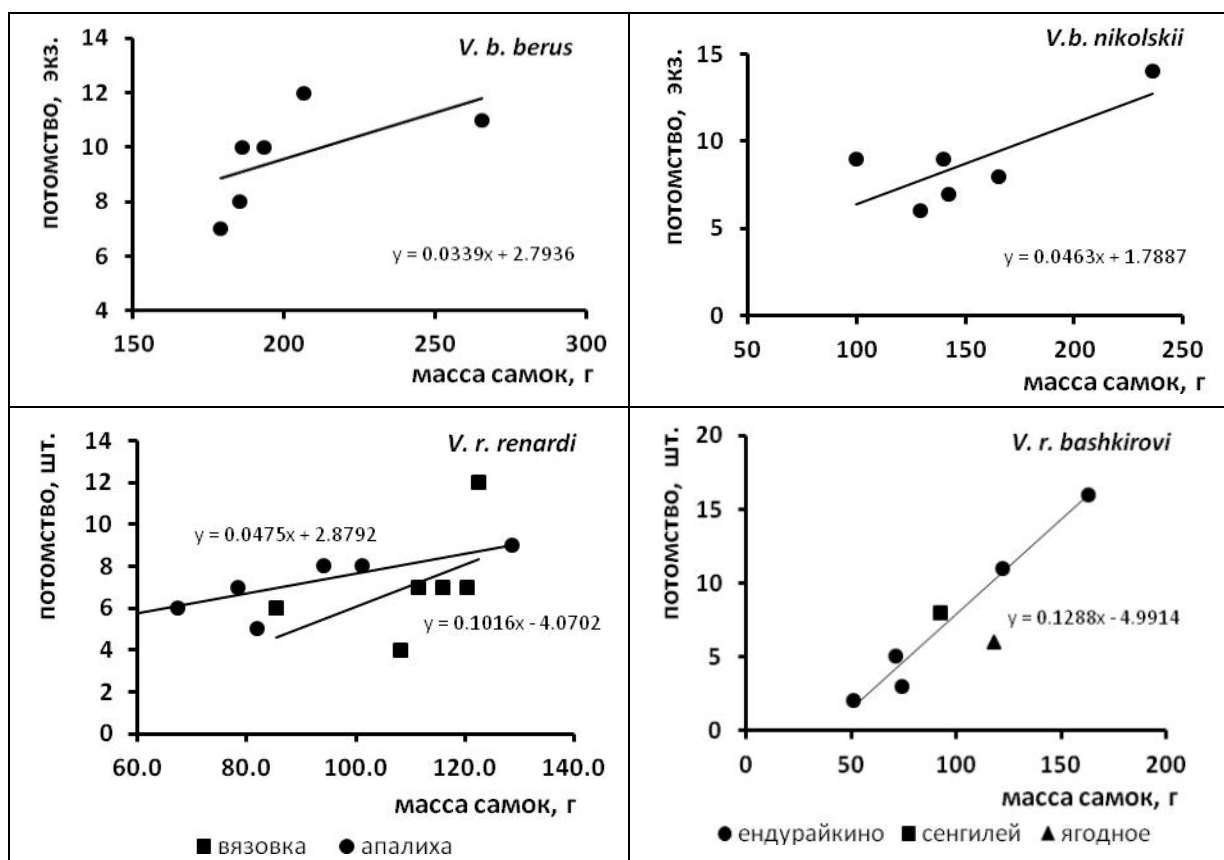


Рис. 2. Зависимость количества детенышей от массы тела самок гадюк

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Гелашвили Д.Б., Горелов Р.А., Доронин И.В., Зайцева О.В., Зиненко А.И., Клёнина А.А., Макарова Т.Н., Маленёв А.Л., Павлов А.В., Петрова И.В., Ратников В.Ю., Старков В.Г., Ширяева И.В., Юсупов Р.Х., Яковлева Т.И. Гадюки (Reptilia: Serpentes: Viperidae: *Vipera*) Волжского бассейна. Часть 1. Тольятти: Кассандра, 2015. 234 с.

Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Павлов А.В., Шуршина И.В., Маленёв А.Л. Восточная степная гадюка *Vipera renardi* (Reptilia, Viperidae) в Волжском бассейне: материалы по биологии, экологии и токсинологии // Бюл. Самарская Лука. 2008а. Т. 17, № 4 (26). С. 817-845.

Бакиев А.Г., Маленев А.Л., Четанов Н.А., Зайцева О.В., Песков А.Н. Обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Reptilia, Viperidae) в Волжском бассейне: материалы по биологии, экологии и токсинологии // Бюл. Самарская Лука. 2008б. Т. 17, № 4. С. 759-816.

Коросов А.В. Экология обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) на Севере (факты и модели). Петрозаводск: Изд-во Петрозаводск. гос. ун-та, 2010. 264 с.

Куранова В.Н., Колбинцев В.Г. Биология обыкновенной гадюки (*Vipera berus*) в Томской области // Вопр. герпетологии. Л.: Наука, 1981. С. 80-81.

Лазарева О.Г. Змеи Ивановской области: численность, распределение, краткий морфологический и биологический очерк // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: Сб. науч. тр. Вып. 6. Тольятти, 2003. С. 63-70.

Макарова Т.Н., Маленёв А.Л. Морфологическая характеристика новорожденных гадюк Ренара *Vipera renardi* из Нижнего Поволжья // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 36-39.

Макарова Т.Н., Маленёв А.Л. Особенности морфологических параметров новорожденных и репродуктивных характеристик самок гадюк Ренара *Vipera renardi* из Ульяновской и Волгоградской областей // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(5). С. 1680-1684.

Островских С.В. Биология степной гадюки (*Vipera renardi*, Christoph, 1861) на Северо-Западном Кавказе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь, 2003. 19 с.

Синдюков А.П. Определение упитанности гюрз // Экология. 1971. № 4. С. 101-103.

Табачишина И.Е., Табачишин В.Г., Завьялов Е.В. Морфо-экологическая характеристика нижеволжских популяций степной гадюки (*Vipera ursinii*) // Поволж. экол. журн. 2002. № 1. С. 76-81.

Табачишина И.Е., Табачишин В.Г., Завьялов Е.В. Динамика роста степной гадюки (*Vipera renardi*) и гадюки Никольского (*V. nikolskii*) на

севере Нижнего Поволжья // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. 2003. Вип. 11, т. 1. С. 218-222.

Bakiev A.G., Böhme W., Joger U. *Vipera (Pelias) [berus] nikolskii* Vedmederya, Grubant und Rudaeva, 1986 – Waldsteppenotter // Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/IIb: Schlangen (Serpentes) III. Viperidae. Wiebelsheim: AULA-Verlag, 2005. S. 293-309.

Ч. АЮУШСУРЭН, Л. НАРАНГЭРЭЛ

Институт общей и экспериментальной биологии АНМ, г. Улаанбаатар, Монголия

РЕДКИЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA, CENTROPAGIDAE, DIARTOMIDAE) ОЗЕРА БУЙР-НУУР (ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)

Озеро Буйр-Нуур – крупнейший проточный водоем (площадью 610 км²) Восточно-Степной области Монголии (рис. 1). По данным (Бульон, 1985) оно расположено в пологой тектонической котловине среди степных и полупустынных ландшафтов, на высоте 580 м над у.м, относится к бассейну Тихого океана. Наибольшая глубина отмечена в центральной части и составляет 10м, общая минерализация воды около 300 мг/л (Цэрэнсодном, 1971). Это единственный крупный водоем, расположенный на границе с Китаем.

Первые исследования зоопланктона озера Буйр-Нуур были проведены в середине XX века (Дулмаа, 1967; Дулмаа и др., 1967). Авторы указывали шесть видов веслоногих ракообразных. Это четыре вида циклопов: *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis* и два вида каланид: *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) (= *Boeckella orientalis* Sars, 1903) и *Diaptomus dahuricus* Borutski, 1959), который был описан Е.В. Боруцким (Боруцкий, 1959) из этого озера.

На протяжении немногим более 50 лет, зоопланктон этого озера практически не изучался. Исследования фауны планктона были возобновлены с июля 2018 г.

Цель настоящей работы – представление сведений о видовом разнообразии и количественных показателях зоопланктона озера Буйр-Нуур.

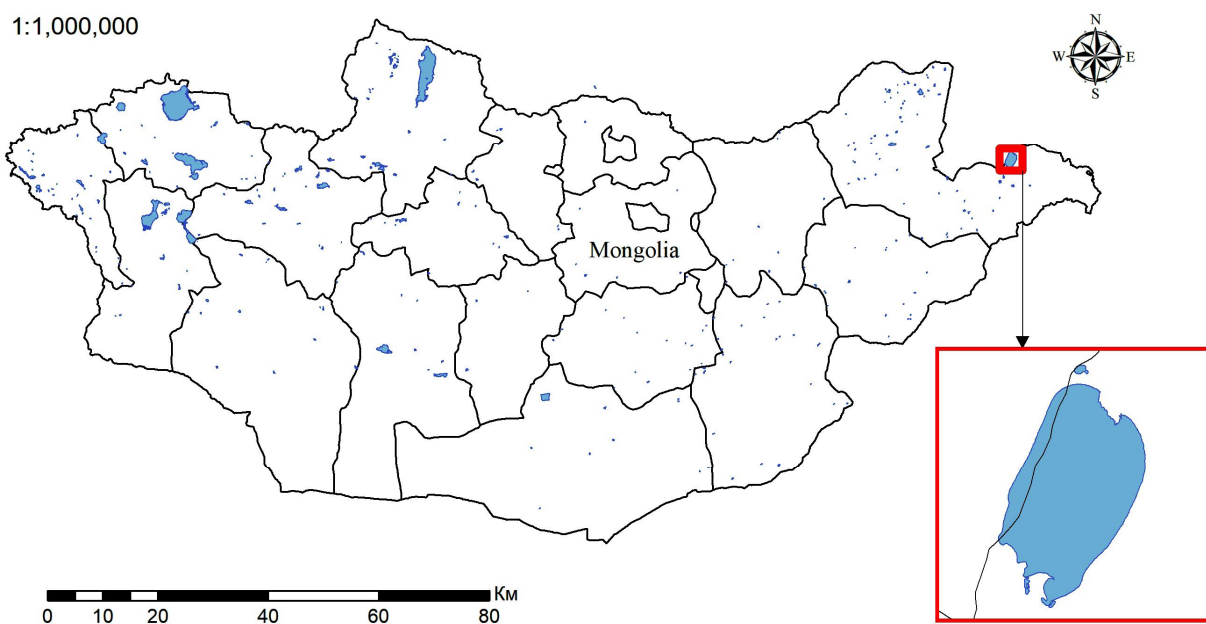


Рис. 1. Карта-схема расположения озера Буйр-Нуур

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы зоопланктона собирали сетью Джели на в озере Буйр-Нуур в июле 2018 г. Материал фиксировали 96%-ным этиловым спиртом. В работе использовали оптичес-

кий микроскоп Olympus CX 41 и сканирующий электронный микроскоп Philips SEM 525 M (Philips, Голландия). Определение ракообразных проводили по морфологическим признакам, используя источники (Боруцкий и др., 1991; Dussart, Defaye, 1995).

Веслоногие ракообразные в период наших исследований также представлены шестью видами и это те же виды, что указывалось ранее ((Дулмаа, 1967; Дулмаа, и др., 1967). Веслоногие ракообразные *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) и *Arctodiaptomus* (Rh.) *dahuricus* Borytzki, 1959 являются редкими видами для России и Монголии (Боруцкий и др., 1991). Так, по обобщающим сводкам по веслоногим ракообразным последних лет нынешнего столетия (Flößner et al., 2005; Дулмаа, 2009; Итигилова, 2009; Шевелева и др., 2009; Margone et al., 2015) для Монголии указывался *A. (Rh.) dahuricus* только для озера Хух-Нуур (Западная Монголия).

Так, популяция (*Arctodiaptomus* Rh.) *dahuricus* Borytzki, 1959 отмечена только для минеральных водоемов Читинской области (Итигилова, 2009) и в Северной (Боруцкий, 1959) и Восточной Монголии (Дулмаа, 1967; Дулмаа и др., 1967). В наших сборах, выполненных во второй декаде июля *A. (Rh.) dahuricus* была представлена половозрелыми особями самцов и самок, в популяции доминировали самки с яйцевыми мешками, в популяции отмечены ортонауплиусы.

В данном сообщении приведено краткое описание особенности морфологии и микрофотографии основных частей самок и самцов *B. triarticulata*, которое представляет интерес.

Антеннулы самки достигают начала каудальных ветвей. Лопasti последнего торакального сегмента достигают конца генитального сегмента, при этом левый вырост крупнее правого (рис. 2 Б). Эндоподит самки P5 трехчлениковый (рис. 2Б); 1-й и 2-й членики экзоподита 5-й пары с шипами на наружном дистальном крае; 2-й членик экзоподита с мощным крепким шипом на внутреннем дистальном крае; 3-й членик экзоподита P5 с 2 наружными и 1 дистальным длинным шипами. Второй от конца членик геникулирующей антеннулы самца с крючковидным выростом (рис. 2Е). Экзоподиты P5 самца – трехчлениковые, 3-й экзоподиты самца- когтеобразной формы. 2-й экзоподит правой ноги P5 самца почти с параллельными краями и относительно длинным наружным шипом. Хватательный коготь серповидно изогнут, с двойным вздутием у основания (рис. 2Д). Базиподит левой ноги с крупным пластинчатым пальчатый придатком. 1-й членик экзоподита левой ноги относительно длинный с коротким шипом в дистальной части наружного края; 2-й и 3-й членики экзоподита левой ноги слиты, представлены длинным узким образованием с коротким шипом и заканчиваются слабоизогнутым придатком.

По основным внешним морфологическим признакам *Boeckella triarticulata* из озера Буйр-Нуур сравнима с описанной типичной формой (Dussart, Defaye, 1995).

Длина самки 1,45–1,60 мм, самца – 1,25–1,3 мм. Самки образуют яйцевой мешок, в котором 45–55 яиц.

На территории России *B. triarticulata* (= *Boeckella orientalis*) отмечена только на Дальнем Востоке: нижнее течение р. Амура (Боруцкий, 1952). В озере Ханка популяция этого рачка многочисленна в летний и осенний периоды (Боруцкий, 1952; Барабанщиков, 2001).

БЛАГОДАРНОСТИ

Фотографии, выполненные при помощи сканирующего электронного микроскопа на базе Приборного центра коллективного пользования физико-химического ультрамикрoанализа ЛИН СО РАН. Авторы выражают искреннюю благодарность Н.Г. Шевелевой (Лимнологический институт СО РАН, Иркутск) за фотографирование микропрепаратов и помощь в подготовке статьи.

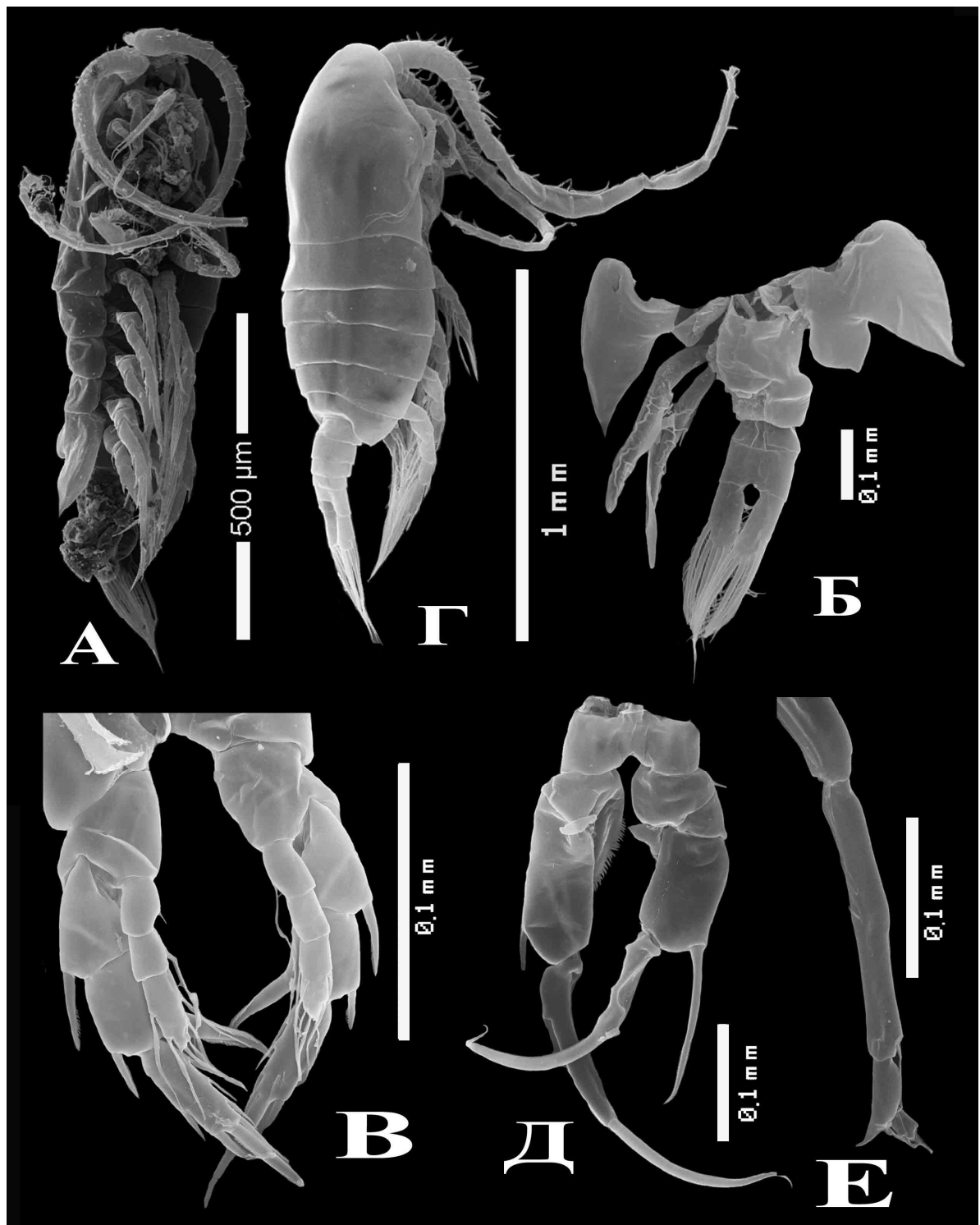


Рис. 2. *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883). А – самка, вентрально; Б – лопасти последнего торакального сегмента, генитальный сегмент и каудальные ветви самки, вентрально; В – P5 самки; Г – самец, вид с боку; Д – P5 самца; Е – геникулирующая антеннула самца (1-й, 2-й, 3-й от конца членики)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабанчиков Е.И. Зоопланктон озера Ханка: динамика, распределение, продукция // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2001. Вып. 1. С. 195-204.

Боруцкий Е.В. Сестон бассейна Амура и его роль в питании амурских рыб // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М., 1952. Т. III. Вып. 32 (XLVII). С. 141-229.

- Боруцкий Е.В.* Ракообразные Монгольской Народной Республики. I. Copepoda, Caladoida // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 1959. Т. 64, вып. 1. С. 43-49.
- Бульон В.В.* Лимнологические очерки Монголии. Л., Наука, 1985. С. 103.
- Дулмаа А.* Сезонная динамика зоопланктона озера Буйр // Изв. АН МНР. 1967. № 4. С. 13-30.
- Дулмаа А., Нансалмаа Б., Цогт О.* К познанию планктона Восточной Монголии // Тр. Института биологии АН МНР. 1967. № 2. С. 93-112.
- Дулмаа А.* Ракообразные (Crustacea) водоемов Дархатской котловины // Тимошкин О.А. (ред.). Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2: Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 1. Новосибирск: Наука, 2009. С. 629-642.
- Итигилова М.Ц.* Каланоиды (Calanoida) минеральных озер Забайкалья // Тимошкин О.А. (ред.). Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2: Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 1. Новосибирск: Наука, 2009. С. 481-482.
- Цэрэнсодном Ж.* Озера Монголии. Улан-Батор, 1971. 202 с.
- Шевелева Н.Г., Итигилова М.Ц., Дулмаа А.* Коловратки (Rotifera), листоногие (Anostraca), ветвистоусые (Cladocera), и веслоногие (Copepoda) солоноватых и соленых озер Монголии // Тимошкин О.А. (ред.). Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2: Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 1. Новосибирск: Наука, 2009. С. 650-655.
- Dussart B., Defaye D.* Introduction to Copepoda // Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing bv, The Hague. 1995. 7. 277 p.
- Flößner D., Horn W., Paul M.* Notes on the Cladocera and Copepod fauna of the Uvs Nuur Basin (Northwest Mongolia) // Internat. Rev. Hydrobiol. 2005. Vol. 90, No. 5-6. Pp. 580-595.
- Marrone F., Alonso M., Pieri V., Augugliaro C., Stoch F.* The crustacean fauna of Bayan Onjuul area (Tov Province, Mongolia) (Crustacea: Branchiopoda, Copepoda, Ostracoda) // North-Western Journal of Zoology. 2015. 11 (2). Pp. 288-295.

В.В. БАЛАКЕРЕВ

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДЗЗ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЛЖСКОЙ ГЭС НА
ЛАНДШАФТЫ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ****ВВЕДЕНИЕ**

Территория Волго-Ахтубинской поймы (далее – ВАП) является уникальным азональным природным образованием, возникшим в зоне полупустынь и сохранившим своё естественное строение, несмотря на всё увеличивающуюся антропогенную нагрузку (Волго-Ахтубинская пойма..., 2018).

Возведение Волжского гидроузла в середине XX в. позволило решить некоторые энергетические и водохозяйственные задачи Центральной России, но привело к возникновению целого ряда экологических проблем. Одной из остро стоящих проблем является опасность утраты уникальных ландшафтов данного региона из-за изменения гидрологического режима р. Волги (Шумова, 2014).

30 августа 2017 г. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам был утверждён паспорт приоритетного проекта «Сохранение и предотвращения загрязнения реки Волги». Одним из направлений этого проекта является снижение антропогенной нагрузки на водные объекты и воспроизводство флоры и фауны на территории ВАП (Паспорт приоритетного проекта..., 2018).

Исследованиями последних лет установлено, что одним из основных антропогенных факторов, влияющим на состояние ландшафтов является недостаточное обводнение ВАП (Болгов и др., 2017).

Целью написания статьи является изучение возможности применения метода сравнительного анализа данных ДЗЗ при оценке изменения ландшафтов ВАП в результате изменения пропускного режима Волжского гидроузла в последние годы.

ЛАНДШАФТНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

На территории Волго-Ахтубинской поймы можно выделить такие типы природных ландшафтов, как наземные (пойменные леса, пойменные луга) и водные (водотоки, озёра, лиманы, сезонные водоёмы). В условиях аридного климата такие типы ландшафтов сформировались благодаря избыточному увлажнению, образуемому в пойме в ходе весеннего половодья при затоплении обширных территорий.

Половодье обеспечивает не только высокий уровень грунтовых вод, но и особые почвенные условия (болотные, луго-болотные, лугово-степные и луговые почвы), что позволяет произрастать реликтовым дубравам из дуба черешчатого, смешанным тополёво-осинным и ивовым лесам, а также разнотравью (Глазковская, Рактеникова, 1962).

Для водных ландшафтов поймы характерна следующая особенность: в период половодья все они (включая озёра и лиманы) становятся проводниками стока, а все водотоки, за исключением Волги и Ахтубы, в меженный период превращаются в водоёмы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЗЗ

На сегодняшний день объём весеннего паводка полностью определяется пропус-

ком воды через нижний бьеф плотины Волжской ГЭС. Продолжительность половодья и максимальный расход воды являются основными показателями, которые характеризуют гидрологический режим ландшафтов поймы.

Таблица. Основные показатели половодья за период 2008–2017 гг. (по: Бухарицын, Овчарова, 2017)

Год	Период прохождения половодья, дата	Максимальные расходы воды, м ³ /с	Период максимальных расходов воды, дата	Количество дней всего периода половодья
2008	12.04–04.06	27000	22.04–31.04	54
2009	19.04–09.06	27000	29.04–05.05	52
2010	15.04–15.06	27000	04.05–10.05	62
2011	20.04–01.06	25000	06.05–10.05	43
2012	23.04–14.06	25000	03.05–08.05	53
2013	15.04–21.06	26000	24.04–05.05	68
2014	24.04–02.06	26000	05.05–09.05	39
2015	24.04–03.06	16000	09.05–14.05	38
2016	22.04–10.06	27000	22.04–16.05	50
2017	28.04–02.06	25000	08.05–16.05	36
2018	16.04–05.06	27000	21.04–30.04	51

Как видно из таблицы, наиболее критическая ситуация с весенними паводками была в 2015 г. Резкое сокращение продолжительности половодья (до 38 дней) и значительное уменьшение максимального расхода воды до 16000 м³/с привели к тому, что на части территории ВАП сложилась чрезвычайная экологическая ситуация. Из-за недостаточного обводнения пересохла значительная часть водных объектов.

Для изучения возможности применения ДЗЗ для оценки воздействия Волжской ГЭС на состояние ландшафтов ВАП было выбрано озеро Чубатое, расположенное в 6 км юго-восточнее города Краснослободска Волгоградской области. Озеро имеет систему небольших протоков, соединяющих его с основной системой ВАП. Для сравнительного анализа выбраны космические снимки озера, снятые спутником Landsat во время летней межени с временным разрывом в 13 дней за 2015 и 2016 гг.

Согласно таблице, максимальный расход воды Волжской ГЭС в 2015 г. (16000 м³/с) был значительно меньше, чем в 2016 г. (27000 м³/с).

На космическом снимке от 23 июля 2015 г. (рис. 1) видно, что озеро практически полностью высохло. Общая площадь мелких оставшихся озёр составила 2494 м². На космоснимке от 5 августа 2016 г. (рис. 2) видно, что озеро полноводно. Его площадь составила 178342 м².

Вывод

Сравнительный анализ данных ДЗЗ можно применять для оценки зависимости ландшафтов поймы от пропускового режима работы Волжской ГЭС.



Рис. 1. Спутниковый снимок Landsat озера Чубатое. Белым цветом обозначены границы озера, дата съёмки: 23.07.2015 г.



Рис. 2. Спутниковый снимок Landsat озера Чубатое и соседних ериков. Белым цветом обозначены границы озера, дата съёмки: 5.08.2016 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болгов М.В., Шаталова К. Ю., Горелиц О.В., Землянов И.В. Водно-экологические проблемы Волго-Ахтубинской поймы // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1, №3. 2017. С. 15-17.

Бухарицын П.И., Овчарова А.Ю. Анализ весеннего половодья и летнего паводка в 2017 году на нижней Волге // Вестн. Астраханск. гос. технич. ун-та. 2017. № 2 (64). С. 61-66.

Волго-Ахтубинская пойма включена во Всемирную сеть биосферных заповедников программы ЮНЕСКО // Nexplorer. Ru. Охота, Рыбалка, Туризм, Отдых. [Электрон ресурс]. URL: <http://www.ebftour.ru/news.htm?id=5647> (дата обращения: 12.12.2018)

Глазковская М.А., Рактеникова А.Н. Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги. Москва, 1962. С. 57.

Паспорт приоритетного проекта "Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам [протокол от 30 августа 2017 г. № 9]). ГАРАНТ – Законодательство (кодексы, законы, указы, постановления) РФ, аналитика, комментарии, практика. [Электрон ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71681514/> (дата обращения: 12.12.2018)

Шумова Н.А. Изменение экологически значимых параметров гидрологического режима Нижней Волги при зарегулировании стока // Аридные системы. 2017. Т. 20, №3 (60). С. 33-47.

С.Ф. БАТРОВА, Ю.В. АНАНИЧЕВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. КАЗАНИ
МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ**

Казань – один из крупных промышленных городов России. На территории города расположено свыше 140 крупных и более 70 тысяч средних и мелких предприятий, образующих несколько крупных промышленных зон. Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух г. Казани, являются: ЛОС, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды (без ЛОС), диоксида серы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Казани характеризуется как «высокий». Площадь зелёных насаждений Казани – 98 км². Количество зелёных зон составляет лишь 20% от нормы, наиболее проблемными являются новые районы многоэтажной застройки (Минакова, 2014).

Как известно, в городской среде зеленые насаждения улучшают микроклимат города, формируют благоприятные условия для отдыха на открытом воздухе, защищают почву, стены зданий и тротуары от чрезмерного нагревания. Значительная роль зеленых насаждений – это очищение воздуха города (Горышкина, 1991).

Под рекреационными ландшафтами понимаются участки земной и частью водной поверхности, которые являются местами отдыха людей. В этот комплекс входят лесные и сельскохозяйственные угодья, дорожные земли, акватории, а также участки, где размещаются учреждения отдыха, поселения обслуживающего персонала, хозяйственные постройки, то есть вся рекреационная инфраструктура. Рекреационные участки относятся к группе непроектированных антропогенных ландшафтов, функционирование которых определяется степенью сохранности природной составляющей. Но часто антропогенные нагрузки на природную составляющую в этих участках таковы, что приводят к ее полной деградации (Игонин и др., 2015).

Главными элементами системы озеленения города являются сады, парки, озелененные территории жилых и промышленных районов, бульвары, скверы, набережные, защитные зоны. Эти насаждения выполняют ряд важных функций: санитарно-гигиеническая, декоративно-художественная, структурно-планировочная и рекреационная (Бухарина, Двоглазова, 2010).

В качестве метода в оценке качества окружающей среды в данной работе использован метод биоиндикации по флуктуирующей асимметрии (ФА) листовой пластины древесных насаждений. Растения – чувствительный объект, позволяющий оценивать весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку они ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно и двух сред: из почвы и из воздуха. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает состояние конкретного локального места обитания.

Применение организмов, реагирующих на загрязнение среды обитания изменением визуальных признаков, имеет ряд преимуществ. Оно позволяет существенно сократить или даже исключить применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов анализа. Биоиндикаторы интегрируют биологически значимые эффекты загрязнения. Они позволяют определять скорость происходящих изменений, пути и места скопления в экосистемах различных токсикантов, делать

выводы о степени опасности для человека и полезной биоты конкретных веществ или их сочетаний (Вронский, 1996).

Флуктуирующей асимметрией (ФА) называют небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей. Показатель ФА позволяет фиксировать даже незначительные отклонения параметров среды, еще не приводящих к существенному снижению жизнеспособности особи. В основу данного исследования положена методика оценки качества среды, разработанная авторским коллективом ученых под руководством В.М. Захарова (Захаров и др., 2000).

Объектом исследования для определения степени нарушения стабильности развития выбрана береза повислая (*Betula pendula* Roth.).

Отбор материала проводился в 2014–2017 г.г. Настоящая публикация представляет собой продолжение ряда работ по оценке качества окружающей среды г. Казань (Минакова и др., 2014, 2016, 2017; Minakova et al., 2014; Минакова, Галева, 2015) и содержит результаты оценки качества окружающей среды рекреационных территорий.

Авторами было заложено семь площадок на рекреационных территориях г. Казани, на каждой площадке закладывались две точки отбора:

- внутри парковой зоны,
- на границе парка и придорожной полосы на расстоянии 10–30 м от зоны влияния автодорог.

Нами получены усредненные значения показателей ФА по площадкам, за весь период наблюдения и построен график изменения индекса ФА (рис.).

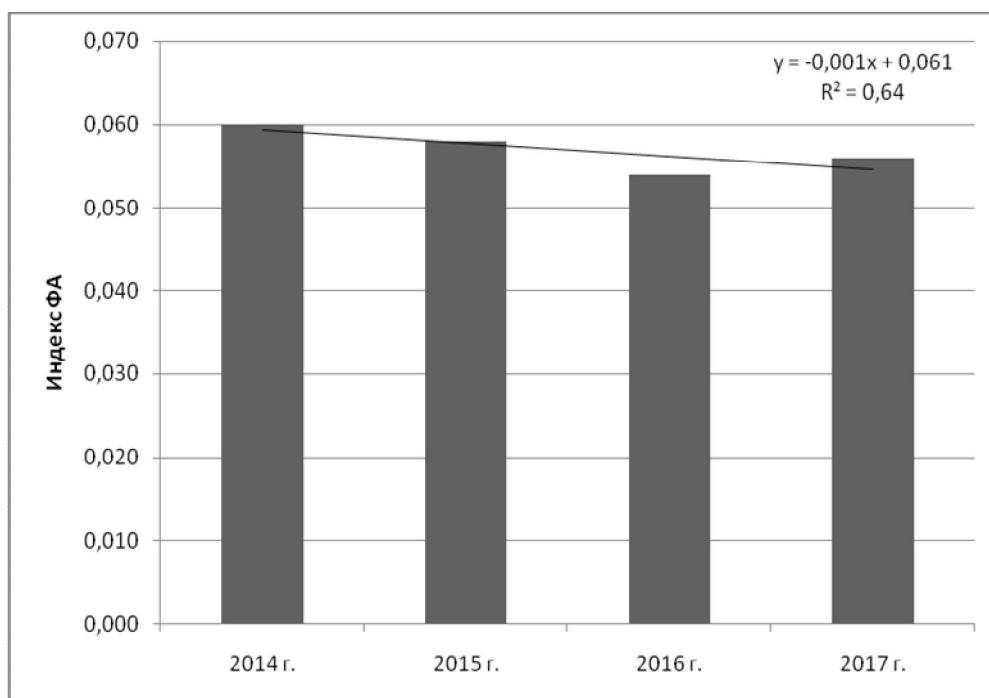


Рис. Усредненные значения показателя ФА в период 2014–2017 гг. (внутри парков и вдоль дороги)

На графике хорошо видна положительная динамика состояния окружающей среды до 2017 г. Об этом свидетельствует линия тренда, направленная в сторону условной нормы (индекс ФА=0,04) на графике. В 2016 г. значение индекса ФА опустилось ниже критического уровня (индекс ФА=0,055), но все еще оставалось выше уровня условной нормы. Однако, в 2017 г. наблюдается увеличение индекса ФА, по сравнению с 2016 г. Индекс ФА вновь превышает критический уровень. Снижение

значений показателя ФА по г. Казани до 2017 г., возможно, связано с масштабной высадкой деревьев в рамках проекта «Зеленый рекорд», а также строительства дорожных развязок и подземных пешеходных переходов, направленных на снижение антропогенной нагрузки, связанных с выбросами автотранспорта.

Выводы

1. На основе метода флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth.) рассчитан показатель ФА, характеризующий качество окружающей среды 7 парковых территорий г. Казани и прилегающим к паркам придорожных полос. На всех исследуемых площадках рассчитанный показатель ФА превышал величину условной нормы ($ФА > 0,04$).

2. Выявлено отсутствие существенных различий качества окружающей среды внутрипарковых и придорожных участков в пределах одной площадки. Выявлена область повышенных значений ФА в центральной части г. Казани.

3. Анализ динамики усредненных показателей асимметрии в 2014–2017 гг. позволил выявить тренд в сторону снижения индекса ФА, как в целом по обследованным площадкам, так и по зонам – площадкам, заложенным внутри парков и вдоль дорог, что свидетельствует об улучшении качества окружающей среды

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бухарина И.Л., Двоглазова А.А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. 184 с.
- Вронский В.А. Прикладная экология: уч. пос. Ростов н/Д.: Изд-во "Феникс", 1996. 512 с.
- Горышина Т.К. Растения в городе. Л.: Изд-во Ленинградск. ун-та, 1991. 152 с.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
- Игонин И.И., Цветков С.А., Мусин Х.Г. Влияние антропогенной трансформации на рекреационный потенциал и фауну позвоночных юго-восточной части зеленой зоны города Казани // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан. Вып. 3. Казань, 2015. С. 180-189.
- Минакова Е.А., Галеева А.З. Биоиндикационный подход к оценке антропогенной трансформации придорожных полос урбосистемы г. Казань // Материалы Всерос. науч.-практич. конф., посвящ. памяти проф. А.И. Золотухина «Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем». Саратов, 2015. С. 178-180.
- Минакова Е.А., Шлычков А.П., Галеева А.З., Батрова С.Ф. Оценка состояния урбосистемы г. Казань по гомеостазу развития (на примере березы повислой) // Сб. материалов Международ. науч.-практич. конф. «Устойчивое развитие регионов: опыт, проблемы, перспективы». Казань: АН Республики Татарстан, 2017. С. 79-83.
- Минакова Е.А., Шлычков А.П., Ивашкина И.В. Применение фитомониторинга для оценки качества окружающей среды крупных урбосистем Республики Татарстан // Проблемы региональной экологии. 2016. № 1. С. 5-11.
- Минакова Е.А., Шлычков А.П., Никитина Е.В., Минлебаева Р.А. Оценка состояния воздушного бассейна урбосистемы г. Казань с применением методов биоиндикации // Научно-методич. информационный журн. «Вестник НЦ БЖД». № 1 (19). Казань: ГБУ Науч. центр безопасности жизнедеятельности, 2014. С. 110-115.
- Minakova E.A., Shlychkov A.P., Latypova V.Z. Studying of processes of formation of quality of surface water in modern conditions of climate change // 14th SGEM GeoConference on Ecology, Economics, Education And Legislation, SGEM 2014 Conference Proceedings, Albena, Bulgaria, 17-26 June 2014. Vol. 2. Sofia: STEF92 Technology, 2014. Pp. 641-649.

Т.П. БАШКИРОВА

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ И ВОДЫ
В РАЙОНЕ СОКОЛОВСКИХ НЕФТЯНЫХ ЯМ**

В статье представлены результаты токсичности почвы и воды в районе Соколовских нефтяных ям и прилегающего дачного участка, которые можно объяснить присутствием нефтешламов, а также определена годовая динамика в показателях методом биотестирования с применением тест-организма *Daphnia magna* Straus.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами окружающей среды в настоящее время является проблемой глобального характера. По масштабу вредного воздействия на экологические системы нефтепродукты и нефть располагаются на втором месте после радиоактивного загрязнения (Филонов, 2016). Для загрязненных нефтью почв характерен очень медленный процесс естественного самовосстановления. В результате загрязнения окружающей среды наблюдается почти полное подавление функциональной активности растительных и животных организмов, жизнедеятельности большей части микроорганизмов, а также данная ситуация приводит к угнетению способности почвы к самоочищению (Александрова, 2013).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования служили Соколовские нефтяные ямы, локализованные в районе населенных пунктов Татарская Башмаковка и Первое мая (Приволжский район Астраханской области) и обладающие токсичностью, связанной с наличием нефтешламов. Данная проблема требует изучения, проведения систематического биологического мониторинга, основанного на методе биотестирования, что, в свою очередь, позволяет проследить негативное воздействие нефтепродуктов на биологическую составляющую окружающей среды (Чеснокова, 2018).

Анализ почвы нефтяям проводился осенью 15.10.2016 г., 10.10.2017 г. и 18.10.2018 г. на базе филиала ФБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»-«ЦЛАТИ по Астраханской области» согласно методике (ФР.1.39.2007.03222).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучая годовую динамику (рис. 1), можно заметить, что более высокие показатели токсичности почвы нефтяной ямы №1 характерны для осени 2017 г. ($BKP^1 = 3,46 \pm 0,02$), что выше на 1,5% показателей за 2016 г. и на 0,6% показателей 2018 г. Показатели токсичности почвы второй нефтяной ямы за 2016 г. составляют $52,2 \pm 1,25$, в 2017 г. наблюдается повышение на 7%, в 2018 г. значения понижаются на 3%

Годовая динамика показателей токсичности почвы ямы №1, ямы №2, почвы дачного участка и воды р. Кизань в районе Соколовских нефтяных ям не является статистически значимой согласно t-критерию Стьюдента ($p > 0,05$) (Статистическая обработка..., 2013), см. таблицу.

В прибрежной зоне нефтяемы №2 токсичность распределена равномерно: в западной части прибрежного района $BKP = 53,1 \pm 1,37$; в центральной части $BKP = 55,7 \pm 1,2$; в восточной – $BKP = 61,0 \pm 1,07$. В центральной части ямы результаты неоднородны: небольшая токсичность в западной части нефтехранилища (среднесезонное значение $BKP = 3,4 \pm 0,04$); в центре изучаемого объекта обнаружен нефтешлам, рассмотренный как отход и разведенный в отношении 1:10 ($BKP_{\text{сред}} = 94,9 \pm 1,68$); для почв в восточной части $BKP_{\text{сред}} = 55,7 \pm 1,35$ (рис. 2).

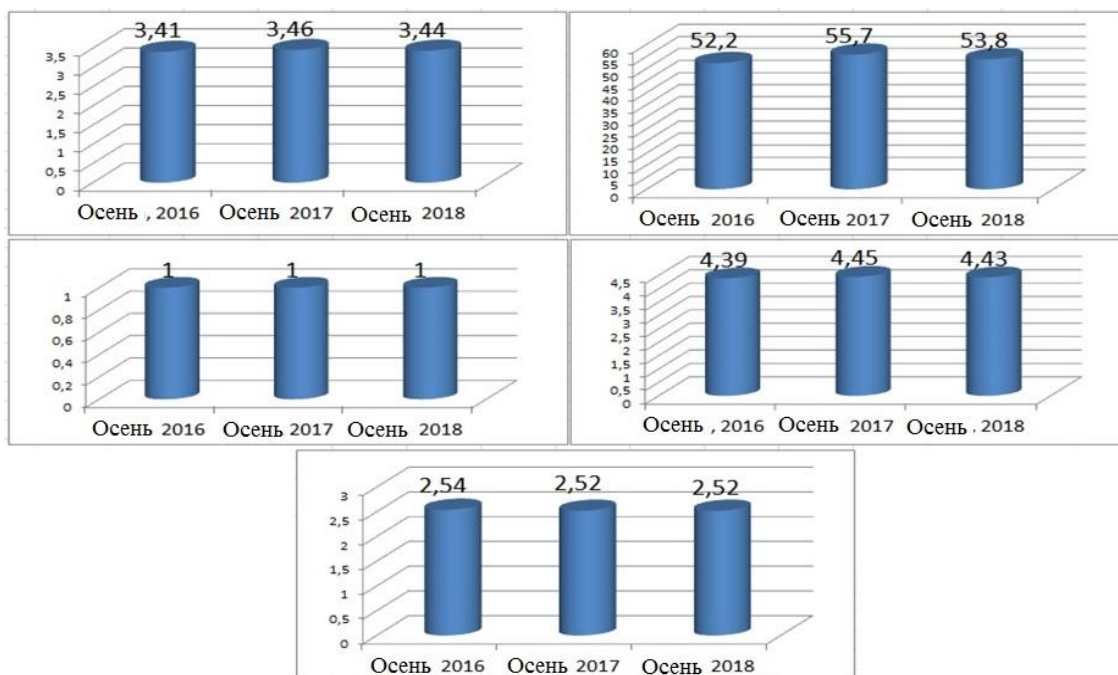


Рис. 1. Годовая динамика токсичности почвы Соколовских нефтям



Рис. 2. Зональное распределение токсичности почвы на территории нефтяной ямы №2

Таблица. Результаты определения t-критерий Стьюдента для показателей сезонной динамики токсичности почвы и воды в районе Соколовских нефтям

Пробы	Сравнение годовых значений	f	t_c (рассч)	t_c (крит)	p	Результат
Почва ямы №1	2016/2017	2	0,63	4,3	$p > 0,05$	Различия статистически незначимы
	2017/2018		0,93			
Почва ямы №2	2016/2017	10	0,26	2,23	$p > 0,05$	Различия статистически незначимы
	2017/2018		0,14			
Почва с дачного участка	2016/2017	2	0,56	4,3	$p > 0,05$	Различия статистически незначимы
	2017/2018		1,35			
Вода около ямы №1	2016/2017	4	0,41	2,78	$p > 0,05$	Различия статистически незначимы
	2017/2018		1,83			

На территории дачного участка товарищества «Анчоус» выявлена небольшая токсичность, не вызывающая острое воздействия, но полностью безопасной почва не является ($10\% < A = 12,9\% < 50\%$, среднее значение безвредной кратности разбавления $= 2,51 \pm 0,02$).

При проведении анализа на содержание нефти и нефтепродуктов у низших ракообразных – тест-объекта *Daphnia magna* Straus были отмечены такие признаки отравления, как иммобилизация на поверхности воды в боковом положении, плавательные движения антенн отсутствовали и не возобновлялись при помощи струи воды или при покачивании стакана, но у дафний еще может сохраняться сокращение сердца, подергивание торакальных ног, постабдомена (Александрова, 2013). Самым важным показателем острой токсичности является смертность дафний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова В.В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод. Нижневартговск: Изд-во Нижневартговск. гос. ун-та, 2013. 119 с.

Статистическая обработка данных в пакете SPSS // Метод расчета t-критерия Стьюдента. М., 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://statyx.ru/metod-rascheta-t-kriteriya-styudenta/>

Филонов А.Е. Микробные препараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного

климата: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.01.06. Пушино, 2016. 46 с.

ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: «АКВАРОС», 2007.

Чеснокова С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч. 2. Методы биотестирования. Владимир, 2008. 230 с.

К.В. БЕСПАЛОВА, А.В. СЕЛЕЗНЕВА, В.А. СЕЛЕЗНЕВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ФОСФОРА
С РЕЧНЫМ СТОКОМ В САРАТОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ****ВВЕДЕНИЕ**

Одна из главных экологических и водохозяйственных проблем Саратовского водохранилища, используемого для нужд питьевого водоснабжения, рыбного хозяйства и рекреации, это резкое ухудшение качества воды в период массового развития сине-зеленых водорослей (Селезнева, 2007; Селезнева и др., 2014; Беспалова и др., 2016). Основной причиной «цветения» воды является чрезмерное поступление с речным стоком в водохранилище биогенных веществ, в частности растворенного в воде минерального фосфора (далее фосфор), который является лимитирующим фактором (Селезнева и др., 2018). Поэтому количественная оценка поступающего с водосбора фосфора с целью последующего его ограничения будет способствовать снижению интенсивности и продолжительности массового развития водорослей.

Существующие различные отечественные и зарубежные методы оценки диффузного загрязнения, которые, в основном, опираются на методы математического моделирования (Кондратьев, 1992, 1999, 2007; Христианов, Осипов, 1993; Михайлов, 2000; Кучмент и др., 2002), которые являются достаточно сложными в практическом применении и требуют большого количества детальной информации об источниках и процессах диффузного загрязнения водосборной территории крупного водохранилища. Поэтому возникает необходимость разработки простых интегральных методов оценки диффузного загрязнения на основе организации и ведения мониторинга водных объектов (Селезнева, Беспалова, 2018).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Саратовское водохранилище входит в состав Волжско-Камского каскада и имеет протяжённость 357 км, а полный объём составляет 12,87 км³. Его частная водосборная территория составляет 78,2 тыс. км², что составляет 6,1% от водосборной территории всего Волжского бассейна. К основным боковым притокам I порядка в бассейне водохранилища относятся реки: Самара, Сок, Чапаевка, Сызранка, Малый Иргиз и Чагра, для которых проведено уточнение площади водосборных территорий на основе ГИС-технологий. Суммарная площадь их водосборных территорий составила 96,5% частной водосборной территории Саратовского водохранилища.

Гидрохимические наблюдения в замыкающих створах боковых притоков проводились ежемесячно в 2017–2018 гг. Отбор проб воды для химического анализа осуществлялся батометром Молчанова ГР-18. Пробы воды фильтровались сразу после отбора через мембраны «ВЛАДИПОР типа МФАС-ОС-2» с порами 0,45 мкм.

Растворенный в воде неорганический фосфор находится преимущественно в виде производных ортофосфорной кислоты H_3PO_4 , при этом основной формой неорганического фосфора при рН выше 6,5 является HPO_4^{2-} . Измерение концентрации растворенного неорганического фосфора в воде выполнялось фотометрическим методом.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ДИФФУЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Предлагается новый методологический подход по оценке диффузного загрязне-

ния крупных водохранилищ Волги, основанный на организации и ведении мониторинга водоемов и водотоков. В условиях недостаточной изученности процесса диффузного загрязнения и отсутствии необходимой детальной информации для его математического моделирования, именно этот подход позволит достоверно и быстро определить величину диффузного загрязнения крупного водохранилища.

Для основных притоков 1 порядка по данным многолетних наблюдений на гидрологических постах сети Росгидромета производились: расчет средних месячных значений модуля водного стока рек в наблюдаемых створах и расчет средних месячных расходов воды в замыкающих створах рек с использованием нормативных документов по определению основных расчетных гидрологических характеристик.

По данным гидрохимических наблюдений в замыкающих створах рек производился: расчет фактической средней месячной концентрации фосфора в воде рек и расчет антропогенной составляющей концентрации фосфора, формирующейся за счет точечных источников загрязнения на основе данных государственной статистической отчетности 2ТП-водхоз.

Расчет диффузного загрязнения Саратовского водохранилища минеральным фосфором осуществлялся по следующей формуле:

$$D = \sum_{j=1}^6 (D_j) \quad (1)$$

где D – суммарное количество фосфора, поступающего за год в водохранилище с водным стоком 6-ти рек 1 порядка в виде диффузного загрязнения, т/год;

D_j – количество фосфора, поступающего за год в виде диффузного загрязнения в водохранилище с водным стоком j -ой реки, где $j = 1, 2 \dots 6$, т/год.

Расчет количества фосфора (D_j), поступающего с водосборной территории j -й реки в виде диффузного загрязнения, осуществляется по следующей формуле:

$$D_j = \sum_{i=1}^{12} \{ [(C_i - A_i) - N] \times Q_i \times K_i \times 86,4 \times 10^{-6} \} \quad , \quad (2)$$

где C_i – средняя концентрация фосфора в замыкающем створе j -й реки за i -й месяц, мг/дм³;

A_i – техногенная составляющая концентрации фосфора в замыкающем створе j -й реки в i -й месяц, мг/дм³;

N – природная составляющая концентрации фосфора в замыкающем створе j -й реки, мг/дм³;

Q_i – средний расход воды в замыкающем створе j -й реки за i -й месяц, м³/с;

K_i – количество дней в i -м месяце;

Техногенная составляющая концентрации фосфора (A_i) формируется всеми точечными источниками загрязнения и рассчитывается по формуле:

$$A_i = \left\{ \sum_1^m (q_m \times s_m) \right\} \div Q_i \quad , \quad (3)$$

где q_m – средний расход сточной воды m -ого точечного источника за i -ый месяц, м³/с;

s_m – средняя концентрация вещества в сточной воде m -ого точечного источника за i -ый месяц, м³/с.

За природную составляющую концентрации фосфора в воде рек (M) принимается средняя концентрация фосфора в период зимней межени за вычетом техногенной составляющей концентрации (A_i).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Суммарный расход 6 рек в среднем составляет 196,8 м³/с. Самые большие расходы воды характерны для рек: Самара – 99,3 м³/с, Сок – 57,5 м³/с и Сызранка – 21,0 м³/с. Водный сток этих трех рек составляет 90,4% от общего бокового притока Саратовского водохранилища. На остальные 3 реки приходится менее 10% водного стока. Водный сток для р. Чапаевки составляет 7,7 м³/с, р. Мал. Иргиз – 5,9 м³/с и р. Чагра – 5,4 м³/с.

Гидрохимический анализ проб воды показал, что самые большие концентрации фосфора наблюдались в воде р. Сызранка. Средняя годовая концентрация фосфора составила 0,132 мгР/дм³, наибольшая – 0,300 мгР/дм³, а наименьшая – 0,062 мгР/дм³. Годовая амплитуда колебаний составила 0,238 мгР/дм³. Самые маленькие концентрации фосфатов наблюдались в воде р. Сок. Средняя концентрация составляла 0,082, наибольшая – 0,165, наименьшая – 0,062 мгР/дм³. Годовая амплитуда колебаний концентрации составила 0,138 мгР/дм³.

На всех реках внутригодовой максимум концентрации наблюдался весной в период прохождения половодья. В период зимней межени концентрация фосфора становилась минимальной и наблюдалась во время ледостава на реках, когда поступление фосфора с водосборной территории практически отсутствовало из-за перехода реки на питание подземными водами. В период летней межени концентрация фосфора в воде снижалась больше, чем зимой, что вызвано потреблением фосфора водорослями и высшей водной растительностью.

Таблица. Сток фосфора (числитель) и его диффузная составляющая (знаменатель), т

Месяцы											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р. Самара											
6,3	6,7	16,4	277,3	41,3	10,9	7,9	4,7	9,5	16,4	12,1	8,2
-	-	4,4	184,4	13,3	-	-	-	2,2	8,3	4,0	0,5
р. Сок											
5,0	5,5	19,2	67,1	24,7	9,5	3,0	4,5	6,4	8,8	7,5	5,8
-	-	10,5	21,8	6,2	-	-	-	-	1,5	0,5	-
р. Чапаевка											
0,2	0,2	5,2	30,2	1,0	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2	0,3	0,3
-	-	1,8	16,4	0,3	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1
р. Малый Иргиз											
0,0	0,0	5,7	19,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-	-	2,4	4,5	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
р. Сызранка											
2,3	2,8	9,5	25,8	17,3	8,3	6,1	2,7	2,5	6,4	5,0	4,4
-	-	3,2	12,0	12,7	5,0	2,9	-	-	2,7	1,4	1,3
Р. Чагра											
0,3	0,3	3,9	11,4	0,9	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,5	0,5
-	-	1,5	2,2	0,1	-	-	-	0,2	0,3	0,1	0,2
Суммарный сток рек											
14,1	15,5	59,9	430,8	85,8	29,2	17,2	12,5	19,0	32,4	25,4	19,2
-	-	23,8	241,3	32,6	5,0	2,91	-	2,4	12,9	6,1	2,0

Примечание: «-» – диффузное загрязнение отсутствует, «0,0» – диффузное загрязнение составляет менее 0,1 т

Дана количественная оценка фосфора, поступающего ежемесячно в Саратовское водохранилище с речным стоком 6 притоков I порядка в средний по водности год

(табл., числитель). В Саратовское водохранилище в среднем поступает 763 т/год фосфора с речным стоком основных боковых притоков. Между речными бассейнами сток фосфора распределяется следующим образом. Основная часть фосфора поступает в водохранилище с водами р. Самара – 418 т/год. Сток фосфора р. Сок составляет 167 т/год, р. Сызранка – 93 т/год, р. Чапаевка – 38 т/год, р. Мал. Иргиз – 25 т/год и р. Чагра – 20 т/год.

Результаты расчетов по формулам (1)–(3) показывают, что диффузное загрязнение Саратовского водохранилища фосфором в среднем составляет 329 т/год (табл., знаменатель). Это 43% от всего фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком. Основная часть загрязнения поступает с водосборной территории р. Самары 217 т/год (66%). Остальные 34% (122 т/год) приходится на водосборные территории рек Сызранка – 41,3 т/год (12,6%), Сок – 40,3 т/год (12,3%), Чапаевка – 18,7 т/год (5,7%), Малый Иргиз – 25,4 т/год (2,1%) и Чагра – 4,5 т/год (1,4%).

По сезонам года загрязнение фосфором от рек поступает в Саратовское водохранилище неравномерно. Основная масса фосфора поступает в Саратовское водохранилище в апреле месяце и составляет 241,3 т/год, это 73,4% от годового поступления фосфора в водохранилище.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной причиной ухудшения качества воды Саратовского водохранилища является массовое развитие водорослей, что обусловлено поступлением минерального фосфора от точечных и диффузных источников загрязнения, расположенных в бассейне водохранилища.

Проведенные исследования позволили разработать интегральный метод оценки диффузного загрязнения, основанный на организации и ведении гидрологических и гидрохимических наблюдений на основных притоках I порядка в бассейне водохранилища. Интегральный метод позволил достоверно и быстро определить диффузное загрязнение фосфором Саратовского водохранилища.

Установлено, что диффузное загрязнение Саратовского водохранилища фосфором в среднем составляет 329 т/год. Это 43% от всего фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком с частной водосборной территории. Основная часть загрязнения поступает с водосборной территории р. Самары 217 т/год (66%). Остальные 34 % (122 т/год) приходится на водосборные территории рек Сызранка – 41,3 т/год (12,6%), Сок – 40,3 т/год (12,3%), Чапаевка – 18,7 т/год (5,7%), Малый Иргиз – 25,4 т/год (2,1%) и Чагра – 4,5 т/год (1,4%).

Для повышения достоверности фосфорного загрязнения водохранилища необходимо организовать гидрохимические наблюдения в замыкающих створах всех боковых притоков I порядка в бассейне Саратовского водохранилища.

После соответствующей апробации в различных природно-климатических условиях, интегральный метод рекомендуется использовать для других крупных водохранилищ Волжско-Камского каскада. Интегральный метод целесообразно использовать не только для количественной оценки диффузного загрязнения, но и для контроля эффективности осуществляемых водоохраных мероприятий в бассейнах крупных водохранилищ в рамках реализации приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение диффузного загрязнения Волги» до 2025 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беспалова К.В., Селезнева А.В., Селезнев В.А. Устойчивое водоснабжение городского населения в условиях «цветения воды» на водохранилищах Волги (на примере г.о. Тольятти) // Водочистка. 2016. № 6. С. 19-24.

Кондратьев С.А. Математическое моделирование стока и выноса вещества с водосбора. Дис. ... докт. физ.-мат. наук. СПб., 1992. 301 с.

Кондратьев С.А. Моделирование стока и выноса фосфора с водосборов притоков оз.

Большого Ракового // Экология зарастающего озера и проблема его восстановления / Под. ред. В.Г. Драбковой и М.Я. Прытковой. СПб.: Наука, 1999. С. 51-54.

Кондратьев С.А. Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. СПб.: Наука, 2007. 253 с.

Кучмент Л.С., Гельфман А.Н., Демидов В.Н. Расчет вероятностных характеристик максимального стока по метеорологическим данным с использованием динамико-стохастической модели // Метеорология и гидрология, 2002. № 2. С. 83-94.

Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. Барнаул, 2000. 130 с.

Христианов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 278 с.

Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2007. 107 с.

Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В. Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья // Поволжск. экологич. журн. 2014. № 1. С. 88-96.

Селезнева А.В., Беспалова К.В. Разработка методологических подходов к оценке диффузного загрязнения крупных водохранилищ Волги (на примере Саратовского водохранилища) // Вода Magazine. 2018. № 7 (131). С. 28-35.

Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Содержание растворенного неорганического фосфора в воде Куйбышевского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 2. С. 35-45.

К.В. БЕСПАЛОВА

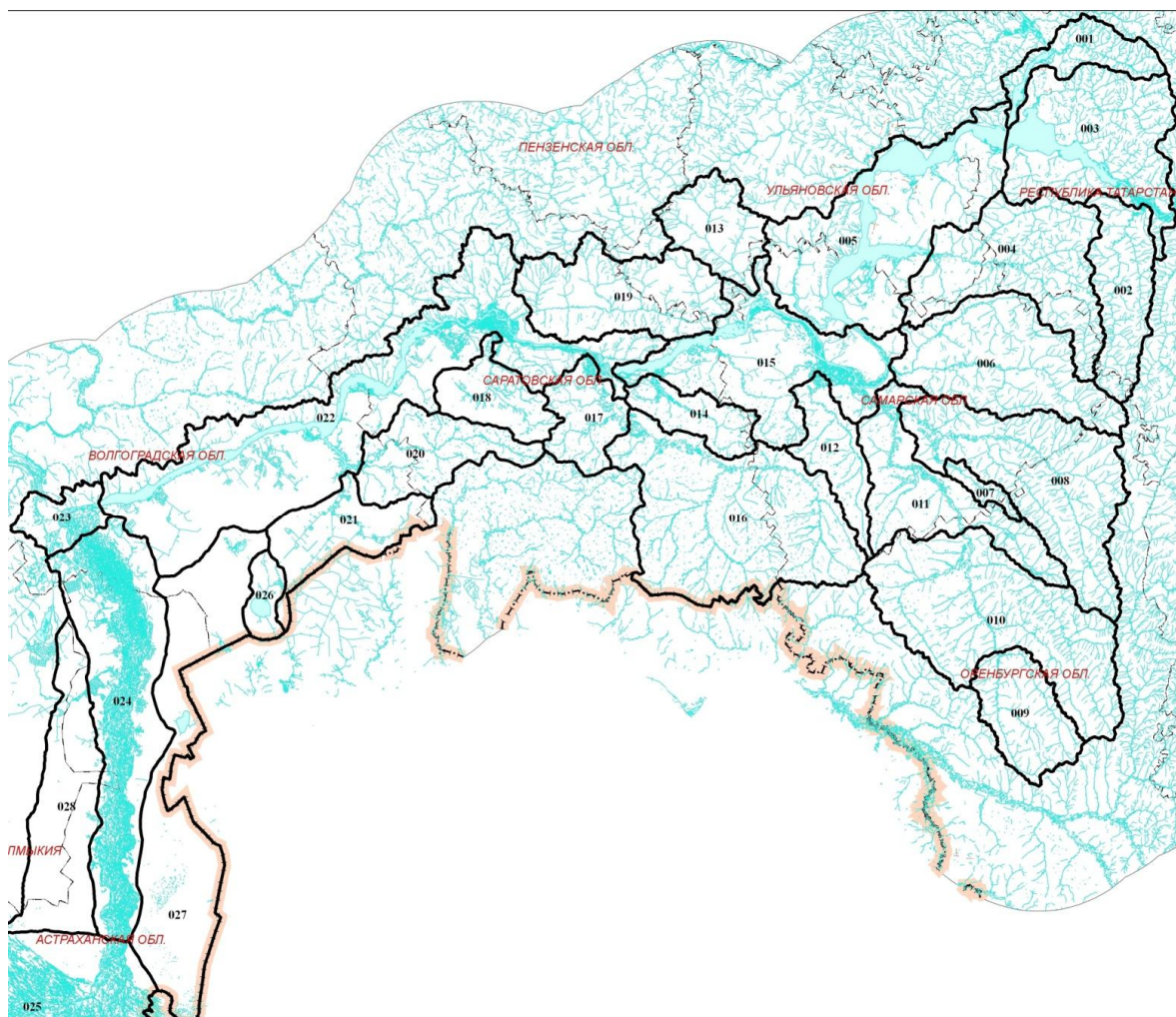
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВА ВОД В БАССЕЙНЕ НИЖНЕЙ ВОЛГИ**

Качество речных вод в бассейне Нижней Волги характеризуется значительной пространственной неоднородностью, а каждый водный объект имеет бассейновые природные особенности формирования качества воды, которые необходимо учитывать при нормировании и регулировании антропогенного воздействия на водные объекты (Беспалова, 2018).

Пространственная неоднородность качества воды обусловлена тем, что водные объекты Нижней Волги расположены в различных природных зонах и характеризуются разнообразными климатическими условиями. Наряду с этим, огромное влияние на формирование качества воды в конкретном речном бассейне оказывают местные условия: горные породы, почвы, растительность (Лепихин, Мирошниченко, 2002).

Для оценки пространственной неоднородности качества вод в бассейне Нижней Волги выделены водохозяйственные участки (ВХУ), которые характеризуют водохранилища Волги и их боковые притоки (рис.).

**Рис. 1.** Расположение ВХУ в бассейне Нижней Волги

ВХУ 001 – Волжский участок Куйбышевского водохранилища от г. Казань до пгт Камское Устье (без р. Кама), его площадь составляет 4000 км². Место отбора проб воды выбрано на волжской ветке в створе с. Камское Устье.

ВХУ 002 – бассейн р. Шешмы от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 6040 км². Река имеет протяженность 259 км и впадает в Камский участок Куйбышевского водохранилища. Место отбора проб воды выбрано ниже впадения р. Кичуй.

ВХУ 003 – Камский участок Куйбышевского водохранилища (без р. Волги и р. Шешмы), его площадь составляет 12960 км². Место отбора проб воды выбрано на Камской ветке в створе с. Камское Устье.

ВХУ 004 – бассейн р. Бол. Черемшан от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 11500 км². Река имеет протяженность 336 км и впадает в Куйбышевское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в районе г. Димитровграда.

ВХУ 005 – основная часть Куйбышевского водохранилища (без р. Бол. Черемшан), его площадь составляет 22 500 км². Место отбора проб воды выбрано в районе Жигулевской плотины.

ВХУ 006 – бассейн р. Сок от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 11700 км². Река имеет протяженность 363 км и впадает в Саратовское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в районе впадения р. Кондурча.

ВХУ 007 – бассейн р. Кутулук от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 890 км². Река имеет протяженность 144 км и впадает в р. Бол. Кинель. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении реки выше Кутулукского водохранилища.

ВХУ 008 – бассейн р. Бол. Кинель от истока до устья (без р. Кутулук до Кутулукского гидроузла). Площадь ВХУ составляет 14900 км². Река имеет протяженность 422 км и впадает в р. Самара. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Бол. Кинель после впадения р. Кутулук.

ВХУ 009 – это верхняя часть бассейна р. Самара от истока до Сорочинского гидроузла. Площадь ВХУ составляет 5700 км². Общая длина р. Самара составляет 594 км, а в пределах данного участка 190 км. Место отбора проб воды выбрано в верхнем течении р. Самара в районе Сорочинской плотины.

ВХУ 010 – это средняя часть бассейна реки Самара от Сорочинского гидроузла до водомерного поста у с. Елшанка. Площадь ВХУ – 17100 км². Длина р. Самара в пределах этого участка составляет 193 км. Место отбора проб воды выбрано в среднем течении р. Самара в районе с. Елшанка.

ВХУ 011 – это нижняя часть бассейна р. Самары от с. Елшанка и до впадения в Саратовское водохранилище. Площадь водосбора – 46500 км², площадь ВХУ составляет 8800 км². Длина реки в пределах участка составляет 211 км. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Самара после впадения притока Бол. Кинель.

ВХУ 012 охватывает бассейн р. Чапаевка от истока до устья. Площадь водосбора и ВХУ составляет 4310 км². Река имеет протяженность 298 км и впадает в Саратовское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Чапаевка в районе п. Чапаевский.

ВХУ 013 охватывает бассейн р. Сызранка истока до устья. Площадь бассейна и ВХУ составляет 4950 км². Река имеет протяженность 178 км и впадает в Саратовское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Сызранка в районе с. Уваровка.

ВХУ 014 охватывает бассейн р. Мал. Иргиз от истока до устья. Площадь бассейна и ВХУ составляет 3900 км². Река имеет протяженность 235 км и впадает в Саратовское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Мал. Иргиз в районе водомерного поста Росгидромета.

ВХУ 015 охватывает бассейн Саратовского водохранилища от Куйбышевского гидроузла до Саратовского гидроузла (без рек Сок, Чапаевка, Мал. Иргиз, Самара и

Сызранка), его площадь составляет 8640 км². Место отбора проб воды выбрано на приплотинном плесе Саратовского водохранилища.

ВХУ 016 охватывает водосбор р. Бол. Иргиз от истока до Сулакского гидроузла. Площадь ВХУ составляет 20220 км². Место отбора проб воды выбрано перед Сулакским водохранилищем в районе с. Березово.

ВХУ 017 охватывает нижнюю часть бассейна р. Бол. Иргиз от Сулакского гидроузла до впадения реки в Волгоградское водохранилище. Площадь ВХУ составляет 3780 км². Место отбора проб воды выбрано в нижнем течении р. Бол. Иргиз в районе с. Маянга.

ВХУ 018 охватывает бассейн р. Бол. Караман от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 4260 км². Река имеет протяженность 198 км и впадает в Волгоградское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в с. Осиновка.

ВХУ 019 охватывает бассейн р. Терешка от истока до устья. Площадь ВХУ составляет 9680 км². Протяженность реки составляет 273 км, она впадает в Саратовское водохранилище. Место отбора проб воды выбрано в районе с. Медяников.

ВХУ 022 – это бассейн Волгоградского водохранилища (без бассейнов рек Бол. Иргиз, Бол. Караман, Терешка, Еруслан и Торгун), его площадь составляет 29100 км². Данный ВХУ является самым крупным в бассейне Нижней Волги. В пределах участка длина водохранилища 524 км. Место отбора проб воды выбрано в приплотинном плесе Волгоградского водохранилища.

ВХУ 023 – это небольшой участок р. Волга, сразу после Волгоградского водохранилища. Место отбора проб воды выбрано в районе Волго-Донского канала.

ВХУ 024 охватывает бассейн р. Волги от водомерного поста пгт Светлый Яр до водомерного поста с. Верхнее Лебяжье, его площадь составляет 16300 км². В пределах участка длина р. Волги 385 км. Место отбора проб воды выбрано в районе пгт Светлый Яр. На остальных ВХУ наблюдения не проводились.

Процессы формирования качества воды Волги (интегральный сток с огромных территорий) и её притоков (местный сток) существенно отличаются. Волжский бассейн – это сложная система, объединяющая бассейны многих средних и малых рек, которые отличаются гидрологическим режимом, составом пород и климатическими условиями, в силу чего химический состав вод р. Волги интегрирует совокупность свойств воды отдельных притоков (Селезнева, 2018). Учитывая значительную протяженность р. Волги, химический состав её воды совершенно не соответствует местным условиям формирования качества воды. Поэтому волжская вода является «чужой» для местных вод.

Диапазон концентрации веществ по водохозяйственным участкам Волги составляет: 258–305 мг/дм³ для сухого остатка ($C_{\text{сух.о}}$); 56,3–68,8 мг/дм³ для сульфатов; 21,4–31,5 мг/дм³ для хлоридов; 0,17–0,30 мг/дм³ для нитратов; 0,010–0,027 мг/дм³ для фосфатов; 21,3–28,6 мг/дм³ для ХПК; 2,70–5,53 мг/дм³ для БПК₅; 0,001–0,005 мг/дм³ для меди; 0,007–0,017 мг/дм³ для цинка (табл.1).

Таблица 1. Качество воды по участкам водохранилищ в период летней межени

№ п/п	Показатели	Обозначение	Номера ВХУ						
			001	003	005	015	022	023	024
1	$C_{\text{сух.о}}$	мг/дм ³	258	245	240	282	290	317	305
2	Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/дм ³	58,4	60,0	56,3	60,9	65,0	65,7	68,8
3	Хлориды (Cl^-)	мг/дм ³	21,4	30,2	21,7	27,6	23,5	29,9	31,5
4	Нитраты (NO_3^{2-})	мгN/дм ³	0,28	0,30	0,17	0,25	0,28	0,25	0,26
5	Фосфаты (PO_4^{3-})	мгP/дм ³	0,010	0,011	0,024	0,027	0,013	0,020	0,016
6	БПК ₅	мгО/дм ³	3,15	5,53	3,02	2,70	4,10	4,33	5,38
7	ХПК	мгО/дм ³	23,2	21,3	24,5	24,8	28,6	26,3	24,8
8	Медь (Cu)	мг/дм ³	0,003	0,003	0,001	0,004	0,002	0,002	0,005
9	Цинк (Zn)	мг/дм ³	0,008	0,017	0,016	0,014	0,009	0,007	0,012

Водохозяйственные участки: 002; 004; 006-019 характеризуют небольшие речные бассейны. Качество воды в них лучше отражает климатические условия местности и, следовательно, более полно передает зональность состава воды по территории. С уменьшением размера бассейна усиливается влияние местных условий, особенно со стороны состава пород и гидрогеологических условий. В результате возникает широкое разнообразие качества воды. Чтобы надежнее выявить природные особенности конкретного водного объекта, лучше всего мониторинг качества воды осуществлять в периоды летней или зимней межени, когда местные факторы формирования качества воды являются определяющими (Селезнев и др., 2013).

Диапазон концентраций веществ по ВХУ небольших рек составляет: 304–1278 мг/дм³ для сухого остатка; 71–284 мг/дм³ для сульфатов; 17–286 мг/дм³ для хлоридов; 0,11–1,02 мг/дм³ для нитратов; 0,012–0,123 мг/дм³ для фосфатов; 3,0–8,8 мг/дм³ для БПК₅; 14,5–36,6 мг/дм³ для ХПК; 0,002–0,005 мг/дм³ для меди; 0,003–0,022 мг/дм³ для цинка (табл. 2). Сравнительный анализ полученных данных показывает, что Волга по качеству вод существенно отличается от местного стока, так как её формирование происходило в других природно-климатических условиях.

Таблица 2. Качество воды по речным участкам в период летней межени

Показатели	Обозначение	Номера ВХУ							
		002	004	006	007	008	009	010	011
С _{сух.о.}	мг/дм ³	506	491	780	493	910	580	720	700
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	138	141	284	98	273	120	141	153
CL ⁻	мг/дм ³	26	38	37,6	53,8	87,0	64,0	80,0	81,2
NO ₃ ²⁻	мгN/дм ³	0,65	0,32	0,38	0,3	1,02	0,73	0,68	0,78
PO ₄ ³⁻	мгP/дм ³	0,025	0,06	0,02	0,04	0,028	0,012	0,025	0,03
БПК ₅	мгО/дм ³	2,95	5,11	4,14	5,64	3,46	3,47	3,8	6,74
ХПК	мгО/дм ³	14,5	23,4	26,1	19,4	23,6	20,1	21,5	25,2
Cu	мг/дм ³	0,002	0,003	0,005	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003
Zn	мг/дм ³	0,007	0,010	0,020	0,007	0,015	0,003	0,006	0,022

Показатели	Обозначение	Номера ВХУ							
		012	013	014	016	017	018	019	-
С _{сух.о.}	мг/дм ³	1278	304	873	764	784	950	476	-
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	243	71	135	106	142	165	131	-
CL ⁻	мг/дм ³	286	17	215,4	208,4	225,4	248	26,1	-
NO ₃ ²⁻	мгN/дм ³	0,35	0,11	0,45	0,45	0,34	0,39	0,68	-
PO ₄ ³⁻	мгP/дм ³	0,053	0,053	0,057	0,123	0,107	0,077	0,05	-
БПК ₅	мгО/дм ³	8,8	3,34	5,42	3,21	4,08	5,96	6,01	-
ХПК	мгО/дм ³	36,6	24,3	39,1	30,1	30,9	33,8	35,8	-
Cu	мг/дм ³	0,0026	0,002	0,003	0,0034	0,0038	0,0046	0,0032	-
Zn	мг/дм ³	0,015	0,0057	0,0055	0,0046	0,005	0,006	0,006	-

Таблица 3. Содержание веществ в воде водохранилищ и рек

Показатели	Обозначение	Водоохранилища			Реки		
		C _{max}	C _{min}	C _{max} / C _{min}	C _{max}	C _{min}	C _{max} / C _{min}
С _{сух.о.}	мг/дм ³	350	240	1,5	1278	304	4,2
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	73,0	56,3	1,3	284	70,9	4,0
CL ⁻	мг/дм ³	33,2	21,4	1,6	286	17	16,8
NO ₃ ²⁻	мгN/дм ³	0,30	0,17	1,8	1,02	0,11	9,3
PO ₄ ³⁻	мгP/дм ³	0,027	0,010	2,7	0,123	0,02	6,2
БПК ₅	мгО/дм ³	5,6	2,7	2,1	8,8	2,9	3,0
ХПК	мгО/дм ³	29,4	21,3	1,4	39,1	14,5	2,7
Cu	мг/дм ³	0,005	0,002	2,5	0,005	0,002	2,5
Zn	мг/дм ³	0,017	0,007	2,4	0,022	0,003	7,3

Сравнительный анализ максимальных (C_{max}) и минимальных (C_{min}) концентраций веществ в воде водных объектов Нижней Волги в период летней межени показывает,

что их величина изменяется в широких пределах, а соотношение (C_{\max}/C_{\min}) составляет от 1,3 до 16,8 раз (табл. 3). На ВХУ водохранилищ соотношение (C_{\max}/C_{\min}) существенно меньше (от 1,3 до 2,7), чем на речных ВХУ (от 2,7 до 16,8).

Это обусловлено существенным различием в процессах формирования качества вод на небольших реках и на крупных водохранилищах Волги. Чем меньше бассейн реки, тем больше проявляются индивидуальные особенности формирования качества воды местного стока.

Больше всего по бассейну Нижней Волги изменяется содержание хлоридов в 16,8 раз. Максимальное содержание (C_{\max}) наблюдаются в бассейне р. Чапаевка (ВХУ 012), а минимальное (C_{\min}) – в бассейне р. Сызранка (ВХУ 013). Содержание нитратов изменяется в 9,3 раза. Максимальное содержание наблюдается в бассейне р. Самара (ВХУ 009,010 и 011) и в бассейне р. Бол. Кинель (ВХУ 008), а минимальное – в бассейне р. Сызранка (ВХУ 013). Содержание фосфатов изменяется – в 6,2 раза. Максимальное содержание наблюдается в бассейне р. Бол. Иргиз (ВХУ 016 и 017), а минимальное – в Куйбышевском водохранилище (ВХУ 001 и 003).

Список литературы

Беспалова К.В. Анализ экологического состояния Саратовского и Куйбышевского водохранилищ // В сборнике: Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики. Материалы XV Международ. науч.-практич. конф. В 3-х тт. 2018. С. 150-158.

Лепихин, А.П., Мирошниченко С.А. Особенности задания «фоновой» концентрации в естественных водоемах // Водное хозяйство России: Проблемы, Технологии, Управление. Екатеринбург, 2002. Т. 3, № 3. С. 247-262.

Селезнева А.В., Беспалова К.В. Регулирование сброса в реки загрязняющих веществ в составе сточных вод // Вода Magazine. 2018. № 8 (132). С. 48-51.

Селезнев В.А., Беспалова К.В., Селезнева А.В. Формирование качества воды Волжских водохранилищ при аномальных погодных условиях // Водное хозяйство России. 2013. № 5. С. 4-14.

Е.С. БОГДАНОВА, В.Н. НЕСТЕРОВ,
О.А. РОЗЕНЦВЕТ, С.В. САКСОНОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти. Россия

ПИГМЕНТНЫЙ И ЛИПИДНЫЙ ПРОФИЛЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЭНДЕМИЧНОЙ ФЛОРЫ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Эндемичные виды придают самобытность флоре и, как правило, являются особо ценными и охраняемыми растениями. Большая часть эндемичных видов сосредоточена в местах выхода коренных пород, где ослаблена конкуренция со стороны других растений. Например, *Gypsophila juzepczukii* Ikonn (Caryophyllaceae), является узколокальным эндемиком – кальцефитом, встречается только в Предволжье (Жигулевский и Свяго-Усинский ландшафтные районы). Предпочитает селиться на скальных обнажениях и каменистых сыпях, встречается группами или одиночными особями, может выступать в роли доминанта в петрофитно-степных сообществах. Сведений о другом растении этого же семейства – *Gypsophila volgensis* Krasnova крайне мало. Известно, что этот вид является эндемиком Среднего и Нижнего Поволжья (Васюков и др., 2015). Растение *Psephellus carbonatus* (Klokov) Greuter (Asteraceae) также является эндемичным видом, произрастает на обнажениях карбонатных пород.

Все три вида представляют высокоспециализированную экологическую группу растений кальцефитов. Растения этой группы формируют большинство степных сообществ, поскольку обладают большей экологической пластичностью по сравнению с другими видами растений, неспособных заселять меловой субстрат и карбонатные обнажения (Escudero et al., 2014).

Экологические особенности местообитаний кальцефитов представляют своеобразный комплекс факторов, обуславливающий существование растений этой экологической группы. Адаптация к условиям проявляется на разных уровнях: анатомическом, физиологическом и биохимическом. Так растения некоторых видов секретируют карбонат кальция через гидатоды. Кроме того, растения, обитающие на обнажениях известняка, мела или мергеля, проявляют признаки как ксероморфной, так и гелиоморфной организации. У многих видов кальцефитов на побегах и листьях развито густое опушение, способствующее снижению транспирации и интенсивному отражению солнечного света. Как правило, у таких растений листья мелкие, содержание хлорофиллов низкое. Литературные данные о структурных и функциональных особенностях кальцефитов, обеспечивающих адаптации этих растений к специфическим условиям среды, ограничены.

Цель работы – провести сравнительный анализ пигментного и липидного профиля представителей эндемичной флоры Самарской области на примере растений родов *Gypsophila* и *Psephellus*.

Растения отбирали на территории Самарской области в следующих административных районах: Волжский, с. Ширяево – *G. juzepczukii*; Шигонский, с. Климовка – *G. volgensis*; Похвистневский, с. Мал. Толкай – *P. carbonatus*. Концентрацию пигментов определяли спектрофотометрически (Lichtenthaler, 1987). Содержание липидов оценивали по сумме основных групп липидов в составе общих липидов фосфолипидов (ФЛ), гликолипидов (ГЛ), нейтральных липидов (НЛ) как

описано ранее (Rozentsvet et al., 2018). Кроме того, анализировали индивидуальные классы липидов внутри каждой группы.

Исследованные растения представляют собой травянистые многолетники и относятся к гелиофитам, т.е. растениям открытых пространств, постоянно хорошо освещаемых местообитаний. По экологическому режиму, обусловленному режимом увлажнения, растения *G. juzepczukii* и *P. carbonatus* относятся к ксерофитам, а *G. volgensis* – мезоксерофитам.

Результаты анализа показали, что общее количество пигментов в растениях различалось в два и более раз, большее их содержание отмечено у ксерофитных растений. В тоже время в соотношении между зелеными пигментами – хлорофиллом *a* и *b*, существенных различий не обнаружено. Но величина отношения хлорофиллов к каротиноидам у ксерофитных растений была в 2 раза больше, чем у мезоксерофита (см. рис.).

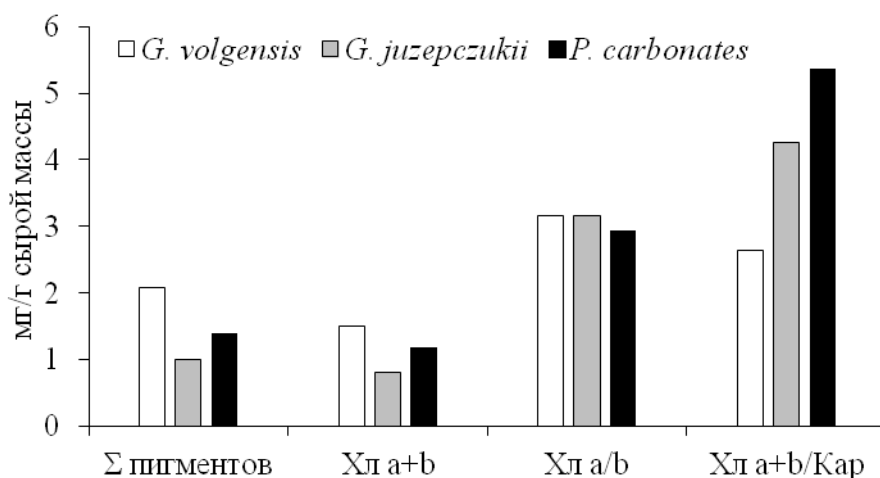


Рис. Содержание пигментов в листьях кальцефитов. Хл *a*, *b* – хлорофилл *a*, *b*; Кар – каротиноиды

По количеству экстрагированных липидов ксерофиты *G. juzepczukii* и *P. carbonatus* характеризовались большим содержанием суммарных липидов по сравнению с мезофитом *G. volgensis* (табл.). Если у растений *G. juzepczukii* основной вклад в состав суммарных липидов вносили НЛ, то у растений *P. carbonatus* главными были ГЛ, что говорит о видовой специфичности соотношения основных групп липидов в общем липидном пуле.

Обнаружены существенные отличия в составе индивидуальных классов липидов у растений разных жизненных форм. У ксерофитов *G. juzepczukii* и *P. carbonatus* содержание моногалактозилдиацилглицерида и дигалактозилдиацилглицерида в 2 и более раз превышало их содержание в мезофите *G. volgensis*.

В отношении близкородственных видов *G. juzepczukii* и *G. volgensis* отмечено равное содержание суммарных ФЛ. Однако компонентный состав ФЛ имел более видоспецифичный характер. Так особенностью состава ФЛ растений *P. carbonatus* и *G. juzepczukii* является большее количество фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина и фосфатидилглицерида, а *G. volgensis* обнаружено необычно высокое содержание фосфатидилинозита, фосфатидной кислоты и лизоформы.

Кроме того, обнаружено, что в листьях *G. juzepczukii* содержание большинства компонентов НЛ было в 2 и более раз выше по сравнению *G. volgensis* и *P. carbonatus*. В тоже время в ксерофитах *G. juzepczukii* и *P. carbonatus* количественное содержание эфиров стеринов, свободных жирных кислот и диацилглицеридов не отличалось.

Таблица. Суммарные и индивидуальные липиды кальцефитов (мг/г сырой массы)

Липиды	Виды растений		
	<i>G. volgensis</i>	<i>G. juzepczukii</i>	<i>P. carbonatus</i>
СЛ	8,4±0,4	19,1±0,5	15,7±0,6
МГДГ	1,1±0,1	3,6±0,2	3,7±0,2
ДГДГ	1,4±0,4	3,2±0,1	4,5±0,3
СХДГ	0,7±0,4	1,2±0,4	1,4±0,2
Σ ГЛ	3,1±0,1	8,1±0,2	10,4±0,6
УГ	0,4±0,02	2,1±0,03	0,4±0,06
ЭС	1,0±0,08	2,3±0,02	2,0±0,01
В	0,2±0,08	0,6±0,04	0,2±0,05
ТАГ	0,6±0,2	1,2±0,2	0,7±0,03
СЖК	0,7±0,1	1,5±0,3	1,0±0,01
СП	0,1±0,01	0,6±0,02	0,2±0,02
СТ	0,2±0,06	0,6±0,01	0,4±0,01
ДАГ	0,1±0,02	0,4±0,03	0,5±0,04
Σ НЛ	3,7±0,8	9,3±0,5	4,5±0,4
ФХ	0,2±0,04	0,8±0,01	1,3±0,4
ФЭ	0,1±0,05	0,2±0,03	0,4±0,02
ФГ	0,2±0,03	0,5±0,01	0,5±0,05
ФИ	0,3±0,04	0,1±0,06	0,08±0,01
ФК	1,4±0,3	сл	сл
ДФГ	0,05±0,02	сл	0,05±0,01
ЛФ	0,07±0,01	-	-
Σ ФЛ	1,6±0,2	1,7±0,3	0,8±0,2

Примечание. МГДГ – моногалактозилдиацилглицерид; ДГДГ – дигалактозилдиацилглицерид; СХДГ – сульфохиновозилдиацилглицерид; углеводороды – УГ; эфиры стеринов – ЭС; воска – В; триацилглицериды – ТАГ; свободные жирные кислоты – СЖК; спирты – СП; стеринны – СТ; диацилглицериды – ДАГ; фосфатидилхолин – ФХ; фосфатидилэтаноламин – ФЭ; фосфатидилглицерид – ФГ; фосфатидилинозит – ФИ; фосфатидная кислота – ФК; дифосфатидилглицерид – ДФГ; лизоформа – ЛФ

Таким образом, сравнительный анализ пигментного и липидного профиля представителей эндемичной флоры Самарской обл. на примере видов *G. juzepczukii*, *G. volgensis* и *P. carbonatus* показал, что количественные показатели зависят от специфичности вида и жизненной формы исследованных растений.

Список литературы

- Васюков В.М., Саксонов С.В., Сенатор С.А.* Эндемичные растения бассейна Волги // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. Т. IX, № 3. С. 27-43.
- Escudero A., Palacio S., Maestre F.T., Luzuriaga A.L.* Plant life on gypsum: a review of its multiple facets // Biological Reviews. 2014. Vol. 90, Is. 1. Pp. 1-20.
- Lichtenthaller H.K.* Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods in enzymology. 1987. Vol. 148. Pp. 350-382.
- Rozentsvet O.A., Nesterov V.N., Bogdanova E.S., Kosobryukhov A.A., Zubova S.N., Semenova G.A.* Structural and molecular strategy of photosynthetic apparatus organization of wild flora halophytes // Plant Physiology and Biochemistry. 2018. Vol. 129. Pp. 213-220.

С.В. БУГРОВ

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МАРГАНЦА В БЕРЕГОВЫХ ПОЧВАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРУДОВ Г. САМАРЫ

Интерес к изучению загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами связан, прежде всего, с их высоким токсикологическим воздействием, оказываемым на живые организмы. В то же время, дефицит ряда тяжёлых металлов, являющихся микроэлементами, приводит к возникновению опасных болезней и угнетению нормального развития и функционирования организма.

Марганец – серебристо-белый металл, элемент седьмой группы четвёртого периода. Он достаточно широко распространён в земной коре (на двенадцатом месте) (Водяницкий и др., 2012) и является вторым по распространённости тяжёлым металлом после железа (Mousavi et al., 2011).

Марганец играет очень важную роль во многих биологических процессах, так, например, двухвалентные ионы марганца могут легко менять степень окисления до Mn^{+3} или Mn^{+4} , что позволяет использовать их для переноса электронов при фотосинтезе. Марганец также участвует в процессе производства хлорофилла (Mousavi et al., 2011), увеличивает содержание сахаров, стимулирует дыхание растений (Водяницкий и др., 2012), активизирует РНК-полимеразу (Mousavi et al., 2011), обеспечивает нормальное функционирование мышечной ткани, стабильность клеточных мембран (Мусаев и др., 2012).

Недостаток элемента в растительном организме приводит к уменьшению содержания лингина в корнях растений, что является причиной снижения их устойчивости к заражению грибами, снижению эффективности фотосинтеза (Mousavi et al., 2011) появлению межжилкового хлороза (Балыкин, Пузанов, 2007). Количество доступного для растений марганца зависит от кислотности почвы, её увлажнённости и аэрации. Так, при увеличении pH почвенного раствора на одну единицу доступность элемента снижается в 100 раз (Mousavi et al., 2011).

Однако избыток марганца также негативно сказывается на состоянии живых организмов и может являться основным лимитирующим фактором для развития растений на кислых почвах (Mousavi et al., 2011). Отравление марганцем проявляется в виде появления бурых пятен на листьях (Балыкин, Пузанов, 2007), развития некрозов (Mousavi et al., 2011). Симптомы отравления марганцем человека выражаются в повышенной утомляемости, частой смене настроения, двигательных нарушениях, паркинсонизме (Pavilonis et al., 2015). Стоит отметить, что марганец относится к наименее опасным элементам при поступлении в организм с пищей, поэтому все зарегистрированные случаи отравления связаны с длительным периодом ингаляционного воздействия высокими концентрациями металла на производстве (Лопина и др., 1980).

Марганец достаточно широко применяется в промышленности: при производстве стали, алюминиевых сплавов (Pavilonis et al., 2015), щелочных батареек (Dell, 2000). Следовательно, городская территория, как центр хозяйственной деятельности человека, в большей степени подвержена загрязнению. Этим объясняется необходимость изучения почвенного покрова населённых пунктов с целью выявления степени антропогенного воздействия на природную среду. Важной составляющей эколого-геохимического мониторинга является изучение аккумулятивных ландшафтов в городах, к которым относятся замкнутые водоёмы, в частности городские пруды.

С целью изучения особенностей накопления и распределения марганца были отобраны образцы береговых почв и донных отложений в 20 прудах г. Самара. Так как город находится на водоразделе между реками Волга и Самара, верхняя граница которого проходит по Московскому шоссе, все рассматриваемые водные объекты можно разделить на пруды, расположенные на северном склоне (пруды под номерами 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20) или на южном (пруды под номерами 1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17). Анализ проводился методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Подготовка почвенных образцов к анализу осуществлялась согласно методике переведения твёрдых проб в раствор (Количественный химический анализ..., 2005).

Содержание марганца в почвах варьирует в достаточно широких пределах: от 270 до 1300 мг/кг (Васильев и Чашин, 2011). Кларк элемента в земной коре, согласно Водяницкому, составляет 1060 мг/кг (Водяницкий и др., 2012). Однако в результате нашего исследования было установлено, что содержание марганца в береговых почвах и донных отложениях водных объектов города не достигает кларковых значений (табл.). В связи с этим, с целью определения масштабов техногенного поступления элемента в почву в условиях города, были взяты фоновые значения концентраций марганца для илистых фракций донных отложений бассейна Верхней Волги – 520 мг/кг (Тихомиров, Марков, 2009). На рисунке также показано пространственное распределение элемента в почвах береговой зоны прудов.

Таблица. Концентрация марганца в береговых почвах и донных отложениях г. Самара, мг/кг

Пруд №	Берег	Дно	Пруд №	Берег	Дно
1.	384,90	206,75	11.	404,65	-
2.	634,50	-	12.	382,85	210,60
3.	458,70	527,50	13.	350,55	476,05
4.	423,60	-	14.	151,35	407,70
5.	466,60	107,15	15.	484,45	226,30
6.	475,55	124,05	16.	516,50	250,65
7.	290,30	372,60	17.	539,50	120,35
8.	419,50	-	18.	206,05	-
9.	380,20	311,95	19.	-	483,10
10.	393,60	-	20.	141,45	198,30
Статистические показатели					
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Медиана	
Берег	141,45	634,50	394,99	404,65	
Дно	107,15	527,50	287,36	238,47	

Исходя из полученных значений, можно сказать, что концентрация элемента в береговых почвах и донных отложениях города, в целом, находится на уровне фонового значения или в несколько раз ниже. Только для двух прудов, расположенных на южном склоне, наблюдается незначительное превышение концентрации марганца в береговых почвах (пруды №2 и №17) и для одного пруда на южном склоне – в донных отложениях (пруд №3). Это может свидетельствовать о том, что техногенное привнесение марганца в почву является незначительным или вовсе отсутствует.

Также стоит отметить, что береговые почвы водоёмов более интенсивно накапливают марганец по сравнению с донными отложениями. Так, статистические показатели (минимальная и максимальная концентрации, среднее значения и медиана) в береговых почвах превышают аналогичные показатели в донных отложениях в 1,2 – 1,7 раза.

Анализ пространственного распределения марганца в береговых почвах позволяет заключить, что концентрация элемента значительно снижается в северном направлении. Наибольшие значения наблюдаются в южной и восточной частях рассматриваемого участка. Наиболее вероятно, что подобный характер распределения элемента связан с близостью к основным источникам техногенного поступления марганца: промышленными и металлургическими предприятиями, расположенным в южной и юго-восточной частях города.

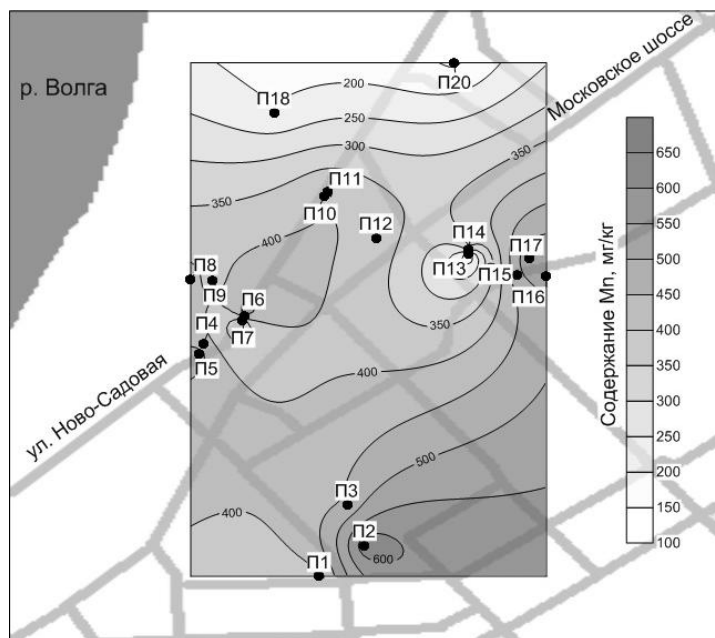


Рис. Пространственное распределение марганца в береговых почвах г. Самара

Таким образом, техногенное внесение металла в почвы Самары обусловлено, прежде всего, активной деятельностью промышленного комплекса города, но его можно считать умеренным, так как концентрация элемента в береговых почвах и донных отложениях городских аккумулятивных ландшафтов остаётся близка к фоновым значениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин Д.Н., Пузанов А.В. Марганец, медь, молибден и бор в почвах среднегорных котловин Алтая // Мир науки, культуры, образования. 2007. № 4 (7). С. 27-30.

Васильев А.А., Чащин А.Н. Тяжёлые металлы в почвах города Чусового: оценка и диагностика загрязнения. Пермь, 2011. 197 с.

Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжёлыми металлами. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2012. 306 с.

Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твёрдых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. М., 2005. 31 с.

Лопина О.Д., Аврунина Г.А., Воронцова Е.И. Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. М.: Медгиз, 1980. Т. 13. 552 с.

Мусаев Б.С., Рабаданова А.И., Мурадова Г.Р., Маржиева А.З. Биохимические показатели крови

сеголеток карпа при развитии оксидативного стресса под влиянием ионов марганца // Токсикологический вестн. 2012. № 2. С. 27-31.

Тихомиров О.А., Марков М.В. Накопление тяжёлых металлов в донных отложениях аквальных комплексов водохранилища сезонного регулирования стока // Учён. Зап. Казанск. гос. ун-та. 2009. Т. 151 (3). С. 143-152.

Dell R.M. Batteries: fifty years of materials development // Solid State Ionics. 2000. 134 (1). Pp. 139-158.

Mousavi S.R., Shahsavari M., Rezaei M. A general overview on manganese (Mn) importance for crops production // Australian Journ. of Basic and Applied Sciences. 2011. 5(9). Pp. 1799-1803.

Pavilonis B.T., Lioy P.J., Guazzetti S. Manganese concentrations in soil and settled dust in an area with historic ferroalloy production // Journ. of exposure science and environmental epidemiology. 2015. 25(4). Pp. 443-450.

С.В. БУГРОВА

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева г. Самара, Россия

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ
В УСЛОВИЯХ ГОРОДОВ САМАРЫ И СЫЗРАНИ**

В связи с усилением антропогенной деятельности (индустриализации и урбанизации) все большее количество вредных веществ поступает в атмосферу, почву, гидросферу. Одним из способов контроля степени загрязнения природной среды является осуществление комплексного экологического мониторинга, который должен включать, помимо физико-химических методов, биологические методы исследования.

Суть биологического мониторинга заключается в изучении отклика живых организмов на воздействие факторов внешней среды (Артамонов, 1986). В настоящее время широко распространенным приемом в биомониторинге является фитоиндикация. Преимущество использования растительных индикаторов по сравнению с инструментальными методами состоит, во-первых, в недорогом и простом способе получения информации о качестве окружающей среды. Во-вторых, приборы показывают лишь наличие определенных концентраций загрязняющих веществ и уровней физического воздействия и не учитывают возможный эффект синергизма при комбинированном действии нескольких стрессоров на живой организм (Булохов, 2004).

В системе фитомониторинга в качестве реакций на техногенное загрязнение часто исследуются морфологические отклонения в различных органах растений-сенсоров (Тюлькова, 2016). У древесных растений наиболее разнообразной морфологически и активной в метаболическом плане структурой являются листья (участвуют в процессах фотосинтеза, газообмена, транспирации), которые непрерывно подвергаются воздействию внешних факторов в течение своего короткого жизненного цикла (Кавеленова, 2006). Стрессирующие воздействия среды приводят к торможению ростовых процессов листовых пластин и изменению гомеостаза, что вызывает нарушения в симметрии их структурных признаков. Определение показателей флуктуирующей асимметрии (ФА), т.е. незначительных случайных различий в билатеральных морфологических признаках, считается универсальным способом оценки качества окружающей среды (Захаров и др, 2000).

Обзор литературы показал, что в качестве подобных биомониторов наиболее часто рекомендуется использовать листья березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Береза повислая широко применяется в озеленении городов, кроме того, как показывают исследования газоустойчивости древесных растений, она обладает высокой чувствительностью к атмосферным загрязнителям (Денисова и др., 2011).

Цель данной работы заключалась в исследовании степени загрязнения окружающей среды в городах Сызрань и Самара посредством определения морфометрических параметров листовых пластинок березы повислой.

Для выполнения поставленной задачи нами было обозначено всего 42 контрольных точек (26 точек в г. Сызрань и 16 точек в г. Самара) в различных функциональных зонах исследуемых городов, с предполагаемым разным уровнем техногенного загрязнения. Для удобства города Сызрань и Самара были условно разделены на несколько районов, в каждом из которых по возможности исследовались: жилой двор, парковая зона (или сквер при отсутствии парка), территории возле крупных предприятий и наиболее загруженных автодорог. Контрольные точки, в которых происходил сбор образцов в городах Сызрань и Самара, представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1. Перечень площадок сбора образцов в Сызрани

Исследуемая часть города	Описание функциональной зоны	№ точки
Южная часть города	Жилой двор	1
	Зона влияния автодороги по ул. Жуковского	2
	Сквер	3
	Зона влияния Сызранского НПЗ и ТЭЦ	4
	Зона влияния железной дороги	5
Юго-западная часть города	Жилой двор	6
	Зона влияния автодороги по ул. 50 лет Октября	7
	Сквер	8
Центральная часть города (исторический центр города)	Парковая зона (лесопосадка)	9
	Жилой двор	10
	Зона влияния автодороги по ул. Урицкого	11
	Сквер (Кремль)	12
	Зона влияния предприятий «Керамика», Сельмаш	13
Зона влияния железной дороги (станция Сызрань-город)	14	
Восточная часть города	Парковая зона (Тимирязевский Сад)	15
	Жилой двор	16
	Зона влияния автодороги по ул. Декабристов	17
	Зона влияния автокомпонентного предприятия «Криста»	18
Северная часть города	Зона влияния железной дороги (остановка 965 км)	19
	Жилой двор	20
	Зона влияния автодороги по ул. Дальневосточной	21
	Сквер	22
Западная часть города	Зона влияния завода Тяжмаш и автодороги	23
	Жилой двор	24
	Зона влияния автодороги по ул. Котовского	25
	Сквер	26

Таблица 2. Перечень площадок сбора образцов в Самаре

Исследуемая часть города	Описание функциональной зоны	№ точки
Центральная часть города	Жилой двор	1
	Зона влияния автодороги (Московское шоссе)	2
	Парковая зона (Загородный парк)	3
	Зона влияния автодороги по ул. Ново-Садовая	4
Юго-западная часть города	Жилой двор	5
	Зона влияния автодороги по ул. Чапаевская	6
	Парковая зона (Струковский сад)	7
Северо-восточная часть города	Зона влияния Самарской ГРЭС	8
	Жилой двор	9
	Зона влияния автодороги по ул. Стара-Загора	10
	Парковая зона (лесопарк 60-летия Советской власти)	11
Промышленный район (расположен в СВ-В-ЮВ части)	Зона влияния Самарского металлургического завода	12
	Жилой двор	13
	Зона влияния автодороги по пр. Кирова	14
	Парковая зона (парк «Молодёжный»)	15
	Зона влияния завода им. Тарасова	16

Сбор листьев осуществлялся после остановки их роста в конце июля и начале августа 2018 г. Выборка включала в себя 100 листьев с каждой точки (по 20 листьев с 5 деревьев). Возраст деревьев был приблизительно одинаков. Листья срывали с нижней части кроны равномерно со всех доступных веток.

Промеры листьев производились по методике В.М. Захарова с соавт. (2000), согласно которой асимметричность листа исследуется по признакам: «ширина половины листа», «длина второй жилки от основания листа», «расстояние между основаниями первой и второй жилок», «расстояние между концами этих жилок», «угол между главной жилкой и второй от основания листа». Измерения проводились с помощью измерительного циркуля, линейки и транспорта. Расчет интегрального показателя асимметрии листовых пластинок и статистическую обработку полученных данных выполняли в программе Excel. Балльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине флуктуирующей асимметрии представлена в табл. 3.

Таблица 3. Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине флуктуирующей асимметрии для березы повислой (по: В.М. Захаров, 2000)

Балл	Качество среды	Величина показателя стабильности развития
I	Условная норма	<0,040
II	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040 - 0,044
III	Средний уровень отклонения от нормы	0,045 - 0,049
IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050 - 0,054
V	Критическое состояние	>0,054

На рис. 1 представлены результаты расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой в различных районах г. Сызрань с указанием балла качества среды для данной территории. Из графика видно, что в целом по городу показатель ФА соответствует третьему баллу по шкале оценки качества среды, т.е. наблюдается средний уровень отклонения от нормы.

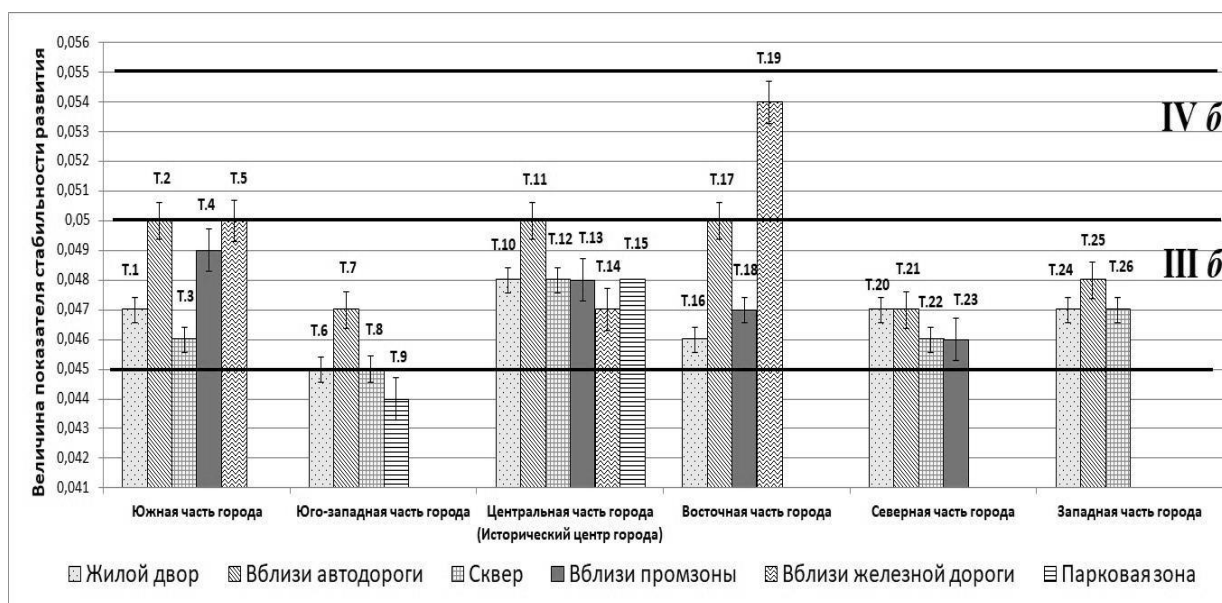


Рис. 1. Значения интегрального показателя стабильности развития для березы повислой в различных районах города Сызрань

Наибольшее значение показателя ФА для жилой зоны зафиксировано в центральной части города, что указывает на более высокую степень техногенного загрязнения данного района по сравнению с другими. Это можно объяснить высокой транспортной нагрузкой и недостаточным уровнем озеленения данной территории. Весьма негативное воздействие автотранспорта на природную среду доказывает и то, что во всех районах города показатель стабильности развития для берез значительно выше на территориях, прилегающих к крупным автодорогам, чем на территориях жилых зон. Качество среды около автодорог в южной, центральной и восточной частях города характеризуется существенными отклонениями от нормы (IV балл). Величины ФА листьев берез, собранных рядом с границами промышленных площадок, различаются в зависимости от вида деятельности предприятий и, следовательно, от состава и объема выбросов загрязняющих веществ. Исходя из графика, самое сильное воздействие на качество атмосферного воздуха оказывают Сызранский НПЗ и Сызранская ТЭЦ, расположенные в южной части города. Чрезвычайно неблагоприятная обстановка складывается возле железнодорожных путей. Вероятно, определенное влияние на формирование морфометрических параметров листовых пластин оказывает вибрация, возникающая от проходящих ж/д составов. Наиболее чистым районом можно назвать юго-западную часть города. Здесь отсутствуют крупные производственные объекты, а вдоль всего жилого массива с северо-западной стороны тянется лесопосадка, очищающая воздух от газообразных и аэрозольных примесей.

Результаты исследования морфометрических параметров листьев берёзы повислой в г. Самара показаны на рис. 2. Согласно полученному графику во всех исследуемых районах г. Самара показатель ФА листьев, собранных на территориях жилых дворов, парков и возле промышленных зон не превышает 0,049 (средний уровень отклонения от нормы).

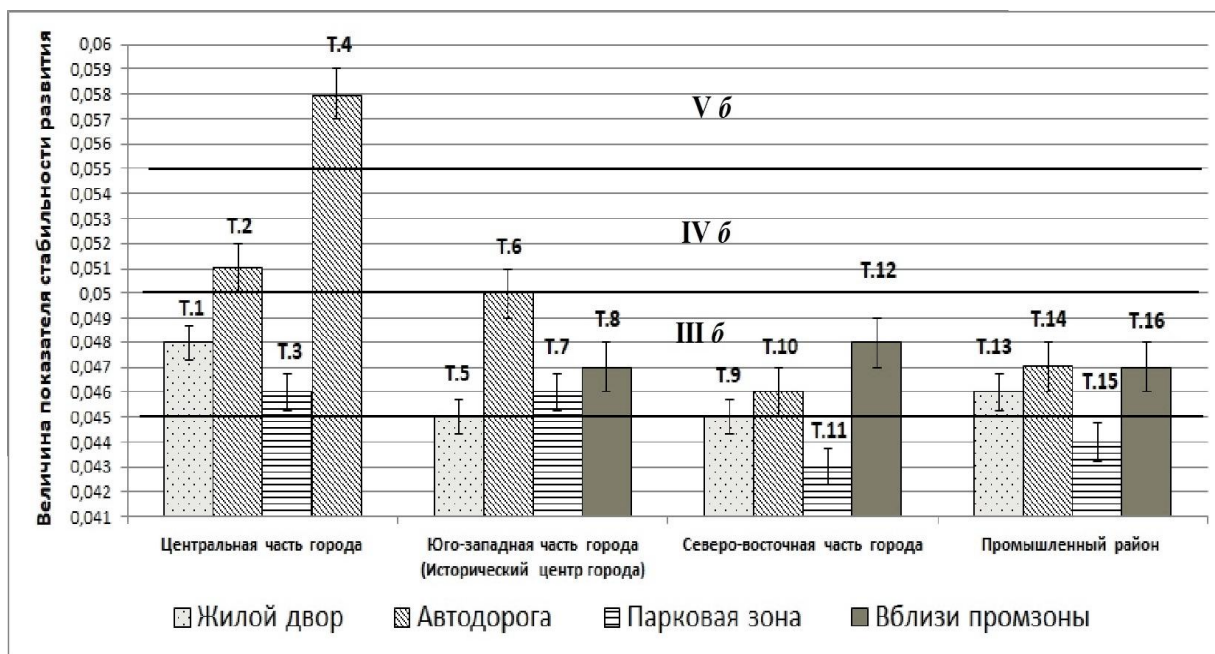


Рис. 2. Значения интегрального показателя стабильности развития для березы повислой в различных районах города Самара

Значительные отклонения от нормы (IV балл) отмечаются рядом с одними из самых оживлённых автодорог Самары – Московским шоссе (участок дороги в центральной части города) и автодорогой по ул. Чапаевская (исторический центр города). На участке автодороги по ул. Ново-Садовая в центральной части города было зарегистрировано критическое состояние природной среды (V балл). Помимо

интенсивного транспортного потока антропогенную нагрузку на исследуемом участке улицы Ново-Садовая создают проложенные вдоль дороги трамвайные пути, являющиеся источником вибрационного загрязнения. Минимальными значениями величины флуктуирующей асимметрии листовых пластин характеризуются выборки в парковых зонах Самары: лесопарке 60-летия Советской власти (0,043) и парке «Молодёжный».

Таким образом, полученные результаты исследования морфометрических параметров листовых пластинок березы повислой, позволяют сделать вывод, что природная среда испытывает различную техногенную нагрузку в разных функциональных зонах г. Сызрань и Самара.

Уровень загрязнения среды в жилых зонах исследуемых городов в соответствии с пятибалльной шкалой оценки качества среды в целом определяется как средний (III балл). На выявленную разницу в степени загрязнения жилых зон влияет ряд факторов: наличие в районе крупных промышленных предприятий, плотность зелёных насаждений и величина транспортной нагрузки на данной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. М.: Наука, 1986. 172 с.

Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 245 с.

Денисова Е.С., Еремеева В.Г. Газоустойчивость древесных растений западной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18, № 2. С. 263-271.

Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.

Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 124 с.

Тюлькова Е.Г. Зольность и морфометрические параметры листьев древесных растений как индикаторы загрязнения окружающей среды (на примере г. Гомеля) // Изв. Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. 2016. № 3. С. 64-69.

Е.С. БУЙКО, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

ОНТОГЕНЕЗ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *Asteraceae* В УСЛОВИЯХ Г. САМАРЫ

Инвазионные виды – часть заносного или адвентивного элемента флоры, отличающегося агрессивностью и способностью интенсивно распространяться, а также внедряться в различные типы ценозов, в том числе и естественные, их занос на определенную территорию является результатом прямой или косвенной деятельности человека (Гельтман, 2006; Виноградова и др., 2009; Майоров и др., 2012, 2013).

В настоящее время инвазия чужеродных видов – серьезная экологическая проблема во всем мире, приводящая к значительным потерям биологического разнообразия, которая может наносить значительный экономический ущерб, так как инвазионные растения могут являться злостными сорняками полей, садов и огородов, а также представлять опасность для здоровья людей, вызывая аллергические заболевания. Главный аллерголог г. Самары Н.Е. Чакирева привела статистику заболеваемости. Первое место по частоте возникновения занимает полиноз (29,8%), за ним следует астма (23,6%) и ринит (13,2%). В целом, по прогнозам Всемирной организации здравоохранения, именно аллергии займут первое место в структуре заболеваний в XXI в. В связи с опасностью карантинных сорняков для здоровья человека необходимо проводить изучение особенностей их биологии и распространения в населенных пунктах.

Своевременное выявление новых видов и выяснение их вклада в региональные флоры является актуальной задачей, поскольку на данный момент не существует каких-либо способов остановить агрессивные чужеродные виды, которые на новой родине сформировали широкие ареалы и успешно обосновались (Виноградов и др., 2009). По прогнозам ученых в ближайшем будущем произойдет увеличение биологических инвазий.

Очагами повышенной концентрации адвентивных видов растений являются урбанизированные территории. По неокультурным местообитаниям активно распространяются североамериканские заносные виды – циклахена дурнишниковидная и амброзия трехраздельная, вызывая во время цветения у людей аллергию.

Целью настоящей работы явилось изучение биологических особенностей и очагов распространения циклахены дурнишниковидной и амброзии трехраздельной в условиях города Самары.

В задачи исследований входило:

1. Изучение истории проникновения инвазионных растений на территорию России и Самарской области.
2. Проведение фенологических наблюдений за развитием амброзии трехраздельной и циклахены дурнишниковидной в условиях города.
3. Изучение онтогенеза и семенной продуктивности карантинных видов.

Одним из видов антропогенного воздействия на разнообразные ландшафты является занос растений из других областей, стран и даже континентов, вызывающий процесс адвентизации флоры. В последние годы наблюдается активная экспансия карантинных сорняков. Например на Украине с 1972 по 1982 гг. карантинные сорняки заняли такую же площадь, как за предыдущие 60 лет существования в этом регионе (Абрамова, 1997).

Дальний Восток и почти все регионы России освоили заносные сорняки с вегетационным периодом свыше 150 дней, и занятая ими площадь, увеличилась почти в 10 раз. По данным Н.А. Савотикова (1995), карантинные сорняки продолжают осваивать территории в Центральной и Южной Америке, проникли в Африку и Австралию.

Интересен исторический факт, что во время раскопок в неолитическом культурном слое Приморья (стоянка Мустанг, Черниговский район) на Приханкайской равнине были обнаружены семена циклахены дурнишниковидной (Верховская, Есипенко, 1993). Считается, что в Европу амброзия была завезена в XVIII в. А в Россию и страны бывшего СССР в 1914–1920 гг. Одна из вероятных причин проникновения – завоз с фуражем, которым страны Антанты снабжали армию Деникина. Расселению амброзии способствовали гражданская и Великая Отечественная войны, посевных площадей, строительные работы. (Абрамова, 1997).

По данным 1961 г. в Российской Федерации амброзия трехраздельная занимала площадь 12739 га и была распространена в 10 областях, краях и республиках.

По опубликованным данным известно, что в Мордовии появление амброзии трехраздельной впервые отмечено на станции Рузаевка в 1984 г. (Верховская, Есипенко, 1993). Интересно отметить, что именно в этом месте по сообщению работника семенной лаборатории Н.Ю. Харинной, в начале августа 1984 г. проводилась разгрузка семян кукурузы, привезенной из США (Силаева, Бармин, 1989).

В Самарской области амброзия трехраздельная впервые была найдена в 1957 г. близ с. Елшанка Сергиевского района на песках и огородах (Кривошеева, 1961). По данным карантинной службы в Самарской области в настоящее время распространены два вида амброзии – амброзия трехраздельная и многолетняя.

Циклахена дурнишниковидная довольно широко распространена в Самарской области на залежах, по дорогам, сорным местам, в городах, посёлках, на улицах, строительных площадках (Матвеев, 1971). Местные аборигенные виды (марь белая и лебеда татарская) циклахеной вытесняются. Это одно из самых широко распространённых адвентивных растений Среднего Поволжья.

В весенне-летний период 2017 г. нами изучались возрастные периоды и состояния амброзии трехраздельной и циклахены дурнишниковидной.

Латентный период – покоящиеся семена, наименее уязвимая часть популяции. В процессе эволюции растения выработали ряд анатомических, морфологических и физиологических механизмов, смягчающих воздействие внешних факторов. Амброзия и циклахена образует семена, как на самой истощенной почве, так и на богатой органикой. В последнем случае продуктивность семян более высокая. Семена, попадая в почву, прорастают не сразу (период стратификации) и не одновременно, сохраняются достаточно длительное время и формируют так называемый «банк семян», который помогает выживать популяции в неблагоприятных условиях.

Прегенеративный период включает три возрастных состояния – ювенильное, виргинильное и имматурное.

Прорастание семян и *всходы* – появление первых ассимиляционных листьев у амброзии 28 апреля и у циклахены 10 мая. В это время происходит смешанное питание за счет веществ семени и ассимиляции первых листьев. Имеется морфологическая связь с семенем и наличие зародышевых структур: семядолей, первичного (зародышевого) побега и корня.

В ювенильном состоянии растения имеют листья иной формы чем у взрослого растения. У циклахены дурнишниковидной в молодом состоянии листовая пластинка лопастная, а во взрослом состоянии цельная. У амброзии все наоборот, сначала листовая пластинка цельная, а затем трехраздельная, поэтому ее и называют – амброзия трехраздельная. Ювенильное состояние у амброзии наблюдается с 1 по 6 мая, у циклахены – с 15 по 22 мая.

В имматурном состоянии растения становятся похожими на взрослые. Ежеднев-

ный прирост составляет 1–1,5 см. В начале июля стебель растений достигает 18–27 см, хорошо сформирована корневая система.

В виргинильном состоянии растения имеют практически вид взрослой особи, но плодоношения нет. К 15 июня у амброзии формируются трех-пяти отдельные листовые пластинки, у циклахены – цельные листья.

Генеративный период подразделяется на 3 состояния (табл.). Возрастное состояние – генеративное молодое характеризуется активными процессами новообразования. На растениях появляются генеративные побеги (или *бутонизация*). У циклахены они появляются 24 июля, а у амброзии – в середине июня.

Рост верхушечных генеративных побегов идет достаточно активно, и появление новых побегов преобладает над отмиранием старых частей растения. 10 июля у амброзии появляются корзинки, высота растения в это время достигла 90 см. Обертка мужских цветков по краю более или менее сильно зубчатая. Женские корзинки, в пазухах листовидных прицветников. У циклахены при высоте 80 см 15–17 августа наблюдается появление корзинок. На боковых генеративных побегах они образуются позже у циклахены 21 августа, у амброзии – 13 июля. 26 июля высота амброзии достигла 100 см, а циклахена 60 см. В этот период размер кистевидных соцветий с корзинками у амброзии 6 см, при этом в корзинках отмечалось сформирование пыльников. *Цветение* амброзии отмечалось с 1 июля – 15 августа, а циклахены – с 27 августа – 28 сентября. У амброзии формирование пыльцы на боковых побегах наблюдалось 17 июля, у циклахены – в начале сентября. 17 августа у амброзии и начале октября у циклахены пыльники освободились от пыльцы. В это время начинается период формирования семян в корзинках.

Возрастное состояние – генеративное зрелое. В определенный период индивидуального развития процессы нарастания и отмирания уравниваются, растение достигает наибольшей биомассы и продуктивности семян. Это состояние характеризуется как генеративное зрелое (или *плодоношение*). Для циклахены это состояние длится с 1 октября по 12 октября, для амброзии – с 17 августа по 2 сентября. При высоте 170 см у амброзии в корзинках можно увидеть уже сформированные семена 6–8 длиной, 4–5 мм шириной, 3–3,5 мм толщиной. Их форма обратно-яйцевидная, несколько похожая на клубок или урну, с притупленной, конусовидной, с бугорчатой верхушкой. Чашечка 2/3 высоты с утолщенными, продольными ребрышками, из которых 6–8 заканчиваются вверху выступающими короткими шипиками, поверхность морщинистая, желтовато-серая до желто-коричневой.

На одном растении амброзии высотой 100 см находится около 720 корзинок. В одной корзинке находятся 6 семян, таким образом, на одном растении высотой 100 см имеется от 3600 до 4320 семян.

Формирование семян у циклахены начинается 12 октября, а уже 20 октября можно увидеть массовое созревание семян циклахены. На одном растении циклахены высотой 250 см число корзинок составляет 4790, число семян 26345.

Изучение всхожести семян адвентивных растений показало, что она равна 75%, при этом всхожесть на зависит от характера грунта. Энергия прорастания (дружность всходов) равна 50%. Посев семян на глинистом и песчаном субстрате, а также на черноземной почве дает одинаково дружные всходы, но развитие проростков на глине и песке задерживается, всходы на черноземе более сильные и крепкие, что связано с плодородием черноземной почвы.

Таким образом, карантинные сорняки образуют огромное количество семян, что способствуют дальнейшему распространению видов и завоеванию все новых территорий.

Возрастное состояние – генеративное старое. Оно соответствует тому, когда на растении полностью отсутствует плодоношение, рост практически прекращается. В это время высота амброзии достигает от 180–200 см, а циклахены 200–220 см. При этом отмечается много отмерших частей вегетативных органов, строение побеговых и корне-

вых систем резко упрощается. Стебель амброзии имеет коричневый цвет, у циклахены сохраняется зеленый, постепенно приобретает красный оттенок и наблюдается небольшое количество засохших листьев в отличие от амброзии. В это время семена в корзинках на растениях отсутствуют. У амброзии это состояние отмечено с 4 сентября, у циклахены – с 13 по 21 октября.

Постгенеративный период включает следующие возрастные состояния растений.

Субсенильное состояние – характеризуется также отсутствием плодоношения, рост растений прекратился. Масса отмерших частей у растений увеличивается. Стебель имеет коричневый цвет, а корневая система резко упростилась.

Сенильное состояние – это состояние характеризуется продолжением отмирания старых участков растений, наблюдается уменьшение в размерах растения уже в конце октября. В этом время мы видим, что циклахена и амброзия полностью утратили свое развитие.

Отмирающее состояние характеризуется полным отмиранием растений, то есть все процессы жизнедеятельности в растениях прекратились. На амброзии и циклахене не наблюдается даже засохших листьев, а остались одни стебли, которые имеют темный, близко к черному цвет. Некоторые растения полегли в виду того, что их стебли стали полыми и корневая система разрушилась.

Перечисленные состояния постгенеративного периода отмечались с 13 октября по 9 ноября. При этом, как и в другие периоды, процесс старения растений быстрее протекал у амброзии трехраздельной с разницей в 10–13 дней (таб.).

Таблица. Возрастные периоды и состояния инвазионных растений (2017 г.)

Периоды	Возрастные состояния	Амброзия трехраздельная	Циклахена дурнишниковлистная
Латентный	1. Семена		
Прегенеративный	1. Проросток	25-28 апреля	5-10 мая
	2. Ювенильное	1-6 мая	15-22 мая
	3. Имматурное	10-28 мая	24 июня - 5 июля
	4. Виргинильное	30 мая - 15 июня	17-22 июля
Генеративный	1. Генеративное молодое	18 июня - 15 августа	24 июля - 30 сентября
	2. Генеративное зрелое	17 августа - 2 сентября	1-12 октября
	3. Генеративное старое	4 сентября - 10 октября	13- 21 октября
Постгенеративный	1. Субсенильное	12-18 октября	23-30 октября
	2. Сенильное	12-25 октября	31 октября - 5 ноября
	3. Отмирающее	26-30 октября	6-10 ноября

Во время проведения фенологических наблюдений за развитием амброзии и циклахены в антропологических условиях нами были выявлены очаги их распространения в одном из микрорайонов города. Крупнейшие участки, занятые амброзией и циклахеной, были отмечены на улицах Врубеля, Ивана Булкина, Антонова-Овсенко, Блюхера, Санфировой, Карбышева, Советской Армии, особенно вдоль трамвайных линий на территории Советского района г. Самары. Это неблагоустроенные территории после сноса домов в районе частного сектора, некультурные места у гаражей, свалки мусора. Образуя бурьянистые заросли эти растения не только делают неприглядной территорию города, они являются сильнейшими аллергенами и вызывают резкое увеличение аллергических заболеваний у населения во время цветения. По нашим наблюдениям этот период с 1 июля по 15 августа.

Выявление продолжительности прегенеративного возрастного периода позволит бо-

лее точно информировать население о сроках проведения мероприятий по борьбе с карантинными сорняками. В условиях г. Самары, по результатам наших наблюдений наиболее благоприятными для уничтожения амброзии является период с 30 мая по 10 июня, циклахены – с 1 июля по 15 июля. Сбор и оформление гербарных образцов, рисунков и фотографий карантинных видов растений в различных возрастных состояниях могут служить хорошими наглядными средствами информации об их внешнем виде для просвещения населения. Умение различить среди других рудеральных видов изучаемые растения по вегетативным органам, т.е. до наступления фазы их цветения позволит более эффективно проводить мероприятия по уничтожению злостных аллергенов в населенных пунктах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова Л.М.* Амброзия трёхраздельная на юго-западе республики Башкортостан // Бот. журн. 1997. Т. 82, № 1. С. 67-73.
- Верховская Н.Б., Есипенко Л.П.* О времени появления амброзии трехраздельной на юге Российского Дальнего Востока // Бот. журн. 1993. Т. 78, № 2. С. 94-100.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.* Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
- Гельтман Д.В.* О понятии «инвазионный вид» в применении к сосудистым растениям // Бот. журн. 2006. Т. 91, № 8. С. 1222-1232.
- Кривошеева М.Г.* Новые данные о флоре Куйбышевской области // Учен. зап. Куйбышевск. пед. ин-та. Вып. 35. 1961. С. 33-38.
- Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В.* Адвентивная флора Москвы и Московской области. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 412 с.
- Майоров С.Р., Виноградова Ю.К., Бочкин В.Д.* Иллюстрированный каталог растений, дичающих в ботанических садах Москвы. М.: Фитон XXI, 2013. 160 с.
- Матвеев В.И.* Новое для Куйбышевской области адвентивное растение // Бот. журн. 1971. Т. 56, № 6. С. 856.
- Савотиков Н.А., Сметкин И.В.* Справочник по сорным растениям и их вредителям. М., 1995. С. 185-189.

В.М. ВАСЮКОВ, С.В. САКСОНОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**К ИЗУЧЕНИЮ СЕМЕЙСТВА *Chenopodiaceae*
НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Во флоре юга Среднего Поволжья (в пределах Пензенской, Самарской и Ульяновской областей) достоверно известно произрастание 61 вида семейства *Chenopodiaceae* и ниже приводится их список, дополняющий и корректирующий данные региональных флористических сводок. Система, номенклатура и объемы таксонов даны, в основном, по монографии А.П. Сухорукова (2014).

Род *Beta* L., Sp. Pl.: 222 (1753) – **Свекла**

1. *B. vulgaris* L., Sp. Pl.: 222 (1753) – **С. обыкновенная**. Разводится на огородах (вид, возникший в результате селекции *B. maritima* L.). Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Spinacia* L., Sp. Pl. 1027 (1753) – **Шпинат**

2. *S. oleracea* L., Sp. Pl.: 1027 (1753) – **Ш. огородный**. Разводится на огородах в последнее время редко. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Blitum* L., Sp. Pl.: 4 (1753) – **Блитум**

3. *B. bonus-henricus* (L.) Reichenb., Fl. Germ. Excurs. (2): 582 (1832) [*Chenopodium bonus-henricus* L., Sp. Pl.: 218 (1753)] – **Б. Доброго Генриха**. Заносное растение. Пензенская обл. (старый сбор из Кузнецкого уезда в герб. МСХА).

4. *B. virgatum* L., Sp. Pl.: 4 (1753) [*Chenopodium foliosum* (Moench) Asch., Fl. Prov. Brandenburg 1: 572 (1864)] – **Б. прутьевидный**. Рудеральные местообитания, каменистые осыпи, мела и известняки. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл. По видимому, как эргазиофит (иногда разводится из-за съедобных диаспор).

Род *Teloxys* Moq., Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 2(1): 289 (1834) – **Телоксис**

5. *T. aristata* (L.) Moq., Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 2(1): 289 (1834) [*Chenopodium aristatum* L., Sp. Pl.: 221 (1753); *Dysphania aristata* (L.) Mosyakin et Clemants, Укр. бот. журн. 59(4): 383 (2002)] – **Т. остистая**. Рудеральные местообитания. Заносное растение. Самарская (Камышлинский, Шенталенский р-ны: MW, PVB) и Ульяновская обл.

Род *Dysphania* R.Br., Prodr. Fl. Nov. Holland.: 411 (1810) – **Дисфания**

6. *D. botrys* (L.) Mosyakin et Clemants, Укр. бот. журн. 59(4): 383 (2002) [*Chenopodium botrys* L., Sp. Pl.: 219 (1753)] – **Д. пахучая**. Мела, мергели, пески, вторичные местообитания. Самарской и Ульяновской (Заволжье) обл.

Род *Chenopodium* L., Sp. Pl.: 218 (1753) – **Марь**

7. *C. acerifolium* Andrz., Университетск. Изв. (Киев) 7: 132 (1862) – **М. кленолистная**. Берега рек, отмели (чаще на песках). Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

8. *C. album* L., Sp. Pl.: 219 (1753) [incl. *C. pedunculare* Bertol., Fl. Ital. 3: 32 (1838)] – **М. белая**. Вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

9. *C. betaceum* Andrz., Университетск. Изв. (Киев) 7: 132 (1862) [*C. striatiforme* Murr, Deutsche Bot. Monatsschr. 19: 51 (1901); *C. strictum* auct. non Roth] – **М. свекольная**. Берега рек, рудеральные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

? *C. ficifolium* Smith, Fl. Brit. 1: 276 (1800) – М. фиголистная. Вид указан для Высокого Заволжья и Общего Сырта (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

? *C. novopokrovskyanum* (Aellen) Uotila, Ann. Bot. Fenn. 30(3): 192 (1993). Вид указан для Красносамарского леса (Корчиков и др., 2010); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

10. *C. opulifolium* Schrad. ex W.D.J. Koch et Ziz, Cat. Pl. Palat.: 6 (1814) – **М. калинолистная**. Сорные места, солонцы. Самарская и Ульяновская обл.

11. *C. suecicum* Murr, Magyar Bot. Lapok. 1: 341 (1902) – **М. шведская**. Вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Chenopodiastrum* Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 14 (2012) – **Хеноподиаструм**

12. *C. hybridum* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 14 (2012) [*Chenopodium hybridum* L., Sp. Pl.: 219 (1753)] – **Х. гибридный**. Сырые опушки в лесостепи или чаще как рудеральное растение. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Oxybasis* Kar. et Kir., Bull. Soc. Imp. Nat. Mosc. [14]: 738 (1841) – **Оксибазис**

13. *O. chenopodioides* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 15 (2012) [*Chenopodium botryodes* Smith, Engl. Bot. 32: tab. 2247 (1811); *C. chenopodioides* (L.) Aellen, Ostenia: 98 (1933)] – **О. маревидный**. Солончаки и солонцы. Самарская обл. (Безенчукский, Большечерниговский, Сызранский р-ны). Вид указан для Ульяновской обл. (Заволжье) (Раков и др., 2014), п. v.

14. *O. glauca* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 15 (2012) [*Chenopodium glaucum* L., Sp. Pl.: 220 (1753)] – **О. сизый**. Берега водоемов, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

15. *O. rubra* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 15 (2012) [*Chenopodium rubrum* L., Sp. Pl.: 218 (1753)] – **О. красный**. Берега водоемов, солонцы, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

16. *O. urbica* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 15 (2012) [*Chenopodium urbicum* L., Sp. Pl.: 218 (1753)] – **О. городской**. Вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Lipandra* Moq., Chenop. Monogr. Enum.: 19 (1840) – **Липандра**

17. *L. polysperma* (L.) Fuentes, Uotila et Borsch, Willdenowia 42(1): 14 (2012) [*Chenopodium polyspermum* L., Sp. Pl.: 220 (1753)] – **Л. многосемянная**. Берега водоемов, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Atriplex* L., Sp. pl.: 1051 (1753) – **Лебеда**

? *A. aucheri* Moq., Chenop. Monogr. Enum.: 51 (1840) – Л. Оше. Вид указан для Самарской обл. (междуречье Самары, Чапаевки и Б. Иргиза) (Митрошенкова, 2010), видимо, ошибочно, нахождение требует подтверждения, п. v.

18. *A. hortensis* L., Sp. Pl.: 1053 (1753) – **Л. садовая**. Культивируется как декоративное или салатное растение, иногда встречается как одичалое в составе вторичных растительных группировок. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

19. *A. intracontinentalis* Sukhor., Ann. Naturhist. Mus. Wien 107 B: 349 (2006) [*A. littoralis* auct. non L.] – **Л. внутриконтинентальная.** Солонцы, края солончаков. Пензенская (Сердобск), Самарская и Ульяновская (Заволжье) обл.

20. *A. micrantha* C.A. Mey. in Ledeb., Icon. Pl. Fl. Ross. 1: 11 (1829) [*A. heterosperma* Bunge, Reliq. Lehmann.: 272 (1851)] – **Л. мелкоцветковая.** Солонцы, края солончаков. Самарская (старый сбор в Р; новые сборы из окрестностей с. Августовка: ВМ, Е, Г, MW, PVB; указан для г. Самара).

? *A. laevis* C.A. Mey. in Ledeb., Ic. Pl. Fl. Ross. 1: 10 (1829) – Л. гладкая. Вид указан для Самарской обл. (с. Сускан) (Саксонов, Сенатор, 2012); нахождение требует подтверждения, п. v.

21. *A. oblongifolia* Waldst. et Kit., Descr. Icon. Pl. Rar. Hung. 3: 278 (1812) – **Л. продолговатолистная.** Береговые склоны, степи, выхода известняка. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

22. *A. patens* (Litv.) Pjin, Изв. Бот. сада АН СССР 26(4): 415 (1927) – **Л. отклоненная.** Солончаки и солонцы. Самарская (Заволжье) и Ульяновская (Заволжье и юг Предволжья) обл.

23. *A. patula* L., Sp. Pl.: 1053 (1753) – **Л. раскидистая.** Заносное рудеральное растение. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

24. *A. prostrata* Boucher ex DC. in Lam. et DC., Fl. Franc. ed. 3, 3: 387 (1805) [*A. latifolia* Wahlenb., Svensk. Bot. 9: 628 (1824); *A. calotheca* auct. non (Rafn) Fries] – **Л. простертая.** Берега водоемов, солонцы, солончаки, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

25. *A. rosea* L., Sp. Pl., ed. 2: 1493 (1763) – **Л. розовая.** Заносное растение (археофит) с сокращающимся вторичным ареалом. Хронологически исчезновение *A. rosea* в Европейской части б. СССР следует датировать, видимо, 30-ми годами XX столетия (Сухоруков, 2014). Ранее собирался в Пензенской (Чембар), Самарской и Ульяновской обл.

26. *A. sagittata* Borkh., Rhein. Mag. Erweit. Naturk. 1: 477 (1793) [*A. nitens* Schkuhr, Bot. Handb. 3: 541 (1802)] – **Л. стреловидная.** Берега водоемов, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

27. *A. sphaeromorpha* Pjin, Бюл. Гл. бот. сада 26(4): 414 (1927) – **Л. шарообразная.** Солонцы, края солончаков. Самарская обл. (Ильин, 1930).

28. *A. tatarica* L., Sp. Pl.: 1053 (1753) – **Л. татарская.** Заносное растение на вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Sukhorukovia* Vasjukov, Botanika (Minsk) 44: 119 (2015) – **Сухоруковия**

29. *S. cana* (C.A. Mey.) Vasjukov, Botanika (Minsk) 44: 119 (2015) [*Atriplex cana* C.A. Mey. in Ledeb., Ic. Pl. Fl. Ross. 1: 11 (1829)] – **С. серая.** Солонцы, края солончаков. Самарская обл. (Большечерниговский р-н, урочище Грызлы, в 7 км на юг от пос. Кошкин: MW).

Род *Halimione* Aellen, Verh. Naturf. Ges. Basel 49: 121 (1938) – **Халимионе**

30. *H. pedunculata* (L.) Aellen, Verh. Naturf. Ges. Basel 49: 123 (1938) [*Atriplex pedunculata* L., Amoen. Acad. 4: 108 (1759)] – **Х. стебельчатая.** Солонцы, края солончаков. Самарская обл. (Заволжье).

31. *H. verrucifera* (M. Bieb.) Aellen, Verh. Naturf. Ges. Basel 49: 121 (1938) [*Atriplex verrucifera* M. Bieb., Fl. Taur.-Cauc. 2: 441 (1808)] – **Х. бородавчатая.** Солонцы, края солончаков. Самарская обл. (Большечерниговский р-н, окрестности Большой Черниговки и Августовки: LE, MW, PVB).

Род *Axyris* L., Sp. Pl.: 979 (1753) – **Аксирис**

32. *A. amaranthoides* L., Sp. Pl.: 979 (1753) – **А. щирцеvidный**. Рудеральное растение. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Krascheninnikovia* Gueldenst., Nov. Comm. Ac. Sci. Petrop. 16: 551 (1772) nom. cons. – **Крашенинниковия (Терескен)**

33. *K. ceratoides* (L.) Gueldenst., Nov. Comm. Ac. Sci. Petrop. 16: 555 (1772) [*Ceratoides rapposa* (Pers.) Botsch. et Ikonn., Нов. сист. высш. раст. 6: 267 (1970)] – **К. обыкновенная**. Степи, мела, мергели, пески, каменистые склоны. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Ceratocarpus* L., Sp. Pl.: 969 (1753) – **Рогач**

34. *C. arenarius* L., Sp. Pl. 969 (1753) – **Р. песчаный**. Пески, мела, известняки, сбитые степи. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Salicornia* L., Sp. Pl.: 3 (1753) – **Солерос**

35. *S. perennans* Willd., Sp. Pl. 1: 24 (1797) [*S. prostrata* Pall., Ill. Pl.: 8, tab. 3 (1803); *S. europaea* auct. non L.] – **С. вегетирующий**. Солонцы, края солончаков. Пензенская (Сердобск), Самарская и Ульяновская (юг) обл.

Род *Halocnemum* M. Vieb., Fl. Taur.-Cauc. 3: 3 (1819) – Сарсазан

? *H. strobilaceum* (Pall.) M. Vieb., Fl. Taur.-Cauc. 3: 3 (1819) – **С. шишковатый**. Вид указан для Волго-Иргизского р-на (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

Род *Corispermum* L., Sp. Pl.: 4 (1753) – **Верблюдка**

36. *C. declinatum* Stephan ex Pjlin, Тр. прикл. бот., генетики и селекции 19(2): 69 (1928) – **В. отклоненная**. Заносное растение. Пески, песчаные степи. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

37. *C. filifolium* Becker, Bull. Soc. Nat. Mosc. 31(1): 13 (1858) – **В. нителестная**. Заносное растение. Вторичные песчаные местообитания. Ульяновская обл. (ж.д. ст. Ульяновск-3: МНА).

38. *C. hyssopifolium* L., Sp. Pl.: 4 (1753) [incl. *C. orientale* Lam.] – **В. иссополистная**. Пески. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

39. *C. marschallii* Steven, Мém. Soc. Nat. Mosc. 5: 336 (1817) [incl. *C. volgicum* Клоков, Бот. материалы герб. Бот. ин-та АН СССР 20: 100 (1960)] – **В. Маршалла**. Берега рек. В настоящее время в условиях лесостепи встречается редко; причины элиминации вида точно не выявлены. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

? *C. leptopterum* Pjlin, Изв. Главн. Бот. сада 28(5–6): 653 (1929) [? *C. pallasii* Steven, Мém. Soc. Nat. Mosc. 5: 336 (1817), nomen ambig.] – **В. узкокрылая**. Вид указан для Ульяновской обл. (Красный Яр) (Папченков, 2007), сомнительно, п. v.

40. *C. nitidum* Kit. ex Schult., Oesterr. Fl., ed 2, 1: 7 (1814) – **В. блестящая**. Пески, песчаные степи. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Suaeda* Forssk. ex Scop., Intr. Hist. Nat.: 333 (1777) nom. cons. – **Сведа**

41. *S. acuminata* (C.A. Mey.) Moq., Ann. Sci. Nat. (Paris) 23: 306 (1831) [*S. confusa* Pjlin, Фл. Юго-Востока 4: 196 (1930)] – **С. остроконечная**. Солонцы, солончаки. Самарская (Большечерниговский р-н) и Ульяновская (окрестности с. Вязовка) обл.

42. *S. corniculata* (C.A. Mey.) Bunge, Тр. Петерб. Имп. Бот. сада 6(2): 429 (1879) – **С. рожковидная**. Солонцы, солончаки. Самарская обл.
43. *S. kulundensis* Lomon. et Freitag, Willdenowia 38(1): 99 (2008) – **С. кулундинская**. Солонцы, солончаки. Самарская обл. (Заволжье) (NS; PVB).
44. *S. prostrata* Pall., III. Pl.: 55, tab. 47 (1803) – **С. простертая**. Солонцы, солончаки. Пензенская (Сердобск), Самарская и Ульяновская (юг) обл.
45. *S. salsa* (L.) Pall., III. Pl.: 46 (1803) – **С. солончаковая**. Солонцы, солончаки. Самарская обл. (юго-восток).

Род *Camphorosma* L., Sp. Pl.: 122 (1753) – **Камфоросма**

? *C. lessingii* Litv., Тр. Бот. муз. Акад. Наук 2: 96 (1905) – К. Лессинга. Вид указан для Волго-Иргизского р-на (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

46. *C. monspeliaca* L., Sp. Pl.: 122 (1753) – **К. монпельйская**. Солончаки. Самарская обл. (юго-восток).
47. *C. songorica* Bunge, Тр. Петерб. Имп. Бот. сада 6: 415 (1879) [*C. annua* auct. non Pall.] – **К. джунгарская**. Солонцы, края солончаков. Самарская (Заволжье: LE, MW, PVB) и Ульяновская (Заволжье: LE, MW; PVB) обл.

Род *Bassia* All., Mélanges Phil. Mat. Soc. Roy. Turin. 3: 177 (1766) – **Бассия**

48. *B. hyssopifolia* (Pall.) Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 547 (1891) – **Б. иссополистная**. Солонцы, края солончаков. Самарская (юго-восток и Сызранский р-н) (Ильин, 1964) и Ульяновская (юг) обл.
49. *B. laniflora* (S.G. Gmel.) A.J. Scott, Fedd. Repert. 89(2–3): 108 (1978) [*Kochia laniflora* (S.G. Gmel.) Borb., Balaton Fl.: 340 (1900)] – **Б. шерстистоцветковая**. Аллювиальные наносы в поймах рек, песчаные степи, иногда на мелах и мергелях. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.
50. *B. prostrata* (L.) A.J. Scott, Fedd. Repert. 89(2–3): 108 (1978) [*Kochia prostrata* (L.) Schrad., Neues J. Bot. 3(3–4): 85 (1809)] – **Б. простертая**. Солонцы, песчаные массивы, мел, мергель. Пензенская (юго-восток), Самарская и Ульяновская обл.
51. *B. scoparia* (L.) A.J. Scott, Fedd. Repert. 89(2–3): 108 (1978) [*Kochia scoparia* (L.) Schrad., Neues J. 3, 3(4): 85 (1809); *K. sieversiana* (Pall.) C.A. Mey. in Ledeb., Fl. Alt. 1: 415 (1829); *K. densiflora* (Turcz. ex Moq.) Aellen, Mitt. Basler Bot. Ges. 2(1): 13 (1954)] – **Б. веничная**. Обычное железнодорожное растение, иногда встречающееся также на других рудеральных местообитаниях. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Sedobassia* Freitag et G. Kadereit, Taxon 60(1): 72 (2011) – **Седобассия**

52. *S. sedoides* (Pall.) Freitag et G. Kadereit, Taxon 60(1): 72 (2011) nom. cons. prop. [*Bassia sedoides* (Pall.) Asch. in Schweinfurth, Beitr. Fl. Aethiop. 1: 187 (1867) in adn.] – **С. очитковидная**. Степные микроповышения, солонцовые почвы, вторичные местообитания. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Род *Caroxylon* Thunb., Nov. Gen. Pl. 2: 37 (1782) – **Кароксилон**

53. *C. laricinum* (Pall.) Tzvel., Укр. бот. журн. 50(1): 81 (1993) [*Salsola laricina* Pall., III: 21 (1803)] – **К. лиственничный**. Солонцы, иногда мела и каменистые склоны. Самарская обл. (юго-восток).

Род *Puankovia* Akhani et Roalson, Int. J. Pl. Sci. 168(6): 949 (2007) – **Пьянковия**

? *P. brachiata* (Pall.) Akhani et Roalson, Int. J. Pl. Sci. 168(6): 949 (2007) [*Climacoptera brachiata* (Pall.) Botsch., Сб. работ, посвящ. Акад. Сукачеву: 114 (1956)] – П. короткая. Вид указан для Большечерниговского р-на (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

Род *Petrosimonia* Bunge, Anabas. Rev.: 52 (1862) – **Петросимония**

? *P. brachiata* (Pall.) Bunge, Anabas. Rev.: 59 (1862) — П. короткая. Вид указан для Ульяновской обл. (с. Панышино) (Раков и др., 2014) ошибочно (Васюков, Юрицына, 2016).

? *P. glauca* (Pall.) Bunge, Anabas. Revis.: 58 (1862) [*P. glaucescens* (Bunge) Ijijin, Материалы комиссии экспедиц. исслед. АН 26(2): 280 (1930)] – П. сизая. Вид указан для Ульяновской обл. (с. Панышино) (Раков и др., 2014) ошибочно (Васюков, Юрицына, 2016).

54. *P. litvinovii* Korsh., Tent. Fl. Ross. Orient.: 358 (1898) – **П. Литвинова**. Степные солонцы. Самарская (Сызранский р-н: РКМ; Красноярский р-н, с. Елховка: РКМ; Большечерниговский р-н) и Ульяновская (окрестности с. Красное Новоспасского р-на и с. Панышино Радищевского р-на: MW, PVB) обл.; ранее ошибочно указан для Пензенской обл. (с. Екатериновка Сердобского р-на) (Ильин, 1964; Васюков, 2004 и др.), сведения относятся к Саратовской обл. (с. Бакур Екатериновского р-на).

? *P. monandra* (Pall.) Bunge, Anabas. Rev.: 53 (1862) – П. однотычинковая. Вид указан для Волго-Иргизского р-на (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

55. *P. triandra* (Pall.) Rechinger, Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 39: 244 (1889) – **П. трехтычинковая**. Солонцы, края солончаков. Самарская (Заволжье) и Ульяновская (окрестности с. Красное Новоспасского р-на и с. Панышино Радищевского р-на: MW, PVB) обл.

Род *Ofaiston* Raf., Fl. Tellur. 3: 46 (1837) – **Офайстон**

? *O. monandrum* (Pall.) Moq. in DC., Prodr. 13(2): 203 (1849) — О. однотычинковый. Вид указан для Волго-Иргизского р-на (по р. Гусихе) (Плаксина, 2001); нахождение в Самарской обл. требует подтверждения, п. v.

Род *Salsola* L., Sp. Pl.: 222 (1753) – **Солянка**

56. *S. acutifolia* (Bunge) Botsch., Бот. материалы герб. Бот. ин-та АН СССР 22: 29 (1963) – **С. остролистная**. Солончаки. Самарская обл. (крайний юго-восток).

57. *S. soda* L., Sp. Pl.: 223 (1753) – **С. содоносная**. Солончаки. Самарская обл. (крайний юго-восток).

Род *Kali* Mill., Gard. Dict. Abr., ed. 4, 2: 715 (1754) – **Калийник**

58. *K. collina* (Pall.) Akhani et Roalson, Int. J. Pl. Sci. 168(6): 946 (2007) [*Salsola collina* Pall., Ill. Pl.: 34 (1803)] – **К. холмовой**. Заносное растение по щебнистым склонам, на песках, чаще по железнодорожному полотну. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

58. *K. tamariscina* (Pall.) Akhani et Roalson, Int. J. Pl. Sci. 168(6): 946 (2007) [*Salsola tamariscina* Pall., Ill. Pl.: 33 (1803)] – **К. тамарисковый**. Степные микроповышения, солонцы, иногда мела, мергеля и каменистые осыпи. Самарская и Ульяновская обл.

60. *K. tragus* (L.) Scop., Fl. Carniol., ed. 2, 1: 175 (1772) [*Salsola tragus* L., Cent. Pl. 2: 13 (1756); *S. australis* auct. non R. Br.] – **К. козлинный**. Степи (особенно песчаные), вторичные группировки, в т.ч. по железнодорожному полотну. Пензенская, Самарская и Ульяновская обл.

Примечание. По данным А.П. Сухорукова (2019, in litt.) в настоящее время род *Kali* предложено включать в состав рода *Salsola*.

Род *Anabasis* L., Sp. Pl. 223 (1753) – **Ежовник (Анабазис)**

61 *A. salsa* (С.А. Мей.) Benth. in Engler et Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3, 1a: 87 (1893) – **Е. солончаковый**. Самарской обл. (Большечерниговский р-н, урочище Грызлы, в 8 км на юго-запад от пос. Кошкин) (SMR; Плаксина, 2001).

Авторы благодарны за ценные консультации О.А. Кузовенко, Н.С. Ракову, А.П. Сухорукову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васюков В.М. Растения Пензенской области (конспект флоры). Пенза, 2004. 184 с.

Васюков В.М., Юрицына Н.А. Галофиты лесостепной и степной зон Приволжской возвышенности: *Cheporodiaceae* // Изв. Уфимск. НЦ РАН. Сер. Биология, биохимия и генетика. 2016. № 1. С. 35-39.

Ильин М.М. *Cheporodiaceae* // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. Т. 4. Л., 1930. С. 123-239.

Ильин М.М. *Cheporodiaceae* // Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. 9-е изд, испр. и доп. Л., 1964. С. 238-274.

Корчиков Е.С., Прохорова Н.В., Плаксина Т.И., Матвеев В.И., Макарова Ю.В., Козлов А.Н. Флористическое разнообразие особо ценного Красносамарского лесного массива Самарской области: 1. Сосудистые растения // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19, № 1. С. 111-136.

Митрошенкова А.Е. Конспект флоры карстовых форм рельефа Самарского Заволжья // Изучение растительных ресурсов Волжско-Камского края. Вып. 1. Чебоксары, 2010. С. 68-81.

Папченков В.Г. Флористические находки в бассейне Средней Волги // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 10. С. 1580-1587.

Плаксина Т.И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара, 2001. 388 с.

Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Васюков В.М. Сосудистые растения Ульяновской области / Флора Волжского бассейна. Т. 2. Тольятти, 2014. 295 с.

Саксонов С.В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). Флора Волжского бассейна. Т. 1. Тольятти, 2012. 512 с.

Сухоруков А.П. Карпология семейства *Cheporodiaceae* в связи с проблемами филогении, систематики и диагностики его представителей. Тула, 2014. 400 с.

Д.В. ВЕЛИКИХ, А.В. ДУНАЕВ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

БИОТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ Г. БЕЛГОРОДА

Мониторинг, т. е. отслеживание из сезона в сезон, биотических повреждений и поражений растений-интродуцентов – необходимое мероприятие для интегральной оценки их интродукционного потенциала. Во всех ботанических садах в той или иной мере ведутся наблюдения за повреждениями и поражениями, выявляются повреждающие и поражающие агенты, планируются меры профилактики и борьбы с ними. На территории Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета (г. Белгород, Белгородская область, Российская Федерация) за последние 18 лет сформирована достаточно представительная коллекция древесных декоративных растений, включающая 6815 образцов разного эколого-географического происхождения (Европа, Северная Азия, Восточная Азия, Центральная Азия, Сибирь, Кавказ, Северная Америка). В составе коллекции насчитывается около 100 видов и сортов высокодекоративных хвойных и более 400 лиственных деревьев и кустарников (Великих, 2017).

Целью исследований являлось выявление биотических повреждений фотосинтезирующего аппарата у древесных декоративных растений в составе коллекции сектора дендрологии Ботанического сада НИУ БелГУ и установление организмов, являющихся их причиной.

Исследования проводились по соответствующим методикам. Оценка повреждаемости растений проводилась во время максимальной численности имаго и личинок по пятибалльной шестиступенчатой шкале (Шапиро и др., 1986).

В результате наблюдений в весенне-летний период 2018 г. выявлены следующие признаки повреждения фотосинтетического аппарата: увядание, опадение хвои, обгрызания, сахаристые выделения на листьях и хвое, хлоротичные пятна неправильной формы. Установлено, что основным повреждающим фактором являются насекомые (Insecta), среди которых преобладают вредители с грызущим и сосущим ротовым аппаратом из семейств перепончатокрылые (Hymenoptera) и равнокрылые (Homoptera). Представитель Hymenoptera – обыкновенный сосновый пилильщик *Diprion pini* L. – наблюдался на соснах крымской (повреждаемость 1 балл), горной (1 балл), веймутовой (2 балла), Банкаса (2 балла). В сезон 2018 г. отмечено появление лиственничного хермеса *Adelges laricis* Vallot, который повреждал лиственницу сибирскую (2 балла) и сосну кедровую (1 балл).

На лиственных декоративных растениях в сезон наблюдений 2018 г. выявлены бересклетовая моль *Yponomeuta cagnagellus* Hubner и листовая *Aphis fabae* Scop. и оранжерейная *Myzus persicae* Sulz. тля. Бересклетовой молью повреждались виды бересклета: бересклет тёмно-багряный (повреждаемость 3 балла), бересклет Бунге (4 балла), бересклет Маака (2 балла), бересклет Форчуна (1 балл), бересклет крылатый (1 балл), бересклет остролистный (1 балл). Глей повреждались: калина обыкновенная (повреждаемость 1 балл), калина Саржента (2 балла), клен полевой (1 балл), клен остролистный (1 балл), клен серебристый (1 балл), липа мелколистная (1 балл), липа европейская (1 балл), жимолость мускавийская (1 балл), жимолость каприфоль (1 балл), жимолость Глена (1 балл), ольха серая (1 балл), бузина кистевая (1 балл), боярышник

туркестанский (1 балл), боярышник Эльвангера (1 балл), черемуха обыкновенная (1 балл), тополь Максимовича (3 балла), тополь берлинский (2 балла), кизильник блестящий (3 балла).

Таким образом, в коллекциях декоративных хвойных и лиственных древесных пород сектора дендрарий Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета в вегетационный сезон 2018 г. были выявлены повреждения листвы и хвои, причиняемые следующими насекомыми: обыкновенный сосновый пилильщик *Diprion pini*, листовичный хермес *Adelges laricis*, бересклетовая моль *Yponomeuta cagnagellus*, листовая тля *Aphis fabae* и оранжерейная тля *Myzodesmia persicae*.

Сосновым пилильщиком наиболее повреждались сосны веймутова (повреждаемость 2 балла) и Банка (2 балла); листовичным хермесом – лиственница сибирская (2 балла); бересклетовой молью – бересклет тёмно-багряный (3 балла) и бересклет Бунге (4 балла); тлей – калина Саржента (2 балла), тополь берлинский (2 балла), тополь Максимовича (3 балла), кизильник блестящий (3 балла).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Великих Д.В., Дунаев А.В. К вопросу о биотических повреждениях декоративных древесных растений // Сб. трудов Восьмой международ. науч.-практич. конф.: наука и

образование: отечественный и зарубежный опыт. Белгород: Изд-во ООО «ГиК». С. 104-106 с.

Шатило И.Д., Вилкова Н.А., Слепян Э.И. Иммуниет растений к вредителям и болезням. Л.: Агропромиздат, 1986. 287 с.

М.М. ВИЛЕНСКИЙ, А.С. ГОНЧАРОВ, А.В. ЯРОШ

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Известно, что система государственного мониторинга Российской Федерации установила временной ряд аномалий температуры приземного воздуха, осредненных по территории России в период после 1976 г., которая характеризуется интенсивным потеплением. Как показывают многочисленные исследования, потепление в России сопровождается повышением опасных метеорологических факторов, а также комплексом неблагоприятных метеорологических природных явлений. Особенно это проявилось в 2016 г., когда произошло наибольшее количество таких опасных явлений за предыдущие 18 лет наблюдений (Павлов и др., 2009).

Увеличение гидрологических крайностей может служить началом значительного изменения гидрологического режима пресноводных объектов в целом. Так же на фоне глобального потепления климата повсеместно отмечается уменьшение глобального *индекса живой планеты* (ИЖП), который отражает усредненную динамику 10380 популяций 3038 видов позвоночных животных, в том числе млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и рыб. Из литературных данных известно, что глобальный ИЖП снизился на 53%, что свидетельствует о том, что всего за 40 лет численность популяций позвоночных животных на земном шаре уменьшилась вдвое. Численность популяций пресноводных видов за 40 лет снизилась почти на 77%, что определенно превышает темпы снижения численности для морских около 40% и наземных около 39% видов (Груза и др., 2017).

Снижение числа пресноводных видов связано с потерей и фрагментацией местообитаний, а также с их загрязнением и вселением чужеродных видов. Важно отметить, что эффективность охраны видов в охраняемых природных акваториях значительно меньше, чем на особо охраняемых территориях суши (Моисеенко, 2009).

В XXI в. Россия останется регионом мира, в котором потепление климата будет значительно превышать среднее глобальное потепление. К концу XXI в. на юге России прогнозируется заметное увеличение наиболее низкой температуры воздуха, что в результате приведёт к бесснежным зимам. Данный прогноз повышение температуры воздуха в зимний период позволяет определить, что повышенный зимний сток рек останется без изменений, при этом относительная доля весеннего стока в годовом стоке будет значительно уменьшаться. При ожидаемом изменении климата произойдет заметное понижение оледенения гор на юге Европейской части России, а также в Сибири. В итоге, уменьшение ледникового стока может повлечь за собой ухудшение качества воды в реках, имеющих существенное ледниковое и снеговое питание из снега высокогорий. Росгидромет также аргументировал, что изменение количества осадков в разных федеральных округах будет заметно различаться (Моисеенко, 2009).

Главной особенностью современных изменений водного режима рек является повышение межгодовой изменчивости стока, вследствие чего будут наблюдаться как аномально многоводные, так и аномально маловодные годы и сезоны (Груза и др., 2017).

Чрезмерно резкие паводки обуславливаются быстрым количественным истощением фито- и зообентоса, а длительная межень, особенно при отсутствии весеннего половодья, может вызвать гиперэвтрофикацию водных объектов.

Значительное увеличение числа экстремальных гидрологических событий может привести к гибели рыб на наиболее чувствительных стадиях их развития (икра, зародыши, личинки), а изменения частоты и интенсивности паводков могут служить препятствием к достижению взрослыми рыбами нерестилищ.

Повышение температуры воды, во-первых, вызовет изменение жизненных циклов гидробионтов, а во-вторых, спровоцирует изменение холодноводных видов беспозвоночных и рыб на термофильные виды, при этом средние размеры гидробионтов станут меньше. Значительное изменение трофической структуры речных сообществ, а именно – уменьшение числа биотических взаимосвязей в условиях значительного потепления климата, будет определяться критическими последствиями и для функционирования тропических водных экосистем.

Прогноз дальнейшей деградации местообитаний речных организмов (Моисеенко, 2009), особенно уменьшение качества питьевой воды и рыбохозяйственной значимости водных объектов и увеличение зараженности промысловых гидробионтов гельминтами, а также усиление инвазий чужеродных видов в водные экосистемы, находятся под пристальными наблюдениями исследователей.

На сегодняшний день главной задачей является стратегическое обеспечение продукционного потенциала речных экосистем, а также сохранение качества пресных вод, которое заключается, прежде всего, в оптимизации пользования водными ресурсами. Особое внимание при этом должно быть уделено схемам размещения гидросооружений (плотин, дамб и пр.), нарушающих целостность речных экосистем, и водоемким предприятиям (Павлов и др., 2009).

Из выше обозначенного можно сделать вывод о необходимости решения главных задач в сфере сохранения речных систем в условиях глобального изменения климата:

- сохранения благоприятного гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов в реках, имеющих рыбохозяйственное значение;
- приоритетности сохранения нерестилищ осетровых, лососевых и других ценных пород рыб при реализации крупных хозяйственных объектов (строительство нефте- и газопроводов, размещение промышленных предприятий и пр.);
- возрождения государственной службы гидробиологического мониторинга;
- организации контроля за биогенной нагрузкой на водные экосистемы, инвазиями чужеродных видов гидробионтов, в том числе возбудителей опасных паразитозов;
- более жесткого регулирования промысла и развития рыбохозяйственных комплексов по искусственному воспроизводству особо ценных рыб и беспозвоночных;
- активизации исследований динамики биологического разнообразия и биоресурсов речных экосистем, направленных на моделирование процессов функционирования речных сообществ и потери видов при разных трофических и гидрологических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Груза Г.В., Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я. и др. Доклад об изменении климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М.: Росгидромет, 2017. 70 с.

Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология. Теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.

Павлов Д.С., Лунандин А.И., Костин В.В. Механизмы покатуной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007. 213 с.

М.М. ВИЛЕНСКИЙ, М.А. СРЫБНИК, К.А. ЭЛЬМАН

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

СОВРЕМЕННОЕ НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АРКТИКЕ

Современное нормативное правовое регулирование хозяйственной деятельности в Арктике направлено на обеспечение национальной безопасности и геополитических интересов России, а также осуществления международного сотрудничества в регионе, реализации прав коренных малочисленных народов и защиты окружающей среды.

Арктика издавна привлекала особое внимание исследователей и путешественников, в том числе отечественных, имена которых носят острова, моря и ледники. В XVI в. русские поморы совершали плавания в Северном ледовитом океане, а в конце XVII в. И. Толстоухов во время морской торговой экспедиции обошел Таймырский полуостров, спустя почти 30 лет М. Вагин и Я. Пермяков, впервые посетив Большой Ляховский остров, положили начало исследованиям Новосибирских островов.

Законодательство Российской Федерации в отношении Арктического региона имеет историю с 1930 г. Указом Президента РФ от 02 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» установлены сухопутные границы Арктической зоны Российской Федерации, согласно которому в ее состав входят территории расположенные в границах девяти административных субъектов, земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в постановлении Президиума Центрального исполнительного комитета СССР от 15 апреля 1926 г. и других актах СССР.

Определение оптимальных параметров процесса многостороннего государственного управления в Арктической зоне России и совершенствование механизма его эффективного осуществления на практике является одной из важнейших задач; также подчеркивается необходимость комплексного изучения причин текущих изменений и глубокой трансформации всего Арктического региона на современном этапе для выработки устойчивых ориентиров для развития Арктики в новых исторических условиях (Бринчук, 2017).

Во многих нормативных правовых и программных документах федерального уровня Российской Федерации отражены различные аспекты арктической тематики. Векторы развития Арктической зоны Российской Федерации обозначены в Военной доктрине РФ, Морской доктрине РФ, Концепции внешней политики РФ, Стратегии национальной безопасности РФ, Стратегии научно-технологического развития РФ, Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года.

Особого внимания заслуживают нормативные акты, касающиеся правового регулирования Северного морского пути. Так, определение акватории Северного морского пути закреплено в п. 1 ст. 51 Кодекса торгового мореплавания РФ. В п. 2 данной статьи указаны цели применения правил плавания в акватории Северного морского пути: обеспечение безопасности мореплавания, предотвращение, сокращение и сохранение под контролем загрязнения морской среды с судов.

На сегодняшний день российскими специалистами отмечается, что целостность и специфика правового статуса Северного морского пути, а также возможность контроля его использования Россией, определяются наряду с особенностями региона, через который он проходит, логистической неразрывностью и единством этой национальной транспортной коммуникации. Развитие этой важнейшей транспортной артерии Арктического региона имеет огромное значение как для активизации международного сотрудничества арктических стран в экономической и транспортной сферах, так и для обеспечения экономической безопасности страны (Игнатъева, 2013). В Транспортной стратегии России указывается, что в перспективе развитие Северного морского пути, с созданием соответствующей инфраструктуры в Арктическом бассейне, будет играть важную роль, прежде всего для осуществления коммерческих перевозок.

Следует отметить, что создание портов, средств, связи и иных инфраструктурных объектов для обеспечения безопасного судоходства по Северному морскому пути требует времени и финансовых затрат (Бринчук, 2017). Также важнейшей задачей является оптимизация процессов логистического снабжения производственных, научно-исследовательских или туристических объектов арктических территорий с использованием высокотехнологичного подхода, обеспечивающего надлежащее функционирование арктических объектов.

Особыми факторами, которые необходимо учитывать при дальнейшем развитии законодательства о судоходстве в Арктическом регионе, являются увеличение экологических рисков, в первую очередь для морской среды Арктики, и увеличение транспортной нагрузки на Северный морской путь в обозримом будущем.

Из прогноза Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации по объемам морской транспортировки минерального сырья, добываемого в Арктической зоне, следует, что «основным драйвером экономического развития Арктической зоны является освоение природных ресурсов, главным образом – полезных ископаемых, а перевозка добываемого минерального сырья определяет основные объемы грузопотока в акватории Севморпути – от Карского до Чукотского морей».

Известно, что к 2030 г. по Северному морскому пути планируется перевозить 41 млн. т в год минеральных ресурсов по базовому сценарию (по сценарию с дополнительным учетом лицензионных обязательств и планов компаний эта цифра достигнет 72 млн. т в год).

Особую роль в развитии Арктического региона Российской Федерации, безусловно, играют специализированные документы стратегического планирования. В Основах государственной политики России в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу определены основные национальные интересы России в этом регионе. Среди них, помимо важнейших экономических интересов – использование Арктики в качестве стратегической ресурсной базы страны, обеспечивающей решение задач ее социально-экономического развития, и Северного морского пути в качестве национальной единой транспортной коммуникации, подчеркивается необходимость сохранения Арктики как зоны мира и сотрудничества.

Главным национальным интересом государства является сбережение уникальных экологических систем Арктики, которые чрезвычайно чувствительны как к негативному воздействию осуществляемой хозяйственной деятельности, так и к изменениям климата, происходящим на планете.

На период до 2020 г. в стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности в качестве приоритетов при условии обеспечения национальной безопасности в регионе названы, в частности:

- комплексное социально-экономическое развитие Арктической зоны;
- развитие науки и технологий;

- создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;
- обеспечение экологической безопасности;
- международное сотрудничество в Арктике;
- обеспечение военной безопасности, защиты и охраны Государственной границы РФ в Арктике.

До 2025 г. функционирует Государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

Разрабатываемые на международном уровне нормативные правовые документы, регулирующие отношения в Арктической зоне в целом, оказывают непосредственное влияние на развитие национальных законодательств циркумполярных государств.

Необходимо отметить, что большинство законодательно гарантированных прав коренных малочисленных народов реализуется практически беспрепятственно. Но на практике зачастую не осуществляется право коренных малочисленных народов участвовать в проведении экологических и этнологических экспертиз при разработке федеральных и региональных государственных программ освоения природных ресурсов и охраны окружающей среды в местах их традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности, поскольку в соответствии с изменениями, внесенными в законодательство об экологической экспертизе, такие программы нередко не являются ее объектами, а порядок проведения этнологической экспертизы до настоящего времени не урегулирован федеральным законодательством.

Несмотря на обилие международных и национальных нормативных актов, осуществляемое в регионе правовое регулирование нередко не учитывает особенности Арктической территории (Гаврилов, 2017). В Арктической зоне сконцентрировано большинство открытых в России крупных месторождений углеводородов (594 месторождения нефти, 159 месторождений газа, два месторождения никеля и более 350 месторождений золота).

Таким образом, для дальнейшего успешного освоения российского Севера, его охраны от негативных воздействий антропогенной деятельности, обеспечения национальных интересов и государственной безопасности действующее законодательство необходимо привести в соответствие с требованиями, которые предъявляет Арктика как уникальный регион России, имеющий планетарное значение. Одним из важнейших шагов в этом направлении может стать принятие специального закона «Об Арктической зоне Российской Федерации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бринчук М.М.* Устойчивое развитие как фактор обеспечения экологической безопасности // Российск. юридич. журн. 2017. № 4. С. 155-161.
- Гаврилов В.В.* Правовое развитие Арктического региона: предпосылки и перспективы // Журн. российск. права. 2017. № 3. С. 148-157.
- Игнатьева И.А.* Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации, проблемы правового обеспечения // Экологич. право. 2013. № 3. С. 20-26.

К.Ю. ВОРОБЬЕВА, Н.В. ПРОХОРОВА

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

**ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕДЬЮ ПОЧВ ОБЪЕКТОВ
ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Количественная оценка содержания меди в почвах населенных пунктов Самарской области производилась в зависимости от интенсивности и характера землепользования. Поскольку тип городских земель и характер землепользования являются формирующими факторами развития почв, то целесообразно выделять следующие категории земель: селитебные территории, промышленные территории, земли сельскохозяйственного назначения, земли резерва.

К категории селитебных территорий нами были отнесены пробные площади в границах населенных пунктов с населением более 70 тыс. чел. (Самара, Тольятти, Чапаевск), пробные площади в населенных пунктах с численностью населения менее 10 тыс. чел. (Новосемейкино, Сергиевск, Челно-Вершины), к категории земель сельскохозяйственного значения отнесены пробные площади, исследованные в Сергиевском (100 км от Самары), Богатовском (85 км), Борском (100 км) районах.

Почвенный покров изучаемых населенных пунктов изначально соответствовал природным типам почв (черноземы, серые лесные и аллювиальные дерновые насыщенные почвы), но со временем был кардинально изменен в процессе урбанизации и трансформирован в урбаноземы.

При количественной оценке содержания меди в почве пробных площадей его содержание сравнивалось с ОДК (ГН 2.1.7.2041-06) и с фоновыми концентрациями (Прохорова, 2005, 2013; СП 11-102-97, табл.).

Таблица. Нормативные показатели содержания меди для почвах, мг/кг

Показатель	Содержание
ОДК, мг/кг ГН 2.1.7.2511-09	132
Фоновые концентрации, мг/кг (Прохорова 2005; Прохорова 2013)	28
Фоновые концентрации, мг/кг (табл. 4.1 СП 11-102-97)	25

Согласно полученным данным, максимальное среднее содержание меди в почвах городов с населением более 70 тыс. чел. обнаружено на пробной площади в г. Самара (исторический центр города) и составляет 38,5 мг/кг, что на 13,5 мг/кг превышает фоновый показатель для средней полосы России и на 10 мг/кг – региональный фон. В целом фоновый показатель превышен на 1 из 6 пробных площадей в рассматриваемых населенных пунктах. Высокий коэффициент вариации ($\max V=89,35\%$) содержания меди в почвах города говорит о крайней неоднородности ее распределения.

Значительное накопление меди, выявленное в почвах центрального района Самары, определяется повышенной плотностью автомобильного движения и наибольшей по сравнению с остальными изученными пробными площадями длительностью урбогенеза.

Максимальное среднее содержание меди в почвах населенных пунктов с численностью населения менее 10 тыс. чел. выявлено на 1 из 6 пробных площадей и составило 36,7 мг/кг, что превышает фоновые показатели. Статистические показатели свидетельствуют о неоднородном распределении меди в почвах пгт Новосемейкино в 2014 и 2015 гг.

Среди анализируемых селитебных территорий наименее загрязненной медью является пробная площадь в пгт Сергиевск: 0,53 мг/кг в 2013 г. и 15,96 мг/кг в 2014 г.

Максимальное среднее содержание меди в почвах территорий сельскохозяйственного назначения, превышающее фон, выявлено на 2 из 8 пробных площадей и составило 35,74 мг/кг в Сергиевском районе и 28,44 мг/кг – в Богатовском районе. Причиной локального загрязнения почвы сельхозугодий может стать розлив дизельного топлива, отработанные элементы техники, внесение удобрений и других средств химизации.

Исследованные пробные площади отличаются друг от друга по ряду признаков, в частности, по механическому составу почвы, типу водного режима, специфике использования и степени техногенной трансформации, плотности населения и др. Эти особенности оказывают существенное влияние на характер накопления загрязняющих веществ в почвах изучаемых территорий. Кроме этого, задача усложняется глобальными масштабами антропогенного загрязнения, затрудняющего изучение естественного распределения тяжелых металлов в почвах (Черных, Мелашенко, 2001).

В Самаре и Тольятти отмечается интенсивное хозяйственное и техногенное воздействие на окружающую среду, в Чапаевске это воздействие менее выражено, пробные площади в сельской местности испытывают минимальное антропогенное воздействие.

По гранулометрическому составу исследуемые почвы относятся к суглинкам и глинам, широко распространенным в Самарской области. Такие почвы классифицируются как тяжелые, они относительно слабо пропускают воду, но хорошо удерживают ее в себе, имеют более прочную и агрономически более ценную структуру, но обладают большей способностью к аккумуляции загрязнителей.

Средний показатель pH на исследуемых пробных площадях колеблется от 7,2 до 8,4, что позволяет отнести изучаемые почвы к слабо- и среднещелочным. В целом защелачивание характерно для городских почв, этот процесс выявлен и для урбаноземов Самарской области. Щелочная среда способствует формированию в почвах геохимических барьеров, на которых могут осаждаться и накапливаться многие тяжелые металлы, включая медь (Cavallaro, Bride, 1980; Стрнад, 1984; Черных, Мелашенко, 2001).

В силу природных и техногенных особенностей, атмосферные осадки в степных ландшафтах менее обогащены тяжелыми металлами, но развитая здесь ветровая эрозия почв, полого-увалистый рельеф способствуют значительному переносу геохимического материала через атмосферу в северном и северо-восточном направлениях. Таким образом, атмосфера является постоянным источником поступления металлов, в частности меди, и их перераспределения в лесостепных и степных ландшафтах Самарской области (Прохорова, 2013).

В целом выявленные нами уровни содержания меди в почвах территорий, отводимых под строительство в Самарской области, не превышают уровней ПДК, но фон превышен на 7 из 20 исследованных пробных площадей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Прохорова Н.В. К оценке фоновой геохимической структуры ландшафтов лесостепного и степного Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН. 2005. Т. 7, № 1. С. 169-178.

Прохорова Н.В. Металлы и металлоиды в лесостепных и степных ландшафтах Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2013. Т. 15, № 3 (7). С. 2328-2332.

Черных Н.А., Мелашенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экологическая безопасность и устойчивое

развитие. Кн. 5. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пушкино, 2001. 148 с.

Стрнад В. Комплексообразование меди, цинка, свинца и кадмия с фульвокислотами природных вод. Дис. ... канд. хим. наук. Пушкино, 1984. 149 с.

Cavallaro N., Mc Bride M.D. Activities of Cu²⁺ and Cd²⁺ in soil solutions as affected by pH // Soil Sei. Soc. Amer. J. 1980, 44, No. 4 p. 729-732.

Д.Е. ГАВРИЛКО, Д.С. РУЧКИН

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия

**ВЛИЯНИЕ ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОВ НА СТРУКТУРУ
СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ
В ПРУДОВОМ РАСШИРЕНИИ МАЛОЙ РЕКИ**

Высшей водной растительности принадлежит важная роль в экосистеме водоемов. Известно, что структура и пространственное размещение сообществ зоопланктона в литоральной зоне водоемов определяется, главным образом интенсивностью развития макрофитов (Kuczynska-Kirpen, 2006; Бусева, 2007), а также их морфологическим строением (Семенченко, Разлуцкий, 2009; Jeong et al., 2014). Погруженные водные растения с большей биомассой образуют высокую гетерогенность местообитаний, что вызывает увеличение разнообразия и плотности зоопланктона (Choi et al., 2014). В то же время, для некоторых макрофитов отмечено угнетающее действие на зоопланктон (Зимбалевская, 1987; Mukhortova et al., 2015). Наибольшего развития в малых реках водная растительность достигает в прибрежной зоне, а также на участках прудовых расширений с замедленным течением. Целью работы было исследование влияния разнотипных зарослей макрофитов на видовую структуру и пространственное размещение сообществ зоопланктона в прудовом расширении малой реки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены в середине июля 2018 г. в прудовом расширении реки Вьюница, располагающейся на окраине г. Нижний Новгород. Пробы зоопланктона отбирались в прибрежной зоне на 6 обособленных зарослевых участках, разделенных между собой зоной открытой воды, которые различались по площади и типу растительности. Преобладающими видами макрофитов были телорез обыкновенный (*Stratiotes aloides* L.) и элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.). В качестве сопутствующих видов отмечены тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.) и водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.). На каждом участке отбирали по 5 проб зоопланктона, путем процеживания воды мерным ведром через планктонную сеть. Обработка проб проводилась общепринятыми в практике гидробиологических исследований методами (Методические ..., 1982) с использованием ряда определителей (Определитель ..., 2010; Kotov, Bekker, 2016). Параллельно с отбором проб проводили измерения глубины, прозрачности, температуры, pH, электропроводности воды, процента проективного покрытия растениями. Сходство видовой структуры зоопланктона оценивали по индексу Сьеренсена (Шитиков и др., 2003). Сходство видовой структуры зоопланктоценозов определяли с помощью метода многомерного векторного анализа (Шурганова, Черепенников, 2011). Модели зависимости видовой структуры зоопланктона от факторов среды строили на основе анализа избыточности (RDA) (Borcard et al., 2011; Legendre, Legendre, 2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В зоопланктоне зарослей высшей водной растительности исследованного прудового расширения р. Вьюница идентифицировано 117 видов, из них 65 видов коловраток

(Rotifera), 38 видов ветвистоусых ракообразных (Cladocera), 14 видов веслоногих ракообразных (Copepoda). Число видов в пробах варьировало в интервале 30 – 57, при этом наибольшее число видов было характерно для зарослей телореза. 7 видов ракообразных присутствовали во всех пробах: *Acroperus harpae* (Baird, 1834), *Alona affinis* (Leydig, 1860), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776), *Megacyclops viridis* (Jurine, 1820), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). В то же время ракообразные *Acroperus angustatus* (Sars, 1863), *Pleuroxus truncatus* (O.F. Müller, 1785), *Microcyclops rubellus* (Lilljeborg, 1901) и *Paracyclops poppei* (Rehberg, 1880) были встречены единожды.

Для анализа сходства видового состава зоопланктона исследуемых биотопов была построена кластерная дендрограмма на основе индекса Сьеренсена. Все исследованные пробы разделились на 2 кластера (рис. 1).

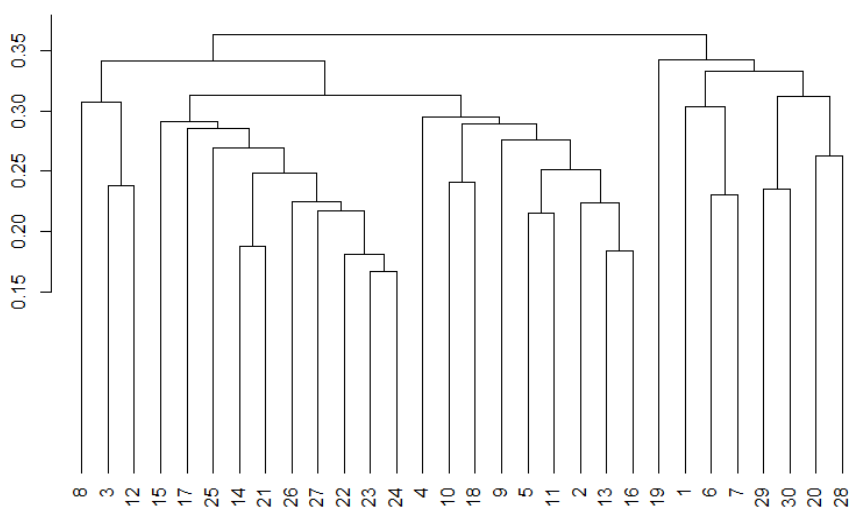


Рис. 1. Дендрограмма сходства/различия видового состава проб зоопланктона построенная на основе индекса Сьеренсена. По оси абсцисс расположены пробы зоопланктона, по оси ординат – расстояние объединения

Пробы 1, 6–7, 29–30, собранные в зарослях элодеи формировали обособленный кластер от проб из зарослей телореза (пробы 2–5, 8–18, 21–27). Это свидетельствует о различиях видового состава зоопланктона в зарослях этих разнотипных по морфологическому строению растений. В этот кластер также вошли пробы 19–20 и 28, собранные в смешанных зарослях телореза, тростника и водокраса.

Анализ видовой структуры сообществ зоопланктона зарослей макрофитов показал следующее. Пробы зоопланктона зарослей элодеи отличались по видовой структуре от проб, собранных в зарослях телореза и формировали обособленные кластеры (рис. 2). При этом проба 1 отличается от остальных проб зарослей элодеи за счёт доминирования ветвистоусого рачка *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848). Пробы зарослей элодеи 6–7, и 29–30, расположенные в разных участках, обладали сходной видовой структурой зоопланктона. Здесь доминировали младшие возрастные стадии копепода, *Ceriodaphnia pulchella* и коловратка *Lecane bulla* (Gosse, 1851). Большинство проб, отобранных в зарослях телореза из разных участков пруда обладали сходной видовой структурой сообществ зоопланктона и попали в один кластер (рис.2). В этих пробах доминировали *Ceriodaphnia pulchella*, копеподитные стадии веслоногих рачков и коловратки *Conochilus unicornis* Rousset, 1892. Однако в некоторых пробах зарослей телореза (2 и 3) в число доминантов входили коловратка *Conochilus hippocrepis* (Schrank, 1803) и ветвистоусый рачок *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), что позволило им сформировать отдельный кластер (рис. 2). Массовое развитие этих видов в отдельных пробах может свидетельствовать о скоплении особей и формировании

агрегаций в зарослях макрофитов. Такое же массовое развитие было характерно для ветвистого рачка *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785) в пробах 8 и 9 зарослей телореза. Причина образования агрегаций зоопланктона в зарослях макрофитов до сих пор остается дискуссионным вопросом.

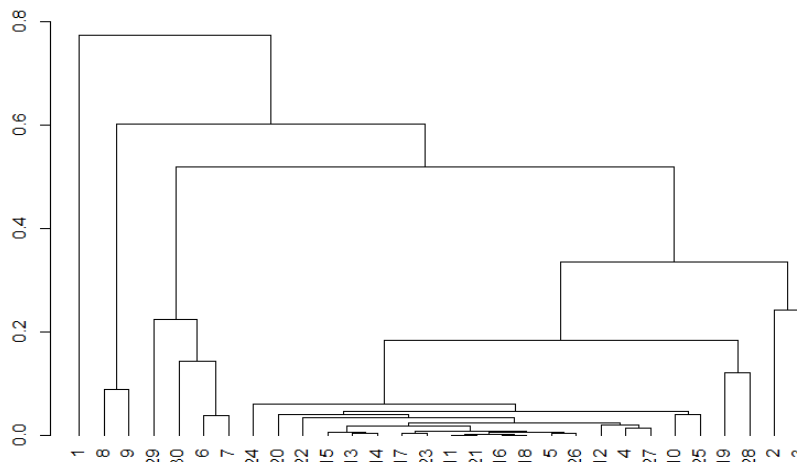


Рис. 2. Дендрограмма сходства/различия видовой структуры проб зоопланктона, построенная на основе многомерного векторного анализа. По оси абсцисс – пробы зоопланктона, по оси ординат – расстояние объединения

Оценка влияния проективного покрытия растений биотопа и абиотических факторов среды на видовую структуру сообществ зоопланктона была проведена на основе анализа избыточности (redundancy analysis). Выполненный анализ по отдельным факторам среды показал, что наибольший вклад в объяснение дисперсии видовой структуры сообществ зоопланктона вносило проективное покрытие доминирующих видов макрофитов, таких как элодея (20,7%) и телорез (15,7%). В меньшей степени, но также статистически значимо объясняли изменчивость видовой структуры проективное покрытие рдеста (8,5%), глубина (3,8%), прозрачность воды (5,1%) и pH (3,3%). Показатели температуры, электропроводности, а также проективное покрытие тростника и водокраса не являлись статистически значимыми, поэтому они не учитывались при построении полной модели, значимо объясняющей 28,2% от общей дисперсии видовой структуры.

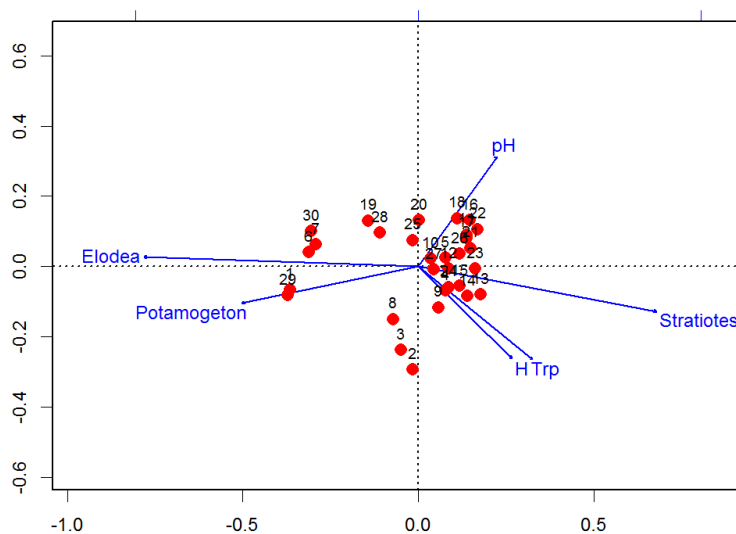


Рис. 3. Ординационная диаграмма на основе анализа избыточности для проб зоопланктона зарослей макрофитов; Trp – прозрачность, H – глубина, Elodea – элодея канадская, Stratiotes – телорез обыкновенный, Potamogeton – рдест плавающий

Расположение проб на ординационной диаграмме (рис. 3) соответствует кластерной дендрограмме видовой структуры сообществ зоопланктона (рис. 2). Пробы 1, 6–7 и 29–30 тяготеют к увеличению проективного покрытия элодеи (рис. 3). Напротив, большинство проб из зарослей телореза тяготеют к увеличению его проективного покрытия. Таким образом, на видовую структуру сообществ зоопланктона существенно влияет проективное покрытие доминирующего вида макрофита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высшая водная растительность оказывает существенное влияние на состав, структуру и распределение зоопланктона в прибрежной зоне. Исследования показали, что внутри любого из исследованных зарослевых участков видовая структура сообществ зоопланктона неоднородна и зависит от доминирующего вида макрофита. В зарослях одного вида макрофита, расположенных на разных участках прудового расширения реки формируется сходная видовая структура сообществ зоопланктона. Анализ зависимости видовой структуры от факторов среды позволил установить, что наибольшее влияние на видовую структуру сообществ зоопланктона оказывает проективное покрытие растения-эдификатора.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-04-00673_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бусева Ж.Ф. Видовое разнообразие и структура сообществ планктонных ракообразных (Cladocera, Copepoda) в литоральной зоне озер разного типа. Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18. Минск, 2007. 200 с.
- Зимбалева Л.Н. Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1987. 121 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.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалолыхина. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
- Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. Факторы, определяющие суточное распределение и перемещения зоопланктона в литоральной зоне пресноводных озёр // Журн. Сибирск. федерального ун-та. Сер. Биология. 2009. №2. С. 191-225.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
- Шурганова Г.В., Черепенников В.В. Методы выделения и идентификации сообществ гидробионтов // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Ч. VII. Уч. пос. Нижний Новгород: Нижегород. гос. ун-т, 2011. С. 121-155.
- Borcard D., Gillet F., Legendre P. Numerical ecology with R. New York: Springer, 2011. 306 pp.
- Choi J.Y., Jeong K.S., La G.H., Joo G.J. Effect of removal of free-floating macrophytes on zooplankton habitat in shallow wetland // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2014. 414, 11.
- Jeong K.S., Choi J.Y., Jeong Kw.S. Influence of aquatic macrophytes on the interactions among aquatic organisms in shallow wetlands (Upo Wetland, South Korea) // J. Ecol. Environ. 2014. 37(4). Pp. 185-194.
- Kotov A., Bekker E. 2016. Cladocera: Family Eurycercidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). Identification Guides to the Plankton and Benthos of Inland Waters. Backhuys Publishers Margraf Publishers GmbH, 97 pp.
- Kuczynska-Kippen N. Zooplankton structure in architecturally differentiated macrophyte habitats of shallow lakes in the Wielkopolska Region, Poland // International Journal of Oceanography and Hydrobiology. 2006. Vol. 35, № 2. 179-191.
- Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. Oxford: Elsevier, 2012. 990 p.
- Mukhortova O., Bykova S., Tarasova N., Unkovskaya E., Bolotov S. Plankton Community in the Pelagic and Littoral Zones of the Overgrown Lake Beloe (Volzhsko-Kamskiy Biosphere Natural State Reserve, Republic of Tatarstan, Russian Federation) // Journ. of Siberian Federal University. Biology 1. 2015 (8). 66-84.

Л.В. ГОЛОВАТЮК, Т.Д. ЗИНЧЕНКО

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТАКСОНОВ МАКРОЗООБЕНТОСА В РАВНИННЫХ РЕКАХ
БАСЕЙНА СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ**

Анализ закономерностей пространственно-временного распределения гидробионтов относится к одной из фундаментальных задач экологии и гидробиологии. Для донных сообществ равнинных рек характерно, в первую очередь, изменение видового состава вдоль продольного градиента от истоков к устью, представленное непрерывной последовательностью локальных ценотипов с закономерной сменой доминантных комплексов (Шитиков, Зинченко, 2014). В то же время большое значение имеет изучение динамики таксономического состава гидробионтов в широтном направлении, что позволяет выделить относительно стабильные подмножества центральных видов, характерные для достаточно обширных регионов. Разумеется, в обоих случаях гетерогенность условий окружающей среды и особенности природного ландшафта приводят к появлению обособленных ниш и барьеров; геометрия ареалов приобретает сложный мозаичный рисунок пространственного распределения отдельных таксонов.

В настоящей работе на основе обобщения многолетних данных гидробиологических исследований рек бассейна Средней и Нижней Волги представлены результаты статистического анализа пространственной изменчивости донных сообществ малых и средних рек пяти географических регионов, относящихся к трем природно-климатическим зонам: лесостепная, степная, опустыненная степь.

Гидробиологическую съемку сообществ макрозообентоса проводили на равнинных малых и средних реках (91 река), притоках Куйбышевского, Саратовского, Волгоградского водохранилищ и, в том числе, на 6 реках бассейна оз. Эльтон. Исследования выполняли в рамках гидробиологического мониторинга в разные месяцы вегетационного периода 1990–2015 гг.

Статистические расчеты проводили с использованием пакетов *vegan*, *indicpecies* и *arules* среды программирования R 3.3.

Вся совокупность из $T = 1158$ проб, взятых для анализа, была отнесена к 5 географическим регионам, объединенным общностью природно-климатических условий на основе классификации (Сафронова, Юрковская, 2015). Была выделена совокупность рек бассейна Куйбышевского водохранилища, относящихся к лесостепной зоне (*Куйб*), бассейна Саратовского водохранилища, расположенных в лесостепи (*Сар/лс*), бассейна Саратовского водохранилища в зоне степи (*Сар/ст*), бассейна Волгоградского водохранилища в зоне опустыненной степи (*Волг*), а также реки бассейна оз. Эльтон.

Степень изменчивости видового состава донных сообществ и статистическую значимость факторов, обуславливающих эту вариацию, оценивали с использованием непараметрического дисперсионного анализа *npMANOVA* (Anderson, 2001). Статистическую значимость p доли дисперсии F , объясняемой этими факторами или их взаимодействиями, оценивали с использованием алгоритмов рандомизации. Предполагалось, что различия в видовом составе проб могут быть обусловлены тремя факторами: выделенными географическими зонами, типом реки «малая/средняя» и периодом наблюдения «весна/лето/осень». Результаты дисперсионного анализа, пред-

ставленные в табл. 1, показывают высокую значимость всех этих факторов, причем наибольшая доля объясненной дисперсии соответствует группировке по географическим зонам.

Матрица дистанций D использовалась для оптимального проецирования выполненных наблюдений, представленных в многомерном пространстве видов, на ординационную плоскость с 2 осями главных координат $PCO1-PCO2$ (Legendre, Legendre, 2012). Расстояния на диаграмме (рис.) между точками центроидов каждой географической зоны позволяют оценить средний уровень видового сходства между группами, а размеры доверительных эллипсов, включающих 80% проб каждой группы, – их сравнительное β -разнообразие. На рисунке видна ярко выраженная специфичность видового состава совокупности проб из малых рек бассейна оз. Эльтон, тогда как между остальными зонами эти различия проявляются не столь отчетливо. Можно отметить также существенное превышение β -разнообразия проб, сделанных в степной части Саратовского и Волгоградского водохранилищ по сравнению с лесостепной зоной, что можно объяснить как проявление феномена широтного градиента.

Таблица 1. Непараметрический дисперсионный анализ изменчивости матрицы расстояний между пробами макрозообентоса под влиянием трех факторов: географическая зона (*Region*), тип реки «малая/средняя» (*TypRiver*) и период наблюдения «весна/лето/осень» (*Period*)

Факторы и их взаимодействия	Степени свободы	Сумма квадратов	Средние квадраты	F-критерий	Оценка p -значения
<i>Region</i>	4	32.02	8.00	18.2	0.002
<i>TypRiver</i>	1	3.78	3.78	8.6	0.002
<i>Period</i>	2	1.54	0.769	1.75	0.002
<i>Region : TypRiver</i>	4	7.44	1.86	4.23	0.002
Остатки	1146	504.2	0.44		
Всего	1157	548.9			

С использованием индексов индикаторной значимости *IndValik*, которым соответствовали p -значения менее 0.05, было выделено 240 видов, каждый из которых связывался с одной из географических зон (табл. 2). Количество статистически значимых видов-индикаторов для каждой зоны варьировало от 16 (Сар/ст) до 87 (Волг). Для оценки специфичности видового состава анализируемых сообществ вычислялся показатель охвата C (De Saceres et al., 2012), который равен доле проб каждой зоны, где обнаружен хотя бы один вид-индикатор. С его использованием установлено, что таксоценозы оз. Эльтон и Волгоградского вдхр. имеют более локализованный характер ($C = 1$), чем степной зоны Саратовского вдхр. ($C = 0.845$).

Таблица 2. Число статистически значимых индикаторов и их показатель охвата в зонах обитания

Географическая зона	Число индикаторов	Охват группы
Куйбышевское вдхр., лесостепная зона	42	0.916
Саратовское вдхр., лесостепная зона	71	0.957
Саратовское вдхр., степная зона	16	0.845
Волгоградское вдхр., опустыненная степь	87	1.0
Оз. Эльтон, опустыненная степь	24	1.0

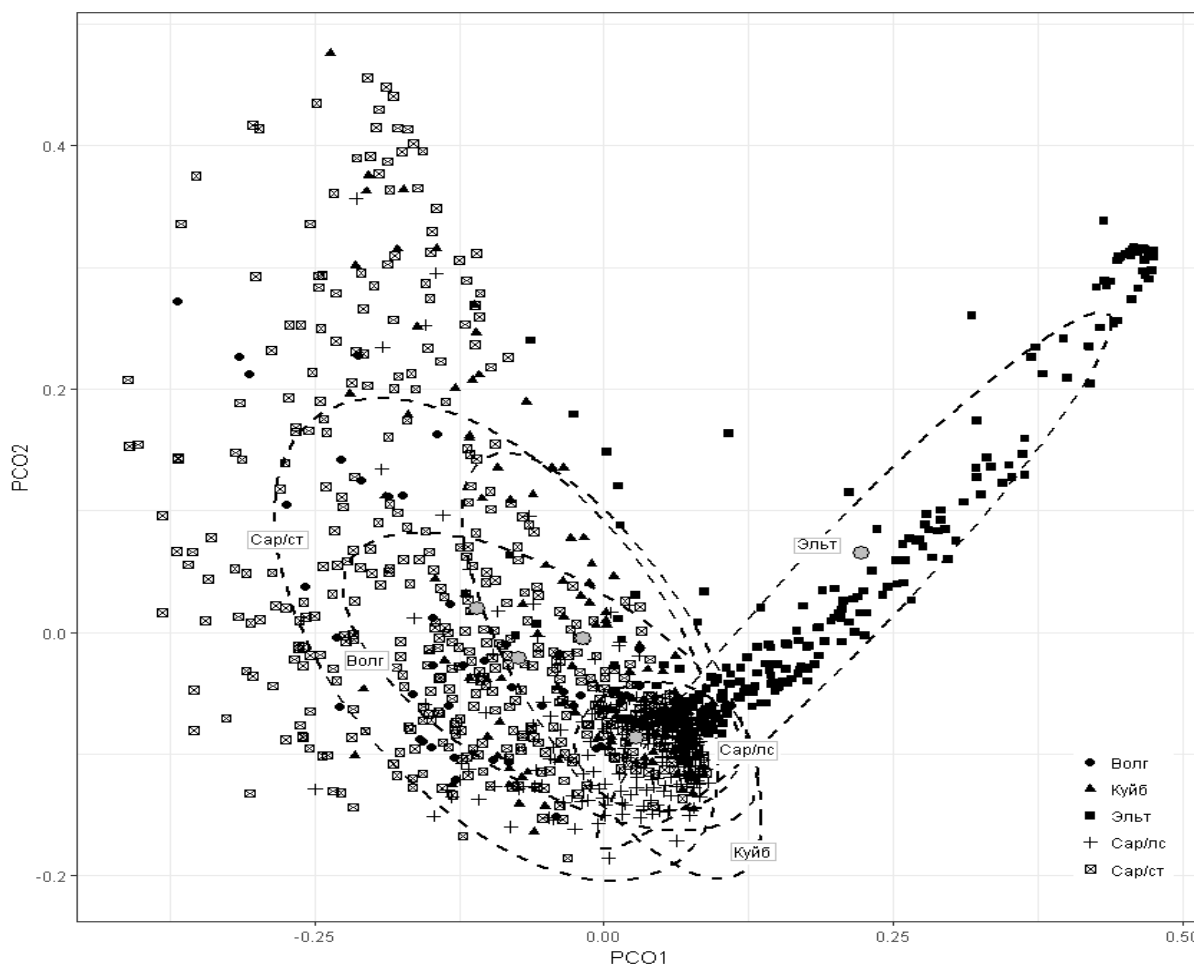


Рис. Ординация проб макрозообентоса с использованием метода главных координат; серыми кружками обозначены координаты центроидов для отдельных географических зон, штриховыми линиями – 80% доверительные эллипсы на основе многомерного t -распределения. лс – лесостепная зона, ст – степная зона

Для того чтобы отделить «верные» диагностические виды одной зоны от видов, приуроченных к нескольким зонам одновременно, был реализован переборный алгоритм их объединения по две, три или четыре, и для каждого варианта разбиения проб пересчитывались индексы индикаторной значимости *IndVal*. С использованием такой схемы расчетов выяснилось, что комбинации 86 видов следует рассматривать как характерные для исследованных географических регионов (табл. 3).

Видовой состав донных сообществ малых и средних рек имеет выраженную закономерность изменчивости в зависимости от широтного градиента природно-климатических условий. Однако ее общий непрерывный характер может резко нарушаться из-за гетерогенности условий окружающей среды и особенностей природного ландшафта. Например, изолированность и высокая минерализация рек бассейна оз. Эльтон обусловили появление донных сообществ с уникальным таксоценозом. В целом наблюдаемая пространственная трансформация видового состава при смене природно-климатических зон может быть охарактеризована как «прерывистый (или акцентированный)» широтный градиент. Сформированные списки диагностических видов показывают закономерный переход ценотической роли от одних ведущих таксонов к другим в последовательности водотоков бассейнов водохранилищ Волжского каскада.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 13-04-10119, 15-04-03341 и 17-04-00135.

Таблица 3. Наиболее часто встречающиеся комбинации видов донных сообществ в сравниваемых географических регионах Среднего и Нижнего Поволжья

Наименование видов	<i>Sup</i>	<i>Conf</i>	<i>Lift</i>
Куйбышевское вдхр.			
<i>Procladius</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.014	0.941	8.32
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , <i>Procladius</i> sp.	0.010	0.846	7.48
<i>Isochaetides</i> <i>michaelseni</i> , <i>Limnodrilus</i> sp.	0.010	0.733	6.48
<i>C.</i> gr. <i>defectus</i> , <i>Procladius</i> sp., <i>Limnodrilus</i> sp.	0.010	1.0	8.84
Саратовское вдхр / лс			
<i>Tanytarsus</i> sp., <i>Dicranota</i> <i>bimaculata</i>	0.035	0.847	3.66
<i>Paracladius</i> <i>conversus</i> , <i>Tanytarsus</i> sp.	0.035	0.709	3.06
<i>Prodiamesa</i> <i>olivacea</i> , <i>Tanytarsus</i> sp.	0.035	0.780	3.36
<i>Monodiamesa</i> <i>bathyphila</i> , <i>P. olivacea</i>	0.031	0.921	3.97
<i>M. bathyphila</i> , <i>Tanytarsus</i> sp.	0.028	0.968	4.18
<i>Cricotopus</i> <i>bicinctus</i> , <i>Dicranota</i> <i>bimaculata</i>	0.027	0.833	3.59
<i>Odontomesa</i> <i>fulva</i> , <i>P. olivacea</i>	0.023	0.838	3.62
<i>C. bicinctus</i> , <i>Procladius</i> <i>ferrugineus</i> , <i>Tanytarsus</i> sp.	0.022	0.735	3.17
<i>Cladotanytarsus</i> <i>mancus</i> , <i>C. bicinctus</i> , <i>P. ferrugineus</i> , <i>Tanytarsus</i> sp.	0.013	0.681	2.94
Саратовское вдхр / ст			
<i>Chironomus</i> <i>plumosus</i> , <i>P. ferrugineus</i>	0.111	0.767	1.90
<i>P. ferrugineus</i> , <i>Limnodrilus</i> <i>hoffmeisteri</i>	0.086	0.730	1.8
<i>Ch. plumosus</i> , <i>Polypedilum</i> <i>bicrenatum</i> , <i>P. ferrugineus</i>	0.080	0.778	1.92
<i>Polypedilum</i> <i>bicrenatum</i> , <i>Tubifex</i> <i>tubifex</i>	0.063	0.760	1.88
<i>Ch. plumosus</i> , <i>P. bicrenatum</i> , <i>T. tubifex</i>	0.063	0.752	1.86
<i>P. ferrugineus</i> , <i>Tubifex</i> <i>tubifex</i>	0.061	0.761	1.88
<i>P. bicrenatum</i> , <i>L. udekemianus</i>	0.059	0.792	1.96
<i>Ch. plumosus</i> , <i>L. hoffmeisteri</i> , <i>Limnodrilus</i> sp.	0.059	0.833	2.06
<i>Ch. plumosus</i> , <i>P. bicrenatum</i> , <i>P. ferrugineus</i> , <i>L. hoffmeisteri</i>	0.042	0.779	1.93
Волгоградское вдхр.			
<i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i> , <i>Paratanytarsus</i> sp.	0.019	0.617	11.3
<i>P. nubeculosum</i> , <i>Caenis</i> <i>robusta</i>	0.018	0.91	16.62
<i>C.</i> gr. <i>sylvestris</i> , <i>P. nubeculosum</i> , <i>Paratanytarsus</i> sp.	0.016	0.72	13.1
<i>C.</i> gr. <i>sylvestris</i> , <i>P. nubeculosum</i> , <i>C. robusta</i>	0.015	1.0	18.2
Оз. Эльтон			
<i>Palpomyia</i> <i>schmidti</i> , <i>Cricotopus</i> <i>salinophilus</i>	0.059	1.0	5.07
<i>C. salinophilus</i> , <i>Ephydra</i> sp.	0.039	1.0	5.07
<i>Microchironomus</i> <i>deribae</i> , <i>Tanytarsus</i> <i>kharaensis</i>	0.032	1.0	5.07
<i>Culicoides</i> sp., <i>C. salinophilus</i>	0.032	1.0	5.07
<i>Chironomus</i> <i>salinarius</i> , <i>Ephydra</i> sp.	0.025	1.0	5.07
<i>P. schmidti</i> , <i>Ch. salinarius</i> , <i>C. salinophilus</i>	0.025	1.0	5.07
<i>Ch. salinarius</i> , <i>C. salinophilus</i> , <i>M. deribae</i> , <i>T. kharaensis</i>	0.014	1.0	5.07

Примечание. *Sup* – поддержка, *Conf* – достоверность, *Lift* – лифт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте // Бот. журн. 2015. Т. 100, № 11. С. 1121-1144.

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.

Anderson M.J. A new Method for non-parametric Multivariate Analysis of Variance // Austral Ecology. 2001. Vol. 26, Is. 1. Pp. 32-46.

De Caceres M., Legendre P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference // Ecology. 2009. Vol. 90, Is. 12. Pp. 3566-3574.

Legendre P., Legendre L. Numerical Ecology. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier Science BV, xvi + 990 p.

М.Ю. ГОРБУНОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

АНОКСИЯ В КАРСТОВЫХ ВОДОЕМАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В период с 2001 г. по настоящее время мы исследовали ряд карстовых водоемов на территории Самарской области и республик Татарстан и Марий Эл (табл. 1). Эти озера различны по площади, расположены в разных природных зонах и разных ландшафтах, и поэтому довольно контрастны по лимнологическим характеристикам. Значительная часть этих водоемов упоминается в сводках «Озера Среднего Поволжья» (1976) и «Биоразнообразие и типология карстовых озер Среднего Поволжья» (2009). Мы представляем в этом докладе результаты собственных исследований некоторых из этих озер, а также не охваченных этими сводками карстовых водоемов левобережной территории р. Ик и карстового оз. Черное («Голубое-3») в бассейне р. Сок (Самарская обл.).

Для территории Среднего Поволжья характерно относительно неглубокое залегание или даже выход на дневную поверхность карстующихся карбонатных отложений пермского возраста, и, как следствие, широкое распространение карстовых явлений. Поскольку пермские карбонаты водопроницаемы и трещиноваты, при положительном балансе увлажнения, характерном для лесной зоны, в карстовых впадинах обычно образуются многочисленные карстовые озера. Напротив, в зоне недостаточного увлажнения, в лесостепной зоне, карстовые воронки, как правило, безводны, хотя карстовые озера все же могут образовываться при наличии водоупорных слоев, близости подземных вод или при питании артезианскими источниками.

Поскольку территория Самарской обл. принадлежит к зоне недостаточного увлажнения; карстовые озера здесь являются скорее исключением. Так, на всей территории Самарской Луки в 2001–2003 гг. мы обнаружили только четыре карстовых озера, одно из которых уже в 2003 г. потеряло практически всю воду, а второе испытывает значительные колебания уровня воды. В бассейне р. Ик севернее г. Октябрьский имеются многочисленные карстовые провалы, как сухие, так и заполненные водой. Эти озера, как правило, имеют небольшие размеры, и очень малую минерализацию воды, что указывает на их преимущественно атмосферное питание, и, следовательно, наличие водоупорных пород в подстилающих слоях.

Лесные карстовые озера, расположенные на территории Вятского Увала, в Зеленодольском, Высокогорском р-нах республики Татарстан и на востоке республики Марий Эл, многочисленны и разнообразны, причем и самые крупные из них, и небольшие, часто образованы слиянием нескольких карстовых воронок. В возвышенной части респ. Марий Эл, в левобережье рек Илети и Юшута, карбонатные породы выходят на дневную поверхность, и здесь расположены наиболее крупные озера (оз. Яльчик). Выщелачивание карбонатных пород и богатых ими почв приводит к умеренной минерализации даже почвенных вод и типичной минерализации воды 200–500 мг/л. В некоторых случаях на поверхность здесь выходят высокоминерализованные подземные источники, формирующие минерализованные водотоки и «голубые» озера (Уникальные экосистемы..., 2001) с поверхностной минерализацией, достигающей 1 г/л и более.

В расположенном восточнее низменном Марийском полесье карстующиеся породы перекрыты мощным слоем песков и глин. Эта территория заболочена, из озер преобладают неглубокие озерные блюдца, происхождение которых обычно определяется как междюнное или суффозионное. Однако еще 10 тыс. лет назад во всем этом районе из-за близости ледника была развита вечная мерзлота, и, возможно, сохранились

отдельные ледяные массивы. Поэтому весьма вероятно, в формировании озерной сети этого региона активно участвовали термокарстовые процессы. Достаточно часто неглубокие в целом озера Марийского полесья осложнены узкими коническими провалами, которым обычно считают имеющими карстовое происхождение. Поэтому, хотя большинство озер мелководно, на этом участке известны и озера с максимальной глубиной выше 20, и даже 30 м. Большинство карстовых озер в этой зоне имеет минерализацию в поверхностном слое менее 100 мг/л; явным исключением здесь является оз. Соленое с минерализацией более 1 г/л в поверхностном слое.

Таблица 1. Морфометрические характеристики исследованных карстовых озер Среднего Поволжья

	Площадь, га	Длина, м	Ширина, м	Макс. глубина, м	Глубина перемеш. слоя, м
Республика Татарстан, бассейн р. Ик (2005)					
Моховое	8,43	370	290	4	2,5
№4	0,18	50	45	8	1
Самарская область, бассейн р. Сок (2007, 2015)					
Черное (Голубое-3)	0,37	85	55	4,3	1,2
Республика Татарстан, ВКВЗ (2006–2007)					
Раифское	32	1300	320	19,6	4
Линево	7	560	200	5,8	2,7
Карасиха	0,4	63	57	10,8	1,1
Долгое	0,4	окна в сплавине		12	<1
Гнилое	0,8	210	60	4,5	1,6
Республика Марий Эл, НП Марий Чодра (2006–2007; 2009)					
Ч.Кичиер**	5,4	300	230	10,5	2,3
Б.Кичиер**	50,2	1250	550	16,5	4,2
Кононьер	10,8	810	170	19	3,1
Шунгалдан	1,4	160	110	13,5	1,6
Голубая Старица*	4,8	100	90	6,5	1,4
Республика Марий Эл, Марийское полесье (2009; 2013–2014)					
Соленое	7	380	250	18	2,5
Паленое	14,9	820	410	7,5	3,5
Ширшъяр (Ширгияры)	17,3	580	440	12,5	3,1
Изъяр	6,2	320	220	10,5	2,3
Безукладовское	21,1	600	390	8,5	3,1
Кузнечиха	9	360	285	20	2,5
Зеленое	11	250	200	19	2,1

Примечание: Морфометрические характеристики озер даны по литературным данным (Биоразнообразие и типология ..., 2009) и собственным результатам. *Только карстовая воронка, без учета протоки. ** Озера соединены широкой протокой и нередко рассматриваются как один водоем

Как правило, из-за высокой относительной глубины, расчетная мощность поверхностного перемешиваемого слоя в карстовых озерах существенно меньше максимальной глубины (табл.1). Поэтому в летний период карстовые водоемы термически стратифицированы. Исключениями являются водоемы с активной подземной приточностью (оз. Голубое в Самарской обл., Бол. Голубое в окрестностях Казани и Югидем в респ. Марий Эл). В условиях высокого притока фосфора из сельскохозяйственных ландшафтов в лесостепной зоне, и сильной нагрузке органическим веществом с заболоченных водосборов – в лесной, небольшие карстовые озера региона являются, как

минимум, мезотрофными, и поэтому потребление кислорода в гипolimнионе приводит к истощению кислорода и развитию анаэробных процессов в грунтах и придонной водной толще.

Характер и направление этих процессов зависит от химического состава воды. Наибольшее значение среди процессов анаэробного дыхания в водоемах имеют сульфатредукция и железовосстановление (всегда сопровождающееся Mn-восстановлением), а также метаногенез. Поскольку сульфид железа нерастворим, одновременное накопление сульфидов и железа (II) в воде происходить не может. Метаногенез конкурирует за органические вещества и водород с обоими процессами, но тем не менее, всегда происходит наряду с ними, но в более глубоких слоях донных отложений. В результате, аноксический гипolimнион стратифицированных водоемов может принадлежать к одному из трех типов: сульфидному (эвксинные озера), железному (сидеротрофные, ферругинозные озера) и метановому со следами восстановленных неорганических соединений.

В табл. 2 показаны максимальные обнаруженные нами концентрации сульфидов, железа и марганца в гипolimнионе озер. Как видно из таблицы, максимальная концентрация сульфидов в гипolimнионе варьирует от 1 мкМ до более 20 мМ, а железа – от 2 мкМ до более 2 мМ.

Таблица 2. Максимальные концентрации сульфидной серы, общего растворенного железа и марганца в исследованных карстовых озерах.

	Концентрации (мМ)			Отношение S ²⁻ /(Fe+Mn)
	S ²⁻	Fe	Mn	
Бассейн р. Ик				
Моховое	0,014	0,108		0,13
№4	0,001	0,096		0,01
Бассейн р. Сок				
Черное (Голубое-3)	4,43	0,006		788
ВКВЗ				
Раифское	0,003	0,026		0,11
Линево	0,011	0,382		0,03
Карасиха	0,033	0,049		0,66
Долгое	0,02	0,047		0,42
Гнилое	0,013	0,07		0,18
Белое	0,002	0,027		0,07
Марий Чодра				
Ч. Кичиер	3,84	0,006	0,009	266
Б.Кичиер	0,156	0,014	0,005	8,1
Кононьер	0,025	0,002	0,01	2,2
Шунгалдан	9,66	0,007		1386
Голубая Старица	1,46	0,004	0,003	232
Марийское полестье				
Соленое	22,8	0,105	0,024	177
Паленое	5,94	0,032	0,018	118
Ширшъяр (Ширгияры)	0,023	0,073	0,004	0,29
Изъяр	0,004	0,082	0,011	0,04
Безукладовское	0,004	0,113	0,005	0,03
Кузнечиха	0,028	2,23	0,453	0,01
Зеленое	0,01	0,625	0,041	0,02

К числу ферругинозных относятся озера Кузнечиха и Зеленое, а также Линево, Безукладовское и оз. №4 в бассейне р. Ик. Отношение концентрации сульфидов к сум-

ме концентраций железа и марганца в этих озерах составляет менее 0,033, а концентрация железа, за исключением оз. №4 – выше 5 мг/л. Эвксинными являются оз. Черное (Голубое-3), Ч. Кичиер, Голубая старица, Соленое и Паленое (концентрация сульфидов >0.1 мМ, отношение $S^{2-}/(Fe+Mn) > 100$). К этим озерам примыкает Б. Кичиер с концентрацией сульфидов 0,156 мМ.

Гиполимнион всех остальных озер содержит менее 1 мг/л S^{2-} и низкие концентрации железа. Среди этих озер следует отметить оз. Кононьер. В статье В.М. Горленко и С.И. Кузнецова (Gorlenko, Kuznezov, 1972) сообщалось о концентрации сульфидов до 2,5 мг/л (78 мкМ) и высоком (2 мг/л, 36,4 мкМ) содержании марганца. Мы обнаружили несколько меньшие концентрации, вероятно, из-за отбора проб в другой точке. Озеро имеет два глубоких карстовых провала глубиной 22,5 и 18 м, разделенные гребнем с глубиной <10 м, и, в отличие от исследования 1970 г., мы отобрали пробы в менее глубокой карстовой воронке. Если учитывать данные 1970 г., то это озеро, видимо, следует отнести к особой группе озер с марганец-накапливающим гиполимнионом.

Озера с максимальным накоплением сульфидов или железа являются меромиктическими. Так, эвксинный меромиктический режим подтвержден в озерах Ч. Кичиер, Шунгалдан, Соленое, и вероятен в оз. Паленое. Оз. Голубая старица является нерегулярно перемешиваемым: оно испытывает высокие колебания минерализации поверхностного слоя воды, обусловленные, вероятно, нестабильностью поверхностной и донной приточности. По аналогичной причине нерегулярно перемешиваемым является и оз. Черное. Оз. Бол. Кичиер, вопреки упоминаниям в литературе, вероятнее всего, не является меромиктическим; по нашим данным, не принадлежит к меромиктическим и оз. Кононьер.

Из числа ферругинозных озер на момент наших исследований являлось меромиктическим оз. Кузнечиха. Для оз. Зеленое меромиксис весьма вероятен, но пока не может считаться доказанным.

Таким образом, среди исследованных нами стратифицированных озер с аноксическим гиполимнионом выделяются три группы: с преобладающим накоплением сульфидов (эвксинные), железа (II) (ферругинозные) и озера, не накапливающие значительных количеств неорганических восстановленных соединений (метановые, «органогенные»). Третья группа, по нашим данным, является преобладающей; для накопления значительных концентраций неорганических восстановителей, видимо, необходимы особые условия, в частности, меромиктический режим или нерегулярное перемешивание.

Следует отметить, что мы исследовали лишь небольшую часть водоемов, перечисленных в известных сводках (Озера Среднего..., 1976; Биоразнообразие и типология..., 2009). Среди озер, упомянутых в этих публикациях, есть явные претенденты на принадлежность к группам с эвксинной и ферругинозной аноксией; однако большинство озер региона имеет низкую минерализацию с низким содержанием сульфатов, и, очевидно, не может накапливать высоких концентраций неорганических восстановителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Биоразнообразие и типология карстовых озер Среднего Поволжья / под ред. Н.М. Мингазовой. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 222 с.

Горбунов М.Ю. Вертикальное распределение бактериохлорофиллов в гуммозных озерах Волжско-Камского заповедника (Республика Татарстан) // Поволжск. экологич. журн. 2011. № 3. С. 280-293.

Горленко В.М., Вайнштейн М.Б., Чеботарев Е.Н. Бактерии круговорота серы и железа в низко-

сульфатном меромиктическом озере Кузнечиха // Микробиология. 1980. Т. 49, вып. 5. С. 804-812.

Краснова Е.С., Уманская М.В., Горбунов М.Ю. Фототрофные бактерии в стратифицируемых озерах среднего течения р. Ик // Изв. Пензенск. гос. педагогич. ун-та им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 528-534.

Озера Среднего Поволжья / под ред. И.Н.Сорокина и Р.С.Петровой. Л., Наука, 1976. 236 с.

Уманская М.В., Быкова С.В., Горбунов М.Ю. Стратификация и вертикальное распределение инфузорий и фототрофных бактерий в лесном озере с сидеротрофным гипolimнионом // Вода: химия и экология. 2018. № 10-12 (117). С. 74-83.

Уманская М.В., Тарасова Н.Г., Горбунов М.Ю. Фототрофный планктон сидеротрофного меромиктического озера Кузнечиха (республика Марий Эл. // Биология внутренних вод. 2017. № 2. С. 39-49.

Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья / под ред. А.Ф. Алимова и Н.М. Мингазовой. Казань: Изд-во Казан. Ун-та, 2001. 256 с.

Gorlenko V.M., Kuznezov S.I. Über die photosynthesierenden Bakterien des Kononjer-Sees // Arch. Hydrobiol. 1972. Vol. 70, No.1. Pp. 1-13.

Kuznezov S.I., Gorlenko V.M. Limnologische und mikrobiologische Eigenschaften von Karstseen der A. S. R. Mari // Arch. Hydrobiol. 1973. Vol. 71, No. 4. Pp. 475-486.

Р.А. ГОРЕЛОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

МЕСТА ВСТРЕЧ ВОДЯНОГО УЖА В ГОРОДЕ САМАРЕ

Водяной уж *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) у границы нынешних Кировского и Красноглинского районов г. Самары упоминаются еще в записях немецкого путешественника из Саксонии Адама Олеария, датированных 27 августа 1636 г. (Olearius, 1663, S. 358-359). До недавнего времени считалось, что достоверные места обитания вида в Левобережье Самарской области сохранились на участках, примыкающих к реке Волге, только в границах этих двух городских районов (Бакиев, Файзулин, 2002; Бакиев и др., 2003, 2009а, б).

Однако в коллекции рептилий Института экологии Волжского бассейна РАН сейчас хранится взрослый самец *Natrix tessellata* (371/1005), обнаруженный в Ленинском районе г. Самары, около площади Куйбышева, 7 сентября 2015 г. Труп змеи с перебитой шеей принес в Самарский зоопарк неизвестный посетитель для определения, а сотрудники зоопарка передали экземпляр в ИЭВБ РАН. Ранее водяные ужи из Самарской области в данной коллекции были представлены только экземплярами из Правобережья (Бакиев и др., 2009).

М.А. Храмова (личное сообщение) 5 июня 2018 г. встретила и сфотографировала водяного ужа на пляже в Октябрьском городском районе (рис.).

А.И. Балтушко 15 августа 2018 г. отметил несколько водяных ужей в Ленинском городском районе – «берег Саратовского вдхр. в районе ул. Вилоновская (пляж)» (Кузовенко и др., 2018, с. 157).

Судя по находкам 2015 и 2018 гг., водяной уж в городе Самаре распространен, вероятно, не только в Кировском и Красноглинском районах. По-видимому, в настоящее время вид населяет также и некоторые участки Октябрьского и Ленинского районов, находящиеся ниже по течению Волги на 20–30 км от известных ранее мест находок.

Через г. Самару проходит северная граница ареала водяного ужа. Водяной уж включен в Красную книгу Самарской области. В Левобережье региона находится под угрозой исчезновения. На территории г. Самары вид нуждается в дополнительных мерах охраны (Бакиев и др., 2003, 2004, 2009а, б). Некоторые рекомендации по сохранению вида приведены в областной Красной книге: «Борьба с незаконным захватом и застройкой береговой линии Волги в черте гор. Самара, между Управленческим городком и Барбошиной поляной. Ограничение рекреационной нагрузки на места обитания.



Рис. Водяной уж на пляже в Октябрьском районе г. Самары (05.06.2018)

Разъяснение населению необходимости охраны вида и его безопасности для человека. Штрафные санкции за уничтожение. Для восстановления популяции на левом берегу Волги полезно разведение отловленных оттуда водяных ужей в неволе с последующим выпуском подрощенной молоди (годовиков), поскольку многие сеголетки погибают во время зимовки в естественных условиях» (Бакиев и др., 2009б, с. 243).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Литвинов Н.А., Павлов А.В., Ратников В.Ю. Змеи Волжско-Камского края. Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2004. 192 с.

Бакиев А.Г., Маленев А.Л., Зайцева О.В., Шуришина И.В. Змеи Самарской области. Тольятти: Кассандра, 2009а. 170 с.

Бакиев А.Г., Трохименко Н.М., Кучера Я. Уж водяной *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) // Красная книга Самарской области. Т. 2. Редкие виды животных. Тольятти: Кассандра, 2009б. С. 243.

Бакиев А.Г., Файзулин А.И. Материалы к кадастру земноводных и пресмыкающихся Самарской области // Материалы к кадастру амфибий и рептилий бассейна Средней Волги. Н. Новгород: Международ. Социально-экологический Союз; Экоцентр «Дронт», 2002. С. 97-132.

Бакиев А.Г., Файзулин А.И., Кривошеев В.А., Епланова Г.В., Песков А.Н. Земноводные и пресмыкающиеся, обитающие на городских территориях в Самарской и Ульяновской областях // Ак-

туальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 6. Тольятти, 2003. С. 3-9.

Бакиев А.Г., Шуришина И.В., Зайцева О.В., Поклонцева А.А. Змеи в коллекции Института экологии Волжского бассейна РАН // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18, № 1. С. 31-41.

Кузовенко А.Е., Киреева А.С., Зяткина Г.А., Алмаева Е.А., Андрианова М.М., Аитов Н.В. Редкие виды животных и растений Самарской области, обнаруженные участниками областного экологического конкурса «Зимородок» в 2018 г. // Природа Симбирского Поволжья. Сб. науч. тр. XX межрегион. науч.-практ. конф. «Естественнонаучные исследования в Симбирском–Ульяновском крае». Вып. 19. Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2018. С. 153-165.

Olearius A. Adam Olearii Ausführliche Beschreibung Der Kundbaren Reyse Nach Muscow und Persien. Schließwig: Gedruckt in der Fürstl. Druckerey durch Johan Holwein, 1663. 766 S.

О.Г. ГОРОХОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**К ОЦЕНКЕ САПРОБНОСТИ ВОД РЕКИ САМАРА
(ПРИТОК САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

Применение биологических методов для оценки качества воды является частью комплексных гидробиологических исследований и мониторинга состояния водных экосистем. Фитопланктон используют в качестве биоиндикатора изменений в водной среде, в том числе при антропогенном воздействии; при этом наибольшую ценность имеют данные режимных наблюдений, а не эпизодические оценки.

Река Самара (длина 594 км, площадь водосбора 46500 км²) является крупным притоком Саратовского водохранилища. По данным наблюдений ФГБУ «Приволжское УГМС» качество вод р. Самара за период 2007–2015 гг. характеризуется в основном как «очень загрязненная» 3 Б класса, а в черте г.о. Самара в 2015 г. как «грязная» 4 А класса. Характерными загрязняющими веществами являются сульфаты, трудноокисляемые органические вещества, азот нитритный, соединения меди и марганца (Государственный доклад..., 2016).

Данные о составе и структуре сообществ водорослей планктона р. Самара получены в июле 2015 г. Методы сбора и обработки альгологических проб и оценка сапробности по индикаторным видам соответствуют принятым при гидробиологических исследованиях (Sladeček, 1973; Водоросли, 1989; Барина и др., 2006).

В июле 2015 г. биомасса фитопланктона р. Самара от истока до устья изменялась в пределах олиго-мезотрофных значений: от 0,01 до 2,53 мг/л, с наиболее высокими показателями на участке реки от с. Бобровка до устья у г. Самара. Численность составила 0,20–6,90 млн кл./л. В планктоне в основном преобладали зеленые и диатомовые водоросли, с заметной долей цианопрокариот по численности (рис.) и динофитовых по биомассе.

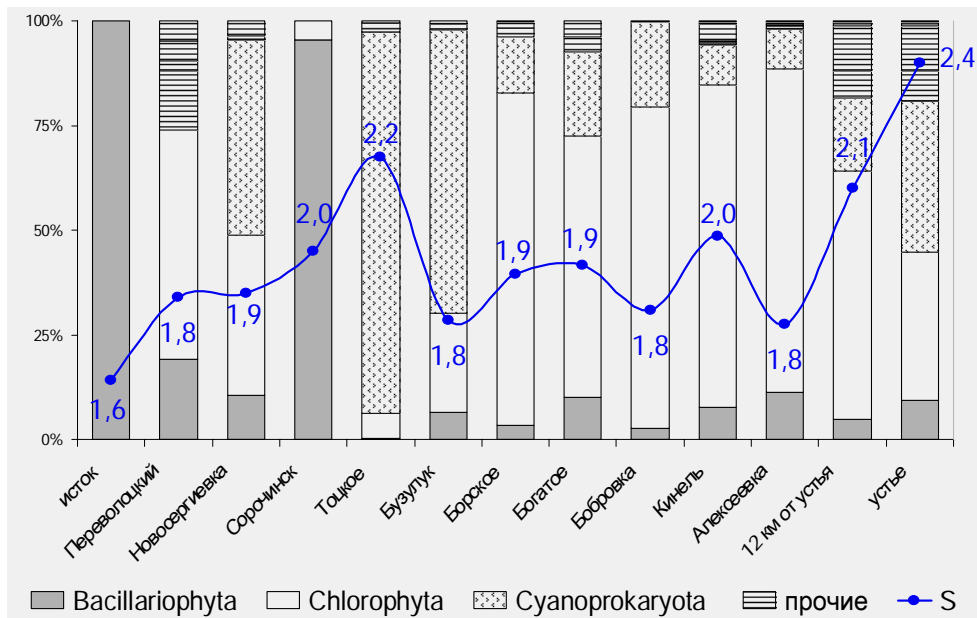


Рис. Соотношение водорослей разных отделов в суммарной численности фитопланктона р. Самара и изменение величины индексов сапробности по длине реки

На рисунке показана динамика величин индекса сапробности по длине реки. Как видно, они изменялись в относительно небольших пределах: от 1,64 до 2,30, что соответствует β -мезосапробной зоне самоочищения, III классу чистоты (умеренно загрязненные воды). Повышение индексов сапробности на участке реки у п. Тоцкое (рис.) было связано с доминированием такого индикатора антропогенного эвтрофирования как *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et. Kom. (Цианопрокариота), где вид составил 82% суммарной численности и 33% биомассы альгоценоза планктона. В нижнем течении, а также устьевом участке реки у г. Самара (где отмечена максимальная величина индекса – 2,4) в планктоне развивался целый ряд видов, обитателей β -мезосапробной зоны самоочищения. К массовым видам относились: из криптофитовых – *Cryptomonas ovata* Ehr.; *Chroomonas acuta* Uterm., из зеленых водорослей разнообразны были фитофлагелляты рода *Chlamydomonas*, многочисленны некоторые виды порядка Chlorococcales – *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Coelastrum microporum* Näg. in A. Br., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn. и др. Из индикаторов повышенной степени сапробности на участке реки от с. Борское до устья у г. Самара постоянно отмечались *Dactylosphaerium jurisii* Hind., *Monoraphidium minutum* (Näg.) Kom.-Legn. и *Stephanodiscus hantzschii* Grun.

Из опубликованных данных (Зеленевская, 2011; Зеленевская, Прокина, 2011) следует, что в летнем планктоне устьевого участка реки в разные годы наблюдений доминировали: *Stephanodiscus hantzschii*, *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Born., *Microcystis aeruginosa* Kütz., *M. pulverea* f. *planctonica* (G.M.S.) Elenk., *Crucigeniella apiculata* (Lemm.) Kom., *Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod., *S. quadricauda* (Turp.) Bréb., *Coelastrum microporum*, *C. astroideum* De-Not и др. Индексы сапробности летом соответствуют β -мезосапробной зоне самоочищения, III классу чистоты (1,84–2,25), однако автор (Зеленевская, 2011) констатирует рост индексов весной и осенью (до 2,69) и относит воды приустьевого участка р. Самары к β - α -мезосапробным с повышенным уровнем загрязнения.

Индексы сапробности рассчитанные по показателям фитопланктона летом 2015 г. сопоставимы с полученными ранее (Зеленевская, 2011). Состав же доминирующих видов устьевого участка р. Самара в 2015 г. несколько отличается меньшим значением цианопрокариот, которые развивались в планктоценозах, но не массово, что может быть связано как со сгонно-нагонными явлениями, так и с гидрологическими факторами. В то же время доминирование *Stephanodiscus hantzschii*, а также целого ряда видов зеленых водорослей порядка Chlorococcales, индикаторов повышенной степени сапробности и антропогенного эвтрофирования, по-видимому, характерно для устья реки.

Автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории экологии малых рек ИЭВБ РАН к.б.н. Головатюк Л.В и к.б.н. Куриной Е.М. за собранные пробы фитопланктона и предоставленные гидрологические данные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 356 с.

Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н. П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2015 год. Вып. 26. Самара, 2016. 296 с.

Зеленевская Н.А. Биоиндикация вод приустьевого участка реки Самара по фитопланктону //

Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Тез. докл. II международ. конф. СПб., 2011. С. 73.

Зеленевская Н.А., Прокина Н.Ю. Фитопланктон приустьевых участков рек Сок, Самара, Чапаевка в 1978–1979 годах // Вестн. ВУИТ. 2011 № 11. С. 44-53.

Sladeček V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1973. Bd. 7. S. 1-218.

О.Г. ГОРОХОВА, Т.Д. ЗИНЧЕНКО

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА
В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ТРОФНОСТИ СОЛЕННЫХ РЕК**

Гипергалинное озеро Эльтон и его высокоминерализованные притоки находятся в северной части Прикаспийской низменности и входят в состав природного парка «Эльтонский». Многолетние исследования экологического состояния рек (Zinchenko et al., 2014; Горохова, Зинченко, 2016) направлены на оценку биоразнообразия и выявление особенностей структурно-функциональной организации планктонных и донных сообществ гидробионтов в условиях градиента минерализации воды (4–80 г/л и более).

Водоросли фитопланктона, фитобентоса, перифитона являются основными компонентами биоценозов в исследованных реках. Особенностью альгоценозов рек Приэльтона является формирование единого устойчивого пелаго-бентосного комплекса, чему способствуют условия высокой плотности соленых вод, мелководность, малые скорости течения. По данным многолетних исследований (2008–2018 гг.) установлено, что максимальная продуктивность планктонных водорослей характерна для устьевых участков рек (Номоконова и др., 2013). Так, содержание хлорофилла-«а» соответствует эвтрофному и гипертрофному состоянию вод (табл.).

Таблица. Содержание хлорофилла-«а» (мкг/л) в устьях соленых рек

Годы	Реки				
	Чернавка	Солянка	Хара	Ланцуг	Бол.Саморода
август 2008, 2010, 2012*	62,0–221,0	25,8–341,0	16,1–185,0	13,6–220,0	4,5–9,6
август 2013**	74,6–132,1	51,9	227,8–381,1	199,4–316,5	17,7
август 2017	133,9	–	154,2	–	–
август 2018	60,3	115,9	77,9	124,1	2,9

Примечание: * – по: Номоконова и др., 2013; ** – неопубликованные данные; прочерк – нет данных

Установлено, что в реках бассейна оз. Эльтон первичные продуценты: фитобентос, цианобактериальные сообщества, а также фитопланктон адаптированы к изменениям минерализации – наиболее экстремального фактора, влияющего на развитие водорослей (Номоконова и др., 2013; Горохова, Зинченко, 2016). В этих условиях величина концентрации хлорофилла-«а» может изменяться на 1–3 порядка, оставаясь, однако, в пределах значений соответствующих эвтрофному статусу (табл., рис.).

Проведенный анализ показал наличие статистической связи между содержанием хлорофилла-«а» и размерной структурой альгоценозов (рис.), а также особенностями таксономического состава. Так, при доминировании галотолерантных фитофлагеллят отдела Chlorophyta (виды родов *Dunaliella*, *Tetraselmis*, *Asteromonas*), их доля в биомассе положительно коррелирует ($R = 0,8$; $p < 0,05$) с величинами содержания хлорофилла-«а», благодаря их способности к осморегуляции, позволяющей развиваться при критических величинах минерализации (40–180 г/л). Характерной особенностью функционирования альгоценозов при экстремальной солености во время ветровых нагонов вод из

озера Эльтон является снижение видового разнообразия и массовое развитие адаптивных видов. Например, в альгоценозах планктона устьевого участка р. Бол. Саморода доминируют виды рода *Dunaliella*, развивающиеся при минерализации 90–180 г/л при отсутствии диатомового фитобентоса и цианобактериальных сообществ. При этом содержание хлорофилла-«а» достигает 75–218 мкг/л.

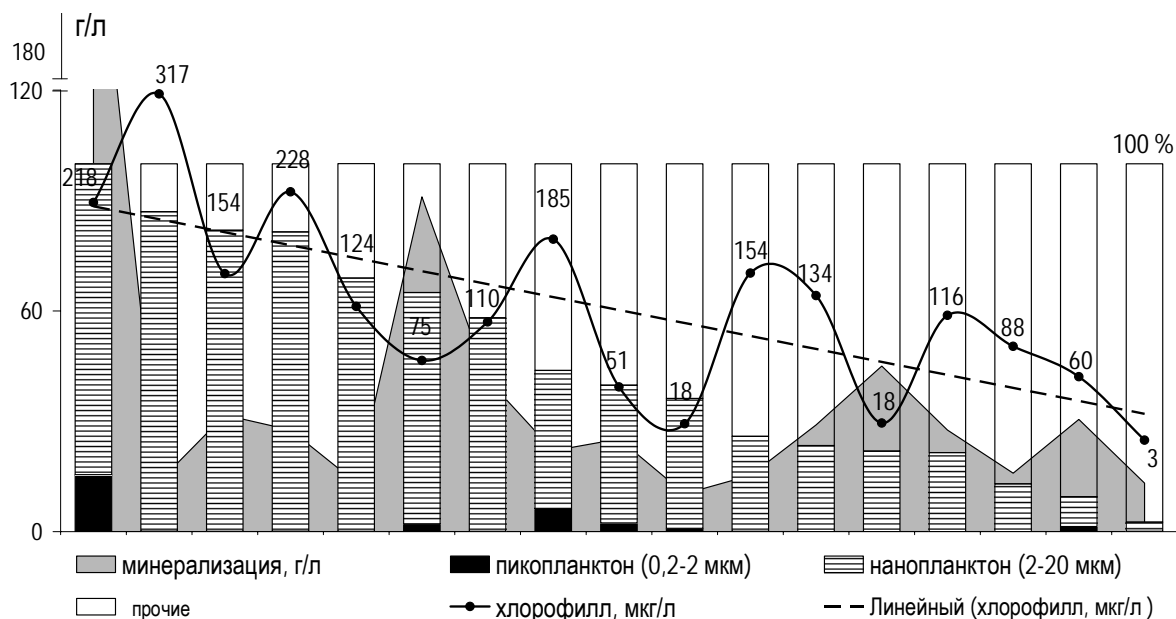


Рис. Соотношение размерных фракций биомассы фитопланктона (%) и величины содержания хлорофилла-«а» (показаны цифрами в мкг/л)

Что касается изменения размерной структуры альгоценозов, то отмечена положительная корреляция ($R = 0,7$; $p < 0,05$) между содержанием хлорофилла-«а» и доминированием видов пико- и нанопланктонной фракций (рис.).

Выявлена специфика протекания и соотношения продукционно-деструкционных процессов в соленых реках. Установлено, что в воде рек первичная продукция органического вещества в 1,5–7,8 раз превышает деструкцию. По-видимому, основная масса синтезированного органического вещества поступает в донные отложения и находится там в фотосинтетически активном состоянии, о чем говорит относительно низкое содержание феопигментов (Номоконова и др., 2013).

Можно констатировать исключительный характер взаимодействия альгоценозов планктона и бентоса в эвтрофных соленых реках, что является условием сохранения устойчивости и функционирования первичного продукционного звена.

Работа выполнена по теме НИР «Оценка современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной и антропогенной трансформации» АААА-А17-117112040040-3 и при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-04-00135.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горохова О.Г., Зинченко Т.Д. Особенности альгоценозов солёных рек юга России // Вода: химия и экология. 2016. № 11. С. 58-65.

Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон // Изв. Самар. НЦ РАН, 2013. № 3. С. 476-483.

Zinchenko T.D., Gladyshev M.I., Makhutova O.N., Sushchik N.N., Kalachova G.S., Golovatyuk L.V.

Saline rivers provide arid landscapes with a considerable amount of biochemically valuable production of Chironomid (Diptera) larvae // Hydrobiologia. 2014. Vol. 722. I. 1. Pp. 115-128.

Т.А. ГОРШКОВА

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В Г. САМАРЕ

В настоящее время очистка сточных вод – одно из самых важных мероприятий, позволяющее уменьшить загрязнение источников водоснабжения. Основными проблемами низкого качества поставляемой питьевой воды в здания являются загрязненность водных объектов, а также мало эффективные технологии водоподготовки. В данной работе рассматривается структура системы водоотведения городского округа Самара и мероприятия, направленные на модернизацию существующей системы очистки сточных вод.

Система водоотведения предназначена для сбора, транспортировки, очистки, обеззараживания сточных вод, поступающих от населения и промышленных предприятий города, и для возврата очищенной сточной воды в Саратовское водохранилище (Структура водоотведения..., 2019). Принципиальная схема водоотведения представлена на рис. 1.

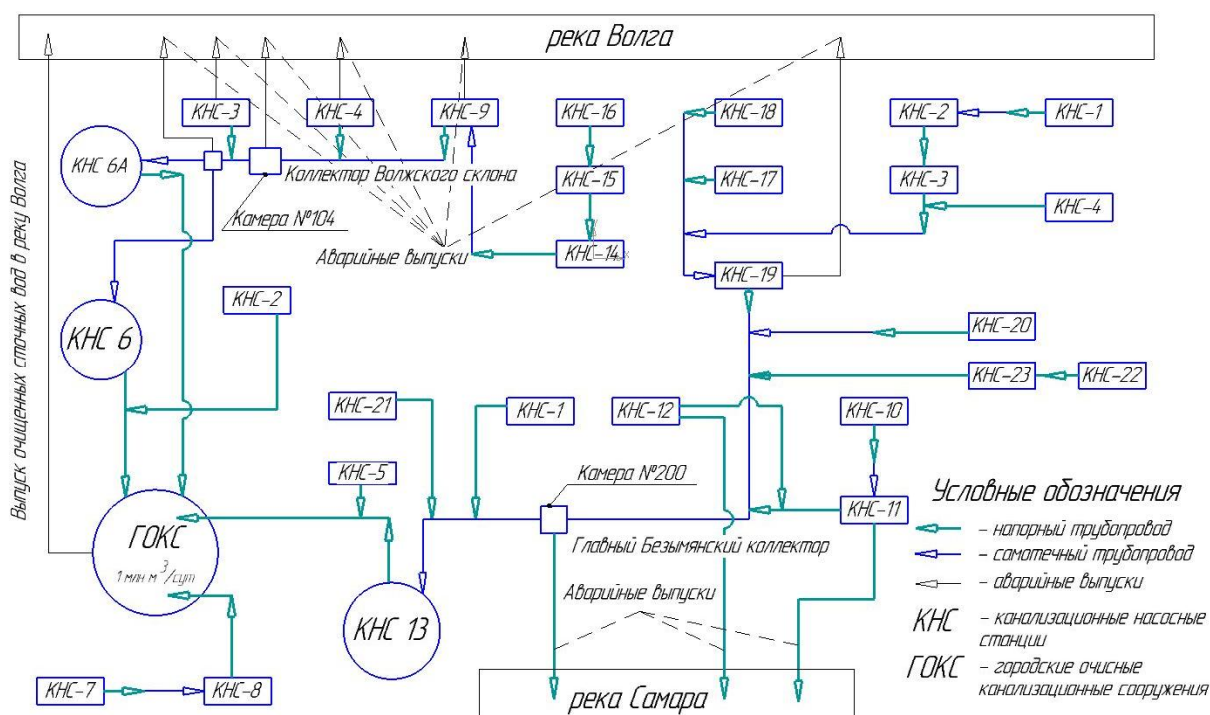


Рис. 1. Принципиальная схема водоотведения

В состав системы водоотведения входят:

- канализационные сети;
- канализационные насосные станции перекачки (КНС);
- напорно-самотечные коллекторы;
- городские очистные канализационные сооружения.

Пропуск сточных вод обеспечивают сети канализационных насосных станций (КНС), которые подают сточные воды на очистные сооружения, если рельеф местности не позволяет отводить эти воды самотеком. Применение КНС позволяет также избежать большого заглубления коллекторов.

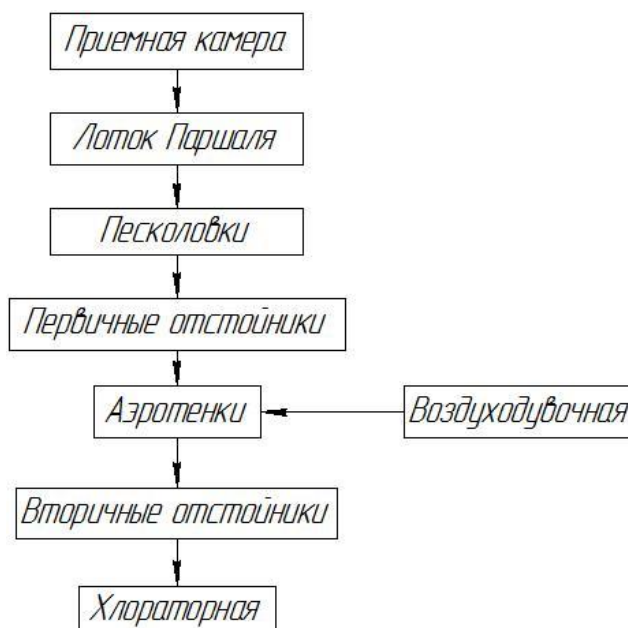


Рис. 2. Принципиальная схема ГОКС

Все сточные воды, как бытовые, так и промышленные, поступают на городские очистные канализационные сооружения (ГОКС), где и происходят процессы очистки. Повышение качества воды напрямую зависит от технологий, применяемых на ГОКС.

Принципиальная схема ГОКС, применяемая в настоящее время, представлена на рис. 2.

Очистка вод осуществляется посредством комбинирования различных методов (Луканин, 2017):

- механическая очистка;
- биологическая очистка;
- обработка осадков;
- обеззараживание стоков.

Механическая очистка начинается с подачи стоков на площадку очистных сооружений, которая осуществляется тремя насосными станциями в приемные камеры первой и второй очереди, по напорным коллекторам.

Из приемной камеры сточные воды поступают в открытый канал, пройдя водоизмерительный лоток Паршалья, который представляет собой сужающее устройство с прямоугольным и криволинейным вырезами, обеспечивающими линейную зависимость расхода от уровня жидкости в лотке. При увеличении объема свыше установленного уровня камеры имеют клапаны аварийного выпуска.

Далее стоки транспортируются в аэрируемые горизонтальные песколовки, где происходит осаждение минеральных и крупных органических примесей. Песколовки имеют камеры гашения скорости, которые организованы с целью предотвращения выноса песка из них. Песок собирается в песковом канале, осаждение механических примесей осуществляется под действием сил тяжести, периодически по дну проходит скребок, удаляя осажденные частицы. Затем, из приемка песколовки, осажденные минеральные примеси гидроэлеваторами удаляются на песковые площадки для подсушивания.

После песколовков сточные воды, через распределительную галерею, попадают в первичные радиальные отстойники – цилиндрические емкости с рабочим объемом 11,5 тыс. м³. В них взвешенные вещества под действием гравитационных сил оседают на дно или всплывают на поверхность отстойника. С помощью илоскребов сырой осадок со дна сгребается в приямок, а плавающие вещества удаляются в жироборник. Из приямка осадок плунжерным насосом перекачивается в резервуар сырого осадка и избыточного активного ила, оттуда насосами смесь осадка и уплотненного избыточного активного ила перекачивается на иловые карты. Жироподобные и плавающие вещества с поверхности первичных отстойников удаляются в жироборник, а затем откачиваются для обработки совместно с сырым осадком.

После первичных отстойников наступает этап биологической очистки, вода, освободившись от взвешенных веществ, металлов, ПАВ, нефтепродуктов, поступает на аэротенки. На ГОКСе 12 таких сооружений, каждый состоит из 4-х коридоров, длина – 120 м, ширина – 36 м, глубина – 5,2 м, рабочий объем одного аэротенка 22,5 тыс. м³. По дну аэротенка расположена перфорированная система аэрации. Эффективность очистки напрямую зависит от качества аэрации.

В аэротенках при помощи активного ила и кислорода воздуха происходит биологическая очистка. Воздух в систему аэрации аэротенков подается с помощью нагнетателей, расположенных в воздуходувной станции. Воздух перемешивает обрабатываемую сточную воду с активным илом и насыщает ее кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий. Большая насыщенность сточной воды активным илом (высокая доза) и непрерывное поступление кислорода обеспечивают интенсивное биохимическое окисление органических веществ.

Основная функция воздуходувной станции – обеспечение сжатым воздухом аэротенков, эрлифтов песколовков, эрлифтных камер вторичных отстойников.

Воздуходувная станция находится в неудовлетворительном состоянии. Необходима замена манометров, установленных после воздуходувок, так как по ним невозможно определить значения давлений. Автоматизированная подача воздуха, путем открывания и закрывания шиберов на воздуходувках находится в нерабочем состоянии, необходима замена элементов. Также отсутствует частотный привод двигателя воздуходувок, в зависимости от температуры воздуха и количества стоков, необходима установка.

Этап обработки осадков начинается с поступления иловой смеси из аэротенков во вторичные радиальные отстойники. Здесь происходит разделение иловой смеси на очищенную воду и активный ил. Принцип действия аналогичен первичным отстойникам. Очищенная вода из отстойников самотеком отводится в камеру выпуска сточных вод.

Активный ил, осевший во вторичных отстойниках, разделяется на два потока – возвратный активный и избыточно активный ил. Возвратный активный ил перекачивается с помощью эрлифтов в генератор аэротенка, а избыточно активный ил направляется в илоуплотнители. После илоуплотнителей активный ил поступает в резервуар сырого осадка и избыточного активного ила. Обезвоженный осадок автомашинами вывозится на иловые поля и отвалы. Иловые поля представляют собой спланированные участки земли, площадью 0,87 га каждый, с естественным основанием без дренажа.

Обеззараживание сточных вод перед сбросом в р. Волга происходит методом хлорирования, контакт хлора со сточной водой происходит непосредственно в коллекторах выпуска сточных вод. Данный метод не всегда эффективно убивает вредные микроорганизмы из вод, а также, иногда, дает побочный эффект вредный для организма человека и экосистемы в целом (Белоконев, 2012).

Предлагается произвести замену системы очистки воды с применением хлора на УФ очистку (рис. 3). Ультрафиолетовая очистка осуществляется УФ лучами с длиной

волны от 200 до 295 мкм – бактерицидный диапазон длин волн. Метод основывается на фотохимической реакции в структуре молекулы ДНК и РНК под действием УФ лучей – рис.3. Данное излучение приводит к разрушению структуры мембран и клеточных стенок микроорганизмов, что в конечном итоге приводит их к гибели. УФ очистка – это наиболее безопасный и выгодный метод очистки по сравнению с любым химическим методом ввиду того, что при обработке воды УФ лучами в ней не образуются новые химические соединения, нет необходимости содержать специальные системы безопасности хранилищ химических реагентов, не требуется специального обслуживающего персонала. Скорость очистки воды ультрафиолетовым излучением гораздо выше, чем при других методах, что позволяет повысить количество очищаемой воды и сократить финансовые расходы на очистку.

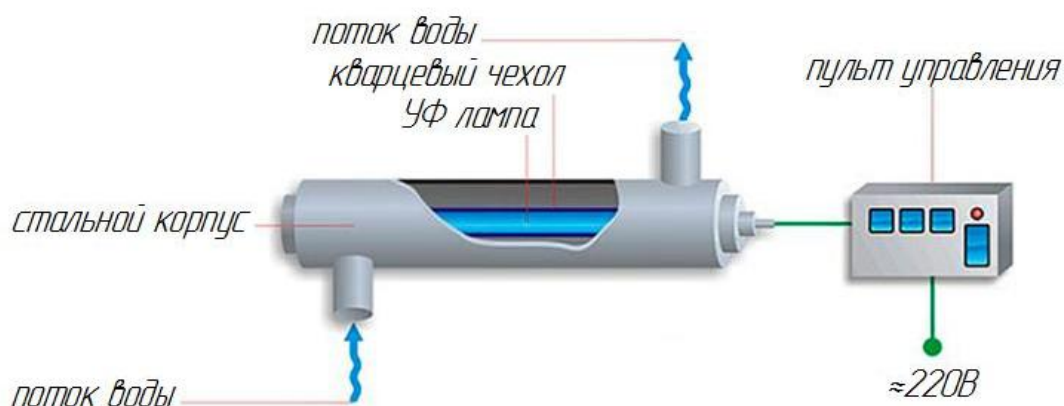


Рис. 3. Принцип действия УФ очистки сточных вод

Для повышения качества воды в этап биологической очистки рекомендуется включить метатенки. Для очистки вод в них, как правило, в отличие от аэротенков, подается не сама сточная жидкость, а уже концентрированный осадок, который выпал в отстойниках. В метатенке процесс очистки происходит за счет брожения. В условиях отсутствия кислорода из органических веществ образуются жирные кислоты, которые в дальнейшем при брожении превращаются в метан и углекислый газ. Для ускорения процесса брожения резервуар метатенка подогревают водяными или паровыми радиаторами, а содержимое перемешивают. Сброженный ил высокой влажности удаляется из нижней части метатенка и направляется на иловые поля. Образовавшийся газ, содержащий около 70% метана, отводится через трубы в кровле метатенка. Отметим, что после очистки полученной смеси газов от примесей, метан можно использовать в качестве топлива для получения медицинских препаратов, создания полимеров в химической промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белоконов Е.Н. Водоотведение и водоснабжение. М.: Феникс, 2012. 366 с.

Луканин А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков. Уч. пос. М.: ИНФРА-М, 2017. 205 с.

Структура водоотведения. Самарские коммунальные системы. [Электронный ресурс]. URL: https://samcomsys.ru/struktura_vo (дата обращения: 28.01.2019)

А.А. ГУНКИНА

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

НАСЕКОМЫЕ СЕМЕЙСТВА *Eurytomidae* НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ВВЕДЕНИЕ

Семейство *Eurytomidae* – одно из 16 семейств фауны Среднего Поволжья, объединенных в надсемейство *Chalcidoidea* (Хальцидоидея).

Группа до сих пор слабо изучена из-за трудностей диагностики и недостатка сведений по биологии отдельных видов. Между тем, эвритомиды характеризуются разнообразными кормовыми связями, семейство включает паразитов, фитофагов и формы со смешанным питанием. Среди растительноядных видов многие вредят злаковым культурам, а среди паразитов ряд видов являются перспективными энтомофагами (Зерова, 1977).

Представители семейства *Eurytomidae* имеют средние размеры 3–4 мм, реже 1–2 мм, самые крупные – 8 мм. Тело черное, реже буроватое или черное с желтым. Крылья чаще бесцветные, изредка затемненные. Опушение всегда развито. Голова и грудь, покрытые светлыми волосками, имеют ячеистую, реже морщинистую скульптуру, брюшко менее опушенное, обычно гладкое (рис. 1).

Фундаментальное исследование вредящих насекомых остается приоритетным направлением в энтомологии. При оценке роли биоразнообразия насекомых, в том числе эвритомид, теоретическое значение имеет изучение характера функционирования паразитоценозов в целом, как одного из базовых элементов биоценотической регуляции (Государственный доклад..., 1996).

Цель работы – эколого-фаунистическая характеристика комплекса видов семейства *Eurytomidae*, представленных в степях на территории Самарской области.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор полевого материала проводился по стандартной методике кошения энтомологическим сачком: 50 взмахов сачка на каждую пробу [размеры сачка: диаметр – 28 см, глубина мешка – 60 см, длина палки – 80 см] (Фасулати, 1971). Кошения про-

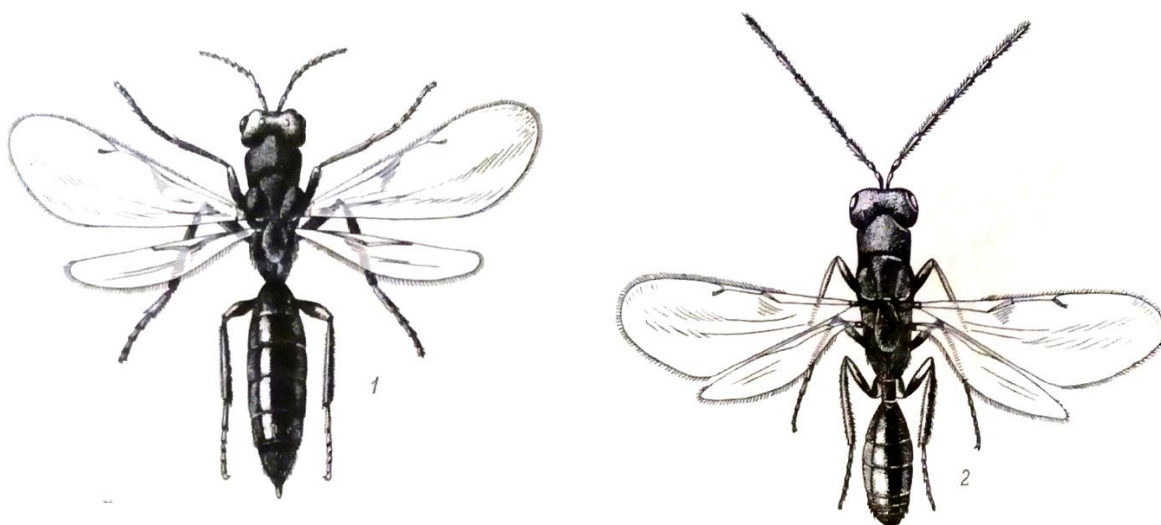


Рис. 1. Внешний вид представителей рода *Tetramesa*: 1 – самка, 2 – самец (Зерова, 1976)

водились в теплую безветренную погоду, время кошения: с 11.00 до 13.00. Собранный материал обрабатывался этилацетатом (CH₃-COO-CH₂-CH₃) в сачке при помещении его нижней части с насекомыми в полиэтиленовый мешок с фиксатором на 15 минут (Фасулати, 1971). Далее материал, предварительно очищенный от растительного мусора, помещался в полиэтиленовые пакеты с парами этилацетата на 3 часа до полной гибели всех насекомых. В течение дня все собранные пробы тщательно разбирались под бинокулярным микроскопом МБС-9 и увеличительной лупой 5х с подсветкой. Насекомые насаживались на специальные энтомологические булавки, снабжались бумажными этикетками (с описанием места и времени сбора, а позже также с указанием систематической принадлежности каждой особи) (Палий, 1962; Определитель..., 1980; Голуб и др., 2012).

Для подсчета численности собранных эвритомид на единицу площади обследованных биотопов, в которых производились кошения энтомологическим сачком травяного яруса, использовалась формула Динесмана:

$$X = N/2RLn,$$

где X – количество насекомых на 1 м²; N – число насекомых, пойманных при кошении; R – радиус сачка в метрах; L – средняя длина пути, проходимого обручем сачка по травостою при каждом взмахе сачка; n – число взмахов (ударов) сачка (Зерова, 1977; Палий, 1962; Руководство..., 1983).

Определение собранных эвритомид производилось в студенческой научной Лаборатории биоразнообразия на кафедре зоологии, генетики и общей экологии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были обследованы несколько территорий степных памятников природы регионального значения, а именно: ПП «Костинские лога», ПП «Каменные лога» (Каменный лог 1, Каменный лог 3), а также ПП «Урочище «Мулин Дол»».

В общей сложности с помощью кошения сачком было собрано 92 особи эвритомид из 10 видов.

На рис. 2 представлено число особей собранных эвритомид с указанием их видовой принадлежности.

Нами была проведена статистическая обработка полученных в результате исследования данных, результаты которой приведены ниже в табл. 1.

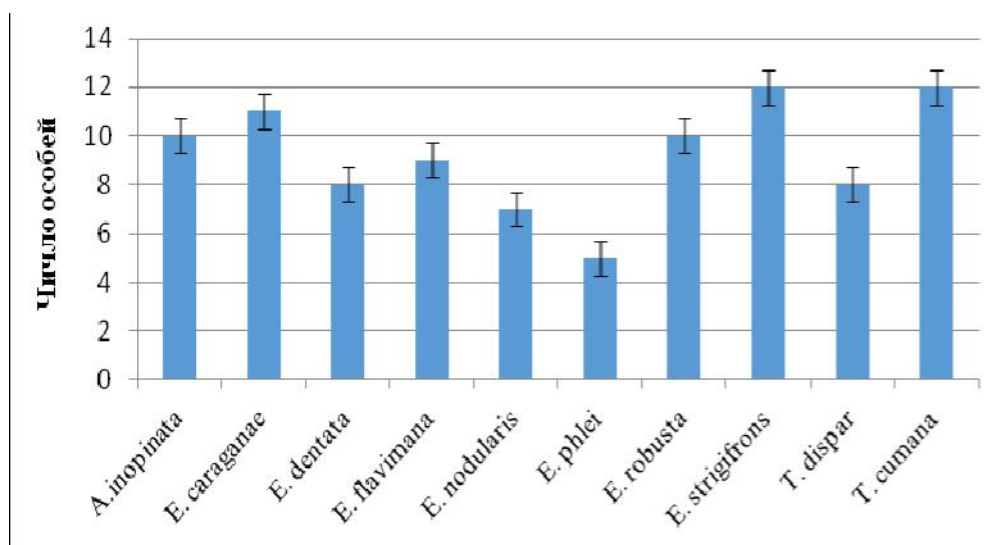


Рис. 2. Число собранных эвритомид территории Самарской области

Таблица 1. Результаты статистической обработки данных

n	$\bar{X} \pm m$	σ	V, %	Min	Max
10	9,2±2,25	2,14	23,26	5	12

Нами обнаружено 3 трофические группы: фитофаги (преимущественно галлообразователи), виды со смешанным питанием, сверх-паразиты других видов Insecta (табл. 2).

Таблица 2. Виды эвритомид с указанием районов сбора и трофической принадлежности

Вид	Места находок	Трофические предпочтения
<i>A. inopinata</i> Silv.	Большечерниговский р-н, Кам. Л.*	Паразит яиц стеблевых сверчков, кузнечиков и цикад в стеблях растений, смешанное питание
<i>E. caraganae</i> Nik.	Большечерниговский р-н, ППУ	Фитофаг в семенах желтой акации <i>Caragana arborescens</i> Lam.
<i>E. dentata</i> Mayr.	Большечерниговский р-н, Кам.Л	Паразит многих видов галлиц (Cecidomyiidae) рода <i>Asphondylia</i> , смешанное питание
<i>E. flavimana</i> Boh.	Большечерниговский р-н, Кам. Л., КЛ	Паразит <i>Tetramesa linearis</i> Walk. в стеблях пырея, смешанное питание
<i>E. nodularis</i> Boh.	Большечерниговский р-н, степи	Паразит многих видов пчелиных (Apoidea), гнездящихся в полых стеблях растений, чаще всего паразитирует на <i>Prosopis</i> и <i>Ceratina</i>
<i>E. phlei</i> Erdös	Большечерниговский р-н, ППУ	Паразит <i>Tetramesa phleicola</i> Hed. в стеблях злака <i>Phleum phleoides</i> L. (тимофеевка степная)
<i>E. robusta</i> Mayr.	Большечерниговский р-н, Кам. Л	Паразит личинок мух-пестрокрылок (Tephritidae) в галлах и головках на сложноцветных, смешанное питание
<i>E. strigifrons</i> Thoms.	Большечерниговский р-н, ППУ, Кам. Л.	Паразит орехотворки (Cynipidae) в головках сложноцветных, смешанное питание
<i>T. dispar</i> Zer.	Большечерниговский р-н, Кам. Л., КЛ	Фитофаг в стеблях ковыля красивейшего (<i>Stipa pulcherrima</i> L.) и <i>Stipa capillata</i> L.
<i>T. cumana</i> Szel.	Большечерниговский р-н, ППУ	Фитофаг в стеблях лисохвоста лугового (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)

Примечание: *Кам. Л. – ПП «Каменные лога»; ППУ – ПП «Урочище «Мулин Дол»»; КЛ – ПП «Костинские лога»

Были проанализированы тип питания и трофические связи видов эвритомид, выявленных к настоящему времени на территории Самарской области. Семейство в целом характеризуется большим разнообразием представленных типов питания, объединяя типичных фитофагов, энтомофагов, паразитов, виды со смешанным питанием.

Среди видов, обнаруженных в районе исследований, преобладают две основные трофические группы - виды со смешанным питанием, которые поедают обитателей галлов и затем переходят на питание самими галлами, а также фитофаги, которых можно считать паразитами растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать заключение о том, что комплекс видов эвритомид территории степей юга Самарской области разнообразен и нуждается в дальнейшем изучении. При оценке роли биоразнообразия насекомых, в том числе эвритомид, теоретическое значение имеет изучение характера функционирования паразитоценозов в целом, как одного из базовых элементов биоценотической регуляции.

Часть выявленных видов могут являться перспективными энтомофагами, то есть выступать био-агентами в борьбе с сельскохозяйственными вредителями, также ряд видов может быть использован для контроля численности отдельных видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 339 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.
- Зерова М.Д. Хальциды сем. Eurytomidae: подсемейства Rileyinae и Harmolitiniae. В серии: Фауна СССР. Перепончатокрылые. Т. VII. Вып. 6. Л.: Наука, 1976. 231 с.
- Зерова М.Д. Объем и экологическая характеристика фауны хальцид семейства Eurytomidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) Европейской части СССР // VII Международ. симпоз. по энтомофауне Средней Европы. Л., 19-24 сентября. 1977 г. Тез. докл. С. 112.
- Определитель вредных и полезных насекомых и клещей зерновых культур в СССР / В.С. Великань, В.Б. Голуб, Е.Л. Гурьева и др. Л.: Колос, 1980. 335 с.
- Палий В.Ф. Разработка методики кошения сачком как способа учета мелких видов энтомофауны травостоя // Сб. энтомологических работ. Ч. 1. Фрунзе. 1962. С. 55-61.
- Руководство по энтомологической практике: уч. пос. / ред. В.П. Тыщенко. Л.: Изд-во Ленинградск. ун-та, 1983. 230 с.
- Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: уч. пос. М.: Высш. шк., 1971. 424 с.

Г.В. ДРОНИН

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ФЛОРЫ
БАССЕЙНА РЕКИ СЫЗРАНКИ**

Основная причина обеднения видового состава флоры связана с воздействием человека. Развитие общества ведёт к антропогенной трансформации природных экосистем, унификации, деградации и разрушению растительного покрова, синантропизации и адвентизации флоры (Кавеленова, 2003), которые приводят к глубоким преобразованиям растительного мира – обеднению генетических ресурсов, постепенному стиранию региональных черт флоры и растительности, уменьшению флористического богатства.

Река Сызранка – правый приток первого порядка р. Волги. Исток располагается в 4 км к северо-западу от с. Кармалейка Барышского района Ульяновской области на абсолютной высоте 210 м; устьем служит Саратовское водохранилище у п. Кашпировка Сызранского района Самарской области на нормальном подпорном уровне 25 м. Длина реки 164,5 км, ширина 30–40 м, глубина 0,3–2,0 м. Водосборный бассейн, площадью 5 656 км², расположен в пределах Кузнецкого района Пензенской области, Барышского, Николаевского, Кузоватовского, Новоспасского и Радищевского районов Ульяновской области и Сызранского района Самарской области.

Деятельность человека в формировании растительного покрова имеет не меньшее значение, чем климат и почвы (Благовещенский, 2005). За последние 150 лет флора бассейна р. Сызранки подверглась сильному и многоплановому антропогенному воздействию (таблица).

Сельскохозяйственное воздействие. Главным очагом размещения и расселения синантропной растительности в бассейне р. Сызранки являются земли сельскохозяйственного назначения – пашни, окраины полей, межи, залежи, заброшенные сады, огороды, сады, дачные участки и т.д.

Землепользование. Существующая система земледелия за последние 25 лет привела к снижению содержания гумуса в почвах на 2–3%, сокращению площади среднегумусных почв и полному исчезновению тучных чернозёмов в бассейне р. Сызранки (Дронин, 2015б), что привело к сокращению численности и исчезновению многих видов растений, приуроченных к высокоплодородным почвам. Большая часть степных участков, расположенных в бассейне р. Сызранки, к настоящему времени распахана. Нетронутыми сохранились небольшие участки по склонам балок и оврагов (2,0% от площади бассейна р. Сызранки), вдоль опушек лесных массивов.

В настоящее время 34,74% от площади бассейна р. Сызранки составляют пахотные и 4,51% залежные земли. Беспрецедентная и широкомасштабная распашка земель привела к полному уничтожению многих равнинных типов степей, уничтожила естественные местообитания растений на огромных площадях, повлекла за собой нарушение экологического равновесия степной зоны.

Интенсивное сельское хозяйство привело к усиленному внесению удобрений и бицидов в почву, которые накапливаются в почве и водоёмах, приводя к их химическому загрязнению и эвтрофикации.

Выпас скота. Данное антропогенное воздействие сказывается на пойменных лугах, которые в степной зоне являются основным местом выпаса скота. Под действием данного фактора большая часть пойменных лугов бассейна р. Сызранки сильно деградировала и трансформирована в пастбища. Растения угнетаются как при непос-

Таблица. Факторы антропогенного воздействия на флору бассейна р. Сызранки

Факторы антропогенной нагрузки		Величины факторов
<i>Сельскохозяйственная нагрузка</i>		
Пахотные земли, тыс. га (га/км ²)		196,5 (34,7)
Залежные земли, тыс. га (га/км ²)		25,5 (4,5)
Распаханность, %		53,3
Овражность, %		2,0
Поголовье КРС, кол-во (голов/км ²)		15 752 (2,8)
<i>Рекреационная нагрузка</i>		
Кол-во населённых пунктов		161
Численность населения, чел.		261 893
Плотность населения, чел./км ²		46,30
<i>Техногенная нагрузка</i>		
Протяжённость	автодорог, км (км/100 км ²)	628,1 (11,1)
	железных дорог, км (км/100 км ²)	207,3 (3,7)
Протяжённость линий электропередачи (ЛЭП), км		1 888,7
Кол-во железобетонных опор ЛЭП		17 191
Лесистость, %	1808 г.	60,2
	1960 г.	29,0
	2014 г.	28,1
Объём рубки леса, тыс. м ³		40,5
Лесовосстановление, га/км ²		0,05

редственным воздействию на них животных (поедание, вытаптывание и др.), так и через изменение условий существования (уплотнение и изменение химического состава почвы и др.). В большей степени подвержено данному антропогенному воздействию районы Засызранья.

Сенокосение. Данное антропогенное воздействие отрицательно сказывается на луговых и степных видах: от сенокосения страдают однолетники, не успевающие при этом обсемениться.

Интродукция. Активная интродукционная деятельность в бассейне р. Сызранки началась с XIX в. Многочисленные помещичьи усадьбы и парки (с. Заборовка, Лобановка, Самайкино, Фабричные Выселки, п. Плодопитомник, Шильниковский и др.) послужили центрами натурализации и расселения многочисленных эргазиофитов. В среднем течении р. Томьшёвки осязаемое влияние на флору оказал Самайкинский плодово-сортовой питомник (Дронин, 2015а). В связи с расширением садоводства увеличилось разнообразие культурных растений, у которых со временем наметилась тенденция к дичанию.

Техногенное воздействие. Развитие транспортной сети. За последние 140 лет произошло масштабное расширение транспортной сети в южной части Симбирской губернии. Сооружена казённая Моршанско-Сызранская железная дорога, построены десятки километров автомобильных дорог, что создаёт благоприятные условия для заноса адвентивных растений и привело к резкому увеличению их количества и разнообразия.

Железные дороги восстанавливают разорванные системно-информационные связи между отдельными фрагментами ранее целостных природных комплексов (Хмелёв, 1996) и играют решающую роль в заносе и расселении адвентивных растений (Бочкин, 1994), таким образом, определяют степень и интенсивность модернизации флоры. Железные дороги служат коридорами миграции, т.к. содержат области с открытым или разреженным растительным покровом (Niemi, 1969). Сам железнодорожный транспорт служит важным фактором переноса растений на новые территории (Голицын, 1947). Особого внимания заслуживают насыпи железных дорог близ крупных населённых

пунктов, где антропогенная нагрузка на флору возрастает за счёт урбанизации, а нахождение заносных видов на железных дорогах может указывать направление формирования будущей флоры населённого пункта (Messenger, 1968).

Помимо железнодорожного транспорта, в заносе адвентивных растений активное участие принимают автомобильный и водный. Через бассейн р. Сызранки проходят федеральные автодороги М-5 «Урал», А151 «Цивильск – Сызрань» и Р228 «Сызрань – Волгоград». Проезд автомобильного транспорта вызывает нарушения почвенно-растительного покрова механическим (его уплотнение, уничтожение и т.д.) и химическим (загрязнение почвы разливами ГСМ, оседанием солей тяжёлых металлов и т.д.) путём. Плотность автомобильных и железных дорог в бассейне р. Сызранки составляет 11,1 и 3,7 км/100 км². Водным транспортом диаспоры адвентивных растений заносятся не только с грузами, но и с балластом.

В ходе строительства и эксплуатации линий электропередачи (ЛЭП) происходит нарушение почвенно-растительного покрова на линейно-вытянутых участках. На новых формах микрорельефа (насыпях у подножия опор) изменяется температурный и водный режим, что приводит к ксерофитизации растительности. Общая протяженность ЛЭП 10кВ в бассейне р. Сызранки составляет 1688,7 км (табл.).

Аналогичные нарушения наблюдаются при строительстве и эксплуатации нефтепроводов. При их строительстве происходит механическое нарушение почвенно-растительного покрова вплоть до его полного уничтожения в охранной зоне нефтепровода, при эксплуатации изменяется гидротермический режим, приводящий к ксерофитизации растительности. В случае аварий происходит масштабное загрязнение нефтепродуктами. Через бассейн р. Сызранки проходят магистральные нефтепроводы «Дружба» и «Куйбышев – Брянск».

Промышленность. В бассейне р. Сызранки сосредоточены крупные объекты промышленности, приводящие к деградации растительного покрова на больших площадях. Основу промышленного потенциала составляют крупные предприятия нефтяного, машиностроительного, лесного, пищевого и комплекса строительных материалов. Их функционирование приводит к изменению физико-химических свойств почв, уничтожает почвенную микрофлору и фауну, нарушает процессы аммонификации и нитрификации, что вызывает угнетение жизненного состояния растений, замедление скорости их роста, утрату способности семенного размножения, хлороз и некроз вегетативных органов и т.д., приводящие к потере биоразнообразия, упрощению состава и структуры растительных сообществ.

Добыча полезных ископаемых. В бассейне р. Сызранки имеются месторождения полезных ископаемых (нефть, фосфориты, песок, гравий, глины, диатомит, мел), добыча которых (особенно открытым способом) оказывает влияние на флору. В результате их добычи угнетаются виды растений с узкой экологической амплитудой, строго приуроченные к данному типу субстрата.

Вырубка лесов. За последнее 60-летие леса бассейна р. Сызранки не подвергались значительной тотальной вырубке, однако, постоянно осуществляются сплошные санитарные рубки, которые в отдельных случаях охватывают участки леса с редкими видами растений.

Лесистость территории бассейна р. Сызранки в 1808 г. составляла 60,2% (Часовникова, 2008; Дронин, 2015б), в настоящее время – 28,1%. Динамика лесистости за последние 200 лет отрицательна: площадь лесов сократилась более чем в 2,1 раза.

Объём лесовосстановительных работ (Лесной план..., 2008) в бассейне р. Сызранки невелик и оказать существенное влияние на изменение лесистости они не могут. Однако за последние 10 лет в бассейне р. Сызранки наблюдается положительная динамика лесистости, которая объясняется не высокими темпами лесовосстановления, а спадом в лесной промышленности и с увеличением лесопокрытой площади в связи с хорошим естественным процессом зарастивания вырубаемых территорий.

Пожары обычны в лесных массивах (как по естественным причинам, но в большинстве случаев их виновником является человек) и степях (в связи с весенне-осенними палами травы). Частота пожаров в среднем составляет около 28 случаев на 100 тыс. га/год, горимость леса – 1,8 га/1000 га. Однако горимость лесов намного выше, т.к. имеются случаи незарегистрированных пожаров.

Застройка. Селитебный комплекс антропогенных ландшафтов образуют улицы населённых пунктов, газоны, клумбы, цветники, дворы, парки, строительные площадки, свалки, пустыри и т.д. Интенсивный процесс расширения территории, застроенной жилыми домами и промышленными предприятиями, в бассейне р. Сызранки началась с 1950-х гг., в результате чего оказались уничтоженными многие популяции редких видов растений. С 1990-х гг. большой ущерб флоре окрестностей г. Сызрань, п.г.т. Николаевка и Новоспасское наносит строительство коттеджей.

Затопление земель. В результате строительства Саратовской ГЭС на р. Волге и Сызранской ГЭС на р. Сызранке значительная часть пойменных лугов, островов, плёсов и отмелей с уникальной и своеобразной растительностью оказалась затопленными. На малых реках, притоках р. Сызранки, сооружено более 90 прудов, что привело к затоплению многих местообитаний.

Осушение болот. В бассейне р. Сызранки данное антропогенное воздействие вызвано добычей торфа, что привело к сокращению численности и исчезновению произрастающих там многих видов растений.

Рекреационное воздействие. Уплотнение почвы. Сбор растений. Данные антропогенные факторы особенно сильно сказывается в окрестностях крупных населённых пунктов и близ водоёмов. Значительно страдают декоративные (особенно раннецветущие) растения от сбора населением на букеты и лекарственные растения в связи с их заготовкой без учёта реальных запасов и без разработки охранных мероприятий. Рекреационное влияние на территории бассейна р. Сызранки имеет широкие масштабы, что связано с большим количеством населённых пунктов, высокой численностью и плотностью населения, на 12,79 чел./км² превышающей данный показатель для Ульяновской области.

Отрицательное воздействие антропогенных факторов на флору может иметь сложный и опосредованный характер. В связи с загрязнением атмосферы и почвы промышленными выбросами и пестицидами резко уменьшается количество насекомых-опылителей, что приводит к затруднению семенного размножения многих видов растений (Чопик, 1972). Данный набор вышеупомянутых антропогенных факторов формирует всё многообразие синантропной и адвентивной флоры бассейна р. Сызранки, насчитывающей 482 вида синантропофитов (33,17% от числа всех видов флоры) и 303 вида (20,85%) адвентивных видов растений (Дронин, 2018).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Благовецкий В.В.* Растительность Приволжской возвышенности в связи с её историей и рациональным использованием. Ульяновск: УлГУ, 2005. 715 с.
- Бочкин В.Д.* Сравнительный анализ парциальных флор трёх участков железных дорог г. Москвы // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб., 1994. С. 276-296.
- Голицын С.В.* О «железнодорожных» растениях // Сов. ботаника. 1947. №5. С. 297-299.
- Дронин Г.В.* Александр Дмитриевич Воейков (1879-1944) и Самайкинский плодово-сортовой питомник // История ботаники в России. К 100-летию юбилею РБО. Т. 2. Ботанические научные школы и лидеры. Тольятти: Кассандра, 2015а. С. 139-150.
- Дронин Г.В.* Экологическое районирование территории Ульяновской области по степени антропогенной нагрузки // Экологический сборник 5: Тр. молодых учёных Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2015б. С. 116-125.
- Дронин Г.В.* Антропогенные группы флоры бассейна реки Сызранки // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, №4 (1). С. 217-223.
- Кавеленова Л.М.* Проблема организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. 124 с.

Лесной план Ульяновской области // ООО Центр научных исследований и разработок; Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ульяновской области. Ульяновск, 2008. 187 с.

Хмельёв К.Ф. Проблемы антропогенной трансформации растительного покрова Центрального Черноземья // Состояние и проблемы экосистем Центрального Подонья. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. Вып. 6. С. 138-143.

Часовникова Э.А. Антропогенные изменения природы Ульяновской области. Ульяновск: УлГПУ, 2008. 55 с.

Чопик В.И. Флора и технический прогресс // Бот. журн. 1972. Т. 57, № 3. С. 281-289.

Messenger K.G. A railway flora of Rutland // Proc. Bot. Brit. Isl. 1968. Vol. 7, No. 3. Pp. 325-344.

Niemi A. On the railway vegetation and flora between Esbo and Inga, S. Finland // Acta Bot. Fennica. 1969. Vol. 83. Pp. 1-28.

Г.В. ДРОНИН

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

РАСТЕНИЯ-«ТРАНСФОРМЕРЫ» БАССЕЙНА РЕКИ СЫЗРАНКИ

Современная флора Средней России развивается в условиях активной хозяйственной деятельности человека и подчинена антропогенезу – общепланетарному процессу преобразования ландшафтов, результатом которого является антропогенная трансформация природных экосистем (Березуцкий, 1999; Григорьевская и др., 2012), что приводит к деградации и разрушению растительного покрова и замещению первичной растительности на вторичную синантропную. Освобождающиеся при этом экологические ниши занимают, в основном, адвентивные виды растений, толерантные к антропогенным нарушениям окружающей среды.

Среди адвентивных видов растений особо выделяются инвазионные, характеризующиеся высокой способностью к размножению, быстрым распространением во вторичном ареале и высокой степенью натурализации. Внедрение агрессивных адвентивных видов в растительные сообщества может привести к ингибированию восстановительных сукцессий и исчезновению пространственно доминирующих экосистем (Шварц и др., 1993).

Проблема экспансии чужеродных видов растений остро стоит во всём мире. Их внедрение – вторая по значению угроза биологическому разнообразию после разрушения мест обитания (Конвенция о биологическом..., 1995), а активное расселение и воздействие на аборигенные виды и местные сообщества приводит к флористическому загрязнению территории. Инвазии агрессивных чужеродных видов растений представляют огромную опасность для здоровья человека (Theoharides, Dukes, 2007) и несут огромный экономический ущерб (Виноградова и др., 2010; Тохтарь, Мазур, 2010).

Изучение биологических инвазий – приоритетное направление современных ботанико-экологических исследований, а инвентаризация инвазионных видов растений – одна из первоочередных задач инвазионной биологии (Vilà et al., 2008; Weber et al., 2008; Виноградова, 2012). В «Стратегическом плане по сохранению биоразнообразия 2011–2020» (<https://www.cbd.int/sp/targets/>) поставлена целевая задача: «К 2020 году инвазионные чужеродные виды и пути их проникновения в естественные сообщества должны быть идентифицированы и подвергнуты ранжированию по степени приоритетности». Для сохранения биоразнообразия и уменьшения негативных последствий инвазий необходима инвентаризация опасных агрессивных видов растений.

Самые активно проявляющие себя инвазионные виды, к которым должен быть проявлен повышенный интерес (Панасенко, 2013) – виды-«трансформеры», наносящие существенный ущерб биоразнообразию и требующие особых мер контроля численности и уничтожения (Richardson et al., 2011).

Растения-«трансформеры» – виды, которые активно внедряются в естественные и полуестественные сообщества, изменяют характер, условия, физиономичность или природу экосистем, нарушают ценотические и сукцессионные связи, широко распространились и в естественных местообитаниях аспектируют, могут быть эдификаторами и доминантами, выступают в качестве виолента, образуя значительные по площади монодоминантные сообщества (или ярус), вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов природной флоры (Виноградова и др., 2011).

Для во флоры Средней России приводится 53 вида растений-«трансформеров» (Панасенко, 2013), для Приволжской возвышенности – 20 видов (Васюков, 2012), Среднего Поволжья (в границах Самарской и Ульяновской областей) – 11 видов (Сенатор и др., 2017). Во флоре бассейна реки Сызранки выявлено 7 видов растений-«трансформеров».

1. *Acer negundo* L. Североамериканский лесной эргазио-агриофит. Встречается в бассейне реки Сызранки на лесных полянах и опушках, в поймах рек, в населённых пунктах. Внедряется в леса и разновозрастные сосновые посадки, образуя второй древесный ярус. В пойменных лесах полностью останавливает возобновление деревьев родов *Populus* и *Salix*. Пыльца мужских особей – сильный аллерген, вызывающий у человека поллиноз (сенную лихорадку).

2. *Bidens frondosa* L. Североамериканский прибрежно-водный ксено-агриофит. Встречается в бассейне реки Сызранки на песчано-глинистых берегах рек, озёр, болотах, сырых местах, иногда на пустырях. Активно вытесняет *B. tripartita* L. и другие аборигенные виды.

3. *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray. Североамериканский культивируемый эргазио-агриофит. Встречается в бассейне реки Сызранки вдоль берегов водоёмов, в пойменных ивняках, зарослях прибрежных кустарников, садах, на мусорных местах, пустырях, около жилья. Активно вытесняет аборигенные виды из естественных приречных фитоценозов.

4. *Elaeagnus angustifolia* L. Восточноазиатский культивируемый эргазио-эпекофит. Встречается в бассейне реки Сызранки на опушках, песчаных местах, склонах оврагов, в поймах рек, оврагах, балках, на залежах, пустырях, обочинах дорог. Выращивается в лесопосадках. Быстро расселяясь по речным долинам вытесняет аборигенные виды и формирует заросли.

5. *Elodea canadensis* Michx. Североамериканский водный ксено-агриофит. Встречается в бассейне реки Сызранки в реках, пойменных озёрах, прудах и канавах. Мощный конкурент, вытесняет аборигенные виды, формирует чистые заросли на больших площадях.

6. *Heracleum sosnowskyi* Manden. Кавказский культивируемый эргазио-колонофит. Встречается в бассейне реки Сызранки на опушках, лесных дорогах, просеках, залежах, пустырях, берегах водоёмов, у жилья, на заброшенных огородах, вдоль дорог. Фототоксичное растение: сок содержит фуранокумарины, переходящие под действием ультрафиолетового излучения в активную форму, вызывающие повреждения кожи. Контакт с растением, особенно в солнечный день, первое время не вызывает неприятных ощущений, позже на коже появляется сильный ожог 1-ой степени. Попадание сока в глаза приводит к слепоте.

7. *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie. Южноевропейский прибрежно-водный ксено-агриоколонофит. Встречается в бассейне реки Сызранки в водоёмах и по их берегам, на мелководьях рек, заболоченных лугах, в канавах, на обочинах дорог.

8. *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz. Североамериканский сорный ксено-эпекофит. Встречается в бассейне реки Сызранки по песчаным берегам рек, пустырям, на мусорных местах, обочинах дорог. Конкурирует с аборигенными видами. Гибридизирует с *X. strumarium* L. и в результате ассимиляции вытесняет его.

В целях предотвращения дальнейшего расселения агрессивных чужеродных видов растений необходимо уделять внимание не только растениям-«трансформерам», но и за другими инвазионными видами, особо обращая внимание на способы и пути их расселения (табл.).

Таблица. Инвазионные и потенциально инвазионные виды растений флоры бассейна р. Сызранки

№ п/п	Латинское название вида	Фитоценотическая группа	Флорогенетическая группа	Способ заноса	Степень натурализации
1	2	3	4	5	6
<i>Чужеродные виды, активно внедряющиеся и натурализующиеся в естественные и полустественные сообщества, не вытесняющие местные виды и не образующие одновидовых зарослей</i>					
1.	<i>Atriplex tatarica</i> L.	сорный	Ирано-туранский	ксенофит	эпекофит
2.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	сорный	Северо-американский	ксенофит	агриоэпекофит
3.	<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn.	сорный	Северо-американский	ксенофит	агриофит
4.	<i>E. pseudorubescens</i> A. Skvortsov	сорный	Северо-американский	ксенофит	агриоэпекофит
5.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	колониэпекофит
6.	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	культивируемый	Ирано-туранский	эргазиофит	эпекофит
7.	<i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
8.	<i>Oenothera biennis</i> L.	культивируемый	Северо-американский	ксено-эргазиофит	агриофит
9.	<i>O. rubricaulis</i> Klebahn	сорный	Западно-европейский	ксенофит	эпекофит
10.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	колониофит
11.	<i>Sambucus racemosa</i> L.	сорный	Западно-европейский	эргазиофит	агриофит
12.	<i>S. sibirica</i> Nakai	сорный	Сибирский	ксенофит	эпекофит
<i>Чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся по нарушенным местообитаниям, некоторые из которых в будущем могут внедриться в естественные и полустественные сообщества</i>					
13.	<i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.	сорный	Южноазиатский	ксенофит	колониэпекофит
14.	<i>Amaranthus albus</i> L.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
15.	<i>A. blitoides</i> S. Wats.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
16.	<i>A. retroflexus</i> L.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
17.	<i>Ambrosia trifida</i> L.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
18.	<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	сорный	Средиземно-морский	ксенофит	эпекофит
19.	<i>Artemisia sieversiana</i> Ehrh. ex Willd.	сорный	Сибирский	ксенофит	эпекофит
20.	<i>Bassia sieversiana</i> (Pall.) W.A. Weber	сорный	Ирано-туранский	ксенофит	эпекофит
21.	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	сорный	Средиземно-морский	ксенофит	эпекофит
22.	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
23.	<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
24.	<i>Galinsoga ciliata</i> (Rafin.) Blacke	сорный	Центрально- и южно-американский	ксенофит	эпекофит

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
25.	<i>G. parviflora</i> Cav.	сорный	Центрально- и южно-американский	ксенофит	эпекофит
26.	<i>Hordeum jubatum</i> L.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
27.	<i>Lepidotheca suaveolens</i> (Pursh) Nutt.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
28.	<i>Solidago canadensis</i> L.	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	колонофит
29.	<i>Typha laxmannii</i> Lepech.	прибрежно-водный	Южноазиатский	ксенофит	колонофит
<i>Потенциально инвазионные виды, способные к возобновлению в местах заноса</i>					
30.	<i>Acorus calamus</i> L.	болотно-сорный	Восточно-азиатский	ксенофит	колонофит
31.	<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	сорный	Северо-американский	ксенофит	эпекофит
32.	<i>Alchemilla spicata</i> (Lam.) K. Koch	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	колонофит
33.	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	колонофит
34.	<i>Juncus tenuis</i> Willd.	лугово-болотный	Северо-американский	ксенофит	колонофит
35.	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	культивируемый	Северо-американский	эргазиофит	агриофит
36.	<i>Salix euxina</i> I.V. Belyaeva	культивируемый	Ирано-туранский	эргазиофит	агриофит
37.	<i>Sisymbrium wolgensse</i> M. Bieb. ex Fourn.	сорный	Восточно-европейский	ксенофит	эпекофит
38.	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	культивируемый	Восточно-азиатский	эргазиофит	колонофит

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры // Бот. журн. 1999. Т. 84, № 6. С. 8-19.

Васюков В.М. Виды-трансформеры во флоре Приволжской возвышенности // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: материалы IV Международ. науч. конф. М.; Ижевск, 2012. С. 51-52.

Виноградова Ю.К. Очередные задачи инвазионной биологии // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: материалы IV Международ. науч. конф. М.; Ижевск, 2012. С. 56-59.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

Григорьевская А.Я., Лепёшкина Л.А., Зелепукин Д.С. Флора Воронежского городского округа город Воронеж: биогеографический, ландшафтно-экологический, исторический аспекты // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2012. Т. 21, № 1. С. 5-158.

Конвенция о биологическом разнообразии. UNEP/CBD, 1995. 34 с.

Панасенко Н.Н. Растения-«трансформеры»: признаки и особенности выделения // Вестн. Удуртск. Ун-та. Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 2. С. 17-22.

Сенатор С.А., Саксонов С.В., Васюков В.М., Раков Н.С. Инвазионные и потенциально

инвазионные растения Среднего Поволжья // Российск. журн. биол. инвазий. №1. 2017. С. 57-69.

Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Анализ инвазионных видов России // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Ест. науки. 2010. №21(92). Вып. 13. С. 20-23.

Шварц Е.А., Белоновская Е.А., Второв И.П., Морозова О.В. Интродуцированные виды и концепция биоценологического кризисов // Успехи совр. биологии. 1993. Т. 113, № 4. С. 387-400.

Richardson D.M., Pysek P., Carlton J.T. A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology // Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. Oxford, 2011. Pp. 409-420.

Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 including Aichi Biodiversity Targets [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbd.int/sp/targets/> (дата обращения 11.02.2019).

Theoharides A.K., Dukes J.S. Plant invasion across space and time: factors affecting noneindigenous species success during four stages of invasion // New Phytologist. 2007. Vol. 176, No. 2. Pp. 256-273.

Vilà M., Bañnou C., Gollasch S., Josefsson M., Pergl J., Scalera R. One Hundred of the Most Invasive Alien Species in Europe // DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe. Berlin: Springer, 2008. Pp. 265-268.

Weber E., Sun S.-G., Li B. Invasive alien plants in China: diversity and ecological insights // Biological Invasions. 2008. № 10. Pp. 1411-1429.

А.А. ДЯДЧЕНКО

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ АБСОРБЦИОННО–ДЕСОРБЦИОННОЙ СХЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРА МОНОЭТАНОЛАМИНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ НА САМАРСКОЙ ТЭЦ

В настоящее время по объемам выброса вредных веществ в атмосферу предприятия теплоэнергетики занимают лидирующее место. Почти тридцать процентов от общего числа выбросов всех предприятий различных отраслей приходится на котельные и тепловые электрические станции. Наибольшей из проблем является накопление большого количества углекислого газа в атмосфере, что приводит к увеличению температуры воздуха на планете и ее среднегодовых показателей. В работе описан способ частичного решения этой проблемы, а так же возможность получения прибыли за счёт сбыта очищенной двуокиси углерода.

Для реализации данной идеи на тепловой электростанции (на примере Самарской ТЭЦ) предлагается установить ряд оборудования, работающего по абсорбционно-десорбционной схеме с использованием раствора моноэтаноламина (МЭА), для получения жидкой углекислоты. Метод получения жидкой углекислоты из дымовых газов заключается в следующем.

Десорбция CO_2 из насыщенного раствора МЭА производится кипячением водяным паром. Дымовые газы проходят в охладитель (скруббер), где промываются и охлаждаются при прямом контакте с охлаждающей водой до температуры абсорбции $38...40^\circ\text{C}$. Одновременно с промывкой от примесей частично конденсируются пары воды. В колонне абсорбера двуокись углерода поглощается из дымовых газов раствором моноэтаноламина (МЭА). Оставшиеся газы (N_2 , H_2O) выдуваются в атмосферу. Из абсорбера насыщенный раствор МЭА (обогащенный CO_2) перекачивается в колонну десорбера. Перед десорбером насыщенный раствор подогревается за счет теплообмена с истощенным раствором в Теплообменнике раствора. В колонне десорбера осуществляется процесс тепло- и массообмена между паром, поступающим из кипятильника и насыщенным раствором МЭА. Смесь полученного диоксида углерода и водяного пара охлаждается в холодильнике газа. Холодильник газа состоит из двух последовательно установленных аппаратов. В первом по ходу газа теплообменнике подогревается вода отопления до требуемой температуры $60...80^\circ\text{C}$, а во втором происходит полное охлаждение диоксида углерода до необходимой температуры 35°C . Использование тепла охлаждения для производства горячей воды или отопления существенно повышает энергоэффективность производства. Система очистки при низком давлении служит для удаления следов МЭА. В системе используются скрубберы и барботеры для промывки газообразного диоксида углерода водой и раствором KMnO_4 и адсорбер низкого давления с активированным углем.

Очищенная газообразная двуокись углерода сжимается компрессором без смазки цилиндров, спроектированным и изготовленным из материалов, специально предназначенных для работы с насыщенной влагой газообразной двуокисью углерода. Сжатая двуокись углерода после конечного холодильника компрессора охлаждается в дополнительном холодильнике холодной водой и после отделения капельной влаги подается в блок осушки CO_2 , который состоит из двух адсорберов, поочередно переключающихся для регенерации. Регенерация адсорбента производится нагретой сухой двуокисью углерода. Для очистки от запахов установлен адсорбер с активированным углем. Осушенная и очищенная двуокись углерода подается в конден-

сатор CO₂-испаритель фреона, где газ конденсируется при давлении 1,8...2,0 Мпа. Фреоновый холодильный агрегат служит для охлаждения конденсатора CO₂. Жидкая двуокись углерода из конденсатора CO₂ подается в накопительную ёмкость 1¹.

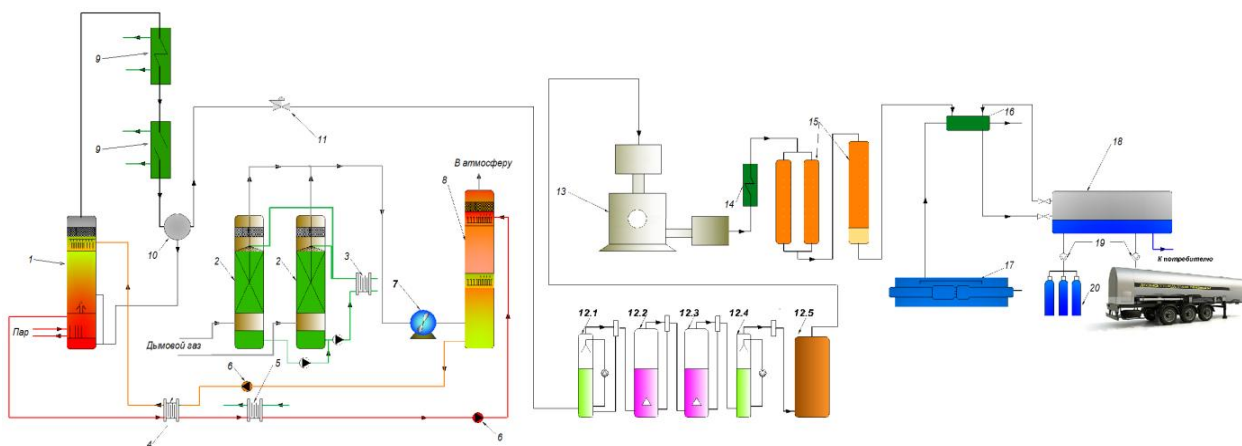


Рис. 1. Принципиальная схема производства жидкой углекислоты с применением абсорбционно-десорбционной схемы с использованием раствора моноэтаноламина

Примечание: 1 – десорбер, 2 – скруббер, 3 – теплообменник "вода – вода", 4 – теплообменник раствора МЭА, 5 – холодильник раствора МЭА, 6 – насос раствора МЭА, 7 – эксгаустер, 8 – абсорбер, 9 – холодильник газа, 10 – флегмоотделитель, 11 – регулятор давления, 12 – установка очистки CO₂, 13 – компрессор CO₂, 14 – охладитель CO₂, 15 – блок осушки и дезодоратор, 16 – конденсатор CO₂, 17 – холодильная машина, 18 – накопительная емкость CO₂, 19 – насос перекачки жидкого CO₂, 20 – пост заправки баллонов

На Самарской ТЭЦ установлены пять энергетических котлов типа БКЗ-420-140 НГМ, пять водогрейных котлов типа КВГМ 180 и три водогрейных котла типа ПТВМ 100 (Буров и др., 2014). Часовое количество дымовых газов, проходящих через дымовую трубу, определяется по формуле (Кудинов, 2015):

$$V = n * V * [V_{\Gamma} + (a - 1) * V_{\text{в}}] * ((Q + 273)/273) * (760/b),$$

где n – количество котлов, присоединённых к трубе, шт.;

V – расчётный часовой расход топлива на каждый из котлов, кг/ч.;

a – коэффициент избытка воздуха в дымовой трубе;

V_{Γ} – теоретическое количество дымовых газов, необходимых для сгорания 1 килограмма топлива, м³/кг

$V_{\text{в}}$ – теоретическое количество воздуха, необходимого для сгорания 1 килограмма топлива, м³/кг

Q – температура дымовых газов, С°

b – барометрическое давление, мм РТ. ст.

Количество уходящих газов с энергетических котлов БКЗ 420 140 НГМ равно:

$$V_{\text{г БКЗ}} = 5 * 3800 * 8 * [12,36 + (1,15 - 1) * 11] * ((120 + 273)/273) * (760/763) = 3052120 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

Количество уходящих газов с водогрейных котлов КВГМ 180 равно:

$$V_{\text{г КВГМ}} = 5 * 900 * 18 * [12,36 + (1,18 - 1) * 11] * ((117 + 273)/273) * (760/762) = 1654326 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

Количество уходящих газов с водогрейных котлов ПТВМ 100 равно:

$$V_{\text{г ПТВМ}} = 3 * 900 * 18 * [12,36 + (1,2 - 1) * 11] * ((115 + 273)/273) * (760/761) = 1016208 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

1 – <http://plamya-co2.ru/news>

Суммарное количество уходящих газов со всех водогрейных и энергетических котлов при максимальной нагрузке равно:

$$V_{СУММ МАКС} = V_{г БКЗ} + V_{г КВГМ} + V_{г ПТВМ} = 5722654 \text{ м}^3/\text{ч};$$

В летний период времени водогрейные котлы, как правило, не работают, а из энергетических котлов работают 2 и один в резерве. С таким количеством работающих котлов суммарное количество уходящих газов будет равно:

$$V_{СУММ МИН} = V_{г БКЗ} * 0,4 = 763030 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Для дальнейших расчётов возьмём среднее суммарное значение уходящих газов в час:

$$V_{СУММ СРЕДН} = ((V_{г БКЗ} * 0,4) + V_{СУММ МАКС}) / 2 = 3242842 \text{ м}^3/\text{ч};$$

В продуктах сгорания котлов, работающих на природном газе, содержится от 7 до 11% CO₂. (принимаем среднее значение 9%). Значит, объём CO₂, содержащийся в полном объёме продуктов сгорания равен:

$$V_{CO_2} = (V_{СУММ СРЕДН} * 0,01) * 9 = 291855 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Эффективность улавливания CO₂ посредством моноэтаноламина, выступающего абсорбентом, составляет 85–95%. (принимаем среднее значение 90%):

$$V_{CO_2 \text{ получаемый}} = (V_{CO_2} * 0,01) * 90 = 262670 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Учитывая, что 14,0 куб. м. газа равно 10 кг можно высчитать суммарную массу жидкой двуокиси углерода:

$$M_{CO_2} = (262670 / 14 * 10) = 187.6 \text{ т/час};$$

В Самарской области крупных производителей жидкой двуокиси углерода нет. Потому, для определения выручки со сбыта одной тонны жидкой двуокиси углерода, возьмём среднюю стоимость по России (8500 рублей). Таким образом, доход при условии полного сбыта продукции составит:

$$D = 187.6 * 8500 = 1589500 \text{ руб./час};$$

Вычитая стоимость химических реагентов, расходы электроэнергии и воды на собственные нужды, а так же на транспорт и заработную плату сотрудников чистая прибыль составит:

$$P = 1589500 - 1540950 = 48550 \text{ руб./час};$$

Максимальная мощность 500 кг в час, то есть для производства жидкой двуокиси углерода установок необходимо:

$$K = 187600 / 500 = 375 \text{ единиц установок};$$

Стоимость одной установки 2.100.000 рублей, её дальнейший монтаж 650000 рублей, для того что бы полностью окупить стоимость всех приобретённых установок, необходимо:

$$C_{уст} = 2100000 * 375 = 787500000 \text{ руб. (787,5 млн. руб.);}$$

$$C_{монт} = 650000 * 375 = 243750000 \text{ руб. (243,75 млн. руб.);}$$

$$C_{сум} = 1031250000 \text{ (1031,25 млн. руб.);}$$

За счёт чистой прибыли с продажи двуокиси углерода полностью окупить расходы на закупку и установку оборудования необходимо:

$$T_{окуп} = 21241 \text{ час} = 885 \text{ дней} = 29 \text{ месяцев} = 2,45 \text{ года.}$$

Таким образом, установка оборудования для производства жидкой двуокиси

углерода уменьшает выбросы CO_2 в атмосферу в среднем на 90%, что значительно снижает отрицательное воздействие на окружающую среду. Сбыт жидкой двуокиси углерода позволит получить существенную прибыль в виде 48550 руб./час, что позволит за счёт работы установки окупить первоначальные вложения за 2,45 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. и др.
Тепловые электрические станции: учебник для
вузов. М.: Издат. дом МЭИ, 2014. 466 с.

Кудинов А.А. Тепловые электрические
станции. Схемы и оборудование: уч. пос. для
вузов. М.: ИНФРА-М, 2015. 325 с.

О.Н. ЕРИНА, В.В. ПУКЛАКОВ, Д.И. СОКОЛОВ, А.В. ГОНЧАРОВ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

ПОДЛЕДНОЕ ЦВЕТЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В МОЖАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Продукционные процессы в водоемах в период ледостава гораздо менее изучены по сравнению с вегетационным периодом по ряду причин. В зимний период при низких температурах воды скорости протекания химико-биологических реакций существенно замедляются. Кроме этого, наличие ледяного, и в первую очередь снежного покровов ограничивает проникновение света в водную толщу, и тем самым лимитирует развитие даже холодолюбивых видов фитопланктона. Проблематика борьбы с цветением в зимний период в водоемах умеренной зоны, характеризующихся устойчивым ледовым покровом в течение нескольких месяцев, не является актуальной для водопользователей. Однако, в последние годы в мировой литературе больше внимания стало уделяться зимнему режиму водоемов в связи с глобальными изменениям климата. Сроки установления и разрушения ледостава стали значительно сдвигаться, а зимы – характеризоваться многочисленными оттепелями. В результате в течение периода ледостава в водохранилище попадает больше питательных веществ для водорослей, которое может становиться стимулом для развития холодолюбивых видов.

Активное развитие фитопланктона в зимний период приводит к дополнительной продукции органического вещества, на утилизацию которого затрачивается дополнительный кислород, что в условиях отсутствия поступления кислорода из атмосферы в сочетании со стратификацией водной толщи в это время будет приводить к ускоренному истощению запасов кислорода в водоемах. Таким образом, подледное цветение водорослей может являться не только индикатором климатических изменений, но и приводить к ухудшению качества воды в водоемах зимой и даже формированию заморных явлений. Поэтому изучение механизмов формирования данного явления и его динамики представляет как научный, так и практический интерес, особенно если водные объекты используются для водоснабжения, так как водоподготовка в условиях низких температур воды требует использования большего количества реагентов ввиду их низкой растворимости, и очистки воды от дополнительного органического вещества автохтонного происхождения.

Материалами для данного исследования послужили наблюдения, проводимые на Можайском водохранилище, расположенном в Московской области и являющимся наиболее крупным из водохранилищ системы водоснабжения г. Москвы. Это эвтрофный водоем долинного типа, в котором ежегодно возникает плотностная стратификация и в летний, и в зимний периоды, которая способствует истощению запасов кислорода в гипolimнионе в связи с его потреблением на дыхание биоты и деструкцию органического вещества. В зимний период единственным источником поступления кислорода в водоем служат плотностные течения, которые распространяют речные воды с более высоким содержанием O_2 по водоему, тем самым несколько пополняя его запасы в придонных слоях. Однако к концу периода ледостава содержание растворенного кислорода может опускаться до 2–4 мг/л, формируя таким образом неблагоприятные условия для существования гидробионтов.

В период ледостава 2015–2016 гг. сотрудниками Красновидовской учебно-научной базы МГУ имени Ломоносова проводились ежедневные наблюдения на рейдовой вертикали в центральном районе водохранилища (станция IV) за распределением температуры, электропроводности и растворенного кислорода, а также толщиной снежного и ледяного покрова. Также в конце зимы, когда содержание растворенного кислорода в подледном слое по данным этих наблюдений достигало 150% насыщения, была проведена комплексная съемка всего водохранилища по стандартной сетке из 18 станций, равномерно разнесенных по длине водоема, в которой кроме измерения температуры и содержания растворенного кислорода отбирались пробы воды для определения содержания биогенных элементов и фитопланктона. Содержание биогенных элементов определяли в аналитической лаборатории Красновидовской УНБ согласно стандартным методикам, изложенным в (Аналитические..., 2017; Руководство..., 2003). Пробы воды 0,5 л для определения фитопланктона отбирали из подледного слоя с глубины 0,3 м, консервировали формалином, концентрировали фильтрованием через мембранные фильтры (фирмы «Сынпор», с диаметром пор 0,8 мкм). Водоросли подсчитывали под световым микроскопом Микмед-6 в камере Нажотта в количестве около 400 клеток (колоний) всех видов. Биомассу определяли по средним размерам клеток каждого вида в пробе с использованием таблиц В.Г. Кузьмина (1984). Идентификацию водорослей производили с помощью общепринятых определителей (Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951–1986).

Зимний период 2016 года характеризовался несколькими продолжительными оттепелями, которые привели к существенному истощению снежного покрова. Так, в результате первой крупной оттепели 27 января – 4 февраля 2016 г, среднесуточная температура во время которой достигала 2 °С, высота снежного покрова на снегомерной площадке метеостанции Можайск за неделю уменьшилась с 22 до 8 см (рис. 1). После этого в феврале наблюдалось еще несколько подобных синоптических циклов продолжительностью 3–5 дней, в результате чего минимальная толщина снега достигла 4 см. Обильные осадки в период с 23 февраля по 5 марта обеспечили увеличение высоты снежного покрова до 30 см, однако после этого температура воздуха опять превысила отметку 0 °С и вновь активизировалось таяние снега на водосборе. В результате к началу половодья 29 марта снег на водосборе практически полностью отсутствовал.

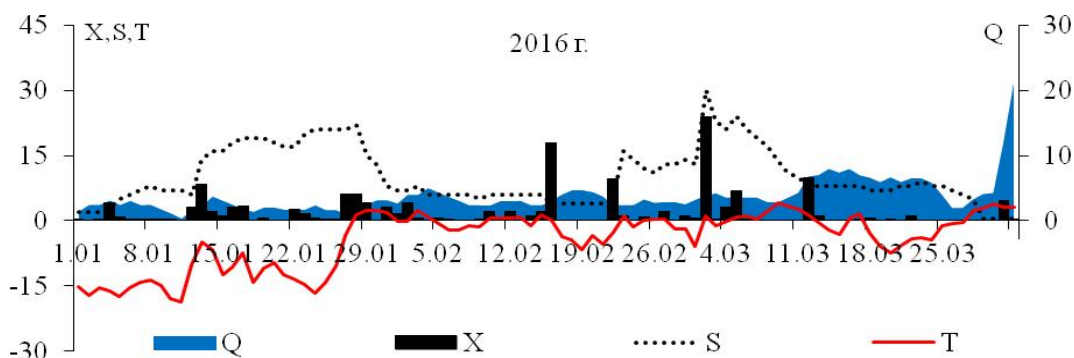


Рис. 1. Колебания расхода воды р. Москвы в створе д. Барсуки Q ($\text{м}^3/\text{с}$); данные метеостанции г. Можайск: суточный слой атмосферных осадков X (мм), высота снежного покрова S (см), среднесуточная температура воздуха T ($^{\circ}\text{C}$) в период ледостава 2016 г.

Что касается самого водохранилища, то по данным наблюдений на рейдовой вертикали в центральном районе уже в результате первой оттепели произошло полное стаивание снега (рис. 2), и с 17 февраля содержание растворенного кислорода в подледном слое начинает превышать 100% насыщения. В период до 20 марта содержание кислорода изменялось в незначительном диапазоне, уменьшаясь до 90–95% насыщения после выпадения снега и снижения интенсивности продукционных процессов в резуль-

тате уменьшения освещенности подледных слоев воды, и увеличиваясь до 120% насыщения в периоды отсутствия снега на льду. В последнюю декаду марта начинается интенсивный рост концентрации растворенного кислорода в верхнем двухметровом слое воды. Максимальное пересыщение воды кислородом наблюдалось 28 марта, когда его содержание в подледном слое составило 24,01 мг/л или 167% насыщения. В дальнейшем, после начала весеннего половодья, поступления в водохранилище талых речных вод и таяния ледяного покрова водоема содержание кислорода стало резко уменьшаться и к 7 апреля составляло всего 8 мг/л, что соответствовало 55% насыщения. Таким образом, общая продолжительность периода, в который наблюдалось пересыщение поверхностных слоев воды кислородом, составила около 1,5 месяцев, а наиболее активно го развития фитопланктона – около 10 дней.

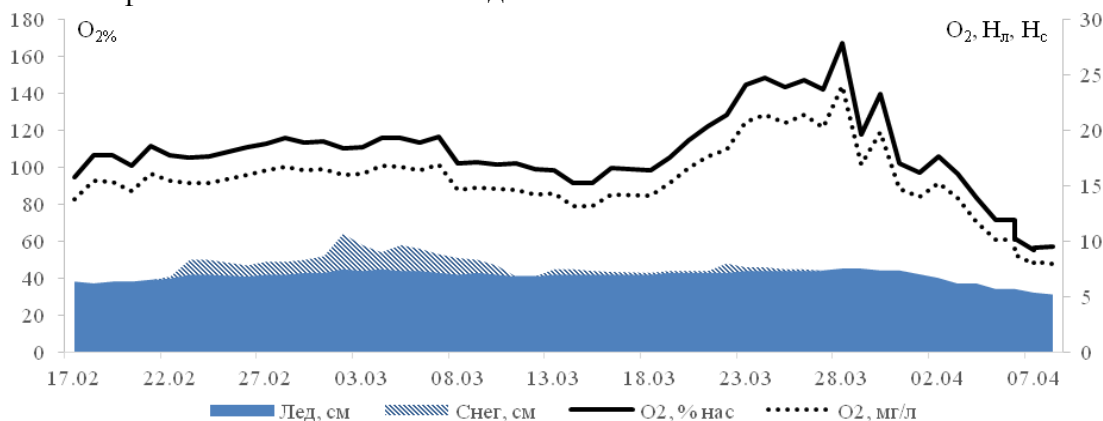


Рис. 2. Динамика толщины снежного и ледяного покрова, а также содержания растворенного кислорода на глубине 1 м на рейдовой вертикали Можайского водохранилища в районе д. Красновидово (ст. IV)

Гидролого-гидрохимическая съемка, проведенная на пике подледной фотосинтетической активности фитопланктона, позволила оценить пространственную неоднородность интенсивности продукционных процессов и обусловленную ими трансформацию химического состава водной толщи водохранилища.

По результатам обследования было зафиксировано повышенное содержание растворенного кислорода в верхнем трехметровом слое воды в центральном и нижнем районах водохранилища – на всех станциях, расположенных на удалении 35 и менее км от плотины. Максимальные концентрации O_2 в подледном слое достигали 220% насыщения, что соответствовало 31,4 мг/л. Очаг активного развития водорослей, выявленный по максимальным концентрациям растворенного кислорода, располагался на удалении 20–35 км от плотины (рис. 3). В этом районе наблюдалось и увеличение величины рН до 9,0–9,2 единиц, тогда как в районах с содержанием кислорода менее 100% насыщения наблюдаемые значения рН не превышали 8,5.

Вегетация фитопланктона повлияла на распределение и других гидрохимических характеристик водоема. Так, в местах наиболее активного фотосинтеза наблюдалось снижение концентраций минерального кремния, потребляемого водорослями. Если в речной водной массе его концентрация составляла 3,5–4,0 мг/л, то на расстоянии 20–35 км от плотины в поверхностных слоях наблюдалось уменьшение содержания кремния до 2–2,5 мг/л.

Распределение содержания валового фосфора (TP) в водохранилище также хорошо отражает пространственную неоднородность продукционных процессов. В результате роста водорослей общее содержание фосфора в местах их наиболее активного развития превышало 0,2 мг/л, тогда как ниже слоя фотосинтеза оно составляло 0,05–0,1 мг/л. Что касается соотношения минеральной и органической форм, то в местах наиболее высокой активности фитопланктона доля минерального фосфора уменьша-

лась до 10–35% от общего его содержания, тогда как в речных водах и придонной водной массе она составляла 70–85%.

Таким образом, рассмотрение пространственной неоднородности гидрохимических характеристик водохранилища позволило выявить места наиболее активного фотосинтеза в подледный период, где происходило потребление минеральных веществ и их трансформация в органические в процессе жизнедеятельности фитопланктона.

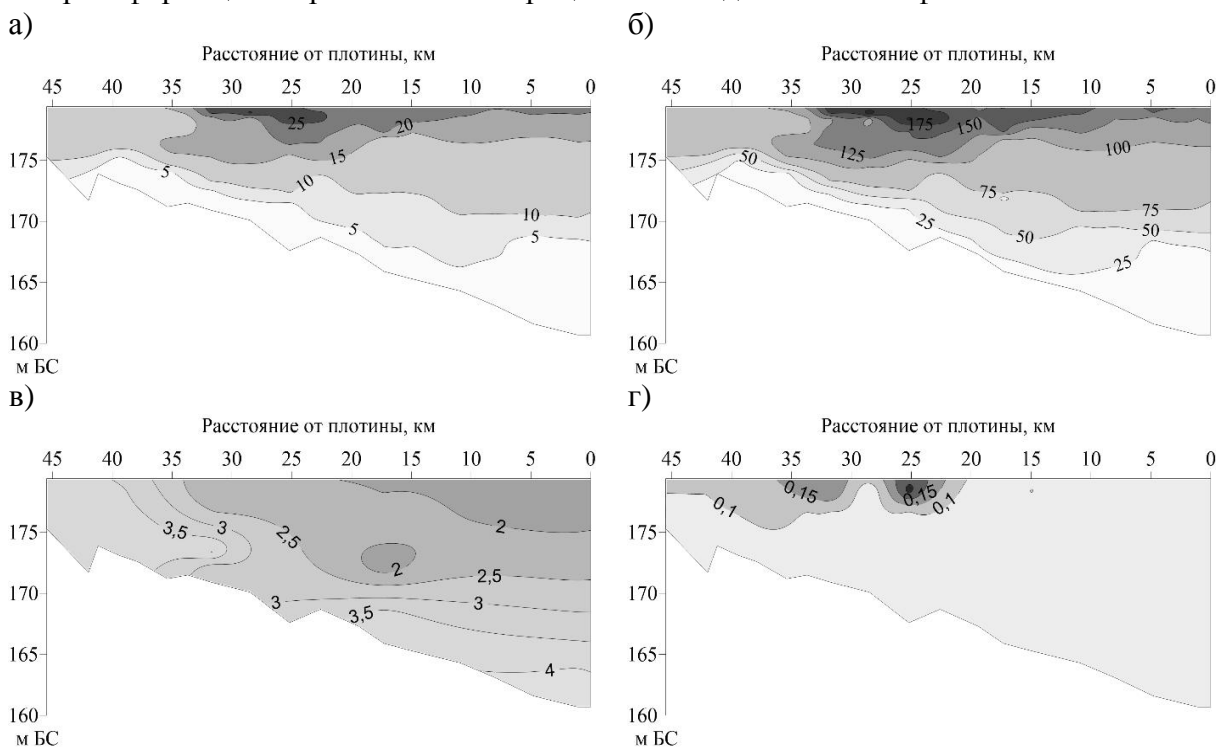


Рис. 3. Распределение растворенного кислорода, мг/л (а) и % насыщения (б), минерального кремния, мг/л (в) и валового фосфора, мг/л (г) в Можайском водохранилище по результатам гидролого-гидрохимической съемки 26-27.03.2016 г.

Анализ фитопланктона в подледном слое воды показал, что максимальная биомасса наблюдалась в центральном районе на удалении 17–20 км от плотины (станции 28 и IV) и превышала 3 мг/л, а численность водорослей – 15000 кл/мл (рис. 4). Доминирующим видом, формирующим биомассу фитопланктона, являлся *Stephanodiscus sp.* При этом в приплотинном районе (станция V) с аналогичной видовой структурой альгофлоры общая биомасса составляла всего 0,05 мг/л. На станции III, расположенной в 31,7 км от плотины, преобладал отряд зеленых водорослей, однако их общая численность и биомасса здесь невелика – 2295 кл/мл и 0,44 мг/л соответственно. При этом содержание кислорода на данной станции достигает 180% насыщения, то есть активность фотосинтеза фитопланктона здесь тоже высока.

Информация об активном зимнем развитии данного представителя отряда диатомовых как в условиях ледостава, так и при его отсутствии, встречается как в работах исследователей российских озер (Babanazarova et al., 2013), так и европейских и азиатских водоемов и водотоков (Kiss et al., 1993; Kyong Na et al., 2003). Для Можайского водохранилища, однако, подобные значения биомассы являются весьма необычным явлением, которое могло сформироваться лишь при сочетании комплекса гидрометеорологических факторов, описанных выше.

Таким образом, в результате регулярных наблюдений на Можайском водохранилище в зимний период удалось зафиксировать уникальное для данного водоема явление активной вегетации зимних видов фитопланктона, происходившей в течение полутора месяцев и достигнувшей пика в центральном и приплотинном районах водохранилища в конце марта перед началом половодья.

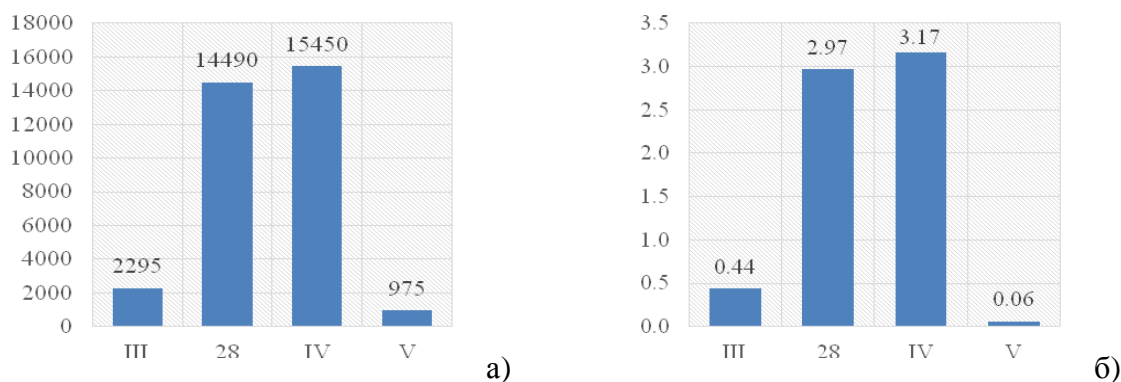


Рис. 4. а) Численность (клетки/мл) и б) биомасса (мг/л) фитопланктона в подледном слое воды в разных районах Можайского водохранилища 30.03.2016 г.

Ввиду учащения зимних оттепелей в последние годы стаивание снега с ледяного покрова водоемов становится частым явлением, поэтому можно ожидать более частого возникновения зимнего цветения водорослей в водоемах умеренной зоны.

При этом для водоемов, служащих источниками водоснабжения, учащение повторяемости данного явления в период ледостава может повлечь за собой существенное увеличение затрат при водоподготовке ввиду необходимости очистки от дополнительного спродуцированного фитопланктоном органического вещества.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-05-01066 а и 19-05-00087 а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аналитические, кинетические и расчетные методы в гидрохимической практике / Под ред. П.А. Лозовика, Н.А. Ефременко. СПб.: Нестор-История, 2017. 272 с.

Кузьмин Г.В. Таблицы для вычисления биомассы водорослей. Магадан, 1984. 48 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Л.: Наука, 1951–1986.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / Под ред. В.В. Сапожникова. М.: ВНИРО, 2003. 202 с.

Babanazarova O., Sidelev S., Schischeleva S. The structure of winter phytoplankton in Lake Nero, Russia, a hypertrophic lake dominated by Planktothrix-like Cyanobacteria // *Aquat Biosyst.* 2013. Vol. 9. Pp.18-28.

Kiss K.T., Genkal S.I. Winter blooms of centric diatoms in the River Danube and in its side-arms near Budapest (Hungary) // *Hydrobiologia.* 1993. Vol. 269. Pp. 317-325.

Kyong Ha, Min-Ho Jang, Gea-Jae Joo. Winter *Stephanodiscus* bloom development in the Nakdong River regulated by an estuary dam and tributaries // *Hydrobiologia.* 2003. Vol. 506. Pp. 221-227.

**В.С. ЖИХАРЕВ¹, Д.Е. ГАВРИЛКО¹,
Д.С. РУЧКИН¹, Е.В. ШУРГАНОВА²**

¹ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия

² Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия

ЗООПЛАНКТОН УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ СРЕДНЕЙ РЕЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ПО ДАННЫМ 2018 ГОДА)

В современных гидробиологических исследованиях недостаточно внимания уделяется внимания устьевым областям притоков равнинных водохранилищ. Устьевая область реки имеет сложную структуру, она состоит из отдельных участков, которые различаются по комплексу абиотических факторов и гидробиоценозов. В зоне смешения вод притока и приемника возникают переходные сообщества, которые могут отличаться видовой структурой, увеличением разнообразия, количественного и качественного развития видов (Гидроэкология устьевых ..., 2015). В устьевых областях происходит изменение физических и биогеохимических процессов в результате изменения солености, стратификации и нагрузки взвешенными и растворенными органическими веществами (Venkataramana et al., 2017). В зоне контакта речных и водохранилищных вод в устьевых областях рек происходит смешение двух типов водных масс с характерным для них зоопланктоном. Здесь формируются новые комплексы, отличающиеся от зоопланктона граничащих систем (Крылов, 2005).

В настоящей работе рассматриваются особенности структурной организации зоопланктона устьевых областей основных притоков средней речной части Чебоксарского водохранилища.

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, отобранные при единовременной съёмке в июле 2018 года в устьевых областях основных притоков средней речной части Чебоксарского водохранилища (рр. Ока, Кудьма, Керженец и Сура) (табл. 1). Пробы отбирали планктонной сетью Джели (нейлоновое сито с ячейей 70 мкм) путем тотальных ловов от дна до поверхности и фиксировали 4% раствором формалина. Материал обрабатывали по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1982). Идентификацию видов зоопланктона проводили с использованием определителей и руководств (Определитель зоопланктона..., 2010; Nogrady, Segers, 2002; Wallace et al., 2006; Segers, 2007; Korovchinsky, 2018).

Исследованные устьевые области рек различаются по морфометрии, гидрологии и степени антропогенной нагрузки. Реки Ока, Кудьма и Сура являются правобережными притоками, р. Керженец – левобережным притоком средней речной части Чебоксарского водохранилища.

В составе зоопланктона устьевых областей притоков средней речной части Чебоксарского водохранилища в общей сложности было идентифицировано 87 видов. На долю коловраток (Rotifera) приходилось 53% (46 видов), ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 31% (27 видов), веслоногих ракообразных (Copepoda) – 16% (14 видов). Видовой состав зоопланктона был представлен широко распространёнными в пресных водоёмах и водотоках умеренных широт видами. По зоогеографическому составу фауна зоопланктона устьевых областей являлась типичной для водоёмов и водотоков Европейской части России (Пидгайко, 1984). Наряду с этим была обнару-

Таблица 1. Характеристика исследованных водных объектов (по данным 2018 года)

Река	Н, м	Тгр., м	pH	Cond., мкСм/см	O ₂ , мг/л	T, °C
Р. Ока	7.0	1.0	8.17-8.19	625.5-626.0	7.6-7.9	21.75-21.8
Р. Кудьма	1.5-4.5	0.9-1.2	7.8-8.1	436.0-1486.5	6.5-8.1	20.8-22.0
Р. Керженец	0.4-0.7	0.4-0.7	7.9-8.03	152.0-153.0	9.0-9.6	22.2-22.9
Р. Сура	9.0-15.0	0.8-1.5	7.8-8.7	422.4-748.8	5.6-6.2	22.3-24.3

Примечание: Н – глубина; Тгр. – прозрачность; Cond. – электропроводность; O₂ – содержание растворённого кислорода; T – температура воды; приведены минимальные и максимальные значения

жена североамериканская инвазийная коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) и тропический веслоногий рачок *Thermocyclops taihokuensis* Harada, 1931.

Зоопланктон рр. Кудьма и Керженец. Пробы зоопланктона в данных притоках отбирали в трёх зонах: река выше зоны выклинивания речных вод, верхняя граница зоны контакта вод реки и водохранилища и непосредственно в устьевой области реки.

Зоопланктон участков рек выше зоны выклинивания речных вод отличался бедным видовым богатством (р. Кудьма – 23 вида, р. Керженец – 18 видов) и количественным развитием (р. Кудьма – 4.54 тыс. экз./м³, р. Керженец – 1.20 тыс. экз./м³). Основу видовой структуры в р. Керженец составляли науплиальные и копеподитные стадии Cyclopoidea (48.3% от общей численности зоопланктона), а также коловратки вертикаторы, добывающие пищу в толще воды (*Bdelloida* sp. – 13.3% и *Brachionus bennini* Leissling, 1924 – 10.0%). В р. Кудьма в большей степени доминировали первичные фильтраторы, которые добывают пищу в толще воды, такие как *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1776) (40.2%) и давний вселенец южного происхождения, рачок *Diaphanosoma orghidani* (Negrea, 1982) (19.4%). Кроме того, в число видов-доминантов вошли науплиальные стадии Cyclopoidea (22.9%).

На верхней границе зоны контакта вод реки и водохранилища количество зоопланктона увеличилось: число видов возросло, но не значительно (р. Кудьма – 25 видов, р. Керженец – 19 видов), численность возросла в среднем в два раза (р. Кудьма – 7.18 тыс. экз./м³, р. Керженец – 2.66 тыс. экз./м³). В р. Керженец комплекс доминирующих видов остался прежним, однако уменьшилась доля науплиальных и копеподитных стадий Cyclopoidea до 44.4% и увеличилась доля коловраток *Bdelloida* sp. (17.0%) и *B. bennini* (11.1%). В р. Кудьма увеличилось доминирование науплиальных стадий Cyclopoidea (до 39.6%) и рачка *D. orghidani* (до 19.8%), при этом доля первичного фильтратора *B. longirostris* сократилась более чем в 2 раза (15.4%).

В зонах смешения речных и водохранилищных вод численность и биомасса зоопланктона были максимальными. Так, число видов в р. Кудьма увеличилось до 32, а в р. Керженец до 23. Численность зоопланктона в среднем увеличилась в 3 раза (р. Кудьма – 13.6 тыс. экз./м³, р. Керженец – 3.57 тыс. экз./м³). Комплекс доминирующих видов претерпел существенные изменения. В р. Кудьма основу зоопланктона стали составлять коловратки рода *Brachionus* Pallas, 1766: вертикаторы *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766) (26.0%) и *Brachionus angularis* (Gosse, 1851) (22.0%). Это связано с сильным влиянием окского правобережного потока, который поступает по искусственному каналу из Чебоксарского водохранилища в устьевую область р. Кудьма. Кроме того, в доминирующей комплекс зоопланктона р. Кудьма вошёл первичный фильтратор *D. orghidani* (18.0%), науплиальные стадии Cyclopoidea (18.0%) и вертикатор лимнофил *Ploesoma truncatum* (Levander, 1894) (10.0%). В р. Керженец количество доминирующих видов сократилось до двух, основу видовой структуры составляли науплиальные и копеподитные стадии Cyclopoidea (73.6%).

Зоопланктон рр. Ока и Сура. Пробы зоопланктона в данных притоках отбирали непосредственно в устьевых областях. Окские воды, впадая в Чебоксарское водохранилище, не смешиваются с водохранилищными водами и на большом

протяжении протекают в правобережье Чебоксарского водохранилища. В устьевой области р. Сура происходит расслоение водных масс и образование так называемого «второго дна». Так электропроводность, а, следовательно, и минерализация воды в верхних слоях соответствует водам Чебоксарского водохранилища. При этом на глубине 7-10 м значения этих показателей увеличиваются почти в два раза, что соответствует водам свободного течения р. Сура.

В устьевой области р. Ока было идентифицировано в общей сложности 43 вида организмов зоопланктона. К коловраткам (Rotifera) относилось 26 видов, ветвистоусым ракообразным (Cladocera) – 12 видов, веслоногим ракообразным (Copepoda) – 5 видов. Доминирующий комплекс устьевой области р. Оки традиционно формировался видами рода *Brachionus* Pallas, 1766, такими как: *B. calyciflorus* – 53.5%, *B. angularis* – 21.4% и *Brachionus budapestinensis* Daday, 1885 – 16.7%. Средняя численность зоопланктона составляла 40.03 ± 17.67 тыс. экз./м³, биомасса – 0.96 ± 0.25 г/м³.

В устьевой области р. Сура было зафиксировано максимальное видовое богатство из всех исследованных притоков. В общей сложности было обнаружено 53 вида зоопланктона, из которых большая часть (26 видов) относилась к коловраткам (Rotifera). К ветвистоусым ракообразным (Cladocera) относилось 15 видов, веслоногим ракообразным (Copepoda) – 12 видов. Видовая структура зоопланктона устьевой области р. Сура отличалась монодоминированием коловратки *B. calyciflorus* – 10.5%. Средняя численность зоопланктона также была самой высокой среди всех исследованных притоков – 68.12 ± 16.56 тыс. экз./м³, при этом биомасса была низкой (0.19 ± 0.11 г/м³) в результате доминирования коловраток, которые имеют низкую индивидуальную массу.

Таким образом, в летний период 2018 года по количественному обилию и качественному составу наибольшее богатое население зоопланктона в рр. Кудьма и Керженец обнаружено в зоне смешения речных и водохранилищных вод. Эти зоны характеризуются смешанным комплексом организмов зоопланктона. При этом, увеличение численности, биомассы и видового богатства зоопланктона наблюдалось по мере приближения станций отбора проб к зоне смешения речных и водохранилищных вод. Наличие тенденции увеличения разнообразия и количественного развития зоопланктона именно в зоне смешения разнотипных водных масс рр. Кудьма и Керженец позволяет предположить о наличии в них экотона. Подобные результаты требуют тщательного анализа с использованием новых методических подходов.

Устьевые области рр. Ока и Сура имеют своеобразный гидрологический режим. Благодаря высокой электропроводности, а, следовательно, и минерализации (более чем два раза выше чем в Чебоксарском водохранилище) их воды способны на большом расстоянии от устьевой области не смешиваться с водохранилищными водами и существовать как отдельные потоки. Так, на акватории средней речной части Чебоксарского водохранилища наблюдается формирование двух потоков (Shurganova et al., 2018): окского, поступающего из р. Оки и волжского, поступающего из верхней речной части Чебоксарского водохранилища. Доминирующий комплекс видов зоопланктона устьевой области р. Оки, как и в предыдущие годы (Шурганова и др., 2016) характеризовался ярко выраженным доминированием представителей рода *Brachionus* Pallas, 1766. В устьевой области р. Сура наблюдается горизонтальное расслоение водных масс и образование так называемого «второго дна». Следует отметить, что в устьевой области р. Сура было зафиксировано максимальное видовое богатство и численность зоопланктона из всех исследованных притоков. В устьевой области р. Сура комплекс доминирующих видов был представлен одним видом (*B. calyciflorus*).

Обнаруженная в устьевой области р. Керженец коловратка североамериканского происхождения *Kellicottia bostoniensis* не играла существенной роли в видовой структуре зоопланктона. Участившиеся находки этого вида на территории Нижегородской области (Shurganova et al., 2017) позволяют говорить об

продолжающейся активной натурализации этого вида на территории области и Европейской части России в целом.

В устьевой области р. Сура в небольшом количестве был обнаружен тропический веслоногий рачок *Thermocyclops taihokuensis*. Данных о находках этого вида на территории Европейской России практически нет. Имеется единственное сообщение В.И. Лазаревой с соавторами (2018) о находке этого вида в низовьях р. Волги. Следует отметить, что это не первая находка редких представителей Copepoda в бассейне р. Сура. В 2016 г. в нескольких реках-притоках Суры был найден дальневосточный рачок *Nordodiatomus siberiensis* (Wilson, 1951) (Podshivalina, Sheveleva, 2018).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность научному руководителю, д.б.н., проф. Г.В. Шургановой (Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского) и к.т.н. А.Б. Корневу (Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород) за помощь в сборе материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Русского географического общества (грант «Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» №06/2018-Р).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища / Под ред. Крылов А.В. Ярославль: Филигрань, 2015. 466 с.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
- Лазарева В.И., Сабитова Р.З., Быкова С.В., Жданова С.М., Соколова Е.А. Распределение летнего зоопланктона в каскаде водохранилищ Волги и Камы // Тр. ИБВВ РАН. 2018. Вып. 83(86). С. 62-84.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: КМК, 2010. 495 с.
- Шурганова Г.В., Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Кудрин И.А., Ильин М.Ю., Золотарева Т.В., Голубева Д.О. Экодиагностика водоемов питьевого водоснабжения крупного мегаполиса (на примере г. Нижнего Новгорода) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2016. Т. 18. №5(2). С. 387-392.
- Korovchinsky N.M. Cladocera: Ctenopoda. Families Sididae, Hopopedidae & Pseudopenilidae (Brachiopoda: Cladocera) // Identification Guides to the plankton and benthos of Inland waters. Weikersheim: Margraf Publishers GmbH, 2018. 204 p.
- Nogrady T., Segers H. Rotifera. Volume 6 // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Leiden: Backhuys Publishers, 2002. Pp. 87-264.
- Podshivalina V.N., Sheveleva N.G. Record of the Far Eastern species *Nordodiatomus siberiensis* (Wilson, 1951) (Copepoda: Calanoida) in the European Part of Russia // Invertebrate Zoology. 2018. № 15(3). Pp. 292-298.
- Segers H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Auckland: Magnolia Press, 2007. 104 p.
- Shurganova G.V., Kudrin I.A., Yakimov V.N., Gavrilko 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. Pp. 317-325.
- Shurganova G.V., Gavrilko D.E., Il'in M. Yu. Kudrin I.A., Makeev I.S., Zolotareva T.V., Zhikharev V.S., Golubeva D.O., Gorkov A.S. Distribution of Rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in Water Bodies and Watercourses of Nizhny Novgorod Oblast // Russian Journal of Biological Invasions. 2017. Vol. 8. №. 4. Pp. 393-402.
- Venkataramana V., Sarma V.V.S.S., Matta Reddy A. River discharge as a major driving force on spatial and temporal variations in zooplankton biomass and community structure in the Godavari estuary India // Environmental Monitoring and Assessment. 2017. Vol. 189. № 9. Pp. 473.
- Wallace R.L., Snell T.W., Ricci C., Nogrady T. Rotifera. biology, ecology and systematics (2nd edition) // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Leiden: Backhuys Publishers, 2006. 299 p.

О.А. ЖУПЛАТОВА, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СЫЗРАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Искусственные водоемы сильно изменили структуру и режим Волжского бассейна. Создание их носит многовековую историю. Уже в XV в. первые рукотворные водоемы приносили огромные прибыли землевладельцам Украины и Молдавии (Прыткова, 1979). По мере освоения новых земель опыт строительства постепенно передавался на Восток, в Центральное Черноземье (XVI в.), затем в Поволжье (XVIII в.). В лесостепной и степной зонах Самарской области, в связи с недостаточными условиями увлажнения создано 140 гидротехнических сооружений объемом более 0,5 млн. м³, а также 11 водохранилищ на местном стоке емкостью от 4 до 112 млн. м³ общим объемом 245 млн. м³ (Атлас земель..., 2002). Известно, что водохранилища, моделируя условия природных водоемов и водотоков, способствуют обогащению генофонда региональной флоры, служат дополнительными экотопами для ценопопуляций редких и эндемичных растений, повышая их обилие и встречаемость.

Сызранское водохранилище представляет собой первое гидротехническое сооружение в бассейне р. Волги. Оно создано по плану ГОЭЛРО в результате строительства гидроэлектростанции на излучине реки Сызран. При введении ГЭС в эксплуатацию 7 ноября 1929 г. водоем имел максимальную глубину до 10 м и объем 30 млн. м³, но уже к середине 1990-х гг. он не превышал 5 млн. м³, а площадь сократилась до 100 га (Дубинина, Шитова, 1995). Сызранское водохранилище долгое время использовалось для производства электроэнергии, в настоящее время оно имеет в большей степени историческое значение, однако до сих пор действует, хотя с 1968 г. введен ограниченный режим эксплуатации. К концу 1990-х гг. в результате активной русловой деятельности р. Сызран, естественных аллювиальных процессов и антропогенной эрозии заметно активизировалось заиление водоема. В итоге на начало февраля 2009 г. его площадь уменьшилась до 73,2 га, а глубина не превышает 3 м. Попытки углубления водохранилища с помощью земснарядов не дали успеха.

В настоящее время водные макрофиты Сызранского водохранилища представлены 120 видами растений из 78 родов и 43 семейств. Из них 4 вида споровых растений из отелов Charophyta (*Chara vulgaris* L. emend. Wallr.), Polypodiophyta (*Salvinia natans* (L.) All.) и Equisetophyta (*Equisetum fluviatile* L., *E. palustre* L.). Отдел Magnoliophyta содержит 27 семейств, 49 родов и 71 вид из класса Magnoliopsida и 13 семейств, 26 родов и 45 видов из класса Liliopsida.

Экологический спектр флоры представляют 5 экотипов, среди которых больше всего гигрофитов – 46 видов или 38% от состава всей флоры (табл.). В связи с различными условиями обводнения и неравномерным характером зарастания разных участков акватории переходный район содержит наибольшее число видов в составе всех экотипов, кроме гидрофитов. В верховье, в связи с процессами заболачивания наблюдается обеднение флоры всех экотипов.

Список видов растений Сызранского водохранилища содержит 63% от флоры малых водохранилищ области. Здесь отмечены редкие для Самарского региона растения, это – *Cicuta virosa* L., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Iris pseudacorus* L., *Leersia oryzoides* (L.) Sw., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch и *Salvinia natans* (L.) All.

В различных районах акватории оно имеет неравномерный характер зарастания: от значительно заросшего вдоль плотины (степень зарастания 40%) до очень сильно зарос

шего в средней части (70%) и сплошь заросшего в верховье (более 95%). Растительность водохранилища представляют 8 формаций, из них 5 слагают сообщества воздушно-водных растений. Погруженная водная растительность занимает более 30% площади зарослей акватории. В составе водных фитоценозов насчитывается не более 5 видов, прибрежных – до 13, их проективное покрытие в разных районах акватории колеблется от 40 до 100%. Ниже приведем описание растительности Сызранского водохранилища.

Таблица 1. Экологический спектр флоры Сызранского водохранилища (число видов/ %) (по: Соловьева и др., 2010)

Экотипы	Сызранское водохранилище				Малые водохранилища области
	район плотины	переходный район	верховье	водоем в целом	
гидрофиты	13/21	8/10	4/8	18/15	32 / 17
гелофиты	8/13	10/12	5/9	10/8	18 / 10
гигрогелофиты	5/8	11/13	5/9	13/11	14 / 7
гигрофиты	25/41	29/35	18/34	46/38	53 / 28
гигромезофиты и мезофиты	10/16	24/29	21/40	33/28	72 / 38
Флора в целом	61/100	82/100	53/100	120/100	189/100

Тип. Пойменный лес

1. Класс. Древесно-кустарниково-травянистая растительность

Формация ивняков

Как правило, фитоценозы расположены в верховье и в переходных районах акватории. Нередко они расположены вдоль одного из побережий водоема, к которому примыкает затопленное русло. Эдификатором растительных сообществ выступает ива пятитычинковая, имеющая одноствольную форму роста (асс. *Salix pentandra – heteroherbosa*, *Salix pentandra – Carex riparia*, *Salix pentandra – Salix alba – heteroherbosa*). Обычно в водоемах лесостепного Поволжья заросли кустарниковых ивняков у воды формируют плотный пояс шириной от 5 до нескольких десятков метров. В густых зарослях ивы травостой практически отсутствует. Часто на побережье водоемов встречаются вторичные фитоценозы, образованные высокими деревьями ив (*Salix fragilis – Urtica dioica*, *Salix alba – Populus nigra – heteroherbosa*) и виды ивы с кустарниковыми формами (асс. *Salix triandra – Carex acuta*, *Salix viminalis – heteroherbosa*, *Salix cinerea – heteroherbosa*). В разреженных ивняках под пологом леса часто встречаются *Solanum dulcamara*, *Rumex crispus*, *Urtica dioica*, *Sium latifolium*, *Humulus lupulus*, *Lysimachia nummularia*. В последние годы широкое распространение среди зарослей ивняков получило заносное растение *Echinocystis lobatum*. Вблизи воды, на аллювиальных поверхностях часто встречается *Salix fragilis* (асс. *Salix fragilis – heteroherbosa*). Среди ивы ломкой единичные деревья черемухи обыкновенной образуют первый ярус, деревья достигают высоты от 7–8 до 11–12 м, сомкнутость кроны 0,4–0,5. В травяном покрове участвуют *Tussilago farfara*, *Heracleum sibiricum*, *Stachys palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Inula helenium*, *Galium palustre*, *Medicago lupulina*, *Calistegia sepium* и др. Всего в составе этой ассоциации отмечено 27 видов растений.

Тип. Прибрежно-водная растительность

Класс 2. Воздушно-водная растительность

Группа формаций гелофитов

Формация тростника южного

Формация тростника южного характерна для заболоченных открытых берегов, заболоченных берегов заливов. В верховьях водохранилища эдификатор образует большие массивы сплошных зарослей. Вдоль берегов озеровидного района водохранилища трост-

ник формирует бордюрные заросли. Обычно тростник примыкает с периферии акватории к зарослям рогоза узколистного. Глубина произрастания от 65 до 130 см, однако он часто встречается на сыром и обсыхающем побережье. Под пологом тростника произрастают высокотравные гелофиты и гигрогелофиты. Широкая амплитуда произрастания ценозообразователя обогащает видовой состав формации растениями разных экотипов от мезофитов и гигромезофитов на побережье до гидрофитов на глубине более 50 см. Высота эдификатора формации зависит от гидрологических условий и варьирует в пределах от 80 до 350 см. Проективное покрытие растительного сообщества при этом составляло 95–100%.

Видовой состав фитоценозов включает 24 вида растений. Сообщества тростника обыкновенного имеют преимущественно одноярусную структуру. На более глубоководных участках формируется ярус растений с листьями, плавающими на поверхности воды (асс. *Phragmites australis* – *Persicaria amphibia*). Чаще всего тростник формирует моноценозы или сообщества с луговым разнотравьем (асс. *Phragmites australis*; асс. *Phragmites australis* – *heteroherbosa*).

Формация рогоза узколистного

Данное растительное сообщество получило самое широкое распространение. В верховье водохранилища рогоз обычно формирует густые монодоминантные заросли. По мелководьям водоемов эдификатор образует сплошные или прерывистые пояса от 1 до 10 и более метров в ширину. Нередко они начинаются на берегу, в зоне избыточного увлажнения и заходят в воду на глубину 100–120 см. Грунт в пределах зарослей пронизан сильно развитыми корневищами рогоза, которые не позволяют прорасти другим видам растениям, что определяет монодоминантность фитоценозов.

На глубине около 60 см среди эдификатора можно встретить ярус погруженных гидрофитов, образованный рдестом гребенчатым и рдестом Берхтольда. На поверхности воды, под редким пологом доминанта произрастают рдест разнолистный и горец земноводный. Часто сообщества рогоза узколистного расположены среди зарослей ивняков, где состав формации обогащается видами гигрофильного разнотравья. Проективное покрытие при этом составляет 85%. С повышением уровня воды формируется моноценоз с проективным покрытием до 100% (асс. *Typha angustifolia*). Флористический состав формации рогоза узколистного на различных участках водоема неоднороден и образован 8–17 видами. Всего в пределах формации отмечено 39 видов.

Формация рогоза широколистного

Формация рогоза широколистного распространена в верховье водохранилища (асс. *Typha latifolia*). Эдификатор образует сплошные заросли, которые начинаются на сыром побережье под пологом ивняков и заходят в воду на глубину около 50 см (асс. *Typha latifolia* – *heteroherbosa*). Формация проста по структуре, содержит в своем составе 14 видов растений. Проективное покрытие составляет 65–85%.

Формация ежеголовника прямого

Данная формация распространена в приплотинном районе водохранилища. Фитоценозы, образованные ежеголовником прямым, формируют заросли в виде пояса от 5 до 17 м в ширину. На сильно илистых местах, затопленных водой на глубину от 40 до 80 см, эдификатор образует моноценозы или растительное сообщество с горцем земноводным (асс. *Sparganium erectum*, асс. *Sparganium erectum* – *Persicaria amphibia*). В изменяющихся гидрологических условиях водохранилища устойчивость фитоценозам придает приспособленность доминантов образовывать водные экологические формы. На глубине 80 см отмечены экземпляры ежеголовника с лентовидными подводными листьями и горца земноводного с листьями, плавающими на поверхности воды. На мелководьях (15–30 см) ценозообразователи имеют типичные наземные формы. С понижением уровня воды видовой состав формации обогащается гигрофитами (асс. *Sparganium erectum* – *heteroherbosa*). В целом, в растительные сообщества входят 13 видов.

Формация камыша озерного

Сообщества данной формации отмечены на мелководьях водохранилища. Небольшие пятнистые заросли камыш озерный формирует на прудах. Обычно фитоценозы имеют вид куртин из чистых зарослей (асс. *Scirpus lacustris*) или встречается мозаичными вкраплениями среди ценозов рогоза узколистного. Эдификатор формации чаще произрастает на глубине 50–90 см, хотя встречается так же на сыром побережье, в зоне временного затопления в составе гигрогелофитной растительности. Видовой состав формации беден, включает 8 видов растений. Проективное покрытие составляет 65–80%.

Класс 3. Водная растительность

1. *Группа формаций* растений, прикрепленных ко дну и погруженных в воду

Формация рдеста пронзеннолистного

Сообщество развивается в условиях глинистого, песчаного, песчано-илистого и илистого грунта. Фитоценозы отмечены в экотонной зоне, где они, проникая вглубь до 200–250 см, формируют прибрежные пояса растительности или сплошные массивные заросли. Заросли рдеста пронзеннолистного отмечены на глубине более 70 см, они имеют вид пятен размером 6–12 м, на мелководьях – образуют прерывистый пояс до 2 м в ширину. На поверхности воды здесь отмечена ряска малая (асс. *Potamogeton perfoliatus* – *Lemna minor*). Вдоль побережья Таловского водохранилища эдификатор формирует чистые заросли на глубине от 100 до 180 см. Обычно рдест пронзеннолистный произрастает на участках водоемов, свободных от гелофитов, так как его оптимальная глубина более 100 см. Этим обусловлена низкая видовая насыщенность некоторых фитоценозов (2 вида), кроме того, эдификатор плохо переносит колебание уровня режима и обитает предпочтительно в зоне постоянного затопления. Сообщества представлены 4 ассоциациями: асс. *Potamogeton perfoliatus*, асс. *Potamogeton perfoliatus* – *Lemna minor*, асс. *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton pectinatus*, асс. *Potamogeton perfoliatus* + *Elodea canadensis*. В составе ценозов отмечено от 1 до 11 видов. Проективное покрытие около 70%.

2. *Группа формаций* растений, свободно плавающих в толще воды

Формация роголистника темно-зеленого

Особенно широкое распространение имеют моноценозы роголистника с проективным покрытием 70–100% (асс. *Ceratophyllum demersum*) получили на зарстающих мелководьях водохранилища. Растительные сообщества обычно встречаются на глубине от 10 см до 2,5 м. Изредка эдификатор отмечен на глубине более 4,5 м, где занимает всю водную толщу. В зоне постоянного затопления среди роголистника часто встречаются *Lemna trisulca* и *Spirodela polyrhiza* (асс. *Ceratophyllum demersum* + *Lemna trisulca* – *Spirodela polyrhiza*).

Формация наяды большой

Фитоценозы с участием наяды большой отмечены на мелководном побережье водохранилища. Преимущественно, это моноценозы, протяженностью 7–12 м на глубине 30–170 см и с проективным покрытием до 70% (асс. *Najas major*). В приплотинном районе водохранилища на глубине 3 м отмечены заросли наяды большой протяженностью, более 30 м (асс. *Najas major* – *Elodea canadensis*). Сообщества отмечены на песчано-илистом грунте. Размер пятен на глубине, не превышающей 100 см, в пределах 1,5–3 м.

В целом, в составе растительности водохранилища выделено 3 типа растительности и 9 формаций.

Разнообразие растительных сообществ обеспечивает их взаимозамещение и устойчивое функционирование всей экотонной экосистемы в условиях нестабильного гидрорежима. При этом ключевую буферную роль в функционировании экотонных экосистем играют гелофитные сообщества, эдификаторы которых наиболее толерантны к неустойчивому уровню воды. Среди сообществ воздушно-водных растений наиболее разнообразна формация рогоза узколистного.

В различных районах акватории оно имеет неравномерный характер зарастания: от значительно заросшего вдоль плотины (степень зарастания 40%) до очень сильно зарос-

шего в средней части (70%) и сплошь заросшего в верховье (более 95%). Растительность водохранилища представляют 9 формаций, из них 6 слагают сообщества воздушно-водных растений. Погруженная водная растительность занимает более 30% площади зарослей акватории. В составе водных фитоценозов насчитывается не более 5 видов, прибрежных – до 13, их проективное покрытие в разных районах акватории колеблется от 40 до 100%. Согласно шкалы интенсивности зарастания водоемов В.Г. Папченкова (2001), она изменяется от 3 баллов в районе плотины, где величина сырой надземной биомассы макрофитов равна 1–2 кг/м², до 7 баллов в верховье (биомасса более 5 кг/м²).

Сегодня водохранилище еще не совсем утратило свое экономическое, познавательное, рекреационное и эстетическое значение. За годы существования оно стало убежищем для водоплавающих птиц, здесь обитают утка-кряква, чомга, серая цапля. Водоем служит живописным уголком отдыха для населения, но, к сожалению, в последние годы на берегах туристы оставляют множество кострищ и бытовой мусор, беспощадно вырубая деревья. Значительна роль водохранилища в поддержании экологического равновесия в районе Монастырской горы, ландшафтного памятника природы, расположенного на правом берегу водоема. Несмотря на то, что с 1987 г. решением Сызранского горисполкома акватория Сызранской ГЭС была объявлена памятником природы, современное его состояние не соответствует этому статусу из-за длительной эксплуатации с нарушением режима прибрежной водоохранной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас земель Самарской области. «Московское аэрогеодезическое предприятие» Федеральной службы геодезии и картографии России / под ред. Порошиной Н.И. 2002. 99 с.

Дубинина Л., Шитова К. Акватория водохранилища Сызранской ГЭС // "Зеленая книга" Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области. Самара: Кн. изд-во, 1995. С. 132-133.

Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.

Прыткова М.Я. Малые водохранилища лесостепной и степной зон СССР: Осадконакопление. Л.: Наука, 1979. 172 с.

Соловьева В.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Современное состояние растительного покрова Сызранского водохранилища // Материалы I (VII) Международ. конф. по водным макрофитам "Гидророботаника – 2010". Ярославль: "Принт Хаус", 2010. С. 283-286.

А.С. ЗАЙКА, Л.М. КАВЕЛЕНОВА

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ КОМПОНЕНТАМИ СИСТЕМЫ
ОЗЕЛЕНЕНИЯ Г. САМАРЫ**

Каждый день горожан протекает в условиях непрерывного отрицательного антропогенного воздействия, что наиболее ощутимо в крупных промышленных городах с развитой инфраструктурой и многочисленным автотранспортом. Именно здесь человек нуждается в благотворном действии растений. Летом оно проявляется в защите от зноя, снижении запыленности воздуха, зимой – в снижении морозных температур, во все сезоны присутствуют эстетическое наслаждение зелеными парками и скверами, ослабление ими силы ветра (Горышина, 1991). Однако, наряду с положительными моментами от присутствия в городской среде зеленых насаждений, с ними могут быть связаны определенные проблемы, из которых мы укажем две. Так, включение в состав системы городского озеленения ветроопыляемых деревьев (виды и гибриды тополей, ив, береза и др.) обеспечивает сезонное биогенное загрязнение воздуха аллергенной пылью, которая может у части горожан вызвать специфические аллергические реакции – поллинозы. Некоторые городские деревья формируют большое количество семян, которые пополняют фонд мусора на городских улицах. Это для городов Самарской области в первую очередь относится к пухопылящим тополям, которые в последние годы городские службы вынуждены сносить. Кроме того, часть городских насаждений, имеющая возраст от 50 и более лет, формировалась в свое время без учета будущего развития инженерных сетей и при их современном развитии неминуемо страдает при ремонте подземных и иных коммуникаций.

В последние годы вызывает интерес роль городских насаждений с точки зрения концепции экосистемных услуг. Она заставляет расширить круг рассматриваемых аспектов функционирования систем городского озеленения, связывая экологические, гигиенические, эстетические, экономические и социально-психологические составляющие (Кавеленова и др., 2018). В этом плане несомненный интерес представляет наукометрическая сводка, которую подготовили S. Roy с соавторами (2012). Ими было проанализировано 115 статей, опубликованных в 33 различных высокорейтинговых англоязычных журналах, в том числе «Ecological Economics», «Urban Forestry and Urban Greening», «Urban Geography» и др. Тематика привлеченных для анализа статей была связана с различными аспектами влияния древесных растений на городскую среду. Внимание уделялось методам оценки роли зеленых насаждений, расходов, связанным с уходом за деревьями в городских насаждениях, а также рисков (опасностей) от их присутствия. На основе представленных авторами данных мы составили схему (рис.).

Данная таблица наглядно показывает, что существуют не только преимущества от городских древесных насаждений (место отдыха, осаждение пыли, снижение стресса) и услуг, которые растения нам оказывают (удаление аэрозолей из воздуха, улучшение микроклимата, уменьшение шума), но и определенные проблемы, расходы на содержание и поддержание городского зеленого фонда.

В основе городских насаждений всех типов города Самары составляют около 40 видов древесных растений (Розно, 2005). Среди местных деревьев здесь могут быть



Рис. Различные аспекты, связанные с присутствием в городской среде древесных растений либо их массивов, составлено по (S. Roy, 2012), с уточнениями и сокращениями

названы береза повислая, вязы гладкий и шершавый, дуб черешчатый, ива белая, клены платановидный и татарский, липа сердцевидная, рябина обыкновенная, тополь черный. Среди интродуцентов наиболее распространены вяз мелколистный, клен ясенелистный, липа крупнолистная, тополя бальзамический, Симона, советский пирамидальный, яблоня ягодная, ясень ланцетный. Реже используются в городских насаждениях боярышники, ели колючая и европейская, конский каштан, липы европейская и маньчжурская, робиния белая акация и др. Распределение деревьев в озеленении улиц разных районов города неодинаково, в исторической части города они практически отсутствуют, в сохранившихся районах наиболее старой застройки фрагментарно сохраняются уличные насаждения со старыми экземплярами крупномеров (тополем черным, кленом ясенелистным, вязом мелколистным) (Кавеленова и др., 2018).

На примере некоторых видов деревьев из городского озеленения, состояние которых мы анализировали на модельных участках уличных насаждений, была составлена таблица, где экосистемные услуги для выбранных видов деревьев сопоставляются с выявленными рисками при условной балльной оценке (табл.).

Используя полученные данные, пришли к выводу, что ель европейская в уличных насаждениях в условиях города Самара не выполняет свои функции. Прежде всего, это связано, по-видимому, с условиями, в которых она произрастает. Недостаток полива, летняя жара приводят к практически полному отмиранию ветвей кроны. Ель в таких условиях, конечно же, не может выполнять свои функции (выделение фитонцидов, декоративность). Почти все экземпляры этого вида требуют замены. Напротив, ель колючая отличается хорошим жизненным состоянием и частично выполняет свои функции. Береза повислая, несмотря на формирование аллергенной пыльцы, на должном уровне осаждает пылевые загрязнители и очень декоративна в наших модельных насаждениях. В связи с не очень хорошим жизненным состоянием, вяз мелколистный в модельных насаждениях создает больше проблем, чем выполняют средозащитные функции. Это достаточно высокое дерево, зачастую размещенное под линиями электропередач, что требует затрат на кронирование (пример стоимости

операции: кронирование 1 куб.м стоило в 2016 г 1679,61 руб.). Кронирование делает менее эффективным процесс осаждения пыли листьями, так как сокращает общую площадь кроны, а вдоль дорог эта функция является первостепенной. Клен ясенелистный, также зачастую высаженный под линиями электропередач, подвергается кронированию и обрезке, дабы не создавать аварийных ситуаций и неудобств для пешеходов и автотранспорта. Соответственно, данное насаждение выполняет свои функции частично.

Таблица. Сравнительная характеристика древесных растений в модельных насаждениях, их экосистемных услуг и проблем, с ними связанных

№	Виды	Экосистемные услуги	Балл	Создание проблем в городской среде	Балл
1	Ель европейская	Выделение фитонцидов Круглогодичная декоративность	1	Опад хвои и шишек Угнетение в неблагоприятных условиях роста	1
			1		3
2	Ель колючая	Выделение фитонцидов Круглогодичная декоративность	2	Опад хвои и шишек Угнетение в неблагоприятных условиях роста	2
			2		2
3	Береза повислая	Формирование тени, ослабление зноя Поглощение газообразных загрязнителей Осаждение пыли	3	Формирование пыльцы Листовой опад	3
			3		2
			3		
4	Вяз мелколистный	Формирование тени, Осаждение пыли Формирование тени	2	Обилие семян, листовой опад Склонность к многоствольности/ наклону ствола Формирование пыльцы Необходимость кронирования Угроза линиям электропередач	2
			2		2
			1		1
					3
5	Клен остролистный	Формирование тени, ослабление зноя Осаждение пыли	3	Опад листвы и семян	2
			2		
6	Клен ясенелистный	Формирование тени Осаждение пыли Формирование тени	2	Формирование пыльцы Склонность к многоствольности/ наклону ствола Необходимость кронирования	1
			1		3
			1		2
7	Липа сердцевидная	Формирование тени, ослабление зноя Осаждение пыли Аромат в период цветения	1	Листовой опад Размножение на листьях вредителей (тли, паутинный клещ)	2
			2		2
			2		
8	Тополь советский пирамидальный	Осаждение пыли Формирование тени Поглощение газообразных загрязнителей Ослабление шума от дороги	3	Формирование пыльцы Листовой опад Быстрое старение, склонность к стволу гнили/ скорая необходимость замены Угроза линиям электропередач	1
			3		3
			3		3
			2		2
9	Тополь черный	Осаждение пыли Формирование тени Поглощение газообразных загрязнителей	3	Формирование пыльцы Пухопыление Листовой опад	3
			3		3
			3		3

Липа сердцевидная, большинство экземпляров которой находятся в достаточно молодом состоянии, не требует особых затрат по уходу. Однако, она высоко подвержена порче вредителями (клещ паутинный) и повреждается горожанами в период цветения. Тополь советский пирамидальный, как и тополь черный, находятся в достаточно хорошем жизненном состоянии, и, несмотря на интенсивное пухопыление и формирование пыльцы, в полной мере выполняют свои экосистемные услуги

(осаждение большого количества пыли, формирование тени под кроной и создание благоприятных условий для отдыха).

Анализ оценки экосистемных услуг и создаваемых проблем для выбранных видов древесных растений в городских насаждениях показал, что больше всего проблем и рисков связано со старовозрастными и крупномерными деревьями. Кроме того, определенные затраты имеют сезонный характер (уборка опада, кронирование).

Каждый древесный экземпляр вносит, в большей или меньшей степени, вклад в улучшение состояния урбосреды, в этом и заключается своеобразие их положительного и отрицательного влияния. При оптимизации проектирования и должном уходе за насаждениями отрицательное влияние можно свести к минимуму.

Список литературы

Горышина Т.К. Растения в городе. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 152 с.

Кавеленова Л.М., Розно С.А., Хныкина А.С. Деревья в озеленении города: к концепции баланса «Экологические услуги/Проблемы, расходы, риски» // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XIII Всерос. конф. с международ. участием. Кн. 1. Киров: ВятГУ, 2018. С. 111-114.

Розно С.А. Древесные интродуценты в системе

озеленения города в условиях лесостепи // Экология фундаментальная и прикладная. Материалы Международ. науч.-практич. конф. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 2005. С. 283-284.

Roy S., Byrne J., Pickering C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones // Urban Forestry & Urban Greening. 2012. No. 11. Pp. 351-363.

Ф.Ф. ЗАРИПОВА¹, А.И. ФАЙЗУЛИН², А.Е. КНЯЗЕВ³¹ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия³ Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия**ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ГРАНИЦЫ АРЕАЛОВ
ЗЕМНОВОДНЫХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

Первые отрывочные данные о распространении земноводных в Республике Башкортостан появляются в работах Иоганна Готтлиба Георги (1729–1802), где упоминаются амфибии, имеющие отношение к рекам Урал, Кама, Белая (Гаранин, 1983). Данные о земноводных Урала приводит в своих работах Л.П. Сабанеев (1874) для сибирского углозуба, двух видов тритонов, бурых лягушек и жаб, упоминая жерлянку и чесночницу, а также зеленую лягушку *Rana esculenta*, отмечая что «Во всяком случае, распространение этого вида на восточном склоне гораздо ограниченнее на западном» (с. 183). Для Челябинского уезда Оренбургской губернии (западная часть которого входит в современные границы Республики Башкортостан) Л.П. Сабанеев (1874) отметил жерлянку «*Bombina torigneus*» (с. 187).

Н.А. Зарудный (1896) в конце XIX века отмечает сибирского углозуба для «горной Башкирии», гребенчатого тритона для «долины верхней Сакмары», «долины р. Ик», краснобрюхую жерлянку «по средней Сакмаре», которая «не особенно редка в южных и западных частях Челябинского уезда» (с. 362).

М.Д. Рузский (1894) отмечает для Уфимской губернии – «*Bufo viridis*, Laur. Зеленая или пятнистая жаба» (с. 2–3), «*Rana arvalis*, Nylss. Травяная лягушка – узконосая» (с. 3).

В XIX в. в центральных музеях страны появляются коллекционные экземпляры земноводных и пресмыкающихся, собранные на территории современной Башкирии (например, в коллекционных фондах Зоологического Института РАН (травяная лягушка), Зоомузея МГУ (озерная лягушка Белебеевский уезд Уфимской губ. № 885, Колобаев, VII 1900). Позднее «представители» местной герпетофауны попадают в коллекции Зоомузея КГУ и фондовой коллекции Института экологии Волжского бассейна РАН, а также местных музеев г. Уфа (Зоомузей БашГУ) – где хранится экземпляр прудовой лягушки. Несколько экземпляров хранится в фондовой коллекции Института экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (сибирский углозуб, зеленая жаба, озерная, травяная и остромордая лягушки) (Файзулин, 2009) и Зоомузея Казанского университета (травяная лягушка) (Garanin, 2000).

В книге О. Мироновой «География Башкирии» (1926) перечисляются виды земноводных, отмеченные для этой территории: «Из земноводных – лягушки: травяная, или обыкновенная, зеленая, жерлянка, чесночница; жабы: серая и зеленая. Из хвостатых гадов, кроме гребенчатого и полосатого тритонов, водится чисто сибирский вид – четырехпалый тритон» (с. 19). В том же году в сборнике «Весна, 1924» (1926, цит. по Garanin, 2000) отмечаются встречи зеленой жабы на территории г. Уфа.

Представлена характеристика распространения земноводных в регионе в работе «К вопросу о фауне амфибий и рептилий Башкирской АССР» (Положенцев, Ханисламов, 1942).

В.И. Гаранин в обобщающей работе «Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края» (1983) приводит сведения о распространении амфибий на территории Башкирии. Данные о распространении опубликованы автором позднее (Garanin, 2000).

Амфибии характеризуются в публикациях для заповедников и национальных парков региона (см. обзоры: Кузьмин, 1999, 2012; Кривошеев, Файзулин, 2004; Зарипова, Файзулин, 2015; Файзулин, 2018).

В статье Яковлева А.Г. и соавторов (1997) «Новые данные о распространении земноводных и пресмыкающихся на территории Башкортостана» представлены сведения о распространении земноводных на территории региона.

Г.М. Габитовой и Г.Р. Юмагуловой (2008) приводятся сведения о распространении амфибий на территории Зианчуринского района.

Промежуточные итоги исследования амфибий Республики Башкортостан приводятся в статьях Ф.Ф. Зариповой с соавторами (Зарипова и др., 2009; Зарипова, Файзулин, 2009, 2015).

Особенности распространения озерной лягушки в Республике Башкортостан приводятся в статьях (Фоминых и др., 2010) и в целом для зеленых лягушек (Файзулин и др., 2013; Файзулин и др., 2017).

Видовой состав и распространение, а также проблемы охраны земноводных представлены в работах в целом для региона (Зарипова и др., 2009; Файзулин, Зарипова, 2009), для особо охраняемых природных территорий (Зарипова, Файзулин, 2015; Файзулин, 2018), а также урбанизированных территорий (Зарипова и др., 2014).

Обобщая литературные и собственные данные, можно отметить, что на территории Республики Башкортостан обитает не менее 11 видов земноводных (таблица). Это – сибирский углозуб *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870, обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), гребенчатый тритон *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761), чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771), серая жаба *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), зеленая жаба *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), озерная лягушка *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), прудовая лягушка *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882), травяная лягушка *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 и остромордая лягушка *Rana arvalis* Nilsson, 1842.

Таблица. Состав фауны и распространение земноводных Республики Башкортостан

Название таксона	Оценка распространения
Сибирский углозуб	Южная граница ареала
Обыкновенный тритон	По всей территории, на южной периферии ареала
Гребенчатый тритон	По всей территории, на южной периферии ареала
Краснобрюхая жерлянка	По всей территории
Чесночница Палласа	По всей территории
Серая жаба	По всей территории
Зеленая жаба	По всей территории
Озерная лягушка	По всей территории кроме северо-востока региона
Прудовая лягушка	По пойме р. Белой, достигает г. Уфа
Травяная лягушка	По всей территории, на южной периферии ареала
Остромордая лягушка	По всей территории

В настоящее время единственная находка сибирского углозуба относится к северо-восточной части региона на границе со Свердловской областью по данным А.С. Фоминых (Зарипова, Файзулин, 2015). Ранее данный вид на изучаемой территории после работ Сабанеева Л.П. (1874) и Мироновой О. (1926), не указывался (Яковлев и др., 1997; Garanin, 2000).

Ранее было установлено, что в регионе обитает восточная форма обыкновенной чесночницы (Borkin et al., 2003), за которой в настоящее время признается статус вида – чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771).

К числу видов, возможно обитающих на территории Республики Башкортостан, следует отнести съедобную лягушку *Pelophylax esculentus*, обитающую на границе региона с Республикой Удмуртия (Борисовский и др., 2001). Возможные места обнаружения этого вида – от г. Уфа и на запад по пойме р. Белой, где отмечены совместные популяции озерной и прудовой лягушек (Фоминых и др., 2010, 2017).

Для 5-ти видов по территории региона проходят участки границ ареалов.

Сибирский углозуб отмечен в восточных районах региона, по территории проходит западная граница от Челябинской области (Ашинский район, окр. г. Аша) – Республика Башкортостан – Пермский край – Республика Удмуртия.

Краснобрюхая жерлянка от Удмуртии (Камбарский р-н и г. Ижевск: 56°50' с.ш., 53°12' в.д.) - Башкирия (Янаульский и Бирский р-ны) и далее в Челябинскую область.

Прудовая лягушка (Яковлев и др., 1997) от Республики Удмуртия – усть р. Белой – г. Бирск (Яковлев и др., 1997) – окр. г. Уфа, д. Новокулево – Альшеевский район, пойма р. Белой – Самарская область, Красносамарский лес (Файзулин и др., 2013). Самая крайняя восточная точка – г. Белорецк на Южном Урале 53°56' с.ш., 58°23' в.д. (Положенцев, Ханисламов, 1942), которая в настоящее время требует уточнения.

Озерная лягушка от востока Пермской области через г. Янаул – г. Уфа – г. Белорецк: 53°56' с.ш., 58°23' в.д.) – в Челябинскую область.

Граница съедобной лягушки требует уточнения (Файзулин и др., 2017). Вид отмечен на границе с Республикой Удмуртия. Вероятно, граница проходит по западным районам в пойме р. Кама.

На северной периферии ареала обитают зеленая жаба, обыкновенная чесночница, а на южной – травяная лягушка (Зарипова и др., 2009), распространение которых также нуждается в уточнении.

Требует уточнения таксономический статус и распространение подвидов зеленой жабы *Bufo viridis*, в частности распространения переднеазиатского подвида *Bufo viridis variabilis* (Файзулин и др., 2018б) и криптических форм озерной лягушки (Ермаков и др., 2014; Файзулин и др., 2018а) на территории Республики Башкортостан.

Исследование проведено при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 14-04-31315 мол_а и №18-04-00640.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Борисовский А.Г., Боркин Л.Я., Литвинчук С.Р., Розанов Ю.М. Распространение зеленых лягушек (комплекс *Rana esculenta*) в Удмуртии // Вестн. Удмуртск. ун-та. 2001. № 5. С. 51-63.
- Габитова Г.М., Юмагулова Г.Р. Видовой состав и численность бесхвостых амфибий на территории Зианчуринского района Республики Башкортостан // Материалы международ. науч.-практич. конф. «Природное наследие России в 21 веке». Уфа, 2008. С. 101-102.
- Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М.: Наука, 1983. 175 с.
- Ермаков О.А., Файзулин А.И., Закс М.М., Кайбелева Э.И., Зарипова Ф.Ф. Распространение «западной» и «восточной» форм озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* на территории Самарской и Саратовской областей (по данным анализа митохондриальной и ядерной ДНК) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(1). С. 409-412.
- Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И., Юмагулова Г.Р. Состояние и проблемы охраны *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Ranidae) на территории Республики Башкортостан // Науч. докл. региональной конф. «Недели науки-2009». В 4-х частях. Ч.II. Естественно-технические науки / Изд-е Сибайского института (филиала) БашГУ. Уфа, 2009. С. 21-24.
- Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И., Кузовенко А.Е., Конькова А.М. Амфибии урбанизированных территорий Республики Башкортостан // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 148-151.
- Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И. Бесхвостые земноводные (Anura, Amphibia) урбанизированных территорий Республики Башкортостан: видовой состав, распространение оценка встречаемости и состояние популяций // Экологический сборник 2. Тр. молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2009. С. 55-58.
- Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И. Эколого-фаунистическая характеристика амфибий республики Башкортостан // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24, № 4. С. 165-177.
- Зарудный Н. Материалы для фауны амфибий и рептилий Оренбургского края // Bull. Société

Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1895. Nov. Série. T. 9, № 3. 1896. Pp. 361-370.

Кривошеев В.А., Файзулин А.И. Состояние охраны бесхвостых земноводных (Anura) Волжского бассейна // Изв. Самар. НЦ РАН. Спецвыпуск «Природное наследие России». Ч. II. 2004. С. 334-339.

Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Тов.-во науч. изд. КМК, 1999. 298 с.

Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. 2-е изд. М.: Тов.-во науч. изд. КМК, 2012. 370 с.

Миронова О. География Башкирии. Краткое описание А.Б.С.С.Р. в физическом, этнографическом, промышленном и административном отношениях. Уфа: Издание «Башкирские» и Башнаркомпроса, 1926. 73 с.

Положенцев П.А., Ханисламов М.Г. К вопросу о фауне амфибий и рептилий Башкирской АССР // Тр. Башк. с.-х. ин-та. Уфа, 1942. Т. 3. С. 143-147.

Русский М.Д. Результаты исследования земноводных и пресмыкающихся в Казанской губ. и местностях с нею смежных: Прилож. к протоколам заседаний Об-ва Естествоиспытателей при Импер. Казанск. ун-те. Казань, 1894. № 139. 8 с.

Сабанеев Л.П. Позвоночные Среднего Урала и географическое распространение их в Пермской и Оренбургской губ. М.: Тип. В. Готье, 1874. 204 с.

Файзулин А.И. Амфибии национального парка «Башкирия» (Республика Башкортостан): таксономический состав и распространение // Экологические проблемы бассейнов крупных рек. Материалы международ. конф., приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции. Тольятти: Анна, 2018. С. 305-307.

Файзулин А.И. Земноводные в коллекции Института экологии Волжского бассейна РАН // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 18, № 1. 2009. С. 13-23.

Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кузовенко А.Е. Амфибии Самарской области. Тольятти: Кассандра, 2013. 140 с.

Файзулин А.И., Лада Г.А., Литвинчук С.Н., Корзиков В.А., Свинин А.О., Закс М.М., Иванов А.Ю., Розанов Ю.М., Кузовенко А.Е., Замалетдинов Р.И., Ермаков О.А. О распространении съедобной лягушки *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758) на территории Волжского бассейна // Вестн. Тамбовск. ун-та. Сер.: Естеств. и технич. науки. 2017. Т. 22. Вып. 5-1. С. 809-817.

Файзулин А.И., Свинин А.О., Ручин А.Б., Скоринов Д.В., Боркин Л.Я., Розанов Ю.М.,

Кузовенко А.Е., Литвинчук С.Н. Распространение и зона контакта в Поволжье двух форм зеленых жаб комплекса *Bufo tesviridis* (Anura, Amphibia), различающихся по размеру генома // Современная герпетология. 2018а. Т. 18, № 1-2. С. 35-45.

Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И., Литвинчук С.Н., Розанов Ю.М., Боркин Л.Я., Ермаков О.А., Ручин А.Б., Лада Г.А., Свинин А.О., Башинский И.В., Чихляев И.В. Видовой состав и особенности распространения зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) на особо охраняемых природных территориях Среднего Поволжья (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018б. Vol. 3(Suppl.1). С. 1-16. DOI: 10.24189/ncr.2018.056

Файзулин А.И., Зарипова Ф.Ф. История и перспективы изучения фауны амфибий Республики Башкортостан // Экологический сборник 2. Тр. молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2009. С. 185-190.

Фоминых А.С., Файзулин А.И., Юмагулова Г.Р., Зарипова Ф.Ф., Яковлева Т.И., Хабибуллин В.Ф. Формирование и состояние ареала озерной лягушки на территории Южного Урала (Республика Башкортостан) // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы (V Люблинские чтения) / Под ред. чл.-корр. Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2010. С. 202-208.

Файзулин А.И., Фоминых А.С., Зарипова Ф.Ф., Кузовенко А.Е. Новые данные о распространении зеленых лягушек на территории республики Башкортостан // Вестн. Тамбовск. ун-та. Сер.: Естеств. и технич. науки. 2016. Т. 21, № 5. С. 1841-1847.

Яковлев А.Г., Яковлева Т.И., Сатаев Р.М., Хабибуллин В.Ф., Байтерьяков Р.Г. Новые данные о распространении земноводных и пресмыкающихся на территории Башкортостана // Башкирский край. Уфа, 1997. Вып. 7. С. 132-142.

Borkin L.J., Litvinchuk S.N., Rosanov J.M., Khalturin M.D., Lada G.A., Barissovsky A.G., Faizulin A.I., Kotsierzinskaya I.M., Novitsky R.V., Ruchin A.B. New data on the distribution of the two cryptic forms of the common spadefoot toad (*Pelobates fuscus*) in Eastern Europe // Russ. J. Herpetol., 2003. 10. № 1. Pp. 115-122.

Garanin V.I. The distribution of amphibians in the Volga-Kama region // Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. Vol. 5. 2000. Pp. 79-132.

В.Н. ЗЕЛЕНКОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**К ИЗУЧЕНИЮ СЕГЕТАЛЬНОЙ ФЛОРЫ ЮГО-ЗАПАДА
СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

В связи с интенсивным развитием сельского хозяйства особую роль в формировании региональных флор играют флоры агрофитоценозов являющиеся одним из типов антропогенной трансформации флоры (Бурда, 1991).

Актуальность изучения сеgetальных видов связана с необходимостью анализа структуры сорно-полевой флоры, выявления особенностей ее формирования и оценки влияния на развитие региональной флоры. Практическая значимость исследований заключается в необходимости подбора эффективных способов контроля за распространением чужеродных и сорных видов.

Сеgetальные растения хорошо приспособляются к местным условиям (климату, почве) развивают мощную корневую систему. При сильной засоренности полей урожайность зерновых снижается на 20–40% (Никитин, 1983), чтобы бороться с ними, необходимо знать их биологические особенности.

Целью настоящей работы явилось изучение формирования представлений о сеgetальных растениях и основных научных направлениях, развиваемых учеными на разных этапах исследования флоры юго-запада Среднерусской возвышенности.

В каменном веке (IX–V тыс. лет. до н.э.) первобытный человек добывал себе средства к существованию охотой, рыболовством и собирательством. Земледелие в новокаменном веке возникло из собирательства съедобных растений. Древними культурными злаками, которые возделывались людьми новокаменного века были пшеница, просо, ячмень. Исследование сеgetальных видов можно разбить на несколько этапов.

На первом этапе интерес к сорным и сеgetальным растениям был связан с необходимостью их эмпирической классификации: анализа возможности их применения или отнесения к вредным видам, требующим уничтожения. При раскопках у с. Верхний Салтов Харьковской губернии найдены остатки культурных растений: ржи, пшеницы, ячменя, конопли и проса. Вместе с культурными растениями, среди зерновок, были обнаружены и семена сорных растений: *Triticum monococcum* L., *Hordeum vulgare* L., *Avena sativa* L., *Secale cereal* L., *Agrostemma githago* L., *Bromus arvensis* L., *Polygonum convolvulus* L., *Panicum miliaceum* L. Вместе с ячменем в равных значениях находят и овес посевной *Avena sativa* L., а вместе с ним и овсюг *Avena fatua* L., который отмечен исключительно как сорное растений полей зерновых (Колода, 2010).

Второй этап изучения сорно-полевой флоры региона (1795–1931 гг.) связан с началом ботанических исследований региональной флоры ботаниками, экологами и натуралистами. Полученные данные были неполными и фрагментарными. Они собирались попутно с изучением растительности различных губернских территорий в ходе экспедиций, осуществляемых Академией наук. К примеру, Г.И. Танфильевым по результатам изучения растительного покрова Воронежской губернии составлен список, включающий более 600 видов, отмеченных в различных местообитаниях на востоке губернии (Танфильев, 1898). В этом списке были указаны и сорные виды растений.

Значительный вклад в изучение сорной растительности региона внес А.И. Мальцев. В 1906 г. выходит статья А.И. Мальцева «Материалы по сорной растительности Курской губернии», в которой автор впервые подробно описывает сор-

ную флору, формирующуюся на территории Корочанского района в посевах озимых (рожь и пшеница) и яровых (овса, ячменя, проса) культур (Мальцев, 1906).

Третий, современный период изучения флоры Белгородской области тесно связан с именем А.Г. Еленевского. В 2004 г. А.Г. Еленевским был составлен первый, конспект флоры региона, который представлен коллективом авторов в книге «Растения Белгородской области». В ней содержатся данные и о ряде сеgetальных видов и их встречаемости в регионе. Результаты получены авторами в ходе проведения экспедиционных выездов в 1994–1998 гг. по западным и центральным районам Белгородской области. Особое внимание было уделено малоизученным районам: Ракитянскому, Ивнянскому, Алексеевскому, Прохоровскому и Красногвардейскому. В ходе экспедиций собрано более 13 000 гербарных листов. Из сеgetальных растений отмечены: *Amaranthus retroflexus* L., *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton., *Brassica campestris* L., *Capsella bursa-pastoris* L., *Chenopodium album* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Equisetum arvense* L., *Sonchus arvensis* L., *Thlaspi arvense* L., *Centaurea cyanus* L., *Euphorbia falcata* L., *Nesliapa niculata* L. и редкие виды *Lycopsis arvensis* L., *Apera spica-venti* L. (Еленевский, 2004).

Изучением сеgetальной растительности на территории Белгородской области занимался А.В. Лазарев (2007). В своих работах он рассматривал связь сорных растений сем. Brassicaceae с их географическим распространением, приуроченностью к различным местообитаниям. По предварительным данным в регионе насчитывается 26 видов сорных растений указанного семейства (Лазарев, 2007). В статье «Сорно-полевая флора в посевах кукурузы на опытном участке Белгородской сельхозакадемии», коллективом авторов освещены особенности формирования сеgetальной флоры (Ковалева, 2013). Этими же авторами исследованы особенности формирования сорно-полевой флоры в пределах опытного участка посевов кукурузы на территории Белгородской сельскохозяйственной академии. Авторами выявлен видовой состав сорно-полевых флорокомплексов, формирующийся на этих участках. В ходе маршрутного флористического обследования выявлен 21 вид растений: *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., *Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L., *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Galium aparine* L., *Coriandrum sativum* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Atriplex hortensis* L., *Chenopodium album* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Taraxacum serotinum* (Waldst. et Kit.) Poir., *Sonchus arvensis* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit., *Viola tricolor* L., *Stachys annua* L., *Euphorbia peplus* L., *Portulaca oleracea* L., *Solanum nigrum* L., *Convolvus arvensis* L., *Polygonum aviculare* L., *Malva sylvestris* L. (Ковалева, 2013).

Таким образом, на основании проведенного нами исследования можно выделить несколько этапов изучения сеgetальных видов растений в Белгородской области. На первом эмпирическом этапе изучения сеgetальных растений население занималось собирательством съедобных растений, постепенно накапливая знания о культурных растениях. Второй этап исследования сорно-полевой флоры связан с расширением научных знаний о флоре в целом и применением новых методов ее исследования, попутно накапливались сведения и о сорной растительности. Хорошо изученным в отношении видового состава сорной растительности, благодаря исследованиям А.И. Мальцева, был Корочанский район.

На современном этапе изучения сеgetальных видов начались исследования флоры региона, различных ее элементов и флор различного топологического уровня (Еленевский, 2004; Фомина, 2010). Вместе с тем, всестороннее изучение и анализ этого важного компонента региональной флоры не проводился. Флористические исследования этого периода посвящены выявлению видового состава региональной флоры. Сеgetальные виды изучались фрагментарно и отмечались эпизодически в связи с привязкой к различным экотопам. Поэтому целью нашего исследования является всестороннее изучение, анализ и особенности формирования сорно-полевой флоры юго-запада Среднерусской возвышенности. Это крайне необходимо в связи с

интенсификацией сельского хозяйства, расширением посевных площадей, активным развитием агрохолдингов, внедрением технологий точного земледелия, на территории Белгородской области. Для этого необходим полноценный анализ флоры и исследование характера распространения сорных растений по административным районам и в связи с приуроченностью видов к различным экотопам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наук. думка, 1991. 169 с.
- Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н.* Растения Белгородской области (конспект флоры). М., 2004. 120 с.
- Ковалева О.Н., Самойленко М.Л., Тохтарь В.К.* Сорно-полевая флора в посевах кукурузы на опытном участке Белгородской сельхозакадемии // *Фундаментальные исследования*. Пенза, 2013. № 11-4. С. 675-678.
- Колода В.В., Горбаненко С.А.* Сельское хозяйство носителей салтовской культуры в лесостепной зоне. Киев: Институт археологии НАН Украины, 2010. 216 с.,
- Лазарев А.В.* Сорные растения семейства капустные Белгородской области // *Науч. ведомости Белгородск. гос. ун-та. Сер.: Естеств. науки*. 2007. Т. 5, № 5. С. 18-21.
- Мальцев А.И.* Материалы по сорной растительности Курской губернии. [Спб.]: Тип. Ред. пер. изд. М-ва фин., 1909. 23 с.
- Танфильев Г.И.* Ботанико-географические исследования в степной полосе // *Тр. экспедиции, снаряженной Лесным департаментом под руководством профессора Докучаева*. Научн. отд. СПб., 1898. Т. 2, вып. 2. С. I-IV, 1-133.
- Фомина А.В., Тохтарь В.К.* Структура флоры городской агломерации Белгорода // *Науч. ведомости Белгородск. гос. ун-та. Сер.: Естеств. науки*. 2010. Т. 21, № 13. С. 28-32.

В.Е. ЗЕМЛЯНОВА, С.А. РОЗНО

Ботанический сад Самарского национального исследовательского университета им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

**ВИДЫ И СОРТА ЧУБУШНИКОВ В КОЛЛЕКЦИИ
БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА:
ОСОБЕННОСТИ РОСТА, ЦВЕТЕНИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАСАЖДЕНИЯХ В УРБОСРЕДЕ**

Чубушник или садовый жасмин (*Philadelphus*) – кустарниковое растение из семейства Гортензиевые (*Hydrangeaceae*). Латинское название «*Philadelphus*» чубушник получил в честь царя Египта Птолемея Филадельфа за его увлечение благовонными и душистыми цветами (Александрова, 1999). В дикой природе чубушники распространены в Европе, Восточной Азии и Северной Америке. В природе насчитывается более 50 видов чубушника, большое количество сортов этого растения выведено в культуре (Алексеев и др., 1997). В природной флоре России чубушники дико произрастают на Дальнем Востоке – чубушники тонколистный (*Ph. tenuifolius*), ч. Шренка (*Ph. schrenkii*), и в предгорьях Кавказа – ч. обыкновенный (*Ph. coronarius*), ч. кавказский (*Ph. caucasicus*) (Вехов, 1952; Александрова, 1999). Один из представителей рода, чубушник тонколистный, включен в сводку редких и исчезающих растений Амурской области с категорией статуса редкости (3), и охраняется в Хинганском заповеднике.

Чубушники были введены в культуру в XII–XIII вв. в Центральной Америке, Малой и Восточной Азии. В России в XVI–XVII вв. эти растения были широко распространены в царских и боярских садах. В Европе чубушники американского и азиатского происхождения появились в первой половине XIX в. Весьма популярными стали чубушники гибридного происхождения, полученные Виктором Пьер Луи Лемуаном. Большой вклад в создание зимостойких чубушников внёс русский селекционер профессор Н. К. Вехов, проводивший свою работу на Липецкой лесопытной станции в 1930-х – 1940-х гг. (Колесников, 1974; Александрова, 1999).

Чубушники – листопадные, реже полулистопадные кустарники, в основном с овальной кроной и прямыми побегами, ветвящимися только в верхней части. Листья яйцевидно-ланцетные, супротивные, светло-зеленые, осенью лимонно-желтые или сохраняют зеленый цвет до опадания (Чубушник: популярные..., 2019). Высота растений колеблется от немногим более 1 м до более чем 2,5 метров. Цветки крупные (от 2,5 до 6–7 см в диаметре), у видов обычно простые, у сортов часто полумахровые или махровые; очень ароматные, со слабым ароматом, или без запаха. Цветки белые, кремово-белые или желтоватые. Чашечка бокаловидная, с четырьмя, реже пятью отстоящими, вогнутыми чашелистиками. Плоды чубушника – маленькие коробочки с семенами, на вид чуть меньше сантиметра. Продолжительность цветения до 22 дней. Растет быстро и обильно цветет до 30-летнего возраста (Лыпа, 1957). Чубушники – хорошие медоносы. Их охотно посещают пчелы, муравьи и мухи. Мухи и муравьи проникают к нектарникам, не задевая пыльников, и не являются опылителями. У многих видов у молодых побегов кора коричневая, отслаивающаяся; древесина твердая, с широкой сердцевинной. Полые побеги растений ранее использовали для изготовления чубуков курительных трубок, чем и объясняется его русское название (Вехов, 1952). Пригодна твердая древесина чубушника и для других поделок. Отличным звучанием обладали флейты и дудочки, которые изготавливали из его древесины. Помимо этого, его тонкие и прямые прутья применяют для плетения корзин и разных предметов интерьера (Булыгин, 1985;

Плотникова, 1994). Чубушник также широко используется в народной медицине, обладая лечебными и косметическими свойствами. Аромат чубушника положительно влияет на нервную систему человеческого организма, также помогает избавиться от чувства тревоги и излишней нервозности (Чубушник или садовый жасмин..., 2019). Основное свойство этого растения заключается в его декоративности. Он очень красив, во время цветения, поэтому получил широкое распространение в декоративном озеленении и ландшафтном дизайне, для создания бордюров и живых изгородей. Пригодны для групповых и одиночных посадок в садах, скверах и палисадниках (Чубушник. Род..., 2018)

Чубушники успешно растут и обильно цветут на хорошо освещенных местах и в полутени. Правда, они считаются теневыносливыми кустарниками, так как в природных условиях встречаются в подлеске широколиственных и хвойно-широколиственных лесов (Колесников, 1974). К почвам не требовательны, но не переносят засоления и застойного увлажнения. Широко используемый в озеленении чубушник венечный, как и другие реже выращиваемые виды, дымо- и газоустойчив, выносит морозы до -25°C . В более суровые зимы обмерзает до высоты снежного покрова (Плотникова, 1994, Алексеев и др., 1957).

В природных экосистемах Самарской области представители рода Чубушник не встречаются. Однако они достаточно часто присутствуют как декоративные растения в городских парках, скверах, во внутриквартальном и придомовом озеленении, на частных участках. В Ботаническом саду Самарского университета коллекция представителей данного родового комплекса, включающая виды, гибриды и сорта, насчитывает 21 таксон рода чубушник. Даты посадки отдельных сохранившихся до настоящего времени экземпляров относятся к 1950-м гг., однако, при возрасте 60 с лишним лет, эти растения по-прежнему обильно цветут и хорошо развиваются.

Проводя анализ существующей коллекции чубушников в Ботаническом саду, мы проанализировали биоэкологические особенности растений различных таксонов, связанные с их общим развитием и цветением. В качестве объектов для исследования были взяты 7 видов, 3 гибрида, 2 формы, и 4 сорта рода чубушник. Нами учитывались возраст и условия произрастания каждого из представителей, так как данные показатели могут сказываться на высоте и ширине куста, а также размерах цветков и листьев. Исследования проводились в течение вегетационного периода, во время полного облиствения и цветения видов.

Показатели высоты и ширины куста позволяют не только судить о его успешном развитии, но и предлагать варианты использования данного таксона в зеленом строительстве (рис. 1).

Примечателен тот факт, что изучаемые виды, находясь в одинаковой возрастной категории, могут отличаться в размерах. Так в условиях дендрария наибольшей высотой в группе растений с возрастом более 60 лет обладает чубушник опушенный (350 см), минимальная высота куста была у чубушника Садзуми (110 см). В этой возрастной группе ряд таксонов имел ширину куста более 4 м, наиболее компактным оказался чубушник Садзуми (менее 2 м). Мы можем частично связывать небольшие размеры чубушника Садзуми с тем, что он находится на участке, частично затеняемом другими растениями, но не исключаем, что это и особенности развития данного растения в местных природных условиях. Среди таксонов, возраст экземпляров которых составляет 20-30 лет, максимальные показатели высоты и ширины имел чубушник сорта Лунный свет, минимальные – сорт Зоя Космодемьянская, который при размещении на открытом участке характеризуется умеренной ростовой активностью. Более молодые (менее 20 лет) растения также различаются по размерам куста, максимальны у сорта Балет мотыльков, минимальны у сорта Очарование. Выявленные особенности роста данных таксонов, как мы считаем, определяют возможности их использования в озеленении. Высокие, с широкими и быстро нарастающими кустами растения, требуя много места, бу-

дуг с успехом использованы для заполнения свободных участков, но не подойдут, если требуется создать мини-садик. Для решения такой задачи нужны сорта и формы с компактным характером куста.

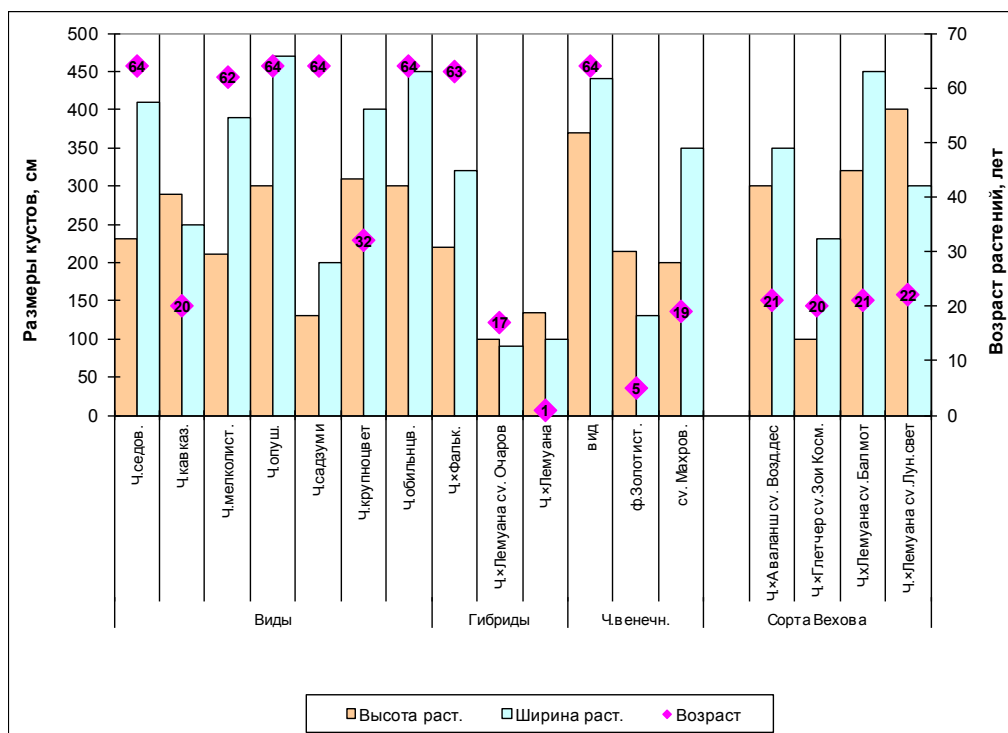


Рис. 1. Размеры кустов у различных таксонов чубушников в коллекции Ботанического сада Самарского университета

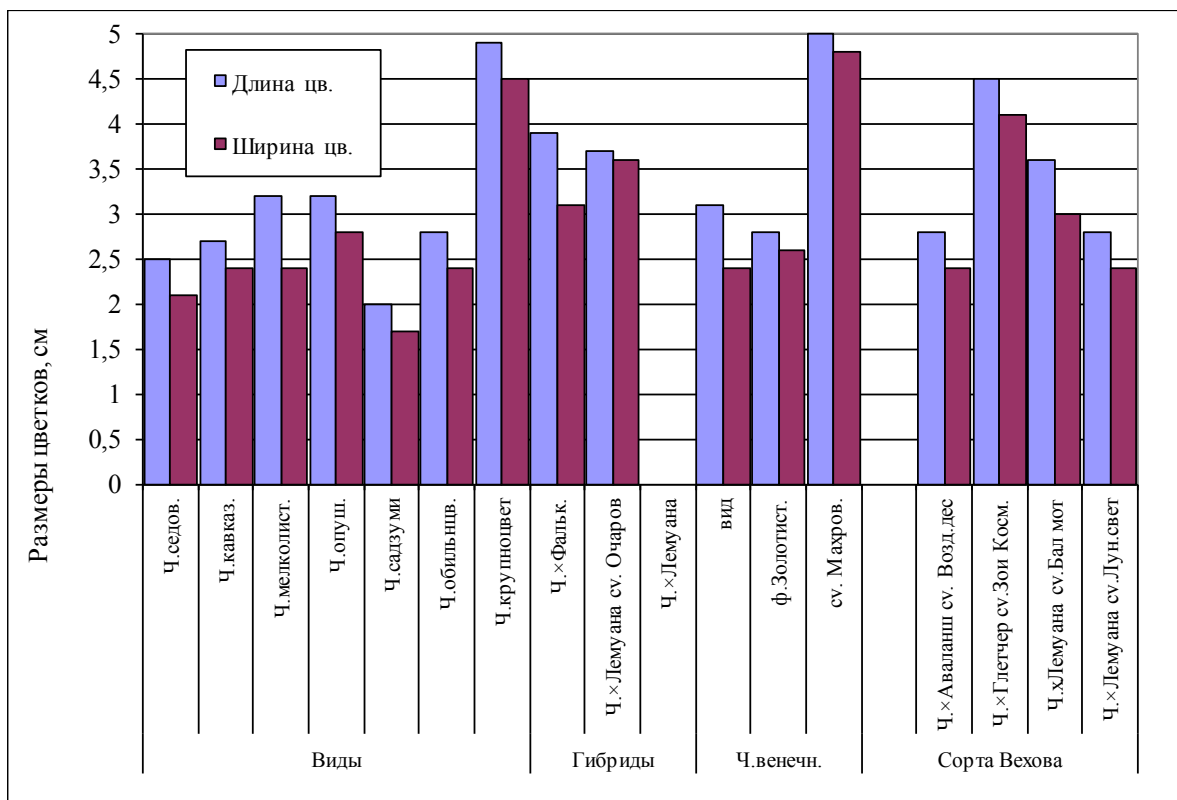


Рис. 2. Размеры цветков у различных таксонов чубушников в коллекции Ботанического сада Самарского университета

Одним из главных достоинств чубушников как декоративных растений является формирование ими эффектно выделяющихся в зеленой кроне белых соцветий с достаточно крупными и чаще всего – ароматными цветками. Определение размеров цветков в период их цветения летом 2018 г. показало (рис. 2), что наиболее крупные цветки формируют чубушник венечный сорта Махровый (длина цветка 5 см, диаметр 4,8 см) и чубушник крупноцветковый (длина цветка 4,9 см, диаметр 4,8 см). Самые мелкие цветки формировали чубушники Садзуми, седоватый, кавказский.

Таким образом, чубушники опушенный, обильноцветущий, венечный, обладая большой высотой и раскидистой кроной, могут быть рекомендованы для создания массивных групп на свободном пространстве, а также высоких и плотных живых изгородей высотой 2–3 м, для которых потребуется ограничивать расползание кустов.

Высоко декоративный в период цветения чубушник Лемуана сорта Балет мотыльков, имеющий значительные размеры куста, является перспективным для использования в качестве солитера в садах и парках, для высадки около скамеек, беседок.

Для создания различных композиций, цветников, в одиночных и групповых посадках, для низких изгородей и бордюров весьма интересен обладающий компактными размерами чубушник Лемуана сорта Очарование.

Лидирующие по размерам образуемых ими цветков чубушник венечный махровый, чубушник крупноцветковый, чубушник сорта Зоя Космодемьянская можно рекомендовать для групповых и одиночных посадок, в качестве невысокой живой изгороди в садах и парках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова М.С. Аристократы сада: красивоцветущие кустарники. М: ЗАО «Фитон+» 1999. 192 с.

Алексеев Ю.Е., Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А. Деревья и кустарники. Энциклопедия природы России. М.: Изд-во АБФ, 1997. 592 с.

Булыгин Н.Е. Дендрология. М.: Агропромиздат, 1985. 280 с.

Вехов Н.К. Жасмин. М.: Московский рабочий, 1952. 56с

Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесн. пром-ть, 1974. 700 с.

Лыта А.Л. Определитель деревьев и кустарников (дикорастущих и культивируемых в УССР). В 2 тт. Киев: Изд-во Киевск. ун-та, 1957. Т. 2. 386 с.

Плотникова Л.С. Деревья и кустарники рядом с нами. М.: Наука, 1994. 175 с.

Чубушник или садовый жасмин и его лечебные свойства. URL: <https://lyagushca.ru> (дата обращения 19.12.2019).

Чубушник: популярные виды и сорта, выращивание и уход, размножение. URL: <http://101dizain.ru> (дата обращения 10.01.19).

Чубушник. Род и его представители. URL: <http://givoyles.ru> (дата обращения 19.12.2018).

С.К. ЗИГАНШИНА, Э.Ф. ВАЛЕЕВА

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДОБАВОЧНОЙ ВОДЫ ЦИКЛА НА САМАРСКОЙ ТЭЦ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Вода является одним из наиболее распространенных ресурсов и имеет незаменимую роль в энергетике, поскольку необходима для производства электроэнергии. На тепловых электрических станциях вода используется в качестве теплоносителя, отпускаемого потребителям в виде пара и горячей воды. Для повышения срока эксплуатации основного оборудования водный ресурс должен соответствовать определённым требованиям. Огромное количество исходной воды, поступающей на станцию необходимо очищать для дальнейшего использования в энергетических установках без ущерба для оборудования. Самым распространенным методом очистки в России является химический метод с применением ионообменных технологий, но в данном случае необходимо использование большого количества химических реагентов, а также нужен постоянный контроль за процессом подготовки воды, так как велика вероятность проскока нежелательных ионов (Копылов, 2006; Кудинов, 2012).

На Самарской ТЭЦ установлены пять энергетических котлов типа БКЗ-420-140НГМ, пять теплофикационных турбин Т-110/120-130 (3 шт.), ПТ-60-130/13, Р-50-130/13 и восемь водогрейных котлов типа КВГМ и ПТВМ (Кудинов, 2015; Кудинов и др, 2016).

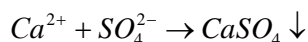
В настоящее время на Самарской ТЭЦ применяется химический метод обессоливания воды. Отличительной чертой водоподготовки на СамТЭЦ является использование в качестве исходной (сырой) воду из городского водопровода, что значительно упрощает схему водоподготовки. Вода, поступившая на станцию проходит очистку на установке подпитки теплосети (ПТС), где умягчается на Н-катионитовых фильтрах и направляется в декарбонизатор для удаления CO_2 . Затем большая часть очищенной воды деаэрируется в вакуумных деаэраторах и подается на всас сетевого насоса 1-го подъема, а другая часть направляется на обессоливающую установку, где готовится добавочная вода (Зиганшина, 2009, 2015).

Исходной водой обессоливающей установки является декарбонизированная вода после установки подпитки теплосети, которая подается на ступенчато-противоточные Н-катионитовые фильтры, потом в декарбонизаторы и последовательно прокачивается через ОН-анионитные фильтры 1-ой ступени, Н-катионитовые фильтры 2-ой ступени, ОН-анионитные фильтры 2-ой ступени. Химически обессоленная вода подается в главный корпус по трем трубопроводам для восполнения потерь в пароводяном цикле цикла станции.

Для подготовки обессоленной воды с применением ионообменных технологий используется большое количество реагентов и загрузочных материалов. В качестве Н-катионита в ионообменные фильтры загружается «Леватит S-100», «Токем-140», ОН-анионитом служит «Леватит МР-62», а также активированный уголь, который засыпается на распределительную решетку перед загрузкой ионообменных материалов с целью предотвращения вымывания фильтрующего материала. В результате эксплуатации образуются отработанные ионообменные смолы и отработанный активированный уголь, загрязненный нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%).

Эксплуатация ионообменных фильтров заключается в последовательном повторении 4-х операций, которые составляют полный рабочий цикл фильтра: 1) взрыхление; 2) регенерация; 3) отмывка; 4) фильтрование.

Регенерацию Н-катионитных фильтров осуществляют раствором серной кислоты, которую пропускают через слой катионита. Расход H_2SO_4 за год составляет порядка 2550 т. А ОН-анионитные фильтры регенерируют раствором щелочи. Расход NaOH составляет 550 тонн в год. Отмывка фильтров от продуктов регенерации и остатков регенерационного раствора производится водой. В результате взаимодействия ионов Ca^{2+} и ионов SO_4^{2-} образуется малорастворимый сульфат кальция в количестве порядка 10 тонн в месяц (на ОУ), при расходе воды на установку в размере 4 тыс. тонн в месяц, а в год образуется порядка 130 тонн $CaSO_4$



В процессе подготовки обессоленной воды на ионообменных фильтрах образуются сточные воды, которые не пригодны для дальнейшего использования и их необходимо направлять в очистные сооружения.

Альтернативным вариантом подготовки добавочной воды является применение комбинированной схемы с использованием установки обратного осмоса. В процессе эксплуатации обратноосмотической установки возможно отложение осадков на поверхности мембраны внутри патронных микрофильтров, что повлечет снижение работоспособности не только конкретного участка поверхности, но и всей мембраны в целом. Поэтому необходимо применение небольшого количества кислотных и щелочных реагентов для промывок мембран, в ходе которых будут удаляться загрязнения различного происхождения. Также необходимо использование антискалантов –ингибиторов осадкообразования, способствующих предотвращению отложения осадков, например, солей жесткости воды. Антискаланты хорошо контролируют отложения солей Ca, Mg, Ba, Sr, соединений кремния. Антискалант дозируется небольшими порциями насосом-дозатором.

Если из-за отложений на мембранах рабочее давление увеличивается на 10% от первоначального, то необходимо проводить химическую промывку мембранных элементов. Для химической мойки применяются такие реагенты как соляная кислота (HCl), гидроксид натрия (NaOH), натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na-ЭДТА, трилон Б). В отличие от ионнообменного способа в комбинированном методе серная кислота не используется из-за риска осаждения сульфата кальция. Химическая промывка мембран состоит из нескольких последовательных этапов, таких как, 1) перекачивание моющего раствора с малым расходом, для вытеснения воды из мембран и заполнения мембран моющим раствором; 2) рециркуляция моющего раствора в системе обратного осмоса; 3) замачивание мембран; 4) промывка мембран (при проведении промывки мембран из системы обратного осмоса смываются загрязняющие вещества, удаленные с поверхности мембран).

Таким образом, для обратноосмотической системы, состоящей из 5 блоков будут использоваться кислотные и щелочные реагенты для промывки мембран в количестве 3 тонн в год, а также антискаланты – в размере 3 кг в год. Следовательно, при комбинированном методе обессоливания воды используется гораздо меньше химических реагентов и не образуется большого количества шлама. А значит производство становится более экологичным, отпадает необходимость очищать сточные воды после установки, ведь качество концентрата будет довольно высоким. Возможно повторное использование концентрата с обратноосмотической установки для собственных нужд станции или сброс его в канализацию без нарушения требований СанПиН.

Еще одним немаловажным преимуществом комбинированного метода обессоливания добавочной воды методом обратного осмоса является высокое качество очищенной воды, что приведет к увеличению срока службы основного оборудования, а также

снижению величины непрерывной продувки энергокотлов БКЗ-420-140 НГМ (Кудинов, 2012, Зиганшина, 2015). Качество исходной воды для установки обратного осмоса представлено в таблице.

Таблица . Расчетные параметры качества воды

Параметр	Исходная вода	Концентрат		Пермиат	
		25 °С	35 °С	25 °С	35 °С
Na, мг/л	34,5	200	200	0,003	0,007
K, мг/л	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg, мг/л	0,07	0,4	0,4	0,00	0,00
Ca, мг/л	34	147	147	0,00	0,03
Cl, мг/л	35,4	205	205	0,03	0,035
Fe, мг/л	0,26	1,5	1,5	0,00	0,00
SO ₄ , мг/л	105,6	612	612	0,01	0,02
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	2,6	15	15	0,2	0,3

Суточный расход продувочной воды при снижении непрерывной продувки с 5% до 1% уменьшится на 986 т (с 1233 т/сут. до 247 т/сут.). В денежном выражении суточные потери воды и теплоты снизятся со 146 тыс. руб./сут до 29 тыс.руб./сут. (см. рис. 1).

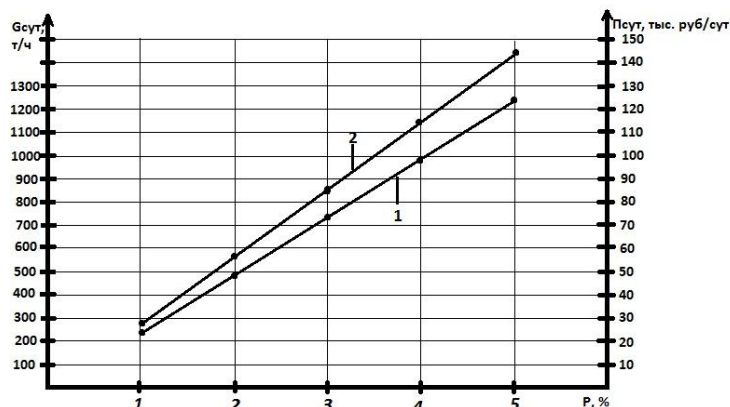


Рис. 1. Зависимость суточного расхода воды, теряемой с продувкой (1), и суточные потери количества воды и теплоты в денежном выражении (2) от величины непрерывной продувки



Рис. 2. Зависимости суточных потерь в денежном выражении количества воды (1), теплоты (2) и общей суточной потери (3) от величины непрерывной продувки

Зависимости суточных потерь в денежном выражении количества воды, теплоты и общей суточной потери от величины непрерывной продувки приведены на рис. 2. Потери воды при 5% составят 39.5 тыс. руб./сут., при 1% – 8 тыс. руб./сут. Потери теплоты при 5% – 107 тыс. руб./сут., при 1% – 21 тыс. руб./сут. Общие потери при 5% – 146 тыс. руб./сут., при 1% – 29 тыс. руб./сут.

Годовые потери воды и теплоты в денежном выражении снизятся с 36,5 млн. руб./год до 7,3 млн. руб./год (см. рис. 3). Следовательно, при подготовке добавочной воды цикла на Самарской ТЭЦ методом обратного осмоса годовая экономия в денежном выражении за счет снижения продувки с 5% до 1% составит 29,2 млн. руб./год.

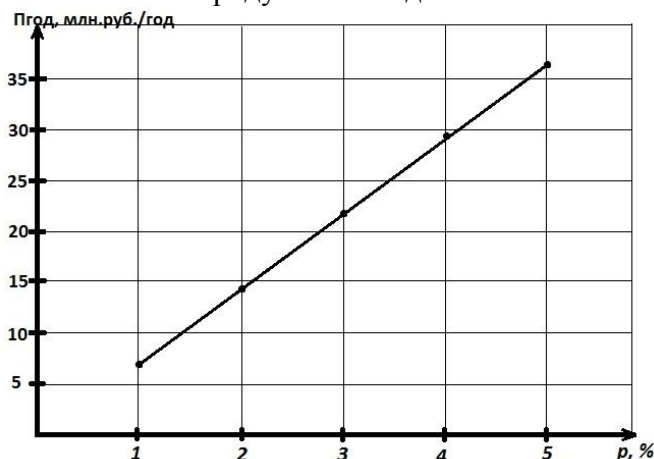


Рис. 3. Зависимость годовой потери воды и теплоты в денежном выражении от величины непрерывной продувки

Несмотря на такие недостатки, как высокая стоимость обратноосматических установок (стоимость одной установки составляет 10 млн. руб.) и высокое энергопотребление насосами, создающими давление, применение комбинированной схемы имеет ряд важных преимуществ перед существующей схемой. Мембранный метод очистки позволяет сохранять стабильность качества воды в процессе ее очистки на протяжении долгого срока эксплуатации, за счет чего повышается срок эксплуатации основного теплоэнергетического оборудования. Вследствие этого будет снижаться величина потерь с непрерывной продувкой барабанных котлов, а, следовательно, и объем потребления исходной воды. Суточный расход продувочной воды уменьшится на 986 т (с 1233 т/сут. до 247 т/сут.). Еще одним важным фактором является использование минимального количества реагентов, а значит и изменение качества сточных вод, которые в дальнейшем возможно использовать повторно или сбрасывать в канализации без нарушения требований СанПиН. Так же преимуществом является высокая степень автоматизации, а как следствие упрощение процесса водоподготовки и безопасность обслуживающего персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зиганишина С.К. Подготовка добавочной воды на тепловых электростанциях: Уч. пос. Самара, 2009. 64 с.

Зиганишина С.К. Практикум по водоподготовке: Уч. пос. Самара, 2015. 70 с.

Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. М., 2006. 309 с.

Кудинов А.А. Горение органического топлива: Уч. пос. для вузов. М., 2015. 390 с.

Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Уч. пос. для вузов. М., 2012. 325 с.

Кудинов А.А., Зиганишина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения. М., 2016. 320 с.

Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. М., 2006. 309 с.

С.К. ЗИГАНШИНА, А.А. ПРОКАЕВ

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОГО АГРЕГАТА НА СУРГУТСКОЙ ГРЭС-2

В настоящей работе рассматривается вариант установки на Сургутской ГРЭС-2 перед ГРП блока К-800 для полезного использования избыточного давления природного газа детандер-генераторного агрегата типа ДГА-6000. Для повышения надежности и эффективности работы ДГА подогрев природного газа перед подачей его в детандер предлагается осуществлять паром 6-го отбора турбины в парогазовом теплообменнике трубчатого типа. При этом перед подачей природного газа в энергетические котлы предусматривается его подогрев теплотой дистиллята в рекуперативном теплообменнике (рис.).

Эффективность представленной схемы заключается в повышении выработки электроэнергии на Сургутской ГРЭС-2 за счет: 1) установки ДГА; 2) увеличения теплофикационной выработки электроэнергии блоком К-800 при снижении пропуска пара в конденсатор; 3) повышения эффективности сжигания газа при увеличении его температуры перед подачей в топку котла.

Природный газ, поступающий в топку энергетических котлов Сургутской ГРЭС-2 для осуществления процесса горения, имеет в основном среднее давление. Понижение давления газа с высокого до требуемого по условиям работы котельных установок на участках газопровода осуществляется соответствующей настройкой оборудования газорегуляторного пункта (Кудинов, 2015, 2012). При этом снижение давления газа осуществляется путем его дросселирования. Дросселирование – это адиабатное расширение газа в условиях стационарного течения без совершения полезной работы (Кириллин, 2007). Применение детандер-генераторных агрегатов (ДГА) вместо обычного дросселирования позволяет получать электрическую энергию вследствие полезного использования избыточного давления природного газа (Агабабов, 2002).

В состав ДГА входят детандер, генератор, теплообменное оборудование, система контроля и регулирования рабочих параметров. В детандере потенциальная энергия газа преобразуется в механическую работу, которая затрачивается на выработку электроэнергии в соединенном с детандером электрогенераторе.

Начальная температура природного газа перед ГРП обычно лежит в пределах от 5 до 10 °С. Послерасширения в ДГА температура газа снижается до –80, –100 °С и приводит к образованию вредных гидратов и появлению других нежелательных процессов в газопроводе, которые снижают безопасность и эффективность использования оборудования. Во избежание данных процессов, перед подачей газа в ДГА производится его подогрев в теплообменных аппаратах. Природный газ из магистрального газопровода в количестве 209 тыс. м³/ч. поступает на газораспределительный пункт (ГРП), большая часть от общего расхода газа в размере 175 тыс. м³/ч, минуя ГРП, поступает в нагревательный тракт парогазового теплообменника, в охладительный тракт которого поступает пар с отбора паровой турбины К-800. В процессе теплообмена между двумя теплоносителями в теплообменнике природный газ, поступающий к детандер-генераторному агрегату, нагревается, пар охлаждается и конденсируется. Образовавшийся конденсат отводится в коллектор турбинного конденсата. Подогретый газ, поступает в детандер,

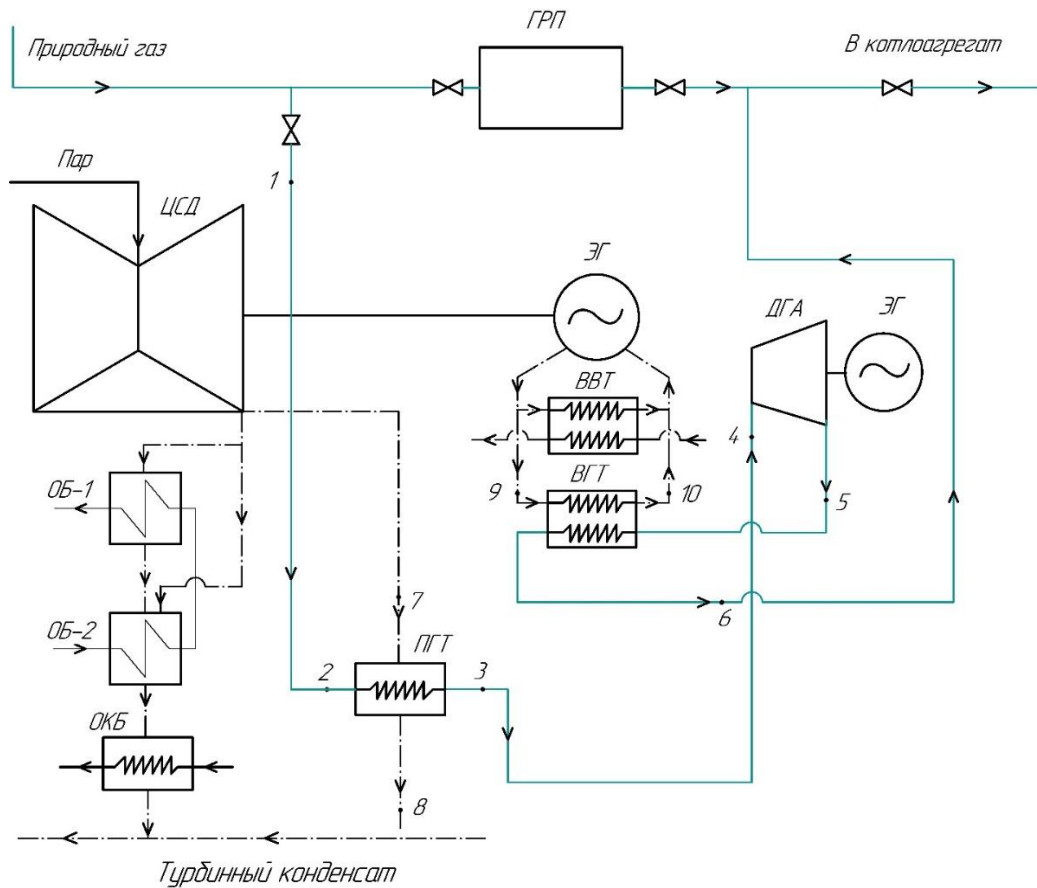


Рис. 1. Схема детандер-генераторной установки тепловой электрической станции

ГРП – газорегуляторный пункт, ДГА – детандер-генераторный агрегат, ЭГ – электрогенератор, ОБ-1, ОБ-2 – основные бойлера №1 и №2, ЦСД – цилиндр среднего давления паровой турбины К-800, ОКБ – охладитель конденсата бойлера, ВВТ – водо-водяной теплообменник, ВГТ – рекуперативный теплообменник, ПГТ – парогазовый теплообменник

где в процессе его расширения совершается полезная работа, затрачиваемая на привод электрогенератора. После расширения природный газ через выхлопной газопровод подается в нагревательный тракт рекуперативного теплообменника ВГТ, в охладительный тракт которого поступает дистиллят из системы охлаждения обмотки статора электрогенератора турбины К-800. В результате процесса теплообмена в ВГТ газ подогревается и направляется к энергетическим котлам, а охлажденный дистиллят поступает в систему охлаждения электрогенератора.

Расчеты производились на базе уравнений материального и теплового баланса в условных точках, указанных на схеме рис. 1 (Кудинов, 2013, 2012) с использованием (Орлов, 2018).

1. Из уравнения теплового баланса для парогазового теплообменника рассчитывается расход пара требуемый для подогрева газа до температуры $t_{12} \geq 80$ °С на выходе из ПГТ:

$$D_7 = \frac{G_2 \cdot c_2 \cdot (t_3 - t_2)}{i_8 - c_8 \cdot t_8} + t_2$$

(1)

2. По приведенной заводом изготовителем документации в таблице соответствия, определяется температура газа на выходе из ДГА по температуре газа на входе в ДГА.
3. Из уравнения теплового баланса для промежуточного охладителя дистиллята рассчитывается температура газа в точке 6:

$$t_6 = \frac{G_9 \cdot c_9 \cdot (t_9 - t_{10})}{G_2 \cdot c_2} + t_5$$

(2)

Другие параметры необходимые для расчета и анализа эффективности работы ДГА: массовый расход газа через ДГА (максимальный), $G_2 = 37,263$ кг/с; массовый расход конденсата с ПСВ, $G_7 = 33$ кг/с; массовый расход дистиллята в системе охлаждения ВГТ, $G_9 = 22$ кг/с; энтальпия греющего пара 6 отбора турбины, $i_{14} = 2927,2$ кДж/кг; температура конденсата в ПГТ, $t_k = 133^\circ\text{C}$. Теплоемкости для газа, конденсата в ПГТ и дистиллята соответственно равны: $c_2 = 1,535$ кДж/(кг·°C), $c_8 = 4,27$ кДж/(кг·°C), $c_9 = 4,17$ кДж/(кг·°C).

В расчетной схеме (рис., табл. 1) точка 1 характеризует параметры природного газа после магистрального газопровода $p_1 = 1,1$ МПа и $t_1 = 3^\circ\text{C}$. Точка 2 характеризует параметры газа перед ПГТ с учетом потерь давления в газопроводе в размере 3%: $p_2 = p_1 \cdot (1 - 0,03) = 1,067$ МПа. В точке 7 греющий пар 6-го отбора паровой турбины с параметрами $p_п = 0,3$ Мпа $t_п = 230^\circ\text{C}$ поступает в охладительный тракт теплообменника ПГТ. В точке 8, образовавшийся в процессе теплообмена, конденсат поступает в коллектор турбинного конденсата. Температуру конденсата, примем равной температуре насыщения при давлении греющего пара, $t_k = t_{нас} = 134^\circ\text{C}$. В точке 3 давление газа $p_3 = p_2 \cdot (1 - 0,035) = 1,03$ МПа (учитываются потери давления в теплообменнике 3,5%), а температура газа после подогрева в ПГТ $t_3 \geq 80^\circ\text{C}$ (при $t_3 < 80$ работа ДГА невозможна согласно паспорту завода изготовителя). Потери давления и температуры на участке 3–4 незначительны и в расчетах не учитываются: $p_3 = p_4$, $t_3 = t_4$. В точке 5 после выхлопного патрубка ДГА природный газ имеет параметры $p_5 = 0,15$ МПа и $t_5 \geq 5^\circ\text{C}$. Далее газ поступает в рекуперативный теплообменник ВГТ. (При условии $t_5 \leq 5^\circ\text{C}$ газ охлаждается ниже точки росы, при которой возможно образование жидких пробок, выпадение вредных гидратов и появление других нежелательных процессов в газопроводе). В точке 9 нагретый теплотой с обмоток статора дистиллят при температуре $t_9 \geq 80^\circ\text{C}$ поступает в охладительный тракт ВГТ. В точке 10 охлажденный дистиллят при температуре $t_{10} = 40^\circ\text{C}$ поступает в систему охлаждения электрогенератора. В точке 6 – параметры природного газа перед подачей на горелочные устройства энергетического котла после подогрева в ВГТ. Значения температуры и расхода пара в характерных точках рассчитываются.

Таблица 1. Результаты теплового расчета схемы с ДГА-6000

Ме- сяц	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
$t_1, ^\circ\text{C}$	- 4,3	- 4,1	- 2,4	0,56	3	10	15	11	5	0,3	- 2,5	- 3,6
$D_7,$ кг/с	2,41	2,40	2,36	2,29	2,23	2,06	1,94	2,04	2,18	2,30	2,36	2,39
$t_4, ^\circ\text{C}$	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
$t_5, ^\circ\text{C}$	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
$t_6, ^\circ\text{C}$	79,16	79,16	79,16	79,16	79,16	79,16	79,16	79,16	79,16	79,1 6	79,16	79,16

Работа детандер-генераторного агрегата блока К-800 на Сургутской ГРЭС-2 возможна в течении всего календарного года. Максимальное число часов работы ДГА в

год составит 8400 ч. (n = 8400 ч.). На вывод ДГА-6000 на техническое обслуживание и ремонт затрачивается 360 ч/год.

Расчет экономической эффективности проведен на ПЭВМ по программе «Alt-Invest-Prim». Получены следующие результаты (табл. 2).

Для индекса дисконтирования E = 12%:

- простой срок окупаемости: T = 2,2 года;

- чистый поток денежных средств нарастающим итогом (ЧПДС или ЧД): ЧД = 1006332 тыс.руб.

- дисконтированный чистый поток денежных средств нарастающим итогом (ДЧПДС или ЧДД): ЧДД = 495003 тыс. руб.;

- внутренняя норма доходности (прибыли): ВНД или IRR = 125,4%;

- рентабельность инвестиций: NPVR – 270,7%;

- дисконтированный срок окупаемости: T = 2,3 года.

Таблица 2. Результаты расчета экономической эффективности

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_6, ^\circ\text{C}$	79,1 6	79,1 6	79,16	79,16	79,16	79,1 6	79,16	79,1 6	79,1 6	79,1 6	79,1 6	79,1 6
Доп. теплота, вносимая в топку, кДж/м ³	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Снижение расхода топлива на котел, м ³ /с	0,12 3	0,12 3	0,123	0,123	0,123	0,12 3	0,123	0,12 3	0,12 3	0,12 3	0,12 3	0,12 3
Месячная экономия топлива, тыс.м ³ /мес.	329, 2	297, 3	329,2	318,6	329,2	318, 6	329,2	329, 2	318, 6	329, 2	318, 6	329, 2
Месячная экономия топлива, тыс.руб./мес	136 3,5	123 1,6	1363, 5	1319, 5	1363, 5	131 9,5	1363, 5	136 3,5	1319 ,5	136 3,5	131 9,5	1363 ,5

За счёт дополнительной выработки экологически чистой электроэнергии в ДГА, в камеры сгорания энергетических котлов будет произведена подача меньшего объема органического топлива, соотнесенного на количество произведённой электроэнергии, которое составляет 302400 МВт/год (на СГРЭС-2 предполагается установка ДГА-6000 в количестве 6 шт.). При уменьшении расхода органического топлива, сжигаемого в энергетических котлах, в количестве $\Delta B = 20930 \text{ м}^3/\text{ч}$ будет осуществляться меньшее количество выбросов загрязняющих и парниковых газов в окружающую среду, что способствует повышению экологичности станции в целом (АО "ВТИ", 1998).

1. Валовый выброс (т/год) M_{NO_x} загрязняющего вещества NO_x , поступающего в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{NO}_x} = 30,75 \cdot K \cdot Q_n^p \cdot \Delta B \cdot k_n \cdot (I_{\text{NO}_x} / 21 - O_2) \quad (3)$$

Здесь K – коэффициент, учитывающий характер топлива: для газа = 0,345;

Q_n^p – теплота сгорания газового топлива, МДж/нм³;

ΔB – величина уменьшения расхода топлива, т (тыс. нм³);

K_p – коэффициент пересчёта (при определении выбросов в тоннах, $K_p = 10^{-6}$);

I_{NO_x} – измеренная объёмная концентрация, ppm;

Выбросы диоксида азота рассчитываем по уравнению: $M_{\text{NO}_2} = 0,8 \cdot M_{\text{NO}_x}$, т.

Выбросы окиси азота рассчитываем по формуле: $M_{\text{NO}} = 0,13 \cdot M_{\text{NO}_x}$, т.

2. Объемы выбросов парниковых газов, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, рассчитываются по следующим уравнениям.

Выбросы M_{CO_2} , тонн определяются по уравнению:

$$M_{CO_2} = \Delta B \cdot EF_{CO_2} \cdot OF_{пр.газ}, \quad (4)$$

где ΔB – величина уменьшения расхода топлива, т (тыс. $нм^3$);

$EF_{CO_2} = 1,59 \text{ CO}_2/\text{ед}$ – коэффициент от сжигания природного газа;

$OF_{пр.газ} = 1$ для всех видов жидкого и газообразного топлива.

Выбросы M_{H_2O} , тонн определяются по уравнению:

$$M_{H_2O} = \Delta B \cdot V_{H_2O} \quad (5)$$

где ΔB – величина уменьшения расхода топлива, т (тыс. $нм^3$);

V_{H_2O} – действительный объём водяных паров в продуктах сгорания, $м^3/м^3$.

В течение года сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу за счёт подачи меньшего количества органического топлива в топку энергетических котлов составит:

$$M_{NO_2} = 193 \text{ т}; M_{NO} = 31,4 \text{ т}; M_{CO_2} = 38,4 \text{ т}; M_{H_2O} = 35,8 \text{ т}.$$

Анализ результатов комплексных технико-экономических расчетов позволяет сделать вывод об эффективности предложенной схемы установки детандер-генераторного агрегата перед ГРП блока К-800 Сургутской ГРЭС-2. Работа детандер-генераторного агрегата возможна в течении всего календарного года. При этом выработка электроэнергии в ДГА составит 50400 МВт/год. При себестоимости электроэнергии 2,0 руб/кВт·ч экономия в денежном выражении за счет дополнительной выработки электроэнергии в ДГА составит 100,8 млн. руб/год. А экономия топлива в денежном выражении за счет подогрева природного газа перед подачей его в энергетические котлы составит 16,054 млн. руб/год. При этом значительно сокращаются выбросы загрязняющих и парниковых газов в окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агабабов В.С. Методика оценки влияния детандер-генераторного агрегата на тепловую экономичность ТЭЦ // Теплоэнергетика. 2002. № 5. С. 48-52.

Агабабов В.С. Основные особенности применения детандер-генераторных агрегатов на ТЭЦ // Энергосбережение и водоподготовка. 2002. № 3. С. 27-29.

АО "ВТИ", «Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС» РД 34.02.305-98, 1998.

Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М., 2007. 472 с.

Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Уч. пос. для вузов. М., 2012. 325 с.

Кудинов А.А. Тепломассообмен: Уч. пос. для вузов. М., 2012. 375 с.

Кудинов А.А. Строительная теплофизика: Уч. пос. для вузов. М., 2013. 262 с.

Кудинов А.А. Горение органического топлива: Уч. пос. для вузов. М., 2015. 390 с.

Орлов К.А. Пакет программ для вычисления теплофизических свойств воды и водяного пара «WaterSteamPro». [Электронный ресурс]. URL: www.wsp.ru (дата обращения: 12.12.2018).

Р.А. ИБАДУЛАЕВА, К.А. КАРИМОВА

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

**ФАУНА РАКООБРАЗНЫХ ПРУДА
В САНАТОРИИ «ПОВОЛЖЬЕ» (Г. САМАРА)**

Водоёмы, расположенные в рекреационных зонах, должны соответствовать санитарным нормам. Мы изучали пруд, находящийся на территории санатория-профилактория «Поволжье» в районе ул. Советской армии г. Самары. Территория профилактория напоминает парк площадью более 10 га, с корпусами для отдыхающих, лечебными и обслуживающими корпусами. Санаторий окружен жилой застройкой, как высотной, так и одноэтажной. Изучаемый пруд создавался как фонтан диаметром 30 м с бортиком из камня (сейчас сам фонтан и бортик разломаны). Глубина до 1 м. Дно пруда сплошь покрыто растительностью: камни покрыты нитчатыми водорослями, побережье покрыто роголистником, центральная часть – элодеей канадской. Участок до 10 м² занят рогозом узколистным, возле него на поверхность воды покрывается ряской. На пруде периодически кормятся кряквы, на берегах много голубей, потому что отдыхающие кормят птиц. Пруд окружен старыми деревьями, среди которых проложены прогулочные дорожки. Берега пруда постоянно убирают дворники, они же периодически удаляют нитчатые водоросли. До наших исследований этот пруд не изучался (Матвеев и др., 1995).

Отбор проб происходил в 2016 г. с апреля по октябрь с берега с помощью сачка (газ №64, площадь входного отверстия 100см²), поскольку лов планктонной сетью был невозможен из-за малой глубины и камней. Кроме того, пробы отбирались методом кружки, воду наливали в 2 л бутылки.

В лаборатории пробы фиксировали 4% раствором формалина и разбирали в камере Богорова с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 в соответствии с общепринятой методикой (Жадин, 1960). Воду из бутылок фильтровали в лаборатории через газ №78. Тину, попадавшую в сачок, промывали в лаборатории для извлечения застрявших там организмов. Подсчитывали количество экземпляров каждого вида в выборке, затем рассчитывали численность вида в 1 м³ воды.

Для определения видовой принадлежности ракообразных использовали определители (Мануйлова, 1964; Определитель...1995).

Видовой состав ракообразных сравнивали с другими прудами с помощью коэффициента видового сходства Серенсена: $2c/(a+b)$; где a – виды только в одном пруде, b – виды только во втором пруде, c – общие виды, встречавшиеся в обоих прудах.

Видовое разнообразие ракообразных оценивали по индексу Шеннона:

$$H = -\sum_{i=1}^S n_i/N * \log_2 n_i/N$$

Где: S – количество видов в водоеме, N – суммарное количество особей всех видов в пробе, n_i – количество особей каждого вида (Шитиков, Розенберг, 2009).

Для статистической обработки результатов использовали пакет прикладных программ Excel для персонального компьютера.

В 2016 г. в пруду санатория обнаружили 11 видов ракообразных:

<i>Cyclops vicinus vicinus</i> Uljanin, 1875;	<i>Thermocyclops. oithonoides</i> Sars, 1863;
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisher, 1851);	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Muller, 1785);
<i>Microcyclops varicans</i> (Sars, 1863);	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Muller, 1785);

Pleuroxus uncinatus (Baird, 1850);
Alona quadrangularis (O.F. Muller, 1785);
Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Muller, 1785);

Daphnia longispina (O.F. Muller, 1785);
Simocephalus vetulus (O.F. Muller, 1776);
Candona sp.;
Dolerocypris sp.

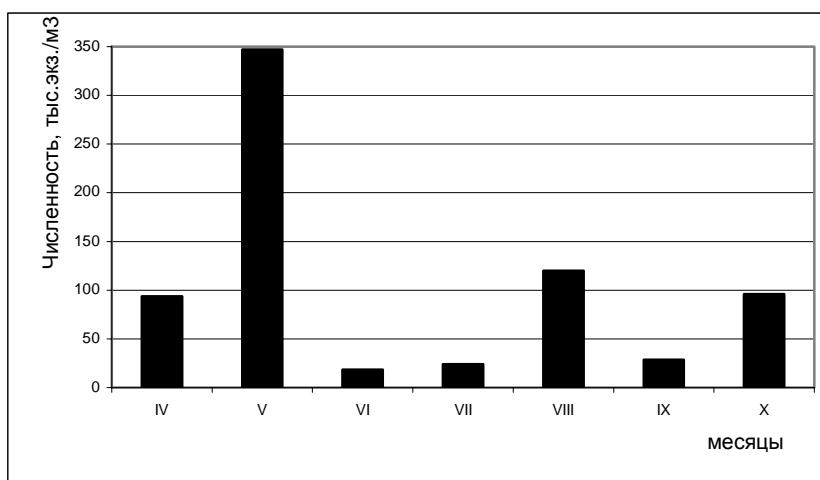


Рис. Сезонные изменения численности ракообразных (тыс.экз./м³)

Как видно из рисунка, в течение сезона происходили сильные изменения численности ракообразных. После достижения максимальной численности в мае, она уменьшилась в июне более, чем 10 раз, затем произошли еще 2 её подъёма. Динамику численности определяли веслоногие, составлявшие до 89% общей численности, при этом 65% количества веслоногих пришлось на науплии. Ветвистоусые ракообразные составляли 10% общей численности, ракушковые 1%. Индекс видового разнообразия составил 1,93 бит. Среди веслоногих почти 60% составляли представители рода *Thermocyclops*. Среди ветвистоусых представители *Daphniidae* (преимущественно *Ceriodaphnia*) занимали 56%, *Chydoridae* (преимущественно *Pleuroxus*) – 46%.

Мы сравнили наши результаты с данными по другому сходному по характеристикам водоёму в парке Победы – также бывшему фонтану (Фролова, Герасимов, 2014). Там было обнаружено 19 видов ракообразных. Коэффициент видового сходства Серенсена между прудами составил 1,2, что говорит об умеренных различиях видового состава ракообразных. В изучаемом нами пруду не были представлены *Eudiaptomidae* и *Harpacticoida*. Структура сообщества была другой – веслоногих меньше – 71% численности (среди них лидировал также рода *Thermocyclops*), ветвистоусых больше – 29% численности (доминировал *Chydorus sphaericus*). Численность ракообразных в пруду парка Победы не превышала 35 тыс.экз./м³, что на порядок меньше, чем в пруду Профилактория. Наибольшая численность достигалась в июне и затем неуклонно уменьшалась до октября. Различия по численности объясняются, скорее всего, тем, что водоём в парке Победы имеет бетонированное дно и бортик по периметру, это резко ограничивает количество поступающих биогенных элементов и лимитирует кормовую базу.

Мы полагаем, что исходя их параметров сообщества ракообразных, экосистема пруда в Профилактории находится в удовлетворительном состоянии. До 2010 г. этот пруд сильно высыхал к концу лета. Теперь администрация Профилактория ежемесячно пополняет его водой. Следовало бы ограничить активное кормление отдыхающими уток и голубей, поскольку это способствует эвтрофированию водоёма и загрязнению берегов птичьим помётом и перьями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высш. шк., 1960. 189 с.

Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л.: Наука, 1964. 326 с.

Матвеев В.И., Геїхман Т.В., Соловьева В.В. Самарские пруды как объект ботанических экскурсий. Самара, 1995. 44 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. СПб.: ЗИН, 1995. 627 с.

Фролова В.Д., Герасимов Ю.Л. Планктонные ракообразные пруда в парке культуры и отдыха им. 30-летия Победы города Самары // Экологический сборник 5. Тр. молодых ученых Поволжья. Тольятти: ИЭВБ РАН, Кассандра. 2014. С. 378-383.

Шитиков В.Г., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия – попытка формального обобщения // Количественная гидроэкология. Тольятти: Кассандра, 2009. С. 91-129.

М.Ф. ИЗИМЕТОВА

Уральский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, г. Екатеринбург, Россия

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Водоохранилища – искусственные водоемы, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, рыбохозяйственных и рекреационных водных объектов. С первой половины XVIII в. на территории Среднего Урала было сооружено большое количество водохранилищ. К настоящему времени на реках Свердловской области насчитывается 134 водохранилища (Водные ресурсы, 2004).

В представленной работе проанализированы и обобщены сведения о гидрохимическом режиме нескольких крупных водохранилищ Свердловской области (Белоярское, Исетское, Рефтинское). Все исследуемые водоемы относятся к Обь-Иртышскому бассейну. Основные параметры водохранилищ приведены в табл. 1.

Исетское водохранилище – одно из старейших на Урале водохранилищ озерного типа. Образовано в 1725 г. путем строительства плотины на истоке р. Исеть из оз. Исетское. Как водоем-охладитель Среднеуральской ГРЭС водохранилище эксплуатируется с 1936 г. Заболоченность площади водосбора весьма значительна и по разным источникам достигает 32,0–43,0% (Еремкина и др., 2017).

Исетское водохранилище до постройки СУГРЭС представляло собой болотный дистрофный водоем, кислый, слабой минерализации, с очень мягкой гидрокарбонатной водой, с большим количеством органических веществ. После превращения водохранилища в охладитель СУГРЭС природный физико-химический облик водоема резко изменился. Из заморного озера превратилось в богатый кислородом водоем (Балабанова, Сысолятина, 1966).

В начале 1960-х гг. водоем характеризовался сульфатными водами при кислом рН, в воде резко увеличивается содержание хлоридов и натрия. В 1980-е гг. вода водохранилища характеризовалась благоприятным кислородным режимом, щелочным рН, низкой прозрачностью (0,4–1,4 м по диску Секки), высоким содержанием легкодоступного органического вещества, накоплением минеральных форм азота и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым составом (Васина, Ярушина, 1984).

На современном этапе вода пресная, среднеминерализованная, мягкая, по водородному показателю нормальная, гидрокарбонатного класса магниевой группы. По сравнению с предыдущими периодами наблюдений отмечается увеличение цветности (максимум – 134 градуса цветности по платиново-кобальтовой шкале), нитратов (2,3 мг/дм³), фосфатов (0,13 мг/дм³), хлоридов (17,0 мг/дм³), магния (8,96 мг/дм³), снижение прозрачности по диску Секки, которая в последние годы не превы-

Таблица 1. Основные морфометрические показатели исследуемых водохранилищ

Водоохранилище	Площадь зеркала, км ²	Объем, млн. м ³	Длина, км	Глубина, м	
				максимальная	средняя
Исетское	24,9	59,8	9,2	4,4	2,4
Белоярское	34,4	242	25,0	18,3	7,0
Рефтинское	25,3	142	14,0	22,0	5,4

шает 0,9 м (табл. 2). Многолетняя динамика гидрохимического режима Исетского водохранилища свидетельствует об ухудшении качества воды в водоеме и повышении его трофического статуса до эвтрофного (Еремкина и др., 2017).

Таблица 2. Гидрохимическая характеристика воды исследуемых водохранилищ (минимум–максимум)

Показатели, ед. изм	Исетское водохранилище		Рефтинское водохранилище		Белоярское водохранилище	
	1934–1999 гг.	2000–2017 гг.	1969–1999 гг.	2000–2016 гг.	1968–1999 гг.	2000–2018 гг.
Прозрачность, м	0,3-2,5	0,3-0,9	0,8-2,2	0,5-1,5	1,1-5,0	0,5-1,2
Минерализация, мг/дм ³	51,9-245,6	65,5-108,4	81,1-397,5	105,3-334	161,4-464,6	157,5-529,6
Жесткость общая, °Ж	0,58-2,92	0,84-1,9	1,1-3,5	1,7-3,8	1,4-5,0	2,7-5,5
Цветность, градус цветности	45,0-60,0	44,6-134	–	16,5-93,2	–	13,6-82,5
pH, ед. изм	6,0-9,3	7,1-8,9	6,6-8,4	6,5-9,1	7,2-8,5	6,6-9,4
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	9,3-106,4	15,2-27,4	8,8-26,7	5,0-19,4	6,7-28,2	4,3-21,2
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,56-7,44	2,2-8,6	–	0,23-6,8	0,9	от <0,5 до 10,4
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,01-1,55	от <0,05 до 1,10	0,0-1,0	от <0,04 до 0,88	0,0-2,7	0,01-1,25
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,0-0,037	от <0,02 до 0,06	0,0-0,1	от <0,02 до 1,75	0,0-1,0	от <0,003 до 0,88
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	0,0-0,68	от <0,1 до 2,3	0,0-3,7	от <0,11 до 8,35	0,0-10,5	0,02-7,44
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³ (по P)	0,0-0,1	0,01-0,13	0,002-0,09	0,004-0,09	0,001-0,3	0,006-0,44

Рефтинское водохранилище – водоем-охладитель Рефтинской ГРЭС, созданный в 1969 г. на реке Рефт (левобережный приток р. Пышмы), образующемся при слиянии двух притоков: Большого и Малого Рефтов. Водоохранилище осуществляет многолетнее и внутригодовое регулирование стока р. Рефт.

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77, вода Рефтинского водохранилища на современном этапе пресная, среднеминерализованная, умеренно жесткая. Активная реакция воды варьирует от нормальной до подщелочной (опасна для рыб при длительном воздействии). Анионный состав смешанный. Из катионов преобладают кальций и магний. По соотношению между ионами по классификации О.А. Алекина (1970) вода относится преимущественно к гидрокарбонатному классу магниевой группы. В целом, гидрохимический режим водохранилища по сравнению с 1970-и, 1980-и гг. не претерпел существенных изменений. Можно отметить изменение максимальных значений таких показателей как прозрачность (не превышает 1,5 м), содержание нитритов, нитратов (табл. 2).

Газовый режим водоема благоприятный, в июле 2013 г. насыщения воды кислородом составляло 87–140%. Насыщение воды кислородом составляет в среднем

более 90%, а его содержание достаточно для обитания различных видов ихтиофауны, в том числе и ценных видов рыб.

Повышенная цветность и перманганатная окисляемость воды обусловлены заболоченностью водосбора. В целом состояние водохранилища на современном этапе можно охарактеризовать как достаточно стабильное.

Белоярское водохранилище создано на р. Пышма в 1959 г. Река Пышма является правобережным притоком р. Туры. Водохранилище осуществляет внутригодовое и многолетнее регулирование стока. Основное назначение водоема – источник технического водоснабжения и охладитель Белоярской АЭС.

В процессе формирования водоема (1959–1988 гг.) отмечался неблагоприятный кислородный режим, повышенная цветность воды, связанная с интенсивным загрязнением органическими веществами. В более поздний период кислородный режим улучшился. В период после 1980 г. наблюдалось увеличение содержания сульфатов и хлоридов в воде, связанное с загрязнением ее промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами (Чеботина и др., 1992).

В настоящее время вода водохранилища характеризуется как пресная, среднеминерализованная, умеренно жесткая. По соотношению между ионами вода относится преимущественно к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевой группы. В 2018 г. соотношение между ионами сменилось на гидрокарбонатный класс натриевой группы. Активная реакция воды изменяется от нормальной до подщелочной. Водохранилище характеризуется низкой прозрачностью, повышенной цветностью, однако в последние годы цветность воды (2014–2018 гг.) снизилась (максимум – 37,2 градуса цветности по платиново-кобальтовой шкале).

Отмечаемые на протяжении ряда лет повышенные концентрации нитритов, фосфатов связаны с особенностями поступления хозяйственно-бытовых сточных вод в водохранилище. Сравнение многолетних данных позволяет характеризовать гидрохимический режим как неустойчивый. Практически по всем показателям в разные годы наблюдаются значительные колебания абсолютных величин. В настоящее время основным фактором, определяющим качество воды в водохранилище, является антропогенное воздействие, обусловленное тепловым загрязнением от эксплуатации Белоярской АЭС.

Таким образом, исследуемые водохранилища относятся к пресным, среднеминерализованным водоемам с мягкой и умеренно жесткой водой. Водохранилища характеризуются нормальным (Исетское) и подщелочным рН (Рефтинское, Белоярское), повышенной цветностью и перманганатной окисляемостью, низкой прозрачностью, свидетельствующие о процессе эвтрофикации водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 443 с.

Балабанова З.М., Сысолятина Т.А. Водоемы Большого Свердловска // Тр. Уральского отд. СибНИИРХ. Свердловск, 1966. Т. 7. С. 107-132.

Васина М.Н., Ярушина М.И. Экологическая характеристика Исетского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1984. Вып. 212. С. 61-68.

Водные ресурсы Свердловской области / Под науч. ред. Н.Б. Прохоровой. Екатеринбург, 2004. 432 с.

ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила

таксации рыбохозяйственных водных объектов. М.: Изд-во стандартов, 1977. 17 с.

Еремкина Т.В., Изметова М.Ф., Климова Н.Б., Силивров С.П., Цурихин Е.А., Чечулина Н.В. Экология Исетского водохранилища – водоема-охладителя Среднеуральской ГРЭС // Экология водоемов-охладителей энергетических станций: сб. материалов Всерос. науч.-практич. конф. с международ. участием. Чита, 2017. С. 109-117.

Чеботина М.Я., Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Куликов Н.В. Радиоэкологические исследования Белоярского водохранилища. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. 77 с.

В.Н. ИЛЬИНА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

ДИНАМИКА ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ *Cypripedium calceolus* L. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В ходе ведения Красной книги Самарской области осуществляется мониторинг ценоотических популяций редких видов растений, в том числе представителей сем. Орхидные (Ильина, 2018а-в; Ильина, Митрошенкова, 2018).

Венерин башмачок настоящий, или желтый (*Cypripedium calceolus* L., Orchidaceae) охраняется на территории Самарской области (Красная книга..., 2017), имеет категорию 3 – редкий вид. Также он 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 Пв к Директиве Европейского Союза о местах обитания (Council Directive..., 1992), Приложение II к Конвенции СИТЕС (Конвенция о международной..., 1995). Включен в Красную книгу Российской Федерации (Красная книга..., 2008). Находится под охраной в Республике Татарстан (Красная книга..., 2016), Саратовской (Красная книга..., 2006), Ульяновской (Красная книга..., 2015) и Оренбургской обл. (Постановление Правительства..., 2014).

В Самарской области встречается в Предволжье (Ставропольский, Сызранский, Шигонский р-ны) и в Заволжье (Борский, Елховский, Иса克林ский, Кинельский, Клявлинский, Кошкинский, Красноярский, Похвистневский, Сергиевский, Челно-Вершинский, Шенталинский р-ны). Обычно произрастает в сосново-широколиственных лесах на карбонатных почвах. Встречается в виде одиночных особей и небольшими по численности популяциями. Наиболее крупные популяции отмечены для территории Жигулевского заповедника, в Красноярском и Шигонском р-нах. Большинство популяций находится в удовлетворительном состоянии (Красная книга..., 2017).

Среди лимитирующих факторов следует отметить особенности онтогенеза, низкую эффективность семенного размножения, изменение ценоотических условий при антропогенном влиянии на местообитания, рекреацию, в том числе сбор на букеты, выкопка растений в целях пересадки на садовые участки.

В настоящее время охраняется на территории Жигулевского заповедника, НП «Самарская Лука» и ПП «Рачейская тайга» (Сызранский р-н), «Меловые леса южной части Сенгилеевской возвышенности» (Шигонский р-н), «Сосновый древостой естественного происхождения» (Иса克林ский р-н), «Красноармейский сосняк» (Кинельский р-н) (Красная книга..., 2017).

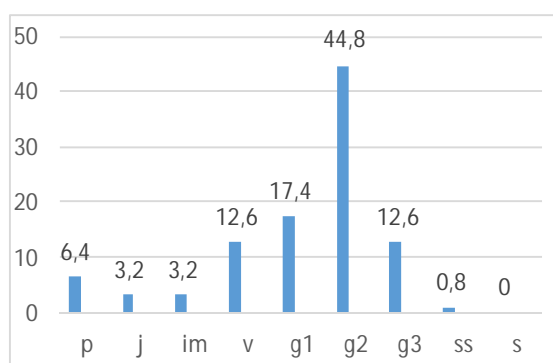


Рис. Базовый онтогенетический спектр
Cypripedium calceolus

Базовый онтогенетический спектр всех исследованных ценопопуляций представлен на рисунке.

Также проведено исследование динамики онтогенетической структуры в 2 популяциях венерина башмачка настоящего – в окрестностях с. Новый Кувак (Самарское Высокое Заволжье) и на территории памятника природы «Рачейская тайга» (Самарское Предволжье) (табл. 1). Спектры изученных популяций отличаются от базового для Самарской области, который в целом характеризуется как центрированный с высокой долей прегенеративных особей (около 25%). Указанные в статье ценопопуляции имеют низкую долю прегенеративных растений (от 2,7 до 14,9%, в среднем 7,55%) и высокий процент постгенеративных растений (1,1–17,9%, в среднем 10,65%), а спектр имеет правосторонний характер (табл. 2).

Таблица 1. Онтогенетический состав ценопопуляций

№ п/п	Местообитание, год	Онтогенетические группы особей							
		j	im	v	g1	g2	g3	ss	s
1	Нов. Кувак - 2010	0	2,2	12,7	19,6	23,8	40,6	1,1	0
2	Нов. Кувак - 2013	0	1,8	6,7	1,9	42,2	39,5	7,9	0
3	Нов. Кувак - 2018	0	0	2,7	8,1	55,4	18,1	15,7	0
4	Рачейская тайга - 2013	0	0	4,1	10,2	33,7	34,1	17,9	0
5	Рачейская тайга - 2017	0	3,6	4,9	20,7	46,9	12,5	11,4	0
	Среднее значение	0	1,00	6,55	9,95	38,78	33,08	10,65	0

Таблица 2. Демографические особенности и типы ценопопуляций

№ п/п	Доля особей разных периодов онтогенеза			Демографические показатели					Тип ЦП
	p-v, %	g1-g3, %	ss-s, %	I _з	I _в	I _{ст}	Δ	ω	
1	14,9	84,0	1,1	0,18	0,18	0,01	0,49	0,77	зрелая
2	8,5	83,6	7,9	0,09	0,10	0,09	0,58	0,81	стареющая
3	2,7	81,6	15,7	0,03	0,03	0,19	0,57	0,84	стареющая
4	4,1	78,0	17,9	0,04	0,05	0,22	0,61	0,78	стареющая
5	8,5	80,1	11,4	0,09	0,11	0,13	0,49	0,81	зрелая
Среднее значение	7,55	81,80	10,65	0,08	0,09	0,12	0,55	0,80	

Анализ демографической структуры ЦП позволил установить их типы по критерию возрастности и эффективности (таблица 2). Средние показатели индекса замещения особей в ЦП (I_з) – 0,08; индекса восстановления (I_в) – 0,09; индекса старения (I_{ст}) – 0,12; возрастности (Δ) – 0,55; эффективности (ω) – 0,80. В природной популяции в окр. с. Нов. Кувак отмечено ее постепенное старение и заметным снижением доли прегенеративных особей; при достаточно равноценном составе генеративных растений в указанные годы исследования значительно возросло число особей постгенеративной фракции. В Рачейской тайге (на территории памятника природы) состав групп особей изменился незначительно, хотя анализ демографических показателей позволил констатировать некоторое омоложение ЦП и переход ее из стареющей в зрелую.

Как у большинства видов, произрастающих к близким к оптимальным условиям местообитаниях, закономерно наблюдается флуктуационная динамика онтогенетического состава. Однако увеличение антропогенной нагрузки, что отмечается в окр. с. Новый Кувак, приводит к старению ЦП редкого вида венериного башмачка, тем самым подтверждая действие лимитирующих факторов, указанных выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ильина В.Н.* Онтогенетическая структура и состояние популяций некоторых редких видов сем. *Orchidaceae* в Самарской области // Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV Международ. науч. конф. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та; Гуманитарный ун-т, 2018а. С. 354-358.
- Ильина В.Н.* Онтогенетическая структура популяций пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Sob, *Orchidaceae*) в Самарской области // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы IX всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рожд. к.г.н., доц. А.С. Захарова. Самара: СГСПУ, 2018б. С. 59-62.
- 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. 2018в. Т. 27, № 4(1). С. 34-39. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10088
- Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е.* К вопросу оптимизации изучения растительного покрова Самарской области // Ботаника в современном мире. Тр. XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т. 1: Систематика высших растений. Флористика и география растений. Охрана растительного мира. Палеоботаника. Ботаническое образование. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 259-262.
- Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (Заклучена в г. Берне 19.09.1979). [Электронный ресурс]. URL: http://www.conventions.ru/view_base.php?id=19814 (дата обращения: 11.10.2017).
- Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (подписана 3 марта 1973 г. в г. Вашингтон) // СИТЕС в России. Охрана живой природы. Вып. 5. Нижний Новгород, 1995. С. 6-52.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
- Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2016. 760 с.
- Красная книга Самарской области. Том I. Редкие виды растений и грибов / под редакцией С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Самара, 2017. 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.
- 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»
- 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.
- 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. Pp. 7-50.

И.А. ИСКИНОВА, М.С. ГЕРАСИМОВА,
Н.А. КОБЕЛЕВА, Т.В. ИЗВЕКОВА, А.А. ГУЩИН

Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново, Россия

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ И ВОДЫ В Р. УВОДЬ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО

В последние десятилетия наблюдается рост поступления в окружающую среду различных загрязняющих веществ, которые представляют серьезную угрозу для среды обитания человека и его здоровья.

Одними из наиболее токсичных загрязняющих веществ являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Данные вещества представляют все больший интерес, так как они обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, а также устойчивостью и способностью накапливаться в воде, почве и воздухе.

Одним из наиболее характерных представителей ПАУ является бенз(а)пирен. Бенз(а)пирен - вещество 1 класса опасности, обладающее высокой токсичностью и ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами (Воробьева, Прохорова, 2017). Поступая в организм человека даже в малых дозах, БП способен вызывать злокачественные опухоли (Перечень веществ..., 1999). Он обладает устойчивостью и способностью накапливаться в воде, почве и воздухе, а также является индикатором на присутствие в окружающей среде других полициклических углеводородов (Ровинский и др., 1988).

Исследование содержания ПАУ в объектах окружающей среды осуществлялось в 2017–2018 г. на территории города Иваново. Объектом исследования были снежный покров прибрежно-защитной полосе р. Уводь и вода из неё. В качестве контрольных участков были выбраны мосты вдоль реки. Для оценки уровня фонового загрязнения были отобраны образцы вне сферы локального антропогенного воздействия.

Достоинства мониторинга снежного покрова состоят в следующем:

- 1) будучи относительно устойчивой механической системой, снег одновременно не является активным ни в химическом, ни в биологическом отношении, как, например, почва. В нем практически не происходит химических трансформаций веществ и, поэтому, снег может рассматриваться индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и водной среды;
- 2) снежный покров естественным способом обеспечивает концентрирование примесей по сравнению с воздушной средой, что упрощает последующую задачу анализа загрязняющих веществ;
- 3) отбор проб снега достаточно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб воздуха.

Отбор проб на рассматриваемых участках осуществляли в соответствии с требованиями (РД. 52.04.186 – 89, 1991). Пробы снега отбирали в марте (т.е. в то время, когда установился устойчивый снежный покров). Всего было отобрано 12 проб снега. Пробы воды отбирали в апреле 2018 г. (т.е. в период таяния льда). Всего было отобрано 16 проб воды.

Анализ проб проводили согласно (ФР 1.31.2001, 2001) Пробы снега растапливали,

талую воду фильтровали и экстрагировали в ультразвуковой ванне при комнатной температуре н-гексаном с высушенного фильтра, полученный экстракт выпаривали и сухой остаток растворяли в ацетонитриле. Полученные растворы анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием анализатора жидкости ФЛЮОРАТ-02М в качестве флуориметрического детектора с колонкой и предколонкой, заполненной обращенно-фазовым сорбентом «Kromasil C18». Детектирование оптического сигнала проводили в интервале длин волн возбуждения 270-360 нм и регистрации 390-450 нм, обеспечивающих максимальную чувствительность и селективность. Относительная погрешность составляет $\pm 10\%$ при доверительной вероятности 0,95 во всем диапазоне измеряемых концентраций. Случайная составляющая погрешности не превышает $\pm 6,0\%$ ($СКО \leq 3,0\%$) (ПНД Ф 14.1:2:4.186-02, 2010).

Результаты контроля уровня загрязнения снежного покрова БП приведены в табл. 1. Уровень загрязнения БП снежного покрова превышает фоновые значения во всех отобранных пробах в среднем в 3 раза.

Об уровне загрязнения воздуха и снежного покрова, помимо самих концентраций загрязняющих веществ, можно судить по такому показателю как плотность выпадения, то есть количеству загрязнителя на единицы площади. Плотность выпадения (P) определяется по формуле:

$$P = H \cdot C \cdot k, \text{ мг/м}^2,$$

где, C – концентрация загрязняющего вещества в пробе снега, мг/м³; H – количество осадков, выпавших в течение года (по данным Ивгидромета среднее количество осадков за последние 5 лет составляет 581 мм = 0,581 м); k – доля осадков того или иного вида (0,34 для твердых осадков (снег)).

Плотность выпадения бенз(а)пирена колеблется в пределах от 0,25 до 1,42 мкг/м². Полученные данные также позволяют утверждать, что наименьшее значение концентрации можно увидеть на Харинке, пробы снега на которой отбирались в роднике под мостом. Максимальное содержание канцерогена наблюдается в районе Шереметьевского проспекта под Соковским мостом, данная улица города с оживленным движением автотранспорта. Это еще раз доказывает, что автотранспорт является основным источником поступления в атмосферу бенз(а)пирена в г. Иваново.

Средняя плотность выпадения составила 0,92 мкг/м². По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды в РФ», плотность выпадения по бенз(а)пирену в среднем на европейской территории России составляет $0,52 \cdot 10^{-3}$ мг/м². Наблюдается превышение среднего уровня загрязнения снежного покрова бенз(а)пиреном во всех отобранных образцах.

Полученные результаты позволили оценить уровень накопления БП в снежном покрове:

$$m = \frac{C_c \cdot V}{S},$$

где m – скорость накопления, мкг/м²; C_c – концентрация БП в снеге, мкг/л; V – объем талой воды, л; S – площадь отбора пробы снега, м².

Расчетные уровни поступления БП приведены в табл. 1. Полученные результаты, представляющие собой скорость накопления БП в снегу за интервал времени равном 5 месяцев, согласуются с полученными 2017 году данными, которые варьируются от 0,02 мкг/м² до 3,758 мкг/м².

Анализ воды в р. Увудь на содержание БП проводился с целью установления каналов поступления данного загрязняющего вещества в водный объект. Результаты контроля проб воды представлены в табл. 2.

Таблица 1. Уровень загрязнения снежного покрова в прибрежной зоне р. Уводь в г. Иваново

№	Среднее / медианное содержание, мкг/м ³	Содержание БП, мкг/м ³	Плотность выпадения, Р, мг/м ²	Уровень поступления БП в снежный покров, мкг/м ²
1	4,2/3,4	$(2,7 \div 12,3) \cdot 10^{-3}$	$(0,5 \div 2,4) \cdot 10^{-3}$	0,25 ÷ 1,42

Таблица 2. Уровень загрязнения БП воды р. Уводь в г. Иваново

№	Среднее / медианное содержание, мкг/м ³	Содержание БП, нг/л
1	2,3/0,98	0,2 ÷ 12,8

Результаты контроля содержания БП воде позволила выявить, что наиболее концентрации наблюдаются в местах с наиболее интенсивным движением автотранспорта, что позволяет предположить, что основным источником поступления БП являются процессы сгорания топлива в ДВС автотранспорта, т.е. именно локальные источники ответственны за формирование качества окружающей среды, что подтверждают результаты ранее проведенных исследований по оценке уровня загрязнения почвенного покрова г. Иваново (Машкин и др., 2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воробьева К.Ю., Прохорова Н.В. Бенз(а)пирен и нефтепродукты в почвенном покрове населенных пунктов разного статуса в Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2017. № 2-2. С. 239-243.

ФР.1.31.2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Качество снежного покрова. Поверхностная плотность бенз(а)пирена. Методика выполнения измерений методом ВЭЖХ. Восточно-Сибирский НИИ физико-технических и радиотехнических измерений. Иркутск, 2001.

Машкин Д.В., Извекова Т.В., Гуцин А.А., Гриневич В.И. Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново тяжелыми металлами и нефтепродуктами // Изв. высш. учебных заведений. Сер. "Химия и химическая технология". 2017. Т. 60, № 5. С. 94-99.

Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и

природных факторов, канцерогенных для человека. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 23 с.

ПНД Ф 14.1:2:4.186-02. Методика выполнения измерений массовой концентрации бензапирена в пробах природных, питьевых (в том числе расфасованных) и сточных вод флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа "Люмахром". СПб., 2010.

РД. 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Госкомгидромет, 1991. 693 с.

Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.Д. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л: Гидрометеоздат, 1988. 224 с.

М.С. КАДУЛИН

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

**ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОСЛЕ ИХ
РЕМЕДИАЦИИ В ПОС. НИКЕЛЬ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

На территории Мурманской области широко распространены месторождения полезных ископаемых. Для их разработки в советское время был построен ряд градообразующих предприятий. Одним из таких предприятий является горно-металлургический комбинат (ГМК) «Печенганикель» расположенный в городской черте пгт Никель. В настоящее время комбинат занимается обогащением сульфидных руд и выплавкой фэйнштейна – частично очищенного от серы концентрата, используемого для получения никеля и меди.

Производственная деятельность ГМК «Печенганикель» сопровождается значительным выбросом тяжёлых металлов (ТМ) (Ni – 300-350 и Cu 150-200 т/год) и диоксида серы (Мониторинг... , 2012). В зоне максимального загрязнения на удалении 1-2 км от комбината располагаются так называемые техногенные пустоши, на которых растительность практически отсутствует, а почвы эродированы и загрязнены ТМ.

Благодаря снижению выбросов диоксида серы в 2.5 раза (от 250 до 100 тыс. т/год) (Мониторинг..., 2012) произошло улучшение экологической ситуации в п.г.т Никель. Это послужило основанием для проведения ремедиации части почв техногенных пустошей с целью искусственного восстановления растительности.

Развитие первичных продуцентов органического вещества – растений обеспечивает запуск биологического круговорота, что закономерно вызывает усиление дыхания почвы. Интенсивность выделения CO₂ определяли камерным методом (Кадулин и др., 2017).

Хемо-фитостабилизация почв пустошей не привела ни к заметному снижению их токсичности ни к увеличению плодородия. В этой связи содержание корневой и микробной биомассы, продуцирующей CO₂ в почве, практически не изменилось, а поток CO₂ возрос всего в 2 раза практически целиком за счёт усиления микробного дыхания.

Нанесение исходно плодородного слоя поверх бесплодных почв пустошей обеспечило быстрое улучшение условий развития в них жизни. В нанесённом состоянии этот слой отличался значимо более низким содержанием ТМ и большим – микроэлементов, а также большим рН_{H2O}. Благодаря этому по сравнению с исходными пустошами содержание тонких корней и микробной биомассы увеличилось в 4-5 раз, а продуцирование ими CO₂ – до 7 раз.

Можно заключить, что использование уровня выделения CO₂ из почвы в качестве критерия эффективности ремедиации техногенных пустошей посёлка Никель является в той же мере информативным показателем, что и величины растительной и микробной биомассы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кадулин М.С., Смирнова И.Е., Копцик Г.Н. Эмиссия диоксида углерода почвами лесных экосистем заповедника «Пасвик» в Кольской Субарктике // Почвоведение. 2017. № 9. С. 1098-1112.

Мониторинг окружающей среды в зоне влияния Кольской ГМК и рекультивация нарушенных земель. URL: http://www.kolagmk.ru/sites/default/files/content/docs/monitoring_okruzhayushchey_sredy_v_zone_vliyaniya_oao_kolskaya_gmk_i_rekultivatsiya_narushennyh_zemel.ppt (дата обращения: 02.09.2012).

Г.И. КАЛИМУЛЛИНА

Казанский (Приволжский) федеральный университет; ООО «ЭкоЛидер», г. Казань, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ БЕРЕГОВЫХ ЛИНИЙ (ГРАНИЦ) ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В последние 2 десятилетия в связи с быстрым развитием технологий космического зондирования и автоматизированной обработки их материалов большое внимание стало уделяться изучению по космическим снимкам геосистем и их компонентов, включая водные объекты. При этом главные направления подобных исследований сосредоточены на использовании сильных по сравнению с традиционными топографическими картами сторон космоснимков: высокой оперативности материалов съёмки и возможности получения разновременных изображений практически с посуточной дискретизацией.

Сейчас космические снимки используются, как правило, для мониторинга опасных и неблагоприятных гидрологических явлений, либо для исследования периодических изменений различных характеристик и свойств водного объекта. В то же время многие проблемы использования космических снимков для решения прикладных задач до сих пор далеки от решения. Одной из таких проблем является установление местоположения береговых линий (границ) водных объектов для постановки их на государственный кадастровый учет. В настоящее время в Водном и Земельном кодексах прописана необходимость установления границ водных объектов, однако не оговорено какими способами и методами (Потапов и др., 2013; Пьянков, Шихов, 2014).

В соответствии с требованиями современного российского водного законодательства границей всех водных объектов суши естественного (рек, ручьев, озёр) и некоторых водных объектов искусственного (каналы, обводненные карьеры) происхождения считается береговая линия при среднем многолетнем уровне воды за период, когда водный объект не покрыт льдом (Водный кодекс..., 2006, ст. 5). К настоящему времени сложились три в значительной степени различных подхода к определению границ водных объектов. Первый базируется на статистической обработке данных ежедневных измерений уровней воды на гидрологических постах; второй – на проведении полевых инженерно-гидрологических и инженерно-геодезических изысканий на водных объектах с построением кривой связи расхода Q от уровня воды H (для водотоков) или объема котловины V от уровня воды H (для озёр и обводненных карьеров). Указанные методы являются ресурсозатратными, в том числе требуют большого количества времени для своего осуществления (Гидрологические..., 1987; Владимиров, 1990).

Третий подход лежит в основе данного исследования и основывается на анализе разновременных и разносезонных материалов дистанционного зондирования Земли. На каждом снимке устанавливается положение фактической береговой линии и срочный уровень воды на дату съёмки по цифровым моделям рельефа. В последующем в ряду срочных уровней изыскивается средний уровень воды за период, когда водный объект не покрыт льдом; береговая линия, соответствующая этому уровню, считается границей водного объекта.

Целью данного исследования служит разработка основных положений методики определения береговых линий водных объектов на основе анализа разновременных космических снимков на примере оз. Белое, которое входит в систему Клепиковских озёр, находящихся на стыке Владимирской, Рязанской и Московской областей.

Для оценки многолетних колебаний уровней воды за безледный период и связанных с ними смещений береговых линий использованы безоблачные разновременные разносезонные снимки с пространственным разрешением 30 м, полученные со спутников Landsat 7 ETM+ и Landsat 8 OLI (EarthExplorer..., 2018).

Озеро обладает изометричными (округлыми в плане) очертаниями: длина озера равна примерно 850 м, наибольшая ширина – 550 м. Площадь озера составляет около 300 га. Котловина имеет карстовое происхождение (максимальные глубины в центральной части озера могут достигать 50 м и более). Озеро большей частью окружено отмельными заболоченными берегами, частью открытыми, частью занятыми сосновыми лесами. Литораль и сублитораль, повторяя рельеф субаэральной части береговой зоны, отличаются небольшими глубинами (до 5 м) и подвержены процессам эвтрофикации. Озеро является бессточным; его питание осуществляется за счет атмосферных осадков и притока грунтовых вод, а расход водной массы – за счет испарения и инфильтрации в грунт дна и берегов.

Для определения среднего уровня воды оз. Белое за период, когда озеро не покрыто льдом, были обработаны 7 снимков Landsat, отнесенных к периоду 1999–2018 гг. (табл.). Исходные изображения преобразованы путем цветового синтеза в сочетании 7 (Red), 5 (Green) и 4 (Blue) каналов для снимков Landsat 7 ETM+ и 7 (Red), 6 (Green) и 5 (Blue) – для Landsat 8 OLI. Таким образом, использованы каналы только из инфракрасного диапазона, что позволяет с большой точностью дешифровать водные объекты суши (Quinn, 2001).

Дешифрирование водных объектов проводилось на основе метода автономной кластеризации ISODATA в программе ERDAS Imagine (ERDAS Imagine..., 2015). Для исследуемой территории в ходе классификаций выделено в зависимости от качества снимка 20–25 классов. В последующем производилось наложение классифицированного изображения на исходный снимок и экспертное определение тех классов, которые соответствуют водным объектам (точнее – водной поверхности). На завершающем этапе путем переклассификации классам, соответствующим водной поверхности, присваивался код «1», всем остальным классам – код «0». Полученный тематический растр конвертировался в векторный формат, а затем векторный слой сглаживался (подвергался генерализации) для устранения «пиксельной» структуры.

Таким образом для исследуемого озера были получены 7 береговых линий, каждая из которых фиксирует положение берега в одну из дат той части года (с апреля по сентябрь), когда водный объект не покрыт льдом, за многолетний период (с 1999 по 2018 гг., или 20 лет; табл.). Полученные береговые линии совмещались на крупномасштабной топографической карте для оценки взаимного соответствия (рис. 1).

Таблица. Площадь акватории и уровни воды оз. Белое на дату получения космических снимков Landsat

№ п/п	Дата снимка	F , га	H , м	n	σ , м	$\pm\Delta$, м
1	6 сентября 1999 г.	301,0	111,25	649	5,36	$\pm 0,41$
2	24 апреля 2000 г.	293,0	110,93	629	3,80	$\pm 0,30$
3	18 мая 2014 г.	292,3	111,01	631	4,29	$\pm 0,34$
4	3 июня 2014 г.	289,5	111,04	638	4,76	$\pm 0,37$
5	21 мая 2015 г.	298,3	111,28	631	5,89	$\pm 0,46$
6	15 сентября 2017 г.	308,6	111,45	680	5,56	$\pm 0,42$
7	1 августа 2018 г.	307,1	111,62	655	7,17	$\pm 0,55$

Примечание: F – площадь акватории, H – средний уровень воды по цифровой модели рельефа, n – число определений уровня в точках береговой линии, σ – среднеквадратическое отклонение определения среднего уровня, $\pm\Delta$ – доверительный интервал вычисления среднего уровня на 95%-ном пороге вероятности безошибочного прогноза по статистике Стьюдента

В настоящем исследовании исходными сведениями для составления цифровой модели рельефа послужили данные радиолокационной съёмки со спутника SRTM 1-Arc (EarthExplorer..., 2019). По своим масштабным возможностям модель очень близка к топографическим картам масштаба 1:25 000. Из всех доступных в рамках проведенного исследования источников сведений о рельефе этот является самым детальным.

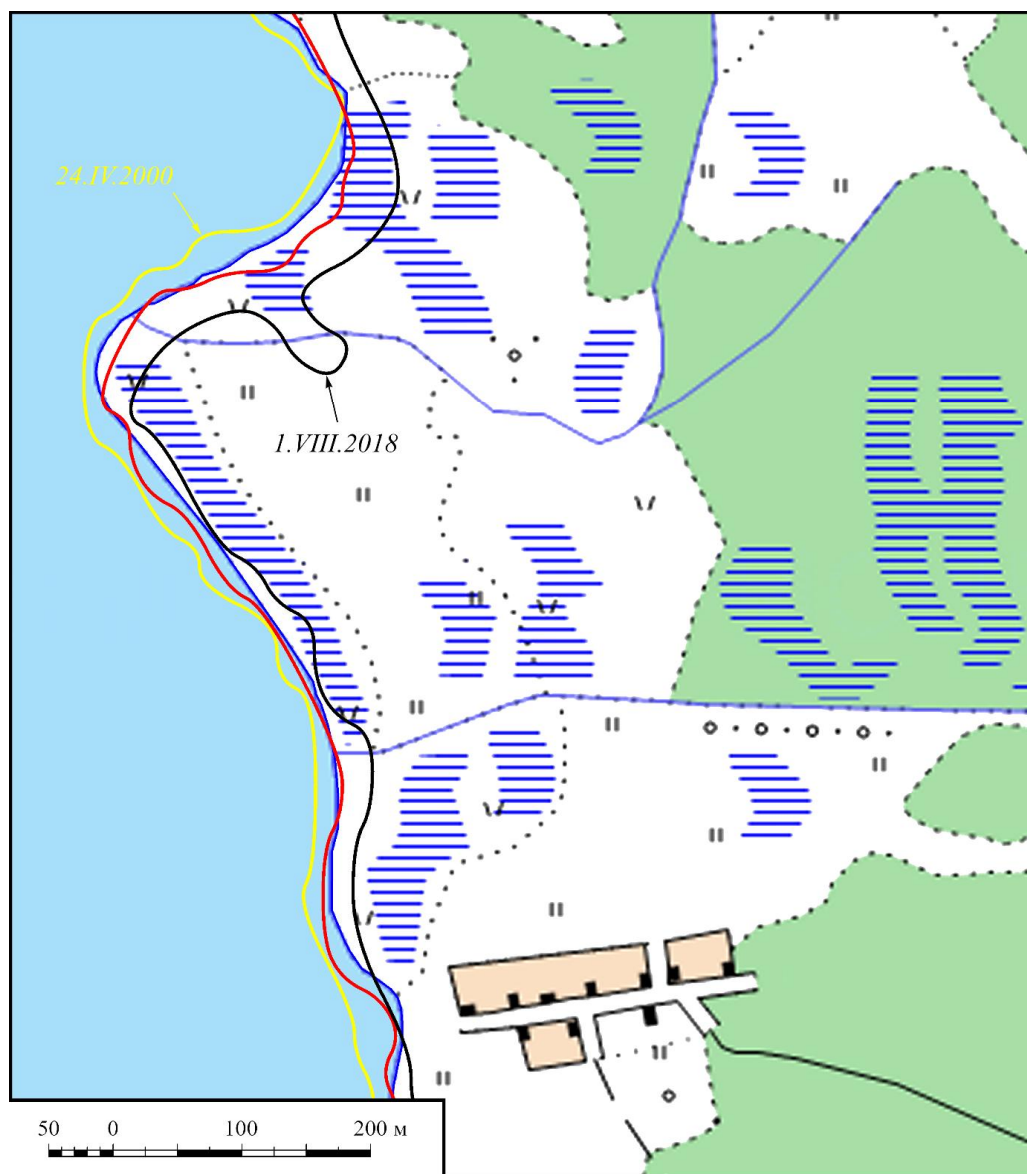


Рис. 1. Совмещенное на топографической карте масштаба 1:25 000 изображение береговых линий оз. Белое с разновременных космических снимков. Черной линией показана береговая линия при высшем (из зафиксированных) уровне воды, желтой линией – при низшем уровне воды, красной линией – при среднем многолетнем уровне воды за безледный период.

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что за исследуемый период низший зафиксированный уровень озера составил 110,93 м (24 апреля 2000 г.), а высший – 111,62 м (1 августа 2018 г.). Уровень на дату съемки определялся как среднее арифметическое из высот элементов цифровой модели рельефа, пересекаемых береговой линией (от 600 до 700 значений). И хотя среднеквадратическая ошибка определения высоты уреза может несколько метров, точность вычисления, оцениваемая по статистике Стьюдента, составляет несколько дециметров, что сопоставимо с ошибкой определения высоты произвольной точки по картам масштаба 1:25 000 (Картоведение,

2003). Межгодовые и внутрисезонные амплитуды колебания уровней на оз. Белое не превышают полуметра, что свидетельствует о высокой естественной зарегулированности уровня режима водоема. Направленные изменения уровней за многолетний период не установлены. Колебания площади акватории озера за тот же период составили 17,6 га (от 289,5 до 307,1 га).

Для оценки правильности полученных результатов строились графики связи между уровнем воды в озере и площадью озерной акватории на отдельные даты (рис. 2). График в общем случае имеет вид возрастающей прямой: бóльшим площадям соответствуют бóльшие высоты уреза. По графику отсеивались такие снимки, на которых соотношение «площадь акватории – урез воды» заметно уклонялось от усредняющей прямой.

Средний многолетний уровень воды оз. Белое за безледный период составляет 111,22 м, что на 18 см выше уровня воды, при котором закартированы очертания озера на топографических картах (рис. 2). Для этой отметки по цифровой модели рельефа в последующем производится картирование береговой линии, или границ, водного объекта. Местоположение береговой линии (границы водного объекта) считается определенным со дня внесения сведений о местоположении береговой линии (границы водного объекта) в Единый государственный кадастр недвижимости Постановление..., 2016).

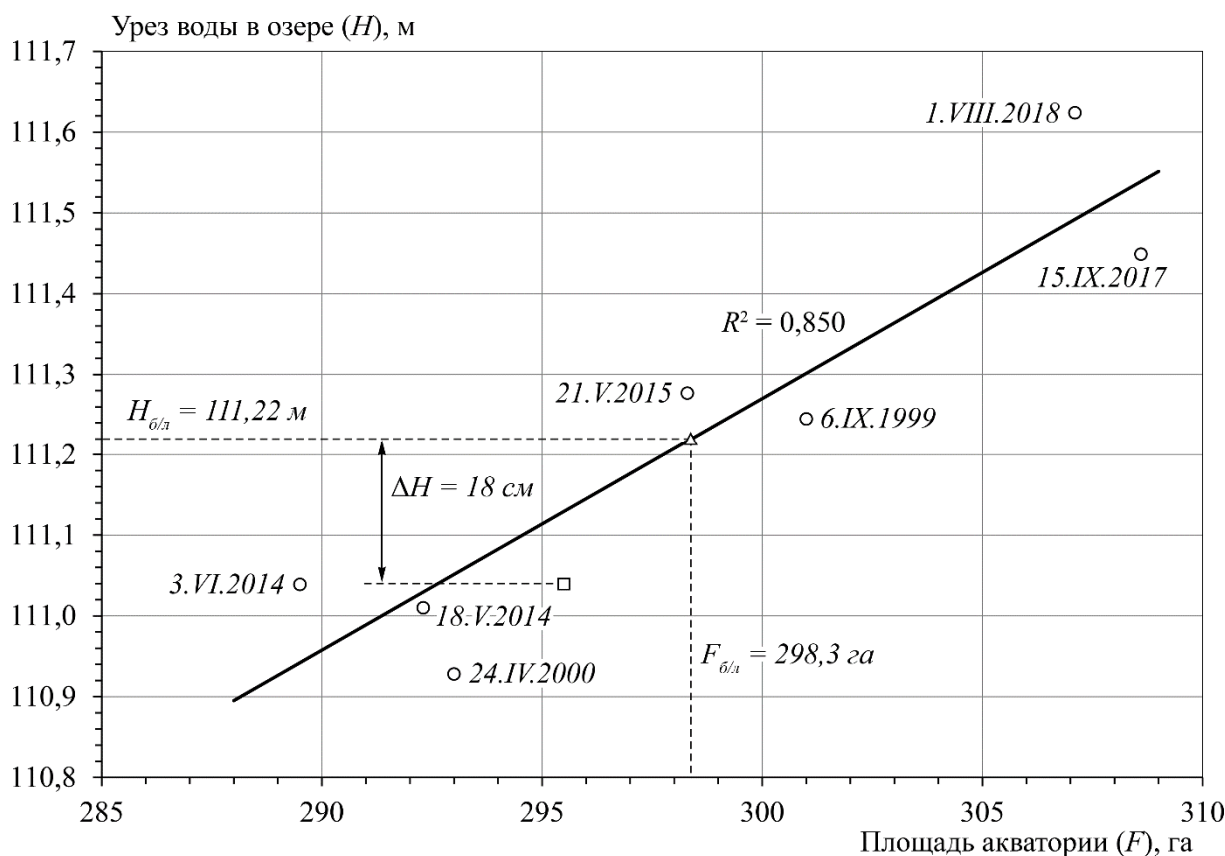


Рис. 2. График связи между уровнем воды и площадью акватории оз. Белое

Примечание: R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации. Цифры у точек соответствуют датам получения космических снимков. Квадрат отвечает береговой линии озера с топографической карты масштаба 1:25 000, треугольник – расчетной береговой линии при среднем многолетнем уровне воды за безледный период

Методика, представленная в работе, может стать основой для создания одной из законодательно утвержденной процедуры определения границ водных объектов с це-

люю постановки на государственный кадастровый учет. По сравнению с двумя другими методическими подходами его отличает возможность практического применения на неизученных и труднодоступных водных объектах, меньшие организационно-технические и финансовые затраты, опора на материалы из общедоступных информационных источников. Все исходные данные и материалы, полученные в ходе работ, по своему качеству позволяют определить границы водных объектов с точностью, необходимой для их внесения в Государственный водный реестр и для постановки на государственный кадастровый учет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л., 1990. 365 с.

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (действующая редакция от 03.08.2018), 2006.

Гидрологические и воднобалансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. Киев: Высш. школа, 1987. 247 с.

Картоведение / Под ред. А.М. Берлянта. М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.

Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Андреева Н.В. Использование данных дистанционного зондирования Земли для оценки антропогенного воздействия на водные объекты // Горный информационно-аналитический бюлл. 2013. С. 465-474.

Постановление Правительства РФ от 29 апреля 2016 г. № 377 «Об утверждении Правил определения местоположения береговой линии (границы водного объекта), случаев и периодичности ее

определения и о внесении изменений в Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов»

Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь: Паритет-Пермь, 2014. 296 с.

EarthExplorer. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey: official site, 2019. URL-адрес: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения 06.02.2019).

ERDAS Imagine. Product Features and Comparisons: Product Description. Hexagon Geospatial. 2015.

URL-адрес: <https://www.geoimage.com.au/LiteratureRetrieve.aspx?ID=180779> (дата обращения 06.02.2019).

Quinn J.W. Band Combinations. URL-адрес: <http://web.pdx.edu/~7Eemch/ip1/bandcombinations.html> (дата обращения 06.02.2019).

А.А. КИРИЛЛОВ, Н.Ю. КИРИЛЛОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**К ИЗУЧЕНИЮ ГЕЛЬМИНТОВ ЛОМКОЙ ВЕРЕТЕНИЦЫ
Anguis fragilis (REPTILIA, ANGUIDAE) ФАУНЫ ЕВРОПЫ**

Веретеница ломкая *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758 является типичным лесным видом. В качестве убежищ рептилия использует лесную подстилку, гнилые пни, стволы деревьев, камни и норы животных. В спектр питания этой безногой ящерицы входят различные почвенные беспозвоночные: дождевые черви, слизни и др. (Гаранин, 1983; Бакиев, Маленев, 1996). Ареал веретеницы ломкой занимает лесную зону Европы, Малой Азии, Кавказа и Северного Ирана. В России распространение ящерицы почти доходит до полярного круга на севере; на востоке ареал веретеницы достигает Западной Сибири.

Сведения о гельминтах веретеницы ломкой фауны Европы малочисленны и географически мозаичны. Первые сведения о паразитических червях веретениц датируются серединой XIX в. когда Ф. Дюжарден (Dujardin, 1845) описал от веретеницы ломкой новый вид нематод *Entomelas entomelas*. П. Мюлинг (Muhling 1898) у безногих ящериц Восточной Пруссии (ныне Калининградская область, России) обнаружил нематод *Oswaldocruzia filiformis* (Goeze, 1782) и *Cosmocerca ornata* (Dujardin, 1845). Г.Э. Бэйлис (Baylis, 1928) у веретениц фауны Англии отметил *E. entomelas* и *Oxysomatium brevicaudatum* (Zeder, 1800). Эти два вида специфичных для веретениц нематод обнаружил и С. Марковский (Markowski, 1933) при исследовании гельминтов позвоночных Померании (Польша).

Обычно данные о паразитах *A. fragilis* получали при исследовании общей паразитофауны рептилий или, в целом, всех позвоночных. Паразитологических исследований, посвященных непосредственно веретенице ломкой крайне мало. Из таких следует отметить работы Я. Левина (Lewin, 1990) и А. Кириллова с соавторами (2018).

На территории бывшего СССР паразиты веретеницы изучались в Украине (Шевченко, 1963; Шарпило, 1976), Беларуси (Shimalov et al., 2000; Шималов, 2010), России (Марков, 1952; Кириллов, 2000, 2002; Кириллов и др., 2015, 2018; Ручин и др., 2016; Кириллов, Кириллова, 2018), Грузии (Шарпило, 1962) и Армении (Sargsyan et al., 2014).

За более чем 180-летний период исследований у веретеницы ломкой фауны Европы было выявлено разными исследователями всего 19 видов паразитических червей: 2 – трематод, 1 – цестод, 14 – нематод, 1 – скребней.

ВИДОВОЙ СПИСОК ГЕЛЬМИНТОВ *Anguis fragilis* L. ФАУНЫ ЕВРОПЫ

Тип Platyhelminthes Schneider, 1873

Класс Cestoda Rudolphi, 1808

Семейство Mesocestoididae Perrier, 1897

1. *Mesocestoides* sp., larvae – Польша (Lewin, 1990)

Класс Trematoda Rudolphi, 1808

Семейство Brachylaimidae Joyeux et Foley, 1930

2. *Brachylaima* sp. – Польша (Lewin, 1990)

Семейство Pleurogenidae Looss, 1899

3. *Pleurogenoides medians* (Olsson, 1876) – Украина (Шевченко, 1963)

Тип Acanthocephala (Rudolphi, 1808)

Класс Palaeacanthocephala Meyer, 1931

Семейство Echinorhynchidae Cobbold, 1876

4. *Acanthocephalus ranae* (Schrank, 1788) – Беларусь (Shimalov et al., 2000)
 Тип Nematoda Cobb, 1932
 Класс Chromadorea Inglis, 1983
 Семейство Rhabdiasidae Railliet 1916
5. *Entomelas entomelas* (Dujardin, 1845) – Россия (Марков, 1950; Кириллов, 2000; Кириллов и др., 2015, 2018; Ручин и др., 2016), Беларусь (Shimalov et al., 2000), Грузия (Шарпило, 1962), Польша (Markowski, 1933; Lewin, 1990), Румыния (Mihalca et al., 2007), Украина (Шевченко, 1963), Чехия (Moravec, 1963)
6. *Entomelas dujardini* (Maupas, 1916) – Россия (Кириллов, 2000; Кириллов и др., 2015, 2018; Ручин и др., 2016), Польша (Markowski, 1933; Lewin, 1990), Чехия (Moravec, 1963)
7. *Rhabdias fuscovenosa* (Railliet 1899) – Чехия (Borkovcova, Kopriva, 2005)
8. *Rhabdias* sp. – Украина (Шевченко, 1963)
 Семейство Trichostrongylidae Leiper, 1908
9. *Oswaldocruzia filiformis* (Goeze, 1782) – Россия (Марков и др., 1964; Кириллов, 2000; Кириллов и др., 2015, 2018; Ручин и др., 2016), Беларусь (Shimalov et al., 2000), Грузия (Шарпило, 1962), Польша (Lewin, 1990), Украина (Шевченко, 1963), Чехия (Moravec, 1963; Borkovcova, Kopriva, 2005)
 Семейство Cosmocercidae Railliet, 1916
10. *Oxysomatium brevicaudatum* (Zeder, 1800) – Россия (Кириллов, 2000, 2002; Ручин и др., 2016; Кириллов и др., 2018), Беларусь (Shimalov et al., 2000), Польша (Lewin, 1990), Украина (Шевченко, 1963), Чехия (Moravec, 1963; Borkovcova, Kopriva, 2005)
11. *Oxysomatium caucasicum* (Sharpilo, 1974) – Россия (Марков и др., 1964; Шарпило, 1974), Грузия, Абхазия и Азербайджан (Шарпило, 1962, 2003)
12. *Oxysomatium* sp. – Армения (Sargsyan et al., 2014)
13. *Cosmocerca ornata* (Dujardin, 1845) – Украина (Шевченко, 1963) Беларусь (Shimalov et al., 2000)
14. *Aplectana acuminata* (Schrank, 1788) – Украина (Шевченко, 1963), Россия (Марков, 1952)
 Семейство Protostrongylidae Leiper, 1926
15. Protostrongylidae sp., larvae – Польша (Lewin, 1990)
 Семейство Spirocercidae Chitwood et Wehr, 1932
16. *Ascarops strongylina* (Rudolphi, 1819), larvae – Беларусь (Shimalov et al., 2000)
17. *Physocephalus sexalatus* (Molin, 1860), larvae – Беларусь (Shimalov et al., 2000)
 Семейство Physalopteridae Railliet, 1893
18. *Abbreviata* sp. – Чехия (Borkovcova, Kopriva, 2005)
 Отряд Spirurida Railliet, 1914
19. *Agamospirura minuta* (Sharpilo, 1963), larvae – Украина (Шевченко, 1963; Шарпило, 1964, 1976), Беларусь (Shimalov et al., 2000).

Большинство видов гельминтов паразитирует у веретеницы ломкой в половозрелом состоянии – 14 видов. 5 видов паразитов отмечены у рептилии на личиночной стадии.

Проведенные исследования выявили четыре вида нематод, которые зарегистрированы у рептилии по всему ареалу: *Entomelas entomelas*, *E. dujardini*, *Oxysomatium brevicaudatum* и *Oswaldocruzia filiformis*.

E. entomelas, *E. dujardini* и *O. caucasicum* являются узкоспецифичными моногостальными паразитами веретеницы ломкой. *Oxysomatium brevicaudatum* и *Oswaldocruzia filiformis* относятся к широко специфичным паразитам амфибий и рептилий; *Aga-*

mospirura minuta, larvae – на данной стадии развития является специфичным паразитом пресмыкающихся.

К случайным паразитам веретениц относятся цестода *Mesocestoides* sp., larvae, трематоды *Brachylaima* sp. и *Pleurogenoides medians*, скребень *Acanthocephalus ranae*, нематоды *Cosmocerca ornata*, *Rhabdias bufonis*, *Rhabdias fuscovenosa*, *Rhabdias* sp., *Abbreviata* sp.

P. medians, *A. ranae*, *C. ornata*, *A. acuminata*, *Rh. bufonis* являются специфичными паразитами амфибий; *Rh. fuscovenosa* – специфичный паразит змей; нематоды рода *Abbreviata* паразитируют у рептилий (главным образом у ящериц). Цестода *Mesocestoides* sp., larvae является на данной стадии развития широко специфичным паразитом позвоночных (У рептилий обычно паразитирует *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782), larvae). Личинки нематод *A. strongylina* – обычный и широко распространенный на данной стадии развития паразит пресмыкающихся, преимущественно ящериц. Для распространенного паразита млекопитающих семейства Suidae нематоды *Ph. sexalatus* пресмыкающиеся, как и много видов позвоночных других классов (амфибии, птицы, мелкие млекопитающие) служат резервуарными хозяевами.

Гельминтофауна веретеницы ломкой в значительной степени характеризует экологию рептилии. Заражение безногой ящерицы преимущественно нематодами-геогельминтами объясняется тесным контактом веретеницы с влажной почвой, которая является благоприятной средой для развития яиц и личинок паразитов) и питанием беспозвоночными, служащими промежуточными, дополнительными и резервуарными хозяевами гельминтов.

Таким образом, до настоящего времени была изучена в той или иной степени гельминтофауна веретеницы ломкой в Польше, России, Беларуси, Украине, Чехии. Малочисленны сведения о паразитических червях безногой ящерицы фауны Румынии, стран Закавказья. Отсутствуют данные по гельминтам веретениц остальных стран Европы, по которым проходит ареал *Anguis fragilis*. В частности полностью отсутствуют данные о паразитофауне веретениц из стран Скандинавии, Балкан, Испании, Италии, Германии.

Направления дальнейших исследований паразитов веретеницы ломкой фауны Европы связаны, с одной стороны, с регионами с малым числом вскрытий веретениц, с другой – с расширением географии районов исследования гельминтофауны этого вида ящериц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакиев А.Г., Маленев А.Л. Пресмыкающиеся Среднего Поволжья: методическое пособие. Тольятти, 1996. 25 с.
- Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М.: Наука, 1983. 175 с.
- Кириллов А.А. Фауна гельминтов пресмыкающихся Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. № 3. С. 324-329.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Обзор гельминтов пресмыкающихся национального парка «Самарская Лука» // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018. Т. 3. Suppl. 1. С. 73-82. DOI: 10.24189/ncr.2018.049
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Ручин А.Б. Гельминтофауна веретеницы ломкой *Anguis fragilis* L. (Anguillidae) национального парка «Смолянский» // Тр. Мордовск. гос. природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2018. Вып. 21. С. 279-283.
- Кириллов А.А., Ручин А.Б., Файзулин А.И., Чихляев И.В. Гельминты пресмыкающихся Мордовии: предварительные сведения // Тр. Мордовского гос. природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2015. Вып. 14. С. 243-255.
- Марков Г.С. Паразитофауна рептилий Ленинградской области // Учен. зап. Ленинградск. гос. ун-та. 1952. Вып. 28 (141). С. 217-229.
- Марков Г.С., Лукина Г.П., Маркова Л.И., Мозгина А.А. К паразитофауне пресмыкающихся Северного Кавказа // Учен. зап. Волгоградск. гос. пед. ин-та. 1964. Вып. 16. С. 99-105.
- Ручин А.Б., Кириллов А.А., Чихляев И.В., Кириллова Н.Ю. Паразитические черви наземных позвоночных Мордовского заповедника (аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников. Вып. 124. М., 2016. 72 с.
- Шарпило В.П. До вивчення гельмінтофауни плазунів Закавказзя // Збірник праць Зоомузею АН УРСР. 1962. № 31. С. 63-69.
- Шарпило В.П. Личиночные формы нематод

- паразиты рептилий фауны Украинской ССР // Проблемы паразитологии: тр. Украинского республиканск. об-ва паразитологов. Киев: Наук. Думка, 1964. С. 112-124.
- Шарпило В.П.* Новый представитель рода *Neoxysomatium* Ballesteros Marquez, 1945 (Nematoda Cosmocercidae) – паразит веретениц Кавказа // Паразитология. 1974. Т. 8. Вып. 2. С. 112-114.
- Шарпило В.П.* Паразитические черви пресмыкающихся фауны СССР. Киев: Наук. Думка, 1976. 376 с.
- Шарпило В.П.* Редкие и локально распространенные палеарктические виды паразитических червей рептилий: *Oxysomatium caucasicum* (Nematoda, Cosmocercidae) // Вестн. зоологии. 2003. Т. 37(5). С. 69-72.
- Шевченко Н.Н.* Гельминтофауна рептилий долины Северского Донца // Гельминты человека, животных и растений и борьба с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 112-114.
- Baylis H.A.* Records of some parasite worms from British vertebrates // Annals and Magazine of Natural History. 1928. Ser. 10(1). P. 329-343.
- Borkovcova M., Kopriva J.* Parasitic helminths of reptiles (Reptilia) in South Moravia (Czech Republic) // Parasitology Research. 2005. Vol. 95, Is. 1. Pp. 77-78.
- Dujardin F.* Histoire naturelle des helminthes ou vers intestinaux. Paris. Librairie Encyclopédique de Roret, 1845. 645 pp.
- Lewin J.* Parasitic worms in a slowworm (*Anguis fragilis* L.) population from the Bieszczady Mountains (Poland) // Acta Parasitologica Polonica. 1990. Vol. 35, №. 3. Pp. 207-215.
- Markowski S.* Contributions a l'étude de la fauna helminthologique de la presqu'île de Hel. Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici. 1933. Vol. 2. Pp. 107-111.
- Mihalca A.D., Gherman C., Ghira I., Cozma V.* Helminth parasites of reptiles (Reptilia) in Romania // Parasitology Research. 2007. Vol. 101. Pp. 491-492.
- Moravec F.* Príspevek k poznání helmintofauny našich plazů // Spisy přírodovědecké fakulty J. E. Purkyně v Brně. 1963. № 19. S. 353-388.
- Muhling P.* Die Helminthenfauna der Wirbeltiere Ostpreussens // Archiv für Naturgeschichte. 1898. 1. S. 1-118.
- Sargsyan N., Danielyan F., Arakelyan M.* Seven new species of helminths for reptiles from Armenia // Acta Parasitologica. 2014. Vol. 59(3). Pp. 442-447.
- Shimalov V.V., Shimalov V.T., Shimalov A.V.* Helminth fauna of lizards (Reptilia, Sauria) in the southern part of Belarus // Parasitology Research. 2000. Vol. 86. Pp. 343.

Н.Ю. КИРИЛЛОВА, А.А. КИРИЛЛОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ДИКИЕ ПОЗВОНОЧНЫЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ
КАК РЕЗЕРВУАРНЫЕ ХОЗЯЕВА *Physocephalus sexalatus*
(NEMATODA, SPIROCERCIDAE)**

Нематода *Physocephalus sexalatus* (Molin, 1860) – паразит слизистой желудка млекопитающих семейства Suidae. Паразит является возбудителем заболевания диких и домашних свиней физиоцефалеза.

Кроме представителей семейства Свиные паразит значительно реже регистрируется у верблюдов, лошадей, ослов, крупного рогатого скота и зайцеобразных (Рыжиков, 1952). Развитие гельминта происходит с участием промежуточных хозяев – жуков-капрофагов семейства Scarabaeidae, от которых и происходит заражение окончательных хозяев. Кроме того, у паразита широкий круг резервуарных хозяев, к которым относятся многие виды позвоночных животных разных классов – рыбы, амфибии, рептилии, птицы и мелкие млекопитающие. Инвазия окончательных хозяев также происходит при поедании резервуарных хозяев. Третий путь заражения – заглатывание инвазионных личинок паразита вместе с кормом или водой.

При комплексном изучении паразитофауны позвоночных животных Среднего Поволжья личинки *Physocephalus sexalatus* были зарегистрированы нами у широкого круга позвоночных животных – резервуарных хозяев паразита (Кириллов и др., 2006а, б, 2012, 2015а, б, 2017; Кириллова, Кириллов, 2008, 2011, 2017, 2018; Кириллова и др., 2008; Кириллов, Кириллова, 2016, 2017, 2018; Ручин и др., 2016). Личинки нематоды отмечены у 17 видов пресмыкающихся, птиц и млекопитающих отряда Chiroptera.

ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ ХОЗЯЕВА *Physocephalus sexalatus*

ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ – 1 вид (в стенке кишечника): обыкновенный уж *Natrix natrix*;

ПТИЦЫ – 8 видов (в стенках пищевода и кишечника): лесной конек *Anthus trivialis*, большая синица *Parus major*, ястребиная славка *Sylvia nisoria*, серая славка *Sylvia communis*, обыкновенный жулан *Lanius collurio*, сойка *Garrulus glandarius*, золотистая щурка *Merops apiaster*, ястреб-перепелятник *Accipiter nisus*;

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ – 8 видов (в полости тела): прудовая ночница *Myotis dasycneme*, водяная ночница *Myotis daubentonii*, ночница Брандта *Myotis brandtii*, поздний кожан *Eptesicus serotinus*, бурый ушан *Plecotus auritus*, рыжая *Nyctalus noctula* и гигантская *N. lasiopterus* вечерницы, нетопырь Натузиуса *Pipistrellus nathusii*.

Места обнаружения: Республика Мордовия (НП «Смольный») – обыкновенный уж (ЭИ = 56,7%; ИО = 11,2 экз.), рыжая вечерница (у 1 из 2 исследованных; 1,0 экз.);

Самарская область (Самарская Лука) – лесной конек (20,0%; 0,2 экз.), обыкновенный жулан (15,0%; 0,3 экз.), сойка (у 1 исследованной; 2 экз.), большая синица (1,7%; 0,03 экз.), ястребиная славка (у 1 из 3 исследованных; 0,7 экз.), серая славка (у 1 исследованной; 2 экз.), золотистая щурка (у 3 из 6 исследованных; 1,7 экз.), ястреб-перепелятник (у 2 исследованных; 4,5 экз.); бурый ушан (12,5%; 0,2 экз.); прудовая ночница (4,3%; 0,04 экз.), водяная ночница (26,7%; 0,1 экз.), ночница Брандта (4,6%; 0,1 экз.), поздний кожан (у 1 исследованного, 53 экз.), бурый ушан (10,0%; 0,6 экз.), рыжая вечерница (1,8%; 0,4 экз.), гигантская вечерница (у 1 из 5 исследованных; 2,8 экз.), нетопырь Натузиуса (3,2%, 0,1 экз.), рыжая вечерница (10,8%; 1,3 экз.).

Участие в жизненном цикле гельминтов резервуарных хозяев играет огромную роль в распространении паразитов и увеличивает вероятность заражения окончательных хозяев, поскольку инвазионные личинки паразита могут накапливаться и находиться в организме резервуарных хозяев несколько лет. Передача инвазионного начала по пищевым цепям может происходить при условии наличия трофических связей между резервуарными и окончательными хозяевами гельминта. В случае отсутствия таких связей резервуарный хозяин может становиться abortивным хозяином, как в случае с летучими мышами. Для *Physocephalus sexalatus* рукокрылые – это экологический «тупик».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Гельминты наземных позвоночных в мониторинге паразитологической ситуации в Среднем Поволжье // Изв. Самар. НЦ РАН. 2016. Т. 18, №2 (2). С. 403-407.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Фаунистический анализ гельминтов птиц (Aves) Самарской Луки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2017. Т. 19, № 2. С. 17-28.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю. Эколого-фаунистический анализ гельминтов птиц отряда Воробьеобразные (Passeriformes) Самарской Луки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2018. Т. 20, № 2. С. 27-36.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Вехник В.П. Нематоды (Nematoda) рукокрылых рода *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) Самарской Луки // Вестн. Самарск. гос. ун-та. Естественнауч. серия. 2006а. № 9 (49). С. 169-174.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Вехник В.П. Фауна нематод (Nematoda) рукокрылых (Chiroptera) Самарской Луки (Россия) // Фауна, биология, морфология и систематика паразитов: материалы международ. науч. конф. М.: Ин-т паразитол. РАН, 2006б. С. 141-142.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Смагина О.А. Гельминты воробьинообразных (Passeriformes) и ракшеобразных (Coraciiformes) птиц Самарской Луки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, вып. 1. С. 163-167.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Краснобаев Ю.П., Вехник В.П. Паразитические черви мелких млекопитающих Жигулевского заповедника. Флора и фауна заповедников. Вып. 130 / под ред. И.А. Евланова, А.Н. Пельгунова. М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия; ИПЭЭ РАН, 2017. 81 с.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Чихляев И.В. Паразиты позвоночных животных Самарской области. Тольятти: Полиар, 2018. 304 с.
- Кириллов А.А., Ручин А.Б., Артаев О.Н. Гельминты рукокрылых (Chiroptera) Мордовии // Вестн. Волжск. ун-та им. В.Н. Татищева. 2015а. № 4 (19). С. 319-328.
- Кириллов А.А., Ручин А.Б., Артаев О.Н. К изучению гельминтов летучих мышей (Chiroptera) Мордовии // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015б. Т. 17, № 4(5). С. 859-866.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Эпидемиологическое и эпизоотическое значение гельминтов позвоночных животных Самарской области // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы V международ. науч.-практич. конф. Тольятти, 2008. С. 185-194.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Нематоды (Nematoda) мелких млекопитающих Самарской Луки // Изв. Самар. НЦ РАН. 2011. Т. 13. Вып. 1. С. 114-122.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Обзор гельминтофауны мелких млекопитающих Жигулевского заповедника // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2. № 2. С. 24-37.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Влияние пола хозяина на структуру сообществ гельминтов воробьеобразных (Passeriformes) птиц // Российск. паразитологич. журн. 2017. 42. № 4. С. 345-353.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Структура и сезонная динамика гельминтофауны большой синицы *Parus major* (Passeriformes, Paridae) Самарской Луки // Российск. паразитологич. журн. 2018. Т. 12, вып. 1. С. 35-40.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Вехник В.П. Нематоды вечерниц (Chiroptera, Vespertilionidae) Самарской Луки // Plecotus et al. 2007. Вып. 10. С. 82-85.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Вехник В.П. Нематоды (Nematoda) летучих мышей (Chiroptera) Самарской Луки (Россия) // Паразитология. 2008. Т. 42. Вып. 6. С. 526-532.
- Ручин А.Б., Кириллов А.А., Чихляев И.В., Кириллова Н.Ю. Паразитические черви наземных позвоночных Мордовского заповедника (аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников. Вып. 124. М., 2016. 72 с.
- Рыжиков К.М. К вопросу о резервуарном паразитизме у *Physocephalus sexalatus* (Molin, 1860) – нематоды свиней // Тр. Гельминтологич. лаборатории АН СССР. 1952. Т. 6. С. 139-141.

Д.С. КИСЕЛЕВА

Жигулевский государственный природный биосферный заповедник им. И.И. Спрыгина, с. Бахилова Поляна, Россия

ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *Knautia tatarica* (DIPSACACEAE) В ЖИГУЛЕВСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Изучение эколого-фитоценологических особенностей редких видов растений позволяет лучше понять отношение вида к абиотическим факторам среды. Это дает возможность ученым оценить экологические возможности вида, разработать методику их сохранения, опираясь на предпочтения вида к тем или иным условиям среды.

Knautia tatarica (L.) Szabo – представитель семейства Dipsacaceae.

Вид произрастает в 9 субъектах Российской Федерации: Пермский край, Свердловская область, Челябинская область, Оренбургская область, Республика Марий Эл, Башкортостан, Татарстан и Удмуртская Республика, Самарская область.

Впервые вид указывается Е.Г. Бобровым (Бобров, 1978), по сборам В.И. Смирнова в 1903 г. близ озера Елгуши, где в последние десятилетия не наблюдается (Саксонов и др., 2016).

Knautia tatarica – редкий вид во флоре Самарской области, внесен в Красную книгу Самарской области со статусом 3 (редкий вид) (Красная книга СО, 2017). С научной точки зрения представляет интерес тем, что является средне- и южно-уральско-жигулевским эндемиком (Васюков и др., 2015), а также плиоценовым реликтом неморальных лесов (Саксонов и др., 2011). В Самарской области изолированный и самый западный фрагмент ареала. Популяции Короставника татарского встречаются только на Самарской Луке, в системе оврагов Ширяевской долины (Хмелевой, Безымянный) (Киселева, Чап, 2016).

Короставник татарский представляет собой двулетний (иногда трехлетний) травянистый стержнекорневой многолетник, со щетинистым разветвленным стеблем. Цветет в июле-августе, плоды созревают к сентябрю-октябрю. Цветение наступает на второй (иногда третий) год жизни (Саксонов и др., 2016). Растет небольшими, неплотными группировками. По данным В.Е. Прохорова (2006), вид предпочитает хвойные, широколиственные и смешанные леса с рудерально-влажно луговым разнотравьем, тяготеет к разреженным местам, лесным полянам и опушкам, отмечен в нарушенных местообитаниях.

Для эколого-фитоценологической характеристики вида были обработаны данные, полученные в ходе исследований, проводившихся в 2015 г. на территории Жигулевского заповедника в Хмелевом и Безымянном оврагах. В ходе работы было заложено 11 пробных площадей, каждая размером 10×10 м, выполнены геоботанические описания, сделаны замеры высоты растений, проведен количественный учет вегетативных и генеративных особей на каждой пробной площади. Пробные площади приурочены к определенным ценопопуляциям короставника татарского.

Популяция № 1 находится в Хмелевом овраге в кварталах 162, 163, 164, здесь были выделены 8 ценопопуляций, соответствующие номерам заложённых пробных площадей. Численность особей на всех пробных площадях различна и колеблется от 1 до 40 особей на 100 м², особи не образуют крупных групп, встречаются спорадически или небольшими группировками.

Популяция № 2 приурочена к устьевой части Безымянного оврага (кв. 136, 137), где были заложены ПП № 9 и 10. Растения встречаются только вдоль тропы узкой полосой.

Популяция № 3 расположена в верховье Безымянного оврага, в месте, где его пересекает грунтовая дорога в кв. 127. Короставник татарский растет спорадически, и только возле ивы образует скопление из 30 особей (Киселева, Чап, 2016).

В таблице 1 представлены данные о численности растений, количественном соотношении генеративных и вегетативных особей на пробных площадях, приуроченность растений к фитоценозам.

Таблица 1. Учет численности *K. tatarica* на пробных площадях

№ ЦП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОПП, %	100	100	100	100	90	85	100	80	80	90	70
Вид сообщества с <i>K. tatarica</i> *	КО	К	ОК	К	ПВ	КВ	ОК	ОК	КР	ОК	ОМ
Число генеративных особей	1	3	2	1	3	7	3	9	18	16	14
Число вегетативных особей	0	11	4	0	0	18	14	31	27	2	16
Общее кол-во особей	1	14	6	1	3	25	17	40	45	18	30
Доля генеративных особей, %	100	21,4	33,3	100	100	28	17,6	22,5	40	88,9	46,7
Доля вегетативных особей, %	0	78,6	66,7	0	0	72	82,4	77,5	60	11,1	53,3
Плотность произрастания <i>K. tatarica</i> (шт/м ²)	0,01	0,14	0,06	0,01	0,03	0,25	0,17	0,40	0,45	0,18	0,3

Примечание: КО – крапивно-орляковое; К – крапивное; ПВ – пустырничко-высокотравное; КВ – крапивно-высокотравное; КР – крапивно-разнотравное; ОК – орляково-крапивное; ОМ – орляково-малиновое

Анализ полученных данных показывает, что наибольшая плотность произрастания отмечена в орляково-крапивном и крапивно-разнотравном сообществах (ЦП 8, 9), наименьшая – в крапивно-орляковом и крапивном сообществах (ЦП 1 и 4). Зависимость плотности произрастания короставника татарского от ОПП подтверждается статистическими данными. Коэффициент корреляции Спирмена (r) равен -0,85. С увеличением общего проективного покрытия в сообществах, плотность произрастания короставника татарского резко снижается.

В ЦП № 10 отмечено значительное (в 8 раз) преобладание генеративных особей над вегетативными, в трех ценопопуляциях (1, 4 и 5) вегетативные особи отсутствовали вовсе. В этих ценопопуляциях высок процент генеративных особей короставника татарского, что позволяет отнести их к популяциям нормального типа, подтипа 1, когда в популяциях высок процент генеративных особей (Воронов, 1973). В ценопопуляциях 3, 9, 11 наблюдается незначительное превышение числа вегетативных особей над генеративными (нормальный тип, 2 подтип). В остальных ценопопуляциях процент генеративных особей значительно ниже, чем вегетативных, что позволяет отнести их к подтипу 3. Все исследованные ценопопуляции *K. tatarica* относятся к нормальному типу. Из 11 ценопопуляций в оптимальных условиях (подтип 1) находится 36,7% ценопопуляций, из них 3 ЦП в устьевой части Хмелевого оврага (164 кв.) и одна в расширенной устьевой части Безымянного оврага. Такая же доля ЦП, расположенных в средней части Хмелевого оврага (кв. 162, 163), находится в малоблагоприятных условиях (подтип 3). Менее 27,3% ценопопуляций *K. tatarica* находится в средних условиях (подтип 2), приуроченных к разным частям Безымянного оврага, и к средней части Хмелевого оврага.

Для анализа эколого-фитоценотической приуроченности вида, геоботанические описания были обработаны при помощи фитоиндикационных экологических шкал Д.Н. Цыганова (Цыганов, 1983). Используя методы, разработанные Л.А. Жуковой (Жукова, 2004), были рассчитаны потенциальная (PEV) и реализованная (REV) экологические валентности вида. Эффективность освоения экологического пространства вида

конкретными ЦП оценивалась с помощью коэффициента экологической валентности ($K_{ec.eff}$), так же был рассчитан индекс толерантности – меру стено-эврибионтности вида (I).

В результате обработки геоботанических описаний были получены экологические амплитуды местообитаний *K. tatarica* в Жигулевском заповеднике. Краткая характеристика изученных сообществ и значения экологических позиций вида по шкале Цыганова представлены в таблице 2.

Сравнительный анализ климатических шкал показал, что по термоклиматической шкале (Tm) все ценопопуляции находятся между суббореальным и неморальным термоклиматическими режимами (баллы 8,08-8,72).

Таблица 2. Характеристика обследованных сообществ с участием *K. tatarica*

Фитоценоз	Доминанты	Экологические шкалы									
		Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	fH	Lc
Крапивно-орляковое	<i>Urtica dioica</i> L., <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Rubus idaeus</i> L.	8,18	9,14	7,68	7,29	12,54	7,15	6,67	7,21	6,06	3,89
Крапивное	<i>Urtica dioica</i> L., <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	8,13	9,42	7,5	7,34	12,46	8,00	7,15	7,76	6,5	3,88
Орляково-крапивное	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Urtica dioica</i> L.	8,38	9,19	7,94	7,5	12,25	6,94	6,2	6,8	6,00	3,77
Крапивное	<i>Urtica dioica</i> L.	8,54	8,79	7,92	7,96	12,37	7,08	7,11	7,5	6,13	4,12
Пустырнико-высокотравное	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib., <i>Urtica dioica</i> L., <i>Humulus lupulus</i> L.	8,41	8,97	7,59	7,59	1,97	7,75	7,31	7,64	6,67	3,59
Крапивно-высокотравное	<i>Urtica dioica</i> L., <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib., <i>Arctium lappa</i> L.	8,16	9,08	7,82	7,39	12,32	7,13	7,13	7,47	6,35	3,97
Орляково-крапивное	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Urtica dioica</i> L., <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim	8,38	9,09	8,00	7,71	12,29	7,13	6,75	7,38	6,25	3,79
Орляково-крапивное	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Urtica dioica</i> L., <i>Heracleum sibiricum</i> L., <i>Valeriana officinalis</i> L.	8,08	9,3	7,75	7,05	11,9	7,68	7,29	6,79	6,68	3,28
Крапивно-разнотравное	<i>Urtica dioica</i> L., <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib., <i>Arctium lappa</i> L., <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	8,72	8,89	7,96	8,4	11,89	6,79	6,9	6,85	6,5	4,79
Орляково-крапивное	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Urtica dioica</i> L., <i>Heracleum sibiricum</i> L., <i>Arctium lappa</i> L.	8,29	8,87	7,68	7,54	12,22	7,22	6,7	7,65	6,44	3,93
Орляково-малиновое	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, <i>Rubus idaeus</i> L., <i>Urtica dioica</i> L.	8,67	8,78	8,11	7,78	12,06	6,44	7,00	7,44	6,3	4,89

По шкале континентальности климата (Кп) – в условиях на границе между материковым и субконтинентальным климатом (8,78–9,42). По омброклиматической шкале аридности-гумидности (Ом) все сообщества находятся между субаридным и субгумидным климатом (7,59–8,11), в условиях умеренных и мягких зим (7,05–8,4). По шкале увлажнения почв (Нд) все ценопопуляции размещаются на границе сухолесолуговых и влажнолесолуговых почв (балл 11,89–12,54). По шкале богатства почв (Tr) сообщества на пробных площадях 1, 3, 4, 6–7, 9-11 относятся к условиям от небогатых до довольно богатых почв (6,44–7,22), остальные ЦП (2, 5, 8) располагаются на границе довольно богатых/богатых почв (балл 7,68–8,00). По шкале кислотности почв все ценопопуляции встречаются в границах между кислыми и слабокислыми почвами (6,3–7,31), в условиях от слабо- до умереннопеременного увлажнения (по шкале fH балл 5,86–6,68). По шкале богатства почв азотом (Nt) они отмечены в условиях на границе бедных/достаточно обеспеченных (6,56–7,76). Так же замечено, что вид тяготеет к полуоткрытым и светло-лесным местам (балл по шкале Lc 3,28–4,79).

Диапазоны шкал, потенциальные и реализованные экологические валентности, а так же коэффициент экологической эффективности представлены в таблице 3.

Таблица 3. Экологические характеристики ценопопуляций *K. tatarica* по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова и классификации валентности Л.А. Жуковой в Жигулевском заповеднике

Факторы	Интервал вида	Потенциальная экологическая валентность (PEV)	Реализованная экологическая позиция ЦП	Реализованная экологическая валентность (REV)	Коэффициент экологической эффективности, %
Tm	8-10	0,18	8,08-8,72	0,04	22
Кп	9-11	0,20	8,78-9,42	0,11	55
Ом	7-9	0,20	7,59-8,11	0,04	20
Cr	7-9	0,20	7,05-8,4	0,09	45
Нд	11-12	0,09	11,89-12,54	0,03	33
Tr	7	0,05	6,44-8	0,08	160
Rc	7	0,08	6,2-7,31	0,09	113
Nt	7	0,09	6,56-7,76	0,11	122
fH	5-7	0,27	5,86-6,68	0,08	30
Lc	3	0,11	3,28-4,79	0,17	54

Анализ экологических позиций вида по 9 шкалам Д.Н. Цыганова по отношению к различным экологическим факторам среды, согласно классификации Л.А. Жуковой (2004) показал, что по всем рассматриваемым факторам *K. tatarica* является стеновалентным видом с незначительной амплитудой колебания факторов среды.

Индексы толерантности для климатических ($I_{\text{клим.}}=0,20$) и почвенных ($I_{\text{почв.}}=0,09$) шкал указывают на стенобионтность вида по данным факторам, и свидетельствуют о его узкой экологической амплитуде.

Вероятно, на состояние популяций *K. tatarica*, оказывают влияние следующие факторы среды: режим освещенности (реализованная экологическая валентность на 46% меньше потенциальной), недостаточная увлажненность почв (REV<PEV на 67%), переменность увлажнения почв (реализованная экологическая валентность на 70% меньше потенциальной), а также жесткие условия климатического режима, когда коэффициент экологической эффективности по всем показателям (Tm, Ом, Cr) ниже 50%.

Наиболее полно видом охвачены предоставленные ему ниши по ряду почвенных факторов, таких как трофность почв, кислотность и богатство почв азотом (коэффициент экологической эффективности значительно превышает 100%).

Таким образом, ценопопуляции короставника татарского могут находиться в узких границах климатических и почвенных факторов, и способны выдерживать лишь незначительные отклонения каждого фактора. Было установлено, что на плотность произрастания растений в сообществах с *K. tatarica*, непосредственно влияет общее проективное покрытие видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бобров Е.Г.* Сем. 130. Dipsacaceae Lindl. – Ворсянковые // Флора европейской части СССР. Л., 1978. Т. 3. С. 37-46.
- Васюков В.М., Саксонов С.В., Сенатор С.А.* Эндемичные растения бассейна Волги // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. Т. IX, № 3, с. 27-44.
- Воронов А.Г.* Геоботаника: Уч. пос. для ун-тов и пед. ин-тов. М.: Высш. школа, 1973. 384 с.
- Жукова Л.А.* Биоиндикационные оценки экологического разнообразия растительных сообществ и их компонентов // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола.: Изд. Мар. Гос. Ун-та, 2004. С. 13-15.
- Киселева Д.С., Чан Т.Ф.* К вопросу о состоянии популяции *Knautia tatarica* (L.) Szabó в Жигулевском заповеднике // Материалы XIII Международ. науч.-практич. конф. «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики», в 5 тт. Т. 2. Тольятти: Волжск. ун-т им. В.Н. Татищева, 2016. С. 66-71.
- Красная книга Самарской области. Т.1. редкие виды растений и грибов / Под ред. С.А. Сенатора и С.В. Саксонова. Самара, 2017. 284.
- Прохоров В.Е.* Короставник татарский – *Knautia tatarica* (L.) Szabo // Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). 2-е изд. Казань: Идел-Пресс: С. 427-428.
- Саксонов С.В., Васюков В.М., Сенатор С.А.* Реликтовый элемент флоры Среднего Поволжья: *Knautia tatarica* (Dipsacaceae) // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке: Материалы Международ. науч.-практич. конф., посвящ. 90-летию со дня основания заповедника «Хомутовская степь». Донецк: Изд-во «Ноулидж», Донецкое отделение, 2016. С. 125-131.
- Саксонов С.В., Сенатор С.А., Конева Н.В.* Классификация реликтовых растений центральной части Приволжской возвышенности // Изв. Самар. НЦ РАН, 2011. Т. 13, № 5. С. 64–67.
- Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

А.А. КЛЁНИНА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УЖЕЙ РОДА *Natrix*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач герпетологических исследований является изучение механизмов, вызывающих у рептилий отклонения от типичного щиткования. К ним относятся аберрации чешуйчатого покрова, различные аномалии развития, флуктуирующая асимметрия. Согласно опубликованным сведениям, на частоту возникновения данных отклонений могут влиять как внутренние (генотип), так и внешние (условия среды) факторы (Osgood, 1978; Velo-Anton, 2011; Черепанов, 2016). У яйцекладущих особей таким внешним фактором является температура инкубации кладок, что показано в отечественной литературе на примере двух массовых видов – прыткой ящерицы *Lacerta agilis* и обыкновенного ужа *Natrix natrix* (Захаров, 1981; Idrisova, 2018). В связи с этим представляется актуальным выявить особенности проявления отмеченных тенденций у близкородственных видов змей.

Цель настоящего сообщения – оценить и сравнить влияние температуры инкубации на морфологические признаки двух представителей рода *Natrix* – обыкновенного *N. natrix* и водяного *N. tessellata* ужей. В основу статьи положены данные, полученные автором ранее в ходе инкубации яиц змей, когда температуру записывали, но специально не регулировали. Полученные результаты носят предварительный характер и определяют направление дальнейших исследований.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Отлов беременных самок проводили в июне 2014 г. в окрестностях с. Мордово (Ставропольский р-он Самарской обл.). Пойманных особей содержали в террариумных условиях до откладки яиц. Полученные кладки инкубировали в разных температурных условиях по отработанной методике (Епланова, Клёнина, 2013; Клёнина, 2015). У новорожденных змей в день выхода из яиц фиксировали общепринятые признаки внешней морфологии (Банников и др., 1977), аберрации чешуйчатого покрова и аномалии развития (Idrisova, 2018). После необходимых измерений змеи выпущены в природу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты инкубации шести кладок обыкновенного ужа и четырех кладок водяного ужа из Самарской области отражены в таблице. Типы зарегистрированных аберраций у новорожденных детёнышей обоих видов ужей представлены на рисунке.

Как видно из таблицы, ящик № 1, в котором инкубировались яйца, характеризуется более высоким средним значением температуры и большим диапазоном её суточных перепадов, чем ящик № 2. Статистически значимые отличия выявлены только в одном случае – между выборочными долями детёнышей двух видов ужей, имеющих морфологические отклонения после инкубации в условиях ящика № 1, что статистически подтверждается на 5%-ном уровне значимости. Можно предположить, что данные различия связаны с большей эвритопностью обыкновенного ужа по сравнению с водяным.

© 2019 Клёнина Анастасия Александровна, colubrida@yandex.ru

По литературным материалам, к появлению большого процента морфологических отклонений и аномалий у обыкновенного ужа (93% и 85%) приводит продолжительное воздействие как экстремально высокой (34°C), так и экстремально низкой (24°C) тем-

пературы инкубации яиц соответственно (Idrisova, 2018). Кроме того, на появление аберраций влияет наследственность.

Таблица. Сравнение влияния температурных условий инкубации на проявления отклонения развития у ужей рода *Natrix* из Самарской области

№ ящика	Температура, °С $M \pm m$ min–max	Количество особей				t_{ϕ}	P
		обыкновенный уж		водяной уж			
		всего	с отклонениями, % (абс.)	всего	с отклонениями, % (абс.)		
1	27,0±0,03 20,9–30,1	35	17,1 (6)	60	40,0 (24)	2,32	<0,05
2	24,9±0,01 23,6–26,1	28	39,3 (11)	13	46,2 (6)	0,42	>0,05
t_{ϕ}		–	1,97	–	0,41	–	–
P		–	>0,05	–	>0,05	–	–



Рис. Примеры зарегистрированных аберраций (1–4) и аномалий развития (5) у ужей рода *Natrix*: 1 – асимметрия брюшных щитков; 2 – слияние подхвостовых щитков; 3 – редукция щитка между предглазничным и носовым; 4 – сегментация верхнегубных щитков; 5 – искривление позвоночника

Очевидна необходимость проведения дополнительных исследований в данном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Епланова Г.В., Клёнина А.А. К методике инкубации яиц рептилий // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 3/4. С. 160-163.

Захаров В.М. Влияние температуры инкубации на фенотипическую изменчивость прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*). Вопросы герпетологии. Л.: Наука, 1981. С. 56-57.

Клёнина А.А. Ужовые змеи (Colubridae) Волжского бассейна: питание, размножение, состояние охраны. Тольятти: Кассандра, 2015. 106 с.

Черепанов Г.О. Изменчивость щитков панциря черепах: закономерности морфогенеза и природа аномалий // Вестн. Санкт-Петербургского ун-та. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 3. С. 170-174.

Osgood D.W. Effects of temperature on the development of meristic characters in *Natrix fasciata*. Copeia. 1978. Vol. 1. Pp. 33-47.

Velo-Anton G., Becker C.G., Cordero-Rivera A. Turtle carapace anomalies: the roles of genetic diversity and environment. PLOS ONE. 2011. Vol. 6 (4). Pp. 1-11.

А.Е. КНЯЗЕВ¹, А.И. ФАЙЗУЛИН², И.В. ЧИХЛЯЕВ²¹ Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЗЕМНОВОДНЫХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

Исследование амфибий Оренбургского края проводится более 255 лет. Так первые сообщения о земноводных региона приведены в труде П.И. Рычкова (1712–1777) «Топография Оренбургская...» (1762), где в разделе «Птицы знатныя» сообщается, что белые аисты «питаются змеями, лягушками, тако ж и рыбою» (с. 213). В третьей части работы «Путешествие по разным провинциям Российской империи» П. С. Паллас отмечает 1 вид лягушек у р. Ток (окрестности д. Игнашкино) (Паллас, 1788). «Через 21 версту проехали мы спускаясь по крутизне при громогласном крике больших лягушек, каковы и в Яике [р. Урал] водятся <...>» (Паллас, 1788, с. 71). «Река Ток, а особливо небольшие озера на её низменностях находящиеся, наполнены черепахами и такими же кричащими лягушками, коих много в Яике [р. Урал] водится» (с. 79). Необходимо заметить, что здесь при упоминании лягушек речь идет об описанной Палласом под биномиальным названием *Rana ridibunda* «лягушке хохотунье» (современное русское название вида – озерная лягушка). Так, в первой части сочинения сообщается: «В реке Яик находятся превеликие лягушки о коих ниже упомянуто будет» (с. 434). И далее: «В протчем Яик и все его рукова наполнены лягушками, и есть между ними превеликие лягушки особливого рода, кои так же водятся в Волге, и коих голос подобен человеческому хохотанию, а особливо примечания достойны описания в прибавлении § 14» (Паллас, 1773, с. 623).

Первой обзорной сводкой по земноводным Оренбургского края и сопредельным территориям является работа Н.А. Зарудного (1896). В обзоре «Материалы для фауны амфибий и рептилий Оренбургского края», даны краткие очерки по 11 видам земноводных. Автором отмечаются квакша у г. Оренбург и сибирский углозуб (на территории горной Башкирии и предположительно в Челябинском уезде т.е. вне пределов Оренбургской области). В коллекции ЗИН РАН хранятся экземпляры с этикеткой «Урал под Оренбургом» (ЗИН. 2439) добытые в 1911 г. Н.Н. Навозовым (Garanin, 2000, с дополнениями). Отсутствуют более поздние находки на территории региона сибирского углозуба (Bogkin, 1999). Следует отметить, что в настоящее время данный вид обнаружен в районе г. Челябинска (ЗМ МГУ.27) и южнее (Кузьмин, 1994; 2012) и только на севере Республики Башкортостан (Зарипова, Файзулин, 2015). В.А. Линдгольм (Lindholm) в работе по земноводных, отмечает ряд видов по Верхнему и Среднему течению р. Каргалки (Lindholm, 1902).

Требуется уточнения, распространения видов обитающих на периферии ареала. Это – обыкновенный *Lissotriton vulgaris* и гребенчатый *Triturus cristatus* тритоны, серая жаба *Bufo bufo*, травяная *Rana temporaria* и прудовая *Pelophylax lessonae* лягушки. Достоверные находки, данных видов относятся к концу XIX века и первой половине XX века (Зарудный, 1896; Берг, 1923; Положенцев, 1935). Для травяной лягушки граница ареала проходит как по территории Республики Башкортостан (Зарипова и др., 2009), так и по Оренбургской области. По данным паразитологического анализа, популяции травяной лягушки исчезли в долине р. Малый Кинель (Чихляев, Файзулин, 2010). Этот вид также отмечался по коллекционным сборам М. Рузского для Бугульминского уезда Самарской губернии в конце XIX в. (Garanin, 2000).

В целом в регионе обитает 10 видов амфибий. Это – обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), гребенчатый тритон *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761), чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771), серая жаба *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), зеленая жаба *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), озерная лягушка *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), прудовая лягушка *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882), травяная лягушка *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 и остромордая лягушка *Rana arvalis* Nilsson, 1842. Данные по фауне амфибий Оренбургской области по нашим и опубликованным данным (Зарудный, 1896; Воронцовский, 1922; Берг, 1923; Бенинг, 1926; Бажанов, 1930; Положенцев, 1935; Топоркова, 1973; Гаранин, 1983; Garanin, 2000; Дебело, Чибилев, 2013; Файзулин, 2003; 2007; Файзулин, 2009а,б; Файзулин и др., 2018а,б,в), представлены в таблице.

Таблица. Состав фауны и распространения земноводных Оренбургской области

Название таксона	Оценка распространения
Обыкновенный тритон	Пункты обитания на территории региона (Бузулукский бор) требуют подтверждения
Гребенчатый тритон	Пункты обитания на территории региона (Бузулукский бор) требуют подтверждения
Краснобрюхая жерлянка	Распространен повсеместно по поймам рек
Чесночница Палласа	Распространен повсеместно
Серая жаба	Пункты обитания на территории региона (Бузулукский район) требуют подтверждения
Зеленая жаба	Распространен повсеместно
Озерная лягушка	Распространен повсеместно по берегам водоемов и поймам рек
Прудовая лягушка	Пункты обитания на территории региона (Бузулукский бор) требуют подтверждения
Травяная лягушка	Пункты обитания на территории региона (Бугульминский район) требуют подтверждения
Остромордая лягушка	Распространен повсеместно по берегам водоемов и поймам рек

Исследования таксономического состава зеленых жаб Оренбургской области и сопредельных территорий (Литвинчук и др., 2006; Файзулин и др., 2013; Файзулин, 2016), показали, что ближайшие локалитеты номинативного подвида *Bufo viridis viridis* находятся в 40–60 км к западу от границы региона. Таким образом, на всей территории обитает криптический «переднеазитский» подвид *Bufo viridis sitibunda* (=variabilis) (Файзулин и др., 2018а).

Молекулярно-генетический анализ озерной лягушки (n=10), выявил только «восточную» форму по маркерам митохондриальной ДНК (Ермаков и др., 2013; Файзулин и др., 2018; О.А. Ермаков, личное сообщение). По составу ядерной ДНК, озерные лягушки также были отнесены к западному (Ермаков и др., 2013; Файзулин и др., 2018) типу и восточному (О.А. Ермаков, личное сообщение), для бассейнов рек Волга и Урал, соответственно.

До настоящего времени не известны находки вида гибридогенного происхождения *Pelophylax esculentus* Linnaeus, 1758 съедобной лягушки в западной части региона. Следует отметить, что подтвержденные находки прудовой лягушки (хранятся в коллекции ЗИН РАН и ИЭВБ РАН) находятся в 70 км западнее границы региона на территории поймы р. Самара, в пределах Красносамарского лесного массива

(окр. пос. Рабочий) (Бакиев, Файзулин, 2002; Файзулин, Ткаченко, 2009; Файзулин и др., 2013). Таким образом, необходимо подтверждение современного обитания на территории региона обыкновенно и гребенчатого тритонов, травяной и прудовой лягушек.

Исследование проведено при поддержке грантов РФФИ № 14-04-97031 *p_поволжье_a* и 18-04-00640.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бажанов В.С. Список гадов Бузулукского и Пугачевского уезда б. Самарской губ., собранных в 1928 году // Средне-Волжская краевая станция защиты растений. Бюл. за 1926–1928 гг. Самара: Средне-Волжское Краевое Сельхозиздательство «За сплошную коллективизацию», 1930. С. 69.
- Бакиев А.Г., Файзулин А.И. Материалы к кадастру земноводных и пресмыкающихся Самарской области // Материалы к кадастру амфибий и рептилий бассейна Средней Волги. Н. Новгород: Международ. Социально-экологический Союз, 2002. С. 97-132.
- Бенинг А.Л. Материалы по гидрофауне реки Самары // Тр. Саратовск. Об-ва Естествоисп. и Любителей Естествознания. Т. X, № 5 / Работы Волжск. биол. станции. Т. IX, № 1-2. Саратов: Тип. «Немгосиздата», 1926. С. 71-110.
- Берг Л.С. *Molge vulgaris* (L.) с берегов Балхаша // Русск. Гидробиол. журн. Саратов, Губполиграфпром, 1923. № 11-12. Т. 2. С. 218.
- Воронцовский П.А. Амфибии окрестностей г. Оренбурга // Тр. Об-ва изучения Киргизск. края (Оренбург). 1922. Вып. 3. С. 26-30.
- Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М.: Наука, 1983. 175 с.
- Дебело П.В., Чибилёв А.А. Амфибии и рептилии Урало-Каспийского региона. Серия: Природное разнообразие Урало-Каспийского региона. Т. III. Екатеринбург, 2013. 400 с.
- Ермаков О.А., Файзулин А.И., Закс М.М., Кайбелева Э.И., Заринова Ф.Ф. Распространение «западной» и «восточной» форм озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* s.l. на территории Самарской и Саратовской областей (по данным анализа митохондриальной и ядерной ДНК) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(1). С. 409-412.
- Заринова Ф.Ф., Файзулин А.И., Юмагулова Г.Р. Состояние и проблемы охраны *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Ranidae) на территории Республики Башкортостан // Науч. доклады региональной конф. «Недели науки-2009». В 4-х частях. Ч. II. Естественно-технические науки / Изд-е Сибайского института (филиала) БашГУ. Уфа, 2009. С. 21-24.
- Заринова Ф.Ф., Файзулин А.И. Эколого-фаунистическая характеристика амфибий республики Башкортостан // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24, № 4. С. 165-177.
- Зарудный Н. Материалы для фауны амфибий и рептилий Оренбургского края // Bull. Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1895. Nov. Série. Т. 9, № 3. 1896. Pp. 361-370.
- Кривошеев В.А., Файзулин А.И. Состояние охраны бесхвостых земноводных (Anura) Волжского бассейна // Изв. Самар. НЦ РАН. Спецвып. «Природное наследие России». Ч. II. 2004. С. 334-339.
- Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. 2-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 370 с.
- Литвинчук С.Н., Розанов Ю.М., Усманова Н.М., Боркин Л.Я., Мазанова Л.Ф., Казаков В.И. Изменчивость микросателлитов VM 224 и Vca17 в популяциях зеленых жаб (*Bufo viridis* complex) различающихся по размеру генома и плоидности // Цитология. 2006. № 4. С. 306-319.
- Паллас П.С. Палласа, доктора медицины, профессора Натуральной истории и члена Российской Императорской Академии Наук, и Санктпетербургского Вольного Экономического Общества, также Римской Императорской Академии испытателей естества и Королевского Англинского ученого собрания, Путешествие по разным провинциям Российской империи. Часть первая. СПб., 1773. [X]+658+117 с.
- Паллас П.С. Палласа, доктора медицины, профессора Натуральной истории и члена Российской Императорской Академии Наук, и Санктпетербургского Вольного Экономического Общества, также Римской Императорской Академии испытателей естества и Королевского Англинского ученого собрания, Путешествие по разным провинциям Российского государства. Часть третья. Половина вторая. СПб., 1788. 480 с.
- Положенцев П.А. К фауне млекопитающих и гадов Бузулукского бора // Материалы по изучению природы Среднего Поволжья. Вып. 1. М., Куйбышев, 1935. С. 77-96.
- Рычков П.И. Топография Оренбургская, то есть: Обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное коллежским советником и Императорской Академии наук корреспондентом Петром Рычковым. СПб.: Имп. Акад. наук, 1762. Ч. I и II. 331+263 с.
- Топоркова Л.Я. Амфибии и рептилии Урала // Фауна Европейского Севера, Урала и Западной Сибири. Свердловск: УрГУ, 1973. С. 84–117.
- Файзулин А.И. К вопросу об организации мониторинга земноводных особо охраняемых территорий Среднего Поволжья: видовой состав, оценка встречаемости и плотности населения // Региональный мониторинг в целях управления биологическими ресурсами. Тольятти, 2003. С. 57-62.

- Файзулин А.И. История, состояния и перспективы изучения земноводных Оренбургской области // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 10. Тольятти, 2007. С. 156-160.
- Файзулин А.И. Земноводные в коллекции Института экологии Волжского бассейна РАН // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 18, № 1. 2009а. С. 13-23.
- Файзулин А.И. Видовой состав и распространение земноводных на территории национального парка «Бузулукский бор» // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 18, № 3. 2009б. С. 174-178.
- Файзулин А.И. Эколого-фаунистическая характеристика земноводных Оренбургской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 1. С. 181-193.
- Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И., Литвинчук С.Н., Розанов Ю.М., Боркин Л.Я., Ермаков О.А., Ручин А.Б., Лада Г.А., Свинин А.О., Башинский И.В., Чихляев И.В. Видовой состав и особенности распространения зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) на особо охраняемых природных территориях Среднего Поволжья (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018а. Vol. 3 (Suppl. 1). С. 1-16. DOI: 10.24189/ncr.2018.056
- Файзулин А.И., Кузовенко А.Е., Мазяркина Т.Н., Сарсенова Б.Б., Князев А.Е., Трантина Е.В., Пилин Д.В. Проблемы и перспективы исследования батрахофауны особо охраняемых территории на границе бассейнов рек Волги и Урала: Казахстан // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 6. Материалы междунард. конф., приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции. Тольятти: Анна, 2018б. С. 312-314.
- Файзулин А.И., Свинин А.О., Ручин А.Б., Скоринов Д.В., Боркин Л.Я., Розанов Ю.М., Кузовенко А.Е., Литвинчук С.Н. Распространение и зона контакта в Поволжье двух форм зелёных жаб комплекса *Bufo viridis* (Anura, Amphibia), различающихся по размеру генома // Современная герпетология. 2018в. Т. 18. № 1-2. С. 35-45.
- Файзулин А.И., Ткаченко Е.Э. Видовой состав и распространение земноводных в районе Красносамарского лесного массива (Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18, № 1. С. 9-12.
- Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кузовенко А.Е. Амфибии Самарской области. Тольятти, 2013. 140 с.
- Чихляев И.В., Файзулин А.И. Использование гельминтологических данных при исследовании формирования ареалов бесхвостых земноводных (Anura, Amphibia) Волжского бассейна // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы (V Люблинские чтения) / Под ред. чл.-корр. Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2010. С. 209-214.
- Borkin L.J. Hynobiidae – Winkelzahnmolche. *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870 – Sibirischer Winkelzahnmolch // Schwanzlurche (Urodela) I. (Hynobiidae, Proteidae, Salamandridae I: Pleurodeles, Salamandrina, Euproctus, Chioglossa, Mertensiella) / Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Bd. 4/I. Wiesbaden: Aula-Verlag, 1999. S. 21-55.
- Garanin V.I. The distribution of amphibians in the Volga-Kama region // Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. Vol. 5. 2000. Pp. 79-132.
- Lindholm W.A. Biologische Beobachtungen an einigen Batrachiern des Europäischen Russlands // Zool. Gart. 1902. 43 (12). S. 390-403.

А.Е. КНЯЗЕВ¹, И.В. ЧИХЛЯЕВ², А.И. ФАЙЗУЛИН²¹ Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия**О ГЕЛЬМИНТАХ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ
Pelophylax ridibundus (PALLAS, 1771)
В ПОЙМЕ Р. УРАЛ (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Исследования гельминтов амфибий Южного Урала проводятся с 70-х годов XX века начиная с работ М.Г. Баянова и Г.Р. Юмагуловой (2000). Несмотря на длительный период исследования, гельминты амфибий исследованы неравномерно в разных регионах (Даниловский, 1997; Юмагулова, 2000). В последнее время, внимание уделялось территории Оренбургской области (Буракова, Вершин, 2016; Давлетбакова, Юмагулова, 2013; Зарипова, Файзулин, 2014; Чихляев, Файзулин, 2018). Из всех видов амфибий наибольшее разнообразие гельминтов отмечается у озерной лягушки, в условиях обитания на пойменных территориях.

Цель настоящей работы – характеристика видового состава гельминтов озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) из популяции, обитающей в пойме р. Урал на территории Оренбургской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования послужили сборы гельминтов от озерных лягушек, отловленных 26-27.07.2018 года из пойменных водоемов р. Урал, что в окрестностях г. Орск Оренбургской области (N 51.187 / E 58.562). Сбор производился по берегу р. Орь.

Методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928) исследовано 20 экз. амфибий. Сбор и камеральную обработку материала проводили стандартными методами (Быховская-Павловская, 1985; Лукиянов, Чихляев, 2014). Определение видов гельминтов выполнено согласно сводкам К.М. Рыжикова с соавторами (1980) и В.Е. Сударикова в соавторами (2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У озерной лягушки в пойме р. Урал обнаружено 23 вида гельминтов: Trematoda – 20 (в том числе 7 на стадии метацеркарий) и Nematoda – 3 (табл.). Из них 16 являются широко специфичными полигостальными паразитами амфибий и 7 – специфичными олигостальными для амфибий семейства Ranidae Rafinesque, 1914. Видов паразитов узко специфичных данному хозяину не зафиксировано.

В составе гельминтов 14 видов паразитируют на взрослой стадии и используют лягушек в качестве облигатных окончательных хозяев. Другие 7 видов трематод встречаются только на личиночной стадии (метацеркарий), поэтому амфибии для них служат дополнительными (метацеркарными) и/или резервуарными (паратеническими) хозяевами. Еще 2 вида трематод (*G. vitelliloba*, *O. ranae*) совмещают разные стадии развития в одной особи или особях разного возраста и определяют роль земноводных как амфиксенических, а в последнем случае и – постциклических хозяев.

Анализируя структуру гельминтофауны озерной лягушки, можно выделить три экологические группы гельминтов в зависимости от способа поступления и специфики цикла развития в организме амфибии-хозяина.

Первая и наиболее многочисленная (13 видов) – это группа, циркулирующих по трофическим связям, взрослых стадий (марит) трематод. Все они являются паразитами

Таблица. Гельминты озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* в пойме р. Урал (окрестности г. Орск, Оренбургская область)

Виды гельминтов	Локализация
ТРЕМАТОДЫ	
<i>Gorgoderia cygnoides</i> (Zeder, 1800)	мочевой пузырь
<i>Gorgoderia asiatica</i> Pigulevsky, 1945	мочевой пузырь
<i>Gorgoderia pagenstecheri</i> Sinitzin, 1905	мочевой пузырь
<i>Gorgoderia varsoviensis</i> Sinitzin, 1905	мочевой пузырь
<i>Gorgoderina vitelliloba</i> (Olsson, 1876)	мочевой пузырь
<i>Pneumonoeces variegatus</i> (Rudolphi, 1819)	лёгкие
<i>Pneumonoeces asper</i> (Looss, 1899)	лёгкие
<i>Skrjabinoeces similis</i> (Looss, 1899)	лёгкие
<i>Brandesia turgida</i> (Brandes, 1888)	двенадцатиперстная кишка
<i>Opisthioglyphe ranae</i> (Frölich, 1791)	тонкий кишечник
<i>Pleurogenes claviger</i> (Rudolphi, 1819)	тонкий кишечник
<i>Pleurogenoides medians</i> (Olsson, 1876)	тонкий кишечник
<i>Prosotocus confusus</i> (Looss, 1894)	тонкий кишечник
<i>Paralepoderma cloacicola</i> (Lühe, 1909), mtc.	мускулатура, брыжейки
<i>Strigea strigis</i> (Schrank, 1788), mtc.	брыжейки, жировые тела, почки
<i>Strigea sphaerula</i> (Rudolphi, 1803), mtc.	полость тела, внутренние органы, гонады, брыжейки, мускулатура
<i>Codonocephalus urnigerus</i> (Rudolphi, 1819), mtc.	полость тела, внутренние органы, гонады, брыжейки, мускулатура
<i>Tylodelphys excavata</i> (Rudolphi, 1803), mtc.	спинномозговой канал
<i>Neodiplostomum spathoides</i> Dubois, 1937, mtc.	мускулатура
<i>Pharyngostomum cordatum</i> (Diesing, 1850), mtc.	мускулатура
НЕМАТОДЫ	
<i>Rhabdias bufonis</i> (Schrank, 1788)	лёгкие
<i>Oswaldocruzia filiformis</i> (Goeze, 1782)	тонкий кишечник
<i>Cosmocerca ornata</i> (Dujardin, 1945)	прямая кишка

внутренних полостных органов: мочевого пузыря, легких и кишечника. Маритами трематод лягушки заражаются, поедая их дополнительных (метацеркариальных) хозяев – водных беспозвоночных (насекомые, моллюски, ракообразные), реже – позвоночных (молодь земноводных). Для *G. cygnoides*, *G. asiatica*, *G. pagenstecheri*, *G. varsoviensis*, *P. asper* и *S. similis* таковыми являются личинки стрекоз; для *P. variegatus* – двукрылых. Трематоды *P. claviger*, *P. medians* и *P. confusus* передаются через личинок жуков, ручейников, поденок, вислокрылок, равноногих рачков и бокоплавов. Инвазия видами *G. vitelliloba* и *O. ranae* связана с каннибализмом. Жизненный цикл трематоды *B. turgida* остается неизвестным.

Вторая, уже менее разнообразная по числу видов (7), – группа личиночных стадий (метацеркарий) трематод. Места локализации их самые разнообразные: полость тела, стенки внутренних органов, гонады, брыжейки, мускулатура языка и конечностей, спинной мозг. Заражение метацеркариями трематод протекает двумя путями: для одних видов (р. *Strigea*) связано с употреблением дополнительных и/или резервуарных хозяев нижележащего трофического уровня; для других – есть следствие перорального или перкутанного проникновения церкарий. Окончательными хозяевами вида *P. cloacicola* являются ужи, реже – гадюки; *S. strigis* – совы; *S. sphaerula* – врановые; *N. spathoides* – дневные хищные птицы; *C. urnigerus* и *T. excavata* – околородные голенастые птицы; *Ph. cordatum* – псовые млекопитающие.

Наименьшая по числу видов (3) – группа нематод (геогельминтов), т.е. паразитов, имеющих прямой цикл развития. Заражение видом *Rh. bufonis* осуществляется путем перкутанного проникновения из почвы инвазионных личинок, которые мигрируют с лимфо- и кровотоком в легкие хозяина; либо через резервуарных хозяев – олигохет и моллюсков. Виды *O. filiformis* и *C. ornata* паразитируют в кишечнике земноводных, куда попадают в результате перорального переноса при случайном контакте хозяина с инвазионными личинками на суше или в воде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гельминтофауну озерной лягушки в пойме р. Урал отличает богатство видов и разнообразный состав. Доминируют трематоды (биогельминты), представленные как взрослыми, так и личиночными стадиями. Многообразие первых свидетельствует о богатой фауне беспозвоночных в исследуемом биоценозе; наличие вторых указывает на множество хищников, потребляющих озерную лягушку. Нематоды (геогельминты), традиционно для данной амфибии-хозяина, представлены небольшим числом широко распространенных видов.

В целом видовой состав и структура гельминтофауны, озерной лягушки в пойме р. Урал типичны для этого вида земноводных в условиях средней полосы России и обладают сходством с таковыми из популяций в европейской части. Однако будущие исследования на более обширном материале, вероятно, смогут найти необходимые различия и внести коррективы в сделанные нами выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Буракова А.В., Вершинин В.Л.* Анализ паразитофауны синтопически обитающих представителей бесхвостых амфибий // Вестн. СПбГУ. Сер. 3, вып. 3. 2016. С. 31-36.
- Давлетбакова Г.М., Юмагулова Г.Р.* Гельминты бесхвостых амфибий Оренбургской области // Экологический сборник 4. Тр. молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 31-34.
- Даниловский Г.А.* Характеристика класса земноводных и их паразитофауна на территории Челябинской области // Челябинск. гос. пед. ун-т. Челябинск. 1997. 37 с. Деп. в ВИНТИ 19.06.97, N 2039-B97.
- Заринова Ф.Ф., Файзулин А.И.* Особенности видового состава и показатели зараженности гельминтами озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* в условиях трансформации местообитаний Южного Урала // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(5) С. 1675-1679.
- Лукиянов С.В., Чихляев И.В.* Методы гельминтологических исследований // Методы полевых экологических исследований / Под ред. А.Б. Ручина и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. С. 156-170.
- Рыжиков К.М., Шартило В.П., Шевченко Н.Н.* Гельминты амфибий фауны СССР. М.: Наука, 1980. 279 с.
- Скрябин К.И.* Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во МГУ, 1928. 45 с.
- Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В., Ломакин В.В., Стенько Р.П., Юрлова Н.И.* Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России / Метацеркарии трематод – паразиты гидробионтов России. Т. 1. М.: Наука, 2002. 298 с.
- Чихляев И.В., Файзулин А.И.* Материалы к гельминтофауне озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская область) // Современные проблемы паразитологии и экологии. Чтения посвящ. памяти С.С. Шульмана: сб. тр. Всерос. науч. конф. с международ. участием. Тольятти: Полиар, 2018. С. 307-315.

А.М. КОКОРИН, Е.С. НАУМОВА, А.Г. ПАН

Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярёва, г. Ковров, Россия

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ВОДОЕМАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КОВРОВА, С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Контроль за состоянием природной среды, оценка ее качества – это важнейшие составные части деятельности человека, которая направлена на освоение и использование природных ресурсов для обеспечения своей жизнедеятельности.

На территории города Коврова расположено множество небольших водоемов, которые создают уникальность ландшафта и используются для социальных нужд. Сведений об экологическом состоянии этих водоемов немного, но они имеют важное значение для каждого микрорайона, где они находятся.

Водоёмы города являются неотъемлемой частью городской экосистемы, причем той её частью, которая в огромной степени подвергается антропогенному воздействию. Это воздействие выражается, в первую очередь, в загрязнении самого различного характера.

Особенность загрязнения городских водоёмов состоит в том, что в городе на относительно небольшой площади сосредоточено значительное количество различных источников загрязнения (промышленные предприятия, транспорт, бытовые отходы), обуславливающих интенсивность и неоднородность состава загрязнений природных вод (Болонина и др., 2015).

Безопасность – важнейший информационный фактор развития человека и среды. Сегодня развиты методы биологического контроля токсичности водных сред, которые основаны на восприятии биологическими объектами интегрального загрязнения вредными веществами (Захаров, 2017).

Целью нашей работы является оценка токсичности воды в водоемах расположенных на территории г. Коврова методом биотестирования.

Биотестирование дает возможность быстрого получения интегральной оценки токсичности среды, обусловленной присутствием комплекса загрязняющих воду химических веществ и их метаболитов естественного и антропогенного происхождения, что делает весьма привлекательным его применение при скрининговых исследованиях. Вместе с тем, при организации такой системы экологического мониторинга остро ощущается недостаток в оперативных и простых в исполнении методах биотестирования водных объектов (Григорьев, 2013).

Биотестирование основано на регистрации биологически важных показателей, так называемых тест-функций, исследуемых тест-объектов. После регистрации этих показателей производится оценка их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности.

Для решения поставленной цели были установлены следующие задачи:

- 1 – проанализировать качество воды в прудах с помощью растений-организмов;
- 2 – определить наиболее чувствительные тест-функции растительных организмов.

Создание различных эталонных наборов видов тест-объектов и необходимых тест-реакций для изучения состояния определенных водных объектов является одной из важных задач наших исследований (Кокорин, 2015).

Город Ковров расположен во Владимирской области и является центром Ковровского района. Город раскинулся на берегах р. Клязьмы в 65 километрах от областного центра – г. Владимира и в 250 километрах от г. Москвы.

Объектами исследования стали малые водоемы (пруды), расположенные на территории города. Объекты располагаются в разных микрорайонах города (условно обозначим пруды 1, 2, 3, 4). Их средняя площадь составляет 200–400 м². Все пруды расположены около асфальтированных дорог и окружены жилыми постройками (много бытового мусора попадает в воду). В качестве контроля использовалась дистиллированную воду.

Отбор проб воды из объектов исследования проводился согласно требованиям ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб» и др.

В исследовательской работе для оценки степени загрязнения водной среды изучаемых объектов были использованы следующие тест-организмы: овёс (*Avena sativa*), кресс-салат (*Lepidium sativum*), маш, или бобы мунг (*Vigna radiata*) (Поспелова и др., 2011; Поклонов и др., 2013; Галиакберов и др., 2017). Предлагаемый метод биологической оценки токсичности природных вод по проросткам растений-индикаторов проводился методом полива проростков тест-растений испытуемой водой.

Биотестирование проводилось в трехкратной повторности для каждого анализа пробы. Эксперимент проводился в лаборатории кафедры БЖД, экологии и химии Ковровской Государственной Технологической Академии имени В.А. Дегтярева в осенний период 2018 г. Продолжительность эксперимента составила 9 суток.

В каждую пробу семян помещали этикетку с указанием регистрационного номера средней пробы, номера проращиваемой пробы (повторности), дат учета энергии прорастания и всхожести.

Семена раскладывали в контейнеры на фильтровальную бумагу. Поливали исследуемой водой (5 мл – в кресс-салат и 10 мл – в овес и маш). Семена проращивали в одинаковых условиях (t = 18–23°C; pH = 6–7; освещенность не менее 12 часов в сутки с интенсивностью 300–400лк). Проверяли состояние увлажненности, не допуская переувлажнения.

Оценку и учет проросших семян при определении энергии прорастания и всхожести проводили в сроки, указанные в ГОСТе. При этом день закладки семян на проращивание и день подсчета энергии прорастания или всхожести считали за одни сутки.

Результаты исследований мы представили в таблицах и рисунках. В процентах указан индекс токсичности (определяется при наличии достоверности отличий между контрольными и опытными значениями).

$$T = \frac{I_k - I_{оп}}{I_{оп}} \times 100\% , (1)$$

где I_k – величина тест-реакции для контрольной пробы;

$I_{оп}$ – величина тест-реакции для исследуемой пробы

Он имеет положительное значение при наличии токсичности, отрицательное значение свидетельствует о стимулирующем воздействии. Диапазон значений индекса токсичности 0–25% свидетельствует о нетоксичной среде (I класс), 25–50% – о малотоксичной (II класс), 50–75% – о токсичной (III класс), 75–100% – о высокотоксичной среде (IV класс).

Нами были изучены масса и ростовые показатели тест-организмов. К таковым были отнесены: масса всего растения (г), масса корешка (г), масса проростка (г), длина корешка (мм), длина проростка (мм). Полученные данные представлены в таблицах 1–3.

Одна из наиболее важных характеристик, высокочувствительная к стрессовому воздействию среды, – энергетика физиологических процессов. Другая базовая характеристика, перспективная для оценки стрессовых воздействий, – темп и ритмика ростовых процессов (Кокорин, 2015).

Таблица 1. Исследование влияния проб воды на тест-функции *Avena sativa*

Тест-функции	Контроль	Пруд 1	Пруд 2	Пруд 3	Пруд 4
Масса всего растения, г	0,27±0,03	0,3±0,02	0,31±0,03	0,36±0,03* -33.3%	0,35±0,03* -29.6%
Масса корешка, г	0,17±0,02	0,19±0,03	0,22±0,02* -29.4%	0,25±0,02* -47.06%	0,25±0,02* -47.06%
Масса проростка, г	0,1±0,02	0,11±0,01	0,09±0,01	0,11±0,03	0,1±0,01
Длина корешка, мм	10,7±1,84	13,09±1,4	1,86±1,57	14,1±1,52* -31.8%	13,22±1,13
Длина проростка, мм	10,46±1,31	14,18±1,03* -35.6%	11,6±1,09	13,49±0,82* -28.9%	11,88±0,88

* – достоверные отличия

Таблица 2. Исследование влияния проб воды на тест-функции *Lepidium sativum*

Тест-функции	Контроль	Пруд 1	Пруд 2	Пруд 3	Пруд 4
Длина корешка, мм	9,24±0,6	10,65±0,89	4,07±0,72* +56.0% (II кл)	10,89±1,02	9,81±1,15
Длина проростка, мм	4,68±0,55	5,41±0,46	7,62±0,4* -62.8%	4,77±0,36	4,65±0,39

Таблица 3. Исследование влияния проб воды на тест-функции *Vigna radiata*

Тест-функции	Контроль	Пруд 1	Пруд 2	Пруд 3	Пруд 4
Масса всего растения, г	0,55±0,04	0,61±0,05	0,55±0,03	0,67±0,04* -21.8%	0,61±0,06
Масса корешка, г	0,15±0,01	0,19±0,024* -26.7%	0,14±0,02	0,3±0,05* -100%	0,22±0,02* -46.7%
Масса проростка, г	0,39±0,01	0,42±0,04	0,41±0,03	0,35±0,03	0,4±0,06
Длина корешка, мм	9,73±1,47	8,29±1,33	5,73±0,76* +41.2 (III кл)	7,74±1,31	8,69±0,69
Длина проростка, мм	10,02±1,47	10,8±1,52	6,84±0,84* +31.7 (III кл)	7,33±1,08* +26.8%(III кл)	13,43±4,83

В нашей работе мы провели исследование четырех водных объекта г.Коврова. В целом можно сказать, что анализируемые опытные пробы воды, взятые из водоёмов не оказывают токсического действия на растительные организмы. Однако для тест-организма «Кресс-салат» водная среда пруда №2 показала токсическое действие на тест-функцию «Длина корешка», а для тест-организма «Маш» отмечено малотоксичное воздействие на тест-функции «Длина корешка» и «Длина ростка».

В тоже время нами отмечено и стимулирующее воздействие анализируемых проб воды. По данным расчетов мы выяснили, что на семена овса самое благоприятное воздействие оказывал пруд 3. Масса всего растения превышает контроль на 33,3%,

масса корешка на 47,06%, длина корешка на 31,8% и длина ростка на 28,9% (см. табл. 1).

На семена кресс-салата, а точнее на длину его ростков благоприятное воздействие оказывает пруд 2, т.к. она превышает контроль на 62,8%, в то время как длина корешков в пробах пруда 2 больше значений контроля на 55,96% (см. табл. 2).

На семена маш стимулирующее воздействие также оказали пробы водной среды пруда 3. Масса всего растения превышает контроль на 21,8%, масса корешка ровно в два раза больше массы контроля, но при этом длина ростка уменьшилась на 26,8% (см. табл. 3).

В связи с этим можно сделать вывод, что самыми благоприятными условиями для роста используемых нами для биотестирования растений обладают пробы воды пруда 3.

С другой стороны морфологические и динамические показатели растений значительно отличаются от контроля в положительную сторону, это могло произойти потому, что в дистиллированной воде нет минеральных веществ, которые определяют быстрое развитие растительных организмов.

Таким образом, экологическое состояние исследуемых малых водоемов, расположенных на территории г. Коврова согласно полученным данным биотестирования с помощью выбранных растительных организмов нельзя назвать опасным.

Растительные тест-организмы (*Avena sativa*, *Lepidium sativum*, *Vigna radiata*) можно использовать для биотестирования водной среды, так как они показали высокую чувствительность ряда тест-функций. Каждый тест-объект обладает своим набором чувствительных к токсикантам тест-функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болонина Г.В., Мармилов А.Н., Чигина Т.С., Свечникова Е.Н. Геоэкологическая оценка состояния водоемов агломератов в условиях городской среды // Геология, география и глобальная энергия. 2015. №1 (56). С. 171-179.

Галиакберов В.В., Дементьев Д.Г., Белозерова Е.А. Фитотоксичность поверхностных вод реки Малый Кизил // International scientific news. 2017. XXVIII Международ. науч.-практич. конф. 2017. С. 95-98.

Григорьев Ю. Новые технологии биотестирования // Технадзор. 2013. №11 (84). С. 36.

Захаров И.С. Проблемы получения информации о безопасности водной среды биотестированием на основе существующих нормативов // Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 388-389.

Кокорин А.М. Изучение способностей к биотестированию качества воды у разных видов организмов. В сборнике: Актуальные проблемы экологии в XXI веке труды II международной научной конференции (заочной). Ответственный редактор Грачева Екатерина Петровна. 2015. С. 73-78.

Поклонов В.А., Котелевцев С.В., Остроумов С.А. Фитотоксичность синтетических моющих средств, содержащих поверхностно-активные вещества, при биотестировании на проростках растений. Успехи наук о жизни. 2013. № 6. С. 71-78.

Поспелова О.А., Окрут С.В., Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А. Влияние функциональных зон города на фитотоксичность вод малой реки // Изв. Самарск. НЦ РАН. 2011. Т. 13, № 5. С. 216-219.

А.Б. КОМИССАРОВ, Е.А. ЧЕКМАРЕВА

Иваньковская НИС – филиал Института водных проблем РАН, г. Конаково, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Процесс формирования снежного покрова начинается в условиях отрицательного теплового баланса подстилающей поверхности. Снежным покровом называется лежащий на поверхности земли слой снега, который пополняется за счет льда, выпадающего из облаков и образующегося на земной поверхности (иней, изморозь, гололед, наледь и другое) (Кузьмин, 1960).

Цели работы: оценить качество талой воды, содержащейся в снеговом покрове на водосборной территории Иваньковского водохранилища в условиях антропогенной нагрузки г. Конаково.

Иваньковское водохранилище – природно-технический водный объект комплексного назначения, относится к источникам водоснабжения г. Москвы. Полный объем при нормальном подпорном уровне (НПУ – 124 м) составляет 1120 млн. м³, площадь водного зеркала – 327 км², длина береговой линии – 520 км, средняя глубина – 3.4 м, водосборная площадь – 316 км² (Салтанкин, 2017).

Постоянный снежный покров в исследуемом районе появляется в начале или в конце ноября. Самые холодные месяцы – январь и февраль (Григорьева, 2000). Максимальные среднемесячные температуры воздуха за период 2007–2017 гг. января составляют –15.9 °С (2010 г.) и февраля – –12.3 °С (2012 г.). Количество осадков в зависимости от водности года изменяется с 18 мм (декабрь 2007 г.) по 79.9 (декабрь 2010 г.), рис. 1.

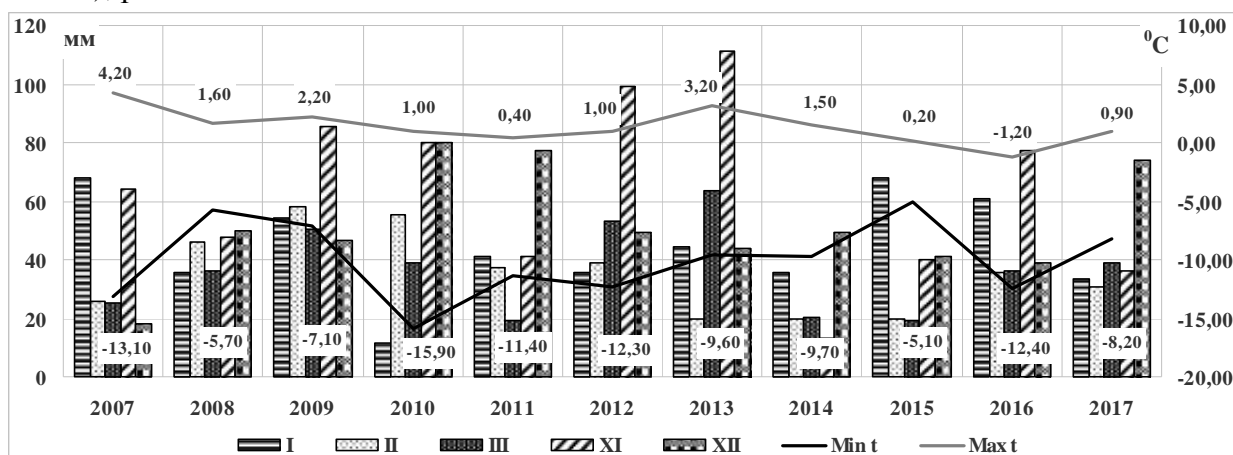


Рис. 1. Величины среднего количества осадков, минимальные и максимальные значения температур, Тверская область, ноябрь–март, 2007–2017 гг. (Показатели..., 2017)

Для отбора проб снега на поверхности снежного покрова размечали квадрат площадью 1м², снег отбирали на всю глубину залегания. В химической лаборатории снег доводили до состояния талой воды при комнатной температуре и измеряли объем воды. Анализ проводили по апробированным методикам, он включал: рН, мутность, гидрокарбонаты, кальций, магний, сульфаты, хлориды, натрий и калий, железо общее, кремний, соединения азота и фосфора, БПК₅, цветность, ПО, нефтепродукты, СПАВ,

тяжелые металлы (цинк, свинец, медь, хром, кадмий). Анализ проб проводили в химической лаборатории ИвНИС ИВП РАН по аттестованным методикам (аттестат аккредитации RA.RU.21АН36 от 21.11.2016 г.). Максимальное число проб снега (28 штук) было отобрано на территории г. Конаково в 2008 г. Всего проанализировано 144 пробы снега.

Современное экологическое состояние снежного покрова и точки отбора проб представлены на рис. 2.

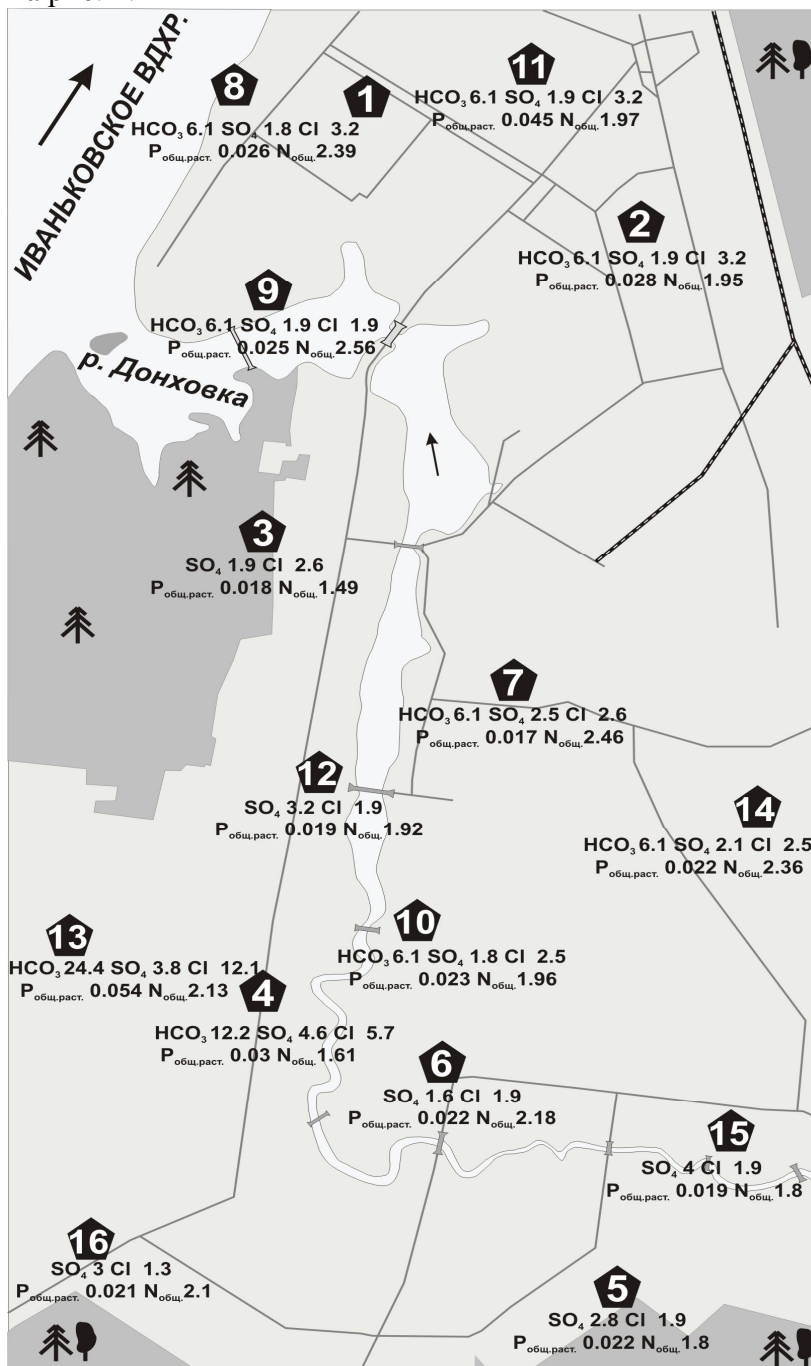


Рис. 2. Карта-схема точек отбора проб снега с характеристиками качества талой воды за 2018 г.

1 – школа №5 (за 2018 г. проба не отобрана), 2 – стадион филиала ФГБОУ ВО «НИУ» «МЭИ», 3 – ул. Старопочтовая (въезд в бор), 4 – ГБПОУ «Конаковский колледж», 5 – ул. Южная, 66, 6 – АО «Завод Микроприбор», 7 – ул. Район Завода, 13а (баня), 8 – гор. пляж, 9 – ул. Гагарина, 33, 10 – «Домокафе», 11 – школа №8, 12 – сквер Ворохова, 13 – ул. Свердлова и Воровского, 14 – Транспортная, 39, 15 – ОАО «Молоко», 16 – «Дачник»

Концентрации химических элементов в снежном покрове г. Конаково за 2018 г. изменялись в диапазоне: 6.1–24.4 мг/дм³ – гидрокарбонаты, 0.076–4.6 мг/дм³ – кальций, 0.49–1 мг/дм³ – магний, 1.8–4.6 мг/дм³ – сульфаты, 0.3–13 мг/дм³ – натрий и калий, 1.6–12.1 мг/дм³ – хлориды, 0.03–0.16 мг/дм³ – железо общее, 0.03–0.12 мг/дм³ – марганца, 1.1–3.1 мгО/дм³ – БПК₅. На пересечении улиц Свердлова и Воровского в 2018 г. увеличены концентрации гидрокарбонатов (24.4 мг/дм³), хлоридов (12.1 мг/дм³), натрия и калия (13 мг/дм³), соединения фосфора общего растворимого составляют 0.054 мгР/дм³.

Соединения азота с высокими концентрациями ежегодно (от 1.8 до 3.8 мг/дм³ общего азота) наблюдают на берегу Ивановского водохранилища, что может быть связано с выбросами окислов азота в атмосферу (до 6.89 тыс. т по Конаковскому району, 2017 г.), основным поставщиком которых является Конаковская ГРЭС (Показатели., 2017 г.). В Конаковском бору и у ГБПОУ «Конаковский колледж» концентрации общего азота составляют около 3.5 мг/дм³ общего азота (2012 г.). Отмечено снижение средних значений концентрации фосфора общего в снежном покрове с 0.04 мгР/дм³ (2007 г.) по 0.026 мгР/дм³ (2018 г.). В точках отбора проб – ГБПОУ «Конаковский колледж», АО «Завод Микроприбор» (2007 г.) и школа №5 (2010 г.) концентрации фосфора общего составили 0.05 мгР/дм³ (рис. 3).

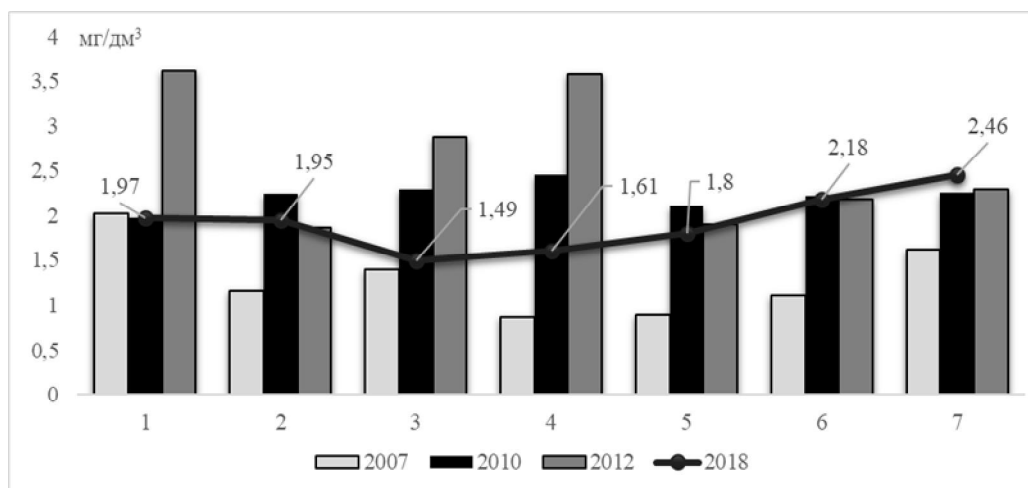
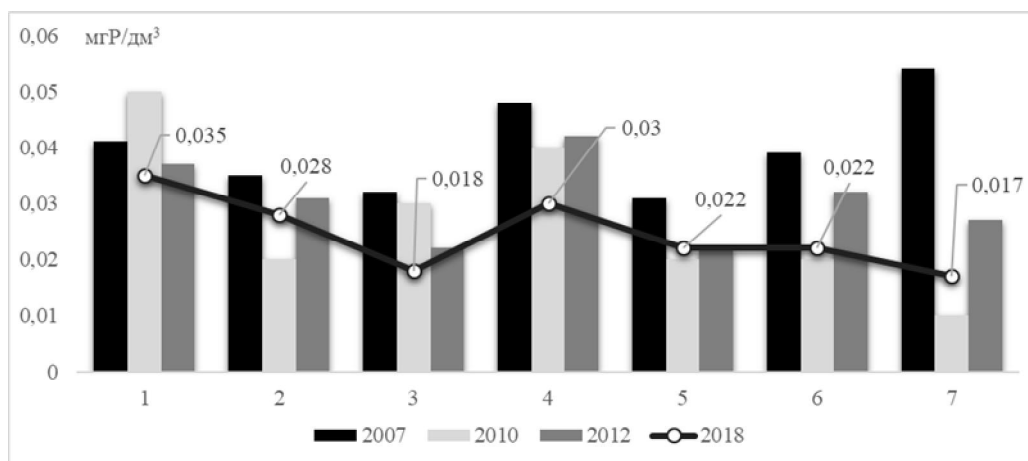


Рис. 3. Концентрации биогенных элементов в снежном покрове г. Конаково
а) фосфора общего, мгР/дм³, б) азота общего, мг/дм³

1 – школа №5, 2 – стадион филиала ФГБОУ ВО «НИУ» «МЭИ», 3 – ул. Старопочтовая (въезд в бор), 4 – ГБПОУ «Конаковский колледж», 5 – ул. Южная, 6б, 6-АО «Завод Микроприбор», 7 – ул. Район Завода, 13а (баня)

За период с 2007 по 2013 и 2018 гг. величина рН изменялась с 4.06 единиц рН (АО «Завод Микроприбор», 2007 г.) до 7.16 единиц рН (ул. Энергетиков, д. 4, берег р. Донховка). Талые воды по степени кислотности относятся к слабокислым (5–6.5 ед. рН), единично встречаются кислые (3–5 ед. рН) и нейтральные (6.5–7.5 ед. рН) воды. Минимальные и максимальные значения электропроводимости составляют 0.1-50 мСм/м. Качественный состав талой воды за период 2007–2013 и 2018 гг. характеризуется диапазонами концентраций: от 0.34 до 10.7 мг/дм³ – сульфатов, 0.8–109 мг/дм³ хлоридов, 0.004–1.39 мг/дм³ – фосфатов, 0.02–23.7 мг/дм³ – азота аммония, 0.45–3.3 – мг/дм³ нитратов, 0.5–9.8 мгО/дм³ – перманганатной окисляемости (ПО), (табл. 2).

Табл. 2. Средние значения содержания некоторых химических элементов в снежном покрове г. Конаково, 2007–2013 и 2018 гг., дм/мг³ (кр. электропровод. – мСм/м, ПО – мгО/дм³). Числитель – среднее значение, знаменатель – минимальные и максимальные значения

	Электропроводимость	Сульфаты SO ₄ ²⁻	Хлориды Cl-	Фосфаты, PO ₄	Аммоний-ион NH ₄ ⁺	Нитраты NO ₃ ⁻	ПО
2007	<u>1.8</u> 1.1-3	<u>3.04</u> 1.6-7.1	<u>1.6</u> 1.4-1.7	<u>0.058</u> 0.03-0.09	<u>0.076</u> 0.02-0.13	<u>1.15</u> 0.77-1.87	<u>2.88</u> 2.15-3.9
2008	<u>4.0</u> 2.2-6.3	<u>2.16</u> 1.4-2.8	<u>1.1</u> 0.3-3.9	-	<u>0.597</u> 0.35-0.95	<u>1.269</u> 0.84-2.13	<u>2.76</u> 1.1-2.76
2009	<u>1.63</u> 1.2-2.5	<u>9.69</u> 9-11	<u>1.79</u> 1.24-2.8	<u>0.015</u> 0.005-0.06	<u>0.68</u> 0.49-1.94	<u>1.67</u> 1.28-2.19	<u>1.61</u> 0.78-2.91
2010	<u>1.92</u> 1.1-5.1	<u>8.85</u> 7.5-10.7	<u>2.1</u> 0.6-5.6	<u>0.126</u> 0.01-1.39	<u>0.533</u> 0.31-0.94	<u>1.72</u> 1.5-2.1	<u>2.2</u> 0.74-9.8
2011	<u>1.53</u> 1.1-3	<u>1.68</u> 0.7-3	<u>1.27</u> 0.7-3.3	<u>0.040</u> 0.004-0.20	<u>0.53</u> 0.37-0.73	<u>1.5</u> 0.84-2	<u>1.69</u> 1-6.6
2012	<u>4.27</u> 1-50	<u>1.1</u> 0.34-2.5	<u>7.0</u> 0-109*	<u>0.04195</u> 0.019-0.07	<u>0.055</u> 0.17-1.14	<u>1.81</u> 1-2.6	<u>1.84</u> 1.3-3.9
2013	<u>2.22</u> 1.4-5.2	<u>1.48</u> 0-3.7	<u>1.3</u> 0.8-6.5	<u>0.131</u> 0.01-0.98	<u>3.21</u> 1.2-23.7	<u>2.14</u> 0.45-3.3	<u>1.43</u> 0.92-2.6
2018	<u>0.16</u> 0.1-0.4	<u>2.51</u> 1.8-4.6	<u>3.5</u> 1.6-12.1	<u>0.0223</u> 0.005-0.58	<u>0.546</u> 0.3-0.83	<u>1.47</u> 1.1-2.1	<u>1.35</u> 0.5-2.8

* – максимальная концентрация после использования противогололедных реагентов

Высота снежного покрова в середине марта изменялась от 0,46 до 0,68 м в 2011 г. и от 0,30 до 0,43 в 2018 г. В снежном покрове на водосборной площади Ивановского водохранилища на начало марта содержится до 998.56 млн. л талой воды при средней мощности снежного покрова 0.55 м. С талой водой на водосборную территорию Ивановского водохранилища могут поступать 12.08 т сульфатов, 5.59 т хлоридов (максимальная концентрация может достигать 109 мг/дм³), 1.39 т фосфатов, 1.94 т азота аммония (максимальная концентрация может достигать 23.7 мг/дм³), 3.3 т нитратов, 11.48 т натрия и калия, 0.31 т железа общего, 0.12 т марганца, 0.12 т нефтепродуктов.

Концентрации тяжелых металлов в снегу повышены вблизи АО «Завод Микроприбор» (в 62 раза цинк, в 9 раз медь, 1.4 раз хром), стадион филиала ФГБОУ ВО «НИУ» «МЭИ» (в 26 раз медь), ОАО «Молоко» (в 47 раз свинец, в 4 раз хром), ГБПОУ «Конаковский колледж» (в 46 раз свинец), маг. «Дачник» (в 46 раз свинец, в 1.7 раз хром) по сравнению с фоном (2018 г, табл. 3). В 2008 г. на берегу Ивановского водохранилища, школы №5 и №7, стадиона филиала ФГБОУ ВО «НИУ» «МЭИ», у въезда в Конаковский бор обнаружены концентрации цинка около 0.056 мг/дм³, максимальные концентрации (0.075 мг/дм³) – на ул. Баскакова, 1 (вблизи больничного

комплекса). Концентрации кадмия отмечены у школы №7 (0.0009 мг/дм³) и ГБПОУ «Конаковский колледж» (0.002 мг/дм³), цинка – АО «Конаковский ЗСК» (на пересечении ул. Красноармейской и Пролетарской, у дороги, рядом с частной авторемонтной мастерской (0.004 мг/дм³).

Табл. 3. Концентрации тяжелых металлов и нефтепродуктов в снежном покрове г. Конаково, 2008 и 2018 гг., дм/мг³. Числитель – среднее значение, знаменатель – минимальные и максимальные значения

	Цинк	Свинец	Медь	Хром	Кадмий	Нефтепрод.
2008	<u>0.276</u> 0-0.0745	<u>0.0005</u> 0-0.004	–	–	<u>0.00019</u> 0-0.0018	–
2018	<u>0.0843</u> 0.011-0.657	<u>0.0126</u> 0.0005-0.0311	<u>0.0073</u> 0.0011-0.029	<u>0.0011</u> 0-0.0044	–	<u>0.0575</u> 0.01-0.12

Выводы

Снежный покров на водосборной площади Ивановского водохранилища может содержать до 998.56 млн. л талой воды. В период половодья максимально с поверхностным стоком и притоками в водохранилище могут поступать до 12.08 т сульфатов, 5.59 т хлоридов, 1.39 т фосфатов, 1.94 т азота аммония, 3.3 т нитратов, 11.48 т натрия и калия, 0.31 т железа общего, 0.12 т марганца, 0.12 т нефтепродуктов.

Геохимические аномалии в снежном покрове связаны с выбросами Конаковской ГРЭС: берег Ивановского водохранилища, школы №5 и №7 (цинк); деятельностью промышленных предприятий и учреждений: АО «Завод Микроприбор» (цинк, медь, хром), ОАО «Молоко» (свинец, хром), АО «Конаковский ЗСК» (цинк), стадион филиала ФГБОУ ВО «НИУ» «МЭИ» (медь, цинк), ул. Баскакова, д. 1, вблизи больничного комплекса (цинк); близостью дороги: ГБПОУ «Конаковский колледж» (свинец), на пересечении ул. Красноармейской и Пролетарской (свинец), маг. «Дачник» (свинец, хром).

Высокие концентрации хлоридов (109 мг/дм³, проспект Ленина) в снегу связаны с использованием противогололедных реагентов группы хлоридов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Ивановского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.

Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снеготпасов // Гидрометеорологич. изд-во. Л., 1960. 96 с.

Салтанкин В.П., Григорьева И.Л. Ивановское водохранилище // Науч.-популярная энциклопедия «Вода России». 2017 г.

[Электронный ресурс]. URL: <http://www.water-rg.ru/>, (дата обращения: 20.01.2019 г.)

Показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы муниципального образования Конаковский муниципальный район // Федеральная служба государственной статистики, 2017 г. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 05.02.2019 г.)

Т.А. КОСТИНА

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

**ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Переработку бетонных и железобетонных изделий, полученных в результате сноса крупнопанельных жилых домов и промышленных сооружений, осуществляют на: 1) стационарных; 2) сборно-разборных; 3) мобильных (передвижных и самоходных) дробильно-сортировочных установках.

1) стационарные. К ним относятся, как правило, установки, состоящие из двух или трёх модулей (рис. 1).

В первом из них осуществляется приёмка и первичная переработка поступающих отходов. Стационарные установки имеют приёмный бункер, пластинчатый транспортёр, пост предварительной сортировки. Древесные материалы, пластмассу и прочие включения отделяют вручную.

Затем отходы поступают в дробилку, далее к магнитному сепаратору, где извлекаются все металлические включения. Подготовленная масса поступает на грохот, где разделяется на фракции, количество которых зависит от количества ярусов грохота. Крупные обломки, не прошедшие грохот, возвращаются обратно в дробилку или же подаются транспортёром во второй модуль установки, который по составу оборудования аналогичен первому.

На стационарные установки поступают предварительно отсортированные по видам строительные отходы: бетон, железобетон, кирпич, камень, асфальт и пр.

2) сборно-разборные дробильно-сортировочные установки, как правило, состоят из компактных блоков, которые устанавливаются на заранее подготовленные фундаменты (Шефтель, 1991).

Поступающие строительные отходы сортируют с помощью экскаватора. Крупные громоздкие отходы, такие как ригель, плиты, панели откладывают для дальнейшего дробления гидромолотами или бетоноломателями, остальной материал подаётся в загрузочный бункер, откуда скребковым транспортёром поступает в сортировочный барабан, где происходит его разделение по фракциям. В процессе разделения отсасываются лёгкие фракции: дерево, бумага, пластмасса и др.

3) мобильные (передвижные самоходные) дробильно-сортировочные установки. Такие установки выпускаются на гусеничном и колёсном ходу. Мобильные установки состоят из смонтированного на шасси силового агрегата (обычно дизель электрического), приёмного бункера, дробилки, магнитного сепаратора, поста ручной сортировки, системы транспортёров, сортировочного барабана, раздаточного транспортёра (Бандман и др., 1989).

Полимерные отходы бытовых помещений и жилищ подвергаются измельчению в дробилке (СанПиН 2.1.7.1322-03) Подходящий тип дробилки – ножевая. Получаемый материал – полимерная крошка, которая подлежит сдаче организациям, принимающим сырьё вторичной утилизации. Рекомендована по параметрам дробилка модели HSS-500A. Ее производительность 350–580 кг/ч. Установка универсальна, подходит для измельчения полимеров разной плотности, мобильна, что допускает ее транспортировку. Габаритные размеры составляют 1530×1170×1530 мм (рис. 2).

Так же учитывая все характеристики, рассматриваем подходящую молотковую дробилку модели РСф600×400. Эта дробилка применяется для дробления хрупкого

материала (известняк, кокс, уголь, цемент). Ее габаритные размеры составляют 1000мм×980мм×1120мм, вес 1445 кг. Установка мобильная, подходит для транспортировки на другие участки образования отходов. Производительность от 5 до 20 т/ч. (рис. 3)

В отечественной и зарубежной практике для высокотемпературного обезвреживания твердых и пастообразных отходов, содержащих органические вещества, наиболее широко используются слоевые печи. В информационно-техническом справочнике по НДТ по обезвреживанию отходов термическим способом от 01.07.2016 рекомендована установка Форсаж-2М. Она надежна в эксплуатации, проста при обслуживании и имеет длительный ресурс рабочей кампании.

"Форсаж-2" конструктивно состоит из пяти основных частей: камеры сжигания, фиксируемой на камере сжигания крышки с камерой дожигания, передвижного пульта управления и воздуховодных рукавов. Общая масса устройства для сжигания установки составляет 495 кг (в том числе крышки с камерой дожигания – 72 кг), пульта управления – 150 кг. В транспортном состоянии габариты камеры сжигания с опорной платформой составляют 1500×1500×1950 мм, трубы – 1700×540×540 мм, пульта управления – 790×1810×1130 мм (рис. 4).

Зольные остатки в зависимости от состава сожженных отходов составляют 3–5% от загруженной массы соответствующих отходов. Анализируя протокол испытаний химического состава единичного образца золы от 02.08.2004, проведенный Аналитическим сертификационным испытательным центром, где представлен расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании максимальной загрузки отходов (отработанных фильтров, промасленных ветоши и древесных опилок, бумажных изделий, содержащих 10% масел по массе) на установке по утилизации отходов "Форсаж-2М", можно сделать вывод, что загрязнение атмосферного воздуха летучей золой минимально и составляет 0,381 мг/м³, сернистого ангидрида 0,032 мг/м³, диоксида азота 0,020 мг/м³. ПДК составляет 0,761, 0,063 и 0,236 мг/м³ соответственно (Дворкин, Дворкин, 2007, ГН 2.1.6.1338-03). Это позволяет констатировать возможность экологически безопасного использования установки "Форсаж-2" для сжигания нефтесодержащих отходов – промасленных ветоши, опилок, отработанных фильтров и бумажных изделий.

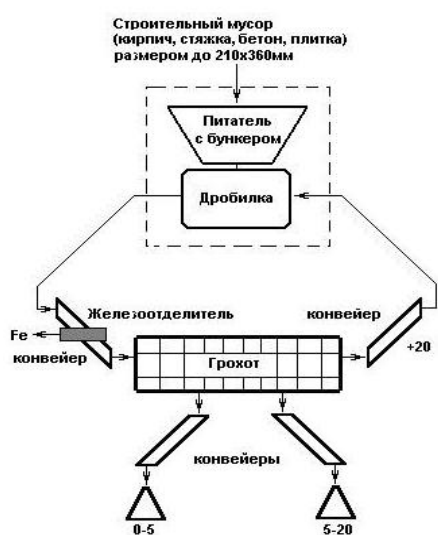


Рис. 1. Стационарная дробильно-сортировочная установка



Рис. 2. Ножевая дробилка HSS-500A



Рис. 3. Дробилка молотковая модели РСФ600×400

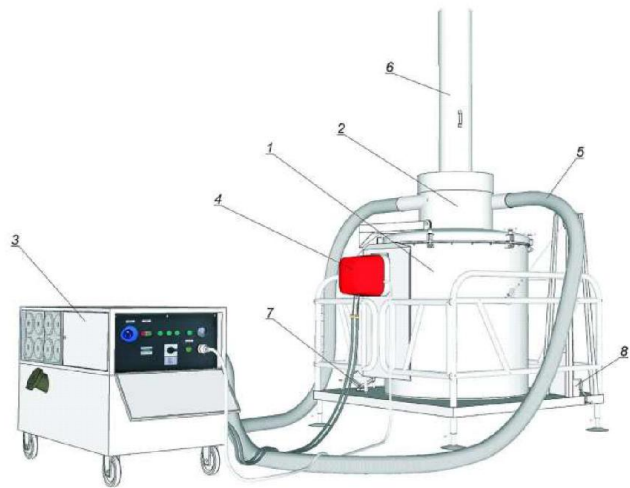


Рис. 4. Общий вид установки «Форсаж-2» в сборе
1 – камера сжигания; 2 – крышка с камерой дожига; 3 – пульт управления с ресиверными камерами, емкостью для топлива и топливоподводящими шлангами; 4 – горелка дизельная; 5 – рукава воздуховодные; 6 – труба; 7 – механизм подъема крышки, 8 – поворотный механизм

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что для утилизации наиболее крупнотоннажных видов отходов на предприятии необходимо увеличение рециклинга отходов, способных подвергаться вторичной переработке. На основе специфики образования отходов на большей части предприятий, были предложены конкретные методы утилизации отходов, в том числе с учетом наилучших доступных технологий (НДТ), подобраны модели оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бандман А.Л., Волкова Н.В. и др., Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп. Справочник / под ред. Филова В.А. и др. Л.: Химия, 1989. 592 с.

ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, Минздрав России утв. 21.05.2003 N 114.

Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. М.: Феникс, 2007. 368 с.

Кипер Р.А. Свойства веществ: Справочник по химии. Хабаровск, 2013. 1016 с.

Шефтель В.О. Вредные вещества в пластмассах. Справочник. М: Химия, 1991. 544 с.

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 апреля 2003 г. Зарегистрировано в Минюсте РФ 12 мая 2003 г. Рег. N 4526.

М.А. КОЧАК, М.В. СИДОРЕНКО

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И ВИТАЛИТЕТА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ДИКОРАСТУЩИХ ОРХИДНЫХ (НА ПРИМЕРЕ *Platanthera chlorantha*)

Сохранение биоразнообразия органического мира – это одна из важнейших задач современной экологии. Особого внимания заслуживает семейство *Orchidaceae*, многие представители которого являются редкими или находятся под угрозой исчезновения. Основной причиной перехода видов в категорию редких и исчезающих является деградация и сокращение мест обитания в результате хозяйственного освоения территории, в меньшей степени – прямое воздействие со стороны человека, обусловленное какой-либо ценностью самого вида. С целью оценки состояния и виталитета одного из охраняемых видов сем. Орхидные – любки зеленоцветковой (*Platanthera chlorantha*) – были проведены исследования в Южном регионе Республики Крым. Проведенные исследования позволили разработать рекомендации по сохранению ценопопуляций данного вида.

Любка зеленоцветковая занесена в Красную книгу Республики Крым и имеет природоохранный статус – редкий вид (3) (Красная книга Республики Крым, 2015). Ценопопуляции *Platanthera chlorantha* были изучены в местообитаниях, представленных на рис. 1. Данные местообитания на период исследований, за исключением окрестностей р. Боса (Ландшафтный заказник “Байдарский”), не входят в особо охраняемые территории Крыма (Предложения по охране..., 2015). Для проведения популяционных исследований вида закладывались пробные площади (ПП), в пределах которых выделялись учетные площадки размером 1×1 м. Морфометрию орхидных проводили в полевых условиях, без изъятия растений из природы.

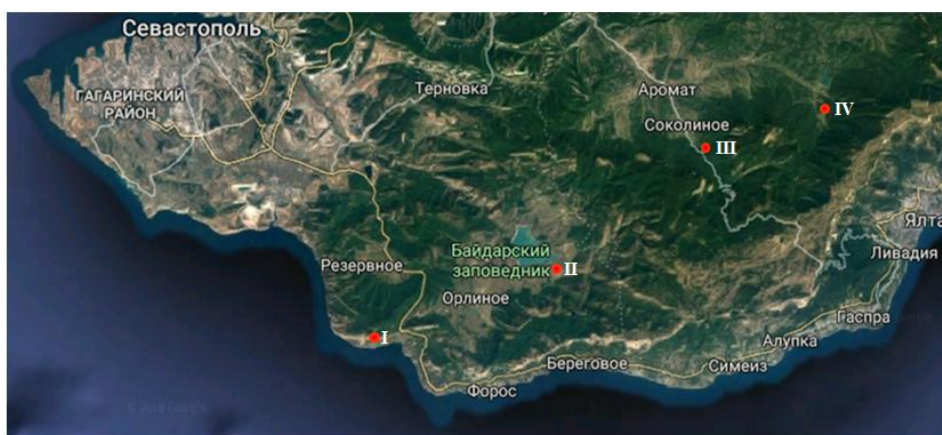


Рис. 1. Местообитания *Platanthera chlorantha* в Южном регионе Крымского полуострова: I – окрестности мыса Айя (г. Куш-Кая); II – окрестности р. Боса (около с. Родниковое); III – окрестности р. Коккозки (около с. Соколиное); IV – окрестности с. Многогорье (Счастливинское водохранилище)

Оценку жизнестойкости (виталитета) ценопопуляций *Platanthera chlorantha* проводили с использованием методов Ю.А. Злобина (1989) и А.Р. Ишбирдиной, М.М. Ишмуратовой (2004). Согласно методике Ю.А. Злобина, особи выборки были разделены по трем

классам виталитета следующим образом: для выборки значений детерминирующих признаков был определен доверительный интервал $X \pm tSx$, где X – средняя арифметическая, Sx – стандартное отклонение, t – значение критерия Стьюдента. Особи растений, которые попали в интервал более $X + tSx$, составили соответственно высший класс виталитета (a), в интервал $X \pm tSx$ – промежуточный класс (b), в интервал менее $X - tSx$ – низший класс (c). На основании величины индекса качества Q ценопопуляции отнесены к одному из основных виталитетных типов: $Q = 1/2(a+b) \geq c$ – процветающие; $Q = 1/2(a+b) = c$ – равновесные; $Q = 1/2(a+b) \leq c$ – депрессивные.

По методике А.Р. Ишбирдиной и М.М. Ишмуратовой индекс виталитета ценопопуляций (IVC) рассчитывается по размерным спектрам, составляющим ценопопуляции особей генеративного возрастного состояния:

$$IVC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i},$$

где x_i – среднее значение i -го признака в ценопопуляции; X_i – среднее значение i -го признака для всех ценопопуляций; N – число признаков.

Проведен анализ популяционных показателей *Platanthera chlorantha*, который включал расчет плотности популяций, возрастных спектров, морфометрических показателей и виталитета. Самая высокая плотность наблюдается на ПП №3 (25 особей), на ПП №2, 4 – наиболее низкая (по 7 особей) (рис. 2). На ПП №1, 3 преобладают генеративные нецветущие особи. На ПП №5 преобладают орхидные с прегенеративными онтогенетическими стадиями (имматурная и виргинильная стадии), что свидетельствует о сдвиге ценопопуляции в молодую часть и успешном процессе семенного размножения.

С помощью критериев Крускала-Уоллиса и Данна (Мастицкий, Шитиков, 2015) был проведен сравнительный анализ морфометрических показателей генеративного состояния *Platanthera chlorantha* в различных местообитаниях (табл. 1). Статистически значимых различий по морфометрическим показателям не выявлено.

Распределение особей *Platanthera chlorantha* по классам виталитета показало, что преобладающим классом виталитета является промежуточный класс (b) (рис. 3). Индекс качества Q колеблется в пределах 0,45-0,5, что характеризует исследуемые ценопопуляции как процветающие (табл. 2). Наибольшим значением индекса качества Q характеризуется ценопопуляция *Platanthera chlorantha* на ПП №2 (окрестности мыса Айя) и ПП №4 (окрестности р. Коккозки), в которых отсутствуют особи с низким виталитетом.

Не выявлено значительных различий индекса IVC – от 0,93 до 1,04. Максимальные значения характерны для ПП №4 (1,04). Однако показатели плотности популяции здесь наименьшие, а высокие значения коэффициентов вариации (табл. 1) свидетельствуют о широкой амплитуде колебаний значений выборки. Это позволяет предположить, что динамика показателей складывалась под воздействием различных факторов, в том числе циклических, сезонных и случайных.

Обследованные ценопопуляции *Platanthera chlorantha* характеризуются разновозрастным спектром с преобладанием генеративных нецветущих и цветущих стадий, также имеются плодоносящие экземпляры, что в целом свидетельствует о нормальном процессе развития. Наличие разных возрастных стадий и полночленность популяций свидетельствует об их устойчивости. Высокими показателями жизненности характеризуются ценопопуляции окрестностей мыса Айя и р. Коккозки. Однако вследствие низкой численности в данных местообитаниях вид является уязвимым к антропогенному воздействию.

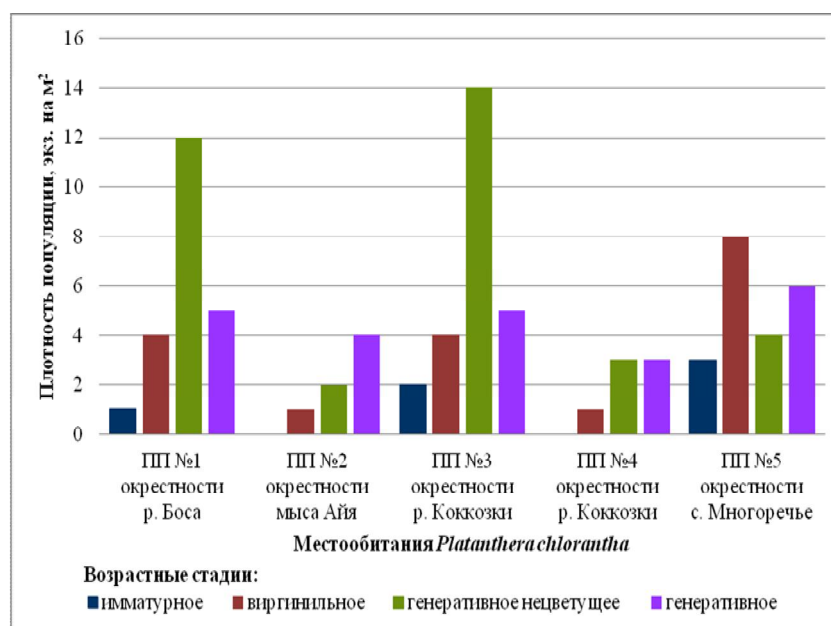


Рис. 2. Плотность популяций и соотношение онтогенетических групп *Platanthera chlorantha*, произрастающей в Южном регионе Крымского полуострова

Таблица 1. Морфометрические показатели генеративного состояния *Platanthera chlorantha* в различных местообитаниях Крымского полуострова ($\frac{M \pm m}{C_v}$)

№	Показатели	Местообитания					Среднее
		окрестности р. Боса	окрестности мыса Айя	окрестности р. Коккозки		окрестности с. Многогоречье	
		ППП №1	ППП №2	ППП №3	ППП №4	ППП №5	
1	Число особей, экз.	5	4	5	3	6	4,6
2	Число листьев, шт.	2,0±0,0	2,0±0,0	2,0±0,0	2,0±0,0	2,0±0,0	2,0
3	*Длина листьев, см	13,3±0,4	14,9±1,9	16,5±0,6	12,4±2,1	12,7±1,1	14,0
		6,4	25,0	8,7	29,3	21,1	
4	*Ширина листьев, см	3,9±0,4	3,8±0,3	4,4±0,4	4,4±0,9	3,5±0,2	4,0
		20,4	16,9	19,2	37,1	15,5	
5	*Число крупных жилок, шт.	14,8±0,1	14,8±0,2	16,2±0,6	15,3±1,5	15,3±0,3	15,3
		1,8	3,4	8,1	17,0	5,3	
6	*Длина цветоноса, см	20,4±2,3	26,1±1,8	27,3±4,8	20,2±2,4	20,2±0,8	22,8
		25,6	13,6	39,4	20,5	10,4	
7	*Длина соцветия, см	11,1±0,9	14,0±1,2	9,7±4,2	13,2±6,8	14,8±1,2	12,6
		18,3	17,0	26,6	36,4	20,8	
8	*Число цветков, шт.	12,4±0,9	10,8±3,8	10,6±4,4	18,0±4,5	15,8±1,3	13,5
		16,7	22,4	8,6	43,4	20,1	
9	Число плодов, шт.	0,0	14,0**	0,0	2,0**	1,5±0,5	—
		—	—	—	—	47,1	

Примечание: М – средняя арифметическая; m – ошибка средней арифметической; C_v – коэффициент вариации (%); * – морфометрические показатели, которые учитывались при определении виталитетного статуса *Platanthera chlorantha*; ** – наличие только одного плодоносящего растения

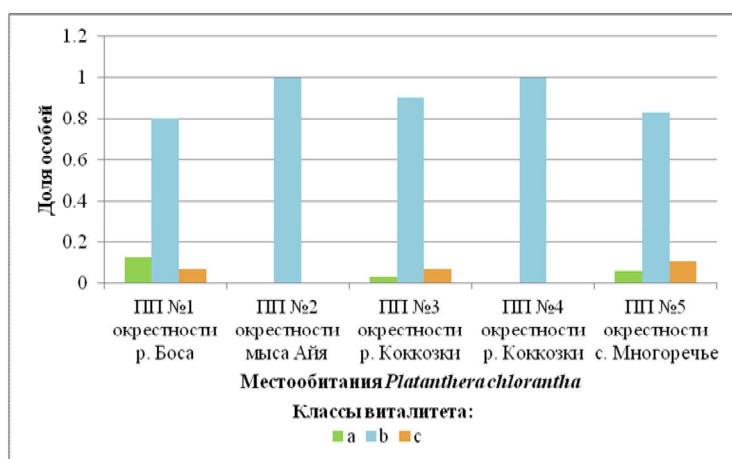


Рис. 3. Виталитетная структура *Platanthera chlorantha*

Таблица 2. Характеристики жизненности и виталитетного типа ценопопуляций *Platanthera chlorantha* в различных местообитаниях Крымского полуострова

Показатель		Местообитания				
		окрестности р. Боса	окрестности мыса Айя	окрестности р. Коккозки		окрестности с. Многогорье
		ПП №1	ПП №2	ПП №3	ПП №4	ПП №5
Классы виталитета	<i>a</i>	0,13	0,00	0,03	0,00	0,06
	<i>b</i>	0,80	1,00	0,90	1,00	0,83
	<i>c</i>	0,07	0,00	0,07	0,00	0,11
<i>IVC</i>		0,93	1,01	1,02	1,04	1,00
<i>Q</i>		0,47	0,50	0,47	0,50	0,45
Виталитетный тип		процветающая	процветающая	процветающая	процветающая	процветающая

Потенциальной угрозой существования *Platanthera chlorantha* является разрушение мест произрастания вида вследствие курортного строительства, прокладки дорог, рекреации, сбора соцветий для букетов и выпаса скота. Для сохранения популяций необходимо учет и охрана всех местообитаний, требуется организация в местах его произрастания заказников с целью ограничения на их территории хозяйственной деятельности, действенный запрет сбора растений и выкапывания тубероидов, а также культивирование с целью дальнейшей интродукции в природу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Злобин Ю.А. Принципы и методы ценологических популяций растений. Казань: Казанск. ун-т, 1989. 146 с.
Ишибирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценологические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сб. материалов VII Всерос. популяц. семинара. Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113-120.
Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Отв.ред. д.б.н., проф. А.В. Ена и

к.б.н. А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
Мастыцкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. Изд-во: ДМК-Пресс, 2015. 496 с.
Предложения по охране окружающей природной среды и улучшению санитарно-гигиенических условий, по охране воздушного и водного бассейнов, почвенного покрова, организации системы охраняемых природных территорий / Глав. инженер проекта Д.С.Татарников. М.: ОАО «Гипрогор», 2015. Т. 2. Кн. 6. 244 с.

М.А. КОШМАН, З.Г. ТУКМАНОВА, А.Р. САФИНА

Институт управления экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия

АНАЛИЗ СХЕМЫ ДЕЙСТВИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ВОДООХРАННЫМ ЗОНАМ Г. КАЗАНЬ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА

В процессе развития планировки городов главной целью является формирование благоприятных условий для жизнедеятельности населения. При разработке градостроительных планов на ближайшее будущее следует детально разрабатывать все аспекты ЭК. В структуру каркаса включаются все особенности природных ландшафтов, что позволяет сохранять значимые единицы природной среды (Mingazova, 2017)

Анализ ситуации в г. Казани показал:

- отсутствие территориальной целостности экокаркаса;
- лесные массивы, когда-то бывшие единым элементом, разрознены и разобцены урбанизированными элементами города;
- большая часть озелененных территорий сохранилась на северо-западе города и на данный момент является ООПТ площадью 3211 га; меньшие по площади леса сохранились на северо-востоке и юго-востоке города, на периферийных территориях;
- между северо-восточной и юго-восточной частями города отсутствуют структурные связи из-за наличия поселков, дорог и природно-аграрных ландшафтов;
- буферные зоны, отделяющие ядра от жилых массивов и автомагистралей, отсутствуют (Кошман и др., 2018).

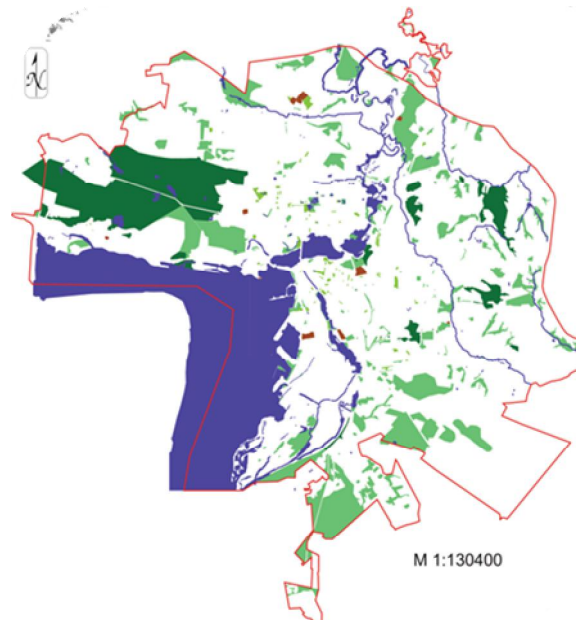
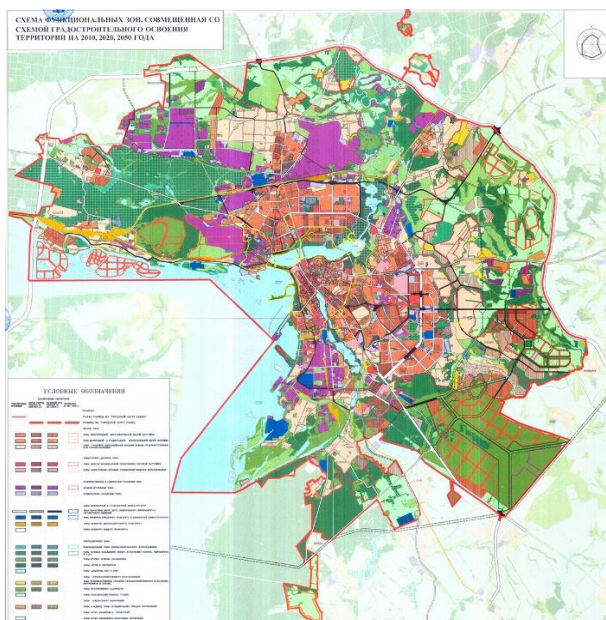


Рис. 1. Планировочная структура г. Казань **Рис. 2.** Экологический каркас г. Казань

По данным Государственного реестра ООПТ в РТ в г. Казани насчитывается 7 ООПТ регионального значения: Городской лесопарк «Лебяжье», Казанский дендрарий, Кедровый парк, Карьерский овраг, урочище «Русско-Немецкая Швейцария», массив Дубки, р. Казанка. Данные территория являются экологическими ядрами города. Самые

крупные: «Лебяжье», «Русско-Немецкая Швейцария» и «Дубки» (Государственный реестр..., 2007). Буферные зоны, отделяющие эти зоны от жилых массивов и автомагистралей, отсутствуют. Вследствие этого территории ООПТ испытывают антропогенную нагрузку, что влияет на их экологическое состояние. Экологические клинья проходят по всему городу. Главным и самым крупным экокоридором является р. Казанка, разделяющая город на две части. Часть ее является особо ООПТ регионального значения. Самые крупные ООПТ являются экоядром и тесно вплетаются в городскую среду Казани (Мингазова и др., 2008).

По идеализированной схеме озеленения городов г. Казань имеет схему водного-диаметра, т.к. р. Казанка расчленяет городскую территорию на две составляющие, в первую часть входят р-ны: ново-савиновский московский, Кировский и авиастроительный, а во вторую: вахитовский, советский и приволжский. Также схему озеленения г. Казани можно описать как клиновидную за счет лесного массива в западной части и дисперсную в приволжском районе, т. к. зеленые элементы разрознены промышленными и жилыми территориями (рис. 1).

В целом, структура экологического каркаса не целостная, экологически клинья и коридоры в большинстве случаев не соединяются с экологическими ядрами (рис. 2), (Кошман и др., 2018).

Зона 1 включает: акватории внутригородских озер (кроме Отарского) и рек; акваторию и водоохранную зону Куйбышевского водохранилища (вышеречного порта по течению р. Волги), совмещенную с зоной санитарной охраны Волжских водозаборов.

Зона 2 включает: акваторию и водоохранную зону Куйбышевского водохранилища (нижеречного порта по течению р. Волги), протоку Подувалье, Отарское озеро; водоохранную зону Куйбышевского водохранилища внутри города; водоохранные зоны внутригородских озер, рек и протоков.

Зона 3 – зоны санитарной охраны водопроводных сооружений. Подзона 1-1 – прибрежная защитная полоса Куйбышевского водохранилища (выше речного порта по течению р. Волги). Подзона 2-2 включает прибрежные защитные полосы: Куйбышевского водохранилища (ниже речного порта по течению р. Волги) с учетом воздействия городской канализации; Куйбышевского водохранилища внутри города; внутригородских озер, рек, протоков; островная система западнее поселка Старое Победилово.

По всему городу находятся автомобильные стоянки, как неотъемлемая часть городской жизни, которые располагаются на зонах и подзонах водоохранных территорий; множество кладбищ, некоторые из них располагаются напрямую у берегов р. Волги. Промышленные предприятия, которые так же не должны находиться в водоохранных зонах, расположились по всей территории города Казани. Так, например, завод ООО «Аракчинский гипс» находится в Кировском р-не г. Казани у берега реки Волги в зоне 1, где запрещено размещение химически опасных предприятий. Также в Кировском районе в зоне 3 находится Федеральное казенное предприятия «Казанский государственный казенный пороховой завод» (ФКП «КГКПЗ»), расположение которого нарушает запрет о нахождении химического предприятия и предприятия, которое нарушает безопасное функционирование городских водопроводных сооружений по градостроительному уставу г. Казани.

Сопоставление экологического каркаса со схемой действия ограничений по водоохранным зонам позволило выявить ряд нарушений, а также лучше проанализировать структуру экологического каркаса. При анализе было выявлено: наличие кладбищ в водоохранных зонах, которые запрещены в градостроительном уставе г. Казани; промышленные предприятия у берегов р. Волги в подзонах 1-1 и 2-2; садовые товарищества, садоводческие общества с плотной застройкой у берегов р. Волги (рис. 3).

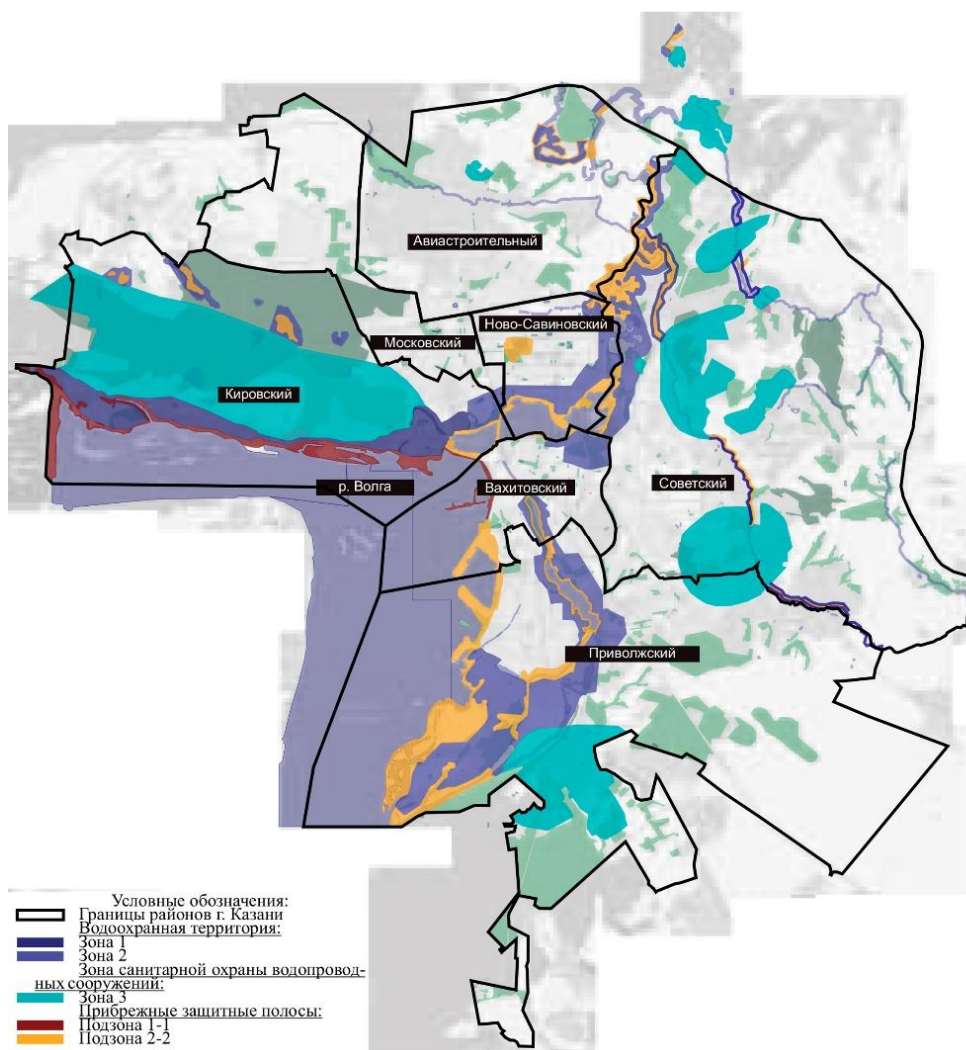


Рис. 3. Схема зон действия ограничений по водоохранным зонам г. Казань

Вследствие проведенного анализа предложены рекомендации по составлению экологического каркаса г. Казани с учетом разрастания границ города. Предложены следующие варианты объединения элементов экологического каркаса в единую сеть:

- создание экологических клиньев;
- образование новых экологических ядер;
- увеличение водоохраных и зеленых зон у ООПТ.

Обширные лесные массивы в северо-восточной и южной частях района проектом предусмотрено считать экологическими ядрами. Жилые массивы по возможности предложено сдвинуть от водоохраных зон водных объектов с дальнейшим снижением антропогенного воздействия на эти территории. Необходимо запроектировать экологические клинья, несущие в себе защитную роль в экокаркасе.

Список литературы

Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан / Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Академия наук Республики Татарстан. Изд. 2-е. Казань: Идел-Пресс, 2007. 406 с

Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушикина О.В., Павлова Л.Р., Унковская Е.Н., Борисович М.Г., Халиуллина Л.Ю. Биоразнообразие водных объектов г. Казани // Уч. зап. Казанск. гос. ун-та. 2008. Т. 150. Сер. естественные науки. Кн. 4. С. 252-260

Кошман М.А. Замалетдинов Р.И., Митранов С.П. Типы планировки как фактор формирования элементов экологического каркаса города // *Экология городской среды: история, современность и перспективы: сб. статей Всерос. науч.-практич. конф. с международ. участием.* Астрахань, 2018. С. 137-141

Кошман М.А., Сафина А.Р., Мингазова Н.М. Анализ экологического каркаса г. Казань и Приволжского района, как элемента структуры //

Международ. экономич. форум «Экономика в меняющемся мире»: сб. науч. статей. Казань: Изд-во АН РТ, 2018. С. 138-140.

Mingazova N.M., Malygina M.A. Problem aspects of creation of Ecological park around the small lake city (an example of Lake Chara, Kazan, Russia) // 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts. SGEM 2017. Urban Planning, Architecture and Design: conference proceedings. Vol. II. Bulgaria, 2017. Pp. 685-691.

Е.С. КРАСНОВА, М.В. УМАНСКАЯ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ПИКОСЕСТОН ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И НЕЗАРЕГУЛИРОВАННОГО УЧАСТКА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ В РАЗНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ

Сестон представляет собой существенный компонент водных экосистем и состоит из мелких парящих в водной толще микроорганизмов (планктон) и взвешенных в воде органических и неорганических частиц (детрит) (Hutchinson, 1957). Размеры организмов планктона и частиц детрита могут варьировать в очень широких пределах. Клетки и частицы, линейные размеры которых не превышают 2 мкм, относят к пикосестону (Sieburth et al., 1978). Пикосестон состоит из нескольких компонентов, в первую очередь это гетеро- и хемотрофные бактерии (бактериопланктон), а также фототрофный пикопланктон и пикодетрит. В состав фототрофного пикопланктона входят как цианобактерии (например, *Synechococcus* sp., *Cyanobium* sp. и некоторые др.), так и эукариотические водоросли разных таксономических групп (*Pseudodictyosphaerium* sp., *Choricystis* sp., *Myconastes* sp. и др.) (Callieri, 2008). Пикодетрит представляет собой органические частицы различного состава и происхождения: прижизненные выделения и фрагменты отмерших планктонных организмов, фекальные остатки и т.д. Применение эпифлуоресцентных методов анализа (Mostajir et al., 1995; Porter, Feig, 1980; Straškrabová, 1999) позволяет изучить количественные показатели и оценить роль как отдельных компонентов, так и пикосестона в целом в пресноводных экосистемах.

Верхневолжское водохранилище, образованное в 1843 г., состоит из четырех общающихся между собой озёр. Общая площадь водного зеркала водохранилища составляет 179 км², объём – 0,794 км³. Между Верхневолжским бейшлотом и следующим по каскаду Ивановским водохранилищем расположен незарегулированный участок р. Волги длиной около 350 км, где река течёт в естественном русле (Волга и её жизнь, 1978). Верхневолжское водохранилище и незарегулированный участок р. Волги подвержены довольно значительной антропогенной нагрузке за счёт поступления сточных вод из различных источников.

В настоящей работе представлены результаты анализа распределения пикосестона Верхневолжского водохранилища и незарегулированного участка р. Волги в разные гидрологические периоды (на примере весеннего половодья и летней межени 2011 г.).

Пробы были отобраны из поверхностного слоя воды в мае (весеннее половодье) и июле (летняя межень) 2011 г. на 11 станциях, включая Верхневолжское водохранилище (оз. Волго), незарегулированный участок Верхней Волги (до г. Тверь) и устья наиболее крупных притоков этого участка Волги (реки Селижаровка, Бол. Коша, Мал. Коша и Итомля). Численность и биомасса исследованных компонентов пикосестона показаны в табл. 1.

Фототрофный пикопланктон в основном был представлен пикоцианобактериями; пикоэукариотические водоросли также присутствовали, но их вклад в численность фототрофного пикопланктона был всего 0,5–8,0% (на разных станциях). В период весеннего половодья общая численность и биомасса фототрофного пикопланктона была относительно невелика (табл. 1) и различия между исследованными участками были слабо выражены. В период летней межени численность фототрофного пикопланктона на большинстве станций возросла. В этот период выявились существенные различия в уровне развития фототрофного пикопланктона по станциям: в устьях притоков зареги-

стрирована низкая численность, практически на уровне или чуть выше майских величин ($13-26 \times 10^6$ кл./л); на станциях незарегулированной Волги его численность увеличилась в 4–11 раз и составила $38-85 \times 10^6$ кл./л. Наибольшая численность фототрофного пикопланктона в период летней межени наблюдается в Верхневолжском водохранилище и в нижнем бьефе бейшлота (на расстоянии менее 10 км вниз по течению до впадения р. Селижаровки) – $240-380 \times 10^6$ кл./л, что соответствует увеличению в 20–48 раз по сравнению с периодом половодья. Характер распределения биомассы фототрофного пикопланктона по станциям в оба гидрологических периода был в общем аналогичен распределению его численности, однако сезонное увеличение биомассы было менее выраженным, чем увеличение численности из-за увеличения доли более мелкоклеточных пикоцианобактерий.

Таблица 1. Количественные характеристики пикосестона Верхней Волги в различные гидрологические периоды

Показатель	Численность, 10^9 кл. (част.)/л		Биомасса, мкг/л	
	май	июль	май	июль
Пикосестон	<u>1,30</u> 0,85-2,30	<u>2,37</u> 0,85-3,61	<u>410</u> 75-1178	<u>130</u> 39-344
В том числе:				
Фототрофный пикопланктон	<u>0,010</u> 0,007-0,014	<u>0,114</u> 0,013-0,380	<u>10</u> 7-14	<u>15</u> 4-34
Бактериопланктон	<u>1,11</u> 0,71-1,87	<u>2,18</u> 0,78-3,57	<u>61</u> 27-96	<u>63</u> 20-124
Пикодетрит	<u>0,31</u> 0,02-1,13	<u>0,07</u> 0,02-0,49	<u>340</u> 17-1097	<u>53</u> 11-230

В составе бактериопланктона преобладали одиночные свободноплавающие клетки, преимущественно коккобациллы, часть бактерий была ассоциирована с детритными частицами, а бактериальные колонии были обнаружены однократно в мае в устье р. Селижаровка (3% общей численности и 8% общей биомассы). Численность и биомасса бактериопланктона в Верхневолжском водохранилище, в нижнем бьефе бейшлота и в устье р. Селижаровки в оба гидрологических периода были несколько выше, чем в устьях остальных притоков и р. Волге. Наименьшая численность ($0,7-0,8 \times 10^9$ кл./л) бактериопланктона была зарегистрирована в устьях рр. Итомля, Бол. и Мал. Коша, которые берут начало в болотно-лесном массиве на левом склоне долины р. Волги в мае. В период летней межени количество бактерий увеличилось в 1,5-3 раза на всех станциях, кроме одной, однако каких-либо закономерностей в пространственном распределении бактериопланктона выявить не удалось. Несмотря на увеличение численности, биомасса бактериопланктона осталась почти на прежнем уровне, что связано со сдвигом доминирования от клеток объемом $0,013-0,1$ мкм³ (82,3% численности) к более мелким клеткам объемом $0,006-0,05$ мкм³ (83,5% численности).

Количество пикодетритных частиц, как правило, было сопоставимо с численностью фототрофного пикопланктона и существенно ниже численности бактериопланктона. Как и следовало ожидать, количество пикодетрита в воде значительно снижается от периода весеннего половодья к летней межени (табл. 1). Число пикодетритных частиц оказалось очень переменным, и разница между станциями в один и тот же гидрологический период могла достигать 3000–5400%. Несмотря на то, что количество пикодетрита было меньше численности бактерий, его масса сопоставима с биомассой бактериопланктона, а в некоторых случаях в 7–20 раз превышала ее. В период весеннего половодья количество пикодетрита в Верхневолжском водохранилище, в нижнем бьефе бейшлота и в устье р. Селижаровки было значительно меньше, чем на остальных стан-

циях. В летнюю межень выраженные закономерности в пространственном распределении пикодетрита отсутствовали.

В целом, численность и биомасса бактериопланктона и фототрофного пикопланктона на исследованном участке Верхней Волги увеличиваются при переходе от периода половодья к летней межени, а количество и масса пикодетрита снижаются. Увеличение биомассы бактериопланктона и фототрофного пикопланктона происходит не пропорционально увеличению их численности за счет изменения их размерной структуры и сдвига доминирования к более мелким клеткам.

Корреляционный анализ, проведенный с учетом абиотических данных (Григорьева, Комиссаров, 2014; Уманская и др., 2014), позволил выявить ряд достоверных (при $p < 0,05$) корреляций между численностью фототрофного пикопланктона и концентрацией $N-NH_4^+$ ($r = 0,46$); численностью бактериопланктона и цветностью ($r = -0,50$); количеством пикодетритных частиц и концентрацией $P_{общ}$ ($r = 0,55$); биомассой бактериопланктона и БПК₅ ($r = 0,66$), суммарной массой пикосестона и $P_{общ}$ ($r = 0,52$).

Анализ соотношения компонентов пикосестона между собой позволил выделить несколько районов со сходной структурой пикосестона – два в период весеннего половодья и три в период летней межени (табл. 2).

Таблица 2. Структура пикосестона различных участков Верхней Волги в периоды весеннего половодья и летней межени

Гидрологический период	Весеннее половодье		Летняя межень		
	I	II	III	IV	V
Район*					
Пикосестон*, 10 ⁹ кл. (част.)/л	1,47±0,34	1,41±0,50	2,97±0,37	2,53±0,77	1,76±0,79
в том числе, %					
Бактериопланктон	95,6	65,1	88,5	93,4	94,4
Фототрофный пикопланктон	0,8	0,6	10,6	0,8	3,4
Пикодетрит	3,6	34,3	1,0	5,8	2,1
Пикосестон*, мкг/л	137±45	593±326	198±127	124±31	86±52
в том числе, %					
Бактериопланктон	50,7	9,2	35,1	65,5	47,1
Фототрофный пикопланктон	7,5	1,6	14,0	5,2	14,9
Пикодетрит	41,8	89,2	50,9	29,3	38,0

Примечание: * – среднее ± стандартное отклонение; районы: I – Верхневолжское водохранилище, нижний бьеф бейшлота, устье р. Селижаровки; II – устья остальных притоков и незарегулированная р. Волга, III – Верхневолжское водохранилище и нижний бьеф бейшлота, IV – устья всех притоков, V – незарегулированная р. Волга

Таким образом, количество пикосестона на исследованном участке Верхней Волги в среднем составляет $1,92 \times 10^9$ кл. (част.)/л, а масса – 264 мкг/л с выраженными вариациями в пространстве и времени. В период половодья выделено два, а в летнюю межень – три района, различающихся как по общему количеству пикосестона, так и по соотношению его компонентов между собой. Бактерии составляют 50–98% (86% в среднем) от общего количества (числа клеток/частиц) пикосестона. Несмотря на это, масса пикодетритных частиц составляет от 10 до 90% (50% в среднем) общей массы пикосестона. Постоянным, но минорным компонентом пикосестона является фототрофный пикопланктон, и его вклад в общее количество и массу пикосестона составляет 3 и 9%, соответственно. Следовательно, мертвое органическое вещество играет существенную роль в экосистеме исследованного района Верхней Волги, возможно явля-

ясь основным источником пищи для зоопланктона и снижая тем самым интенсивность потребления гетеротрофных и фототрофных микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Волга и её жизнь. Л.: Наука, 1978. 348 с.
- Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Сравнительная гидрохимическая оценка современного состояния некоторых водных объектов Верхней Волги // Водные ресурсы. 2014. Т. 41, № 3. С. 269.
- Уманская М.В., Краснова Е.С., Комиссаров А.Б. Фито-, бактериопланктон и детрит Верхневолжского водохранилища и незарегулированного участка Верхней Волги в 2011 г. // Изв. Самар. НЦ РАН, 2014. Т. 16, №5 (5). С. 1707-1714.
- Callieri C. Picophytoplankton in freshwater ecosystems: the importance of small-sized phototrophs // Freshwater Reviews, 2008. Vol. 1, No.1. Pp. 1-28.
- Hutchinson G.E. A Treatise on Limnology. Vol. 1. Geography, Physics and Chemistry. London: Chapman & Hall, 1957. 1015 p.
- Mostajir B., Dolan J.R., Rassoulzadegan F. A simple method for the quantification of a class of labile marine pico- and nano-sized detritus: DAPI Yellow Particles (DYP) // Aquat Microb Ecol., 1995. Vol. 9, No. 3. Pp. 259-266.
- Porter K.G., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. // Limnol. Oceanogr., 1980. Vol. 25, No 5. Pp. 943-948.
- Sieburth J.M.C.N., Smetacek V., Lenz J. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions // Limnol. Oceanogr., 1978. Vol. 23, No. 6. Pp. 1256-1263.
- Straškrabová, V., Callieri C., Carrillo P., Cruz-Pizarro L., Fott J., Hartman P., Macek M., Medina-Sánchez J.M., Nedoma J., Šimek K. Investigations on pelagic food webs in mountain lakes – aims and methods. // J. Limnol. 1999. Vol. 58, No 2. Pp. 77-87.

Е.С. КРИВИНА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬГОЦЕНОЗОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПОВ МАЛОГО ТЕХНОГЕННОГО В ПЕРИОД САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОЗ. ОТСТОЙНИК (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В настоящее время в свете все увеличивающегося антропогенного давления на окружающую среду одной из важнейших задач современной экологии является мониторинг состояния водных экосистем и прогнозирование происходящих в них изменений. Одной из наиболее уязвимых групп водоемов являются те, которые подвергались техногенной эксплуатации (Спиридонов, 2009). С течением времени некоторые из них уже перестали использоваться промышленными предприятиями. На отдельных водоемах проводились работы по восстановлению (Деревенская и др., 2012; Мингазова и др., 2014). Однако, специалисты отмечают недостаточное количество данных о способности подобных водоемов к самоочищению и самовосстановлению и процессах, которые при этом протекают в их экосистемах. Подобная информация представляет не только научный, но и практический интерес. Особенно она необходима в области анализа «затрат-выгоды» при прогнозировании развития «ненулевого» сценария, т. е. без вмешательства в процессы самовосстановления нарушенных водных экосистем (Спиридонов, 2009).

Оз. Отстойник – малый техногенный водоем из системы Васильевских озер, расположенной на северо-востоке г.о. Тольятти. Это искусственный водоем, созданный во второй половине XX века как приемник жидких отходов азотно-тукового производства ОАО «КуйбышевАзот». Однако с 1996 г. поступление отходов в водоемы прекращается (Материалы..., 2012). До 1987 г. на территории водосбора Васильевских озер находилась городская свалка. Все водоемы системы соединены единым водоносным горизонтом, что способствовало их загрязнению и деградации экосистем данных озер (Номоконова и др., 2001; Протисты и бактерии..., 2009).

По основным морфометрическим характеристикам (табл. 1) оз. Отстойник можно отнести к группе малых и очень малых водоемов (Китаев, 1984). За исследованный период установлена низкая прозрачность воды по диску Секки (до 0,6 м), а также повышенные значения рН поверхностного слоя воды (до 10,5 рН) (Огуречникова, Пименов, 2015).

Таблица 1. Морфометрические характеристики оз. Отстойник 2014–2016 гг.

Площадь (м ²)	Длина (м)	Объём (м ³)	Средняя глубина (м)
96559	446	135183	1,4

Уровень минерализации воды составлял 4200 мг/л. Воды оз. Отстойник можно отнести к сульфатному классу, Na группы.

Отбор проб и обработка материала осуществлялась по стандартной гидробиологической методике (Методика изучения..., 1975). Пробы отбирали на двух станциях, приуроченных к пелагической зоне (ст. 1) и зоне фитали (ст. 2) (Чертопруд, 2007), сформированной тростником. Отбор производили ежемесячно с мая по октябрь с 2014–2016 гг. Всего отобрано 42 пробы.

В результате проделанной работе в составе альгофлоры оз. Отстойник было выявлено 147 таксонов водорослей рангом ниже рода. Они относились к 8 отделам, 14 классам, 17 порядкам, 43 семействам, 82 родам (табл. 2). Наибольшим числом видовых и внутривидовых таксонов отличался отдел зеленых водорослей, в состав которого входило 37% от общего числа видов, разновидностей и форм водорослей. Далее следовали синезеленые (23%) и диатомовые (16%) водоросли. Доля других отделов водорослей была существенно ниже и не превышала 10%. Традиционно в большинстве озер умеренной зоны 2 место занимают диатомовые водоросли, различие в данном случае связано с последствиями техногенной эксплуатации данного водоема. Этим также можно объяснить отсутствие в водоемах представителей некоторых отделов. Так, например, золотистые водоросли в основном представители чистой воды, и многие из них рассматриваются как индикатор на отсутствие загрязнения воды (Протисты и бактерии..., 2009).

Таблица 2. Таксономическая структура альгофлоры оз. Отстойник в 2014–2016 гг.

Отдел	Экотоп	Число				Число таксонов			
		классов	порядков	семейств	родов	видовых	внутри-видовых	Всего в экотопе	Всего в водоеме
Cyanobacteria	Пелагиль	2	3	8	22	31	0	31	33
	Фиталь	2	3	8	18	28	0	28	
Bacillariophyta	Пелагиль	2	4	9	11	18	2	20	23
	Фиталь	2	4	9	13	22	0	22	
Cryptophyta	Пелагиль	1	1	1	2	6	0	6	6
	Фиталь	1	1	1	2	3	0	3	
Dinophyta	Пелагиль	1	2	3	5	9	0	9	10
	Фиталь	1	2	3	5	7	0	7	
Raphidophyta	Пелагиль	1	1	1	1	1	0	1	1
	Фиталь	0	0	0	0	0	0	0	
Euglenophyta	Пелагиль	1	1	1	2	4	0	4	6
	Фиталь	1	1	1	2	6	0	6	
Chlorophyta	Пелагиль	3	4	13	29	52	0	52	55
	Фиталь	2	3	10	20	39	0	39	
Streptophyta	Пелагиль	1	1	2	2	7	0	7	13
	Фиталь	1	1	2	2	10	0	10	
Итого	Пелагиль	12	17	38	74	128	2	130	147
	Фиталь	10	15	34	62	115	0	115	

Сравнительный анализ таксономического состава водорослей, зарегистрированных в различных экотопах, показал, что видовое богатство в пелагической зоне несколько выше, чем в зоне фитали, хотя в ряде водоемов видовое богатство водорослей, зарегистрированных в зоне фитали, значительно превышает их количество в пелагической части водоема (Тарасова, 2007; Мухортова и др., 2010). Возможно, это было связано с активным развитием синезеленых водорослей (цианобактерий). Данные организмы, развиваясь в массе, выбрасывают в воду фитотоксины, которые угнетают развитие конкурирующих групп водорослей (Водоросли, вызывающие цветение..., 2006). В условиях более замкнутой системы зоны фитали воздействие токсинов оказалось эффективнее, что и могло привести к уменьшению видового богатства данного экотопа.

Степень сходства видового состава альгофлор планктона различных экотопов, оцененная с помощью коэффициента Серенсена, была высокой и варьировала от 78%

до 83%.

Эколого-географический анализ не выявил существенных различий между альгоценозами пелагиали и фитали. Так по отношению к местообитанию и пелагической зоне, и в зоне фитали среди видов, разновидностей и форм водорослей, для которых известно их местоположение, над остальными экологическими группами преобладал комплекс планктонных форм водорослей – 68 % и 65% в пелагической зоне и зоне фитали соответственно. Также было значимое количество представителей планктонно-бентосной экологической группы водорослей (13 и 16% в пелагической зоне и зоне фитали соответственно). По распространению подавляющее большинство видовых и внутривидовых таксонов водорослей относятся к видам космополитам (более 90%).

По отношению к солености воды основная масса встреченных водорослей была представлена индифферентами (75% в пелагической зоне и 74% в зоне фитали). Доля галофилов была заметной и составляла около 12% и 16% в пелагической зоне и зоне фитали соответственно. На долю организмов, типичных обитателей пресноводных водоемов (галофобов и олигогалофобов), в процессе исследования приходилось 11% в открытой пелагической зоне и 10% в зоне фитали.

По отношению к кислотности среды (рН) в экотопах водоема стабильно преобладали индифферентные формы: 55% от общего числа видов, разновидностей и форм водорослей, для которых известно их отношение к рН. Также была заметна доля водорослей, обитателей щелочных вод – алкалифилов и алкалибионтов (38% и 36% в пелагической зоне и зоне фитали соответственно). Доля ацидофильных форм была невысока (7 и 9% соответственно).

Среди видов, разновидностей и форм водорослей, зарегистрированных нами в пелагической зоне видами-индикаторами различной степени органического загрязнения водоемов являются 66%, в зоне фитали – 69%. Основная часть в каждом из экотопов (49% водорослей-сапробионтов в пелагической зоне и 42% в зоне фитали) – это виды-индикаторы низкой степени органического загрязнения (от χ -о до α -мезосапробной зон), средней степени органического загрязнения (β -мезосапробы) – 38% в пелагической зоне и 41% в зоне фитали, высокой степени содержания органического вещества (от β - α до ρ -сапробной зон) – 13% и 17% от общего числа видов водорослей-индикаторов сапробности в пелагической зоне и зоне фитали соответственно..

В ходе сезонной сукцессии фитопланктона в оз. Отстойник с мая по октябрь 2014-2016 гг. во всех экотопах отмечалась массовая вегетация синезеленых водорослей. Среднесезонная численность фитопланктона за указанный период исследований в открытой пелагической зоне составила 153,08 млн кл./л. В зоне фитали она была несколько ниже и составляла 107,80 млн кл./л. Характер кривых динамики численности фитопланктона в пелагической зоне и зоне фитали были идентичны. Численность водорослей в течение сезона варьировала в пределах от 4,32 млн кл./л в октябре до 497,21 млн кл./л в июле для пелагической зоны; от 3,12 млн кл./л в октябре до 343,01 млн кл./л в июле – для зоны фитали. Вклад синезеленых водорослей в формирование численности фитопланктона изменялся от 55% в мае до 97% в сентябре в пелагической зоне. В зоне фитали в доля синезеленых водорослей в около 50%, а начиная с июня синезеленые водоросли полностью определяли суммарные значения численности: их доля была выше 90%.

Среднесезонная биомасса фитопланктона за указанный период исследований в открытой пелагической зоне составила 26,33 мг/л. В зоне фитали она была несколько ниже и составляла 34,81 мг/л. Кривая сезонной динамики биомассы фитопланктона в пелагической зоне носила одновершинный характер, с максимумом в июле (65,79 мг/л). В зоне фитали в динамике биомассы отмечалось 2 пика: в мае (76,22 мг/л) и в июле (90,66 мг/л). И в пелагической зоне, и в зоне фитали значения биомассы были связаны с вегетацией динофитовых водорослей (от 44% до 75% от суммарных показателей). Их клетки значительно крупнее клеток синезеленых водорослей, поэтому уже при относи-

тельно невысокой численности именно динофитовые водоросли играют наибольшую роль в формировании показателей фитопланктона. Кроме того, в начале лета в открытой пелагической зоне в формирование биомассы значительный вклад вносили зеленые водоросли, составляя до 68% от ее суммарных значений. В зоне фитали было заметно участие диатомовых водорослей, доля которых от общей биомассы составляла около 33%.

Средние индексы видового разнообразия Шеннона в зоне фитали были достаточно высоки и составляли $3,50 \pm 0,48$ бит/экз. и $3,01 \pm 0,69$ бит/экз. по численности и биомассе соответственно, характеризуя альгоценоз зоны как полидоминантный. Средние индексы Шеннона в пелагической зоне были ниже, чем в зоне фитали и составляли $2,79 \pm 0,56$ бит/экз. по численности и $2,87 \pm 0,28$ бит/экз. по биомассе. Вероятно, это было вызвано более жестким доминированием синезеленых водорослей по численности, а динофитовых водорослей по биомассе в открытой пелагической зоне водоема.

Средневегетационные индексы сапробности позволяют охарактеризовать данный водоем как β -мезосапробный ($1,69 \pm 0,39$ для пелагиали; и $1,56 \pm 0,13$ для фитали) умеренно загрязненный с III классом качества вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водоросли, вызывающие "цветение" водоемов северо-запада России. М., 2006. 367 с.

Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М., Набеева Э.Г., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Бариева Ф.Ф. Экологическое состояние озер системы кабан г. казани и концепция их восстановления // Экологические системы и приборы. 2012. № 9. С. 20-25.

Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Мир, 1989. 207 с.

Кривина Е.С. Таксономическая структура фитопланктона техногенного водоема (на примере оз. Отстойник, г. Тольятти, Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 2. С. 161-171.

Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Трансформация альгофлоры техногенных озер (на примере г. Тольятти) // Вода и экология: проблемы и решения. 2017. № 3 (71). С. 13-34.

Материалы оценки воздействия на окружающую среду при реализации намечаемой деятельности: строительство очистных сооружений смешанного потока сточных вод предприятий Северного промузла (СПУ) г. Тольятти в районе регулирующей емкости / под редакцией Пименова А.А. Самара: СамГТУ, 2012. 10 с.

Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. М.: 1975. 240 с.

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. Инвентаризация и экологиче-

ская паспортизация водных объектов как способ сохранения и оптимизации их состояния // Астраханск. вестн. экологич. образования. 2014. № 2 (28). С. 37-43.

Мухортова О.В., Быкова С.В., Жариков В.В., Тарасова Н.Г., Унковская Е.Н. Сравнительная характеристика планктонных сообществ, формирующихся в озерах различного типа (на примере водоемов Волжско-Камского заповедника) // XIV школа-конф. молодых ученых «Биология внутренних вод». Тез. докл. Междунар. школы-конф. для молодых ученых. Борок, 2010. С. 35-36.

Номоконова В.И., Выхристюк Л.А., Тарасова Н.Г. Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г. Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 274-283.

Огуречника М.А., Пименов А.А. Об использовании активных илов для очистки сточных вод. Самара: СамГТУ. 2015. 94 с.

Протисты и бактерии озер Самарской области / Под ред. д.б.н. В.В. Жарикова. Тольятти: Касандра, 2009. 240 с.

Спирidonov С.Н. Особенности функционирования антропогенно трансформированных экосистем. М., 2009. 284 с.

Тарасова Н.Г. Фитопланктон Верхнего пруда Ботанического сада: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2007. Т. 16, № 1-2 (19-20). С. 156-166.

Чертопруд М.В. Разнообразие водных систем: уч. пос. М.: Изд. МГУ, 2007. 64 с.

Е.С. КРИВИНА, С.В. БЫКОВА, М.Ю. ГОРБУНОВ,
Н.Г. ТАРАСОВА, М.В. УМАНСКАЯ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛОГО УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЕМА НА ПРИМЕРЕ ОЗ. БОЛ. ВАСИЛЬЕВСКОЕ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В настоящее время одной из актуальных проблем современной экологии является оценка состояния озерных экосистем, анализ и прогнозирование происходящих в их изменений под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. В условиях прогрессирующей урбанизации особый интерес представляет изучение экосистем, расположенных в рамках антропогенно измененного ландшафта. Городские водоемы, особенно те, что находятся в крупных промышленных центрах, подвержены мощным антропогенным нагрузкам. Между тем, они заслуживают пристального внимания со стороны экологов, поскольку оказывают существенное влияние на качество окружающей среды городов и пригородных территорий.

Васильевские озера – группа водоемов, расположенная на северо-востоке г.о. Тольятти, крупного промышленного и экономического центра Самарской области. Оз. Бол. Васильевское – русловое озеро бывшей реки Пискалы, старейшее из группы. Это мелководный малый водоем ($h_{\text{cp}} = 1$ м; $h_{\text{max}} = 3,5$ м), самый крупный по площади в системе ($S \sim 75$ га).

На экологическое обстановку в районе озера оказывают крупные поселения – с. Васильевка и дачные массивы, расположенные по берегам, так называемые «техногенные» водоемы (оз. Отстойник и практически полностью исчезнувшее оз. Шламонакопительное), а также очистные сооружения ВАЗа и ТоАЗа и автодороги.

Исследования сотрудников ИЭВБ РАН, проведенные в конце 1980-х – начале 1990-х гг., позволили оценить трофическое состояние большинства озер как высокоэвтрофное (Номоконова и др., 2001; Протисты и бактерии..., 2009). В мае 2013 г. компания ООО НПО «Альгобиотехнология» провела интродукцию микроводоросли *Chlorella vulgaris* IPPAS C-111 по методике Н.И. Богданова в оз. Бол. Васильевское с целью уменьшения интенсивности развития синезеленых водорослей и, как следствие, снижения интенсивности «цветения» воды в этом водоеме. В связи с этим сотрудниками лаборатории экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН были возобновлены независимые наблюдения за гидрохимическими и гидробиологическими показателями оз. Бол. Васильевское.

Подробный анализ изменения экологического состояния водоемов из системы Васильевских озер представлен в целом ряде работ (Быкова, 2015; Горбунов, Уманская, 2014; Горбунов и др., 2014, 2017; Кривина, 2016, 2017; Кривина, Тарасова, 2017а,б; Мухортова и др., 2015; Уманская и др., 2018 и др.). В данной работе кратко обобщены основные итоги сравнительного анализа состояния экосистемы оз. Бол. Васильевское в 1991–1992 гг. и в 2013–2014 гг.

Как известно, одним из наиболее значимых показателей экологического состояния является его трофический статус. Его принято оценивать по нескольким показателям, таким, как прозрачность воды, концентрация общего фосфора и общего азота, концентрация хлорофилла и биомасса фитопланктона, а также по разнообразным биотическим индексам (Горбунов и др., 2014, 2017). К 2013–2014 гг. трофический ста-

тус озера Бол. Васильевское по всем основным показателям оценивался как гипертрофный. С 1991 г. средняя концентрация хлорофилла увеличилась почти втрое (с 85,9 в 1991 г. до 198,6 мкг/л в 2013 г.). Также существенно уменьшилась прозрачность воды – в среднем с 65 до 28 см, а в период наибольшего "цветения" она снижалась до 10 см и менее.

Содержание общего фосфора в озере значительно снизилось по сравнению с 1991–1992 гг., в основном за счет уменьшения минерального фосфора (с 212 мкг/л в июле 1991 г. до 64 в июле в 2013 г.). Вероятно, это было обусловлено низкой растворимостью фосфатов в сильнощелочной среде, которая в настоящее время характерна для озера.

В химическом составе воды озера также произошли существенные изменения: возросла общая минерализация воды (с 209 мг/л в 1991–1992 гг. до 310 мг/л в 2013–2014 гг.) и изменился класс качества воды (с кальций-гидрокарбонатного на содовый). Вероятно, эти изменения были связаны с влиянием так называемых «техногенных» водоемов системы, а также воздействием аварийных сбросов очистных сооружений и солей, поступающих с автодорог в зимний период.

К 2013 г. вода в озере не соответствовала санитарным нормам по целому ряду гидрохимических показателей. Так величина рН воды в течение вегетационного сезона варьировала в пределах 9,1–10,7, а средняя концентрация свободного аммиака составляла 0,6 мг/л, т.е. 15 ПДК (Горбунов и др., 2014, 2017).

Видовой состав водорослей и таксономическая структура оз. Бол. Васильевское не претерпели существенных изменений от 1991 к 2014 г. Видовое богатство было стабильно высоким (в 1991–1992 гг. обнаружено 300 таксонов водорослей рангом ниже рода, в 2013–2014 гг. – 316). Как и в значительной части пресноводных водоемов умеренной зоны, наибольшим видовым богатством отличались зеленые водоросли (34–40%), затем следовали диатомовые (20–23%), синезеленые (15–16%) и эвгленовые (9–11%). Отмечалась слабая тенденция увеличению видового богатства, преимущественно за счет видов-индикаторов средней и высокой степени органического загрязнения.

Показатели количественного развития фитопланктона от 1991 к 2014 г. также увеличились. Средневегетационная численность водорослей возросла практически в 2 раза (с 143 млн кл./л в 1991–1992 гг. до 168 млн кл./л – 2013–2014 гг.), биомасса – в 1,5 раза (с 13,13 мг/л в 1991–1992 гг. до 19,99 мг/л в 2013–2014 гг.). Рост этих показателей происходил в основном за счет усиления вегетации синезеленых водорослей.

Комплекс доминирующих видов водорослей, как по численности, так и по биомассе состоял преимущественно также из синезеленых водорослей, причем их уровень доминирования только возрастал от 1991 к 2014 г. Степень сродства видового состава доминирующего комплекса водорослей 1991–1992 гг. и 2013–2014 гг. составляла 58% относительно численности фитопланктона и 50% относительно его биомассы. Структурные изменения в комплексе доминирующих по численности видов водорослей были связаны с усилением значимости синезеленых водорослей «планктотрихетового» или S-1 типа. Несмотря на интродукцию в 2013–2014 гг. зеленая водоросль *Chlorella vulgaris* IPPAS C-111 ни в один из периодов не входила даже в категорию массовых видов (вклад в формирование общих показателей численности и биомассы не превышал 0,01%). Уровень трофности, рассчитанный по биомассе фитопланктона, в каждый период исследования оценивался как гиперэвтрофный. Все это, позволяет сказать, что «альголизация», как метод биологической реабилитации, на оз. Бол. Васильевское оказалась неэффективной (Кривина, 2018).

Видовой состав инфузорий за более чем 20-летний период увеличился практически вдвое (с 37 в 1991 г. до 74 в 2013 г.). Все изменения, произошедшие с сообществом, напрямую или опосредованно отражают увеличение трофического статуса водоема. Это и смена видового состава доминирующего комплекса (перитрихи,

хореотрихи и олиготрихи в 1991 г. сменились в 2013 г. на скутикоцилиты, являющиеся индикаторами большего органического загрязнения), и увеличение численности на порядок (246,8 тыс. экз./м³ в 1991–1992 гг. и 2973 тыс. экз./м³ в 2013–2014 гг.), и уменьшение среднего размера особи в сообществе и уменьшение вследствие этого биомассы вдвое (72,2 мг/м³ 37,3 мг/м³ в 1991–1992 гг. и в 2013–2014 гг. соответственно). Также отмечалось явное увеличение вклада инфузорий индикаторов α -мезосапробной зоны до 52% общей численности. В целом, в 1991 г. 56% всех проб принадлежали β – мезосапробной зоне, а в 2013 г. 77% проб – α – мезосапробной зоне). Уменьшение роли миксотрофов – еще одно подтверждение тенденции продолжающегося повышения трофического уровня. Однако выявить носит ли оно естественный или антропогенный характер довольно трудно. Апробирование индекса антропогенного эвтрофирования (ИНЭК) как экспресс-метода оценки состояния водоема не дало четкого ответа. Связано, это, вероятно, с высоким трофическим статусом водоема и, как следствие, с большим количеством, по сравнению с олиготрофными водоемами, недоучтенных факторов, в т.ч., токсического влияния природных факторов естественного происхождения (Быкова, 2015).

Таким образом, современное экологическое состояние оз. Бол. Васильевское можно оценить как неудовлетворительное. Биологические манипуляции по реабилитации водоема посредством «альголизации» не дали положительных результатов и оказались неэффективными. В настоящее время водоем нуждается в пристальном внимании экологов и разработке эффективного комплекса мероприятий экологической реабилитации и рекультивации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быкова С.В. Тенденции изменения состояния сообщества свободноживущих инфузорий озера Большое Васильевское (г. Тольятти, Самарская обл.) за двадцать лет // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 4 (4). С. 749-758.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В. Массовое развитие пурпурной серной бактерии *Chromatium okenii* (Ehrb. 1838) Perty 1852 в небольшом городском озере Дачное (г. Тольятти, Самарская область) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5-5. С. 1722-1726.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние озера Большое Васильевское // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, №1. С.183-187.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние некоторых пригородных озер системы Васильевских озер, г. Тольятти: Гидрохимический режим озер в 2013-2015 гг. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, №1. С. 28-40.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Восьмерка (г. Тольятти, Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 1. С. 41–54.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Прудовиков // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 4. С. 177-190.
- Кривина Е.С. Трансформация фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий в условиях изменения антропогенной нагрузки: Автореф... дис. канд. биол. наук. Тольятти: 2018. 20 с.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Особенности распределения планктонных водорослей в стратифицированном водоеме (на примере оз. Прудовиков, г.о. Тольятти) // Вода: химия и экология. 2017а. № 9. С. 55-63.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Трансформация альгофлоры техногенных озер (на примере г. Тольятти) // Вода и экология: проблемы и решения. СПб, 2017б. №3 (71). С. 13-34.
- Мухортова О.В., Болотов С.Э., Тарасова Н.Г., Быкова С.В., Уманская М.В., Горбунов М.Ю., Краснова Е.С., Кривина Е.С., Буркова Т.Н. Зоопланктон урбанизированного водоёма и факторы, определяющие его развитие (на примере озера Большое Васильевское, г. Тольятти, Самарская область) // Поволжск. экологич. журн. 2015. № 4. С. 409-421.
- Номоконова В.И., Выхристюк Л.А., Тарасова Н.Г. Трофический статус Васильевских озер в окрестностях г. Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 274-283.
- Протисты и бактерии озер Самарской области / Под ред. д.б.н. В. В. Жарикова. Тольятти: Кассандра, 2009. 240 с.
- 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.

Е.С. КРИВИНА, Н.Г. ТАРАСОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ФИТОПЛАНКТОН МАЛЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ
ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВА-
СИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ): МНОГОЛЕТНЯЯ
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ**

Малые водоемы урбанизированных территорий имеют большое экологическое значение и эстетическую ценность. При этом они испытывают антропогенную нагрузку, в результате чего нарушаются циклы их естественного функционирования (Kleeberg, 2003).

В XX в. в ряде водоемов Европы было отмечено массовое развитие нитчатых безгетероцистных форм синезеленых водорослей, ранее относимых к роду *Oscillatoria* (плактотрихетовый или S₁-тип). Такое состояние озер называют «осцилляториевой» болезнью, развитие которой связывают с нарастающим антропогенным эвтрофированием. При этом, несмотря на прогрессивную экспансию синезеленых водорослей S₁-типа в водоемах умеренной зоны, данных по развитию фитопланктона в озерах планктотрихетового типа, особенно в переходный период, немного (Лященко, 2001; Kleeberg, 2003; Сиделев, Бабаназарова, 2011).

В данной работе рассмотрены сезонные и многолетние изменения показателей количественного развития фитопланктона малых урбанизированных водоемов естественного происхождения на примере трех Васильевских озер (Бол. Васильевское, Прудовиков, Восьмерка).

Сама система Васильевских озер расположена на северо-восточной границе г. о. Тольятти. Происхождение озер различно. За исключением оз. Бол. Васильевское, все они возникли в 1950–1960-е гг. Их происхождение в основном связано со строительством автодорог и/или затоплением естественных понижений рельефа грунтовыми водами после заполнения Куйбышевского водохранилища.

На экологическое состояние водоемов оказывают влияние деятельность предприятий северного промышленного узла г. Тольятти, садоводческих кооперативов и дач, поставляющих в них биогенные элементы. Два водоема системы подвергались техногенной эксплуатации до 1996 г. (оз. Шламонакопительное и оз. Отстойник). До 1987 г. на территории водосбора озер находилась городская свалка. Все водоемы соединены единым водоносным горизонтом, что способствовало их загрязнению и деградации экосистем данных озер (Протисты и бактерии..., 2009).

Изучение их экосистем проводилось сотрудниками ИЭВБ РАН в конце XX в. (Протисты и бактерии..., 2009), а после – с 2013 г. в связи с мероприятиями по «биологической реабилитации», приводящимися на оз. Бол. Васильевское (Горбунов, 2014, 2017; Кривина, 2016, 2017, 2018; Кривина, Тарасова, 2017а,б).

Материалом для работы послужили альгологические пробы, отобранные в оз. Бол. Васильевское, оз. Прудовиков, оз. Восьмерка в открытой пелагической зоне по стандартным гидробиологическим методикам в период с мая по октябрь в 1991–1992 гг. и 2001 г., с июня по октябрь в 2013 г. и с апреля по ноябрь 2014 г. Всего было отобрано и обработано около 300 альгологических проб.

Существенные изменения от 1991 г. к 2014 г. отмечались в химическом составе воды и уровне минерализации. Так минерализация возросла в 1,75 раза (в среднем с 254 мг/л до 445 мг/л), а класс гидрохимического состава воды изменился от кальций-гидрокарбонатного класса в 1991–1992 гг. к натрий-гидрокарбонатному (содовому) в

оз. Бол. Васильевское и оз. Прудовиков и натрий-сульфатному в оз. Восьмерка в 2013–2014 гг. Изменилось также и концентрации биогенных элементов и их соотношение. Так в оз. Бол. Васильевское и в оз. Прудовиков от 1991 г. к 2014 г. отмечался процесс снижения содержания фосфора на фоне увеличения концентраций азота, особенно его аммонийной формы (табл. 1). В результате к 2014 г. в исследованных водоемах произошла смена биогенного элемента, лимитирующего развитие фитопланктона с азота на фосфор (Горбунов, 2014, 2017).

Таблица 1. Содержание биогенных элементов в поверхностном горизонте исследуемых водоемов с 1991 г. по 2014 г. (по: Протисты и бактерии..., 2009; Горбунов и др., 2014, 2017 с изм.)

Водоем	Год	NH ₄ ⁺ , мгN/л	Нобщ, мгN/л	Рмин, мг/л	Робщ, мг/л	N : P
оз. Бол. Васильевское	1991–1992 гг.	0,490	2,685	0,042	0,451	6
	2001 г.	0,540	3,050	0,043	0,392	8
	2013–14 гг.	0,722	4,595	0,049	0,338	14
оз. Прудовиков	1991–1992 гг.	0,400	1,290	0,015	0,150	9
	2001 г.	0,920	2,180	0,021	0,130	18
	2013–2014 гг.	1,130	3,980	0,027	0,114	35
оз. Восьмерка	1991–1992 гг.	0,504	1,960	0,055	0,195	10
	2001 г.	0,840	3,110	0,070	0,210	15
	2013–2014 гг.	1,235	3,548	0,040	0,221	16

Многолетняя динамика показателей количественного развития водорослей представлена на рис. 1. Во всех исследованных водоемах с течением времени произошло увеличение численности и биомассы фитопланктона. Уровень органического загрязнения озер, рассчитанный по биомассе фитопланктона, также возрос от 1990-х к 2014 г.

Анализ сезонной и многолетней динамики численности и биомассы фитопланктона исследованных водоемов показал, что от 1991 г. к 2014 г. по мере роста уровня трофности вод, увеличивалась относительная доля синезеленых водорослей в их формировании. Активная вегетация представителей этого отдела водорослей становится все более растянута во времени. При этом в формировании численности и биомассы синезеленых водорослей увеличивается роль представителей, относимых ранее к р. *Oscillatoria* (S₁-тип). Их вклад в показатели общей численности фитопланктона к 2014 г. возрос в среднем с 22% до 61%, биомассы – с 3 до 29%. Доля представителей родов *Microcystis* (M-тип) и *Anabaena*, *Aphanizomenon* (H₁-тип) снизилась, соответственно, с 52% до 22% от общей численности и с 30% до 18% от общей биомассы. Эта закономерность проявляется на фоне увеличения концентрации азота (особенно его аммонийной формы) ($R_s=0,77-0,92$) и соотношения общего азота и фосфора ($R_s=0,79-0,95$).

Обычно сезонная и межгодовая динамика биомассы сообществ планктонных организмов в водоемах представляется в виде многовершинных ломаных линий. Наибольшие и наименьшие значения биомассы, не обеспеченные продукционными возможностями отдельных видов не следует принимать при этом во внимание (Алимов, 2001). Сезонные или многолетние изменения структурных и функциональных характеристик экосистем в определенной степени отражают поведение системы в конкретных условиях. В общем виде такие изменения могут быть выражены через вариабельность динамики биомассы (ВДБ).

ВДБ возрастает по мере увеличения продуктивности водоемов и снижения размера особей в сообществах гидробионтов – она более высокая в сообществах фитопланктона и низкая в сообществах донных животных, наименьшие ее значения следует ожидать в ихтиоценозах водоемов (Алимов, 2000; Корнева, 2015).

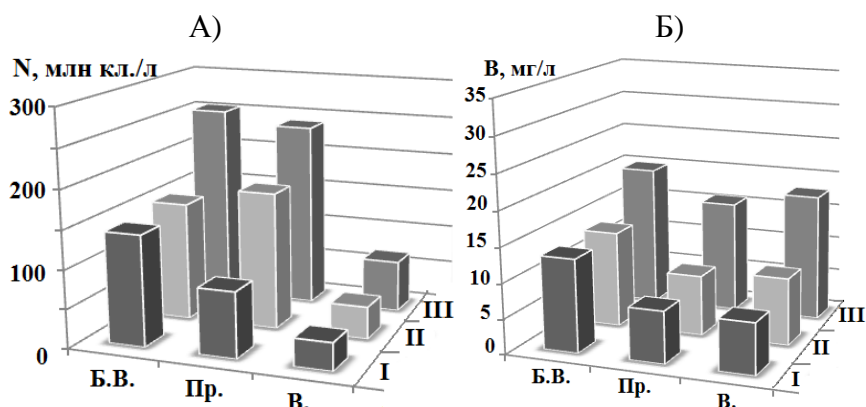


Рис 1. Многолетняя динамика средних значений численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона Васильевских озер в 1991–2014 гг.

Обозначения: Б.В. – оз. Бол. Васильевское; Пр. – оз. Прудовиков; В. – оз. Восьмерка: I – 1991–1992 гг.; II – 2001 г.; III – 2013–2014 гг.

Показатель вариабельность динамики биомассы фитопланктона, рассчитывается как отношение минимального и максимального ее значения в течение вегетационного сезона (Алимов, 2000). В исследованных водоемах она изменялась в пределах от 4 до 12 раз (рис. 2). В оз. Бол. Васильевское и в оз. Прудовиков вариабельность динамики биомассы фитопланктона снижалась от начального периода исследования к конечному. Стабилизация происходила за счет увеличения значений минимальной биомассы в течение вегетационного сезона и повышения этого показателя в летне-осенний период, поэтому говорить об увеличении устойчивости экосистемы в данном случае мы не можем. (Алимов, 2000; Ивантер, Коросов, 2010; Сиделев, Бабанозарова, 2011). В оз. Восьмерка с течение времени отмечалось нарастание вариабельности динамики биомассы, что свидетельствует о повышению уровня трофности водоема.

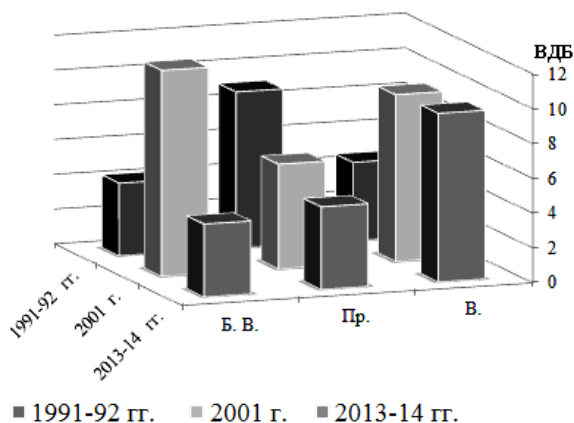


Рис. 2. Многолетняя динамика вариабельности биомассы фитопланктона Васильевских озер в 1991–2014 гг.

Обозначения: А) Б.В. – оз. Бол. Васильевское; Пр. – оз. Прудовиков; В. – оз. Восьмерка

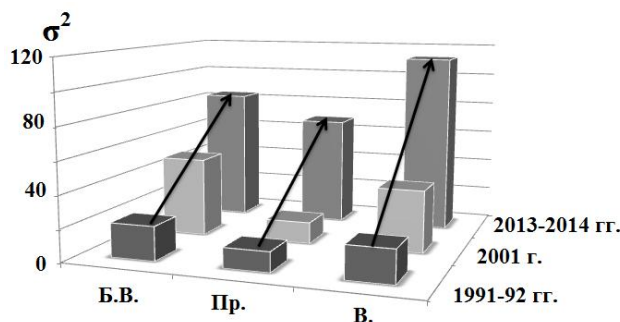


Рис. 3. Многолетняя динамика дисперсии средней за вегетационный сезон биомассы фитопланктона Васильевских озер в 1991–2014 гг.

Обозначения: Б. В. – оз. Бол. Васильевское; Пр. – оз. Прудовиков; В. – оз. Восьмерка.

Высокие значения вариабельности динамики биомассы сопровождалось ростом во времени дисперсии средней за вегетационный период биомассы (рис. 3), что позволяет говорить об увеличении варьирования этого признака и свидетельствует о снижении структурной и функциональной устойчивости экосистемы (Алимов, 2000; Ивантер, Коросов, 2010).

Таким образом, во всех исследованных водоемах с течением времени произошло увеличение показателей количественного развития фитопланктона. Соответственно, уровень органического загрязнения озер, рассчитанный по биомассе фитопланктона, увеличился от 1990-х к 2014 г. В исследованных водоемах доля синезеленых водорослей в формировании показателей количественного развития фитопланктона повышалась, при снижении таковой диатомовых и зеленых. Также во всех изученных озерах отмечалось увеличение роли водорослей «осцилляториевого» комплекса S_1 -типа в формировании общей численности и биомассы фитопланктона. Эта закономерность проявлялась на фоне увеличения концентраций азота и его аммонийной формы и роста соотношения азота к фосфору.

Значения вариабельности динамики биомассы и уровня дисперсии, а также характер их изменений от 1991 г. к 2014 г. свидетельствует о снижении устойчивости фитопланктонного сообщества от 1990-х к 2014 г. вследствие загрязнения и антропогенного эвтрофирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб., 2000. 147 с.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние озера Большое Васильевское // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т.16, №1. С.183-187.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние некоторых пригородных озер системы Васильевских озер, г. Тольятти: Гидрохимический режим озер в 2013-2015 гг. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, №1. С. 28-40.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: уч. пос. Петрозаводск, 2010. 104 с.
- Корнева Л. Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома, 2015. 284 с.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Восьмерка (г. Тольятти, Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 1. С. 41-54.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Прудовиков// Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 4. С. 177–190.
- Кривина Е.С. Трансформация фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий в условиях изменения антропогенной нагрузки: Автореф... дис. кан. биол. наук. Тольятти, 2018. 20 с.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Трансформация альгофлоры техногенных озер (на примере г. Тольятти) // Вода и экология: проблемы и решения. СПб: СПбГАСУ, 2017а. №3 (71). С. 13-34.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Особенности распределения планктонных водорослей в стратифицированном водоеме (на примере оз. Прудовиков, г.о. Тольятти) // Вода: химия и экология. 2017б, № 9. С. 55-63.
- Ляшенко О.А. Развитие *Planktotrix agardhii* (Суапофиты) в водоемах бассейна Верхней Волги // Бот. журн. 2001. Т. 56, № 7. С. 61–65.
- Протисты и бактерии озер Самарской области / Под ред. д.б.н. В.В. Жарикова. Тольятти, 2009. 240 с.
- Сиделев С.И., Бабаназарова О.В. Экология и сукцессия фитопланктона в озерах планктотрихетового типа (на примере озера Неро, Япославская область, Россия) // Водоросли: таксономия, экология, использование в мониторинге. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 212–216.
- Kleeberg A. Re-assessment of Wundsch's (1940) "H2S-Oscillatoria-lake" type using the eutrophic lake Scharmutzel (Brandenburg, NE Germany) as an example // Hydrobiologia. 2003. № 501. Pp. 1-5.

Е.С. КРИВИНА, Н.Г. ТАРАСОВА,
М.Ю. ГОРБУНОВ, М.В. УМАНСКАЯ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ПЛАНКТОННОЕ ФОТОТРОФНОЕ СООБЩЕСТВО В ЗОНЕ ХЕМОКЛИНА ГИПЕРТРОФНЫХ ОЗЕР НА ПРИМЕРЕ ВАСИЛЬЕВСКИХ ОЗЕР (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Во многих стратифицируемых озерах в зоне хемоклина формируются глубоководные максимумы хлорофилла и биомассы фототрофных организмов (Padisak, 2007). Как правило, в этих максимумах развивается специфическое фототрофное сообщество, состав и структура которого существенно отличается от сообщества эпилимниона. В нем могут доминировать самые различные организмы, от пикоцианобактерий (Callieri et al., 2012) до миксотрофных, содержащих зоохлореллы, инфузорий (Modenutti, Bal-seiro, 2002).

В настоящее время большинство исследуемых стратифицированных водоемов являются мезо- или слабоэвтрофными (Longhi, Beisner, 2009). При этом в то же время отмечается увеличение уровня продуктивности внутренних водоемов, обусловленное как продолжающейся антропогенной трансформацией водных экосистем, так и глобальными изменениями климата (Adrian et al., 2009). В связи с этим, в современной гидробиологии является актуальным вопрос об особенностях вертикальной структуры фототрофного сообщества, и в том числе, о существовании специфического сообщества хемоклина, его структуре и особенностях функционирования, в наиболее продуктивных, гипертрофных озерах.

В данной работе кратко представлены результаты анализа особенностей структуры и вертикального распределения фототрофного планктона высокопродуктивных водоемов на примере пригородных озер г. Тольятти (озера Восьмерка, Дачное и Прудовиков из системы Васильевских озер) в начальный период летней термической стратификации в 2013–2014 гг.

Данные озера являются частью группы Васильевских озер. Они расположены на границе городского округа Тольятти, окружены дачными массивами и/или полигонами отходов промышленных предприятий города. Общая характеристика озер и некоторых аспектов развития их фототрофного планктона были опубликованы в ряде работ (Горбунов, Уманская, 2014; Горбунов и др., 2014, 2017; Кривина, Тарасова, 2015, 2017; Кривина, 2016, 2017, 2018; Уманская и др., 2018).

Исследованные озера являются димиктическими и с конца апреля по сентябрь имеют анаэробный гипolimнион. В оз. Прудовиков и оз. Восьмерка положение редоксклина в летний период стабильно. Так в оз. Прудовиков он расположен на глубине 2,5–3,0 м, в оз. Восьмерка – на 4,0–4,5 м. В отличие от них, в оз. Дачное редоксклин заметно изменяет положение в течение летнего сезона, поднимаясь с 3,0–3,2 м в начале до 2,0–2,2 м к концу лета. Освещенность зоны хемоклина увеличивается в ряду озер Восьмерка – Прудовиков – Дачное. Максимальные концентрации сульфидов в гипolimнионе озер Восьмерка и Прудовиков не превышают 18–20 мг/л, а в оз. Дачное – 30 мг/л.

В связи с высокой биогенной нагрузкой все три озера являются потенциально гипертрофными: индекс трофического состояния Карсона по содержанию фосфора в эпилимнионе (ITSP) составляет от 75 до 85. Реальная продуктивность, оцениваемая по прозрачности воды и содержанию Хл (ITSchl), несколько ниже, особенно в оз. Дачное,

где разность ITSP-ITSchI составляет порядка 15 единиц. По ITSchI озера Восьмерка и Прудовиков являются гипертрофными, а оз. Дачное – высокоэвтрофным (Уманская и др., 2018).

В период исследования для всех озер было характерно увеличение биомассы фитопланктона в зоне хемоклина (рис. 1). Наименьшим оно было в оз. Восьмерка, наибольшим – в оз. Дачное. В оз. Прудовиков в области редоксклина происходило заметное снижение биомассы цианобактерий (синезеленых водорослей), однако эукариотические водоросли формировали два максимума, на верхней и нижней границе металимниона (рис. 1).

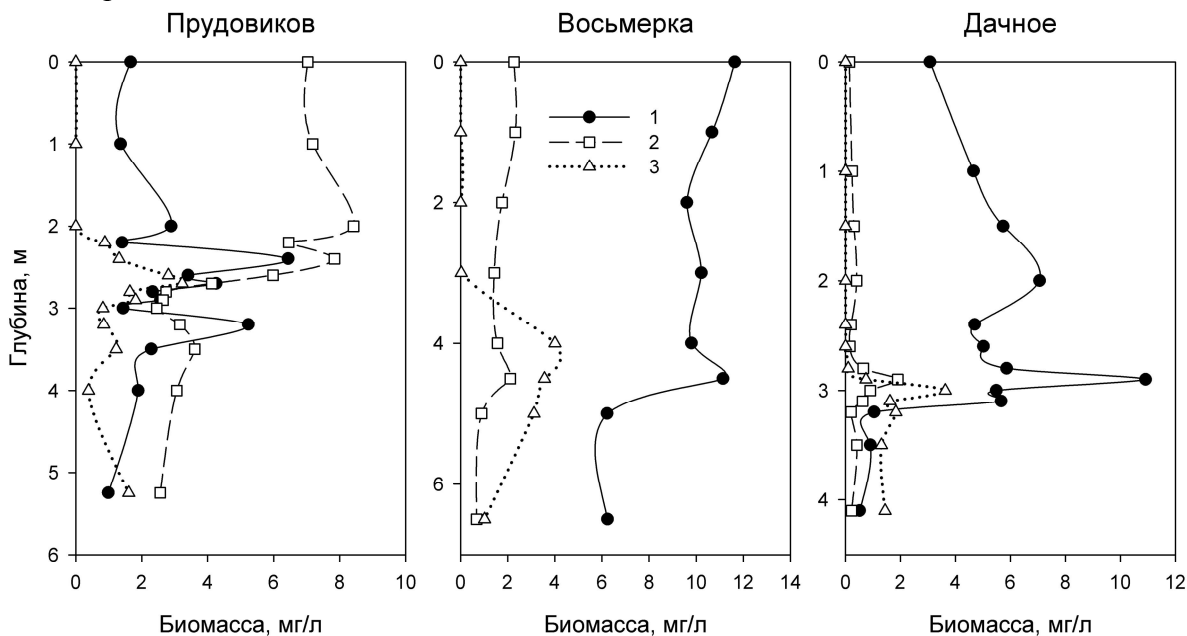


Рис. 1. Вертикальное распределение различных групп фототрофного планктона. 1 – эукариотические водоросли, 2 – цианобактерии; 3 – анаэробные фототрофные бактерии

Сообщества водорослей исследуемых водоемов были контрастны как по видовому составу доминантов, так и на уровне отделов: в оз. Прудовиков доминировали, нитчатые цианобактерии "лимнотриковского" комплекса; в оз. Восьмерка, в порядке убывания биомассы – диатомовые, зеленые и динофитовые, а в оз. Дачное – криптофитовые и эвгленовые.

Структура сообщества фитопланктона в исследованных озерах, в отличие от менее продуктивных озер, мало изменялась с глубиной. Большинство видов, доминирующих в зоне хемоклина и в гиполимнионе, являлось доминантами эпилимниона. Во всей водной толще оз. Прудовиков доминировали *Geitlerinema amphibium* (Ag. ex Gom.) Anag. и *Pseudoanabaena limnetica* (Lemm.) Kom.; в оз. Восьмерка – *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm.; *Melosira varians* Ag., а в оз. Дачное – виды р. *Cryptomonas* и *Euglena acus* Ehr. Был сходным и состав субдоминантов.

Кластерный анализ проб фитопланктона, отобранных в июне 2014 г. из разных горизонтов трех исследованных озер (рис.2) подтвердил эти особенности. Совокупность всех проб фитопланктона разделяется на три резко отличающихся кластера, содержащие пробы каждого из озер, и только в пределах этих кластеров выделяются подкластеры, содержащие пробы из эпи-, гипо- и металимниона (хемоклина) каждого озера. Наиболее однородным по вертикали оказалось сообщество фитопланктона в оз. Восьмерка; наибольшие различия обнаруживаются в оз. Дачное, причем кластеры хемоклина и гиполимниона оказываются больше сходны между собой, чем с фитопланктоном эпилимниона. В то же время, в оз. Прудовиков наиболее отличающимся от двух остальных группировок оказывается хемоклинный кластер фитопланктона.

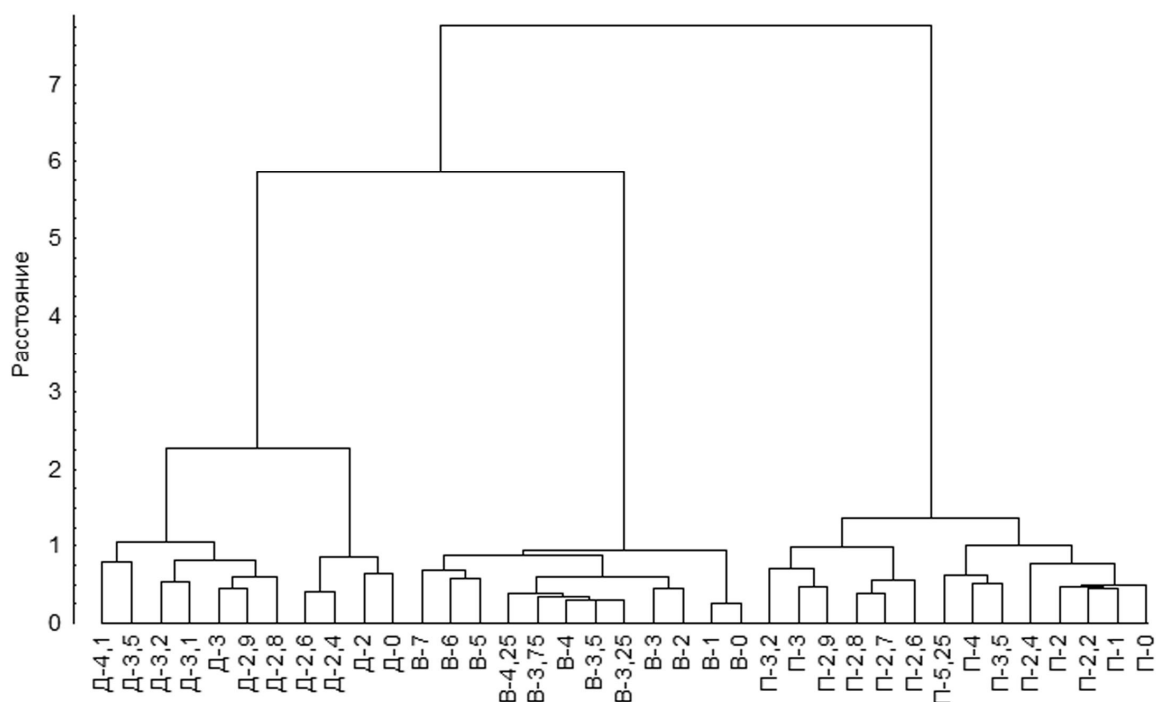


Рис. 2. Результаты кластерного анализа структуры сообществ фитопланктона исследованных озер. П – оз. Прудовиков, В – оз. Восьмерка, Д – оз. Дачное; после дефиса – горизонт отбора проб (м). В качестве меры различия использовалось расстояние Хеллингера, алгоритм объединения – метод Варда

Основные структурные различия между сообществами эпилимниона и хемоклина были связаны почти исключительно с развитием анаэробных фототрофных бактерий (АФБ). На момент исследования во всех трех озерах их популяции были уже сформированы и в максимуме достигали биомассы 3–5 мг/л.

В оз. Прудовиков непосредственно в зоне хемоклина преобладали пурпурные серные бактерии (*Chromatiaceae*), представленные колониальным видом, образующим пластинки с регулярно расположенными клетками, сходным по морфологии с *Thiopedia rosea* Winogradsky 1888, а зеленые серные бактерии (*Chlorobiaceae*) развивались в основном в нижележащем гиполимнионе. В целом, аналогичным было распределение АФБ и в оз. Дачное, однако в нем *Chlorobiaceae* присутствовали и в области хемоклина. Среди *Chromatiaceae* доминировал вид, сходный с развивавшимся в оз. Прудовиков, ему сопутствовали представители р. *Thiocapsa*. В оз. Восьмерка пурпурные бактерии были развиты слабо, и доминировали зеленые серные бактерии с газовыми вакуолями, *Chlorobium clathratiforme* (Szafer 1911) emend. Imhoff 2003. Низкое развитие пурпурных серных бактерий, видимо, связано с наименьшей, среди исследованных озер, освещенностью в зоне хемоклина.

Ранее обнаруженной особенностью оз. Дачное, отличающей его от других озер, является интенсивное развитие крупноклеточных подвижных пурпурных серных бактерий (pp. *Chromatium* и *Allochromatium*), причем к концу лета в хемоклине образуются практически моновидовое сообщество *Chromatium okenii* (Ehrb. 1838) Perty 1852, развитие остальных фототрофных организмов в этой зоне подавляется, а *Chlorobiaceae* вытесняются в гиполимнион (Горбунов. Уманская, 2014). Однако в начале лета *Chromatium* в этом водоеме еще не обнаруживались, а *Allochromatium* встречались в небольшом количестве.

Таким образом, представленные данные позволяют заключить, что даже в период перехода от гидрологической весны к гидрологическому лету, различия в составе и структуре сообществ фитопланктона аэробного эпилимниона, хемоклина и анаэробного гиполимниона в каждом из исследованных озер были крайне невелики, и проявлялись

в основном на уровне минорных видов.

Массовое развитие фитопланктона в эпилимнионе высокопродуктивных стратифицированных водоемов, очевидно, оказывало значительное влияние на структуру фототрофных планктонных сообществ в зоне хемоклина, маскируя развитие автохтонных видов и изменяя экологические условия в этой зоне и в водоеме в целом.

Высокие различия структуры фитопланктона между озерами были связаны, видимо, с различными абиотическими характеристиками их экосистем (рН, минерализацией и основным составом воды), а также с тем, что в момент исследования озера, из-за разной скорости прогрева воды находились на разных этапах сезонной сукцессии.

В условиях сильного развития фитопланктона в эпилимнионе условия в зоне хемоклина, тем не менее, вполне пригодны для развития аноксигенных фототрофных бактерий, причем не только адаптированных к низким освещенностям зеленых серных бактерий, но и более светолюбивых Chromatiaceae, доминировавших в зоне хемоклина двух из озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние некоторых пригородных озер системы Васильевских озер, г. Тольятти: Гидрохимический режим озер в 2013-2015 гг. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 1. С. 195-290.
- Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние озера Большое Васильевское // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, №1. С.183-187.
- Горбунов, М.Ю., Уманская М.В. Массовое развитие пурпурной серной бактерии *Chromatium okenii* (Ehrb. 1838) Perty 1852 в небольшом городском озере Дачное (г. Тольятти, Самарская область) // Изв. Самар. НЦ РАН 2014. Т. 16, №. 5-5. С. 1722-1726.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) II. Количественное развитие, доминирующие виды и оценка качества воды // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, №. 4-1. С. 203-209.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Восьмерка (г. Тольятти, Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 1. С. 41-54.
- Кривина Е.С. Таксономический состав фитопланктона оз. Прудовиков // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 4. С. 177-190.
- Кривина Е.С. Трансформация фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий в условиях изменения антропогенной нагрузки: Автореф... дис. кан. биол. наук. Тольятти: 2018. 20 с.
- Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Особенности распределения планктонных водорослей в стратифицированном водоеме (на примере оз. Прудовиков, г.о. Тольятти) // Вода: химия и экология. 2017. № 9. С. 55-63.
- 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.
- Adrian, R., O'Reilly, C. M., Zagarese, H., Baines, S. B., Hessen, D. O., Keller, W., Livingstone D.M., Sommaruga R., Straile D., Van Donk E., Weyhenmeyer G.A., Winder M. Lakes as sentinels of climate change // Limnol. Oceanogr., 2009. Vol. 54, No. 6/2. Pp. 2283-2297.
- Callieri C., Caravati E., Corno G, Bertoni R. Picocyanobacterial community structure and space-time dynamics in the subalpine Lake Maggiore (N. Italy) // J. Limnol., 2012. Vol. 71, No.1. Pp. 95-103.
- Longhi M.L., Beisner B.E. Environmental factors controlling the vertical distribution of phytoplankton in lakes // J. Plankton Res. 2009. Vol. 31, No. 10. Pp. 1195-1207.
- Modenutti B.E., Balseiro E.G. Mixotrophic ciliates in an Andean lake: dependence on light and prey of an Ophrydium naumanni population // Freshwater Biol. 2002. Vol. 47, No. 1. Pp. 121-128.
- Padisak J. Phytoplankton. In: P.E. O'Sullivan, C.S. Reynolds (eds). The Lakes Handbook. Vol. 1. Limnology and Limnetic Ecology. J.Wiley & Sons, 2007. Pp. 251-308.

Л.В. КУЗИНА, Т.М. ЖАВКИНА

Ботанический сад Самарского национального исследовательского университета им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА МОЖЖЕВЕЛЬНИК В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Можжевельник (*Juniperus*) представляет собой двудомное, реже однодомное вечнозеленое хвойное древесное или кустарниковое растение из семейства Кипарисовые (*Cupressaceae*). Тюркское название различных видов крупных древовидных можжевельников – «арча» (Алексеев и др., 1999). К роду можжевельник относится свыше 70 видов, из которых 12–14 в естественных условиях произрастают на территории России. Можжевельники формируют светлые леса (арчевники), нижний ярус или подлесок под лиственными и хвойными, покрывают склоны гор (Булыгин, 1985). Им характерны самые разные формы роста – от средnekрупных до кустарников и распростертых карликовых форм. Многие можжевельники светолюбивы, устойчивы к низким зимним температурам, большинство засухоустойчивы и нетребовательны к почвенным условиям, хотя лучше развиваются на лёгких и питательных почвах (Соколов и др., 1949; Розно и др., 2014). В зависимости от формы роста и условий обитания, они могут иметь разные размеры. Самые высокие достигают 10–15 м, самые низкие менее 5 м в высоту. В природе можжевельники распространены по всему Северному полушарию, встречаются как в мягком тропическом климате, в субтропиках и умеренных широтах, так и в полярной зоне. Они отличаются долголетием – некоторые экземпляры доживают до 3000 лет (Алексеев и др., 1999).

Листья (хвоя) в мутовках по три, игловидные и чешуевидные, отстоящие, линейно-ланцетные, с низбегающим основанием, сверху с устьичной полоской, нераздельной или разделённой срединной продольной жилкой, или же листья у молодых растений хвоевидные, а у взрослых растений – мелкие, чешуевидные, прижатые к побегам, попарно супротивные или реже в трёхчленных мутовках (Соколов и др., 1949; Общая характеристика..., 2018).

Мужские колоски одиночные или по несколько, в пазухах листьев на прошлогодних побегах или конечные на боковых побегах; состоят из попарно супротивных или расположенных в мутовках по 3 чешуевидных тычинок, каждая с продольно отрывающимися 3–6 пыльниками. Женские колоски на пазушных укороченных веточках или конечные, могут быть следующих форм: - состоят из одной мутовки чешуевидных плодолистиков и расположенных супротивно или чередующихся с ними трёх прямых семянпочек; - колосок состоит из 1–3 пар или трёхчленных мутовок плодолистиков, каждый из которых с 1–2 семянпочками; - у некоторых видов семянпочка одна конечная, окружённая бесплодными чешуевидными плодолистиками. Ягодovidная «шишка» (так называемая шишкоягода) шаровидная или несколько удлинённая с 1–10 семенами. Созревает шишка на второй год, окрашиваясь в тёмно-синий или красно-бурый цвет. Размножаются можжевельники семенами, черенками, отводками, прививками (Булыгин, 1985; Плотникова, 1994).

Можжевельник является целебным лекарственным растением. Шишкоягоды издавна применяются в медицинской практике. На их основе готовят медицинские препараты, отвары, масла. Из древесины и хвои можжевельника мексиканского (*Juniperus*

ashei) и можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana*) извлекают можжевельное масло. Хвоя можжевельника выделяет фитонциды, которые пагубно влияют на микробов. Древесина имеет большое хозяйственное значение. Так, можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*) используют для изготовления карандашей и тростей. В кулинарии можжевельник используют в качестве пряности. Чаще всего молотые ягоды используют при приготовлении мясных блюд в скандинавской, северо-французской и немецкой кухне, можжевельник также используется в качестве ароматизатора для джина, а из сока подмороженных ягод получают сироп (Можжевельники в саду, 2018).

В Самарской области крайне редко встречаются можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.) и можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) (Розно и др, 2014). Последний имеет особое значение. Это плиоценовый горно-степной реликт, занесенный в Красную книгу Самарской области, находится также под охраной в Саратовской (категория 1), Ульяновской (категория 3) и Оренбургской областях (категория 3). Его ареал охватывает Европу, Кавказ, Малую и Среднюю Азию, Западную Сибирь и север Монголии, и запад Китая. В Самарской области можжевельник казацкий встречается только в Предволжье, на территории Жигулёвского государственного заповедника. С 2008 г. (Сенатор и др., 2017). Ботаническим садом Самарского университета успешно ведется работа размножению можжевельника казацкого, взятого из природной флоры (урочище Молебный овраг), часть полученного материала была использована для восстановления на склоне Зольненского оврага группы растений, уничтоженной в 2010 г. пожаром (Розно и др, 2014).

Древовидные и высокие кустарниковые можжевельники используются в парковых насаждениях для создания небольших групп и особенно в одиночных посадках (солитерах). Низкорослые, стелющиеся можжевельники применяются для покрытия и закрепления откосов и склонов, а также для скалистых и каменистых садов. Некоторые виды можжевельника могут быть применимы для живых изгородей, для защитных посадок и лесопарковых насаждений (Можжевельники в саду, 2018). Можжевельник обладает высокими декоративными свойствами и поэтому в Самарском регионе широко применяется в садово-парковом строительстве и ландшафтном дизайне приусадебных участков. Для этих целей используются можжевельники различных видов и форм. Встречаются как кустарниковые, так и древесные формы можжевельника. Чаще всего для озеленения урбанизированной среды используют можжевельники обыкновенный (пирамидальный), скальный, казацкий, виргинский, горизонтальный (Плотникова, 1994; Алексеев, 1997).

В коллекции Ботанического сада Самарского университета на данный момент представлено более 10 видов и более 20 сортов можжевельника, которые различаются по возрасту, форме роста и размещению в экспозициях. Большинство растений располагается на открытых участках и не затеняется соседними растениями. В засушливое время проводится регулярный полив молодых особей.

Изучая особенности представителей родового комплекса можжевельник в коллекции Ботанического сада, мы проанализировали их биоморфологические признаки, начав с рассмотрения показателей высоты, ширины, числа побегов. Также были проведены сравнения годового прироста по максимальным, минимальным и средним величинам. Такие данные позволили нам, сравнивая особенности развития растений различных таксонов, составить рекомендации по их использованию в озеленении городской территории.

Поскольку в коллекции представлены экземпляры разных лет посадки (разного возраста), мы учли данный факт при представлении полученных данных (рис. 1). В соответствии с высотой можжевельники визуально распределились в три группы: низкие, средние и высокие (древовидные).

Низкие не превышают метра в высоту. Эту группу составляют в основном можжевельники с карликовой, горизонтальной формой роста, а также представители мало-

возрастной группы, например, можжевельник виргинский сорта Хетз. У можжевельника китайского сорта Колумн. небольшие размеры могут быть связаны с тем, что в процессе роста его главный побег был обломан.

К средним можжевельникам можно отнести виды и сорта, размеры которых выше одного метра. Можжевельники обыкновенный, ложноказацкий, виргинский сорта Блю Оул значительно отличаются по высоте, которая максимальна у можжевельника казацкого – 310 см. Наибольшие по размерам можжевельники находятся в старой возрастной группе (более 30 лет). Это можжевельник виргинский и его сорт, м. виргинский глаука. Оба представителя имеют колонновидную форма роста, однако, сортовое растение уступает видовому экземпляру по высоте.

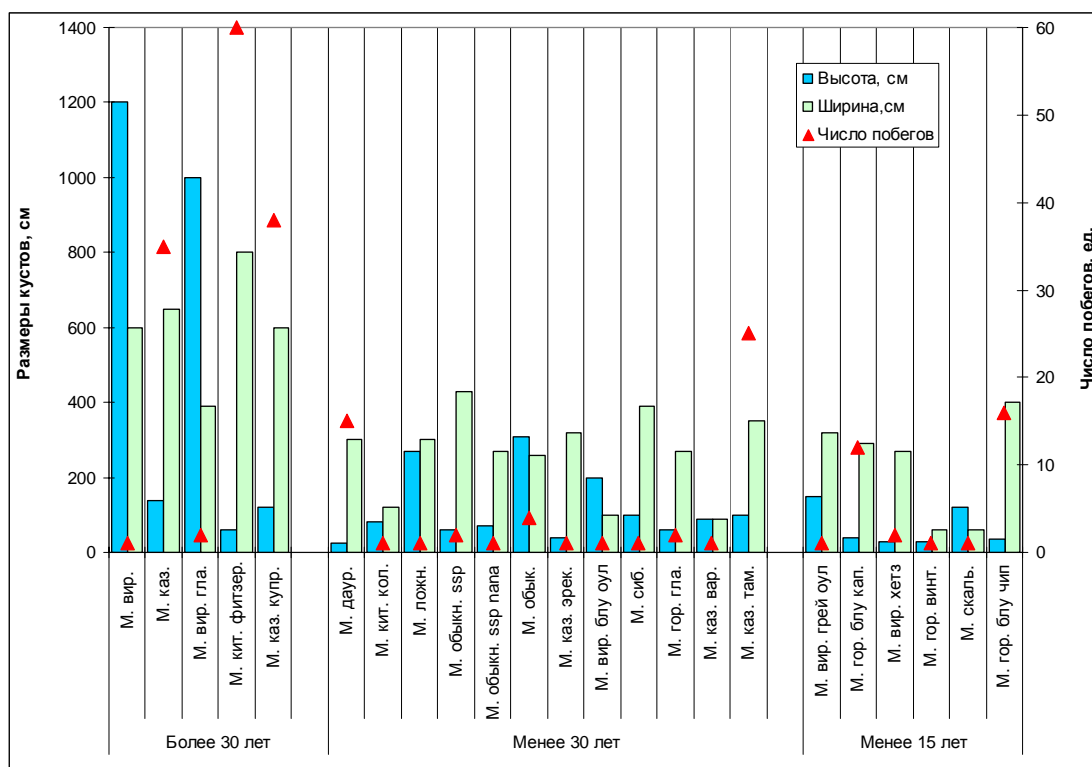


Рис. 1. Особенности размера растений рода Можжевельник и их роста в дендрарии Ботанического сада Самарского университета

По ширине куртин следует отметить, что данный показатель зависит главным образом от возраста растений. Все можжевельники, ширина куртин которых не достигает 150 см – растения, возраст которых менее 25 лет. Самые обширные по площади экземпляры относятся к группе, возраст которых близок к 40 годам. Кроме того, высаженные вдоль дорог растения периодически подвергаются обрезке, что влияет на ширину куста.

Число побегов у можжевельников отличается значительно. Древесные формы чаще представлены 1–2 побегами. Кустарники, ветви которых лежат на поверхности, легко укореняются, благодаря чему он может сильно разрастаться вширь, увеличивая количество побегов. Такие куртины образуют можжевельники казацкий, горизонтальный, даурский, а также китайский сорта Фитцериана, число побегов которого достигло 60. При близком возрасте куртина можжевельника китайского, минимально подвергающаяся обрезке со стороны дорожки, опережает по размерам можжевельник казацкий (который и сильнее подвержен обрезке).

При выборе того или иного вида и сорта можжевельника для озеленения урбанизированной территории следует, помимо его формы роста и размеров, обратить особое внимание на интенсивность роста побегов (рис. 2). Было обнаружено, что длина побегов годичного прироста у разных видов и сортов можжевельника изменяется от 10 см и

менее до 50 см, уровень средних значений у большинства таксонов находится в диапазоне 15...40 см. Среди видовых экземпляров самым быстрорастущим является можжевельник даурский, самую низкую интенсивность роста показал можжевельник виргинский. Сортовые растения могли иметь как меньшие, так и большие значения прироста по сравнению с их видовыми экземплярами, что связано со спецификой этих сортов (например, карликовость или особенности формы куста).

Таким образом, анализ полученных данных параметров роста, возраста и габитуса растений за лето 2018 года, дает возможность оценить перспективность видов и сортов можжевельника позволил сделать следующие первоначальные выводы и рекомендации по использованию их в зеленом строительстве для Самарской области.

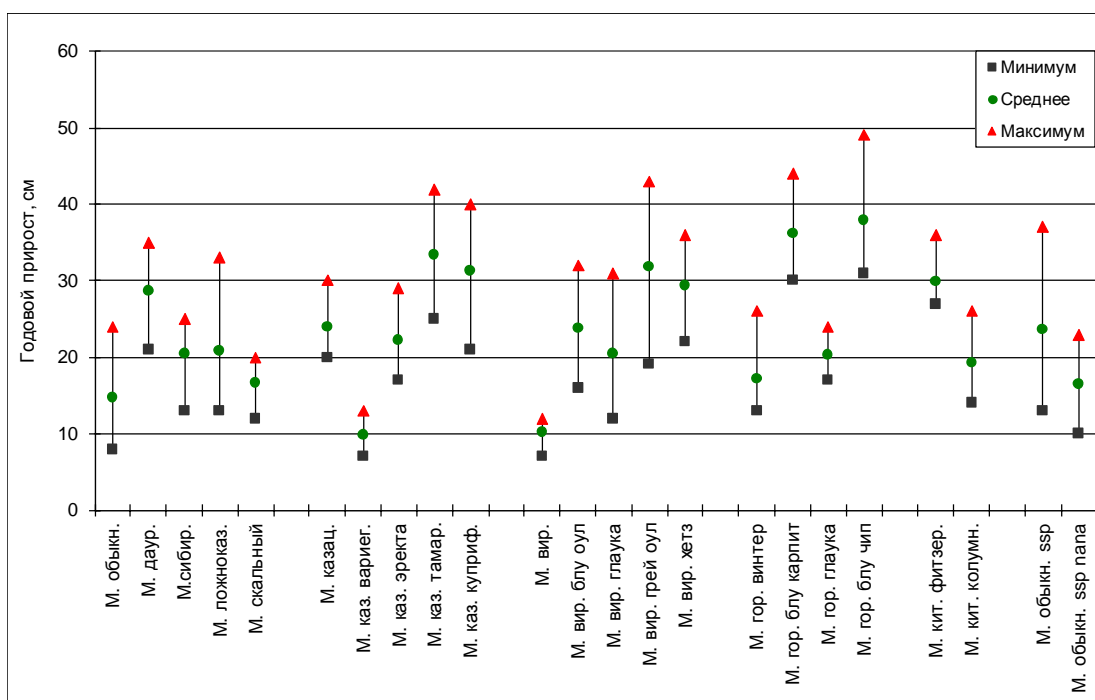


Рис. 2. Особенности роста побегов у различных видов и сортов можжевельников

Из семи видов можжевельников все, кроме виргинского, можно отнести к весьма перспективным. Мы считаем, что для можжевельника виргинского наблюдения следует продолжать, поскольку в литературе он указывается как перспективный для зеленого строительства. Сорта можжевельника казацкого, за исключением сорта Вариегата, учитывая биометрические параметры их надземной части, следует использовать в качестве отдельного декоративного элемента или в групповых посадках, а также для создания крупных куртин. Сорта можжевельника виргинского можно использовать в качестве солитеров на газонах или для оформления небольших аллей вдоль прогулочных дорожек, возможно высаживание по краю участка в качестве живой изгороди, а сорта Грей Оул и Хетз – в одиночных посадках. Все сорта можжевельников горизонтального, за исключением сорта Винтер, могут быть рекомендованы для озеленения склонов, использования на переднем плане в композициях или самостоятельно, а также в альпинариях, бордюрах. Сорт можжевельника китайского Фитцериана мы считаем перспективным для создания фона или обрамления газона, сорт Колумн. – в качестве солитера и отдельных композиций. Сорта можжевельника обыкновенного можно рекомендовать для одиночных посадок и композиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Ю.Е., Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А. Деревья и кустарники. Энциклопедия природы России. М.: Изд-во АБФ, 1997. 592 с.

Булыгин Н.Е. Дендрология. М.: Агропромиздат, 1985. 280 с.

Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. В 6 тт. Т. 1. Голосеменные / под ред. С.Я. Соколов, Б.К. Шишкина. М.; Л.: Изд-во Бот. ин-та им. Комарова АН СССР, 1949. 463 с.

Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С.А. Сенатора и С.В. Саксонова. Самара, 2017. 284 с.

Можжевельники в саду – виды и использование. URL: <https://www.botanichka.ru> (Дата обращения 20.12.18)

Общая характеристика рода Можжевельник. URL: <https://studopedia.info> (Дата обращения 21.12.18)

Плотникова Л.С. Деревья и кустарники рядом с нами. М.: Наука, 1994. 175 с.

Розно С.А., Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В. Хвойные растения в ботаническом саду Самарского государственного университета. Самара, 2014. 32 с.

К.А. КУЗЬМИНА¹, И.А. КУЗЬМИНА²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва, Россия

² Автономная некоммерческая организация «Средняя общеобразовательная школа «Содружество», г. Долгопрудный, Россия

О ЗООБЕНТОСЕ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА 2014–2015 ГГ.

Куйбышевское водохранилище является одним из крупнейших в России и в мире. Одним из его наиболее значимых участков расположенный в верхней части этого водоема Волжский плес, где находятся места обитания и размножения многих ценных промысловых рыб (Сайфуллин, 2006).

В качестве объекта данного исследования были выбраны три участка акватории Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, подвергающиеся негативному антропогенному воздействию при разработке месторождений нерудных строительных материалов (рис. 1). Более подробные описания различных гидробиологических особенностей исследуемых участков представлены в ряде работ (Кривина и др., 2015а,б; Кузьмина, 2015; Кузьмина и др., 2016а,б,в, 2018а,б).

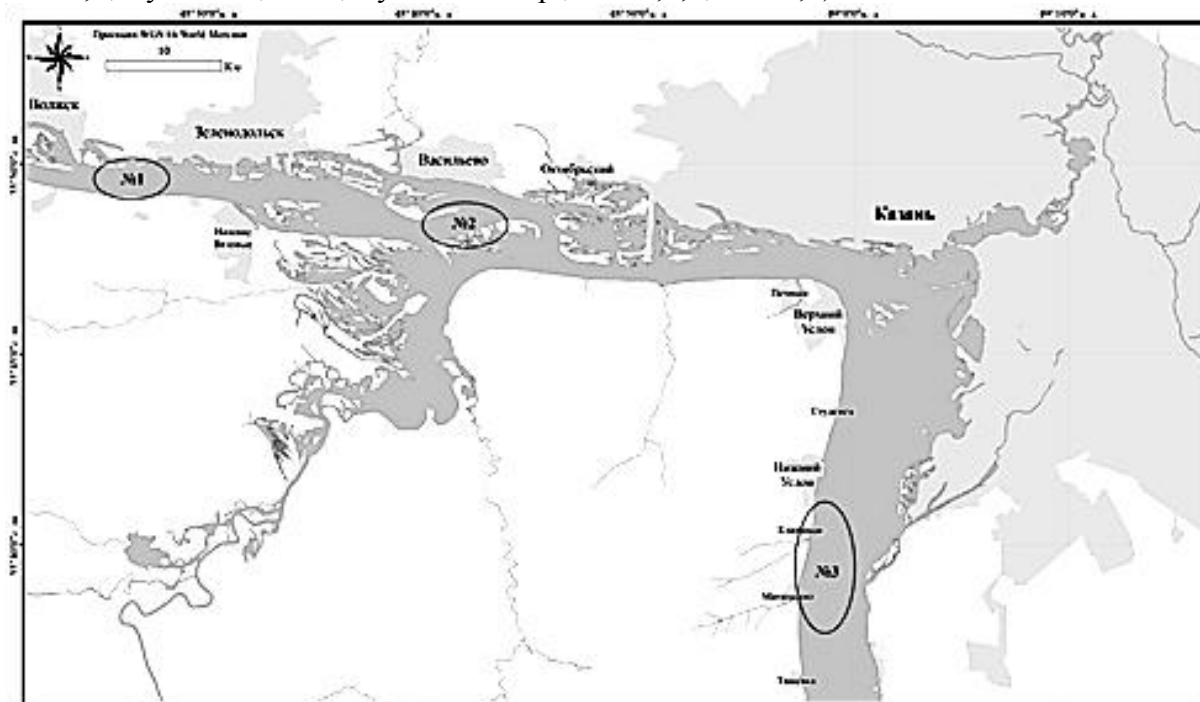


Рис.1. Общая карта-схема расположения исследуемых участков Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2014–2015 гг.

При исследовании участков антропогенного воздействия в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища нами было встречено 7 групп бентосных организмов: моллюски, олигохеты, полихеты, пиявки, амфиподы, мизиды, хирономиды, а так же личинки других насекомых (табл. 1).

На всех участках в течение всего периода исследования основу биомассы составляли моллюски (дрейссена). Их содержание в пробах варьировало от 6 до 96% по численности и от 75 до 99,9% по биомассе. Так же единично встречались пиявки.

Таблица 1. Таксономический состав зообентоса Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2014–2015 гг.

Группа	Класс	Отряд	Семейство	Род	Вид
Моллюски	2	4	4	4	5
Олигохеты	1	2	2	5	6
Полихеты	1	1	1	1	1
Пиявки	1	2	3	5	5
Амфиподы	1	1	2	2	3
Мизиды	-	1	1	1	1
Хирономиды	1	1	1	4	9
Личинки др. насекомых	-	3	3	3	5
Всего	7	15	17	25	34

Как правило, наиболее высокими показателями численности и биомассы зообентоса в течение вегетационного сезона отмечались на участке 3 (рис. 2).

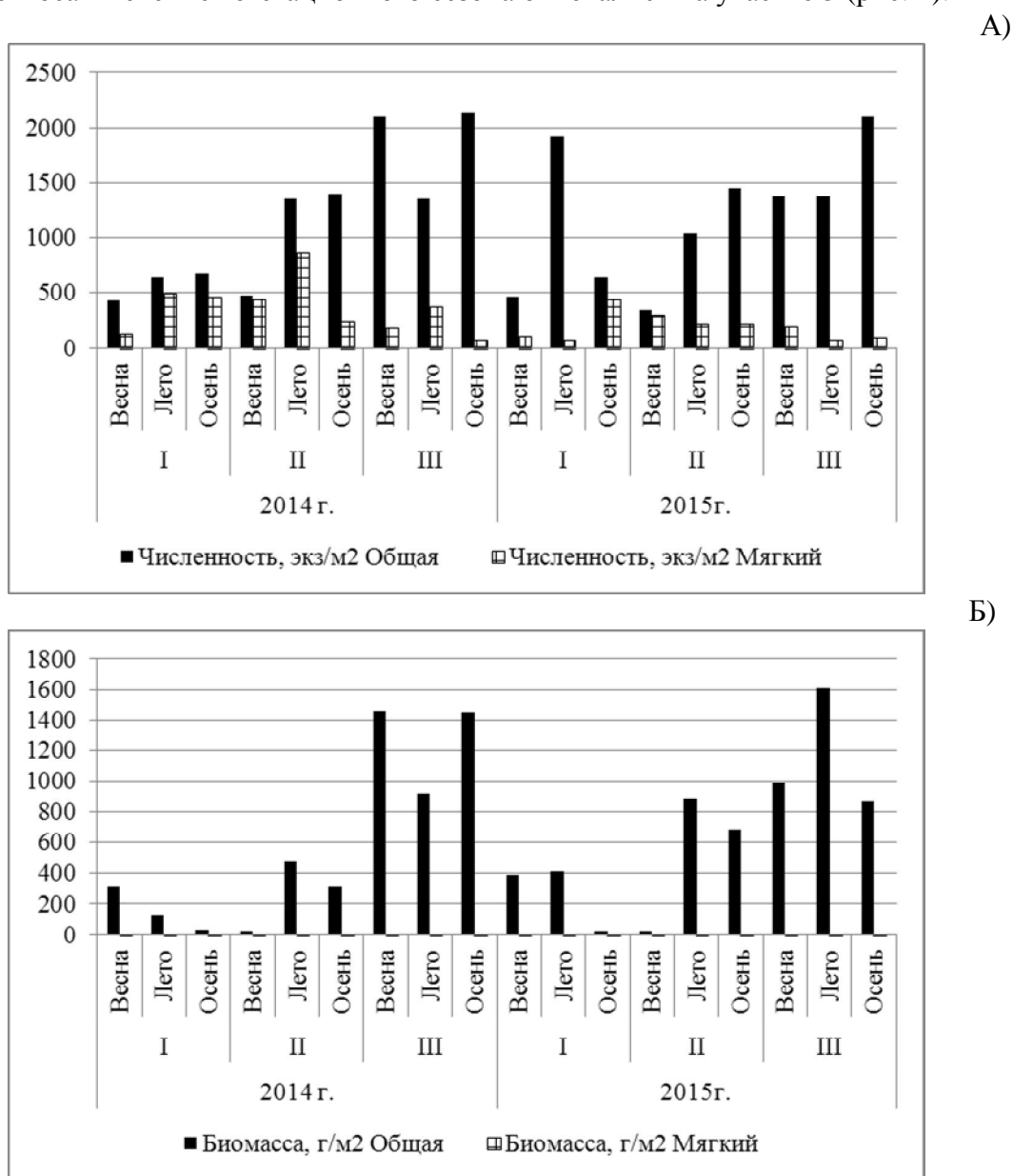


Рис. 2. Средние количественные показатели зообентоса на различных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2014–2015 гг.: А) численность; Б) биомасса

На участке 1 в весенние периоды и по численности и по биомассе преобладали олигохеты. Та же картина наблюдалась и в летний период 2015 г. В летние периоды были обнаружены амфиподы, а в осенние к составу зообентоса добавлялись мизиды.

На участке 2 в весенний период 2014 г. и летом 2015 г. и по численности и по биомассе преобладали олигохеты. Во все остальные сезоны преобладали хирономиды. Также в летние периоды были обнаружены амфиподы, а в осенние к составу зообентоса добавлялись мизиды.

На участке 3 в 2014 г. весной по численности и биомассе преобладали хирономиды, олигохеты, летом – олигохеты, осенью – полихеты. В 2015 г. в отличие от предыдущего года, в весенний период отмечалось увеличение доли олигохет, которые вместе с хирономидами играли основополагающую роль в формировании численности и биомассы макрозообентоса. Летом, как и в 2014 г. по численности и биомассе преобладали олигохеты. Осенью основной вклад в формирование показателей количественного развития мягкого зообентоса вносили хирономиды и полихеты. В летние периоды были обнаружены амфиподы, а в осенние к составу зообентоса добавлялись мизиды.

Средние значения биомассы и численности мягкого зообентоса Волжского плеса представлены в табл. 2.

Таблица 2. Средние по Волжскому плесу количественные показатели мягкого зообентоса в вегетационный период 2014–2015 гг.

Год	Период	Численность, экз/м ²			Биомасса, г/м ²		
		min	max	средняя	min	max	средняя
2014	Весна	0	1662	247±83	0,00	9,40	2,25±0,68
	Лето	0	2048	543±126	0,00	20,84	2,94±1,06
	Осень	0	984	243±67	0,00	4,85	1,34±0,40
2015	Весна	0	694	190±46	0,00	9,36	1,96±0,56
	Лето	0	413	91±27	0,00	2,44	0,41±0,15
	Осень	0	963	233±59	0,00	6,58	1,32±0,38

По средней биомассе мягкого зообентоса весной и летом 2014 г., а так же весной 2015 г., выделяется участок 2. Осенью 2014 г., а так же летом и осенью 2015 г. – участок №1.

На участке 3 во все сезоны наблюдений было больше всего моллюсков (дрейссены). В летние и осенние периоды 2014–2015 гг. это был самый бедный участок по количеству мягкого зообентоса.

На участках 1 и 2, характеризующимися заиленными песками и небольшими глубинами, были встречены такие виды как *Hypania invalida* (Grube, 1860), *Paramysis ullskyi* (Czerniavsky, 1882), *Cryptochironomus defectus* (Kieffer, 1913), *Cr. nigridens* (Chernovskij, 1949), *Cryptochironomus nigridens* (Chernovskij, 1949), *Cr. defectus* (Kieffer, 1913).

На глубоководном участке 3, отличающимся песчаным, местами каменистым грунтом, были встречены такие виды организмов как *Lithoglyphus naticoides* (C.Pfeiffer, 1828), *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede, 1862), *Isochaetides michaelsoni* (Lastockin, 1937), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Polypedilum* gr. *nubeculosum* (Meigen, 1818), *P. convictum* (Walker, 1856).

Максимальное значение биомассы мягкого зообентоса на участке 1 (6,58 г/м²) отмечено осенью 2015 г., что, согласно классификации Пидгайко (Пидгайко, Александров, Иоффе и др., 1968), относит его к участку «выше средней кормности», на участке 2 (20,84 г/м²) летом 2014 г. – «весьма высококормный; на участке 3 (9,4 г/м²) весной 2014 г. – «высококормный».

Исходя из соотношения численности олигохет к общей численности кормового

зообентоса по Goodnight, Whitley, 1961, экологическое состояние участка 1 в весенние периоды 2014 и 2015 гг. (63,6–73,3%) и участка 3 в летние периоды 2014 и 2015 гг. участок 3 (60,4–70,5%) можно было оценить как неудовлетворительное. В остальные периоды качество воды на исследованных участках оценивалось как удовлетворительное (12,5–59,1%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кривина Е.С., Кузьмина К. А., Буркова Т. Н., Тарасова Н. Г., Медянкина М.В.* Сравнительный анализ осеннего фитопланктона Куйбышевского водохранилища в районе месторождений нерудных строительных материалов // Рыбное хозяйство. 2015а. № 3. С. 106-110.
- Кривина Е.С., Кузьмина К. А., Буркова Т. Н., Тарасова Н. Г., Медянкина М.В.* Общая характеристика качественного состава летнего фитопланктона Куйбышевского водохранилища в районе месторождений нерудных строительных материалов // Рыбное хозяйство. 2015б. № 4. С. 30-34.
- Кузьмина К.А., Ускова С.С., Медянкина М.В.* Бентос Куйбышевского водохранилища в районе месторождения строительного песка «Бахчи-Сарай» // Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 73-78.
- Кузьмина К.А., Медянкина М.В., Кривина Е.С., Буркова Т.Н., Тарасова Н.Г.* Анализ состояния весеннего фитопланктона и оценка качества воды в зоне месторождений нерудных строительных материалов Куйбышевского водохранилища // Рыбное хозяйство. 2016а. №1. С. 31-40.
- Кузьмина К.А., Медянкина М.В., Кузьмина И.А.* Сезонная динамика зоопланктона Куйбышевского водохранилища на месторождении строительного песка «Бахчи-Сарай» // Рыбное хозяйство. 2016б. № 1. С. 61-62.
- Кузьмина К.А., Кузьмина И.А., Медянкина М.В.* Сезонная динамика зоопланктона Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2014 г. // Вопросы рыболовства. 2016в. Т. 17, № 1. С. 88-95.
- Кузьмина К.А.* Гидробиологическая характеристика участков Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2014–2015 гг. Экологические системы и приборы. 2018а. №10. С. 42-47.
- Кузьмина К.А., Медянкина М.В., Кривина Е.С.* Оценка количественного состояния макрозообентоса Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в вегетационный сезон 2014-2015 гг. // Сб. Международ. науч.-практич. конф. «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века». Москва, 2018б. С. 350-360.
- Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А.* Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Изв. Гос. науч.-исслед. Ин-та озерного и речного рыбного хоз-ва. 1968. Т. 67. С. 205-228.
- Сайфуллин Р.Р.* Ихтиоценозы водоемов Среднего Поволжья. Казань, 2006. 114 с.
- Goodnight C.J., Whitley L.S.* Oligochetes as indicators of pollution // Proc. 15-th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Ext., Sec. 1961. Vol. 106. Pp. 139-142.

А.Ю. КУРСКОЙ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

ВИДЫ-ТРАНСФОРМЕРЫ ЮГО-ЗАПАДА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Биологические инвазии в настоящее время находятся под пристальным вниманием флористов и геоботаников, в России активно ведется работа по инвентаризации инвазионных видов, составлению «black-листов» и Черных книг (Виноградова и др., 2009; Борисова, 2011; Васюков, 2012; Панасенко и др., 2012; Tokhtar et al., 2017; Тохтарь, 2018).

В Средней России в качестве растений-«трансформеров» указаны 53 вида (Виноградова и др., 2009), объем группы достаточно разнообразен и включает от 6 до 34 видов в разных регионах. На юго-западе Среднерусской возвышенности, который мы рассматриваем в пределах административных границ Белгородской области, изучению закономерностей распространения недавно занесенных и натурализующихся чужеродных видов растений в последнее время уделяется особое внимание (Сенатор и др., 2017; Tokhtar et al., 2017). В последнее время отмечается интенсификация процессов заноса в регион. Отмечено большое количество адвентивных видов растений новых для юго-запада Среднерусской возвышенности (Тохтарь, Волобуева, 2011; Тохтарь, Ковальчук, 2013; Тохтарь и др., 2013; Тохтарь, 2018).

Значительный интерес при изучении биологических инвазий представляют растения-«трансформеры», способные к преобразованию экосистем и де-факто вошедшие в состав природной флоры. В то же время для каждого региона характерны свои «трансформеры», не встречающиеся в числе инвазионных в других регионах или имеющие там другой статус. В связи с неоднозначностью статуса инвазионных видов возникает вопрос о едином подходе для выявления растений-«трансформеров». Как правило, в литературе используются ссылки на следующие определения трансформеров:

1. Transformers a subset of invasive plants which change the character, condition, form or nature of ecosystems over a substantial area relative to the extent of that ecosystem (Richardson et al., 2000). Трансформеры – подмножество инвазионных растений, которые изменяют характер, состояние, облик и сущность экосистем на значительной (существенной) площади по отношению к протяженности исходной экосистеме. В списке терминов сборника «Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton» вторая часть определения, касающаяся занимаемой площади, отсутствует (Richardson et al., 2011).

2. «Трансформеры» активно внедряются в естественные и полуестественные сообщества, изменяют облик экосистем, нарушают сукцессионные связи, выступают в качестве эдификаторов и доминантов, образуя значительные по площади одновидовые заросли, вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов природной флоры (Виноградова и др., 2009).

3. «Трансформеры» активно внедряются во вторичные и естественные сообщества, изменяют характер, условия, физиономичность или природу экосистем, нарушают сукцессионные связи; широко распространились и в естественных местообитаниях аспектируют, могут быть эдификаторами, при этом препятствуют возобновлению видов природной флоры или образуют монодоминантные сообщества.

У каждого определения свои особенности: Д.М. Ричардсон с соавторами (Richardson et al., 2000; Richardson et al., 2011) обсуждают термин «трансформер» не

как определенный этап натурализации чужеземных видов и преодоление им экологических барьеров при внедрении естественного сообщества, но и как возможное понятие, объединяющее виды, наносящие существенный ущерб биоразнообразию и требующие особых мер контроля численности и уничтожения; определение Ю.К. Виноградовой с соавторами (Виноградова и др., 2009) касается инвазионного статуса заносных видов в рамках составления Черных книг и «black-листов». Несмотря на несколько разный подход этих авторов, наиболее значимый признак растений-«трансформеров», общий во всех определениях, – преобразование исходных экосистем, в которые внедрился инвазионный вид.

На территории Белгородской области, в ходе исследования в период 2011-2018 гг. выделено 8 видов-«трансформеров» (Tokhtar et al., 2011).

Acer negundo L. (Aceraceae). Один из наиболее распространенных чужеродных видов в Европе. Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Использовался для борьбы с оврагами в 50-60-х гг. прошлого столетия, высаживались саженцы вдоль склонов. Встречается повсеместно, образует заросли на залежных участках, опушках дубрав, в лесополосах. В поймах рек и озер выступает доминантом в древесно-кустарниковом ярусе.

Amorpha fruticosa L. (Fabaceae). Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Встречается в лесополосах, натурализуется близ мест культивирования.

Arrhenatherum elatius (L.) J. et C. Presl (Poaceae). Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Европейско-западноазиатский вид. Встречается преимущественно в лесных фитоценозах, по опушкам, лугам. Образует массовые заросли на степных участках.

Bidens frondosa L. (Asteraceae). Один из наиболее распространенных чужеродных видов в Европе. Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Часто встречается по берегам водохранилищ, прудов, крупных рек и небольших водотоков, на мусорных и рудеральных местах, в ивняках и ольшаниках. Успешно конкурирует с аборигенным видом *Bidens tripartita*.

Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray (Cucurbitaceae). Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Нередко встречается по берегам рек, среди зарослей пойменных кустарников.

Fraxinus pennsylvanica Marshall s. l. (Oleaceae). Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Отмечается в естественных и вторичных древесно-кустарниковых сообществах, на опушках, залежах, отвалах карьеров. В последние десятилетия выращивается (посадки в борозды на степных и луговых склонах) по областной программе «Зеленая столица» (Титова и др., 2014).

Hypochaeris rhamnoides L. (Elaeagnaceae). Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Евроазиатский вид. Расселяется по песчаным берегам рек, прибрежным наносам, меловым склонам, придорожным полосам и карьерам.

Robinia pseudoacacia L. (Fabaceae). Один из наиболее распространенных чужеродных видов в Европе. Занесен в «Black»-лист инвазионных видов России. Североамериканский вид. Расселяется по обочинам дорог, разреженным лесам, склонам балок, чаще на песчаной почве. В последние десятилетия выращивается (посадки в борозды на степных и луговых склонах) по областной программе «Зеленая столица».

Таким образом, выделенные нами виды-«трансформеры» угрожают следующим экотопам региона: в пределах долин и пойм рек: *Acer negundo*, *Bidens frondosa*, *Echinocystis lobata*; в лесах: *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*; на меловых обнажениях: *Hypochaeris rhamnoides*, а по оврагам и степным склонам *Arrhenatherum elatius*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Борисова Е.А.* Материалы к Черной книге Верхневолжского региона // Изучение и охрана флоры Средней России: материалы VII науч. о совещ. по флоре Средней России. М.: Изд-во Бот. сада МГУ, 2011. С. 29-31.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.* Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
- Васюков В.М.* Виды-трансформеры во флоре Приволжской возвышенности // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры России и стран ближнего зарубежья: материалы IV международ. науч. конф. Ижевск: Изд-во Удмуртск. гос. ун-та, 2012. С. 51-52.
- Панасенко Н.Н., Харин А.В., Ивенкова И.М., Елисеенко Е.П.* Растения-трансформеры и их сообщества на территории Брянской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, №1 (4). С. 1092-1096.
- Сенатор С.А., Тохтарь В.К., Курской А.Ю.* Материалы к флоре Белгородской области // Бот. журн. 2017. Т. 102, № 5. С. 671-678.
- Тохтарь В.К., Волобуева Ю.Е.* Особенности распространения инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz на юго-западе Среднерусской возвышенности // Науч. ведомости Белгородск. Гос. Ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/1. С. 199-203.
- Тохтарь В.К., Ковальчук И.А., Шевера М.В.* Особенности распространения видов рода *Bidens* L. (*Asteraceae*) в сопредельных областях России и Украины // Фундаментальные исследования. 2013. № 11(5). С. 939-942.
- Тохтарь В.К., Ковальчук И.А.* К хронологии распространения инвазионных видов рода *Bidens* L. (*Asteraceae*) в Восточной Европе // Фундаментальные исследования. 2013. № 11(7). С. 1361-1363.
- Тохтарь В.К.* Перспективные подходы к визуализации данных, характеризующих особенности распространения чужеродных видов растений // Российск. журн. биол. инвазий 2018. № 2. С. 76-85.
- Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J.* Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. Pp. 93-107.
- Richardson D.M., Pysek P., Carlton J.T.* A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology // Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. Oxford, 2011. Pp. 409-420.
- Tokhtar V.K., Vinogradova Yu.K., Groshenko S.A.* Microevolution and Invasiveness of *Oenothera* L. species (subsect. *Oenothera*, Onagraceae) in Europe // Russian Journal of Biological Invasions. 2011. Vol. 2, No. 4. Pp. 273-280.
- Tokhtar V.K., Kurskoy A.Y., Dunaev A.V., Tokhtar L.A., Petrunova T.V.* The analysis of the flora invasive component in the southwest of the Central Russian Upland (Russia) // International Journal of Green Pharmacy. 2017. Vol. 11, No 3. S. 631-633.

Т.А. ЛАПИНА

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

СНИЖЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАЛОЭМИССИОННОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ В СОСТАВЕ ДВИГАТЕЛЯ НК-36СТ

Транспортировка газа по магистральным трубопроводам является экологически опасным видом производства. Она влечет за собой целый ряд неблагоприятных воздействий на окружающую среду. Воздушный бассейн испытывает значительные неблагоприятные воздействия даже тогда, когда магистральный газопровод работает в штатном режиме. Выбросы газоперекачивающих агрегатов (ГПА) больше всего влияют на качество атмосферного воздуха. Топливом для ГПА является перекачиваемый газ. Главными загрязнителями воздуха являются оксиды азота и углерода. Их концентрации в существенной степени зависят от двух факторов: технического состояния ГПА и режимов сгорания топливного газа.

После распада Советского Союза российские двигателестроительные компании стали проводить работы, направленные на уменьшение выбросов вредных веществ в продуктах сгорания углеводородных топлив. Однако, несмотря на то, что исследования в данной области ведутся уже на протяжении нескольких десятилетий, российская промышленность по-прежнему отстает в создании экологически чистых камер сгорания (КС). Проблему уменьшения выбросов при транспортировке газа по магистральным трубопроводам не удастся решить в основном в связи с отсутствием необходимого научного задела. В таких условиях ведущие российские опытно-конструкторские бюро пошли по пути развития собственных концепций малоэмиссионного горения, при этом они вынуждены были вести научно-исследовательские опытно-конструкторские работы за свой счет. Решение данной проблемы было представлено в статье «Опыт эксплуатации двигателей НК-36СТ и НК-37, модернизированных с целью снижения концентрации оксидов азота и углерода в продуктах сгорания газоперекачивающих агрегатов» (Аусев и др., 2018).

Специалисты самарского предприятия ПАО «КУЗНЕЦОВ» на протяжении ряда лет проводили собственные исследования, направленные на уменьшение эмиссии оксидов азота и углерода. В результате, они смогли разработать и успешно испытать свой вариант двухзонной камеры сгорания. В первой зоне (дежурная) имеется незначительная эмиссия оксида углерода. Это связано с тем, что в данной зоне на низких режимах поддерживается соотношение компонентов, которое весьма близко к стехиометрическому.

Вторая зона (основная) располагается по ходу движения потока сразу же за первой зоной. В этой зоне имеются собственные топливные форсунки и стабилизаторы пламени. Сам процесс горения здесь происходит на «бедных» смесях при температуре около 1800-1900⁰К, когда оксиды азота образуются менее интенсивно (Гречишников и др., 2017).

В процессе разработки конструкции КС специалисты ПАО «КУЗНЕЦОВ» учитывали следующие важные положения.

1. Температура горения непосредственно зависит от коэффициента избытка воздуха «а». Следовательно, посредством изменения соотношений компонентов (иначе говоря – варьируя величиной «а») можно управлять величиной температуры продуктов сгорания в разных зонах КС.

2. Интенсивность образования оксидов азота происходит в высокотемпературных зонах КС. Здесь необходимо учитывать, что окисляется именно тот азот, который находится в воздухе, поскольку содержание азота в топливе пренебрежимо мало.

3. Оксид углерода образуется при горении богатых топливно-воздушных смесей в условиях недостатка кислорода и низких температурах горения по причине «химического» и «физического» недожога. Необходимо отметить, что в «бедных» смесях оксид углерода практически не образуется в зоне горения.

4. Если в обычных КС большее количество оксидов углерода образуется на режиме «малый газ», то здесь полнота сгорания является более низкой по причине ухудшения распыла топлива.

5. Снижение доли оксидов углерода является следствием повышения температуры пламени, которое приводит к увеличению содержания в выхлопном газе оксидов азота.

6. Необходимо минимизировать время пребывания смеси в КС.

Благодаря использованию двухзонной КС удалось уменьшить выбросы оксидов азота на номинальном режиме от 326 мг/нм³ до 173 мг/нм³, а выбросы оксида углерода от 150 мг/нм³ до 57 мг/нм³, что составляет 46,9% и 62%, соответственно.

Малоэмиссионная камера сгорания с мероприятиями по снижению выбросов оксидов углерода и системой плавного регулирования распределения топлива по трем контурам КС тремя ДУС успешно прошла стендовые испытания и затем была установлена на промышленный газотурбинный двигатель авиационного типа НК-36СТ с целью проведения оценки эмиссионных характеристик в условиях эксплуатации.

Специалисты Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Самара» провели испытания двигателя НК-36СТ с малоэмиссионной камерой сгорания в условиях эксплуатации. Испытания проводились на камере сгорания Тольяттинского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Самара». Для проведения измерений были использованы газоанализаторы ДАГ-16 и ДАГ-510ГН. В соответствии с программой испытаний сначала были выполнены измерения загрязняющих веществ, при снятии исходной дроссельной характеристики на четырех режимах. Затем, на протяжении 800 часов наработки двигателя проводились измерения с интервалом 100 ± 30 часов (Стандарты организации Газпром 2-3.5-038-2005).

Полученные значения сравнили с результатами измерений на этом же самом двигателе, но до проведения модернизации. Сравнение показало, что наблюдается существенное уменьшение и стабильность приведенных к 15% O₂, концентраций выбросов NO_x и CO.

В табл. 1 приведены результаты измерений концентраций NO_x и CO как до, так и после модернизации КС на номинальном режиме работы промышленного газотурбинного двигателя НК-36СТ.

На рис. 1 и 2 представлены графики эмиссионных характеристик двигателя НК-36СТ до и после проведения модернизации.

Таблица 1. Результаты измерений концентраций NO_x и CO (по: Аусев. и др., 2018)

Параметр	До модернизации	После модернизации
NO _x , мг/нм ³ , 15% O ₂	337	15
CO, мг/нм ³ , 15% O ₂	111	20

Из представленных рисунков следует, что средняя концентрация CO в продуктах сгорания двигателя НК-36СТ с малоэмиссионной камерой сгорания в диапазоне нагрузок 70-100% составила 100 мг/нм³. При этом концентрация оксидов азота во всем диапазоне рабочих режимов не превышала 50 мг/нм³ и на номинальном режиме составила 15 мг/нм³, что значительно ниже предусмотренной предельно допустимой концентрации (ГОСТ 28775-90).

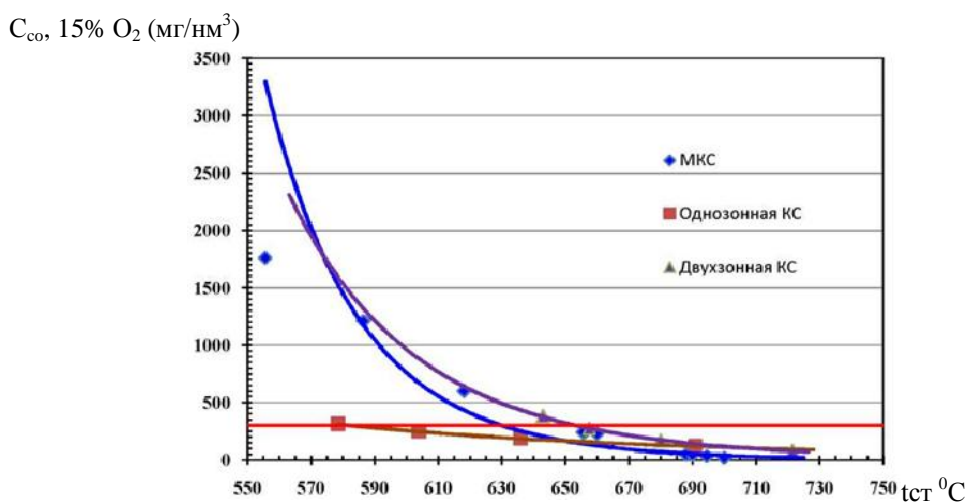


Рис. 1. Сравнительные зависимости приведенных концентраций углерода и оксидов азота в продуктах сгорания двигателя НК-36СТ с однозонной, двухзонной и малоэмиссионной камер сгорания от температуры газов перед СТ до проведения модернизации (Аусев и др., 2018)

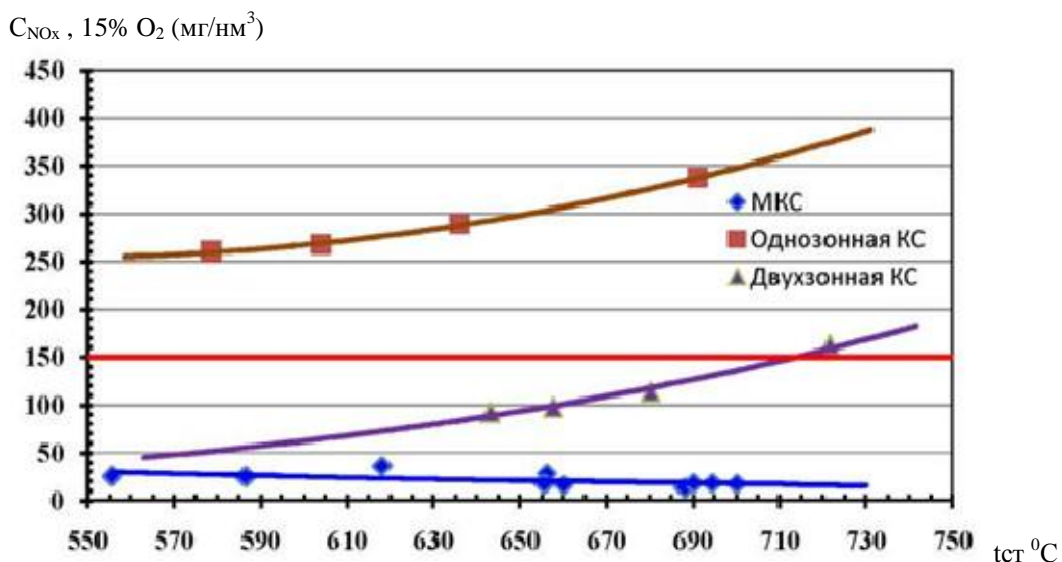


Рис. 2. Сравнительные зависимости приведенных концентраций углерода и оксидов азота в продуктах сгорания двигателя НК-36СТ с однозонной, двухзонной и малоэмиссионной камер сгорания от температуры газов перед СТ после проведения модернизации (по: Аусев и др., 2018)

В табл. 2 приведены экологические показатели газоперекачивающих агрегатов, которые эксплуатируются в ООО «Газпром трансгаз Самара». Здесь же представлены и показатели двигателя НК-36СТ с малоэмиссионной камерой сгорания на номинальном режиме.

На основании данных, которые были приведены в табл. 2, можно сделать вывод о том, что двигатель НК-36СТ, который оснащен малоэмиссионной камерой сгорания, имеет наиболее лучшие показатели по выбросам оксидов углерода и азота на номинальном режиме по сравнению с двигателями нового поколения. Эти показатели полностью соответствуют нормам международных стандартов по экологическим показателям загрязнения.

Таблица 2. Экологические показатели современных газоперекачивающих агрегатов (Аусев и др., 2018)

Тип двигателя	NO _x , мг/нм ³ , 15% O ₂	CO, мг/нм ³ , 15% O ₂
НК-36СТ с малоэмиссионной камерой сгорания	15	20
НК-14СТ	214	80
НК-14СТ-10	313	110
ПС-90ГП-1	148	48
ПС-90ГП-2	177	73
НК-38СТ	61	67

Таким образом, благодаря использованию малоэмиссионной камеры сгорания удастся уменьшить суммарный валовый выброс оксидов азота и оксида углерода с продуктами сгорания НК-36СТ на 90 т. (в годовом исчислении). Помимо этого, также можно будет снизить на 16 тыс. руб. (в расчете на один двигатель) выплаты за неблагоприятное воздействие на окружающую среду (Стандарты организации Газпром 2-1.19-541-2011).

В течение 2017 г. проводились наблюдения за принципом работы данной камеры. Замеры делались один раз в квартал. Согласно протоколу, замеры показали следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3. Результаты замеров концентраций продуктов сгорания в двухзонной камере сгорания

Параметр	Режим				Примечание
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	
Концентрация кислорода, %	16,1	16,5	16,4	16,3	Исход
Концентрация диоксида углерода, %	2,8	2,9	2,9	2,8	Исход
Концентрация оксида углерода, ppm	46	48	48	47	Исход
Концентрация оксида углерода, мг/нм ³	57,5	58,1	57,9	57,8	Расчет
Концентрация оксидов азота (NO _x), ppm	6	7	7	6	Исход
Концентрация оксидов азота (NO _x) мг/нм ³	12,32	12,91	12,67	12,46	Расчет
Концентрация оксида азота (NO), ppm	5,7	5,9	5,8	5,8	Расчет
Концентрация оксида азота (NO), мг/нм ³	7,64	7,85	7,77	7,74	Расчет
Концентрация диоксида азота (NO ₂), ppm	0,3	0,4	0,3	0,3	Расчет
Концентрация диоксида азота (NO ₂), мг/нм ³	0,62	0,71	0,68	0,67	Расчет

Таким образом, на основании полученных данных следует, что количество выбросов оксида азота и углерода в усовершенствованной двухзонной камере сгорания на максимальном режиме работы двигателя снижается на 80,73% и 94,4%, что соответствует требованиям ГОСТ 28775-90. Поэтому применение двухзонных камер сгорания в Тольяттинском ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Самара» будет способствовать снижению загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота и углерода, а также увеличению экономического эффекта в виде снижения штрафов за не превышение допустимых нормативных требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аусев В.Г., Сергеев С.Г., Соколов А.А., Субботин В.А., Щербо И.В., Холодков С.А. Опыт эксплуатации двигателей НК-36СТ и НК-47 модернизированных с целью снижения концентраций оксидов азота и углерода в продуктах сгорания газоперекачивающих агрегатов // Вестн. Самарск. гос. аэрокосмич. ун-та им. академика С.П. Королева. 2018. № 6 (62). С. 71-75.

ГОСТ 28775-90 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия. Министерство тяжелого машиностроения СССР и Государственный газовый концерн «Газпром».

Гречишников О.В., Остапец И.И., Росляков А.Д., Цыбизов Ю.И. Гомогенные горелки двухзонных камер сгорания // Вестн. Самарск. гос. аэрокосмич. ун-та им. академика С.П. Королева. 2017. № 5 (54). С. 36-43.

Стандарты организации Газпром 2-1.19-541-2011 «Учет валовых выбросов загрязняющих веществ с продуктами сгорания газотурбинных газоперекачивающих агрегатов».

Стандарты организации Газпром 2-3.5-038-2005 «Инструкция по проведению контрольных измерений вредных выбросов газотурбинных установок на компрессорных станциях», ООО «ВНИИ-ГАЗ», г. Москва.

А.П. ЛАРИН, С.К. ЗИГАНШИНА

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ТЭЦ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В ходе нефтепереработки получают не только необходимые продукты, но также образуются отходы и побочные продукты в значительном объеме. Это стало причиной широкого развития комбинированного производства нефтяной, газовой и химической промышленности на основе комплексного использования сырья. Потому производство основной и дополнительной продукции из отходов и побочных продуктов представляет собой перспективу использования новых ресурсов сырья (Галдин, 2006).

К продуктам нефтепереработки относятся топочный мазут, а также искусственные газы – генераторные газы, побочные газы, газы сухой перегонки и другие.

Целью настоящего исследования является анализ эффективности использования технологического газа нефтепереработки на ТЭЦ промышленного предприятия.

Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод (КНПЗ) специализируется на выпуске высококачественного моторного топлива. Вторичные перерабатывающие мощности завода включают установки каталитического крекинга, висбрекинга, каталитического риформинга и гидроочистки, лёгкого гидрокрекинга и изомеризации, установку по производству водорода, установку алкилирования, блок выделения бензолсодержащей фракции. Объем производства КНПЗ составляет 7,0 млн. т (51 млн. барр.) нефти в год. Завод перерабатывает западносибирскую нефть, а также нефть, добываемую компаниями в Самарской области.

На данном предприятии в процессе переработки нефти образуются побочные технологические газы – газы нефтепереработки. Они содержат до 30% углеводородов фракций С3–С5 и имеют теплоту сгорания 7000–16000 ккал/м³ при температуре 20 °С. Часть газов нефтепереработки используется в печах технологических установок завода, а излишки сбрасываются на факел.

С целью снижения потребления природного газа и уменьшения концентрации вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду при сжигании технологического газа на факеле, было принято решение о передаче части газа нефтепереработки из топливного кольца предприятия на имеющуюся на его территории ТЭЦ.

ТЭЦ на 70% покрывает потребности КНПЗ в электроэнергии, полностью обеспечивает теплом завод, многие организации и жилые дома в Куйбышевском районе. На ТЭЦ установлено четыре энергетических котла БКЗ-100-39 ГМА, работающих на газообразном и жидком топливе, два котла БКЗ-75-39, работающих на жидком топливе, и четыре турбины: ПТ-12-35-10М; Р-8,4-35; АР-6-11; ПР-6-3,4-1,0-0,5.

Для реализации возможности сжигания технологического газа на котлоагрегатах БКЗ-100-39 ГМА была произведена модернизация мазутных горелок, благодаря которой стало возможно сжигать технологический газ и мазут, а производительность котлов увеличилась до 100 тонн в час.

Таким образом, это положительно сказалось на экологических показателях работы котлоагрегатов и ТЭЦ в целом: исключились выбросы диоксидов серы, являющиеся токсичными и одними из основных газов, загрязняющих атмосферу; резко уменьшились выделения окислов углерода, которые могут образовывать чрезвычайно токсичный угарный газ и углекислый газ.

В настоящее время на пиковой водогрейной котельной КНПЗ эксплуатируются три водогрейных котла ПТВМ-50-1, работающие на мазуте, что относительно негативно сказывается на составе выбросов в атмосферу. Поэтому, учитывая положительный опыт модернизации энергетических котлов на ТЭЦ, сегодня ведётся разработка проекта по переводу котлов ПТВМ-50 со сжигания жидкого топлива на сжигание технологического газа.

Теоретически были определены и сравнены характеристики выделений загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании ПТВМ-50-1 жидкого топлива и технологического газа. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики выделений загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество (наименование)	Максимально разовый выброс, г/с		Годовой выброс, т/год	
	Мазут	Техн-ий газ	Мазут	Техн-ий газ
Азота диоксид	11,7	6	0,0117	0,006
Оксиды серы	27,4	0	864	0
Оксид углерода	0,013	0,0047	0,407	0,15
Пятиокись ванадия	0,00048	0	0,015	0
Бенз(а)пирен	$1,44 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$9,4 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-10}$

Газ нефтепереработки представляет собой смесь горючих и негорючих газов. В данном газе содержится горючая, но вредная примесь - сероводород, а также другие вредные примеси, содержание которых не должно превышать определенных норм (2).

Газ, поступающий на ТЭЦ, сильно ядовит и опасен для жизни. Газ бесцветен и не ощущается на запах, так как он тяжелее воздуха. При утечках он скапливается в траншеях, колодцах и пр., создавая опасную отравляющую зону.

Газ нефтепереработки с технологических установок предприятия сбрасывается в топливное кольцо завода (рис. 1).

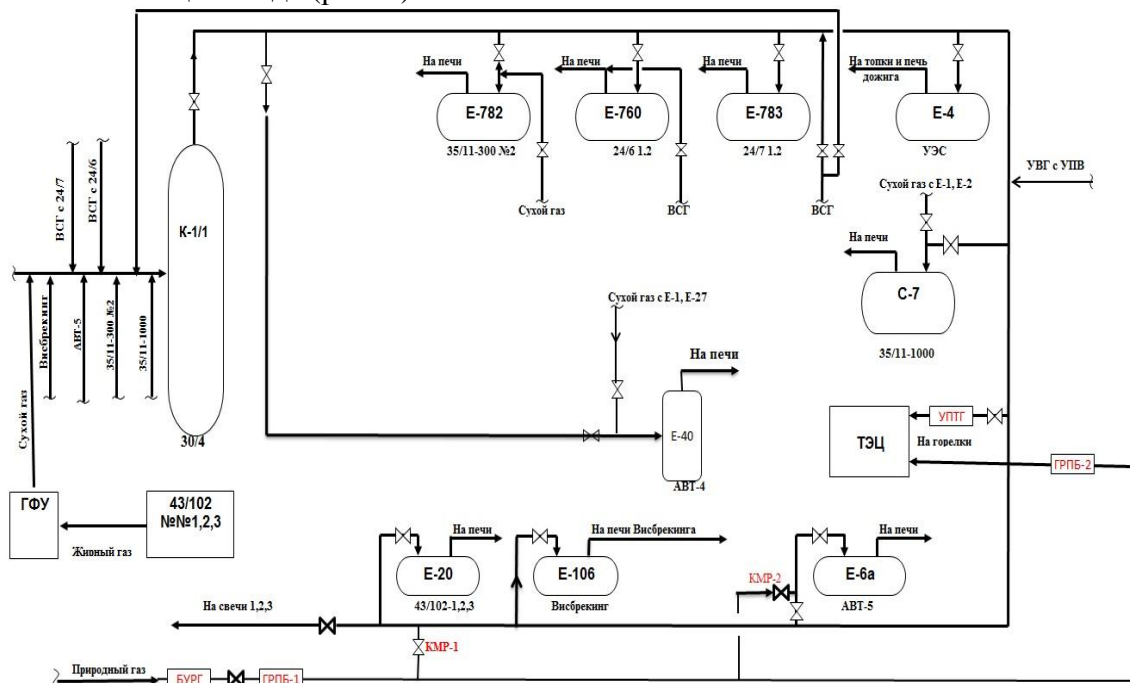


Рис. 1. Принципиальная схема топливного кольца газообразного топлива на АО «КНПЗ». К-1/1, E-782, E-760, E-783, E-4, E-40, E-20, E-106, C-7 – технологические установки; ГФУ – газодиффузионная установка; УПГ – узел подготовки технологического газа; УВГ с УПВ – углеводородный газ с устройства подготовки водорода

Из топливного кольца газ может направляться на факел, на технологические печи

или на ТЭЦ. В целях предотвращения скачков давления технологического газа и поддержания стабильного процесса его сжигания на котлах, а также изменения интенсивности потока рабочих сред предусмотрены клапаны малогабаритные регулирующие (КМР), установленные между газопроводом, идущим на ТЭЦ, и топливным кольцом (3). Для подготовки получаемого из топливного кольца завода газообразного топлива перед его сжиганием на котлах ТЭЦ был организован узел подготовки технологического газа (УПТГ) (рис. 2).

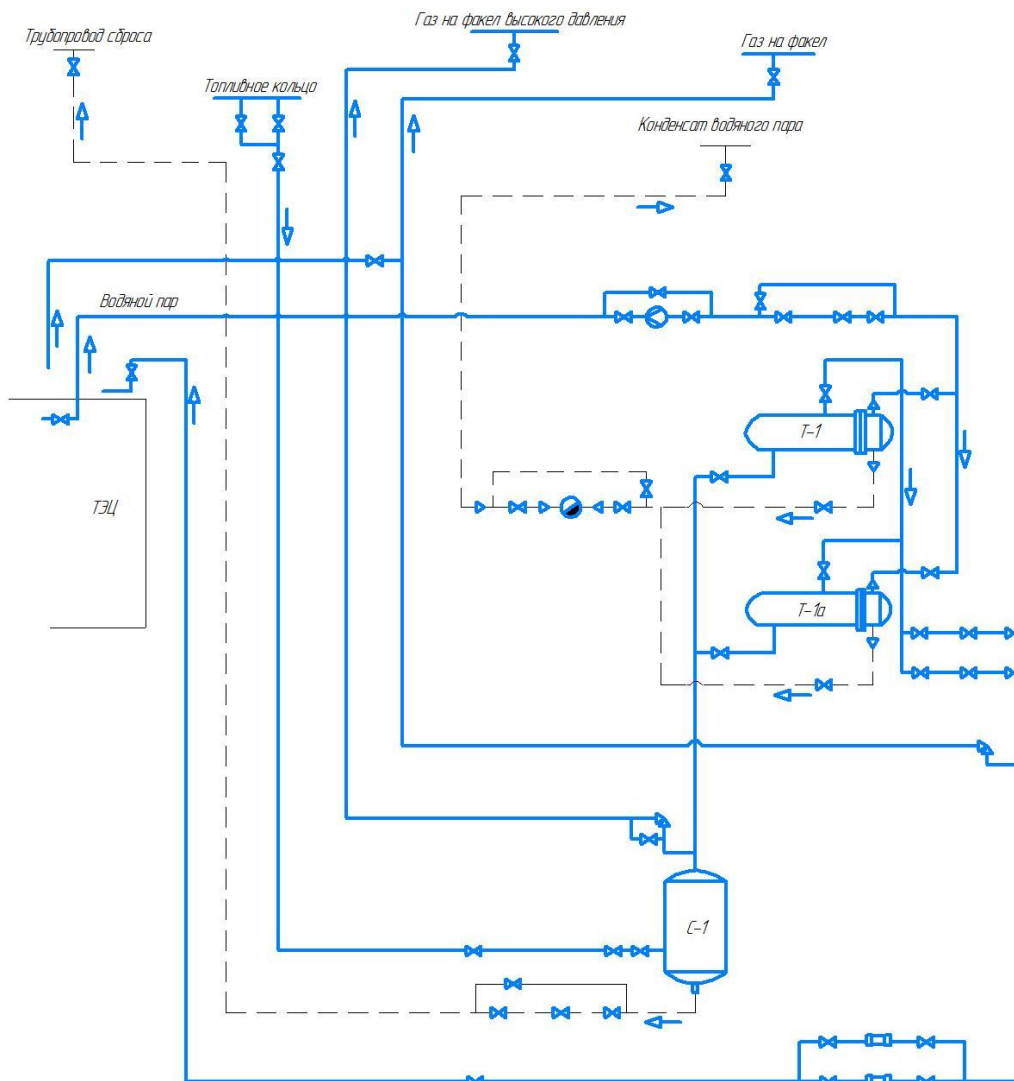


Рис. 2. Технологическая схема УПТГ

Подготовка газообразного топлива заключается в:

- сепарации испаренной углеводородной фракции и возможного избытка топливного газа из заводского топливного кольца в сепараторе С-1.
- подогреве топливного газа до $t=90\text{ }^{\circ}\text{C}$ с целью испарения оставшейся после сепарации жидкости в теплообменниках Т-1 и Т-1а;
- редуцировании с доведением давления газа до требуемой величины $2,5\text{ кгс/см}^2$.

В таблице 2 приводятся состав, плотность и теплота сгорания при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ природного и технологического газов (4).

Установлено, что при средней нагрузке одного котла БКЗ-100-39 ГМА – 75 т/ч расход технологического газа составляет 5640 кг/ч, а расход природного газа – 5410 кг/ч. По данным таблицы 3 стоимость природного газа на текущий год составляет 6572

руб./т, а стоимость технологического газа – 584 руб./т.

Таблица 2. Состав газообразного топлива

Среднее значение	Технологический газ	Природный газ
Свободный азот, %	3,2	2,52
Метан, %	19,87	85,91
Диоксид углерода, %	0	0,61
Этилен, %	0	0
Этан, %	16,75	8,41
Пропилен, %	13,61	0
Пропан, %	10,29	1,84
изо-Бутан, %	2,5	0,12
н-Бутан, %	2,51	0,17
изо-Бутен, %	0,1	0
н-Бутен, %	0,05	0
цис-Бутен, %	0,04	0
транс-Бутен, %	0,03	0
изо-Пентан, %	0,38	0,02
н-Пентан, %	0,13	0,02
Плотность, кг/м ³	0,99	0,76
Теплота сгорания при 20 °С, ккал/ м ³	10978	8524

Таблица 3. Цены на топливо по бизнес-плану АО «КНПЗ»

Вид топлива	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Мазут, руб./т	9017	9297	9575	9575	9575
Топливный газ (заводской), руб./т	584	608	608	608	608
Природный газ, руб./т	6572	6794	6992	7096	7096

Таким образом, стоимость годового расхода сжигаемого в четырех паровых котлах ТЭЦ природного газа составляет:

$$5410 \cdot 4 \cdot 6,572 \cdot 10^{-9} \cdot 8000 = 1,138 \text{ млрд.руб./год.}$$

Стоимость годового расхода сжигаемого технологического газа равна:

$$5640 \cdot 4 \cdot 0,584 \cdot 10^{-9} \cdot 8000 = 0,105 \text{ млрд.руб./год.}$$

Здесь 8000 ч/год – средняя часовая наработка котлоагрегата в год.

Итого, примерный годовой экономический эффект при использовании технологического газа в качестве энергетического топлива в четырех котлах БКЗ-100-39 ГМА ТЭЦ АО «КНПЗ» составляет:

$$1,138 - 0,105 = 1,033 \text{ млрд.руб./год.}$$

В то же время стоимость годового расхода мазута, который используется на пико-

вой котельной:

$$11606 \cdot 9017 \cdot 10^{-6} = 104 \text{ млн.руб./год.}$$

Здесь 11606 т/год – количество мазута, сожѐнного на водогрейных котлах за 2018 год.

Но при реализации проекта по переводу ПТВМ-50-1 на сжигание технологического газа стоимость годового расхода топлива составит:

$$11142 \cdot 584 \cdot 10^{-6} = 7 \text{ млн.руб./год.}$$

Здесь 11141 т/год – расчѐтное годовое количество технологического газа для работы ПТВМ-50-1.

Примерный годовой экономический эффект при использовании технологического газа в качестве энергетического топлива пиковой водогрейной котельной составляет:

$$104 - 7 = 97 \text{ млн.руб./год.}$$

Таким образом, экономическая эффективность за счет перевода четырех паровых котлов БКЗ-100-39 ГМА и трех водогрейных котлов ПТВМ-50-1 на сжигание технологического газа переработки нефти составит 1130 млн.руб./год.

Данная схема использования технологического газа нефтепереработки успешно внедрена и эффективно работает на ТЭЦ АО«КНПЗ». Вышеописанную схему также допустимо применять на других ТЭЦ промышленных предприятий, связанных с переработкой нефти, тем самым достигается возможность снижения потребления природного газа и уменьшения концентрации вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду, так как на паровых котлах достигается более глубокое сжигание топлива, чем на факельной установке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Галдин В.Д. Горючие газы, добыча и транспортировка: уч. пос. Омск: СибАДИ, 2006. 164 с.

Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Ч. 1. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа: уч. пос. М.: Химия, 1972. 359 с.

Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: уч. пос. М.: ИНФРА-М, 2012. 325 с.

Кудинов А.А. Горение органического топлива: уч. пос. М.: ИНФРА-М, 2015. 390 с.

Т.М. ЛЫСЕНКО

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

СТЕПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОВОЛЖЬЯ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ОХРАНЫ

Исследование степей Поволжья имеет фундаментальную важность для оценки фиторазнообразия степей Евразии. Геоботанические данные о степях Поволжья как ключевого региона в анализе различий между степными сообществами Европы и Азии необходимы для создания крупных синтаксономических обобщений о степной растительности Евразии.

В Поволжье степная растительность представлена луговыми, разнотравно-дерновиннозлаковыми, дерновиннозлаковыми, полукустарничково-дерновиннозлаковыми степями и их псаммофитным, петрофитным и галофитным эдафическим вариантами. Наши исследования проведены на территориях Ульяновской, Самарской, Саратовской, Волгоградской, западной части Оренбургской и северной части Астраханской областей и охватили все разнообразие представленной в регионе степной растительности. Геоботанические описания выполнены на площадках размером 100 м² с использованием стандартных геоботанических методик. Далее они помещены в базу данных «Растительность бассейнов Волги Урала» (Lysenko et al., 2012) и обработаны с помощью программы TWINSPAN (Hill, 1977), встроенной в программу JUICE (Tichý, 2002). Синтаксономический анализ проведен методом Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964), выделение и наименование новых синтаксонов осуществлено в соответствии с «Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры» (Weber et al., 2000). Система высших синтаксонов приведена согласно новому Продромусу Европы (Mucina et al., 2016). Латинские названия растений соответствуют сводке С.К. Черепанова (1995). Выделено 117 фитоценонов. Очень слабая изученность степной растительности Поволжья с позиций подхода Ж. Браун-Бланке (1964), сравнение новых данных с литературными сведениями (Ужамецкая, 1992, 2002; Лысенко, 2010-2018; Mucina et al., 2016; Дулепова и др., 2018; Петрова и до., 2018; Тептина и др., 2018), региональные особенности флористического состава изученных степных сообществ свидетельствуют о том, что выделенные низшие синтаксоны являются действительно новыми. Установлены новый порядок *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingiana* Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016 и новый союз *Tanaceto achilleifolii-Stipion lessingiana* Royer ex Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016, включенные в указанный выше Продромус. Найдены новые местонахождения сообществ ассоциации *Tanaceto achilleifolii-Stipetum lessingiana* Lysenko et Kalmykova in Mucina et al. 2016, являющейся номенклатурным типом нового описанного союза *Tanaceto achilleifolii-Stipion lessingiana* Royer ex Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016 (Mucina et al., 2016). Синтаксономический анализ позволил выделить 62 новых ассоциаций, 43 новых субассоциаций, 4 варианта, 2 сообщества и установить новые местонахождения сообществ описанных ранее ассоциаций *Artemisio austriacae-Festucetum valesiacae* Karpov et al. ex Lysenko et Rakov 2010 nom. invers. propos., *Camphorosmo monspeliacae-Artemisietum pauciflorae* Grebenyuk et al. ex Golub et al. 2006 nom. invers. propos., *Camphorosmo monspeliacae-Artemisietum nitrosae* Lysenko et al. 2013, *Tanaceto achilleifolii-Stipetum lessingiana* Lysenko et Kalmykova in Mucina et al. 2016 и субассоциации *Tanaceto achilleifolii-Stipetum lessingiana* typicum Lysenko et Kalmykova in Mucina et al. 2016. Выделенные синтаксоны отнесены к 4 классам, 7 порядкам и 9 союзам.

Синописис установленных высших синтаксонов имеет вид: кл. *Koelerio glaucae-Corynepheretea canescentis* Klika in Klika et Novak 1941, пор. *Corynepheretalia canescentis* Klika 1934, союз *Koelerion glaucae* Volk 1931, кл. *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947, пор. *Galietales veri* Mirkin et Naumova 1986, союз *Trifolion montani* Naumova 1986, пор. *Festucetalia valesiacaе* Soo 1947, союз *Festucion valesiacaе* Klika 1931, пор. *Helictotricho-Stipetalia* Toman 1969, союз *Centaurion sumensis* Golub et Uzham. 2016, союз *Agropyron pectinati* Golub et Uzhametskaya 2016, пор. *Tanaceto achilleifolii-Stipetalia lessingianaе* Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016, союз *Stipion korshinskyi* Toman 1969, союз *Tanaceto achilleifolii-Stipion lessingianaе* Royer ex Lysenko et Mucina in Mucina et al. 2016, кл. *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Vicherek 1971, пор. *Artemisietalia paucifloraе* Golub et Karpov in Karpov et al. 2005, союз *Camphorosmo monspeliacaе-Artemision paucifloraе* Karpov 2001 nom. invers. propos, кл. *Artemisietea lerchianaе* Golub 1994, пор. *Artemisietalia lerchianaе* Golub 1994, союз *Artemision lerchianaе* Golub 1994.

Таким образом, синтаксономия степей Поволжья – одного из регионов Евразии, в котором степной тип растительности преобладает, в настоящий момент существенно дополнена и готова к включению ее в международные классификации растительности Европы и Евразии.

Для оценки природоохранной значимости степной растительности Поволжья проанализированы критерии нуждающихся в охране растительных сообществ, сформулированные В.П. Седельниковым (1996) и Н.Б. Ермаковым (2003) и конкретизированные позднее (Мартыненко, 2009; Зеленая книга Брянской..., 2012; Лысенко, 2016). Разработана шкала категорий и статусов редкости нуждающихся в охране фитоценозов. Анализ природоохранной значимости изученных степных сообществ Поволжья позволил рекомендовать к охране сообщества 37 синтаксонов, из которых 14 ассоциаций и 13 субассоциаций рекомендованы к внесению во 2-е издание «Зеленой книги Самарской области» (2006), 10 включены в опубликованную «Зеленую книгу Саратовской области: нуждающиеся в охране растительные сообщества» (2018). Составлены рекомендации по охране редких степных сообществ Поволжья.

Исследования выполнены в рамках бюджетных тем БИН РАН АААА-А17-117071760037-0 и ИЭВБ РАН АААА-А17-117112040040-3 и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-04-00747а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голуб В.Б., Ужамецкая Е.А. Валидизация и краткая характеристика семи синтаксонов классов *Molinio-Arrhenatheretea* и *Festuco-Brometea* // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2016. Т. X. № 2. С. 197-205.
- Дулепова Н.А., Королюк А.Ю., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Голованов Я.М. Растительность песчаных степей Оренбургской области // Растительность России. 2018. № 33. С. 53-65.
- Зеленая книга Брянской области (растительные сообщества, нуждающиеся в охране): монография / Под ред.: А.Д. Булохова. Брянск, 2012. 144 с.
- Зеленая книга Самарской области: редкие и охраняемые растительные сообщества / Под ред. Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Самара, 2006. 201 с.
- «Зеленая книга Саратовской области: нуждающиеся в охране растительные сообщества» / Под ред. О.Н. Давиденко, А.А. Беляченко Саратов, 2018. 133 с.
- Ермаков Н.Б. Оценка гемибореальных лесов в соответствии с критериями нуждающимися в охране растительных сообществ // Экологические проблемы заповедных территорий России / Под ред.: С. В. Саксонова. Тольятти, 2003. С. 97-118.
- Лысенко Т.М. К характеристике степной растительности Саратовской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2010. Т. 12, № 1-1. С. 61-66.
- Лысенко Т.М. Некоторые степные сообщества лесостепной зоны в Поволжье // Вопросы степеведения. 2014. № XII. С. 96-99.
- Лысенко Т.М. Растительность засоленных почв Поволжья в пределах лесостепной и степной зон. М.: ООО «Товарищество научных изданий КМК», 2016. 329 с.
- Лысенко Т.М. Новая ассоциация степной растительности из Жигулевских гор // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27. № 1. С. 213-217.
- Мартыненко В.Б. Синтаксономия лесов Южного Урала как теоретическая основа развития

системы их охраны: автореф. дис... докт. биол. наук. Уфа, 2009. 32 с.

Петрова М.В., Лебедева М.В., Ямалов С.М., Хасанова Г.Р. Синтаксономия луговых степей Предуралья // Изв. Уфимск. НЦ РАН. 2018. № 4. С. 77-84.

Седелников В.П. Принципы выделения и паспортизации нуждающихся в охране редких и исчезающих растительных сообществ // Зеленая книга Сибири / Под ред.: И.Ю. Коропачинского. Новосибирск, 1996. С. 13-17.

Тептина А.Ю., Лебедева М.В., Ямалов С.М. О некоторых сообществах петрофитных степей Среднего Урала // Растительность России. 2018. № 33. С. 92-106.

Ужамецкая Е.А. Материалы к классификации луговой и степной растительности южной части Самарской области. II. Характеристика степной растительности (кл. *Festuco-Brometea*). Тольятти, 1992. Деп. в ВИНТИ 31.01.92 № 350-В92. 24 с.

Ужамецкая Е.А. Характеристика луговой и степной растительности долин рек Большой Иргиз и Большая Глушица (Самарская область) // Бюлл. Самарская Лука. 2002. № 12. С. 219-231.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien, 1964. 865 S.

Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. User's guide. IBN-DLO, University of Lancaster. Lancaster, 1996. 59 p.

Hill M.O. TWINSpan – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes. 1977. Ithaca (NY). 48 p.

Lysenko T., Mitroshenkova A., Kalmykova O. Vegetation Database of the Volga and the Ural Rivers Basins / In: Dengler J., Oldeland J., Jansen F., Chytrý M., Ewald J., Finckh M., Glöckler F., Lopez-Gonzalez G., Peet R. K., Schaminée J. H. J. [Eds.]: Vegetation databases for the 21st century // Biodiversity & Ecology. 2012. Vol. 4. Pp. 420-421. DOI: 10.7809/be.00208.

Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus, T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19 (S1): Doi: 10.1111/avsc.12257. Pp. 3-264.

Tichý L. JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. 2002. Vol. 13. Pp. 451-453.

Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition // J. Veg. Sci. 2000. Vol. 11. Pp. 739-768.

Ю.А. ЛЫСЕНКО

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

**ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ И
ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ
НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ
НА ТЕРРИТОРИИ Г.О. ТОЛЬЯТТИ**

Основу правового регулирования обращения с отходами производства и потребления составляют следующие федеральные законы, непосредственно направленные на регулирование общественных отношений по охране здоровья населения и окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Вопрос регулирования обращения с отходами осуществляется также и на областном уровне. Министерством энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Самарской области (Приказом № 193 от 02.07.2018 г.) утверждена территориальная схема обращения с отходами Самарской области, в том числе с твердыми коммунальными отходами.

Несмотря на значительное количество нормативных актов, практика реализации законодательства, регулирующего обращение с отходами производства и потребления, показывает, что в настоящее время существует ряд проблем обращения с отходами, в том числе проблема образования несанкционированных свалок. Главной проблемой, которую создают несанкционированные свалки, является загрязнение окружающей среды вредными веществами, выделяющимися в процессе разложения мусора. Эти вещества бывают весьма опасны, например, ртуть, содержащаяся в люминесцентных лампах, которые часто выбрасываются в мусорные контейнеры.

Несанкционированные свалки являются местом размножения насекомых и крыс, активных переносчиков инфекции. Важной особенностью этого источника загрязнения окружающей среды является его широкая география и непрогнозируемая изменчивость: как по объему, так и по составу. Наибольшую опасность представляют собой свалки, расположенные в водоохраных зонах вблизи водоемов, в поймах рек, пониженных частях рельефа (овраги, балки), особенно в местах расположения скважин питьевого назначения, а также на сельскохозяйственных полях. Даже небольшая свалка мусора создает опасную экологическую обстановку, поскольку продукты распада проникают глубоко в землю, выделяются в воздух, попадают в воду. Опасен вывоз мусора на такие свалки еще и потому, что в случае возгорания выделяются не просто вредные, а ядовитые вещества в атмосферу.

Актуальность статьи обусловлена тем, что сегодня в г.о. Тольятти незаконно сброшенными отходами занято около 60 га городской территории. Не все жители задумываются о том, куда попадает их мусор, покидая территорию их дома или организации. Нередко отходы предприятий и организаций, на которых не должным образом налажен производственный экологический контроль, попадают на так называемые несанкционированные свалки – территории, как правило, общего пользования: лес, придорожные полосы, земли под линиями электропередач и т.д. Нередко свалки обнаруживаются в водоохранной зоне Куйбышевского и Саратовского водохранилищ.

Целью статьи является выработка вариантов и эффективных решений, направленных на решение проблемы образования несанкционированных мест размещения отходов.

В соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» к вопросам местного значения городского округа относится, в частности, участие в организации деятельности по сбору (в том числе раздельному сбору), транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению твердых коммунальных отходов.

В рамках возложенных полномочий администрацией г.о. Тольятти ежегодно проводятся мероприятия по ликвидации и повторному предотвращению образования несанкционированных мест размещения отходов, что позволяет хотя бы частично решить проблему.

В целях определения порядка взаимодействия структурных подразделений администрации при решении вопросов, связанных с выявлением и ликвидацией несанкционированных свалок на территории г.о. Тольятти, разработан Регламент взаимодействия органов мэрии г.о. Тольятти по выявлению и ликвидации несанкционированных свалок на территории городского округа Тольятти, утвержденный постановлением администрации 29.03.2012 г. за № 1016-п/1 (далее Регламент). В границах г.о. Тольятти органы местного самоуправления реализуют полномочия по сбору отходов и ликвидации несанкционированных свалок бытовых и промышленных отходов, если земельный участок, на котором обнаружена несанкционированная свалка, находится в муниципальной собственности и не обременен правами третьих лиц.

В соответствии с Регламентом инвентаризация несанкционированных мест размещения отходов проводится 1 раз в 3 года.

По итогам инвентаризации несанкционированных свалок, проведенной в 2016 г., выявлено 62 несанкционированные свалки, общая площадь размещения отходов производства и потребления составила ориентировочно 54 га.

Ежегодно из бюджета г.о. Тольятти выделяются средства на ликвидацию несанкционированных свалок. Однако ликвидировать весь объем свалок бюджету г.о. Тольятти не под силу. Деньги, выделяемые на ликвидацию свалок, могли бы пойти на озеленение и благоустройство территории нашего города. Усугубляет ситуацию и то, что зачастую на убранной территории вновь появляются горы мусора. Основную массу отходов составляют строительный и бытовой мусор, железобетонные конструкции, древесные отходы, автомобильные шины.

Сотрудниками городской администрации проводятся организационные и разъяснительные работы, направленные на повышение уровня экологического воспитания среди предприятий, организаций, населения в области охраны окружающей среды и природопользования, а также мероприятия по санитарной очистке города с привлечением к участию студентов учебных заведений, работников предприятий, общественных организаций и населения прилегающих микрорайонов.

Решение проблемы образования несанкционированных мест размещения отходов на территории г.о. Тольятти позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду, улучшить экологическую обстановку в городе, обеспечить тольяттинцам благоприятную окружающую среду. Необходимо также предотвращать повторное образование несанкционированных свалок. Решение данных задач затрагивает правовые, финансовые, информационные, программные, социальные, общественные ресурсы.

Для того, чтобы не только выявлять и ликвидировать свалки, но и предупреждать их появление, очень важную роль играет экологическое просвещение

населения. С целью предотвращения образования несанкционированных свалок, в местах наиболее частого их образования было установлено 30 информационных плакатов, 5 плакатов, предупреждающих об ответственности за сброс отходов в несанкционированных местах, изготовлены информационные буклеты.

Осуществляется активное взаимодействие с общественными организациями, привлечение общественных инспекторов к работе по выявлению новых свалок, проведению природоохранных акций, разъяснительной деятельности может значительно повысить эффективность реализуемых мер по борьбе с несанкционированными свалками.

Также с 1 января 2019 г. завершился переход на новую систему обращения с твердыми коммунальными отходами. Деятельность по обращению с твердыми коммунальными отходами будет осуществлять региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами. Региональный оператор также будет участвовать в ликвидации несанкционированных свалок, выявленных с 01.01.2019 г. Так называемая «мусорная» реформа затронула все отрасли обращения с отходами. Цели проекта весьма большие: за несколько лет планируется избавиться от стихийных свалок в лесополосах, в оврагах и возле рек. В перспективе – перейти к раздельному сбору мусора и увеличить долю его переработки.

В соответствии с Правилами обращения с твердыми коммунальными отходами, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156, собственник земельного участка обязан самостоятельно обеспечить ликвидацию места несанкционированного размещения твердых коммунальных отходов или заключить договор на оказание услуг по ликвидации выявленного места несанкционированного размещения твердых коммунальных отходов с региональным оператором.

В случае обнаружения региональным оператором места несанкционированной свалки, представителями администрации и регионального оператора на месте составляется акт с приложением фотоматериалов, определяются координаты несанкционированной свалки, и собственнику земельного участка направляется уведомление с требованием ликвидировать несанкционированную свалку. Если собственник земельного участка не ликвидирует свалку самостоятельно, ее убирает региональный оператор, а затем в судебном порядке взыскивает понесенные расходы. Аналогично, если несанкционированная свалка расположена на городской территории, и ее ликвидирует региональный оператор, понесенные расходы взыскиваются в судебном порядке.

Наибольшее количество мест несанкционированного размещения отходов находится на земельных участках, не находящихся в государственной собственности. Согласно положениям Федерального закона от 25.10.2001 № 137-ФЗ «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации», отсутствие государственной регистрации права собственности на земельные участки, государственная собственность на которые не разграничена, не является препятствием для распоряжения ими. Предоставление земельных участков, государственная собственность на которые не разграничена, осуществляется органом местного самоуправления городского округа в отношении земельных участков, расположенных на территории городского округа.

Недостаточность нормативно-правовой базы по регулированию обращения с отходами существенно снижает эффективность борьбы с образованием несанкционированных свалок. В настоящее время органы местного самоуправления не наделены полномочиями по привлечению виновных лиц к административной ответственности в случае выявления фактов несанкционированного сброса отходов. В связи с этим, необходимо совершенствование нормативной правовой базы в области обращения с отходами производства и потребления в части устранения существующих

пробелов в нормативных правовых актах, которые позволяют в текущий момент оставлять экологические нарушения без должного реагирования.

Резюмируя, можно сделать вывод, что для выработки эффективных решений необходимо решать первостепенные задачи и вести планомерную работу, которые позволят получить следующие результаты:

1. Решить проблему санации территории г.о. Тольятти от несанкционированных свалок.

2. Улучшить экологическую обстановку г.о. Тольятти, снизить количество образуемых несанкционированных свалок.

3. Уменьшить финансовые затраты, выделяемые на ликвидацию несанкционированных свалок.

4. Обеспечить экологически безопасное хранение, переработку и обезвреживание отходов производства и потребления.

5. Организовать профилактические мероприятия по недопущению образования несанкционированных свалок.

6. Повысить экологическое воспитание, образование и формирование экологической культуры населения г.о. Тольятти.

7. Получать информацию о состоянии окружающей среды, загрязнении земельных участков.

П.В. МАКИНА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

**РЕДКИЕ ВИДЫ ФЛОРЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ЦАРЁВ КУРГАН»
(САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В Самарской области в непосредственной близости от областного центра (30 минут на автотранспорте) расположен интересный объект – Царёв курган. Это не только живописное место, но и уникальный научно-эстетический объект природы – в настоящее время обособленная часть ранее единой Жигулевско-Сокской гряды, представляющий огромный геологический, палеонтологический и биологический интерес, в связи с чем был объявлен комплексным памятником природы регионального значения. Однако этот уникальный объект ощутил на себе разрушительную силу человеческой деятельности, когда в результате разработки щебня высота кургана понизилась со 170 до 84 м (Варенова и др., 1999), по другим данным его высота составляла 115 м (Царев курган, 2018, 2019). Антропогенный фактор привёл к деградации уникальных растительных сообществ, обеднению их видового состава, снижению эстетической привлекательности ландшафта.

Для ботаников Царёв курган имеет особое значение, т.к. он является «locus classicus» (классическим местообитанием), с которого С.И. Коржинским впервые для науки был описан новый вид из семейства Бобовых – астрагал Цингера (*Astragalus zingerii* Korsch., Fabaceae). Во всем мире такие местообитания подлежат охране. Здесь также сделаны многочисленные палеонтологические находки – окаменевшие останки растений и животных.

Но самое печальное в том, что Царёв курган и далее подвергается действию антропогенного фактора и никаких существенных мер для предотвращения гибели памятника природы не предпринимается. Возможно, из всех памятников природы регионального значения Самарской области, Царёв курган находится в самом плачевном состоянии.

Царёв курган ежегодно посещают туристы, здесь проводятся организованные экскурсии для школьников, студентов и всех желающих. Рекреационная нагрузка все возрастает, что проявляется в увеличении тропиной сети и замусоривании территории. Вытаптывание вызывает уплотнение почвы, исчезновение лесной подстилки, изменение видового состава растительности, физических свойств и химического состава почв (Чижова, 1977).

Наши исследования показали, что наиболее посещаемые участки данного природного объекта имеют уже 5 стадию рекреационной дигрессии (выбитая площадь более 60%, трав и подроста нет, деревья больны и повреждены, корни частично обнажены). Коренных дубрав не сохранилось, после вырубki здесь образовались мелколиственные лесные ценозы. Во флоре отмечается большое количество сорных видов, в том числе карантинных.

К сожалению, особых мер по защите объекта не осуществляется, все мероприятия сводятся к установке небольшого числа аншлагов с указанием принадлежности Царёва кургана к особо охраняемым природным территориям и призывами бережного отношения к деревьям.

По нашему мнению, требуются более эффективные меры охраны, в том числе инвентаризация и изучение экологического состояния объекта; комплекс мероприятий по

регулированию рекреационной нагрузки; мониторинг почвенно-растительного покрова; комплекс мероприятий по реабилитации деградировавших участков; повышение экологической культуры рекреантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Варенова О.Н., Ильина Н.С., Лайкова Е.Г., Логинов Д.Н., Логинова Н.А., Магдеев Д.В., Павлов С.И., Ясюк В.П. Царев курган: учебное справ.-метод. пос. для проведения экскурсий и походов. Самара, 1999. 64 с.

Царев курган, Самара: описание, расположение и интересные факты. [Электронный ресурс]. URL:

[https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.syl.ru%2Farticle%2F338395%2Ftsarev-kurgan-](https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.syl.ru%2Farticle%2F338395%2Ftsarev-kurgan-samara-opisanie-raspolozhenie-i-interesnyie-faktyi)

[samara-opisanie-raspolozhenie-i-interesnyie-faktyi.](https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.syl.ru%2Farticle%2F338395%2Ftsarev-kurgan-samara-opisanie-raspolozhenie-i-interesnyie-faktyi)

(Дата обращения: 11.11.2018).

Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М.: Лесн. пром-ть, 1977. 48 с.

Царев курган // Энциклопедия природы Самарской области. Ч. 2. География. [Электронный ресурс]. URL:

<https://sites.google.com/site/enciklopediasamarskojoblastit2/home/osobo-ohranaemye-prirodnye-territorii/careev-kurgan> (Дата обращения: 05.01.2019).

А.В. МЕЛЬНИКОВА¹, А.Р. ИЛЬЯСОВА²¹ Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, г. Казань, Россия² Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань, Россия**ВЫСШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ НА МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКАХ
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Высшие ракообразные являются широко распространенной группой водных беспозвоночных животных и играют существенную роль в биологических процессах водоемов. Они являются ценным кормовым объектом для рыб и водоплавающих птиц, в связи с этим проводились акклиматизационные работы для увеличения кормовой базы рыб (Иоффе, 1974; Куйбышевское..., 1983; Kalayda, Yakovlev, 2001; Яковлева, Яковлев, 2014). По последним данным фауна инвазионных видов ракообразных в Куйбышевском водохранилище насчитывает 26 видов, из них 19 выявлены в его верховьях (Куйбышевское..., 2008; Яковлева, Яковлев, 2014). Также представители Crustacea играют существенную роль в процессах самоочищения водоема. Многие из них являются чувствительными к загрязнению окружающей среды, в связи с этим их используют в качестве биоиндикаторов сапробности вод.

Таким образом изучение современного состояния фауны ракообразных Куйбышевского водохранилища, особенно его мелководных участков, является актуальным. Мелководья являются довольно специфическим биотопом, они подвергаются сезонному осушению в результате колебания уровня воды и воздействию ветра и волн (Куйбышевское..., 1983).

Материалом для публикации послужили пробы донной фауны, отобранные на мелководных участках в районе жилого массива Новое Аракчино (западная часть г. Казани). Пробы отбирались с помощью ручного сачка/скребка в 2007, 2011, 2012, 2015, 2016 и 2017 гг., в результате чего было собранно и обработано около 240 качественных проб зообентоса по общепринятым и стандартным методам в гидробиологии (Frost et al., 1972; Методика..., 1975; Методические..., 1984). Для фиксации отобранных проб был использован спирт, а камеральную обработку выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методами (Руководство..., 1983; 1992).

Для анализа степени развития Crustacea на исследуемом участке учитывали относительную численность (N , %) и биомассу (B , %), индекс частоты встречаемости (P , %) (Методика..., 1975; Шитиков и др., 2003). Особенности распределения относительных количественных показателей ракообразных на рассматриваемом участке в данной работе указывались без вклада узкопалого рака.

Для оценки достоверности различий количественных показателей в зависимости от года и сезона был использован дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test).

За период проведения исследований на мелководных участках Куйбышевского водохранилища в районе жилого массива Новое Аракчино (западная часть г. Казани) было выявлено 6 видов ракообразных, относящихся к 4 отрядам: Mysidacea (*Paramysis lacustris* Cherniavky, 1882), Isopoda (*Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758)), Amphipoda (*Niphargoides macrurus* (Sars, 1894), *Obesogammarus crassus* (Sars, 1894) и *Obesogammarus obesus* (Sars, 1896)) и Decapoda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823).

Водяной ослик является широко распространенным видом в Европе, встречающийся преимущественно в зарослях макрофитов. Все остальные выявленные виды

ракообразных относятся к инвазионным видам Понто-Каспийского фаунистического комплекса (Июффе, 1974; Invasive..., 2002; Биологические..., 2004; Яковлева, Яковлев, 2014). Фауна ракообразных в водохранилище существенно начала обогащаться в 1960–1970 гг. в результате целенаправленной интродукции мизид и бокоплавов для улучшения кормовой базы рыб (Июффе, 1974; Мордухай-Болтовской, 1978; Миловидов, Егерев, 1985; Яковлева, Яковлев, 2014). Таким образом, по литературным данным современная фауна ракообразных в верховьях Куйбышевском водохранилище насчитывает 21 вид (гаммариды – 10, корофиумы – 2, кумовые и мизиды – по 3, водяной ослик *A. aquaticus*, креветка *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) и узкопалый рак *A leptodactylus*). А для мелководных участков рассматриваемого участка указывается присутствие 14 инвазионных видов высших ракообразных и водяной ослик (Яковлева, Яковлев, 2014).

По результатам проведенных исследований на мелководных участках за период 2007–2017 гг. наибольшей частотой встречаемости (*P*, %) в пробах среди выявленных видов ракообразных характеризовался бокоплав *N. macrurus* (8.9%). Тогда как остальные виды встречались довольно редко: *P. lacustris* (5.1%), *A. aquaticus* (3.0), *O. crassus* (2.5), и *O. obesus* (0.4). Однако, по литературным данным, на мелководьях верховий Куйбышевского водохранилища в 1998–2009 гг., помимо *N. macrurus* часто в пробах встречался и *O. crassus* (Яковлева, Яковлев, 2014).

Сравнительный анализ частоты встречаемости отдельных видов Crustacea по годам представлен в табл. 1. В связи с тем, что в 2011 и 2012 гг. представители данной группы не были обнаружены, то в таблице эти года не рассматривались.

Таблица 1. Частота встречаемости (*P*, %) ракообразных на мелководных участках Куйбышевского водохранилища (ж.м. Новое Аракчино) по годам

Годы			
2007	2015	2016	2017
<i>N. macrurus</i> (40.0)	<i>P. lacustris</i> (10.3)	<i>O. obesus</i> (2.4)	<i>P. lacustris</i> (18.4)
<i>O. crassus</i> (13.3)	<i>A. aquaticus</i> (10.3)		<i>A. aquaticus</i> (15.8)
<i>P. lacustris</i> (2.2)	<i>N. macrurus</i> (7.7)		

Согласно полученным данным на мелководных участках роль амфипод снизилась, тогда как мизид, наоборот, значительно возросла. Таким образом, в 2007 и 2015 гг. Crustacea были представлены 3 видами, в 2016 г. – 1, а 2017 г. – 2.

В течении исследуемого периода на прибрежных мелководьях водохранилища на долю ракообразных по численности приходилось в среднем $0.71 \pm 0.31\%$ суммарных показателей донной фауны, а по биомассе – $1.05 \pm 0.50\%$. Основной вклад в эти показатели вносили представители сем. Gammaridae – $0.64 \pm 0.31\%$ и $1.03 \pm 0.50\%$ соответственно. Полученные результаты оказались значительно ниже тех, которые указывались ранее. Так, например, на долю представителей этого семейства в период с 2000 по 2008 гг. эти показатели составляли по численности $12.7 \pm 3.2\%$ и биомассе $15.0 \pm 3.9\%$ (Яковлева, Яковлев, 2014). Что также указывает на снижение роли высших ракообразных на рассматриваемых биотопах водохранилища особенно в последние годы.

Проведенный анализ по многолетней динамике численности и биомассы ракообразных показал, что достоверно ($p < 0.007$) наибольший вклад ракообразных в суммарные показатели зообентоса отмечался в 2007 г. по сравнению с последующими годами (табл. 2).

Как видно из таблицы, в 2011 и 2012 гг., ракообразные на рассматриваемом участке не были выявлены. Вклад их в количественные показатели донной фауны в последующие годы был незначителен, однако в 2017 г. уже наблюдалось увеличение доли

количественных показателей представителей отряда Crustacea, но уже в основном за счет мизид.

Таблица 2. Относительные показатели численности и биомассы основных групп ракообразных на мелководных участках Куйбышевского водохранилища (ж.м. Новое Аракчино) по годам

Группы	Годы					
	2007	2011	2012	2015	2016	2017
Численность, %						
Mysidacea	0.01±0.01	–	–	0.01±0.01	–	0.38±0.29
Isopoda	–*	–	–	0.01±0.01	–	0.02±0.01
Amphipoda	3.41±1.57	–	–	0.05±0.04	< 0.01	–
Crustacea	3.42±1.57	–	–	0.07±0.05	< 0.01	0.40±0.29
Биомасса, %						
Mysidacea	< 0.01	–	–	0.02±0.01	–	0.09±0.06
Isopoda	–	–	–	< 0.01	–	0.02±0.01
Amphipoda	5.27±2.55	–	–	0.31±0.26	< 0.01	–
Crustacea	5.27±2.55	–	–	0.33±0.27	< 0.01	0.11±0.06

«–» – не выявлены

В ходе проведения анализа сезонной динамики количественных показателей было получено, что весной наблюдались их минимальные значения, что в основном связано с колебанием уровня воды в водохранилище. В пробах ракообразные начинали появляться лишь в конце мая (табл. 3).

Таблица 3. Относительные показатели (%) численности (*N*) и биомассы (*B*) основных групп ракообразных на мелководных участках Куйбышевского водохранилища (ж.м. Новое Аракчино) по сезонам

Группы	Весна		Лето		Осень	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Mysidacea	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01±0.00	0.18±0.14	0.04±0.03
Isopoda	0.01±0.01	< 0.01	< 0.01	0.01±0.01	0.01±0.00	< 0.01
Amphipoda	< 0.01	< 0.01	0.74±0.45	1.46±0.81	0.78±0.58	0.86±0.81
Crustacea	0.01±0.01	< 0.01	0.74±0.45	1.47±0.81	0.97±0.59	0.90±0.81

В летний и осенний период основной вклад в относительные показатели численности и биомассы ракообразных вносили гаммариды, вклад других групп был не значителен. В целом же достоверных отличий относительных количественных данных ракообразных по сезонам не было выявлено ($p > 0.05$).

Таким образом, за период проведения исследований на мелководных участках Куйбышевского водохранилища (западная часть г. Казани) фауна ракообразных была представлена 6 видами из 4 отрядов. В течение всего периода исследований вклад представителей ракообразных в суммарные показатели зообентоса, без учета показателей узкопалого рака, был не значителен, однако, в целом основной вклад приходился на Amphipoda.

Анализ межгодовой динамики показал, что максимальные значения численности и биомассы ракообразных были выявлены в 2007 г., в основном за счет гаммарид. Однако после аномального жаркого лето 2010 г., когда наблюдалось осушение мелководных участков, ракообразные в 2011 и 2012 гг. не были обнаружены, а лишь только с

2015 г. начали попадаться в пробах. В последующие годы роль гаммарид начала снижаться, уступая место мизидам и водяным осликам.

В связи с сезонным колебанием уровня воды, свойственного для Куйбышевского водохранилища, на рассматриваемых мелководных участках минимальные показатели были отмечены в весенний период, из-за того, что подвижные формы не успевали заселить данные участки (Иоффе, 1974).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богуцкой. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.
- Иоффе Ц.И. Обогащение кормовой базы для рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1974. Т. 100. 226 с.
- Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. 214 с.
- Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 40 с.
- Миловидов В.П., Егерова И.В. Итоги акклиматизации кормовых беспозвоночных в Куйбышевском водохранилище // Итоги и перспективы акклиматизации кормовых беспозвоночных в рыбохозяйственных водоемах (сборник научных трудов). Спб.: ГосНИОРХ, 1985. Вып. 232. С. 22–29.
- Мордохай-Болтовской Ф.Д. Состав и распространение каспийской фауны по современным данным // Элементы водных экосистем. М.: Наука, 1978. С. 100-139.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Шутиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
- Яковлева А.В., Яковлев В.А. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Отечество, 2014. 199 с.
- Frost S., Huni A., Kershaw W.E. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna // Can. J. Zool. 1972. Vol. 49. Pp. 167-173.
- Invasive aquatic species of Europe. Distribution, Impacts and Management / Eds. Lappäkoski E., Gollasch S., Olenin S. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 2002. 608 p.
- Kalayda M.L., Yakovlev V.A. Ponto-Caspian invaders in Kuybyshev reservoir (Volga River) // Biological Invasions in Holarctic. Intern. Conf., Borok, 2001. Yaroslavl: IBIW RAS, 2001. Pp. 74-76.

Е.А. МИНАКОВА¹, А.П. ШЛЫЧКОВ²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

² Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, Россия

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ВЛАЖНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Куйбышевское водохранилище – водоем многоцелевого назначения, осуществляет сезонное регулирование стока р. Волги. Водоохранилище используется в интересах целого ряда отраслей экономики: промышленность и энергетика, питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, здравоохранение, сельское, рыбное, лесное и охотничье хозяйство, добыча полезных ископаемых, транспорт, рекреация, строительство, пожарная безопасность и т.д.

В последние годы темпы заиления и «цветения» вод Куйбышевского водохранилища, вызванные процессами эвтрофикации, многократно увеличились. Основной движущей силой процессов эвтрофикации водоемов являются биогенные элементы (соединения азота, фосфора) (Науменко, 2007). Эти элементы являются важнейшими компонентами природных вод, которые определяют биологическую продуктивность. Избыточное количество этих биогенных элементов запускает процессы интенсивного роста водной растительности и ухудшение качества воды.

Эффективное управление водными объектами невозможно без количественной оценки внешней биогенной нагрузки на водосбор от точечных и диффузных источников (внесение органических и минеральных удобрений, поверхностный сток, животноводческие комплексы, выпадение из атмосферы и т.д.) (Novotny, 1988; Латыпова и др., 2005; Кондратьев, 2007; Фрумин, 2015). Знание антропогенных источников эвтрофирующих веществ и количественная оценка их поступления в водотоки и водоемы открыли бы новые, более широкие возможности прогноза эвтрофирования и управления водными экосистемами (Фрумин, Тимофеева, 2014).

Оценка влажных выпадений биогенных элементов (азота и фосфора) в бассейне Куйбышевского водохранилища является чрезвычайно актуальной задачей. Естественными факторами поступления азота в атмосферу являются: почвенная эмиссия оксидов азота, грозовые разряды, горение биомассы, прочие источники естественных выбросов оксидов азота (окисление аммиака в атмосфере, разложение находящейся в стратосфере закиси азота и т.д.). Основными источниками поступления фосфора в атмосферный воздух являются эоловая эрозия почвенного покрова, торфяные и лесные пожары. Другие источники дают не более 1% общего поступления фосфора (Савенко, Савенко, 2007). Кроме того, концентрация фосфора в атмосфере, главным образом, зависит от запыленности воздуха (Graham, Duce, 1982).

Загрязнение атмосферного воздуха соединениями азота обусловлено сжиганием углеводородного сырья объектами энергетики и мобильными источниками выбросов. В то же время оксиды азота являются предшественниками нитрат-ионов во влажных атмосферных выпадениях. Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха соединениями азота вносят также объекты экономики, производящие некоторые виды удобрений, красителей и кислот. По данным Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, основная масса азота из атмосферы на подстилающую поверхность земли поступает в виде аммонийных солей (Свистов и др., 2007).

В продолжение ранее начатых исследований (Латыпова и др., 2001; Минакова, 2004; Минакова и др., 2004; Валетдинов и др., 2008; Minakova et al., 2014) целью данной работы является оценка величины влажных атмосферных выпадений соединений азота и фосфора в бассейне Средней и Нижней Волги в современный период (за исключением Волгоградской и Астраханской областей).

В качестве исходных данных использованы материалы Федеральных государственных учреждений Росгидромета (ФГБУ Росгидромета), расположенных в бассейне Средней и Нижней Волги за период 2011–2015 гг.

Величина влажных выпадений соединений азота рассчитывались с использованием рекомендаций приведенных в работе П.Ф. Свистова с соавт. (2007).

Программой мониторинга Росгидромета не предусмотрено проведение регулярных наблюдений за содержанием фосфат-ионов в атмосферных осадках, поэтому оценка удельной массы соединений фосфора поступающих с влажными выпадениями в бассейне Средней и Нижней Волги выполнена с использованием зависимости между соединениями азота и фосфора (Савенко, Савенко, 2007).

Величина модуля влажных атмосферных выпадений биогенных элементов на территории ряда регионов Российской Федерации [по данным собственных расчетов и данным, приведенным в (Хрисанов, Осипов, 1993)] приведены в таблице.

Таблица. Величина модуля влажных атмосферных выпадений биогенных элементов на территории некоторых регионов Российской Федерации

Субъект Российской Федерации	Модули атмосферных выпадений биогенных элементов, т км ⁻² год ⁻¹	
	Соединения фосфора	Соединения азота
Ленинградская область (Хрисанов, Осипов, 1993)	0,014	0,66
Московская область (Хрисанов, Осипов, 1993)	0,038	0,95
Нижегородская область	0,015	0,47
Кировская область	0,038	0,91
Республика Марий Эл	0,044	0,99
Республика Татарстан	0,025	0,67
Республика Мордовия	0,034	0,83
Пензенская область	0,036	0,87
Республика Башкортостан	0,032	0,80
Саратовская область	0,017	0,53
Самарская область	0,018	0,54
Оренбургская область	0,012	0,37
Бассейн Средней и Нижней Волги	0,027	0,70

Анализ таблицы показывает, что наблюдается хорошая сходимость значений модуля атмосферных выпадений соединений азота и фосфора в бассейне Средней и Нижней Волги с полученными ранее результатами других авторов (Хрисанов, Осипов, 1993).

Максимальные значения модулей влажных атмосферных выпадений биогенных элементов отмечены в республике Мари Эл (соединения азота 0,99 т N км⁻² год⁻¹ и соединения фосфора 0,044 т P км⁻² год⁻¹). Минимальное значение зарегистрировано в Оренбургской области (соединения азота 0,37 т N км⁻² год⁻¹ и соединения фосфора 0,012 т P км⁻² год⁻¹).

Среднее значение модуля влажных выпадений соединений азота и фосфора в бассейне Средней и Нижней Волги за период наблюдений составляло $0,70 \text{ т N км}^{-2} \text{ год}^{-1}$ и $0,027 \text{ т P км}^{-2} \text{ год}^{-1}$, соответственно.

ВЫВОДЫ

Выявлены основные особенности пространственного распределения влажных атмосферных выпадений соединений азота и фосфора в бассейне Средней и Нижней Волги.

Средние значения модуля влажных выпадений соединений азота и фосфора в бассейне Средней и Нижней Волги за период наблюдений 2011–2015 гг. составили $0,70 \text{ т N км}^{-2} \text{ год}^{-1}$ и $0,027 \text{ т P км}^{-2} \text{ год}^{-1}$.

Максимальные значения соединений азота и фосфора ($1,1 \text{ т N км}^{-2} \text{ год}^{-1}$ и $0,05 \text{ т P км}^{-2} \text{ год}^{-1}$) зарегистрированы на метеостанции «Тетюши» ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», а минимальные ($0,4 \text{ т N км}^{-2} \text{ год}^{-1}$ и $0,01 \text{ т P км}^{-2} \text{ год}^{-1}$) на метеостанции Оренбург ФГБУ «Приволжское УГМС».

Учитывая определяющую роль соединений фосфора в эвтрофикации водоемов и водотоков, целесообразно организовать проведение систематических наблюдений за содержанием этого элемента в атмосферных осадках в системе Росгидромета на территории Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Валетдинов А.Р., Валетдинов Р.К., Валетдинов Ф.Р., Горшкова А.Т., Фридланд С.В., Шлычков А.П.* Нормирование интенсивности загрязнения снежного покрова химическими элементами (на примере Республики Татарстан и ее крупных промышленных центров) // Безопасность жизнедеятельности. 2008. № 10. С. 16-20.
- Кондратьев С.А.* Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. СПб.: Наука, 2007. 253 с.
- Латыпова В.З., Яковлева О.Г., Минакова Е.А., Семанов Д.А.* Роль метеорологических факторов в загрязнении малых рек // Экологическая химия. 2001. № 10 (2). С. 115-123.
- Латыпова В.З., Селивановская С.Ю., Степанова Н.Ю., Минакова Е.А.* Развитие биогеохимических подходов к экологическому нормированию химической нагрузки на природные среды // Учен. зап. Казанск. гос. ун-та. 2005. Т. 147, кн. 1. С. 159-170.
- Минакова Е.А.* Учет метеорологических факторов в управлении качеством поверхностных вод (на примере рек Казанка, Свяга, Степной Зай): дисс.... канд. географич. наук: 25.00.36. СПб., 2004. 147 с.
- Минакова Е.А., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю.* Экологическое нормирование антропогенных нагрузок на водные экосистемы // Экологический консалтинг. 2004. № 4 (16). С. 3-10.
- Науменко М.А.* Эвтрофирование озер и водохранилищ. Уч. пос. СПб., 2007. 100 с.
- Савенко В.С., Савенко А.В.* Геохимия фосфора в глобальном гидрологическом цикле. М.: ГЕОС, 2007. 248 с.
- Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И.* Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков // Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации за 2006 г. М.: Росгидромет, 2007. С. 41-43.
- Фруммин Г.Т.* Выпадение биогенных элементов с атмосферными осадками на акватории трансграничного Псковско-Чудского озера // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 03 (36). СПб.: Центр научно-информационных технологий «Астерион». С. 175-178.
- Фруммин Г.Т., Тимофеева Л.А.* Трансграничные водные объекты и водосборы России: проблемы и пути решения // Биосфера. 2014. Т. 6, № 1. С. 118-133.
- Хрисанов Н.И., Осипов Г.К.* Управление эвтрофированием водоемов. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 278 с.
- Graham W.F., Duce R.A.* The atmospheric transport of phosphorus to the western North Atlantic // Atmosph. Environ. 1982. Vol. 16, № 5. Pp. 1089-1097.
- Minakova E.A., Shlychkov A.P., Latypova V.Z.* Studying of processes of formation of quality of surface water in modern conditions of climate change // 14th SGEM GeoConference on Ecology, Economics, Education And Legislation, SGEM 2014 Conference Proceedings, Albena, Bulgaria. Vol. 2. Sofia, 2014. Pp. 641-648.
- Novotny V.* Diffuse (non-point) pollution – a political, institutional, and fiscal problem // J. Walter Pollut. Countr. Fed. 1988. Vol. 69, No. 8. Pp. 1404-1413.

**А.З. МИНДУБАЕВ¹, А.Д. ВОЛОШИНА¹, С.Т. МИНЗАНОВА¹,
Л.Г. МИРОНОВА¹, Х.Р. ХАЯРОВ², Е.К. БАДЕЕВА¹**

¹ Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

**РОСТ УСТОЙЧИВОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ
К БЕЛОМУ ФОСФОРУ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕЛЕКЦИИ**

Белый фосфор Р₄ – это один из самых опасных загрязнителей окружающей среды (Toxicological profile..., 1997). В то же время, у элемента фосфора есть уникальное качество – будучи сильнейшим ядом в виде простого вещества, в окисленном состоянии он абсолютно необходим для всех форм жизни. Таким образом, представляется целесообразным использовать это свойство для полной детоксикации исходного фосфора. Биодegradация становится одним из наиболее популярных методов обезвреживания промышленных стоков (Миндубаев, 2018).

Целью проведенного нами исследования являлась переработка при помощи микроорганизмов белого фосфора. В литературных источниках не найдено сведений о доказанных примерах биологической деградации белого фосфора. Предыдущие работы нашего коллектива (Миндубаев и др., 2017а, 2018) позволили пролить свет на практически неизученный вопрос токсичности белого фосфора для прокариот. До сих пор биодegradация Р₄ наблюдалась в осадках сточных вод. Следовательно, дальнейшую работу было необходимо вести в искусственных культуральных средах, имеющих стандартный, постоянный состав. Только в таких средах можно выращивать чистые культуры устойчивых микроорганизмов, устанавливать их таксономическую принадлежность, выводить новые штаммы, наконец, вести селекцию микроорганизмов на способность обезвреживать все возрастающие концентрации белого фосфора.

Посевы производились в модифицированную среду Придхем-Готлиба. Классическая среда Придхем-Готлиба не содержит источники углерода: в качестве таковых выступают нефтепродукты. Наша модификация включает глюкозу, но не содержит источники фосфора (в качестве такового выступает белый фосфор). Посев *Aspergillus niger*, споры которого были внесены вместе с белым фосфором, производили в среду, содержащую белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. В контрольные среды К (+) вносился фосфат. В контрольные среды К (-) источники фосфора не вносились. Произвели посев выросших *A. niger* в контрольные среды К (+) и К (-). Второй пересев *A. niger* произведен в среды аналогичного состава, третий – в среды с увеличенной концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Аналогично был произведен посев *Streptomyces* sp. А8. Четвертый пересев проводился в среды с концентрацией белого фосфора 0.1, 0.5 и 1% по массе. В этом посеве, помимо аспергилла и стрептомицета, высевался гриб *Trichoderma asperellum* F-1087, любезно предоставленный кафедрой биохимии ИФМиБ КФУ.

Посев *A. niger* АМ1 в четыре варианта сред был произведен аналогично вышеописанным. Однако эксперимент был усложнен по сравнению с предыдущими. Культура *A. niger* АМ1 выращивалась в чашках Петри с подложкой из фильтровальной бумаги над агаризованной средой. При этом посев производился не в трех, а в четырех вариантах: модифицированная среда Придхем-Готлиба без источников фосфора, с фосфатом, с 0.2% белого фосфора и, четвертый вариант – с 0.2% Р₄ и с фосфатом (в той

же концентрации, что во втором варианте). Такая схема посева позволяет получить больше информации об экспрессии генов при росте в разных условиях. Все четыре варианта посева произведены в трех повторях.

На пятые сутки пересели культуру *A. niger*, выросшую при 0.05% белого фосфора, в контрольные среды К (+) и К (-). Через шесть суток после посева наблюдалась следующая картина. В среде К (+) с фосфатом выросло значительное число сравнительно мелких колоний: это означает, что большинство спор проросло, что естественно в благоприятных условиях. В среде К (-) без источников фосфора колонии выросли немногочисленные, занимающие сравнительно большую площадь, но очень слабые (практически прозрачные, с неразвитым мицелием и отдельными конидиеносцами, выглядящими, как россыпь черных точек, а не сплошное черное поле). По всей видимости, сказалась нехватка фосфора: агар, используемый для приготовления среды, содержит примесь фосфата, но недостаточную для полноценного роста грибов. Любопытно, что в среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем в К(+), однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицит питательных веществ. Отсюда следует вывод, что в среде с белым фосфором выживают не все споры гриба, но выжившие обладают способностью использовать в качестве источника фосфора либо сам белый фосфор, либо продукты его химических превращений.

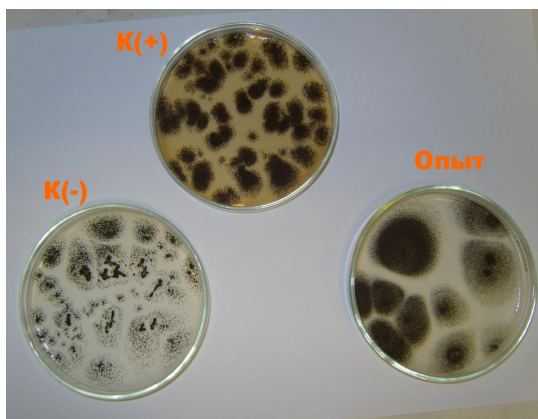


Рис. 1. Первый пересев устойчивых грибов *A. niger*. К(+)
– среда с фосфатом: наблюдался рост 49 спорообразующих колоний *A. niger*. К(-)
– среда без источника фосфора: на ней наблюдался рост 33 ослабленных колоний. Опыт – среда с 0.05% белого фосфора: наблюдался рост 11 крупных спорообразующих колоний *A. niger*. Чашки сфотографированы через шесть суток после пересева

Очередной (третий) пересев на 84 день после первого посева, был произведен в среды с более высокой концентрацией белого фосфора, с целью адаптации гриба к ней. Были выбраны концентрации 0.05, 0.1 и 0.2% Р₄. Последняя, самая высокая, концентрация ранее нами никогда не использовалась. Согласно J.C. Barber (1996), она соответствует тысячекратному превышению ПДК белого фосфора в сточных водах! Тем не менее, даже при столь высоком содержании белого фосфора в среде наблюдался интенсивный рост колоний гриба. На четвертый день после посева при всех трех концентрациях белого фосфора наблюдалось начало спороношения, но при 0.1 и 0.2% Р₄ грибы отставали в развитии по сравнению с 0.05%. Возможно, использованные концентрации исследуемого токсиканта отрицательно сказываются на фертильности грибов, хотя полностью не подавляют ее. Тем не менее, результаты посева позволяют заключить, что черный аспергилл легко переносит присутствие белого фосфора в среде даже в концентрации 0.2%.

Четвертый пересев аспергилла (и второй стрептомицетов) был произведен через 112 суток после первого посева. Концентрацию белого фосфора в среде снова

увеличили до 0.5 и 1% по массе. При внесении столь большого количества P_4 густой черный осадок в средах выпадает моментально. Среды издают сильный специфический запах белого фосфора даже спустя несколько суток после посева. Через сутки рост посеянных микроорганизмов еще не наблюдался. Через четверо суток в среде с содержанием белого фосфора 0.5% наблюдался рост мелких колоний аспергилла, имеющих еще белый цвет (то есть рост сильно замедлен). В средах с 1% белого фосфора через четверо суток после посева рост не наблюдался. По-видимому, выпавший черный осадок фосфидов перевел в нерастворимую форму микроэлементы, присутствующие в среде и необходимые для роста микроорганизмов. Следует отметить, что по J.C. Barber (1996), концентрация белого фосфора 0.5% соответствует 2500 ПДК! Кроме того, был посеян грибок *Trichoderma asperellum* F-1087 при концентрации 0.1, 0.5 и 1%. Через четверо суток в среде с самой малой концентрацией выросла одна крупная колония триходермы, т.е. данный грибок тоже способен усваивать белый фосфор. Грибы развиваются очень медленно. По-видимому, данные концентрации белого фосфора близки к предельным, при которых еще возможен рост грибов. Рост стрептомицетов при 0.5% не наблюдается и спустя 19 суток после посева. На восьмые сутки на поверхности колоний аспергилла наблюдается россыпь спор, т.е. грибок сохранил способность к размножению! На восьмые же сутки наблюдается рост колонии триходермы на белом фосфоре в концентрации 0.5%. В средах с 1% P_4 рост триходермы стал наблюдаться только на 11 сутки после посева. В случае триходермы прослеживается четкая зависимость: чем выше концентрация белого фосфора в субстрате, тем медленнее растет грибок. На 12 сутки после посева при 0.1% белого фосфора грибок уже сформировал воздушный мицелий и имеет розовую окраску, при 0.5% колония еще бесцветная, но уже всплыла на поверхность субстрата и имеет форму, близкую к правильному кругу, а при 1% колония состоит из субстратного мицелия.

Триходерма *T. asperellum* F-1087 проявила бóльшую устойчивость к белому фосфору, чем *A. niger* и тем более стрептомицеты. На восемнадцатые сутки после посева приобрела окраску и начала спороносить триходерма при 0.5% белого фосфора. Следует особо подчеркнуть, что триходерма адаптировалась к таким высоким концентрациям белого фосфора сразу, без предварительного культивирования с рядом пересевов. Ранее данный штамм гриба никогда не выращивался в присутствии белого фосфора. Напомним о том, что концентрация белого фосфора 1% это превышение ПДК в сточных водах в 5000 раз!

Третий пересев *Streptomyces* sp. впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! В предыдущих посевах *S.* sp. рос при концентрациях не более 0.2. Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет еще не имел развитый мицелий.

На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, при которой рос аспергилл, составляла 0.5%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких пересевов выработал значительно бóльшую устойчивость по сравнению с изначальной. Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявили именно стрептомицеты. Через пять последовательных посевов их устойчивость возросла пятикратно. Грибы растут и адаптируются медленнее (у аспергилла после восьми посевов устойчивость выросла вдвое), однако их устойчивость изначально была выше, чем у актиномицетов, особенно у триходермы (Миндубаев и др., 2015а).

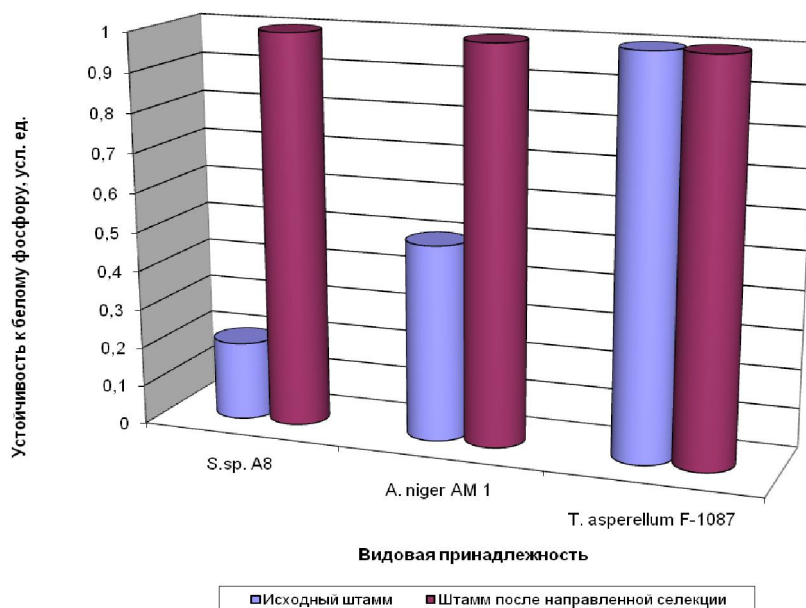


Рис. 2. Адаптация и рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору после направленной селекции

Для генетической идентификации микромицета, устойчиво метаболизирующего белый фосфор и по морфологическим признакам отнесенного к виду *A. niger*, была определена нуклеотидная последовательность его регионов ITS1 и ITS2. Сравнение с последовательностями базы данных GenBank с помощью системы BLAST (Altschul et al., 1990), выявила 99% гомологию с ITS1 и ITS2 регионами описанных штаммов *Aspergillus niger*, что позволяет идентифицировать данный микроорганизм, как новый штамм *Aspergillus niger*. Ему мы присвоили номер *A. niger* AM1 (Миндубаев и др., 2015б). Нуклеотидная последовательность штамма опубликована в базе данных GenBank, где ей присвоен номер KT805426.

На 12 сутки после посева *A. niger* AM1 в четыре варианта среды, наблюдалась следующая картина. В средах без источников фосфора рост практически не наблюдается (одна-две крошечные колонии без спороношения на чашку). В средах с фосфатом аспергилл хорошо растет и спороносит, однако культура не чистая. В ней, помимо черных колоний аспергилла, присутствуют колонии других микроорганизмов. В средах с 0.2% белого фосфора колонии аспергилла имеют бледно-серый цвет (пониженная фертильность). Очень интересный результат показал четвертый вариант посева – с белым фосфором и фосфатом. Колонии растут очень хорошо, даже более развитые, чем в среде с фосфатом, причем в двух случаях из трех выросла чистая культура (в одном появилась колония неизвестного вида). То есть медленный рост аспергилла в среде с белым фосфором объясняется не токсичностью последнего для данного штамма, а исключительно его труднодоступностью как источника фосфора (Миндубаев и др., 2016)! Судя по всему, P_4 в исследуемых концентрациях нетоксичен для данного гриба.

В опытном спектре ^{31}P ЯМР, снятом с водной фазы, проявились сигналы в области 0.3, 3.7 и 6.2 ppm, соответствующие фосфиту и гипофосфиту. Таким образом, он соответствует соединениям, которые, предположительно, являются метаболитами белого фосфора, т.е., является подтверждением предполагаемого нами метаболического пути (Миндубаев и др., 2017б). Ниже мы приводим предполагаемую схему метаболизма белого фосфора (рис. 3).

Поскольку в литературе отсутствуют сведения о микроорганизмах, устойчивых к P_4 , представленная работа имеет беспспорную новизну.

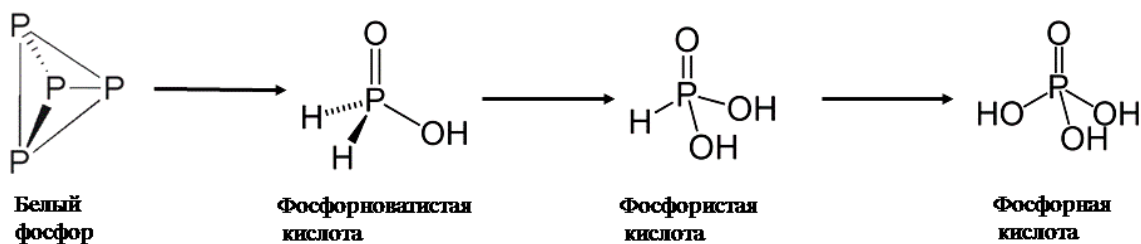


Рис. 3. Предполагаемый метаболический путь белого фосфора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Миндубаев А.З.* Кто съел полиэтилен? // Наука и жизнь. 2018. № 4. С. 32-38.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Яхваров Д.Г.* Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // Бутлеровские сообщения. 2015а. Т. 41, № 3. С. 54-81.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Валидов Ш.З., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Белостоцкий Д.Е., Сапармырадов К.А., Тухбатова Р.И., Яхваров Д.Г.* Адаптация микроорганизмов к белому фосфору, как результат направленной селекции. Генетическая идентификация устойчивого аспергилла и метаболическое профилирование стрептомицета А8 // Бутлеровские сообщения. 2015б. Т. 44, № 12. С. 1-28.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Валидов Ш.З., Кулик Н.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г., Аккизов А.Ю.* Рост культуры *Aspergillus niger* AM1 в среде с двумя источниками фосфора. Обоснованность определения «биodeградация» в отношении белого фосфора // Бутлеровские сообщения. 2016. Т. 46, № 5. С. 1-20.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Валидов Ш.З., Яхваров Д.Г.* Биodeградация белого фосфора // Природа. 2017а. №5. С. 29-43.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Бадеева Е.К., Барсукова Т.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г.* Обезвреживание белого фосфора посредством микробиологического разложения // Бутлеровские сообщения. 2017б. Т. 52, № 12. С. 87-118.
- Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Хаяров Х.Р., Минзанова С.Т., Яхваров Д.Г.* Микробиологическая деградация белого фосфора // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22, № 1. С. 33-37.
- Altschul S.F., Gish W., Miller W., Myers E.W., Lipman D.J.* Basic local alignment search tool // J. Mol. Biol. 1990. Vol. 215, No. 3. Pp. 403-410.
- Barber J.C.* Processes for the disposal and recovery of phosphy water // Патент US5549878, заявлен: 24 мая 1995, выдан: 27 августа 1996.
- Toxicological profile for white phosphorus // U.S. Department of health and human services. USA. 1997. 248 p.

А.К. МИНЕЕВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ПАТОЛОГИИ ЭРИТРОЦИТОВ У РЫБ
Р. БОЛЬШОЙ ЧЕРЕМШАН**

Многообразие функций крови – одной из дифференцированных реактивных тканей – ставит ее в ряд ценных индикаторов состояния особи. Система крови рыб подвергаются выраженным функциональным расстройствам и патологическим изменениям при воздействии на них различных ядов (Крылов, 1974). Различные форменные элементы и плазма крови являются неотъемлемой составляющей всей иммунной системы позвоночных животных. Организация иммунной системы у рыб позволяет ей развивать все формы иммунного ответа, встречающиеся у наземных позвоночных животных, однако водная среда обитания определяет характерные особенности иммунной системы у рыб – она более лабильна (Кондратьева, Киташова, 2002). Любое внешнее воздействие (изменение природных условий, загрязнение среды обитания или применение кормовых добавок в рыбоводстве) активирует механизмы врожденного иммунитета, обеспечивающие немедленное и кратковременное реагирование на него. В связи с этим в естественных условиях рыбы оказываются более чувствительными к загрязнению среды обитания, чем к различным инфекциям, так как в ответ на инфицирование адаптивные механизмы иммунореактивности у рыб играют меньшую роль, чем у наземных позвоночных (Кондратьева, Киташова, 2002).

Использование гематологических показателей рыб для мониторинга экологического состояния водоемов и в качестве показателей адаптаций отдельных особей ранее применялось неоднократно в составе различных методик. Комплексно, с позиций экологической ихтиогематологии исследовались гематологические показатели рыб с учетом гидрохимических параметров, при этом установлены закономерности функционирования системы крови рыб при адаптации к различным факторам среды (Серпунин, 2002). Основные гематологические параметры считаются эффективными маркерами при различных воздействиях токсикантов на рыб (Mikryakov et al., 2001). Большинство гематологических показателей, являющихся индикаторами состояния всей иммунной системы рыб, являются достаточно чувствительными индикаторами загрязнения водных экосистем. На примере популяций леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) из разных участков Верхнеульяновского плеса Куйбышевского водохранилища, характеризующихся экстремальными экологическими условиями, показана зависимость гематологических показателей (прежде всего – клеточного состава крови) от состояния среды обитания (Богатов, Назаренко, 2004).

Известно, что рыбы очень чувствительны к содержанию в воде химических агентов и отвечают на их присутствие изменениями, как в белой, так и в красной крови, даже если их концентрация не превышает ПДК (Каниева, 1993), тем более, что действие различных токсикантов может суммироваться и усиливаться (аддитивный и синергический эффект). Показано также, что в первую очередь на продолжающееся воздействие неблагоприятных факторов, вслед за изменениями биохимических показателей, возникают нарушения в гематологических параметрах, прежде всего – в лейкоцитарной формуле. В условиях эксперимента у всех подопытных рыб на фоне действия токсикантов наблюдается смещение лейкоцитарной формулы в сторону увеличения гранулоцитов, что свидетельствует о начале воспалительных процессов (Михайлова, 2004).

Аналогичные эффекты зафиксированы нами в 2012 г. у двух массовых видов рыб

р. Бол. Черемшан – плотвы (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) и уклейки (*Alburnus alburnus* Linnaeus, 1758), который является притоком первого порядка Куйбышевского водохранилища. Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что около половины всех обследованных особей среди обоих видов рыб, характеризуются содержанием в кровяном русле дегенеративных форм эритроцитов, что может быть обусловлено антропогенным загрязнением реки. При этом значительная часть особей имеет более чем один тип патологии эритроцитов. Исследования молоди рыб р. Бол. Черемшан, у которой обнаружены многочисленные морфофункциональные нарушения (Минеев, 2013), подтвердили присутствие загрязнений антропогенной природы в участках реки, где вылавливались половозрелые особи для гематологического анализа.

Таблица 1. Встречаемость половозрелых особей плотвы и уклейки из р. Бол. Черемшан с разным количеством патологий эритроцитов в кровяном русле

Вид	Число рыб, экз.	Доля рыб без патологий эритроцитов, %	Доля рыб с патологиями эритроцитов, %	
			Особь с единственным типом патологии в кровяном русле	Особь с двумя и более типами патологий в кровяном русле
Плотва	67	50,8±6,15	28,4±5,55	20,9±5,00
Уклейка	37	45,9±8,31	37,8±8,08	16,2±6,14

Всего обнаружено шесть типов эритроцитарных патологий: произвольная деформация эритроцитов, каплевидная деформация клеток, ацентрическое расположение ядра, деформация ядра, кариолизис и анизоцитоз, которые не имеют значимых различий по встречаемости у двух исследованных видов рыб. Исключением является анизоцитоз (полное разрушение эритроцитов), который обнаруживался только у плотвы.

Преобладающими типами эритроцитарных патологий у плотвы и уклейки р. Б. Черемшан являлись произвольная деформация эритроцита и ацентрическое расположение ядра, а доля особей с данными аномалиями была даже несколько выше. Так среди плотвы доля рыб с произвольной деформацией клеток достигала 45,1%, а процент особей с ацентрическим расположением ядра – 29,4% (табл. 2). Среди особей уклейки встречаемость таких рыб была несколько ниже.

При этом среднее количество патологических эритроцитов в кровяном русле было невысоким. Оно составляло всего 3,07% патологических эритроцитов у плотвы и 2,39% среди уклейки (произвольная деформация эритроцита), а также 3,75% клеток с ацентрическим ядром у плотвы и 1,72% таких клеток у уклейки. По нашим данным (Минеев, 2017) в Куйбышевском водохранилище, уровень антропогенного загрязнения которого значительно выше, чем таковой р. Бол. Черемшан, среднее количество деформированных эритроцитов в крови исследованных рыб достигало 12,7% у плотвы и 20,4% у леща при максимальном зафиксированном содержании таких эритроцитов в красной крови этих видов рыб в 79,3% и 74,3%.

Остальные четыре типа патологий эритроцитов у рыб из р. Бол. Черемшан обнаруживались редко или единично, минимальны были и показатели средней и максимальной встречаемости отдельных типов патологий в крови отдельных особей.

Данные результаты позволяют охарактеризовать уровень антропогенного загрязнения р. Бол. Черемшан как средний и значительно сниженный по сравнению с уровнем загрязнения Куйбышевского водохранилища, притоком которого является река.

Таблица 2. Встречаемость особей с различными типами патологий эритроцитов в красной крови плотвы и уклейки из р. Бол. Черемшан

Типы патологий эритроцитов	Параметры встречаемости патологий эритроцитов у изученных видов рыб	
	плотва	уклея
1. Произвольная деформация эритроцита	$45,10 \pm 7,04$ 3,07 (0,25-11,75)	$40,74 \pm 9,64$ 2,39 (0,25-10,50)
2. Ацентрическое расположение ядра	$29,41 \pm 6,44$ 3,75 (0,25-1,20)	$26,63 \pm 8,96$ 1,72 (0,25-5,25)
3. Анизоцитоз (цитоллиз)	$7,84 \pm 3,80$ 0,56 (0,25-1,25)	-
4. Каплевидная деформация эритроцита	$5,88 \pm 3,33$ 0,42 (0,25-0,75)	$7,41 \pm 5,14$ 0,25
5. Деформация ядра	$5,88 \pm 3,33$ 0,42 (0,25-1,00)	$7,41 \pm 5,14$ 0,38 (0,25-0,50)
6. Кариолизис	$5,88 \pm 3,33$ 2,00 (0,50-4,50)	$14,81 \pm 6,97$ 0,69 (0,25-1,50)

Примечание: числитель – доля особей с данным видом патологии эритроцита ± ошибка встречаемости (%); знаменатель – средняя встречаемость данного типа патологии эритроцита в красной крови (min – max встречаемость эритроцитов с данным типом патологии в красной крови отдельных особей) (%); “ - ” – данный тип патологии эритроцита не обнаружен

Таким образом, установлена прямая зависимость встречаемости особей с различным уровнем патологий эритроцитов в кровяном русле от экологического состояния исследуемого водоема. Чем ниже уровень техногенного загрязнения водоема и устойчивость параметров данного загрязнения, тем больше доля здоровых рыб и менее выражены показатели средней и максимальной встречаемости патологических эритроцитов в крови больных особей в исследуемых популяциях. Установлено также, что соотношение здоровых особей и рыб с различным уровнем патологий эритроцитов в кровяном русле практически не зависит от видовой принадлежности особей, а определяется лишь уровнем загрязнения в местах обитания тех или иных видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богатов В.В., Назаренко В.А. Об использовании гематологических показателей для мониторинга экосистемы на примере популяции леща (*Abramis brama* L.) Верхнеульяновского плеса Куйбышевского водохранилища // Бюлл. Самарская Лука. 2004. № 15. С. 300-302.
- Каниева Н.А. Изменение гематологических показателей карпа при интоксикации диэтаноломином // Вестн. Астраханск. технич. ин-та рыбной пром-ти и хоз-ва. 1993. № 1. С. 85-87.
- Кондратьева И.А., Киташова А.А. Функционирование и регуляция иммунной системы рыб // Иммунология. 2002. Т. 23, № 2. С. 97-101.
- Крылов О.Н. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. Л.: ГосНИОРХ, 1974. 39 с.
- Минеев А.К. Видовой состав и морфофункциональные отклонения молоди рыб р. Большой Черемшан // Материалы Всерос. науч.-практич. конф. «Окружающая среда: эффективное природопользование и здоровье человека». Сибай, 2013. С. 67-70.
- Минеев А.К. Современное морфофизиологическое состояние массовых видов рыб в экологических условиях водоемов и водотоков бассейна Средней и Нижней Волги. Дисс. ... докт. биол. наук. Тольятти, 2017. 378 с.
- Михайлова Л.П. Основные результаты исследования состояния клеток крови *Salmo trutta* L.P. на фоне токсических воздействий // Южно-российск. вестн. геологии, географии и глобальной энергии. 2004. № 1. С. 90-92.
- Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптации рыб. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Калининград, 2002. 49 с.
- Mikryakov V.R., Tereshenko V.G., Mikryakov D.V. Using the information indexes of frame of leucocytes to analysis of dynamics of a response of fishes on an operation toxicants // Tenth International Conference «Diseases of Fish and Shellfish». Book of Abstracts. 2001. P. 139.

О.В. МИНЕЕВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ В ПАРАЗИТОФАУНЕ НАЛИМА САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Налим *Lota lota* L., 1758 – ценная промысловая рыба, единственный исключительно пресноводный представитель отряда Gadiformes, сем. Lotidae. Вид имеет обширный циркумполярный ареал, широко распространен в водах северных районов Европы, Азии и Северной Америки. В России повсеместно встречается в водоемах арктической и умеренной зон, в бассейнах Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского, Белого морей и в бассейнах всех сибирских рек от Оби до Анадыря на всем их протяжении (Попова, 2003).

Исследование паразитов налима в водохранилищах Нижней Волги является перспективным и актуальным направлением, поскольку паразитофауна вида в южной части ареала изучена недостаточно. Особый интерес представляет изучение зараженности налима и в контексте проблемы “биологического загрязнения экосистем”, среди компонентов которого значительное место занимают паразитические виды. В водоемах Самарской области, где налим добывается в объемах от 1 до 6 т в год (Евланов и др., 1998), вид носит статус обычного, однако в последнее время отмечается снижение его численности, среди возможных причин чего, помимо загрязнения воды и перелова, может являться паразитарная инвазия.

В бассейне Волги для *L. lota* известно 79 видов паразитов (32 вида Protozoa и 47 видов Metazoa) (Жохов, Пугачева, 2012). В акватории Саратовского водохранилища последнее планомерное паразитологическое исследование налима проводилось в начале 1990-х гг. (Бурякина, 1995) и выявило 14 видов паразитов, в том числе 10 многоклеточных видов.

Целью работы явилось изучение фауны чужеродных паразитов налима Саратовского водохранилища.

Ихтиологический материал собирался в 2-х точках Саратовского водохранилища. В феврале 2015 г. в акватории Ширяевского рыбопромыслового участка (р-н пос. Зольное, верхняя часть водоема) отловлено 16 экз. *L. lota*. В январе 2019 г. из акватории Кольцово-Мордовинского участка водохранилища (средняя часть водоема) исследовано 5 экз. налима.

Вскрытие рыб, сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитов проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985). Видовая диагностика паразитов осуществлялась по соответствующему определителю (Определитель..., 1987). Для количественной характеристики зараженности животных использовались следующие показатели: экстенсивность инвазии, ЭИ (процентная доля зараженных особей в общем числе исследованных рыб), интенсивность инвазии, ИИ (минимальное и максимальное число паразитов у одной особи хозяина) и индекс обилия паразитов, ИО (средняя численность паразитов у всех исследованных рыб, включая незараженных). В случае недостаточной выборки (менее 15 экз.) при расчете значений экстенсивности инвазии указывалось число зараженных особей от общего количества вскрытых.

В исследованном материале у налима Саратовского водохранилища обнаружено 2 чужеродных вида паразитов (таблица).

В обоих участках водоема зарегистрирована трематода-вселенец *Nicolla skrjabini* (Trematoda, Opencelidae). До строительства Волго-Донского канала (1952 г.) этот вид в

Волге не отмечался (Жохов, Пугачева, 2001). Появление *N. skrjabini* в Волжских водохранилищах стало возможным с проникновением через межбассейновый канал брюхоногого моллюска *Lithoglyphus naticoides* (первый промежуточный хозяин трематоды), который мог быть перенесен с балластными водами судов или при транспортировке песка и гравия на открытых баржах при дноуглубительных работах. В Саратовском водохранилище моллюск зарегистрирован в 1993–1996 гг., его встречаемость и численность в этот период была достаточно низкой (Попченко, 1997).

Таблица. Вселенцы в составе паразитофауны налима Саратовского водохранилища

Паразит/локализация	Участок водохранилища	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
<i>Nicolla skrjabini</i> (Iwanitzky, 1928) кишечник	верхний	18,75	1–13	1,19
	средний	3 из 5	4–12	4,20
<i>Triaenophorus crassus</i> Forel, 1868 кишечник	средний	3 из 5	2–3	1,40

В настоящее время литоглиф широко расселился по всей прибрежной зоне Саратовского водохранилища (Михайлов, 2014), а также освоил устьевые участки основных рек-притоков Саратовского водохранилища (Сок, Самара, Чапаевка, Безенчук) (Курина, 2014), что дает возможность ожидать регистрацию трематоды в этих водоемах.

Заражение рыб чужеродным паразитом происходит через инвазированных бокоплавов, что обуславливает высокую зараженность именно рыб-бентофагов. В условиях Саратовского водохранилища трематода-вселенец зарегистрирована не менее чем у 11 видов рыб (Рубанова, 2015; Минеева, 2016; Рубанова, личное сообщение), основная роль в поддержании численности чужеродной трематоды принадлежит бычку-кругляку и бычку-головачу (*Gobiidae*), также вселенцам в водоем.

В среднем участке Саратовского водохранилища у налима зарегистрирован еще один чужеродный вид – цестода *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea), представитель арктического фаунистического комплекса. Долгое время ареал распространения вида включал верхнее и среднее течение, а также дельту Волги (Жохов, Молодожникова, 2007).

В настоящее время в исследованной части водоема регистрируется устойчивая натурализация чужеродного лентеца, что привело к возникновению качественно нового очага триенорфороза. Помимо налима, вид обнаружен у 3-х видов бычков сем. *Gobiidae* (дополнительные хозяева в цикле развития *T. crassus*) и щуки (дефинитивный хозяин).

Обнаружение цестод в кишечнике налима свидетельствует о значительной роли бычков в питании хищника. Однако паразитирование *T. crassus* у последнего является своеобразным «тупиком» для червей, поскольку полное созревание гельминта (с развитием яиц) возможно только в организме щуки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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.
- Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти: Бузони, 1998. 222 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.
- 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. Список паразитических Protozoa и Metazoa налима (*Lota lota*) // Паразитология. 2012. Т. 46, вып. 1. С. 34-61.

Курина Е.М. Распространение чужеродных видов макрозообентоса в притоках Куйбышевского и Саратовского водохранилищ // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 236-242.

Минеева О.В. Зараженность рыб Саратовского водохранилища чужеродным паразитом *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928) (Trematoda, Oprescoelidae) // Российск. журн. биологич. инвазий. 2016. № 2. С. 92-101.

Михайлов Р.А. Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(5). С. 1765-1772.

Определитель паразитов пресноводных рыб

фауны СССР. Т. 3. Л.: Наука, 1987. 583 с.

Попова О.А. *Lota lota* (Linnaeus, 1758) – налим // Атлас пресноводных рыб России. Т. 2. М.: Наука, 2003. С. 37-40.

Попченко В.И. Биологическое разнообразие донных беспозвоночных зарослей Саратовского водохранилища // В сб.: Проблемы биологического разнообразия водных организмов Поволжья. Материалы конф., посвящ. 85-летию со дня рожд. Н.А. Дзюбана / Под ред. В.И. Попченко, Е.А. Бычека. Тольятти, 1997. С 98-107.

Рубанова М.В. Фауна гельминтов уклеи *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) Саратовского водохранилища // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 4(5). С. 947-950.

Р.А. МИХАЙЛОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕСНОВОДНОГО МОЛЛЮСКА *Radix (Radix) auricularia* (LINNAEUS, 1758) ВДОЛЬ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЕКИ САМАРА

Гидробиологические исследования большинства водных объектов бассейна Нижней Волги проводились по различным группам водных животных, в том числе и представителей макрозообентоса. Однако, имеющиеся сведения по составу и распределению отдельных таксонов представителей пресноводных моллюсков реки Самара до настоящего времени остаётся мало изученными (Михайлов, 2014, 2017, 2018).

Пресноводные моллюски являются важным звеном экосистемы рек, выполняя в них разнообразные функции. Без их изучения невозможно комплексное исследование континентальных водоемов и решение таких важнейших практических задач, как профилактика трематодозов, оценка рыбохозяйственного значения водоемов (Минеева, 2016).

Radix (Radix) auricularia (Linnaeus, 1758) – пресноводный моллюск, распространен по всей Палеарктике. На территории России вид встречается почти повсеместно за исключением Крайнего Севера. (Vinarski, Kantor, 2016). Моллюск предпочитает участки рек с невысокой скоростью течения и водоемы с богатой водной растительностью. Как правило, обитает возле берега на глубине до 3 метров. Питается нежными обрастаниями на различных субстратах, потребляет в основном зеленые водоросли и простейшие (AnimalBase, 2018).

Река Самара – левый приток Саратовского водохранилища. Она берет начало на северных склонах Общего Сырта. Длина реки – 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 моллюсков для работы был проведен в ходе полевого исследования реки Самары вдоль продольного профиля на территории Самарской области. Всего было собрано и обработано 11 качественных и количественных проб на 11 станциях (рис. 1). Материал отбирался согласно стандартной площадной методике (Жадин, 1952; Руководство по гидробиологическому..., 1992) с использованием количественной рамки и гидробиологического сачка с ячейей 0.5–1 мм (длина ножа 0.2 м). 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.

Видовая принадлежность собранного материала определена по совокупности конхологических и анатомических признаков, анатомирование всех найденных особей проведено по стандартной методике (Круглов, 2005). Видовая номенклатура соответствует принятой в каталоге пресноводных моллюсков территории бывшего СССР Винарского и Кантора (Vinarski, Kantor, 2016).

Исследованные особи из р. Самара хранятся в коллекции пресноводных моллюсков Института экологии Волжского бассейна, г. Тольятти.

Для характеристики сообщества моллюсков применяли различные показатели: видовое богатство (S), численность (N, экз./м²), биомасса (B, г/м²). Для характеристики доминирующих видов применяли индексы: Палия-Ковнацки (численность, биомасса) (Палий, 1961; Kownacki, 1971). К доминирующим относили виды, численность и биомасса которых была выше 10%.



Рис. 1. Карта-схема района исследований с точками отбора проб:

а – общий вид; б – станции 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

В результате проведенных исследований по изучению пресноводных моллюсков в р. Самара установлено обитание 49 таксонов, относящихся к 12 семействам. В составе зарегистрированных видов 25 относятся к классу двустворчатых, а 24 к классу брюхоногих. В составе представителей брюхоногих моллюсков был найден в том числе – *R. (R.) auricularia*.

Этот вид был нами зарегистрирован на следующих станциях: 1, 7, 9, 10 и 11, что составляет 45% от всех исследованных участков (11).

Количественные показатели моллюска *R. (R.) auricularia* на исследованных станциях были различные и менялись в пределах от 1 экз./м² на ст. 11, до 16 экз./м² на ст. 1. Наибольшее количество особей этого вида на ст.1 связано наиболее благоприятными условиями на данном участке реки для их развития. Особенностью этого биотопа на станции можно выделить высокую площадь макрофитов и низкую скорость течения. Кроме того, особенностью найденных здесь моллюсков можно выделить – 12 особей вида в возрасте 1+.

Минимальное количество особей, найденное на ст. 11 вероятно связано с тем что она расположена в устьевом участке реки, в зоне впадения в Саратовское водохранилище. Здесь регулярно происходит процесс спада уровня 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 данных моллюсков.

Данная особенность этого участка реки в первую очередь влияет на возможность произрастания здесь макрофитов, которые являются важнейшим условием для развития представителей моллюска *R. (R.) auricularia*. Доля численности представителей этого вида в составе всех найденных пресноводных моллюсков на разных станциях изменялась от 0 до 15% (рис. 2).

Биомасса моллюска *R. (R.) auricularia* имеет похожую с показателями численности тенденцию вдоль продольного профиля р. Самара. Ее значения на станциях изменялись в пределах от 0.155 г/м² на 1 ст., до 24.636 г/м² на ст. 7. Максимальная биомасса вида на ст. 7 связана с высоким индивидуальным весом особей. В среднем вес одного моллюска *R. (R.) auricularia* составлял 3.45 г. Биомасса вида на ст. 1 была низкой, не смотря на самую высокую численность (12) среди всех исследованных станций. Это связано с большим числом найденных ювенильных

особей вида, средняя индивидуальная масса которых составляла всего 0.049 г. Вклад вида в общую биомассу моллюсков на разных станциях р. Самара изменялась от 0 до 16% (рис. 3).

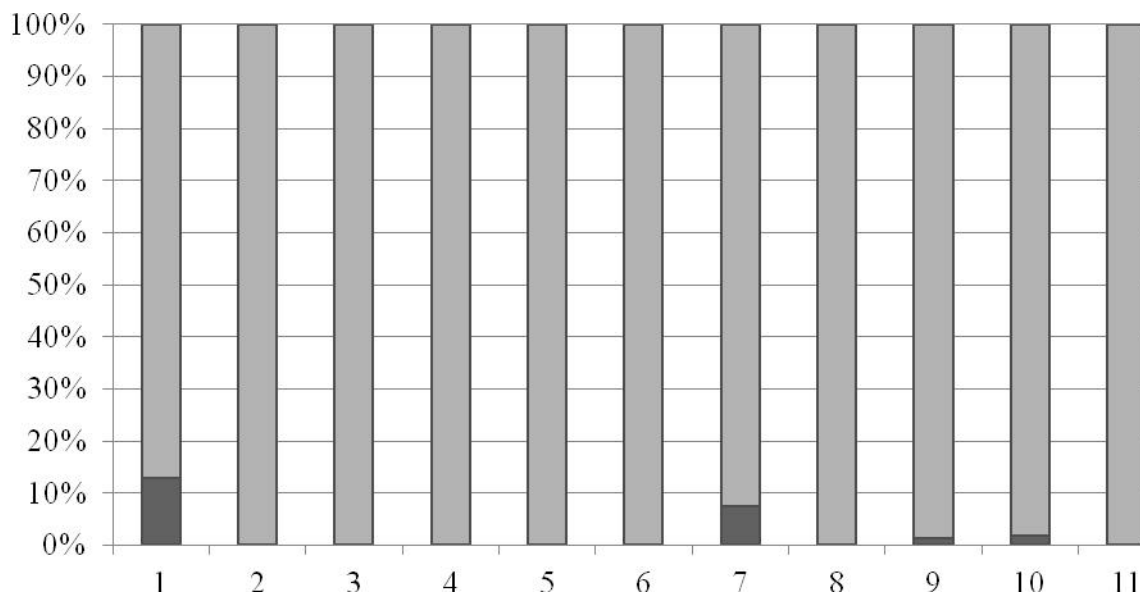


Рис. 2. Вклад в численность моллюска *R. (R.) auricularia* в составе малакофауны на станциях р. Самара

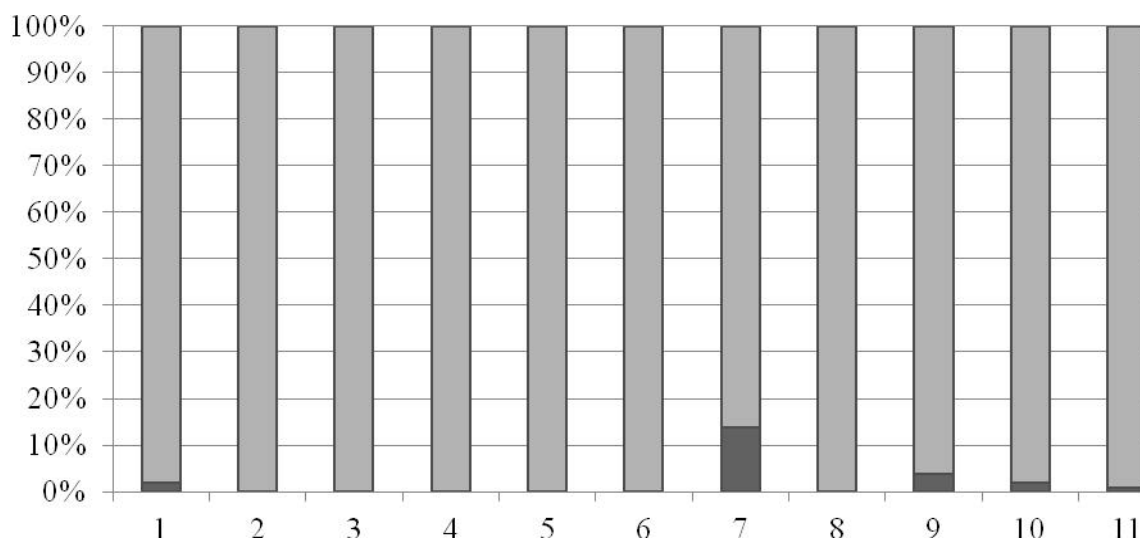


Рис. 3. Вклад биомассы моллюска *R. (R.) auricularia* в составе малакофауны на станциях р. Самара

Таким образом, в результате проведенных исследований по изучению моллюска *R. (R.) auricularia* в р. Самара нами вид был найден на 45% станций.

Количественные показатели моллюска имеют похожие тенденции на станциях реки. Численность была различна и менялась в пределах от 1 экз./м² на ст. 11, до 16 экз./м² на ст. 1. Биомасса изменялись в пределах от 0.155 г/м² на 1 ст., до 24.636 г/м² на ст. 7.

Вклад моллюска *R. (R.) auricularia* в общую численность моллюсков на станциях изменялась от 0 до 15%, по биомассе 0 до 16%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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, 2002. 174 с.
- Круглова Н.Д.* Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: СГПУ, 2005. 507 с.
- Минеева О.В.* Заражённость рыб саратовского водохранилища чужеродным паразитом *Nicolla skrjabini* (iwanitzky, 1928) (Trematoda, Opascoelidae) // Российск. журн. биол. инвазий, 2016. Т. 9, № 2. С. 92-101.
- Михайлов Р.А.* Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН, 2014. Т. 16, №5(5). С. 1765-1772.
- Михайлов Р.А., Винарский М.В.* К уточнению восточной границы ареала пресноводного моллюска *Stagnicola (Corvusiana) corvus* (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) // Nature Conservation Research. Заповедная наука, 2018. № 3(3). С. 01-06.
- Михайлов Р.А.* Малакофауна разнотипных водоемов и водотоков Самарской области. Тольятти, 2017. 103 с.
- Палий В.Ф.* О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. журн. 1961. Т. 60, вып. 1. С. 3-12.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 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.
- AnimalBase Project Group, 2005–2010. AnimalBase. Early zoological literature online. World wide web electronic publication. URL: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de> accessed. (дата обращения 30.06. 2018).
- Kownacki A.* Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra, Mts // Acta Hydrobiol, 1971. Vol. 13, № 2. Pp. 439-463.
- 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.

Н.С. МУЛДАГАЛИЕВА

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов, Россия

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ МУРАВЬЕВ РОДА
Formica s. str. (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)
В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. САРАТОВА**

Муравьи – основная группа природных сообществ, участвуя в почвообразовании, являясь опылителями, хищниками, потребителями семян и пади и источником пищи для других животных, они играют важную роль в экосистемах (Рябинин, Новгородова, 2013). Представители рода *Formica* являются обычными элементами фауны насекомых лесных биотопов (Красильников, 2017). В средней полосе России они играют значительную роль в лесных экосистемах в виду того, что муравьи рода *Formica* – облигатные доминанты муравьиных сообществ (Дмитриев, 2017), а также из-за относительно крупных размеров и многочисленности семей. Благодаря широте экологических характеристик муравьи – удобный модельный объект для изучения закономерностей антропогенных изменений биогеоценозов (Хоменко и др., 2008). В добыче муравьев как хищников-полифагов встречается свыше 130 видов беспозвоночных (Резникова, 1983). На территориях подвергающихся антропогенной нагрузке, отмечают сильное изменение состава добычи муравьев в сторону обеднения ее разнообразия и уменьшения количества (Голосова и др., 2006). Цель исследования: установление особенностей пищевого спектра муравьев рода *Formica*, обитающих в лесных биотопах, испытывающих на себе рекреационную нагрузку.

На протяжении летне-осеннего периода 2016–2018 гг были проведены наблюдения на двух муравейниках, расположенных в дубраве на территории природного парка «Кумысная поляна». Данный лесной массив испытывает сильную рекреационную нагрузку, ввиду того, что располагается в пешей доступности и служит местом отдыха населения города. Гнезда, служившие объектом наблюдения в 2016 г., на следующий год из-за их разорения обнаружены не были, поэтому для исследования в 2017 г. были выбраны два других муравейника, наблюдения за которыми были продолжены в 2018 г.

Пищевые объекты изымали в каждом муравейнике на протяжении часа. Сбор происходил в дневные часы. За время наблюдений было изъято 218 кормовых объектов (134 – в 2016 г.; 35 – в 2017 г.; 49 – в 2018 г.). Также во время наблюдений измеряли температуру приземного слоя воздуха.

За время наблюдений в числе добычи муравьев были зарегистрированы беспозвоночные из 12 таксономических групп, а также семенами растений. В основном они принадлежат к классу Insecta, и являются не крупными насекомыми из следующих отрядов: Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Orthoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Neuroptera и Dermaptera. Из других классов – мокрицы (класс Malacostraca, отряд Isopoda), пауки (класс Arachnida, отр. Aranei), многоножки (класс Chilopoda, отряд Lithobiomorpha), из класса малощетинковых червей (Oligochaeta) – дождевые черви (отряд Nematoda, сем. Lumbricidae). Количественное соотношение этих групп в пищевом спектре исследуемого вида представлено на рисунке. Немногим меньше половины спектра составляют насекомые из двух отрядов: перепончатокрылые (21,6%) и жуки (21,6%). Меньше приходится на двукрылых (12,4%), прямокрылых (8,7%) и чешуекрылых (8,3%). Оставшиеся семь групп составляют менее 15% добычи муравьев.

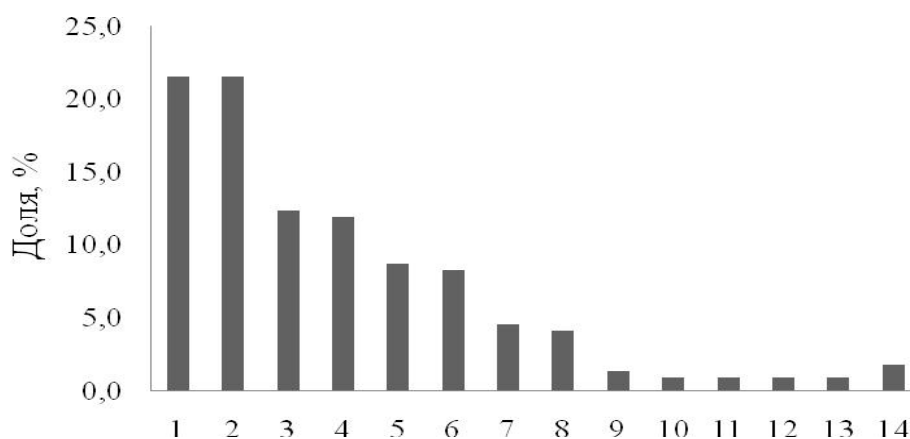


Рис. Соотношение разных групп в добыче *Formica* s. str.:

1 – перепончатокрылые; 2 – жесткокрылые; 3 – двукрылые; 4 – неопознанные объекты и их останки; 5 – прямокрылые; 6 – чешуекрылые; 7 – паукообразные; 8 – полужесткокрылые; 9 – сетчатокрылые; 10 – кожистокрылые; 11 – многоножки; 12 – мокрицы; 13 – дождевые черви; 14 – семена растений

В 2016 г. около 75% спектра состояло из насекомых из следующих пяти отрядов: Hymenoptera (23,9%), Coleoptera (22,4%), Diptera (13,4%), Orthoptera (9%) и Lepidoptera (8,2%).

В 2017 г. около 75% спектра пищи составляли насекомые из пяти отрядов: Hymenoptera (22,9%), Coleoptera (17,1%), Diptera (11,4%), Orthoptera (11,4%) и Hemiptera (11,4%).

В 2018 г. около 80% спектра занимают представители семи групп: Coleoptera (22,4%), Hymenoptera (14,3%), Lepidoptera (12,2%), Diptera (10,2%), Aranei (8,2%), Orthoptera (6,1%) и Hemiptera (6,1%). Таким образом, в основе рациона муравьев в разные года мы наблюдаем не существенную разницу.

Нельзя не отметить малочисленность приносимой добычи. В 2016 г. за час наблюдений было изъято в среднем 5,4 объекта, в 2017 г – 4,4 объекта, а в 2018 г – 4,1 объект. В то время как, ранее проведенные исследования в национальном парке «Хвалынский» установили, что в среднем за час наблюдений в гнездо доставляется более 30 особей беспозвоночных (Павлова и др., 2015). Следовательно, мы наблюдаем уменьшение более чем в шесть раз количества приносимой добычи по сравнению семьями муравьев, населяющими районы с меньшей антропогенной нагрузкой. Такое небольшое количество белковой добычи может говорить об уменьшении численности особей в муравьиных семьях на территории с высокой антропогенной нагрузкой. Так как белковая пища, а у муравьев это в основном различные беспозвоночные, составляет основу питания личинок (Длусский, Букин, 1986).

По данным ранее проведенных исследований в национальном парке «Хвалынский» в добыче муравьев рода *Formica* присутствуют насекомые (из 11 отрядов), пауки, мокрицы и кольчатые черви (Павлова, 2017). В лесах на территории Кузнецко-Салаирской горной местности у разных видов рода *Formica* в питании преобладают разные группы: представители отрядов двукрылые, полужесткокрылые и личинки насекомых (Радостева, 2017). Таким образом, заметного уменьшения разнообразия кормовых объектов в питание муравьев, обитающих в лесных массивах подверженных интенсивным антропогенным нагрузкам, не обнаружено.

За время наблюдений было зафиксировано, что после 18 часов при температуре воздуха 20–23°C активность муравьев падает, они появляются на поверхности муравейника, но не приносят в гнездо никакой добычи. В конце сентября при температуре воздуха 13–19°C муравьи перестают посещать кормовой участок, а только появляются на освещенной солнцем поверхности муравейника.

За время наблюдений в числе добычи были зарегистрированы беспозвоночные из 12 таксономических групп. Большая часть пищевого спектра представлена насекомыми из двух отрядов: перепончатокрылыми (21,6%) и жесткокрылыми (21,6%). Значительных различий в питании муравьев в разные годы не обнаружено. Установлено уменьшение количества добычи, приносимой в гнездо муравьями рода *Formica*, по сравнению с семьями, обитающими на охраняемых природных территориях. Данный факт может свидетельствовать об уменьшении численности и деградации муравьиных семей на территории с высокой антропогенной нагрузкой. Так же установлено время прекращения активности исследованных муравьев, приходящееся на конец сентября, температура воздуха в это время достигает 13–19°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голосова М.А., Мухина О.И., Тихоморова С.М. Пищевой спектр северного лесного муравья *Formica aquilonia* в биотопах с усиленной рекреацией // Лесной вестник. 2006. Вып. 2. С. 68-70.
- Длусский Г.М., Букин А.П. Знакомьтесь: муравьи! М.: Агропромиздат, 1986. 223 с.
- Дмитриев С.А. Поведение фуражиров-резидентов у муравьев рода *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) // XV Съезд Рус. энтомологич. Об-ва. Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г. Материалы съезда. Новосибирск, 2017. С. 154-155.
- Красильников В.А. Материалы к фауне муравьев (Hymenoptera, Formicidae) заповедника «Присурский» (Чувашская республика) // Науч. тр. гос. природного заповедника «Присурский». 2017. Т. 32. С. 159-163.
- Павлова Н.С., Аникин В.В., Рига Е.Ю. Особенности биологии муравьев (Hymenoptera, Formicidae) в Национальном парке «Хвалынский» (Саратовская область) // Изв. Саратовск. ун-та. Новая сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2015. Т. 15, вып. 4. С. 78-82.
- Павлова Н.С. Особенности питания муравьев рода *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) на территории национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) // XV Съезд Рус. энтомологич. Об-ва. Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г. Материалы съезда. Новосибирск, 2017. С. 377-378.
- Радостева А.П. Хищническая деятельность муравьев *Formica* s. str. (Hymenoptera, Formicidae) в Кузнецко-Салаирской горной местности // XV Съезд Рус. энтомологич. Об-ва. Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г. Материалы съезда. Новосибирск, 2017. С. 417-418.
- Резникова Ж.И. Межвидовые отношения муравьев. Новосибирск: Наука, 1983. 207 с.
- Рябинин А.С., Новгородова Т.А. Фауна муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Южного Зауралья России // Евразийск. энтомологич. журн. 2013. Т. 12, вып. 2. С. 161-166.
- Хоменко В.Н., Радченко А.Г., Макаревич О.Н. Мирмекофауна (Hymenoptera, Formicidae) степных заповедников Украины: зоогеографические аспекты // Вестн. зоологии. 2008. Т. 42, вып. 2. С. 105-113.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ЗООПЛАНКТОНЕ САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕД- НИКА (АКВАТОРИЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

Саралинский участок расположен на берегу Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища, ширина которого здесь достигает 40 км. Территория Саралинского участка расположена в междуречье Волги, Камы и Меши и представляет собой своеобразный полуостров, выдвинутый в водохранилище. Результаты многолетнего мониторинга физико-химических показателей воды в акватории Саралинского участка уже опубликованы (Унковская, 2018). Большой интерес вызывает таксономическая структура, уровень количественного развития планктонных беспозвоночных в зоне смещения Волги, Камы и Меши. Организмы зоопланктона, принимающие активное участие в процессах деструкции органического вещества, а также используются для оценки экологического состояния водных объектов, что позволяет выявить изменения, происходящие в водной среде, в том числе под воздействием антропогенных факторов (Андроникова, 1996; Протасов, 2004). Цель работы – изучить видовой состав и количественные показатели зоопланктона Саралинского участка Волжско-Камского заповедника (акватория Куйбышевского водохранилища).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в июле 2010 г. и августе 2018 г. на 2 станциях: 1 – Средний Кордон (Волжском отроге плеса (условно названных как район «р. Волга»), 2 – Мыс (место слияния р. Волги и Камы). Сбор проб зоопланктона осуществляли с помощью сети Джели (диаметр входного отверстия 12 см, с газом № 70), отбирали весь столб воды от дна до поверхности (три повтора) водоема. Пробы зоопланктона фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проб проводили по общепринятой методике (Методические рекомендации..., 1984). Для видовой идентификации беспозвоночных использовали (Боруцкий и др., 1991; Кутикова, 1970; Определитель ..., 2010). Расчеты ансамбля экологических параметров зоопланктона выполнены с применением модуля «FW-Zooplankton» (Болотов, 2012). Состояние зоопланктона оценивали по численности (N , экз./м³), биомассе (B , мг/м³), видовому богатству, коэффициенту Серенсена, индексам Шеннона (по численности (HN) и биомассе (HB)), сапробности Пантле-Букка (S), коэффициенту трофности (E). К доминирующим относили виды, численность и биомасса которых составляла $\geq 10\%$ от общей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период наблюдения в составе зоопланктона отмечено 43 вида зоопланктона, из которых Rotifera – 20 (47% от общего числа зарегистрированных видов), Cladocera – 14 (33%), Cyclopoida – 7 (16%), Calanoida – 2 (4%) (табл.).

В целом, видовой состав зоопланктона на разных участках водоема отличался умеренной степенью сходства (коэффициент Серенсена составил $\sim 48\%$). Минимальный показатель сходства (28%) отмечен на 2 станции между пробами 2010 и 2018 гг., где происходит слияния р. Волги и Камы. Максимальный показатель (74%) – между

1 (Средний Кордон) и 2 (Мыс) станциями, отобранными в 2018 г.

Таблица. Видовой состав и количественные показатели зоопланктона Саралинского участка Волжско-Камского заповедника (акватория Куйбышевского водохранилища)

Станция	Средний Кордон (р. Волга)				Мыс (место слияния р. Волги и Камы)			
	2010		2018		2010		2018	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rotifera / Показатель	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , мг/м ³	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , мг/м ³	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , мг/м ³	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , мг/м ³
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	5300	104,33	–	–	4900	96,46	–	–
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	–	–	593	5,48	–	–	–	–
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1776	3100	6,83	–	–	3200	7,05	–	–
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	3800	5,16	–	–	4600	6,25	–	–
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	–	–	3259	10,82	–	–	680	2,26
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	–	–	2963	1,54	–	–	120	0,06
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	–	–	–	–	–	–	40	0,21
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	5400	9,44	3407	5,96	3400	5,94	120	0,21
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886	3500	18,11	–	–	5600	28,97	–	–
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	8000	3,99	–	–	7500	3,74	–	–
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	4900	0,53	7407	0,81	4700	0,51	560	0,06
<i>Keratella irregularis</i> (Lauterborn, 1898)	–	–	7407	0,81	–	–	430	0,05
<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	4900	4,15	4938	4,18	4400	3,72	1760	1,49
<i>Keratella serrulata</i> (Ehrenberg, 1838)	–	–	–	–	–	–	1000	0,62
<i>Keratella testudo</i> (Ehrenberg, 1832)	–	–	13333	3,91	–	–	1040	0,30
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	840	0,35	4444	1,87	2300	0,97	1000	0,42
<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski, 1891)	–	–	2815	1,69	–	–	880	0,53
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	4500	23,85	–	–	5500	29,15	–	–
<i>Synchaeta tremula</i> (O.F. Müller, 1786)	5400	16,20	–	–	560	1,68	–	–
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	–	–	3556	0,91	–	–	–	–
Число видов коловраток	11		11		11		11	
Cladocera	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	460000	2,39	444444	2,31	410000	2,13	118000	0,61
<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	170000	0,88	–	–	280000	1,45	–	–
<i>Bosmina (Eu.) crassicornis</i> Lilljeborg, 1887	50000	0,26	–	–	65000	0,34	–	–
<i>Bosmina (Eu.) longispina</i> Leydig, 1860	280000	1,45	–	–	170000	0,88	–	–

Окончание таблицы

1	2		3		4		5	
<i>Bythotrephes crassicaudus</i> Lilljeborg, 1890	–	–	–	–	–	–	50	262,49
<i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1891)	–	–	–	–	–	–	12	155,53
<i>Chydorus ovalis</i> Kurz, 1875	–	–	–	–	–	–	240	1,61
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	–	–	15556	0,00	–	–	2040	0,000013
<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	22100	0,25	31852	0,37	25400	0,29	4080	0,047
<i>Daphnia (D.) galeata</i> Sars, 1864	–	–	23704	0,28	–	–	8400	0,098
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	–	–	1519	662,56	–	–	836	364,76
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	–	–	–	–	15000	0,0010	–	–
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	16900	0,00036	–	–	5000	0,0001	–	–
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	–	–	–	–	4100	0,0046	–	–
Число видов клadoцер	5		8		6		8	
Сопепода	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	200	0,82	–	–	1400	5,71	–	–
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars, 1863)	180	0,00091	–	–	60	0,00031	–	–
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	–	–	1185	0,003	–	–	4020	0,0092
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	260	0,00076	–	–	200	0,00058	–	–
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	15400	0,98	1185	0,076	11100	0,71	–	–
<i>Microcyclops varicans</i> (Sars, 1863)	–	–	–	–	16000	442,53	–	–
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	24000	1,53	2815	0,180	6200	0,40	300	0,019
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars, 1863	–	–	–	–	–	–	64	0,000041
<i>Heterocope caspia</i> Sars G.O., 1897	–	–	–	–	–	–	12	7,61
Сопеподит Calanoida	14300	75,71	6667	35,30	6400	33,88	880	4,66
Сопеподит Cyclopoida	83000	606,86	24444	178,73	25000	182,79	5080	37,14
Nauplii Calanoida	30400	5,68	5333	1,00	3200	0,60	920	0,17
Nauplii Cyclopoida	31400	5,56	39259	6,95	26000	4,60	8800	1,56
Число видов копепод	5		3		6		4	
ВСЕГО	1247780	895,31	652086	925,72	1116720	860,75	161364	842,52

Примечание: N – численность (экз./м³), B – биомасса (мг/м³), – – вид отсутствует

Средняя численность зоопланктона в период исследования в 2010 г. (~ 1182 тыс. экз./м³) была высокая по сравнению с 2018 г. (~ 406 тыс. экз./м³). Основу численности в 2010 и 2018 гг. составляли *Bosmina (Bosmina) longirostris*, также *B. (Eubosmina) coregoni*, *B. (Eu.) crassicornis*, *B. (Eu.) longispina*, науплиальные стадии Сопепода.

В среднем показатели биомассы были одинаковы между 2010 г. (~ 0,88 г/м³) и 2018 г. (~ 0,87 г/м³). Основу биомассы в 2010 г. составляли копеподитные стадии Сопепода, в 2018 г. доминировали *Leptodora kindtii*, *Bythotrephes crassicaudus* и

науплиальные стадий Copepoda, *Microcyclops varicans*.

Индекс Шеннона, характеризующий распределение обилия между видами в сообществе, изменялся, соответствуя мезо-эвтрофному статусу водоемов. В целом, показатели в 2010 г. ($HN = 1,98$; $HB = 1,41$) выше, чем в 2018 г. ($HN = 1,34$; $HB = 1,12$).

Величина коэффициента трофности 2010 ($E=3,31$) и 2018 ($E=4,28$) гг. рассчитанная для данного участка водохранилища, позволяет отнести к категории эвтрофных вод.

Значения индекса сапробности в 2010 г. ($S=0,89$) можно было отнести к олигосапробной (чистая питьевая вода), а уже в 2018 г. ($S=1,53$) данный участок относится к β -мезосапробной зоне (умеренно загрязненные воды).

Таким образом, отмечалась разница в видовом составе, показателях численности и биомассы зоопланктона между 2010 и 2018 гг. По величинам индексов видового разнообразия и сапробности зоопланктона Саралинского участка Волжско-Камского заповедника (акватория Куйбышевского водохранилища) соответствуют мезосапробным, а по коэффициенту трофности - эвтрофным водам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Болотов С.Э.* Модуль экологического анализа сообществ пресноводного зоопланктона «FW-Zooplankton» // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) № 2009617238 от 18.08.2012 г. 1 с.
- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С.* Определитель Calanoida пресных вод СССР. СПб.: Наука, 1991. 503 с.
- Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 742 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГОСНИОРХ, 1984. 33 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
- Протасов А.А.* Состав и распределение зоопланктона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. 2004. Т. 40, № 4. С. 35-44.
- Унковская Е.Н.* Физико-химическая характеристика Куйбышевского водохранилища в пределах акватории Саралинского участка Волжско-Камского заповедника // Тр. Волж.-Камс. гос. природ. зап.-ка. Казань, 2005. Вып. 6. С. 23-29.

О.В. МЯСНИКОВА, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

**ИЗУЧЕНИЕ ФИТОМАССЫ ПРУДОВ
НА УЛ. ВОРОНЕЖСКОЙ Г. САМАРЫ**

Процесс накопления фитомассы следует называть продуцированием, а итогом этого процесса является продукция. Свойство популяции, сообщества или водоема, выражающееся в определенной величине продукции, в гидробиологии называется продуктивностью. Упомянутый выше Международный терминологический комитет термин «продуктивность» (productivity) понимает значительно шире – им «обозначается совокупность процессов создания органического вещества, его накопления и трансформации, поглощения и прохождения энергии через эколого-биологические системы разных уровней» (Винберг, 1936).

В отечественную лимнологическую литературу термин «первичная продукция» в 1930-х гг. был введен Г.Г. Винбергом (1934, 1936). Ему же принадлежит приоритет в энергетическом подходе к изучению процесса биологического продуцирования (Винберг, 1960).

Отобранная фитомасса выражается в единицах сырого, воздушно-сухого и абсолютно сухого вещества на единицу площади – кг/м², ц/га, т/км².

Величина продукции растений оценивается по количеству органического вещества, производимому ими за определенное время на единицу площади. Обычно определяется чистая первичная продукция – общее количество органического вещества, производимое сообществом растений на единицу площади за определенное время, за вычетом потерь на дыхание и потребление гетеротрофными организмами. Фактически чистая первичная продукция макрофитной растительности представляет собой сумму биомассы и опада на единицу площади за определенное время (Папченков, 1985). В своей работе мы впервые для водоемов, находящихся в урбанизированных условиях, приводим сведения о фитомассе фитоценозов водных и воздушно-водных растений.

При описании фитоценозов составляется список макрофитов; для каждого вида отмечаются фенофаза и проективное покрытие, максимальная высота, количество побегов и их сырая биомасса. Для определения высоты, количества и биомассы растений, в пределах площадки описания закладываются 4 регулярно распределенные укусные площадки по 0,25 м² каждая (0,5 × 0,5 м) (Папченков, 1979), на которых у самого дна (если это гелофиты) и в пределах ограниченного рамкой столба воды (если это погруженные гидрофиты) срезаются все растения и, если возможно, выкапываются подземные органы. Каждый укус в отдельности разбирается по видам растений, подсчитывается число побегов (для кувшинковых и стрелолиста – число листьев и цветоносов), с точностью до 10 г взвешивается их сырая масса, измеряется высота наиболее развитых побегов. Все данные заносятся в бланк описания, где также отмечаются глубина воды и тип грунта на этом месте. Отобранные укусы сохраняются в качестве проб для их дальнейшего лабораторного исследования.

Небольшой размер укусных площадок позволяет взять большое число проб, что дает возможность при обработке данных использовать статистические методы анализа. В пределах площадки описания берутся 4 укуса с площади по 0,25 м², т.е. суммарно – с 1 м², только дробно, что позволяет более равномерно охватить описываемый ценоз и выявить характер распределения растений в нем (Распопов, Рычкова, 1963; Распопов, 1973).

На Нижнем пруду распространены сообщества рогоза узколистного, частухи

подорожниковой и рдеста Берхтольда. В таблице 1 приведены сведения о сыром и сухом весе растений, для растений рогоза указано число побегов, для частухи число соцветий и листьев. Всего сделано 10 укосов. Рогоз узколистый скашивался в незатопляемой зоне. Толстые побеги рогоза срезались ножом с площади 0,5 м². Водные растения скашивались со дна, для этого одна металлическая рамка опускалась на дно, другая фиксировала растения на поверхности. Растения роголистника темно-зеленого отбирались с разной глубины на резиновой лодке.

Таблица 1. Фитомасса фитоценозов Нижнего пруда на ул. Воронежской

Эдификатор формации	Число побегов (листьев/соцветий)	Сырой вес		Сухой вес	
		г/0,25 м ²	кг/м ²	г/0,25 м ²	кг/м ²
Рогоз узколистый	6	650	2,600	370	1,480
	10				
	12				
	16				
Частуха подорожниковая	31/2	210	0,840	55	0,220
	66/3				
	35/2				
	37/3				
Рдест Берхтольда	глубина до 50 см	30	0,12	3	0,012
	глубина 60 см	50	0,20	10	0,04
	глубина 70	60	0,24	7	0,28
	глубина 80 см	130	0,520	17	0,68
Роголистник темно-зеленый	Глубина 30 см	40	0,160	3	0,012
	Глубина 50 см	50	0,200	4	0,016
	Глубина 250 см	2 420	9,680	210	0,840
	Глубина 270 см	2010		200	

На Среднем пруду среди воздушно-водной растительности преобладают сообщества рогоза широколистного, тростника обыкновенного, ежеголовника ветвистого и камыша озерного. Нами сделано по одному укосу каждого фитоценоза и подсчитано число побегов и соцветий еще на трех площадках для каждого вида растений соответственно. Сведения о биомассе для 7 укосов занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Биомасса фитоценозов Среднего пруда на ул. Воронежской

Эдификатор формации	Число побегов (листьев/соцветий)	Сырой вес		Сухой вес	
		г/0,25 м ²	кг/м ²	г/0,25 м ²	кг/м ²
Рдест Берхтольда		50	0,200	10	0,04
Рогоз широколистный	6	1255	5,020	540	2,160
Ежеголовник ветвистый	18/6	1310	5,240	530	2,120
Тростник обыкновенный	18	300	1,200	150	0,600
Камыш озерный	52	1410	5,640	430	1,720
Рдест плавающий		515	2,060	50	0,200
Роголистник темно-зеленый		130	0,520	20	0,08

На Верхнем пруду нами сделано 8 укосов. Для рогоза узколистного и широколистного соответственно на трех площадках подсчитывалось число побегов и по одному укосу определялась фитомасса и сухой вес. Кроме того, на этом водоеме определялась фитомасса сообществ рясок (малой, ряски трехдольной и многокоренника обыкновенного), которые преобладают наряду с роголистником темно-зеленым в данном водоеме.

Таблица 3. Фитомасса фитоценозов Верхнего пруда на ул. Воронежской

Эдификатор формации	Число побегов (листьев/соцветий)	Сырой вес		Сухой вес	
		г/0,25 м ²	кг/м ²	г/0,25 м ²	кг/м ²
Рогоз широколистный	6	1010	4,04	210	0,840
Рогоз узколистный	6	710	2,840	360	1,440
Ряски	с глубины более 1 м	690	2,760	95	0,380
		720	2,880	110	0,440
		810	3,240	120	0,480
	с глубины до 1 м	290	1,160	45	0,180
		610	2,440	70	0,280
		400	1,600	55	0,220

Определение фитомассы воздушно-водных растений с учетом коэффициента 1,2 (Папченков, 2003) показало, что средняя сырая и сухая фитомасса соответственно составляет:

- рогоза узколистного – 3,408 – 1,728 кг/м².
- рогоза широколистного – 6,038 – 1,8 кг/м².
- тростника обыкновенного – 1,44 – 0,72 кг/м².
- ежеголовника ветвистого – 6,288 – 2,544 кг/м².
- камыша озерного – 6,768 – 2,064 кг/м².
- частухи подорожниковой – 1,08 – 0,264 кг/м².

Фитомасса водных растений рассчитывалась с учетом коэффициента 1,6 (Папченков, 2003), средняя сырая и сухая фитомасса равна:

- роголистника темно-зеленого – 0,624 – 0,128 кг/м².
- рдеста плавающего – 2,472 – 0,128 кг/м².
- рдеста Берхтольда – 0,166 – 0,064 кг/м².
- рясок – 3,75 – 0,528 кг/м².

Средние значения фитомассы, полученные в результате исследования могут быть использованы при оценке первичной продукции водоемов и интенсивности их зарастания, что позволит дать прогноз скорости зарастания водоемов и рекомендовать оптимальные сроки для очистки дна водоемов от чрезмерного развития высшей водной растительности, способствующей процессам заиления и заболачивания прудов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Винберг Г.Г.* Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. Сообщение 1 // Тр. Лимнологич. станции в Косине. 1934. Вып. 18. С. 5-24.
- Винберг Г.Г.* Некоторые общие вопросы продуктивности озер // Зоол. журн. 1936. Т. 15. С. 587-603.
- Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов. Минск: Изд. АН БССР, 1960. 330 с.
- Папченков В.Г.* К изучению сезонной

динамики накопления растительной массы гелофитов // Бот. журн. 1985. Т. 70, № 2. С. 208-214.

Папченко В.Г. Продукция макрофитов и методы ее изучения // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск: ОСО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 137-145.

Распопов И.М. Фитомасса и продукция

макрофитов Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л., Наука. 1973. С. 123-142.

Распопов И.М., Рычкова М.А. Биомасса некоторых группировок макрофитов Ладожского озера в сезонном аспекте // Гидробиология и ихтиология внутр. водоемов Латвийской ССР. Тр. Ин-та биологии. Рига, 1963. Т. 7. С. 177-182.

Э.С. НАСЫРОВА, Ю.А. БАЙДЮК

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ВОДОЕМОВ КАК ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В пределах города водоемы используются для удовлетворения нужд различных функциональных зон городского ландшафта, что обуславливает обширный спектр антропогенных воздействий: химическое, тепловое и биологическое загрязнение.

Учитывая, морфологические особенности водоемов и основные пути антропогенного воздействия предложены критерии для категорирования водоемов:

A – химическое загрязнение в результате хозяйственной деятельности человека;

B – тепловое загрязнение водоемов-охладителей ТЭЦ из-за сброса подогретых вод;

B – прорыв водоемообразующего элемента с последующим затоплением нижнего бьефа.

По степени геоэкологической опасности водоемы объединяются в группы:

1. *A* или *B* или *A+B*;
2. *A+B* или *B+B*;
3. *A+B+B*.

При этом наибольшую геоэкологическую опасность для населения представляют водоемы, включенные в 3 группу, т.е. подверженные химическому и тепловому загрязнению и имеющие подпорное гидротехническое сооружение. В работе геоэкологическая опасность водоемов рассмотрена как форма проявления последствий антропогенного воздействия, создающих угрозу для геосистемы. В соответствии с предложенными группами, мониторинг следует начинать с водоемов третьей группы и далее по мере снижения опасности.

Водоемы по степени химического загрязнения, независимо от количества проанализированных показателей в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82 разделяются на шесть классов: очень чистые, чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные и очень грязные. Например, на бессточном пруду Долгий (г. Уфа, Россия) проанализирована электропроводность воды (рис.) (Насырова, 2017).

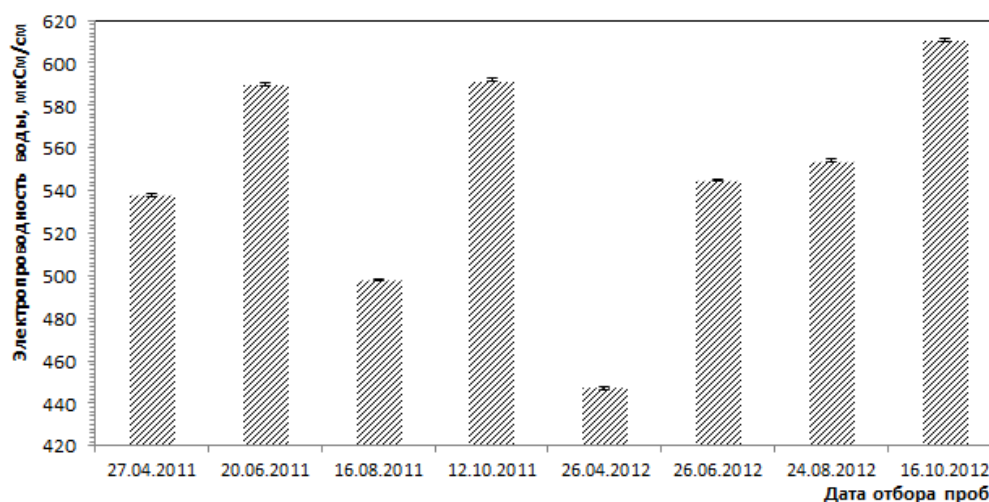


Рис. Изменение электропроводности воды в точке отбора проб № 5 пруда Долгий (2011–2012 гг.)

По полученным данным электропроводности пруд Долгий в основном классифицирован как загрязненный (500–1000 мкСм/см).

Критерием теплового загрязнения водоемов, в соответствии со СанПиНом 2.1.5.980-00, является повышение летней температуры воды в результате сброса сточных вод более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет. Однако, вышеприведенный документ не оценивает степень превышения температуры и не предоставляет критерии по классификации водоемов.

Например, пруд Теплый (г. Уфа, Россия) используется для сброса подогретых вод Уфимской ТЭЦ-2 (прямоточно-оборотная система водоснабжения) (Насырова, 2017). Поскольку гидропосты на водоемах в пределах города Уфа отсутствуют, то для сравнения летней температуры воды, сбрасываемой в пруд Теплый (2011–2012 гг.), фоновым объектом выбран пруд Долгий, который не подвержен тепловому загрязнению. Средняя температура воды прудов Теплый и Долгий в июне и августе (2011–2012 гг.) представлена в таблице.

Таблица. Средняя температура воды прудов Теплый и Долгий в летние месяцы (2011–2012 гг.)

Год	Пруд Теплый		Пруд Долгий	
	Июнь	Август	Июнь	Август
2011	26,9	29,2	20,2	23,3
2012	27,2	29,4	23,8	23,3

Как видно из таблицы 1, наблюдается превышение летней температуры воды пруда Теплый в результате сброса сточных вод более чем на 3 °С по сравнению со средней температурой воды пруда Долгий, что свидетельствует о тепловом загрязнении пруда Теплый из-за сброса подогретых вод Уфимской ТЭЦ-2. Также из таблицы 1 видно, что разность температур колеблется между 3 и 7 °С.

Однако остается открытым вопрос классификации водных объектов по степени теплового загрязнения. Например, в ИТС 20-2016 «Промышленные системы охлаждения» приводится подробная информация о воздействии изменений температурного режима водоема для рыб. В РД 153-34.2-21.144-2003 рассмотрен температурный расчет водоемов – охладителей. В соответствии со СНиП 2.04.03-85 (актуализированная редакция СП 32.13330.2012) возможно принять максимально возможную температуру сбрасываемых вод не более 30 °С.

При классификации водоемов, как объектов с гидротехническим сооружением (при наличии), следует придерживаться стандартных уровней безопасности: нормальный, пониженный, неудовлетворительный и опасный.

Таким образом, показано, что городские водоемы возможно классифицировать по качеству и по уровню безопасности образующего подпорного сооружения. В настоящее время, из-за ограниченности финансовых и трудовых ресурсов, выделяемых на мониторинг городских водоемов, предлагается исследовать в первую очередь водоемы 3 группы геоэкологической опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Насырова Э.С. Геоэкологическая оценка водоемов городских ландшафтов (на примере г.Уфа): дисс. ... канд. техн. наук. СПб., 2017. 247 с.

В.Н. НЕСТЕРОВ, О.А. РОЗЕНЦВЕТ, Е.С. БОГДАНОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТЕРГЕНТ-УСТОЙЧИВЫХ СТРУКТУР
КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН РАСТЕНИЙ ЭУГАЛОФИТОВ**

Растения галофиты, составляющие 2% от всех видов континентальной флоры, способны осуществлять полный жизненный цикл на почвах с высоким содержанием солей. Галофиты в процессе эволюции выработали специальные механизмы устойчивости, позволяющие им справляться с осмотическим, токсическим и окислительным стрессом, вызванным действием солей (Lokhande, Suprasanna, 2012). Известно, что механизмы адаптации живых организмов сопряжены с процессами, происходящими на биологических мембранах, играющих ключевую роль, как в структурной организации, так и в функционировании клеток (Геннис, 1997). Фундаментальной основой адаптации растений к солевому стрессу является способность клеток контролировать транспорт соли через мембраны (Розенцвет и др., 2017). Эугалофиты отличаются от других типов солеустойчивых растений тем, что способны накапливать соли внутри клеток. У данной группы растений потоки Na^+ и Cl^- из корней в листья, по сравнению с их потоками в других направлениях, являются преобладающими. В результате эти растения аккумулируют Na^+ и Cl^- в листьях и стеблях значительно больше, чем в корнях. Согласно современным представлениям, поступление Na^+ в растительную клетку осуществляется с помощью ионных каналов и транспортеров. Роль разных изоформ NHX антипортеров в осморегуляции, росте и развитии клетки в различных условиях среды активно исследуется. Антипортеры Na^+/H^+ перемещают ионы натрия против градиента электрохимического потенциала за счет протон-движущей силы, генерируемой H^+ -АТФазой. У некоторых галофитов гены, кодирующие эти белки, активны только в корнях, у других – в листьях, а у гликофитов активируются только при стрессе (Lv et al., 2012).

Все больше появляется сведений о том, что мембраны представляют собой мозаику дискретных микродоменов. Известно, что данные микродомены являются своеобразными областями мембраны, плавающими на поверхности фосфолипидного бислоя (Pike, 2006). Они устойчивы к действию детергентов, так как отличаются большой стабильностью и плотностью упаковки благодаря специфическому составу липидов, в сравнении с остальными участками мембран. Микродомены (или мембранные рафты или DRM (detergent-resistant membranes)) обогащены стеринами (СТ) и сфинголипидами/цереброзидами (ЦЕР).

Одной из первых функций микродоменов считалось участие в мембранном обмене (Lingwood, Simons, 2010). В настоящее время известно, что DRM, с которыми связаны конкретные классы белков, участвуют в широком спектре биологических процессов (Casas, 2012). Так, исследования мембран животных клеток показали непосредственное участие DRM в таких процессах как мембранная поляризация, клеточный транспорт и ответ на воздействие патогенов (Pike, 2006).

Далеко не все функции микродоменов известны, однако на основании существующих экспериментальных данных можно утверждать, что они регулируют биологическую активность клеточных и субклеточных мембран, а значит и клетки в целом (Casas, 2012; Lingwood, Simons, 2010; Mongrand et al., 2010). В ответных механизмах клетки на стресс участвует не только белки входящие в состав рафтов, но и липиды, являющиеся его основой (Нестеркина и др., 2018).

Целью работы было исследование качественного и количественного состава детергент-устойчивых структур мембран хлоропластов и митохондрий листьев эугаллофитов в условиях засоления.

В модельных экспериментах, проведенных в лаборатории экологической биохимии ИЭВБ РАН, исследовалось влияние засоления NaCl в концентрациях 0 (Контроль) и 1000 мМ на DRM хлоропластных и митохондриальных мембран фотосинтезирующих органов растений эугаллофитов *Suaeda salsa* (L.) Pall. и *Salicornia perennans* Willd. (сем. Chenopodiaceae). Хлоропласты и митохондрии являются органеллами, ответственными за энергетические процессы в растительной клетке. Методические приемы по выделению клеточных фракций, их DRM, экстракции и анализу липидов описаны ранее (Нестеров и др., 2017).

Было установлено, что рафтовые структуры клеточных органелл способны реагировать на засоление среды. При этом у *S. salsa* большой отклик был обнаружен у митохондриальных DRM: при 1000 мМ – на порядок увеличивалась доля растительного сфинголипида (СФЛ) в составе мембранных липидов МЛ. Хлоропластные DRM оказались более чувствительными к NaCl у *S. perennans*, чем у *S. salsa*. Так, в сравнении с контролем, при 1000 мМ NaCl 75% от состава мембранных липидов DRM пришлось на СФЛ. Необходимо отметить, что СФЛ является воскоподобным веществом, способным заполнять отверстия, разрывы в мембране, что снижает потерю воды, восстанавливает мембранную структуру, однако ухудшает и проницаемость мембраны.

Таким образом, DRM хлоропластных и митохондриальных мембран эугаллофитов реагируют на повышение засоленности среды, возрастанием доли рафтоспецифичных липидов, таких как СФЛ и ЦЕР. В целом, в общую картину биохимического состава DRM вносят вклад видовые особенности растений, а так же условия их произрастания.

Авторы выражают благодарность д.б.н. Озолиной Н.В., к.б.н. Нестеркиной И.С. (СИФИБР СО РАН) за помощь в освоении современных методов исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции. М.: Мир, 1997. 624 с.
- Нестеров В.Н., Нестеркина И.С., Розенцвет О.А., Озолина Н.В., Саяев Р.К. Обнаружение липид-белковых микродоменов (рафтов) и изучение их функциональной роли в хлоропластных мембранах галофитов // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476, № 3. С. 350-352.
- Нестеркина И.С., Озолина Н.В., Спиридонова Е.В., Гурина В.В., Нурминский В.Н., Третьякова А.В., Нестеров В.Н. Роль липидных рафтов в защитных механизмах растительной клетки // Сб. материалов Всерос. науч. конф. Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды. Иркутск, 2018. С. 554-548.
- Розенцвет О.А., Нестеров В.Н., Богданова Е.С. Структурные и физиолого-биохимические аспекты солеустойчивости галофитов // Физиология растений. 2017. Т. 64. № 4. С. 251-265.
- Cacas J-L., Furt F., Le Guedard M., Schmitter J-M., Bure C., Gerbeau-Pissot P., Moreau P., Bessoule J-J., Simon-Plas F., Mongrand S. Lipids of plant membrane rafts // Progress in Lipid Research. 2012. Vol. 5. Pp. 272-299.
- Lingwood D., Simons K. Lipid rafts as a membrane-organizing principle // Science. 2010. Vol. 347. Pp. 46-50.
- Lokhande V.H., Suprasanna P. Prospects of Halophytes in Understanding and Managing Abiotic Stress Tolerance. In: P. Ahmad and M.N.V. Prasad (eds.), Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change. Springer Science+Business Media, LLC, 2012. Pp. 29-57.
- Lv S., Jiang P., Chen X., Fan P., Wang X., Li Y. Multiple compartmentalization of sodium conferred salt tolerance in *Salicornia europaea* // Plant Physiol. Biochem. 2012. Vol. 51. Pp. 47-52.
- Mongrand S., Stanislas T., Bayer E.M.F., Lherminier J., Simon-Plas F. Membrane rafts in plant cells // Trends in plant science. 2010. Vol. 15. Pp. 656-663.
- Pike L.J. Rafts defined: a report on the keystone symposium on lipid rafts and cell function // J. Lipid Res. 2006. Vol. 47. Pp. 1597-1598.

Г.З. НУРУЛЛИНА

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗОН ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. КАЗАНИ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

Антропоэкологический кризис постепенно распространяется до планетарного масштаба. Многие годы человечество развивается по «ложному» сценарию: процесс глобализации неизбежно пагубно отражается на фундаментальных пластах структуры современного общества. Естественные ресурсы, по своей природе возобновляемые, постепенно утрачивают свою способность к этому. Целые экосистемы стали зависимы от действий и возможностей человечества восполнять, сохранять и грамотно их использовать с учетом постоянного роста потребления природных ресурсов (Безгодов, 2016).

К серьезной дестабилизации состояния экологии в основном приводят газы, обусловленные транспортной системой и деятельностью промышленных предприятий. Их влияние имеет значительное влияние на все компоненты урбосистемы. Пагубное действие загрязняющих веществ затрагивает также и зоны жилой застройки.

Газы, вредные для здоровья человека и нарушающие естественную жизнеспособность растений, концентрируются в воздухе. Воздушные слои перемешиваются и приводят к рассеиванию вредных веществ. Это приводит к разбавлению загрязненных слоев и снижению концентрации их в воздухе. Микроклимат застроенной территории значительно определяет среду жизнедеятельности человека. Замкнутая система зон жилой застройки и планировка большинства дворовых комплексов ограничивают действие процессов естественного обветривания, образуются застойные воздушные зоны.

Растения как биоиндикаторы высокочувствительны к различным видам антропогенных воздействий. В условиях урбанизированной среды трансформации подвержена морфоструктура растений, поэтому для оценки стабильности развития используют показатели флуктуирующей асимметрии (ФА) билатеральных морфологических признаков (Курбатова и др., 2004; Минакова и др., 2014, 2016, 2017; Minakova et al., 2014; Минакова, Галеева, 2015). Исследования проводились по методике, разработанной доктором биологических наук, членом-корреспондентом РАН В.М. Захаровым (2000). В качестве объекта для оценки состояния среды зоны жилой застройки г. Казани была выбрана листовая пластинка березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

В продолжение биоиндикационных исследований, выполняемых на кафедре биоэкологии, гигиены и общественного здоровья КФУ (Минакова и др., 2017) в данной работе изучено качество окружающей среды в зоне жилых застроек г. Казани. Измерения проводились по пяти билатеральным признакам. Анализ и подсчет показателей производился с помощью программ Bioindikation toolkit и Microsoft Excel.

Береза повислая, как широко распространенный и активно используемый в озеленении городской среды высокочувствительный вид, позволяет судить о стабильности развития качества среды и хорошо реагирует даже на кратковременные изменения состояния окружающей среды. Плотная застройка жилых кварталов, насыщенность придомовых территорий автомобильными парковками создают условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ и формированию специфических микроклиматических условий, влияющих на формирование качественного состава атмосферного воздуха в зоне жилых застроек г. Казани.

Результаты расчета коэффициента флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой представлены в таблице.

Таблица. Стабильность качества среды 2016 г.

Место сбора	Значение показателя асимметричности	Балл	Качество среды
ул. Рихарда Зорге 72, Приволжский район	0,059±0,01	5	Критическое состояние
ул. Карбышева 15, Советский район	0,054±0,02	4	Существенные отклонения от нормы
ул. Ботаническая 15, Вахитовский район	0,052±0,01	4	Существенные отклонения от нормы
ул. Достоевского 15, Вахитовский район	0,057±0,02	5	Критическое состояние
ул. Бари Галеева 3, Советский район	0,053±0,01	4	Существенные отклонения от нормы
Троицкий лес, Советский район	0,059±0,03	5	Критическое состояние
ул. Гаврилова 40, Ново - Савиновский район	0,047±0,01	3	Средний уровень отклонений от нормы
ул. Маршала Чуйкова 23, Ново – Савиновский район	0,047±0,01	3	Средний уровень отклонений от нормы
ул. Декабристов 131, Московский район	0,051±0,01	4	Существенные отклонения от нормы
ул. Светлая 19, Кировский район	0,049±0,01	3	Средний уровень отклонений от нормы

Полученные данные свидетельствуют о критическом состоянии среды в зонах жилой застройки, в целом по городу величина ФА превышает условную норму, а состояние среды варьирует в пределах от существенного отклонения от нормы до критического состояния.

Для оценки качества среды за весь период исследования ФА в зоне жилой застройки г. Казани (2014 и 2016 гг.) была изучена динамика индекса ФА (рис.). Исследования показали, что если в 2014 году отмечено пять точек, находящихся в критическом состоянии (ул. Рихарда Зорге 72, ул. Карбышева 15, Троицкий лес, ул. Маршала Чуйкова 23, ул. Светлая 19), то в 2016 году интегральный показатель флуктуирующей асимметрии, свидетельствующий о критическом состоянии среды, установлен в трех точках (ул. Рихарда Зорге 72, ул. Достоевского 15, Троицкий лес).

Сравнение значений на площадках наблюдения в 2014 и 2016 гг. позволило выявить тенденцию к улучшению качества окружающей среды и уменьшению числа площадок с критическим значением ФА. В целом, на большинстве наблюдаемых площадок к 2016 г. отмечено снижение показателей ФА, и, соответственно, улучшение качества окружающей среды. Исключение составляют площадки по ул. Ботаническая, ул. Достоевского, ул. Б. Галеева и ул. Гаврилова, на которых отмечено незначительное увеличение ФА.

Выявленные в результате исследования яркие отклонения от двусторонней симметрии позволяют судить о неблагоприятном состоянии урбосистемы, что имеет прямую зависимость с состоянием здоровья человека. Дальнейшее постепенное улучшение состояния экологии будет являться предпосылкой формирования полноценной социоприродной системы (Бабурин и др., 2011).

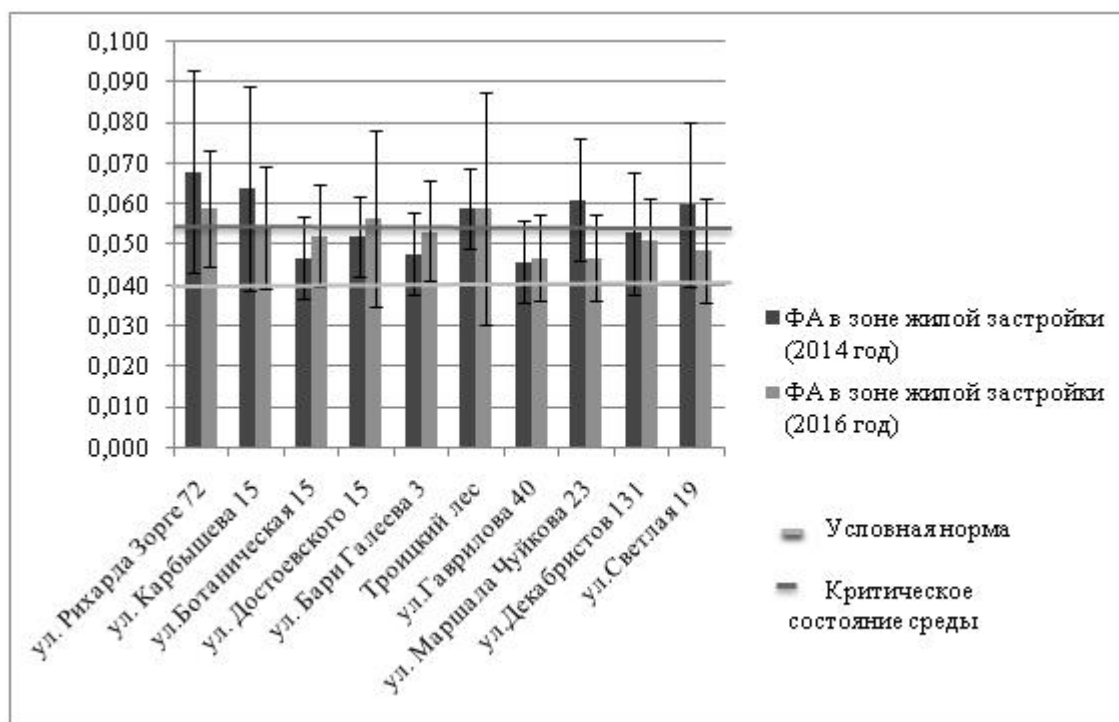


Рис. Динамика индекса ФА (2014 и 2016 гг.)

Выводы

1. Полученные данные свидетельствуют о критическом состоянии среды в зонах жилой застройки, в целом по городу величина ФА превышает условную норму, а состояние среды варьирует в пределах от существенного отклонения от нормы до критического состояния. Усредненные значения ФА за период наблюдения (2014 и 2016 гг.) в зоне жилой застройки указывают на незначительное снижение ФА (в 2014 г. (0,056), в 2016 г. (0,053)).

2. Сравнение ранжированных значений на площадках наблюдения в 2014 и 2016 гг. позволило выявить тенденцию к улучшению качества окружающей среды и уменьшению числа площадок с критическим значением ФА (пять площадок в 2014 г. и три площадки в 2016 г.). В целом, на большинстве наблюдаемых площадок к 2016 г. отмечено снижение показателей ФА, и, соответственно, улучшение качества окружающей среды. Исключение составляют площадки по ул. Ботаническая, ул. Достоевского, ул. Б. Галеева и ул. Гаврилова, на которых отмечено незначительное увеличение ФА. В целом по г. Казани отмечено улучшение качества среды, обусловленное проведением ряда природоохранных мероприятий: посадкой зеленых насаждений в рамках программы «Зеленый рекорд», оснащением источников выбросов системами улавливания и рекуперации паров моторного топлива, строительством новых дорожных развязок, подземных и наземных переходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин С.Н., Мунтян М.А., Урсул А.Д. Глобализация в перспективе устойчивого развития. М.: Магистр: ИНФРА-М, 2011. 6 с.

Безгодов А. Планетарный проект: от устойчивого развития к управляемой гармонии. СПб.: Питер, 2016. 272 с.

Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. М.: Центр экологич. политики России, 2000. 68 с.

Курбатова А.С., Башкин В.Н., Касимов Н.С. Экология города: Уч. пос. для вузов. М.: Научный мир, 2004. 624 с.

Минакова Е.А., Шлычков А.П., Галеева А.З., Батрова С.Ф. Оценка состояния урбосистемы г. Казань по гомеостазу развития (на примере березы повислой // Сб. материалов Международ.й науч.-практич. конф. «Устойчивое развитие регионов: опыт, проблемы, перспективы». Казань: АН РТ, 2017. С. 79-83.

Минакова Е.А., Шлычков А.П., Никитина Е.В., Минлебаева Р.А. Оценка состояния воздушного бассейна урбосистемы г. Казань с применением методов биоиндикации // Научно-методич. информацион. журн. «Вестник НЦ БЖД» № 1 (19). Казань, 2014. С. 110-115.

Минакова Е.А., Галеева А.З. Биоиндикационный подход к оценке антропогенной трансформации придорожных полос урбосистемы г. Казань // Материалы Всерос. науч.-практич. конф., посвящ. памяти проф. А.И. Золотухина «Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем». Саратов, 2015. С. 178-180.

Минакова Е.А., Шлычков А.П., Ивашкина И.В. Применение фитомониторинга для оценки качества окружающей среды крупных урбосистем Республики Татарстан // Проблемы региональной экологии. 2016. № 1. С. 5-11.

Minakova E.A., Shlychkov A.P., Latypova V.Z. Studying of processes of formation of quality of surface water in modern conditions of climate change // 14th SGEM GeoConference on Ecology, Economics, Education And Legislation, SGEM 2014 Conference Proceedings, Albena, Bulgaria, 17-26 June 2014. Vol. 2. Sofia: STEF92 Technology, 2014. Pp. 641-649.

В.О. ОВЧИННИКОВ

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

**АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ
ПОКРОВ НИЖНЕЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ РЕКИ СОК**

Современный этап взаимодействия общества и природы характеризуется наличием определенной напряженности между ними. Недаром еще в 1992 году на международной конференции по проблемам окружающей среды в Рио-де-Жанейро ее участники выдвинули лозунг – «Биосфера в опасности!». Наступивший XXI век мировым сообществом назван «столетием окружающей среды».

Широко распространенным выражением в литературе последних десятилетий является термин антропогенное влияние. По определению Б.А. Быкова (1983), это нарушение состава и структуры экосистем в результате хозяйственной деятельности человека. При этом ускоряются процессы изменения растительного покрова. В конечном итоге они могут привести к полному уничтожению растительности, к утрате естественной растительности, т.е. к его «синантропизации» (Горчаковский, 1979).

Глобальную опасность представляет все увеличивающийся дефицит пресной воды. Источником водоснабжения г.Самара в основном является р.Волга, состояние которой зависит и от ее притоков.

Напряженность современной ситуации на реках заметно обостряется в связи с тем, что антропогенное влияние проявляется не в природосберегающем аспекте (Калиниченко, 1992). А между тем чистота воды и состояние растительного покрова прямо связаны друг с другом. Происходящая эксплуатация природы, вырубка лесов, сведение лугов и другие виды ее прямого уничтожения усиливают водную эрозию, усугубляя экологическую ситуацию.

Главную роль в процессе самоочищения природных водоемов играют высшие водные растения. Под самоочищением понимается комплекс взаимодействия физических, химических и биологических процессов, в результате которых качество и химический состав приходят к первоначальному равновесию (Кокин, 1982). Заросли прибрежно-водных и водных растений являются своеобразными фитофильтрами. Их побеги и корни механически задерживают минеральные и органические взвеси, волокна, коллоиды, суспензии, эмульсии, а растворенные в воде биогенные, минеральные, органические и токсические вещества в больших количествах поглощаются, трансформируются и инактивируются в растительных тканях, затем аккумулируются в надземной и подземной биомассе растений. Под влиянием этих факторов увеличивается прозрачность воды, а минерализация ее резко снижается (Короткевич, 1982).

Следует отметить, что крупные макрофиты, затеняя поверхность воды и поглощая биогенные вещества, являются мощными антагонистами сине-зеленых водорослей в борьбе за питательные вещества и подавляют их развитие. Кроме того, высшая водная растительность ускоряет процессы самоочищения воды от нефти. Исследования показали, что при концентрации нефти 1 г/л пленки на поверхности воды без растений исчезали на 28–32 день, в то время как в присутствии водных растений – на 5–10 день.

Имеются также данные, что воду от загрязнения предохраняют и прибрежные лесные сообщества. Мутность водного потока после прохождения через лесную полосу шириной 30 м уменьшается в 100 раз (Артамонов, 1986), а при прохождении загрязненной пестицидами ливневой воды через лесные насаждения концентрация гексохлорида, хлорофоса и аминной соли 2,4Д уменьшается в 1,5–5 раз (Калиниченко, 1992).

Наконец, выделяемые многими высшими водными и прибрежно-водными растениями фитонциды обладают бактерицидными свойствами и обеспечивают обеззараживание воды.

Исследуемая нами территория (река Сок в нижнем течении) примыкает к г. Самара и является урбанизированной. Здесь прослеживается влияние разнообразных форм хозяйственной деятельности. Вода в реке загрязнена. Источники загрязнения многочисленны. В первую очередь оно вызывается поступлением в водоток сточных вод, бытового и промышленного мусора. Вторым фактором является поступление минеральных удобрений, смываемых с полей.

Мониторинговые исследования показывают, что в водотоке реки содержатся органические соединения, нефтепродукты, фенолы, соединения меди, хлорорганические пестициды (Зеленевская, 2001). Особенно это проявляется в ее нижнем течении, где концентрации загрязняющих веществ намного превышает предельно допустимые значения, и естественные процессы самоочищения не справляются со своей задачей. Химические соединения, попавшие в воду, нарушают метаболизм и непосредственно влияют на рост и развитие прибрежно-водных и водных растений.

Известно, что надводные и погруженные растения, адсорбируя химические вещества из водной среды, накапливают их в своих клетках (Короткевич, 1982). Они извлекают из воды и грунта не только необходимые им биогенные элементы, но и соли тяжелых металлов (железо, медь, цинк, свинец, хром), синтетические поверхностно-активные вещества, различные ядохимикаты (гербициды, инсектициды, фунгициды, пестициды). недалеко от устья содержание тяжелых металлов превышает 5–10 ПДК.

Кроме этого, растения-гидрофиты способны поглощать многие органические соединения (фенолы, альдегиды, кетоны, спирты, нафтены и др.). Следует отметить, что повышение концентрации многих веществ вызывает угнетение процесса фотосинтеза и задержку роста (Кокин, 1982). Напротив, нефтяное и фенольное загрязнение вызывают повышение яркости окраски, увеличение прироста и количества побегов (камыш) и в целом биомассы (элодея, роголистник). Кроме того, растения служат пищей различным животным и поэтому аккумулируемые ими химические вещества передаются далее по трофическим цепям, в состав которых входит и человек. Следовательно, создается реальная угроза токсического воздействия этих веществ на организм человека и природные биоценозы.

К накоплению избыточного количества химических веществ в водоемах причастно и сельское хозяйство, тем более, что бассейн реки характеризуется сильным сельскохозяйственным освоением. Нередко распашка склонов приводит к усилению эрозии почвы и заилению водоемов (Ильина, Игаева, 1983; Ильина и др., 2019). В результате длительного и постоянного сенокосения, выпаса скота изменяется видовой состав пойменных лугов, следовательно, нарушаются биоценотические связи, теряется их хозяйственная ценность (Тимофеев, 1971; Ильина, 2014, 2018). Например, из литературных источников известно, что выпас скота способствует остепнению, а сенокосение – олуговению травостоя.

Чрезмерный забор воды на орошение и другие хозяйственные нужды приводит к количественному истощению водных ресурсов и заиливанию реки. На исследуемом нами отрезке поймы встречены несанкционированные насосные установки.

Антропогенную эвтрофикацию водоемов вызывает повышенное содержание биогенных веществ, причем 15% из них попадает в водоемы в результате смыва удобрений с сельскохозяйственных земель, а 85% – в результате несовершенства существующих технологий в коммунальном хозяйстве, промышленности и животноводстве (Алекин и др., 1983). В конечном счете происходит массовое развитие сине-зеленых водорослей, которое проявляется в «цветении воды» во второй половине лета. Подобные явления наблюдались нами практически на всей исследуемой территории.

Еще одним существенным фактором антропогенного влияния на реку является маломерный моторный флот и рекреация (Ильина, Спиридонова, 2013; Ильина, Митрошенкова, 2018). Чрезмерное использование моторных лодок с неотрегулированными двигателями привело к загрязнению воды нефтепродуктами. Под термином «рекреация» подразумевается активный отдых людей, а в настоящее время он еще подразумевает и негативные последствия этого отдыха. В летние месяцы характерен большой наплыв отдыхающих, что приводит к быстрому разрушению травяного покрова, уплотнению и загрязнению почвы, изменению ее свойств, гибели кустарников и деревьев и в целом к изменению растительного покрова.

Некоторые виды растений целенаправленно уничтожаются населением – кубышка желтая, мята полевая, ирис водный активно собираются.

Все выше перечисленные факторы непосредственно повлияли на состояние растительности в нижней части долины р. Сок. Нами отмечены многочисленные случаи деградации естественных растительных сообществ и замена их на рудеральные группировки, состоящие из крапивы двудомной, конопли посевной, пустырника пятилопастного, горца птичьего и даже карантинных сорняков (дурнишник обыкновенный, амброзия трехраздельная, циклахена дурнишниковидная). Перечисленные виды достаточно распространены на исследуемой территории, часто занимают значительные площади. При этом меняется даже структура ландшафта, на месте естественных природных комплексов формируются непривлекательные рудеральные пространства. Распространению рудеральной флоры способствует сам человек и результаты его деятельности.

Антропогенный пресс в районе исследования продолжает усиливаться, что объясняется близостью крупного промышленного города. Деградация наземных и водных фитоценозов, массовая синантропизация флоры, широкое распространение рудеральных группировок и далее будут приводить к утрате защитных функций растительного покрова и изменению экологической обстановки в регионе в целом, если отношение к природе не изменится. Для предотвращения этого негативного явления необходимо строгое регламентирование всех форм хозяйственного использования территории, соблюдение норм природоохранного законодательства, реконструкция существующих и строительство новых очистных сооружений, восстановление древесно-кустарниковой и луговой растительности в 200-метровой водоохраной зоне по обоим берегам реки.

Выражаю благодарность за консультации в ходе проведения исследований профессору СГСПУ В.В. Соловьевой и научному руководителю, доценту В.Н. Ильиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекин О.А., Драбкова В.Г., Коплан-Дикс И.С. Проблема эвтрофирования континентальных вод // Антропогенное эвтрифирование природных вод. Материалы 3-го Всесоюз. симпоз. АН СССР. М., 1983. С. 28-35.

Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. М., Наука, 1986. 172 с.

Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1983. 216 с.

Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Бот. журн. 1979. Т. 64, № 12. С. 1697-1713.

Зеленевская Н.А. Мониторинг фитопланктона притоков саратовского водохранилища в 1995-2000 гг // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: тез. докл. Международ. науч. конф. Тольятти, 2001. С. 87.

Ильина В.Н. К изучению луговой растительности в бассейне Средней Волги // Карельск. науч. журн. 2014. № 3 (8). С. 115-118.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность флоры Матрюковских озёр (Самарская область) // «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – б»: Материалы международ. конф., приуроченной к 35-летию ИЭВБ РАН и 65-летию Куйбышевск. биол. станции / отв. ред. Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: Анна, 2018. С. 116-118. DOI: 10.24411/9999-002A-2018-10045

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 Международ. конф. Самара; Тольятти, 2018. С. 105-112.

Ильина В.Н., Соловьёва В.В., Митрошенкова А.Е. Ботаническое краеведение: Уч. пос. Самара, 2019. 220 с.

Ильина В.Н., Спиридонова А.К. Современное экологическое состояние реки Падовка // Экологич. сб. 4: Тр. молодых ученых Поволжья. Всерос. науч. конф. с международ. участием / Под ред. проф. С.В. Саксонова. Тольятти, 2013. С. 46-51.

Ильина Н.С., Игаева Н.И. Влияние антропогенных факторов на растительный покров овражно-балочных систем // Сложение и динамика растительного покрова: Межвуз. сб. науч. трудов. Куйбышев, 1983. С. 107-118.

Калиниченко Н.Т. Защита малых рек. М., Экология, 1992. 354 с.

Кокин К.А. Экология высших водных растений. М., Изд-во МГУ, 1982. 160 с.

Короткевич П.Г. Роль растений в охране водоемов. М.: Знание, 1982. 64 с.

Тимофеев В.Е. Эколоморфологические типы пойм и структура растительности речных долин бассейна Средней Волги // Ботаника и сельское хозяйство. Уч. зап. КГПИ, вып. 85. Куйбышев, 1971. С. 3-30.

Т.В. ОСИПОВА, В.П. ЮНИНА

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия

**РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ
ДОЛИННЫХ ЗАНДРОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

В последнее время в связи с бурным развитием промышленности и урбанизацией территории все большее значение для общества приобретают рекреационные функции леса. Рекреационные функции леса – это комплекс положительного воздействия леса и лесной обстановки на состояние здоровья людей, зависящий прежде всего от лесорастительных условий и природных эколого-биологических особенностей лесного фитоценоза (Большаков, 2006). Использование лесных насаждений в целях рекреации должно в полной мере удовлетворять потребности населения, не вызывая значительного повреждения природных комплексов и уменьшения биологического разнообразия лесных экосистем.

Влияние рекреации на живую природу зависит от ее форм, объема, рекреационной нагрузки и характера природных систем. Воздействие рекреантов вызывает: пожары из-за небрежного обращения с огнем; механическое повреждение и уничтожение деревьев, подроста, кустарника, травяного и мохового покрова; селективное уничтожение отдельных видов; вытаптывание, истощение почвы, нарушение ее структуры и эрозию; снижение полноты древостоев, их продуктивности, ухудшение состояния лесовозобновления; захламление и загрязнение леса трудноразлагаемыми отбросами и нечистотами (Казанская и др., 1970).

Весомым сегментом рекреационного природопользования становится вовлечение в рекреационный оборот системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), ведущей функцией которых выступает консервация естественных ландшафтов. Вместе с тем, природные ресурсы ООПТ являются мощным рекреационным аттрактором, и их актуализация может иметь значительный социальный и экономический эффект (Яковенко, 2015).

Нами исследована рекреационная динамика лесных экосистем охраняемых природных территорий, расположенных на долинном зандре и надпойменных террасах долины р. Волги в пределах Воротынского района Нижегородской области. Были заложены 5 модельных полигонов: «Рябинки» – в сосняке на долинном зандре, «Рыжан» – в березняке на долинном зандре, «Каменка» – в сосняке на третьей надпойменной террасе, «Щукино» и «Целинный» – в сосняках на второй надпойменной террасе. Всего обследовано 47 пробных площадей размером по 400 м².

Модельная территория обладает рекреационной аттрактивностью вследствие высокого процента лесистости (до 70%) и расположения на берегу Чебоксарского водохранилища, водами которого затоплена пойма и часть первой надпойменной террасы долины Волги. Здесь имеются базы отдыха, а рекреанты приезжают из различных регионов, включая Московскую область. Кроме рекреационной дигрессии, нарушения состояния экосистем вызваны рубками и лесными пожарами. В связи с интенсивным антропогенным прессингом возникает необходимость регулирования рекреационной деятельности. Потенциальная устойчивость экосистем к рекреации довольно низкая, что связано с низкой трофностью местообитаний: преобладанием малопродуктивных и неустойчивых к механическому разрушению песчаных отложений с дефицитом почвенно-грунтового увлажнения.

Для выявления рекреационной динамики лесных экосистем использовались следующие показатели: индекс состояния древесных насаждений (Воронцов и др., 1991), стадии дигрессии (Ибрагимов, Воронцов, 1990), коэффициент рекреационной измененности (Эмсис, 1989).

В исследованных лесных массивах преобладают экосистемы второй стадии рекреационной дигрессии.

С помощью индекса состояния древесных насаждений удобно учитывать ослабление, усыхание, поврежденность, сохранность лесной среды на основе данных традиционного пересчета деревьев по категориям состояния и ступеням толщины с оценкой пораженности их насекомыми, грибами и другими факторами неблагоприятного воздействия (Воронцов и др., 1991). По величине индекса состояния экосистемы полигонов относятся ко второму классу устойчивости (насаждения с нарушенной устойчивостью). Таким образом, древесные насаждения исследованных экосистем пока еще незначительно изменены.

Коэффициент рекреационной измененности базируется на оценке множества признаков повреждений лесных экосистем под действием рекреационного использования. В число признаков входят доля площади с растениями, не свойственными данному типу леса; доля площади с оголенным минеральным горизонтом почвы; доля площади с оголенной почвообразующей породой; степень нарушенности подроста; степень нарушенности подлеска; степень оголенности корней; степень механического повреждения деревьев; степень загрязненности бытовыми отходами; наличие кострищ, пикников, мест разбивки палаток (Эмсис, 1989). Минимальные значения коэффициента выявлены на полигоне «Рябинки» ($0,5 \pm 0,06$), а максимальные – на полигоне «Рыжан» ($1,2 \pm 0,09$) вследствие интенсивного рекреационного прессинга.

Применялась также интегральная оценка с использованием обобщенной функции желательности (ОФЖ), куда входили такие показатели как фаутность, мощность лесной подстилки и гумусового горизонта, стадии рекреационной дигрессии, индекс состояния древесных насаждений, коэффициент рекреационных изменений, густота подроста и подлеска, индекс видового разнообразия Шеннона, средний прирост древостоя и видовое богатство напочвенного покрова. Данная методика позволяет объединить разноразмерные показатели и, используя шкалу Харрингтона, дать оценку состоянию лесных экосистем (Гелашвили и др., 2014; Harrington, 1965). Значения ОФЖ варьируют от $0,54 \pm 0,04$ (удовлетворительное состояние) на полигоне «Рыжан» до $0,69 \pm 0,03$ (хорошее состояние) на полигоне «Каменка». В результате оценки современного состояния лесных экосистем выявлено, что лесной массив «Рыжан» имеет самую ярко выраженную рекреационную динамику, что доказывается высоким значением коэффициента рекреационной измененности, большим процентом фаутных деревьев, второй стадией рекреационной дигрессии, низкой густотой подроста и низким видовым богатством. Кроме рекреационного воздействия экосистемы здесь подвергались лесным пожарам 1972 и 2010 гг.

Для сравнения степени сходства видового состава напочвенного растительного покрова биоценозов используется индекс Сёренсена (Розенберг, 1999) и оценка β -разнообразия видового богатства при помощи меры Уиттекера (Уиттекер, 1980).

В результате сравнения степени сходства видового состава напочвенного растительного покрова биоценозов с помощью индекса Сёренсена наибольшее сходство наблюдается между лесными массивами «Каменка», «Щукино» и «Целинный» вследствие элиминации различий растительного покрова рекреационным прессингом. Наименьшее сходство со всеми лесными экосистемами наблюдается у наиболее антропогенно измененного полигона «Рыжан».

На основе оценки β -разнообразия видового состава при помощи меры Уиттекера, выявлено, что наиболее схожими являются лесные массивы «Щукино» и «Целинный» с

близкими эдафическими условиями, а менее схожим со всеми остальными полигонами является лесной массив «Рыжан» (табл.).

Таблица. Мера β -разнообразия Уиттекера видового состава напочвенного покрова лесных экосистем

Полигоны	«Каменка»	«Щукино»	«Целинный»	«Рябинки»	«Рыжан»
«Каменка»	0				
«Щукино»	2,4	0			
«Целинный»	2,2	1,7	0		
«Рябинки»	2,7	2,2	1,8	0	
«Рыжан»	3,2	2,8	2,5	2,7	0

Исходя из оценки современного состояния, можно заметить, что прослеживается четкая связь между измененностью компонентов экосистем и интенсивностью рекреационной деятельности, особенно ярко проявляющаяся в экосистемах с низкой потенциальной устойчивостью. Это подтверждается состоянием экосистем лесного массива «Рыжан». Однако, особенности рекреационной динамики различны в экосистемах природных комплексов, отличающихся трофностью и влажностью местообитаний. Рекреационная элиминация наблюдается преимущественно на первой и второй стадиях дигрессии и лишь в напочвенном растительном покрове.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Большаков Н.М.* Рекреационное лесопользование. Сыктывкар, 2006. 312 с.
- Воронцов А.И., Мозолева Е.Г., Соколова Э.С.* Технология защиты леса. М.: Учебник для вузов. Экология, 1991. С. 306.
- Гелашивили Д.Б., Снегирева М.С., Солнцев Л.А., Зазнобина Н.И.* Экологическая характеристика Приволжского федерального округа на основе обобщенной функции желательности // Поволжск. экологич. журн. 2014. С. 130-138.
- Ибрагимов А.К., Воротников В.П.* О рекреационной деградации лесов пригородной зоны г. Горького // Антропогенные изменения и охрана природной среды. Н. Новгород, 1990. С. 77-87.
- Казанская Н.С., Ланина В.В., Морфенин Н.Н.* Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования). М., 1970. 96 с.
- Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашивили Д.Б.* Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара, 1999. 396 с.
- Эмсис И.В.* Рекреационное использование лесов Латвийской ССР. Рига: Зинатне, 1989. 133 с.
- Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1981. С. 328.
- Яковенко И.М., Воронина А.Б.* Особо охраняемые природные территории как объект рекреационной деятельности // Учен. зап. Крымск. федерального ун-та им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2015. Т. 1 (67), № 1. С. 41-60.
- Harrington E.C.* Desirability function and its application // Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21, № 10. Pp. 494-498.

Ю.А. ПАДАЛКО

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, Россия

АНАЛИЗ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В БАССЕЙНЕ РЕКИ САМАРА

Бассейн реки Самара находится на территории Оренбургской и Самарской областях. Площадь территории бассейна составляет 46,5 тыс. км², в него включаются водосборы притоков р. Самары: Большой и Малый Уран, Ток, Боровка, Бузулук и Большой Кинель (рис. 1).

Земли бассейна испытывают интенсивную антропогенную нагрузку включая как сельскохозяйственную (залесённость бассейна – 12%), так и селитебную, около 1000 населённых пунктов с общей численностью населения более 500 тыс. человек (без г. Самара). Плотность сельского населения в бассейне составляет 11 чел./км².

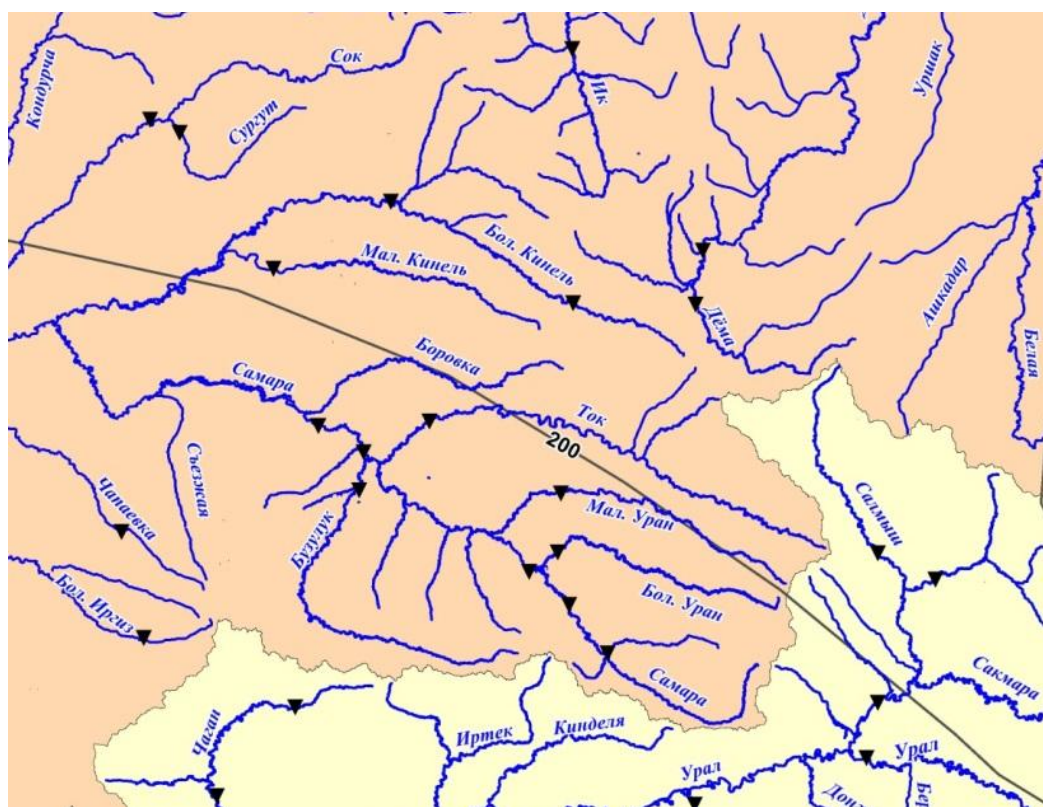


Рис. 1. Речная сеть р. Самары (изолинии – годовой сток рек, мм слоя; пунсоны – действующая сеть гидропостов)

В виду высокой антропогенной нагрузки на водные ресурсы и поверхность водосбора необходимо рассмотреть гидрологический режим рек и провести анализ влияния регулирования стока реки постройкой крупного водохранилища в верховьях реки Самара.

Для более детального изучения гидрологических характеристик и режима рек была создана геоинформационная база данных по водным объектам. Она включает данные по гидрометрии водосборов и годовому стоку рек по гидрологическим постам. По площади водосбора реки дифференцированы на малые (менее 2000 км²) и средние реки (от 2000 до 50000 км²) и большие – бассейнов рек Волги и Урал (более 50000 км²).

На основе данных по годовому стоку рек за период наблюдения проведен анализ показателей изменчивости стока с целью гидрологических характеристик водотоков. Для последующего анализа стока нами были отобраны данные по гидрологическим постам с непрерывным периодом наблюдения не менее 20 лет (Схема..., 2010).

Среднегодовое расходом р. Самары у с. Елшанка составляет 46,7 м³/с, но основная часть стока (80%) приходится на время половодья. В летне-осенний межень период минимальный расход реки равен 3,7 м³/с, а в зимний период – 2,07 м³/с (Русскин, 2003). На основе полученных рядов проведена оценка вариации (коэффициента изменчивости) стока для рек по отобраным створам. Вычисление коэффициента вариации проводилось по формуле (Лебедев, 1955):

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(K-1)^2}{n}}, \quad (1)$$

где n - число лет наблюдения;

K – модульный коэффициент (отношение каждого расхода к среднему расходу):

$$K = \frac{Q}{Q_{\text{ср}}} \quad (2)$$

Коэффициент вариации стока увеличивается в южном и восточном направлениях. Если на правых притоках р. Самара его величина около 0,5, то на левых (южных) достигает 0,76. Наименьшая изменчивость в стоке наблюдается на реках северной части бассейна: р. Боровка и правых притоках р. Бол. Кинель (табл. 1).

Таблица 1. Среднегодовое сток и коэффициент вариации

Река	Пункт	Площадь водосбора, км ²	Средне-годовой сток, м ³ /с	Cv
Самара	Новосергиевка	1 340	4	0.48
Самара	Елшанка	22 800	48	0.47
Большой Уран	Ивановка Вторая	2 110	4.7	0.71
Малый Уран	Грачевка	1 440	3.39	0.51
Сорока	Марковка	232	0.6	0.7
Ток	Красноярка	2 600	7.37	0.51
Ток	Ероховка	5 440	14.7	0.47
Бузулук	Байгоровка	1 810	3.74	0.67
Бузулук	Перевозниково	4 280	7.46	0.65
Боровка	Якутино	651	1.89	0.44
Боровка	Паника	2 040	5.71	0.4
Большой Кинель	Азаматово	908	3	0.45
Большой Кинель	Бугуруслан	5 970	19.3	0.48

Во многом данные величины объясняются равномерностью выпадения осадков и отчасти регулирующей ролью подстилающей поверхности водосборов.

Минимальный сток притоков р. Самара между меженьными периодами характеризуется меньшей разницей, которая увеличивается с севера на юг от 9% до 40%. В бассейне средний минимальный сток 14,3 м³/с в период открытого русла, а в зимнюю межень – 11,5 м³/с, но при этом значительной разницы между притоками и главной рекой не наблюдается. В большей части бассейнов рек минимальные расходы в летне-осенний период превышают зимние показатели. Только в водосборе р. Бузулук, средние минимальные расходы в зимний межень период незначительно превышают величину летне-осенний межени. Для ряда рек характерно прекращение стока в

зимнюю и летне-осеннюю межень. Период отсутствия стока варьировал от 2 до 156 суток (табл. 2).

Таблица 2. Период и вероятность месячного нулевого стока на реках

Река	Летне-осенний период		Зимний период	
	Продолжительность прекращения стока, суток	Средняя повторяемость нулевого стока, %	Продолжительность прекращения стока, суток	Средняя повторяемость нулевого стока, %
Бузулук	2	0	-	-
Домашка	147	35	21	0
Турхановка	43	4	156	32
Сорока	-	-	8	0

Характерная для рек степно зоны изменчивость речного стока является одной из причин необходимости регулирования стока. В связи с этим нами рассмотрены структура источников водоснабжения населения и хозяйства.

Для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения в основном используются подземные воды, но на территории распространены также солончатые воды, что затрудняет их использование. Основным водоносным горизонтом является Q (аллювиальный), на который приходится 44,7% ресурсов подземных вод. Далее следуют Татарский и Казанский водоносные комплексы с 15,4% и 17,4% соответственно. При этом 68% прогнозных ресурсов составляют привлекаемые подземные воды Q (аллювиального) горизонта часто тесно связанные с поверхностными водами (Схема..., 2010).

Для устойчивого водоснабжения низких расходов воды в меженные периоды хозяйства и населения региона создан значительный фонд прудов и водохранилищ. Концентрация прудов отмечается в районах с большой численностью сельского населения и на территориях, прилегающих к крупным городам, где развито приусадебное хозяйство и существует спрос на продукты орошаемого земледелия. К примеру, 80% водохранилищ объемом свыше 1 млн. м³ созданы для обводнения и орошения, 6% – для развития рыбного хозяйства, 6% – для рекреации, 4% – для промышленного и хозяйственного водоснабжения, 4% – на другие нужды (регулирование стока, исключение эрозионных процессов) (Чибилёв, 2006).

Значительное количество прудов и водохранилищ на территории Южного Приуралья создало высокую антропогенную нагрузку на водные ресурсы. Наиболее значимым искусственным водоемом в районе исследования является Сорочинское водохранилище, которое оказывает влияние на естественный сток р. Самара. Поэтому исследования влияние регулирования стока рек на естественный гидрологический режим рек нами выбран ключевой объект исследования на примере реки Самара и её притока р. Ток. Река Самара является зарегулированной рекой в среднем течение Сорочинским водохранилищем. Оно заполнено 1997 г., полезный объём водохранилища составляет 134 млн. м³ (Схема..., 2010). Река Ток является правым притоком р. Самара ниже Сорочинского водохранилища и не зарегулирована.

Проведен сравнительный гидрологический анализ среднегодовых расходов воды с 1970 по 2014 гг. по створам р. Самара выше и ниже водохранилища, а также на р. Ток.

Коэффициент корреляции расходов воды за период 1992–2014 гг. в створе р. Самара у п. Новосергиевка и п. Елшанка составил 0,57, что свидетельствует низкой связи в гидрологическом режиме. Чуть выше связь в этот же расходов воды между створами на р. Самара у с. Елшанка и р. Ток у с. Ероховка – 0,7. В период до постройки

водохранилища коэффициент корреляции в створе р. Самара у п. Новосергиевка и п. Елшанка составлял 0,8 (рис. 2).

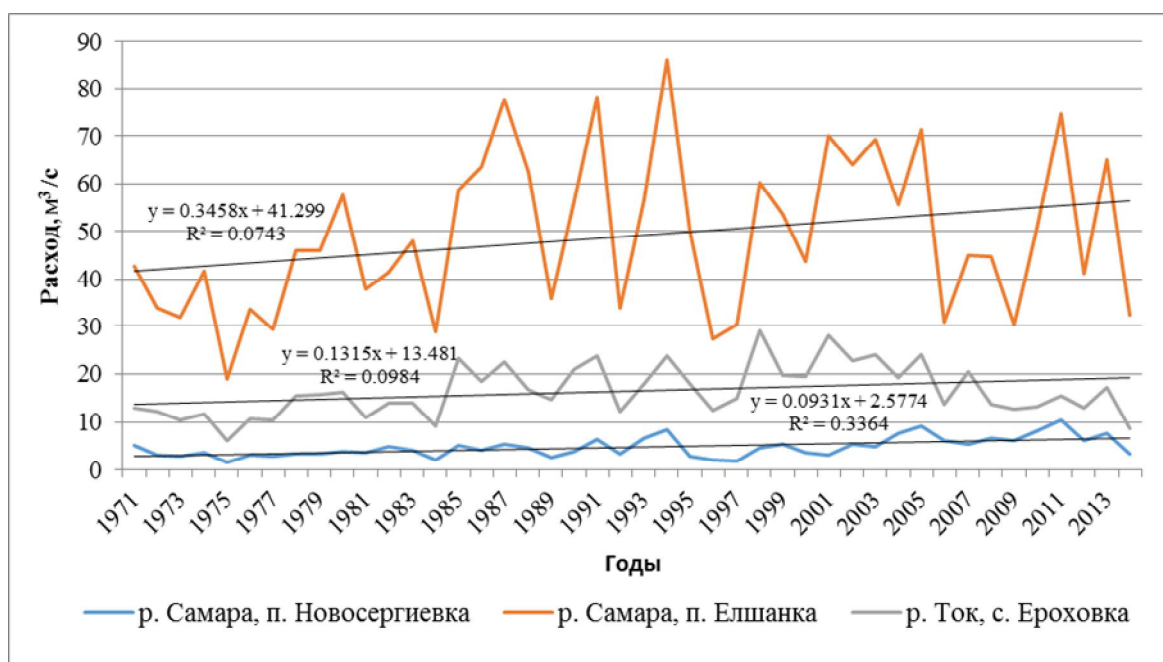


Рис. 2. Динамика среднегодовых расходов рек бассейна р. Самара и р. Ток с 1970 по 2014 гг.

Отмечено общее снижение годового стока рек с северо-востока на юго-запад. Прекращение установлено стока на малых и средних реках в южной и юго-восточной части территории исследования. Проведённый анализ показал наличие трансформации стока в связи постройкой водохранилища по показателю корреляции годового стока выше и ниже водохранилища. В дальнейшем необходимо увеличение ряда наблюдений для более корректного сравнения изменений в гидрологическом режиме рек.

Работа выполнена в рамках программы УрО РАН 18-5-5-49: «Эволюция и пространственная дифференциация ландшафтов Южного Приуралья в условиях климатических и антропогенных изменений» и госзадания «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (АААА-А17-117012610022-5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лебедев В.В. Гидрология и гидрометрия в задачах. Л.: Гидрометеиздат, 1955. 549 с.

Русскин Г.А. География Оренбургской области: Природные условия и природные ресурсы: Уч. пос. Оренбург, 2003. 163 с.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (Российская часть). Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2010.

Чибилев А.А., Павлейчик В.М., Дамрин А.Г. Ириклинское водохранилище: геоэкология и природно-ресурсный потенциал. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 183 с.

Ю.А. ПАСТУХОВА

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

**СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОННОГО
СООБЩЕСТВА Р. СУРЫ (Г. ПЕНЗА)**

Река Сура – главная водная артерия Пензенской области, на ней расположено Пензенское водохранилище, которое используется для обеспечения питьевой водой промышленного водоснабжения. Город Пенза расположен на р. Суре ниже водохранилища. Водоток подвергается влиянию различных факторов, в том числе и деятельности человека. Зоопланктонное сообщество – важный компонент любой водной экосистемы, он играет важную роль в жизнедеятельности гидробиоценоза. Мониторинговые наблюдения за его состоянием позволяют оценить степень антропогенной нагрузки и состояние экосистемы, а также своевременно решать возникающие экологические проблемы. Цель настоящей работы – изучить видовой состав и структурные параметры, сезонную и пространственную динамику зоопланктонного сообщества, выявить влияние городской среды на гидробиоценоз (и оценить санитарное состояние реки).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на трех станциях: I – выше г. Пенза, в районе с. Засечное (53.1132° с. ш., 45.0827° в. д.), II – в черте города за плотиной ТЭЦ-1 (53.2338° с. ш., 45.028° в. д.), III – ниже города, после очистных сооружений (53.2703° с. ш., 45.0445° в. д.) (рис.1).

На I станции левый берег крутой поросший ольхой. В прибрежной зоне водная растительность почти отсутствует. Правый берег – пологий, песчаный, расположен недалеко от зоны отдыха и понтонного моста. Станции II и III с пологими берегами заросли прибрежной растительностью, преимущественно из рогаза. На станции III водная растительность развита сильнее. В 2018 г. отремонтировали плотину ТЭЦ-1 в результате чего уровень воды упал, но скорость течения увеличилась.

Поверхностную воду объемом 100 л процеживали через сеть Апштейна (размер ячеек 67 мкм). Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Количественный подсчет зоопланктона осуществляли в камере Богорова обычным счетным методом (Методы ..., 1976). Организмы идентифицировали с использованием книги «Определитель зоопланктона..., 2010». В мае-октябре 2017–2018 гг. на каждой станции отбирали по три пробы (всего 108). Полученный материал обработан по общепринятым в гидробиологии методам. На каждой станции измеряли температуру воды, которая в 2018 г. на всех станциях весной и до середины лета была немного выше (рис. 2).

Для характеристики зоопланктонных сообществ использовали такие показатели как численность (тыс. экз. /м³), число видов, их встречаемость (отношение числа проб, где вид был обнаружен, к общему числу проб), трофические и топические характеристики (Чуйков, 2000). Доминантными считали виды, доля которых от общей численности организмов в пробе составляет 10% и более (Абакумов, 1992). При анализе полученных результатов рассчитывали стандартное отклонение, стандартную ошибку. Для оценки сходства зоопланктонных сообществ применяли анализ ANOSIM (Clarke, 1993).

Рассчитывали индекс сапробности по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека (Sladěček, 1973). Трофический тип водоема оценивали с использованием

индекса видового разнообразия Шеннона, рассчитанного по численности (Андроникова, 1996). На основе анализа таксономической структуры фауны дана характеристика трофического статуса водных объектов с использованием показателя коэффициента трофии (Мяэметс, 1980). Обработку данных и статистический анализ выполняли с помощью программ MS Excel 2010 и Past 3.22 (Hammer et al., 2018).

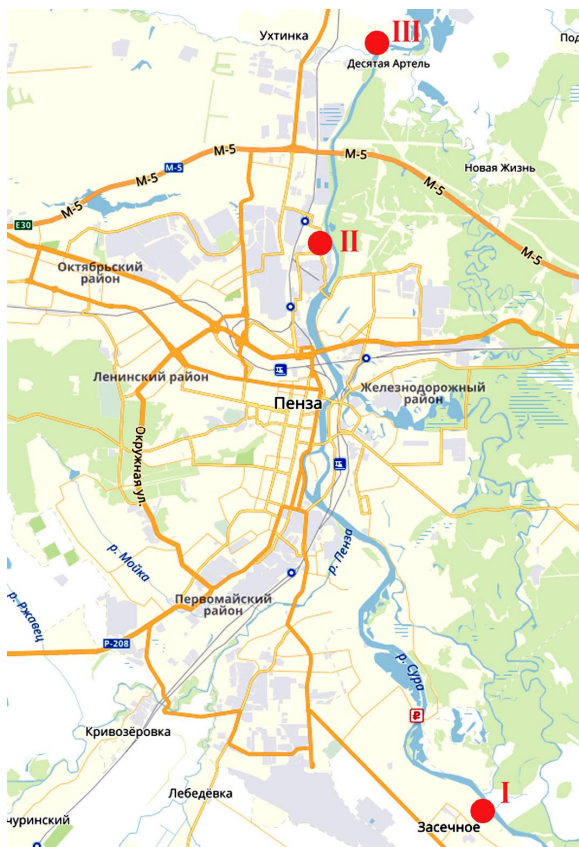
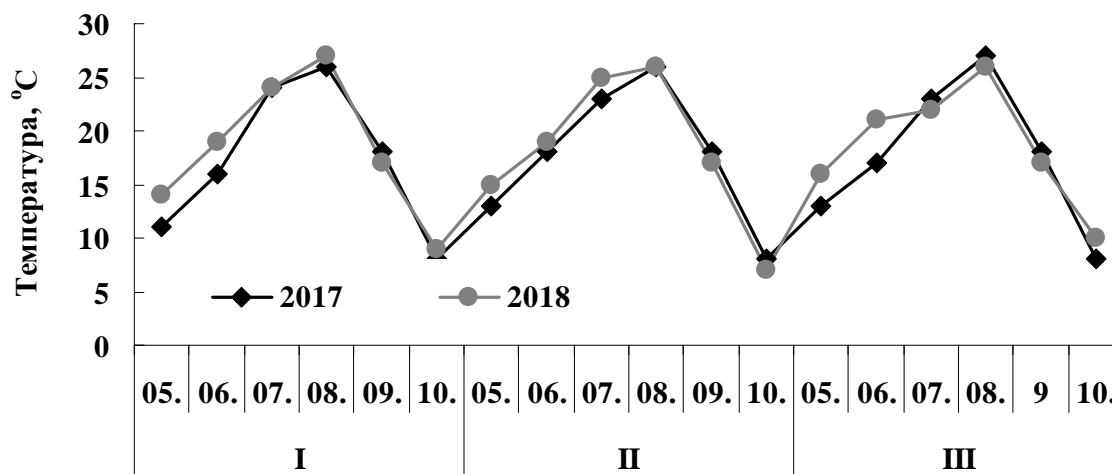


Рис. 1. Станции взятия проб в р. Сура. I – выше г. Пенза, в районе с. Засечное, II – в черте города за плотиной ТЭЦ-1, III – ниже города, после очистных сооружений

Рис. 2. Динамика температуры воды на трех створах р. Суры (с мая – 05. по октябрь – 10. в 2017–2018 гг.)



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования обнаружено 114 видов и форм зоопланктона (в 2017 г. – 100 и в 2018 г. – 81). Они представлены типами Rotifera (71) и Arthropoda (43) из 2 групп: Cladocera – 32 и Copepoda – 11. На I и III станциях в период исследования обнаружена коловратка *Lecane elegans*, которая пока не была отмечена в Пензенских водоемах (Стойко и др., 2016). Наибольшая частота встречаемости (в 30% проб и >) установлена среди таких видов, как *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Filinia longiseta* (Ehrenberg,

1834), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *K. quadrata* (Müller, 1786), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), *P. major* (Burckhardt, 1900), *Rotaria* sp., *Synchaeta oblonga* (Ehrenberg, 1831), *Bosmina* (B.) *longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776).

Средние значения числа видов в оба года изменяются одинаково – самые высокие на станции II и немного выше на III по сравнению с I. Общее число видов в 2017 г. постепенно увеличивается от I к III станции, а в 2018 г. изменяется также как средние значения этого параметра (рис. 3).

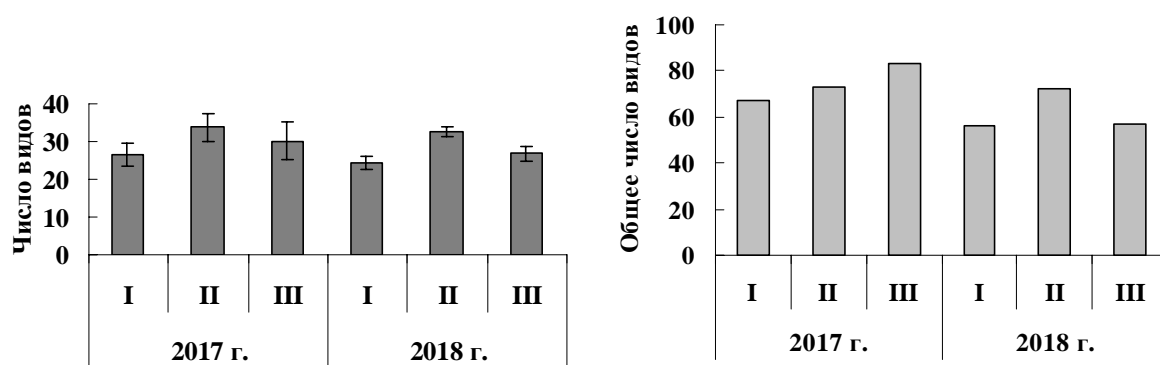


Рис. 3. Общее и среднее число видов зоопланктонного сообщества на трех станциях р. Суры. Планки погрешностей – ошибка средней (n = 9)

Численность зоопланктонного сообщества в 2017 г. увеличивается от I к III станции (рис. 4). Проверка статистической значимости группировок обилия видов на I–III станциях (май–октябрь) в 2017 г. выполненная с использованием имитационного анализа сходства ANOSIM показала, что эти сообщества отличаются с уровнем значимости ($p < 0,005$).

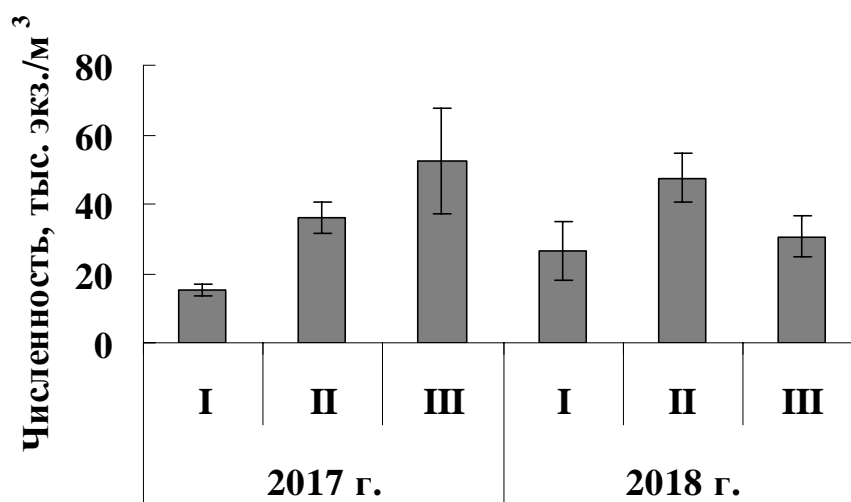


Рис. 4. Численность зоопланктонного сообщества на трех станциях р. Суры. Планки погрешностей – ошибка средней (n = 9)

В 2018 г. численность на станции I выше почти в два раза, чем в предыдущий год. Возможно, это связано с тем, что температура воды в мае и июне была на 3 °C выше и поэтому сообщество развивалось успешнее. Численность на станция II также выше, чем в 2017 г. на этой станции и самая высокая в 2018 г. В связи с ремонтом плотины ТЭЦ-1 по всей реке наблюдалось снижение уровня воды. Ниже дамбы из-за углубления русла,

повысилась скорость течения и в реку поступила вода из запруженного участка (до плотины). Возможно, поэтому в этот год на станции II увеличилось число видов и их численность, а также на протяжении всего периода исследования преобладали виды, добывающие пищу с поверхности субстрата

В связи с тем, что станция III находится ниже города и очистных сооружений этот участок реки и несет значительную антропогенную нагрузку. Водоток разбавляется очищенными сточными водами. Но визуальнo данный участок загрязнен. Численность зоопланктонного сообщества также как и видовой состав снижаются. На данной станции в оба года преобладали организмы, питающиеся в толще воды.

Почти на всех станциях в оба года доминировала коловратка *K. cochlearis* (15–20%). Еще 5 видов преобладали в сообществах зоопланктона: в 2017 г. – *S. oblonga* и *S. mucronata* и в 2018 г. – *P. dolichoptera*, *P. major*, *P. sulcata*, *B. coregoni*, *S. mucronata*. При этом доля доминантов в сообществах не превышала 50%. Анализ методом главных компонент показал, что сообщества на II и III станциях (2017 г.) отличаются от остальных по оси X на 75% (рис. 5). Только на этих станциях высокая доля вида *S. oblonga*. Зоопланктоценоз I станции в 2017 г. и III в 2018 г. отличаются на 18% от остальных из-за преобладающего вида *S. mucronata*.

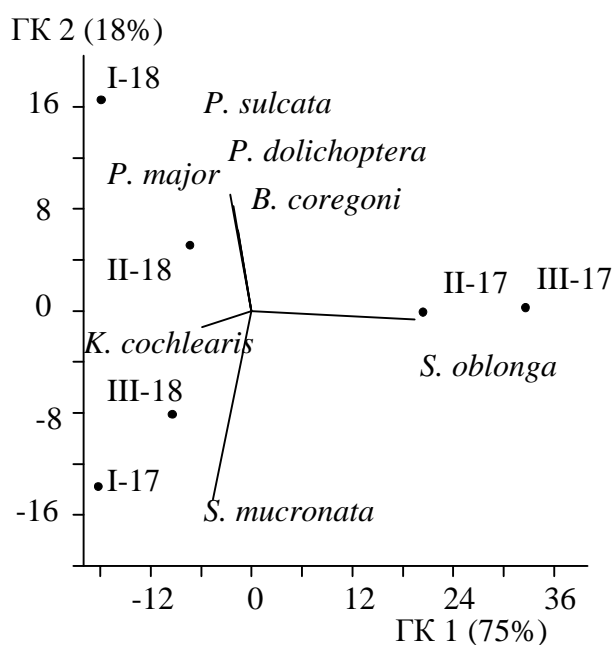


Рис. 5. Результаты ординации пространственно-временных вариантов сообществ зоопланктона методом главных компонент на основе относительных обилий доминирующих видов. ГК1 – объясняет 75% общей дисперсии обилия, ГК2 – объясняет 18% общей дисперсии обилия (обозначение станций – см. рис. 1)

Гидробионты, в том числе и зоопланктеры – чувствительные индикаторы состояния среды. Всего среди них в 2017 г. обнаружено 86 видов-индикаторов, в 2018 г. – 70. Для определения степени загрязненности водных объектов обычно используют индексы Шеннона, Пантле и Букк, коэффициент трофии. Значения первых двух индексов на станции I в течение двух лет позволили оценить качество воды на участке выше города, как «чистая» (табл.). На двух других участках значения этих индексов не давали однозначных результатов. Более строгие значения коэффициента трофии при вычислении, которого использовали как структурные параметры сообщества, так и индикаторную значимость зоопланктеров. Согласно этому коэффициенту на всех участках р. Суры в оба года вода «умеренно-загрязненная», относится к мезотрофному типу.

Таблица. Значение индексов Шеннона (H), Пантле и Букк (S), коэффициента трофии (E) в сообществах зоопланктона исследуемых участков р. Суры в черте города*

Год	2017			2018		
	Станции	I	II	III	I	II
Индекс Пантле и Букк (S)	1,49	1,51	1,54	1,45	1,63	1,59
Индекс Шеннона (H)	2,66	2,7	2,29	2,93	3,09	3,02
Коэффициент трофии (E)	0,45	0,60	0,64	0,61	1,00	0,68

*Значения, выделенные полужирным цветом, соответствуют мезотрофному трофическому типу, без выделения – олиготрофному

За последние 20 лет качество вод р. Суры в черте города изменилось мало. По вышеуказанным значениям индексов его также оценивали как «умеренно-загрязненные» (Милованова, 2000). Однако число видов и состав сообщества зоопланктона изменились значительно. Следовательно, сообщество развивалось и выполняло свои очистительные функции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю благодарность ассистенту кафедры зоологии и экологии ПГУ В.А. Сенкевич и доценту Т.Г. Стойко за консультации и помощь в обсуждении материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В.А.* Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
- Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1976. 168 с.
- Милованова Г.Ф.* Экологический мониторинг зоопланктона р.Суры и Сурского водохранилища. Дисс. ...канд. биол. наук. М.: МГУ, 2000. 189 с.
- Монаков А.В.* Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, РАН, 1998. 319 с.
- Мяэметс А.Х.* Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54-64.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. М.; СПб: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. Т. 1. 495 с.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А., Сенкевич В.А.* Планктонные коловратки пензенских водоемов: моногр. Пенза: ПГУ, 2016. 166 с.
- Чуйков Ю.С.* Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). Тольятти, 2000. 196 с.
- Clarke K.R.* Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure // Austral. J. Ecol. 1993. Vol. 18. Pp. 117-143.
- Hammer Ø, Harper D.A.T., Ryan P.D.* PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologica electronica. 2018. Vol. 4, Is. 1. Art. 4. 9 pp.
- Sladeczek V.* System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol. 1973. № 7. 218 p.

**А.Б. ПЕТРОВА¹, К.А. САВИЦКАЯ¹,
Л.М. КАВЕЛЕНОВА¹, Л.Г. ДЕМЕНИНА²**

¹Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

²Самарский НИИ садоводства и лекарственных растений «Жигулевские Сады», г. Самара, Россия

О ВКЛАДЕ ПРИГОРОДНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УЛУЧШЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

Большинство современных мегаполисов России окружены зонами малоэтажной застройки, внутри которых к каждому из домов примыкают личные земельные участки, по выбору хозяев занятые плодовыми садами, цветниками, огородами и пр. При несколько большем удалении от основных районов урбосреда незаметно смыкается с садово-дачными массивами, которые, по последним изменениям в российском законодательстве, могут стать и местами постоянного проживания (прописки). При отсутствии серьезных стационарных источников загрязнения атмосферы, эти части городского пространства могут рассматриваться как зоны, участвующие в поглощении техногенного загрязнения, очищении воздуха, насыщении его парами воды и фитонцидами. Вклад пригородных урбанизированных территорий в улучшение состояния природной среды связан также с возможностью их участия в сохранении биологического разнообразия, относящегося к растительному и животному миру. Так, при меньшей плотности населения и снижении фактора беспокойства, а также присутствии объектов кормовой базы именно пригородные территории становятся местом обитания птиц, рептилий, амфибий и др. Растения природной флоры могут сохраняться «в остаточном варианте» или специально выращиваться энтузиастами-любителями. Наконец, при снижении физической активности и вынужденном нахождении в закрытых помещениях значительную часть рабочего дня именно на пригородных территориях горожане могут получить контакт с природой, возможность физической нагрузки, положительные эмоции. Немаловажным моментом является и получение на этой территории собственными усилиями овощной, плодовой, ягодной продукции для личного потребления.

Напомним, что, согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, каждый день человек должен потреблять 400г свежих и переработанных фруктов и овощей (исключая картофель и др. крахмалистые овощи), чтобы снизить риск хронических заболеваний. Для российских граждан в соответствии с приказом Министерства здравоохранения, эти объемы составляют для фруктов и ягод составляют от 90 до 100 кг/год на 1 человека, для овощей и бахчевых – 120–140 кг/год на 1 человека (Приказ..., 2010). Чтобы обеспечить круглогодичное обеспечение населения РФ своими свежими овощами и фруктами, стране необходимо производить более 15 млн. тонн фруктов в год, но, к сожалению, собственное производство обеспечивает лишь около 25–30% минимально необходимого количества плодов и ягод. По этой причине импортная продукция заполняет внутренний рынок плодово-ягодной продукции. Постоянное сокращение площадей садов и ягодников в нашей стране является следствием низкой продуктивности. Среднедушевое потребление россиянами фруктов и ягод выросло с 36 кг в 2003 г. до 65 кг в 2009 г., что говорит, о том, что все-таки данные показатели еще не являются нормой, рекомендованной медиками – 80 кг фруктов и ягод в год на человека (Особенности..., 2014). Данная область может послужить толчком для развития именно отечественных производителей.

Растениеводство, а именно его специализация в Самарской области, сложилась еще к началу XX века. Говоря о Среднем Поволжье, можно отметить, что здесь преобладали такие культуры пшеница, ячмень, рожь, подсолнечник, также картофель, бахчевые. Среди разводимых плодовых деревьев, в конце XIX – начале XX вв. для Среднего и Нижнего Поволжья первое место занимали яблони, также в значительном количестве выращивались вишни. Что же касается груш, они были меньше распространены, так как сильнее страдали от неблагоприятных климатических и почвенных условий, вымерзали. Также выращивались малина, красная и черная смородина, крыжовник, земляника, клубника, барбарис. Саратовская губерния отличалась наиболее развитым садоводством. Существовали настоящие плодовые центры и питомники плодовых деревьев, некоторое развитие имело даже искусственное орошение садов (Сырнев и др., 1998). В этот период сады, в частности, окрестностях г. Самары имели промышленное значение. Спустя столетие полеводство становится основным источником производства продукции, хотя и садоводство также остается в числе важных отраслей сельского хозяйства Самарской области. Существует две группы производителей, за счет которых идет получение плодово-ягодной продукции.

Первые, крупные производители, осуществляют выращивание ограниченного объема культур (сортов) плодовых и ягодных растений на больших площадях с последующими реализацией и/или переработкой продукции. В недавнем прошлом в нашем регионе ассортимент продукции промышленных садов главным образом состоял из яблок, в меньших объемах – вишни, земляники садовой и черной смородины. Сегодня в Самарской области существует и обнаруживает тенденцию к расширению круг хозяйств, занимающихся промышленным садоводством (ООО «Сад» Приволжского района, ООО «Кошелевский посад» Сызранского района, входящее в торговый дом «Сады Приволжья»; ОАО «Сургутское» Сергиевского района, ООО «Садовод», ООО «Кутулук» и др.). В ассортименте выращиваемой ими продукции преобладают семечковые (однозначно лидируют сорта яблони), начато промышленное возделывание земляники, косточковых, ягодных кустарников.

Для промышленных садов экономическая эффективность работы определяется способностью устойчиво и достаточно долго давать плодовую продукцию высокого качества, сохраняя отличный виталитет деревьев. Должны незамедлительно решаться задачи надежного сохранения продукции в современных хранилищах, создания систем переработки урожая. Использование в региональном садоводстве исключительно районированных сортов, главным образом - местной селекции, для Самарской области является особо актуальным. Решая задачу импортозамещения, следует внедрять для выращивания в промышленных масштабах, районированные, устойчивые в местных условиях и урожайные сорта, в том числе созданные селекционерами плодовых культур НИИ «Жигулевские Сады». Пока что можно заметить, что в перечне масштабно высаживаемых сортов в промышленных садах области представлены как местные сорта (Жигулевское, Синап, Спартак), так и сорта иного происхождения (Лобо, Беркутовское, Веняминовское и др.). Промышленные сады в нашей области располагаются, как правило, вне урбанизированных территорий, в удалении от городских поселений.

Основной задачей ученых ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» является улучшение породно-сортового состава насаждений, с последующим внедрением в производство новых высокоурожайных сортов, устойчивых к основным биотическим и абиотическим факторам.

Вторая группа производителей представлена многочисленными любителями-дачниками, выращивающими плодовые культуры на садовых участках, и сельскими жителями, отводящими место под плодовые культуры на приусадебных участках. Особенностью группы являются преимущественное использование плодово-ягодной продукции ее производителями (возможно, с реализацией «излишков» урожая), малые площади отдельных участков и более разнообразный ассортимент выращиваемых

культур. Так, выращиваемые любителями сорта яблони отличаются большим разнообразием по сравнению с ассортиментом промышленных садов, здесь в первую очередь получают прописку новые сорта, но и сохраняются излюбленные садоводами старинные. При отсутствии промышленного выращивания груш, их производителями в регионе являются именно дачники. Внедряемые в регионе дополнительно к сортам традиционных косточковых (вишня, слива) сорта черешни, абрикоса, алычи пока ограничивают свое распространение именно садами любителей. Новые плодово-ягодные культуры, отличающиеся высоким содержанием витаминов – облепиха, жимолость съедобная, лимонник, актинидия, - также пока не внедрены в промышленное садоводство (Сад и огород..., 2003). Садово-дачные массивы окружают Самаро-Тольяттинскую городскую агломерацию, во многих местах внедряясь в пространство между основной городской территорией и удаленными от нее районами. Крупные массивы садовых товариществ располагаются на выездах из городов, вдоль шоссе, в последние годы дачные участки становятся дополнением сельских поселений.

Таким образом, именно пригородные зоны и дачные участки являются средой, где получение плодово-ягодной продукции тесно приурочено к урбосреде. Наряду с положительными моментами, это неминуемо вызывает ряд проблем, на которых мы последовательно остановимся ниже.

1. Уровень актуального техногенного загрязнения и возможности получения экологически безопасной продукции. Данный вопрос связан с актуальным уровнем техногенного загрязнения урбосреды и определяется перечнем приоритетных для рассматриваемой территории загрязнителей воздуха, воды, почв, и уровнем их средних и максимальных фиксируемых значений. Согласно результатам наблюдений 2015 г., состояние загрязнения атмосферного воздуха во всех городах Самарской области оценивалось по ИЗА как «низкое». Эксперты отмечают, что с введением новых санитарно-гигиенических нормативов на формальдегид во всех городах отмечено улучшение качества атмосферного воздуха. В настоящее время на территории губернии нет городов с «повышенным», «высоким» и «очень высоким» уровнем загрязнения воздушной среды, однако в восьми городах (за исключением Похвистнево) максимально разовые концентрации одного или нескольких загрязняющих веществ превышают уровень 1 ПДК, что составляет 89% от всех городов области, где проводятся наблюдения (Государственный..., 2016). Карты изолинейного распределения загрязнения в пределах территории городов области (Самара, Тольятти и др.) демонстрируют снижение его уровня к периферии, что делает маловероятным высокое аэральное загрязнение фитомассы. Снеговая вода также, на наш взгляд, не должна рассматриваться в качестве агента интенсивного техногенного загрязнения, поскольку средний уровень критической нагрузки (соединений серы для территории Самарской области в 2015г. – 404 кг/кв.км в год; суммарного азота – 147 кг/кв.км в год) находится в пределах значений данных показателей для средней части территории европейской России. Более вероятным выступает внесение в садоводческие хозяйства техногенных загрязнителей в составе поливных вод, отбираемых из рек и водохранилищ, поскольку для ряда этих водоемов стабильно фиксируется достаточно высокий уровень техногенного загрязнения (Государственный..., 2016). Однако, учитывая наличие у растительного организма ряда внутренних физиологических барьеров, ограничивающих поступление поллютантов в плоды и семена растений, оснований говорить о высоком риске получения опасной для потребления плодово-ягодной продукции нет. Тем не менее, актуальность мониторинга качества такой продукции высока, но его осуществление для любителей-садоводов и даже садоводческих товариществ представляется маловероятным.

2. «Химизация» в любительском садоводстве и возможности получения экологически безопасной продукции. Индивидуальное и неконтролируемое использование любителями широко рекламируемых новых средств защиты растений, а также традиционные приемы «химизации» с использованием подкормок, обработки плодовых культур

растворами неорганических солей и пр. при особом усердии способны приводить к локальному загрязнению эксплуатируемой территории. Для плодовой продукции лишь часть данных агентов загрязнения может рассматриваться как «угрожающая», в частности, накопление в мякоти плодов повышенных концентраций нитрат-ионов мало вероятно. По применяемым пестицидам должны неукоснительно соблюдаться регламенты обработки, с учетом «периода ожидания». Это повышает значимость доступной широким массам любителей информации о нормах «экологически безопасной» химизации, необходимой и достаточной для личных садовых участков. В последние годы для городских и пригородных территорий расширяется практика химической обработки для борьбы с клещами, комарами и пр. Важен контроль таких действий, который должен минимизировать влияние обработок на прочие группы биоты, в частности – насекомых-опылителей.

3. Необходимость фитосанитарного контроля садовых насаждений в урбосреде.

Регулярное проведение фитосанитарных обследований промышленных садов структурами Россельхознадзора должно дополняться аналогичными периодическими обследованиями массивов садовых товариществ, которые могут выступать «резервуарами» фитопатогенов ведущих плодовых культур. Вопрос об источнике финансирования этого дополнительного объема работ, выполняемого специалистами, ждет своего решения.

4. Проблема использования районированного посадочного материала и его фальсификации. При широте ассортимента посадочного материала, который используют для выращивания плодовых культур дачники, в принципе допустимо проведение любительских интродукционных испытаний для сортов, не районированных в данном регионе. Однако садовод должен реально представлять статус покупаемой культуры и взвешенно принимать решение – рискнуть ли выращивать новый для области сорт, возможно, более теплолюбивый, с иными потребностями в почвенной влаге и пр., либо предпочесть ему районированный сорт, уже рекомендованный для данного региона. Сезонные ярмарки посадочного материала привлекают в том числе и недобросовестных продавцов, предлагающих покупателям лилии-деревья, вьющуюся землянику, завезенные из далеких питомников и неизвестно как хранившиеся саженцы плодовых деревьев. Сертификация реализуемых саженцев, осуществляемая питомниками и специализированными институтами, совместно с пропагандой местного посадочного материала, должны помочь в решении данной проблемы.

Проводящиеся на кафедре экологии, ботаники и охраны природы Самарского университета исследования биоэкологических особенностей листового аппарата сортов плодовых (груша, яблоня) и ягодных (земляника садовая) культур, которые созданы учеными НИИ «Жигулевские Сады» либо привлекаются ими для изучения в условиях Самарской области, направлены на оценку устойчивости данных растений к неблагоприятным погодным условиям. Эта работа является составной частью программы сортоизучения и рассчитана на сбор показателей не менее чем за 3 вегетационных периода. Нами были проанализированы таким образом структурно-функциональные особенности листового аппарата 25 сортов груши, 13 сортов земляники садовой, в 2017 г. начато изучение по 19 сортам яблони. Полученные результаты можно рассматривать как аргумент в пользу выбора сорта либо для масштабного выращивания в промышленных садах, либо – для выращивания любителями, в том числе с целью получения плодовой продукции в урбанизированной среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2015 год: официальное издание. Вып. 26. Самара, 2016. 296 с.

Особенности потребления фруктов в России

2014. Аналитика рынка фруктов и овощей. Опубликовано: 20.08.2014 - FruitNews. Самые свежие новости. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fruitnews.ru/home-page/analitic/40408-osobennosti-potrebleniya-fruktov-v-rossii.html> (Дата

обращения 21.02.2018).

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России) от 2 августа 2010 г. N 593н г. Москва "Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания" Российская газета - Федеральный выпуск №5313 (234) [Электронный ре-

сурс]. URL: <https://rg.ru/2010/10/15/pitanie-dok.html> (Дата обращения 10.02.2018).

Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Среднее и Нижнее Поволжье и Заволжье. Репринтное издание / И.Н Сырнев [и др.]. Ульяновск: Дом печати, 1998. 600 с.

Сад и огород: энциклопедический словарь / Под ред. Л.В. Юриной, В.Ф. Беликова. М.: Изд-во Эксмо; Большая Российская энциклопедия, 2003. 864 с.

Т.В. ПОПЧЕНКО, Т.Д. ЗИНЧЕНКО, Л.В. ГОЛОВАТЮК

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СОЛЕНОСТНАЯ
ТОЛЕРАНТНОСТЬ МАЛОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ
(OLIGOSCHAETA) В РЕКАХ ПРИЭЛЬТОНЬЯ**

Отмечающиеся на протяжении последних десятилетий тенденции изменения климата, связанные с глобальным потеплением, и возрастание хозяйственной деятельности затрагивают в первую очередь наиболее уязвимые аридные и субаридные экосистемы (Матишов, Голубева, 2010). К числу негативных последствий климатических изменений и хозяйственного освоения территорий относится возрастание минерализации внутренних вод, рассматриваемое в настоящее время как очень серьезная экологическая проблема, затрагивающая все континенты (Williams, 1987; Kefford et al., 2005; Velasco et al., 2006). Во внутренних областях, где реки и ручьи стекают в бессточные озера, высокая минерализация вод является природным феноменом (Hart et al., 1991). Изучение биотической составляющей таких бассейнов дает возможность получить представление о природных сообществах высокоминерализованных речных систем, изучить соленостную толерантность отдельных таксонов, установить виды - индикаторы засоления водоемов.

В основу настоящей публикации положены результаты многолетних исследований состава фауны и распространения малощетинок червей в широком градиенте минерализации семи равнинных рек бассейна гипергалинного оз. Эльтон: Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Бол. Саморода, Мал. Саморода, Карантинка. Олигохеты как составная часть макрозообентоса были собраны на 30 станциях в рипали и медиали водотоков в летний (июль 2011 г., август 2006–2014 гг.), весенний (апрель 2007 г., май 2011–2013, 2015 гг.) и осенний (сентябрь 2008 г.) периоды. Всего проанализировано 286 проб.

Для определения оптимума и толерантного интервала солености таксонов была использована унимодальная гауссова модель (Gaussian response curve – GAUS) распределения встречаемости массовых видов олигохет по градиенту минерализации (Gauch et al., 1974; Шитиков и др., 2012).

В донных сообществах соленых рек Приэльтонья зарегистрировано 18 видов олигохет, относящихся к 4 семействам. Наибольшим числом таксонов представлены Tubificidae (*Limnodrilus claparedeanus* Ratsel, 1868, *L. grandisetosus* Nomura, 1932, *L. hoffmeisteri* Claparede, 1862, *L. profundicola* (Verrill, 1871), *L. udekemianus* Claparede, 1862, *Limnodrilus* sp., *Limnodriloides dniprobugensis* Jarošenko, 1948, *Potamothrix bedoti* Piguet, 1913.) и Naididae (*Nais communis* Piguet, 1906, *N. elinguis* Müller, 1773, *N. pseudobtusa* Piguet, 1906, *Paranais simplex* Piguet, 1906, *Homochaeta naidina* Bretscher, 1896, *Uncinaiis uncinata* (Oersted, 1842)); в семействе Enchytraeidae отмечены *Enchytraeus albidus* Henle, 1837, *E. issykkulensis* Hrabě, 1935, *Henlea stollii* Bretscher, 1900, в семействе Lumbriculidae – *Lumbricillus lineatus* (Müller, 1771).

Все установленные виды из семейств Tubificidae, Enchytraeidae и Lumbriculidae относятся к эвритопным формам, достигающим наибольшей плотности на разнообразных заиленных грунтах, тогда как представители семейства Naididae, за исключением *Uncinaiis uncinata*, в массе развиваются в зарослях макрофитов. В притоках оз. Эльтон малощетиночные черви были найдены на глубинах от 0.05 до 1.1 м при скорости течения от 0.01 до 1.1 м/с. Подавляющее большинство видов

предпочитают затишные участки рек, к числу реофильных таксонов следует отнести только два вида олигохет: *Nais elinguis* и *Paranais simplex*.

Широкое распространение в соленых реках получают *Paranais simplex*, *Nais elinguis*, *Limnodrilus profundicola*, единично отмечены *Henlea stollii*, *Enchytraeus albidus* и *Limnodrilus claparedeanus*.

Малощетинковые черви обитают в реках Приэльтона при минерализации от 3.97 до 26.32 г/л. Наибольшую устойчивость к солености проявляют *Paranais simplex* и *Nais elinguis*, выдерживающие концентрацию солей в воде до 26.32 г/л. Рассчитанные нами оптимальные уровни минерализации для массовых видов олигохет колеблются в широких пределах: от 6.50 г/л для *Limnodrilus hoffmeisteri* до 15.12 г/л для *Uncinaiis uncinata*. Наибольшим толерантным интервалом характеризуются олигохеты *Paranais simplex* (6.50–23.45 г/л), тогда как *Limnodrilus profundicola* имеют узкий диапазон толерантности (6.55–8.79 г/л) (таблица). Обычные в соленых реках малощетинковые черви *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Nais communis*, *N. elinguis*, *Paranais simplex*, *Uncinaiis uncinata* могут быть отнесены к эвригалинным видам, так как достигают массового развития в реках Средней и Нижней Волги с уровнем минерализации до 1 г/л (Зинченко и др., 2007; Головатюк, 2011).

Таблица. Минерализация (min–max), при которой массовые виды малощетинковых червей отмечены в реках бассейна оз. Эльтон, экологический оптимум и толерантный интервал на градиенте солености, рассчитанные с использованием статистической гауссовой модели отклика GAUS

Таксон	Минерализация		GAUS	
	min	max	оптимум, г/л	толерантный интервал, г/л
<i>Limnodriloides dneiprobugensis</i>	10.92	15.77	14.15	10.03–18.26
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	6.82	13.34	6.50	6.50-13.35
<i>L. profundicola</i>	5.20	14.01	6.55	6.55-8.79
<i>Limnodrilus sp.</i>	6.82	16.38	8.58	6.50-18.61
<i>Nais communis</i>	6.82	16.78	14.77	8.75-20.76
<i>N. elinguis</i>	3.97	26.32	11.14	9.23-13.0
<i>Paranais simplex</i>	3.97	26.32	14.67	6.50-23.45
<i>Uncinaiis uncinata</i>	13.83	16.68	15.12	13.90-16.29

Устойчивость таксонов олигохет к высокому уровню минерализации ранее также отмечалась для рек Австралии, где представители семейства Tubificidae были найдены при солености до 39.6 г/л, Enchytraeidae – до 25.9 г/л и Naididae – до 22.6 г/л (Rutherford, Kefford, 2005), что вполне согласуется с данными, полученными нами для рек бассейна оз. Эльтон.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 13-04-10119, 15-04-03341 и 17-04-00135.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Головатюк Л.В. Видовой состав и структура сообществ макрозообентоса р. Сок // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. Тольятти, 2011. С. 128-146.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Загорская Е.П. Структурная организация сообществ макрозообентоса равнинных рек при антропогенном воздействии // Биоиндикация

экологического состояния равнинных рек. М.: Наука, 2007. С. 217-233.

Матишов Г.Г., Голубева Н.И. Значение аридных и семиаридных зон в системе современного природопользования России // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону, 2010. С. 11-18.

Шутиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели. Тольятти, 2012. 257 с.

Gauch H.G., Chase G.B., Whittaker R.H. Ordination of vegetation samples by Gaussian species distributions // *Ecology*. 1974. Vol. 55. Pp. 1382-1390.

Hart B.T., Bailey P., Edwards R., Hortle K., James K., McMahon A., Meredith Ch., Swadling K. A review of the salt sensitivity of the Australian freshwater biota // *Hydrobiologia*. 1991. Vol. 210. Pp. 105-144.

Kefford B.J., Palmer C.G., Nuggeoda D. Relative salinity tolerance of freshwater macroinvertebrates

from the south-east Eastern Cape, South Africa compared with the Barwon catchment, Victoria, Australia // *Mar. Freshwater Res.* 2005. № 56. Pp. 163-171.

Velasco J., Millan A., Hernandez J., Gutiérrez-Cánovas C., Abellan P., Sanchez-Fernandez D., Ruiz M. Response of biotic communities to salinity changes in a Mediterranean hypersaline stream // *Saline Systems*. 2. 2006. Murcia, Spain <http://www.salinesystems.org/content/2/1/12>.

Williams W.D. Salinization of rivers and streams: an important environment hazard // *Ambio*. 1987. Vol. 16, No. 4. Pp. 180-185.

Е.В. ПРОМАХОВА¹, Л.В. ГОЛОВАТЮК²¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия**ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК
СЫРТОВОГО ЗАВОЛЖЬЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕЙ МЕЖЕНИ**

Потепление климата, наблюдающееся на протяжении последних десятилетий, вызывает перераспределение водных ресурсов (Доклад об особенностях..., 2017). Климатические изменения в сочетании с антропогенным фактором усиливают процесс опустынивания в засушливых регионах (Чибилев, 1998), что остро ставит вопрос о доступности пригодной для питья воды (Белозёров, 2009). В бассейне Нижней Волги активная сельскохозяйственная деятельность приводит к сведению естественной растительности, а избыточное орошение способствует засолению почв. Поверхностный сток с таких территорий увеличивает минерализацию водных объектов. Согласно данным государственного доклада о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области, общая площадь сельскохозяйственных угодий с засоленными почвами в настоящее время составляет 110.1 тыс. га (Государственный доклад..., 2015). Увеличение количества растворенных солей в малых и средних реках в результате смыва с поверхности водосбора, наряду с другими факторами, может оказывать влияние на уровень минерализации крупных водных артерий. Многолетние наблюдения (1950–2000 гг.) показывают увеличение общей минерализации воды в р. Волга (Tockner et al., 2009).

Целью нашей работы было дать оценку современного гидрологического состояния ряда малых рек бассейна Нижней Волги на территории Сыртовой равнины Заволжья в условиях летней межени.

Материал был собран в июне 2016 г. на восьми малых реках бассейна Саратовского водохранилища. Реки Черная, Домашка и Ветлянка являются левобережными притоками р. Самара, а Бол. Вязовка, Сухая Вязовка, Вязовка, Мал. Вязовка и Кутуруша впадают в р. Чапаевка.

Измерение гидрологических показателей рек, таких, как ширина, глубина, скорость течения, производили в верхнем, среднем и нижнем участках водотоков на 24 станциях. Уклоны рек рассчитывали с помощью геоинформационных технологий по топографическим картам и цифровым моделям рельефа. Гранулометрический состав донных отложений определен лазерным гранулометром «Fritsch Analysette 22» при мелкофракционном составе и с помощью ситования для наносов крупностью более 2 мм. Информация о гидрологическом режиме преимущественно представлена материалами из гидрологических справочников, так как исследуемые реки не освещены гидрометрическими наблюдениями (Основные гидрологические..., 2015; Ресурсы поверхностных..., 1966, 1971, 1976). В каждой точке отбора проб с помощью полевых аналитических приборов (НІ 98127, НІ 9146, НІ 98302) были выполнены измерения общей минерализации, рН воды, содержания растворенного кислорода. Определение ионного состава растворенных в воде солей, содержание органических, биогенных веществ и тяжелых металлов выполняли в аккредитованной гидрохимической лаборатории ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды», г. Самара.

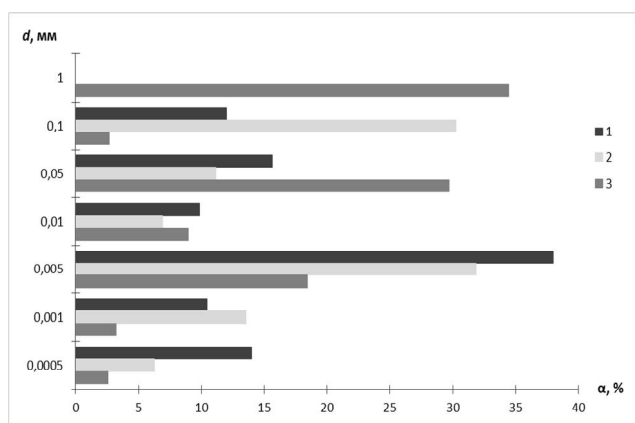
Длины исследуемых рек в бассейне р. Самара изменяются от 38 до 56 км, площади бассейнов не превышают 450 км²; в бассейне р. Чапаевка протяженность изученных рек составила от 24 до 73 км, а площадь бассейнов менее 800 км² (табл.).

Гидрометрические наблюдения на реках в настоящее время отсутствуют: на рр. Черная и Ветлянка они проводились в 1930-е гг., на рр. Бол. Вязовка и р. Мал. Вязовка – в конце 50-х, 60-е годы XX в. (Ресурсы поверхностных..., 1971).

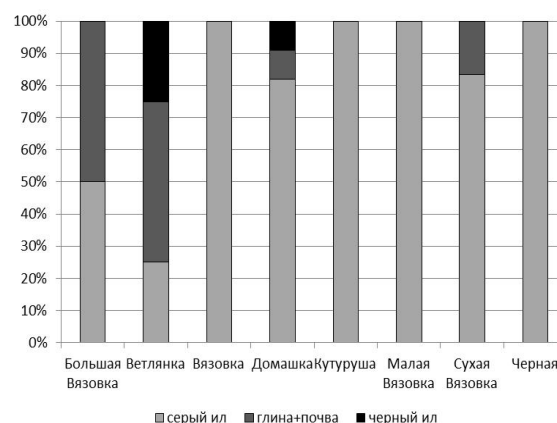
Среднегодовые расходы воды на большинстве рек незначительные – 0.21–0.64 м³/с, на самой крупной из них (р. Бол. Вязовка) чуть больше – 1.02 м³/с. Соответственно слой стока воды для рассматриваемых рек в бассейне Самары изменяется от 63 до 70 мм, в бассейне Чапаевки – 53–77 мм. Основная фаза в питании рек – весеннее половодье, пик которого приходится на апрель. В период летне-осенней межени реки питаются исключительно за счет грунтовых вод, однако из-за небольшой величины эрозионного вреза и глубокого залегания грунтовых вод, перекрытых мощным слоем сыртовых глин, все рассматриваемые реки ежегодно пересыхают в летнее время и представляют цепочку отдельных водоемов вдоль русла, слабое течение наблюдается преимущественно в приустьевых участках. Наличие на всех реках множества прудов с глухими плотинами (например, в бассейне р. Бол. Вязовка их более 30), которые наполняются при прохождении половодья, значительно ухудшает поступление вод в речную сеть ниже по течению и увеличивает период пересыхания. В теплое время года вода, накопившаяся в прудах, безвозвратно тратится на орошение, водопой, водоснабжение. Количество воды, аккумулированной в прудах в бассейне р. Чапаевка, составило 14% изъятий из естественного стока, в р. Мал. Вязовка – 18 %, в р. Бол. Вязовка – 14% (Основные гидрологические..., 2015; Ресурсы поверхностных..., 1971).

Редкие дожди, выпадающие в течение летне-осеннего периода, не формируют поверхностного стока, поэтому 90–100 % стока наносов проходит во время весеннего половодья. Размыв земляных плотин в этот период существенно повышает сток наносов и приводит к обмелению русел. С учетом поступления продуктов разрушения плотин и смыва почв при интенсивной распаханности водосборов происходит деградация речной сети рассматриваемых малых рек (Чалов, Чернов, 2001).

Анализ гранулометрического состава показал, что русловые наносы рек представлены преимущественно мелко- и крупнопылеватыми частицами, их средний размер изменяется в диапазоне 0.02–0.11 мм. На рисунке (а) показано изменение размера донных отложений вдоль р. Бол. Вязовка. Установлено, что вниз по течению происходит увеличение крупности частиц от мелкой пыли в верховьях до мелкого песка в нижнем течении в связи с увеличением транспортирующей способности потока. В составе биотопов рек преобладают серые илы (25–100% в разных реках), заиленные глины (9–50%) и черные илы (9–25%) (рис. 1, б).



а



б

Рис. Гранулометрический состав донных отложений в р. Бол. Вязовка (а) и соотношение типов биотопов в малых реках (б): 1 – верхнее течение, 2 – среднее течение, 3 – нижнее течение, d – средний размер фракции, α – содержание частиц

Для рек региона характерна высокая минерализация, что связано с засушливостью климата, засоленностью почв и сыртовских глин (сульфатами, хлоридами), а также дренированием грунтовыми водами коренных пород, представленных известняками и доломитами (Ресурсы поверхностных..., 1971). Минерализация воды рек в период исследований изменялась от 1.12 г/л (р. Вязовка) до 5.94 г/л (р. Ветлянка), т.е. соответствовала уровню олигогалинных и мезогалинных вод. По соотношению главных ионов вода рек в летнюю межень относилась к хлоридному классу, натриево-калиевой группе. Содержание кислорода изменялось от 1.5 до 13.6 мг/л. Дефицит кислорода наблюдался на некоторых участках рек Домашка (1.5 и 2.7 мг/л) и Ветлянка (3.0 мг/л). Водородный показатель находился в диапазоне 7.3–8.9, т.е. преобладали значения рН, лежащие в области слабощелочных вод. Концентрации других химических показателей в воде рек изменялись в диапазонах: бихроматная окисляемость – 14–15 мгО/л, N-NO₂ – 0.051–0.060 мг/л, N-NO₃ – 0.023–0.081 мг/л, N-NH₄ – 0.37–0.74 мг/л, Р_{общ.} – 0.21–0.53 мг/л, Fe_{общ.} – 0.19–0.23 мг/л, Cu – 2.4–2.5 мкг/л, Ni – 0.8–0.9 мкг/л, Zn – 6.4–6.5 мкг/л, Pb – 1.8–1.8 мкг/л, Mn – 8.0–9.0 мкг/л, нефтепродукты – 0.03–0.032 мг/л, фенолы – 0.8–0.9 мг/л. Приоритетными загрязняющими веществами в воде рек являются: общий фосфор (до 2ПДК), азот аммонийный (до 2 ПДК), железо (до 2.5 ПДК) и медь (2.5 ПДК), что связано со смывом с полей азотсодержащих и фосфорных удобрений, сбросом сточных вод.

Таблица. Некоторые гидрологические показатели малых рек

Река	Куда впадает, расстояние от устья (км)	Длина ¹ , км	Площадь бассейна ^{1,2} , км ²	Средний уклон русла, ‰	Среднегодовой, приведенный к многолетнему периоду		Измеренные в летнюю межень гидрохимические характеристики (диапазон)		
					Расход воды, м ³ /с	Слой стока, мм	рН	O ₂ , мг/л	Общая минерализация, г/л
Черная	Самара, 25	38	238	0.8	0.23 ²	63 ²	7.8-7.9	7.4-7.8	1.35-1.37
Домашка	Самара, 96	56	274	1.9	–	–	7.9-8.1	2.7-4.5	1.26-1.98
Ветлянка	Съезжая (приток р. Самара), 5	50	447	1.2	0.64 ²	70 ²	7.3-7.6	1.5-5.0	1.77-5.94
Бол. Вязовка	Чапаевка, 116	73	782	1.1	1.02 ³	53 ³	7.8-7.9	6.1-10.0	1.30-3.16
Сухая Вязовка	Чапаевка, 139	27	155	2.6	–	–	8.7-8.9	7.7-7.9	1.12-2.28
Вязовка	Чапаевка, 164	27	223	1.1	–	–	7.8-7.9	6.1-6.2	1.12-2.28
Мал. Вязовка	Чапаевка, 176	24	122	3.1	0.20 ⁴	77 ⁴	7.8-7.9	5.3-8.0	1.40-2.70
Кутуруша	Чапаевка, 192	31	238	1.6	–	–	7.8-7.9	11.5-13.6	1.85-2.83

Примечание: по данным 1 – (Ресурсы поверхностных..., 1966), 2 – (Ресурсы поверхностных..., 1971), 3 – (Ресурсы поверхностных..., 1976), 4 – (Основные гидрологические..., 2015)

Гидрологическое состояние исследованных малых рек в пределах Сыртовой равнины Заволжья определяется сочетанием ряда основных факторов: подстилающих пород (мощный слой водоупорных глин), засушливого климата и антропогенного воздействия (распаханность водосбора, зарегулированность русла). В летний период реки пересыхают из-за недостаточного эрозионного вреза и отсутствия связи с грунтовыми водами. Описанная ситуация усугубляется устойчивым превышением испаряемости над осадками, что приводит к постепенному увеличению минерализации образовавшихся малопроточных водоемов в руслах рек. Безвозвратное изъятие речного стока на хозяйственные нужды, смыв азотных и фосфорных удобрений с полей,

дренирование засоленных почв оказывают завершающее отрицательное влияние на качество воды и доступность водных ресурсов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 13-04-10119, 15-04-03341 и 17-04-00135.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белозёров В.К. Страсти по воде // Россия в глобальной политике. 2009. Т. 7, № 3. С. 150-160.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М., 2017. 70 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2014 год. Самара, 2015. 297 с.

Основные гидрологические характеристики рек бассейна Нижней Волги. Научно-прикладной справочник / под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны, 2015. 129 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. Нижнее Поволжье Л.: Гидрометеиздат, 1966. 287 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. Бассейн р. Волги ниже г. Чебоксары. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 411 с

Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений). Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. Нижнее Поволжье. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 332 с.

Чалов Р.С., Чернов А.В. Заиление и деградация русел // Вода России. Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2001. С. 430-445.

Чибилев А.А. Степи северной Евразии. Екатеринбург, 1998. 192 с.

Tockner K., Uehlinger U., Robinson Ch.T. Rivers of Europe. Amsterdam: Academic Press, 2009. 700 p.

Н.К. РАЕНКО, В.В. ВЕРХОТУРОВА, В.Н. ЗАСЛОНОВСКИЙ

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

**О ГИДРОХИМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ**

Каждый водный объект, в том числе водотоки, характеризуются определенным составом и свойствами воды. Для оценки качества поверхностных вод используются различные виды критериев: гигиенические – токсикологическая, эпидемиологическая, радиационная безопасность воды; рыбохозяйственные – пригодность для обитания и развития промысловых и ценных пород рыб; экологические – приемлемые условия функционирования водной экологической системы; технологические – возможность применения воды для производства той или иной продукции; экономические – рентабельность использования воды конкретного водного объекта для определенных целей и другие.

С позиций сохранения гидросферы наиболее важными представляются экологические и рыбохозяйственные критерии. При растущей антропогенной нагрузке на поверхностные водотоки экологическое воздействие поллютантов проявляется на всех уровнях: организменном, популяционном, биоценотическом, экосистемном. Чрезмерные воздействия могут привести к трансформации экосистемы водотока, ослаблению его самоочищающей способности.

В основе любого из перечисленных видов критериев лежат значения показателей качества воды, полученных в результате гидрохимических исследований. Отдельный вопрос – как из этих показателей отдельных ингредиентов формируется итоговая характеристика, определяющая качество воды. Методики определения этих характеристик и, соответственно, категорий (классов) качества вод утверждаются министерством или ведомством, на которые возложены обязанности по мониторингу и оценке качества природных вод. В Российской Федерации таковым является Росгидромет.

До 2004 г. в системе Росгидромета действовала «Методика определения качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям» (Методические указания..., 1988), базирующаяся на формализованном показателе – индексе загрязнения вод (ИЗВ). С 1 января 2004 г. взамен данной методики введен в действие «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (Методические указания..., 2002), в котором определяющим показателем является удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ).

Несмотря на различные процедуры подсчета итоговой характеристики качества воды в каждой из этих методик, конечные результаты – отнесение воды по качеству к той или иной категории (классу) отличаются незначительно. Так, например, на основании подробных исследований гидрохимического состава вод трансграничного (Россия и КНР) участка р. Аргунь, левобережье которой расположено на территории Забайкальского края в бассейне Амура, учеными Забайкальского государственного университета и Восточного филиала РосНИИВХ за 2016–2018 гг. получены следующие результаты. На всем протяжении участка (около 550 км от выхода реки с территории КНР на границу) по 12 створам показатель ИЗВ, подсчитанный по («Методические указания...», 1988) колебался от 4,9 до 7,3, что соответствует V и VI классам качества вод («грязная» и «очень грязная» вода). В то же время показатель УКИЗВ, подсчитанный по тем же данным для тех же створов по (Методические указания..., 2002) изменялся от 6,9 до 9,9, что соответствует классам качества вод 4 «б» и 4 «в» этой методики (те же

самые «грязная» и «очень грязная» вода). Таким образом, обе методики дают весьма сходные результаты.

Однако, не отрицая достаточную объективность и необходимость использования действующей методики УКИЗВ на современном этапе, следует отметить ее недостатки, а точнее – особенности, диктующие область ее применения. Методика, использующая УКИЗВ в качестве основного критерия качества воды и список из 15 «обязательных» для определения показателей, не учитывает характерные особенности конкретного водотока и цели, ради которых такая оценка качества производится. Данная методика оценки качества воды должна применяться и применяется организациями, на которые возложены, как говорилось выше, обязанности по государственному общему мониторингу и оценке качества вод, то есть организациями Росгидромета. В то же время это не должно быть препятствием для разработки и использования методик других ведомств, учитывающих специфику их деятельности.

В одном случае некоторые из «обязательных» показателей могут оказаться мало-значимыми, неактуальными для определенного вида использования воды. В другом – некоторые из таких показателей будут для конкретного водотока всегда ничтожно малы по величине и при общей оценке качества с их использованием будут «перетягивать», снижать влияние более важных показателей для данной конкретной цели. Например, в результате исследований на участке р. Аргунь, о котором говорилось выше, было выявлено, что содержание аммоний-иона, никеля, хлоридов, сульфатов всегда весьма невелики, значительно ниже самых жестких значений ПДК_{рыб/хоз}. В то же время показатели ХПК, фенолов, цинка, марганца, меди и железа общего во всех случаях существенно выше нормативных значений ПДК. Достаточно высоки также показатели БПК, нефтепродуктов, фосфат-ионов и молибдена и их средние за период наблюдений величины превышают ПДК_{рыб/хоз}. Последние два показателя, кстати, не входят в список «обязательных» по методике УКИЗВ. Следовательно для данного участка р. Аргунь при последующих исследованиях следует обращать особое внимание на перечисленные «критические» показатели. А названные в начале абзаца показатели можно исключить из числа определяющих качество воды на данном участке. Были, в первом приближении, определены возможные источники поступления загрязняющих веществ, как с российской, так и с сопредельной территории.

Таким образом, поскольку данное исследование (Шаликовский и др., 2018) проводилось с целью определения, в том числе, экологического состояния трансграничного участка реки и планированию мероприятий по улучшению этого состояния, все 26 исследованных показателей были условно распределены на 4 группы. Первая группа – показатели, средние значения которых за весь период наблюдений были выше ПДК_{рыб/хоз} и повторяемость превышения ПДК более 90% (в эту группу вошли 6 показателей, причем все 6 входят в список «обязательных» показателей по методике УКИЗВ). Вторая группа – показатели, средние значения которых также выше ПДК_{рыб/хоз}, но повторяемость превышения ПДК их гораздо ниже (от 60 до 80%). В эту группу попало 4 показателя из 26 (в том числе 2 – из «обязательного» списка). Показатели, вошедшие в третью и четвертую группы имеют средние значения ниже ПДК_{рыб/хоз}, но показатели третьей группы имеют повторяемость превышения ПДК от 40 до 10%, а четвертой группы – ниже 10%, то есть они практически всегда ниже ПДК_{рыб/хоз}. В третью группу вошло 7 показателей (из них 2 из «обязательного» списка), а в четвертую – 9 показателей, в том числе 5 из указанного списка. В результате мы пришли к выводу, что, учитывая цели и задачи исследования, для планирования мероприятий по улучшению экологического состояния данного конкретного водотока необходимо использовать первые две группы, включающие 10 показателей, в том числе 8 – из «обязательного» списка по методике УКИЗВ. Остальные 16 показателей (7 из них – «обязательных») для данного участка не могут существенно повлиять на достижение поставленной цели.

Считаем, что подобный подход может быть положен в основу методики оценки качества вод конкретных водотоков для целей его сохранения и улучшения при ведении водохозяйственной деятельности. При этом необходимо также учитывать предполагаемые направления использования вод водотока, что будет определять применение тех или иных нормативных значений ПДК (рыбохозяйственных, коммунально-бытовых и т.д.) для оценки качества вод. Такой подход может, на наш взгляд, быть полезным и при совместном с сопредельной стороной мониторинге и использовании трансграничных водотоков, поскольку системы и методики оценки качества вод различных государств порой существенно отличаются. Но во всех методиках, как правило, превалирует принцип ранжирования (приоритетности влияния) показателей.

Возможно также и дальнейшее развитие предлагаемого методического подхода. Например, при оценке качества воды для рыбохозяйственных целей наряду с ранжированием показателей по величине возможна градация их по лимитирующему признаку вредности (органолептический, санитарный, токсикологический, санитарно-токсикологический) в соответствии с таблицей № 2 Приказа Минсельхоза РФ (Об утверждении нормативов..., 2016).

Еще раз отметим, что предлагаемый подход не противоречит используемой в системе Росгидромета методике комплексной оценки качества поверхностных вод с использованием УКИЗВ. Но он, на наш взгляд, позволит оценивать качество воды конкретных водотоков с учетом экологических требований и исходя из природных условий их формирования, а также предполагаемого направления их использования и охраны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Методические указания. «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям». РД 52.24.643-2002.

Методические указания по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М., 1988. 7 с.

Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в

том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г., № 552.

Шаликовский А.В., Заслоновский В.Н., Курганович К.А., Босов М.А., Солодунин А.А., Шаликовский Д.А. Современная ситуация на пограничном участке реки Аргунь // Водное хозяйство России. 2018. № 2. С. 4-18.

А.В. РАХУБА, Л.Г. ТИХОНОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

ГИДРОДИНАМИКА И ГИДРОХИМИЯ ВОДНЫХ МАСС ЭКОСИСТЕМЫ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ ПРИТОКА ВОДОХРАНИЛИЩА

Экологические проблемы водохранилищ включают целый комплекс аспектов, среди которых важную роль играют вопросы, связанные с качеством водной среды. Ведущим фактором, определяющим состояние водных экосистем в зоне сопряжения устья реки и водохранилища, является водообмен. Режим водообмена сказывается как на физико-химических показателях воды, так и на условиях обитания водных организмов (Матарзин, 1977; Эдельштейн, 1991).

Формирование химического состава вод водохранилищ происходит при крайне неустойчивом гидродинамическом режиме. В условиях суточного и недельного регулирования стока в устьевых областях притоков возникает зона переменного подпора, где происходит смешение речных и водохранилищных водных масс. В зависимости от характера попусков воды на ГЭС смешение водных масс сопровождается комплексом интенсивных гидродинамических и внутриводоемных процессов трансформации вещества и энергии. В течение суток даже при небольших изменениях уровня воды могут наблюдаться многочисленные разнонаправленные колебания скорости течения, которые сопровождаются развитием горизонтальной и вертикальной неоднородности гидрохимических и гидробиологических показателей водной среды.

Для изучения водообменных процессов в период летней межени в устьевой области р. Сок нами были проведены измерения гидрологических и гидрохимических характеристик. Была поставлена задача, оценить суточную динамику гидрохимических показателей и дальность проникновения волжских вод в устьевой зоне подпора притока при известном режиме колебания уровня воды в нижнем бьефе Саратовского водохранилища.

В ходе мониторинговых наблюдений в устье реки вдоль линии смешения вод были выбраны три вертикали (рис. 1), на которых в характерные фазы колебания уровня (в 7 и 16 часов) в поверхностном горизонте отбирались пробы воды для химического анализа. Контрольные измерения уровня воды и удельной электропроводности (УЭП) осуществлялись на суточной станции (вертикаль 2) с интервалом 1 мин автоматизированной измерительной системой «DS-5X». Затем на материале наблюдений с помощью программного комплекса «ВОЛНА» (Рахуба, 2007, 2009, 2017) было выполнено моделирование и расчет динамики водообмена.

Наблюдениями за уровнем, скоростью и направлением течения было установлено, что волжские воды начинают поступать в устье в дневные часы суток (10–11 часов). Перенос водохранилищных вод сопровождается периодическими разнонаправленными колебаниями движения потока и завершается ночью к моменту достижения максимального уровня (0–1 час). В этот период происходит активное перемешивание водных масс в верхних слоях и менее интенсивное – в глубинных горизонтах. После начала спада уровня воды поток разворачивается по направлению к водохранилищу, и устье полностью заполняется речными водами.

Пространственно-временная неоднородность вод устьевой области хорошо прослеживается по ряду гидрохимических показателей (табл.). В дневные и вечерние

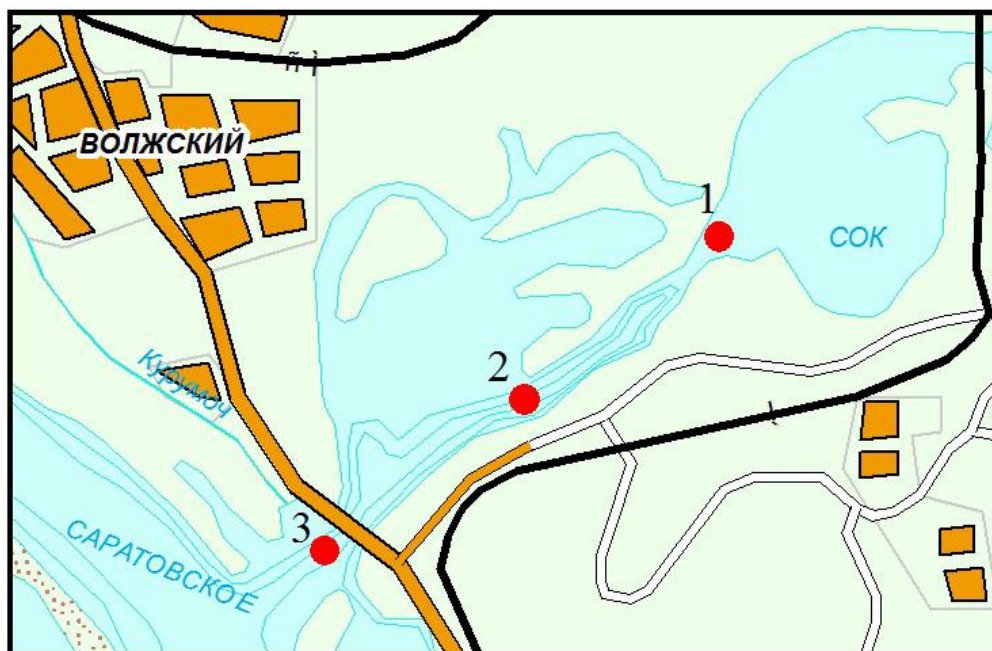


Рис. 1. Карта-схема участка устьевой области р. Сок
(1, 2, 3 – вертикали отбора проб воды)

часы суток, когда идет заполнение устья водами из водохранилища, диапазон колебаний УЭП выше, чем в ночные и утренние часы в 1,5 раза, рН – в 3,1 раза, ХПК – в 5 раз, БПК₅ – в 2 раза, фосфатов – в 1,4 раза и нитратов – в 2 раза. Пространственное распределение указанных гидрохимических показателей характеризуется устойчивым возрастанием от границ водохранилища вдоль линии смешения в сторону устья во все фазы колебания уровня воды. Достоверно судить о пространственной неоднородности вод можно по показателю УЭП. Так, по данным проведенных измерений в границах зоны смешения со стороны водохранилища (вертикаль 3) УЭП составляет 390–555 мкСм/см и со стороны реки (вертикаль 1) – 1368–1375 мкСм/см. В центральной части зоны смешения (вертикаль 2) прослеживается максимальная неоднородность по УЭП – 865–1451 мкСм/см.

Таблица. Средние значения некоторых гидрохимических показателей за период наблюдений

Показатель	Среднее течение реки		вертикаль 1		вертикаль 2		вертикаль 3	
	р. Сок	р. Волга	7 час	16 час	7 час	16 час	7 час	16 час
рН	8,2	7,77	8,11	8,01	8,06	8,07	8,05	7,9
Eh, mV	230	340	259	348	252	327	233	340
УЭП, мкСм/см	1342	382	1282	1372	1223	1158	1030	473
ПО, гО ₂ /м ³	4,07	7,12	4,08	3,04	4,16	5,44	5,44	6,32
ХПК, гО ₂ /м ³	31,1	27,1	22,5	29,0	22,9	27,2	21,5	25,3
БПК ₅ , гО ₂ /м ³	1,62	0,97	1,35	1,62	0,80	0,67	0,69	0,90
Фосфаты, гР/м ³	0,150	0,030	0,124	0,132	0,123	0,124	0,113	0,056
Нитраты, гN/м ³	0,30	0,39	0,35	0,38	0,35	0,38	0,38	0,33

В период пика смешения водных масс (15–16 часов) на всех трех вертикалях концентрация органического вещества (по ХПК, ПО, БПК₅) наблюдается выше, по сравнению с периодом спада подпора. Исключение представляет вертикаль 1, которая

расположена на границе зоны смешения вод, и где не прослеживается определенной зависимости ПО и БПК₅ с гидрологическими фазами. По-видимому, увеличение органики в водной толще устья можно объяснить взмучиванием илистых отложений при развитии вертикального турбулентного обмена в процессе торможения естественного течения реки в ходе подпорных явлений со стороны водохранилища.

На следующем этапе изучения водообмена в устьевой области р. Сок было проведено численное моделирование геометрии зоны смешения, а так же рассчитан режим поступления в водохранилище вод, формирующихся в зоне переменного подпора. Расчеты скоростей течений в зоне смешения вод показали, что при существующей динамике уровня водной поверхности в Саратовском водохранилище в течение суток наблюдаются неоднократные колебательные движения водной массы в прямом и обратном направлениях (рис. 2). Причем скорость течения из устья в водохранилище выше скорости поступления волжских вод в устье более чем в два раза. Рассчитанные на модели осредненные по глубине скорости течений на вертикали 2 в прямом направлении (из устья) составляют 0,08–0,17 м/с, в обратном (в устье) – 0,04–0,08 м/с. За сутки количество таких колебательных движений может достигать до шести и выше в зависимости от режима пусков на ГЭС.

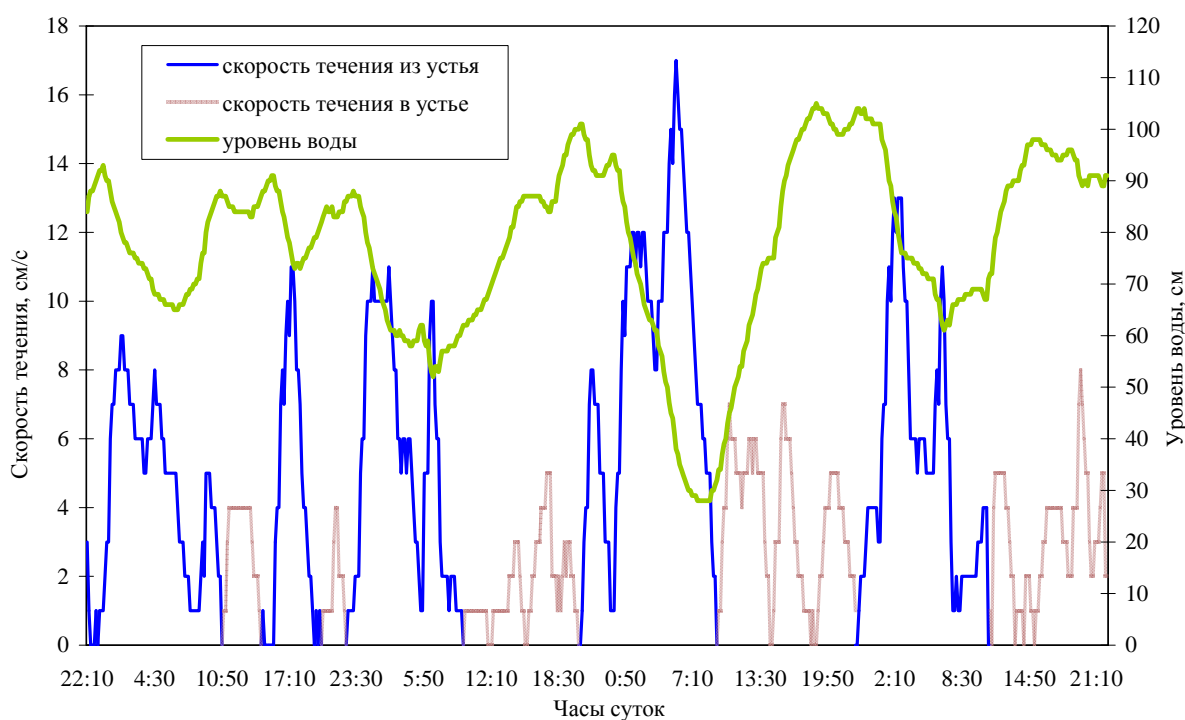


Рис. 2. Модельный расчет гидродинамического режима в устье р. Сок на вертикали 2

Дальность проникновения вод водохранилища в устьевую область была рассчитана по показателю УЭП, с помощью которого наилучшим образом выделяются пространственная граница разнородных водных масс. Максимальное распространение водохранилищных вод в устье притока (при среднем колебании уровня воды 50–70 см) приходится на вечерние часы суток и достигает 2,5 км.

Таким образом, в течение суток формирование зоны смешения вод сопровождается как горизонтальной, так и вертикальной неоднородностью водной толщи. Поступление волжских вод в устье р. Сок, смешение и последующая разгрузка в Саратовское водохранилище создают нестабильный режим водной среды, не характерный для непривливаемых устьев рек. В зоне контакта речных и водохранилищных водных масс интенсивное смешение происходит в поверхностной толще воды, где скапливаются слабо минерализованные воды. В придонном слое минерализация

остается стабильно выше, чем в верхних слоях, и лишь при значительных колебаниях уровня наблюдается перемешивание по всей глубине. Действие подпорных эффектов сопровождается развитием вертикального турбулентного обмена, при котором содержание органического вещества в воде возрастает. При снижении подпора содержание органики также снижается. В результате, в течение суток значения гидрохимических показателей в устьевой области притока могут изменяться в 1,5–5 раз, а длина зоны смешения вод может достигать несколько километров в зависимости от величины колебания уровня на водохранилище.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Матарзин Ю.М., Богословский Б.Б., Мацкевич И.К.* Гидрологические процессы в водохранилищах // Гидрология водохранилищ: Уч. пос. по спецкурсу / под общ. Ред. и Ю.М. Матарзина. Пермь, 1977. 88 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.* Экспериментальные исследования пространственно-временной неоднородности качества вод долинного водохранилища // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 146-154.
- Рахуба А.В.* Опыт использования измерительно-вычислительной системы «Хитон-Волна» в гидроэкологических исследованиях прибрежной акватории г. Тольятти // Экологические проблемы промышленных городов. Сб. 8-й Международ. науч.-практич. конф. Саратов, 2017. С. 484-488.
- Эдельштейн К.К.* Водные массы долинных водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1991. 176 с.

В.Н. РЕШЕТНЯК^{1,4}, К.Г. МЯГКОВА², О.С. РЕШЕТНЯК^{1,2,3}¹ Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия² Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия³ Гидрохимический институт, г. Ростов-на-Дону, Россия⁴ ВНИГРИУголь, г. Ростов-на-Дону, Россия**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
И УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ
НИЖНЕЙ ВОЛГИ****ВВЕДЕНИЕ**

В современных условиях интенсивного антропогенного воздействия происходит качественное и количественное истощение водных ресурсов, деградация малых рек и усиление экологической напряженности на водных объектах, особенно в промышленно развитых регионах страны.

Высокое антропогенное воздействие и зарегулирование стока Волги привели к изменениям экологических условий на всем протяжении реки и, особенно, в нижнем ее течении. Интенсивное водопользование, безвозвратное изъятие воды и химическое загрязнение нарушают уникальную экосистему Нижней Волги. Изменения экологической обстановки проявляются в нарушении естественных биологических циклов водных экосистем, снижении биоразнообразия и биопродуктивности (Решетняк и др., 2013; Решетняк, 2014). Основной опасностью длительного антропогенного воздействия на экосистемы является возникновение чрезвычайных экологических ситуаций. Несмотря на достаточно высокую способность к самоочищению, речные экосистемы весьма чувствительны к антропогенным воздействиям и отвечают на испытываемую внешнюю нагрузку изменением компонентного состава водной среды (Никаноров и др., 2012).

В таком контексте изучение региональных особенностей трансформации химического состава и уровня загрязненности воды в бассейне Нижней Волги становится особенно актуальным.

К основным экологическим проблемам территории Нижней Волги можно отнести повышенное содержание ряда загрязняющих веществ в воде, ухудшение ее качества и состояния сообществ водных организмов на фоне меняющегося гидрологического режима (Брызгалов и др., 2013, 2015). При этом водные объекты здесь функционируют в условиях повышенной антропогенной нагрузки, как со стороны основных источников загрязнения, так и за счет дополнительного поступления загрязняющих веществ с речным стоком (Никаноров и др., 2010), что снижает самоочищающую способность экосистем и приводит к ухудшению качества воды.

Объекты исследования – отдельные участки рек в бассейне Нижней Волги (рр. Сок, Сургут, Падовая, Чапаевка, Самара и др.), подверженные загрязнению сточными водами различных промышленных предприятий, а также хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Материал исследования – многолетняя (1990–2015гг.) гидрохимическая информация Государственной системы наблюдения (ГСН) Росгидромета и данные режимно-справочных изданий Гидрохимического института.

Источники загрязнения речных вод

Водная экосистема а Нижней Волги испытывает влияние источников загрязнения

разного масштаба и разной степени опасности. Антропогенное влияние на экологическое состояние нижних участков реки и её притоков происходит за счет таких региональных факторов, как перенос загрязненных сточных вод вниз по течению реки; сброс загрязненных и недостаточно очищенных сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий; влияние маломерного флота; регулирование речного стока и др. Все это обуславливает снижение самоочищающей способности реки. Значительное влияние на состояние водных экосистем оказывают и локальные источники загрязнения (Решетняк и др., 2013).

В настоящее время в бассейне Волги наиболее высокий коэффициент водооборота отмечается в Нижней Волги (92,7%), что объясняется развитием здесь топливной, металлургической и химической отраслей промышленности, которые широко используют оборотное водоснабжение. В силу климатических и почвенных условий орошаемое земледелие наиболее развито также в засушливой части бассейна. На долю Нижней Волги приходится 60% орошаемых земель Волжского бассейна (Дёмин, 2017).

В последние годы отмечается сокращение водопотребления в жилищно-коммунальном и сельском хозяйствах, снизился сброс промышленных сточных вод и шахто-рудничных и коллекторно-дренажных стоков (Дёмин, 2017). Но, несмотря на это, в динамике качества воды в бассейне Волги и в нижнем её течении значительного улучшения не наблюдается. Напротив, отмечается усиление роли диффузных источников загрязнения, которые сопоставимы, а в некоторых случаях, могут и превосходить точечное загрязнение.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Минерализация воды и содержания главных ионов в речных водах Нижней Волги меняется в широких пределах от 100,5 мг/дм³ (р. Чагра) до 5368,7 мг/дм³ (р. Сургут), и даже среднесезонные значения минерализации значительно варьируют – 337,5–1162,2 мг/дм³. Поэтому по данному показателю речные воды относятся к пресным и солоноватым поверхностным водам. Наибольшая минерализация воды характерна для таких рек, как Сок, Сургут, Чапаевка, Чагра, Бол. Кинель и Падовая.

Повышенная минерализация воды и более высокие концентрации главных ионов в речных водах Нижней Волги по сравнению с остальной частью бассейна обусловлены естественными и природными причинами. По химическому составу воды большинство рек относятся к хлоридному или сульфатному классу с доминированием ионов кальция или суммы ионов натрия и калия. Что вполне согласуется с принципом гидрохимической зональности химического состава природных вод в пределах ЕЧР и сменой класса и типа воды в более южных районах.

Содержание биогенных веществ в речных водах Нижней Волги

Как известно, азот относится к числу биогенных элементов, содержание которого в водной среде влияет на различные внутриводоемные процессы. С одной стороны, недостаток азотсодержащих соединений подавляет рост и развитие водной растительности и гидробионтов, с другой – их избыток способствует процессам эвтрофикации и ухудшению качества воды. Поэтому содержание биогенных веществ в поверхностных водах используется не только с целью оценки трофности водоема, но и для характеристики условий обитания гидробионтов и качества водной среды.

Для водных объектов южных регионов, находящихся в условиях засушливого климата и пониженной водности, особенно остро стоит проблема эвтрофирования вод и, в связи с этим, оценка изменчивости концентраций минеральных форм азота и фосфора приобретает особую значимость.

В пределах территории Нижней Волги концентрации биогенных веществ значительно колеблются от значений ниже предела обнаружения метода до 12,4 мг/дм³ (р. Падовая) по азоту аммонийному; до значений 0,910–0,958 мг/дм³ (рр. Падовая и Бол.

Кинель) по азоту нитритному; до 3,47 мг/дм³ (р. Падовая) по фосфатам (таблица). Среднемноголетние концентрации изменяются в более узких диапазонах:

- по азоту аммонийному от 0,03 до 1,27 и 1,73 мг/дм³ (рр. Чапаевка и Падовая);
- по азоту нитритному от 0,020 до 0,079 и 0,100 мг/дм³ (рр. Чапаевка и Падовая);
- по фосфору фосфатному от 0,03 до 0,36 мг/дм³ (р. Падовая).

Таким образом, наибольшее биогенное загрязнение речных вод наблюдается для реки Падовая, для которой выявлены самые высокие концентрации по всем рассмотренным соединениям азота и фосфора, что может вызывать усиление процесса эвтрофирования экосистемы реки.

Таблица. Изменчивость содержания биогенных веществ (в мг/дм³) в речных водах в бассейне Нижней Волги за многолетний период (1990–2015 гг.)

Река, пункт наблюдений	Азот аммонийный (NH ₄ ⁺)			Азот нитритный (NO ₂ ⁻)			Фосфор фосфатный (PO ₄ ³⁻)		
	C _{min}	C _{max}	C _{ср}	C _{min}	C _{max}	C _{ср}	C _{min}	C _{max}	C _{ср}
<i>Притоки Нижней Волги</i>									
р. Бол. Черемшан, ниже с. Новочеремшанск	<0,0025	1,97	0,41	<0,0005*	0,600	0,061	0,014	0,42	0,14
р. Сок, с. Красный Яр	<0,0025	3,38	0,43	<0,0005	0,566	0,029	<0,0025*	0,30	0,04
р. Сок, р.п. Сергиевск	<0,0025	3,53	0,48	<0,0005	0,410	0,023	<0,0025	0,76	0,03
р. Сургут, г. Серноводск	<0,0025	2,93	0,42	<0,0005	0,650	0,042	<0,0025	0,59	0,03
р. Чапаевка, ниже г. Чапаевск	<0,0025	11,64	1,27	<0,0005	0,629	0,079	<0,0025	0,67	0,08
р. Чагра, с. Новотулка	<0,0025	7,10	0,46	<0,0005	0,302	0,022	<0,0025	1,33	0,10
р. Бол. Иргиз, г. Пугачев	<0,0025	1,59	0,34	<0,0005	0,185	0,027	<0,0025	0,23	0,07
р. Самара, г. Бузулук	<0,0025	3,28	0,51	0,010	0,546	0,068	0,004	0,27	0,05
р. Самара, ниже пгт Алексеевка	<0,0025	1,05	0,34	<0,0005	0,700	0,038	<0,0025	0,18	0,04
р. Ток, с. Ероховка	0,040	2,09	0,41	0,010	0,183	0,050	<0,0025	0,37	0,05
р. Бузулук, с. Перевозниково	0,050	1,78	0,41	<0,0005	0,187	0,052	0,008	0,30	0,06
р. Бол. Кинель, пгт Тимашево	<0,0025	3,99	0,39	<0,0005	0,958	0,042	<0,0025	0,61	0,05
р. Падовая, г. Самара	<0,0025	12,4	1,73	<0,0005	0,910	0,100	<0,0025	3,47	0,36
<i>Устьевая область Волги</i>									
р. Волга, г. Астрахань; выше города	<0,0025	0,55	0,04	<0,0005	0,367	0,020	<0,0025	0,35	0,03
р. Волга, г. Астрахань; ниже города	<0,0025	0,57	0,03	<0,0005	0,477	0,020	<0,0025	0,66	0,03

Примечания: *предел чувствительности метода определения.

Цветом выделена кратность превышения ПДК:

	– в 1–2 раза;
	– в 3–10 раз;
	– в более, чем 10 раз.

Содержание органических веществ в речных водах Нижней Волги

За многолетний период содержание органических веществ в целом высокое и меняется в широких пределах от 0,25 мг/дм³ (р. Волга, г. Астрахань) до 36,56 мг/дм³ (р. Чапаевка) по содержанию легкоокисляемых органических веществ (ЛООВ по БПК₅) и от 1,30 мг/дм³ (р. Чапаевка) до 420–441 мг/дм³ (р. Бол. Кинель) по содержанию труд-

ноокисляемых органических веществ (ТООВ по ХПК). Концентрации нефтепродуктов в речных водах Нижней Волги значительно варьируют от значений ниже предела обнаружения ($<0,10$ мг/дм³) до 2,71–4,29 мг/дм³ (в устьевой области р. Волга). Однако, эти аномально высокие значения нефтепродуктов носят эпизодический характер и относятся к случаям экстремально уровня загрязнения (ЭВЗ) воды (Никаноров и др., 2012; Решетняк, 2014).

Средне многолетние значения концентраций органических веществ имеют меньший разброс и в пределах водосборной территории Нижней Волги меняются от 1,88–1,91 мг/дм³ (р. Бол. Иргиз) до 3,59–3,96 мг/дм³ (рр. Чапаевка и Падовая) по содержанию ЛООВ; от 23,64 мг/дм³ (р. Бол. Черемшан) до 47,2 мг/дм³ (р. Падовая) по содержанию ТООВ; от 0,03 мг/дм³ (р. Бол. Черемшан) до 0,14–0,18 мг/дм³ (в устьевой области р. Волга) по нефтепродуктам.

Анализ пространственной и временной изменчивости содержания органических веществ в водотоках Нижней Волги показал отсутствие четких тенденций. Речные воды повсеместно обогащены органическими соединениями, а по нефтепродуктам наблюдается рост их концентраций вниз по течению Волги, причиной чего может являться возрастание роли речного стока, смыва с водосборной территории и интенсивности судоходства.

Содержание соединений тяжелых металлов в речных водах Нижней Волги характеризуется высокой вариабельностью, а наибольший разброс значений концентраций отмечается для железа, цинка, марганца. Так, общий диапазон концентраций изменяется в пределах от значений ниже предела обнаружения до величин 1,90 мг/дм³ по железу, 77 мкг/дм³ по меди, 492 мкг/дм³ по цинку, 1461,2 мкг/дм³ по марганцу и 82 мкг/дм³ по свинцу, что соответствует превышениям ПДК в десятки раз. Содержание соединений никеля и кадмия более однородно и колеблется от $<1,50$ до 50,0 мкг/дм³ для никеля (в низовьях Волги) и от $<0,02$ до 11,2 мкг/дм³ для кадмия (р. Сургут).

Аналогично описанным выше особенностям, по среднемноголетним концентрациям соединений тяжелых металлов превышение нормативов достигают всего нескольких ПДК (по соединениям железа до 2 ПДК, цинка – до 2,7 ПДК и меди – до 6,0 ПДК, по другим металлам превышений нет в водотоках Нижней Волги).

Многолетняя изменчивость качества речных вод в бассейне Нижней Волги

Анализ изменчивости степени загрязненности и класса качества воды за многолетний период показал, что в целом качество речных вод Нижней Волги характеризуется 3-м («ЗА» и «ЗБ» – «загрязненная» и «очень загрязненная») и 4-м («4А» – «грязная») классами качества. Такая высокая степень загрязненности воды вызвана высокими концентрациями целого ряда загрязняющих веществ – критических показателей загрязненности (КПЗ) воды – соединениями марганца, меди, железа, фенолами, азотом аммонийным, нитритами, фосфатами и органическими веществами.

Оценка временной динамики качества воды водотоков в бассейне Нижней Волги показала следующее:

1) тенденция улучшения качества воды прослеживается на всех участках рек в бассейне реки Самара, здесь качество воды меняется с 4 «А-Б» «грязная» на 3 «А-Б» «загрязненная или очень загрязненная» (за исключением р. Падовая) и незначительное улучшение качества воды отмечено для р. Сок, особенно в последние годы;

2) ухудшение качества воды происходит на участках рек Бол. Иргиз (с 3-го на 4-й класс) и Падовая (с 4-го на 5-й класс «экстремально грязная»);

3) стабильно высокое загрязнение речных экосистем и отсутствие четкой тенденции изменчивости качества воды характерно для рр. Бол. Черемшан, Сургут, Чапаевка и в устьевой области реки Волга у г. Астрахань.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ многолетней гидрохимической информации позволил выявить региональные особенности химического состава речных вод в бассейне Нижней Волги. По ионному составу воды в бассейне Нижней Волги относятся к пресным и солоноватым поверхностным водам. Для отдельных притоков Нижней Волги характерно высокое содержание сульфатов и хлоридов в воде – это рр. Сок, Сургут, Чапаевка, Чагра, Бол. Кинель и Падовая, которые по химическому составу воды относятся к хлоридному или сульфатному классу с доминированием кальция или ионов натрия и калия.

Содержание биогенных и органических веществ в речных водах меняется в широких пределах и периодически превышает ПДК в десятки раз. Самые высокие концентрации приурочены к водосборам рек Падовая и Чапаевка. Это может стать причиной усиления процесса антропогенного эвтрофирования речных экосистем Нижней Волги. Речные воды также характеризуются высокими концентрациями соединений тяжелых металлов, особенно железа, меди и марганца, концентрации которых изменяются в широких пределах, достигая уровней ЭВЗ.

Качество речных вод в бассейне Нижней Волги в целом варьирует между категориями 3-го и 4-го классов качества, «загрязненная», «очень загрязненная» или «грязная», «очень грязная» за счет высокого содержания целого ряда загрязнителей (марганца, меди, железа, фенолов, биогенных и органических веществ).

Выявление региональных особенностей химического состава и качества воды в бассейне Нижней Волги особенно актуально в современных условиях антропогенного воздействия не только для поддержания экологической безопасности этой уникальной природной территории, но и для принятия мер по восстановлению водных ресурсов в регионе. Это позволит не только усовершенствовать систему наблюдения за состоянием водных объектов в регионе, но и повысить эффективность водоохраных мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния водных экосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-17-01262).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брызгалов В.А., Никаноров А.М., Решетняк О.С.* Изменчивость экологического состояния речных зон устьевых экосистем крупных рек России // *Вода: химия и экология.* 2013. № 12. С. 15-21.
- Брызгалов В.А., Никаноров А.М., Косменко Л.С., Решетняк О.С.* Устьевые экосистемы крупных рек России: антропогенная нагрузка и экологическое состояние. Ростов-на-Дону, 2015. 164 с.
- Демин А.П.* Сточные воды и качество воды в бассейне реки Волга (2000–2015 гг.) // *Учен. зап. Российск. гос. гидрометеорологич. ун-та. Научно-теоретич. журн.* 2017. № 48. С. 55-71.
- Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Кондакова М.Ю., Решетняк О.С.* Роль речного притока растворенных химических веществ в антропогенной трансформации состояния водной среды устьевой области р. Волга // *Вода: химия и экология.* 2010. № 7. С. 6-12.
- Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С.* Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. Ростов-на-Дону, 2012. 308 с.
- Решетняк О.С.* Особенности экстремально высокого уровня загрязнения воды экосистемы Нижней Волги // *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.* 2014. Т. 23, № 2. С. 103-106.
- Решетняк О.С., Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С.* Антропогенная трансформация водной экосистемы Нижней Волги // *Водные ресурсы.* 2013. Т. 40, № 6. С. 623-632.

Е.Ю. РОДИОНОВА¹, А.С. САЖНЕВ²¹ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений; Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия² Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Россия**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (INSECTA: COLEOPTERA), ПРИ СБОРЕ В СВЕТОВЫЕ ЛОВУШКИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Проблема эколого-фаунистических исследований в условиях городской среды является актуальной для Краснодарского края. В селитебных ландшафтах важность этого направления обусловлена недостаточной изученностью фаунистического состава жесткокрылых, явной синантропизацией отдельных видов, тесно связанной с инвазионными процессами, а также трансформацией экосистем в условиях антропогенного прессинга. Как правило, исследования затрагивают только определенные группы жесткокрылых, которые не рассматриваются в комплексе с другими. При изучении конкретных групп жесткокрылых, например, герпетобионтных жуков (Carabidae), применяемые методы весьма селективны (Сердюк и др., 2018) и могут не подходить для изучения других групп насекомых, ведущих иной образ жизни. Достаточно проблематично использование в городской среде отдельных методик (например, установка почвенных ловушек), ввиду измененных условий города (асфальтовое покрытие). Сбор энтомологического материала на свет имеет широкий потенциал и богатый спектр привлекаемых таксонов (Цуриков, 2001; Сажнев, 2015), что способствует изучению видового разнообразия. Применение источников света с определенными параметрами в сочетании с насекомоприемником позволяет унифицировать методы сбора.

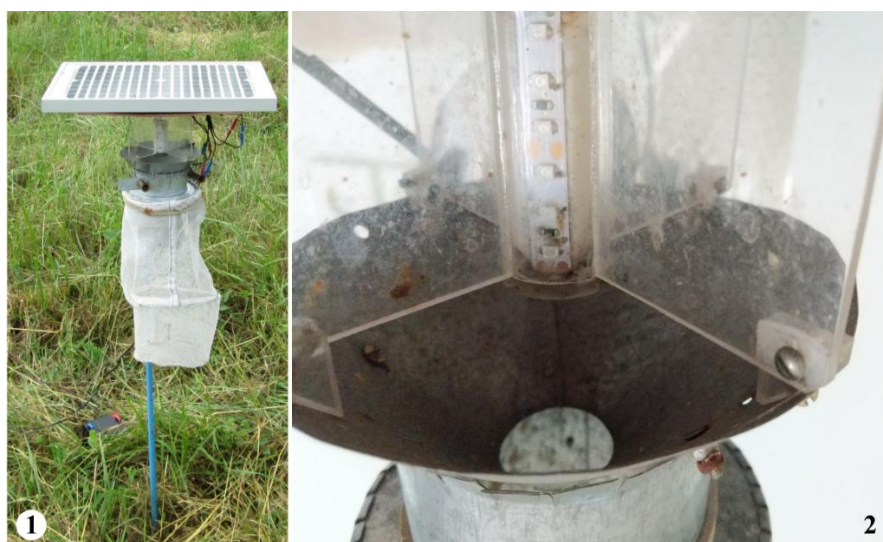


Рис. 1. Ловушка-апликатор: 1 – общий вид, 2 – детали строения, видны светодиоды, пластиковые пластины и воронка насекомоприемника

Сборы проводились в летне-осенний период (15.06 – 21.09) 2018 г. с помощью ловушки-апликатора, разработанной в лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения Всероссийского научно-исследовательского института биологической защиты растений (ВНИИБЗР) (Садковский и др., 2015). Конструкция ловушки-апликатора имеет крышку с солнечной батареей, к которой

прикреплены две взаимно перпендикулярных пластины, закрепленных к конусу светоизлучателя. В нижней части устройства находится цилиндр, к которому прикрепляется садок (насекомоприемник), для сбора насекомых (рис. 1). С нижней стороны крышки находятся датчики освещения с фоточувствительными элементами. Светодиодная лента имеет разную длину волны на своем протяжении. Для привлечения насекомых использовали светодиоды ультрафиолетового свечения сверху и белое светодиодное свечение снизу (цветовая температура 5000 К).

Принцип действия ловушки: благодаря светочувствительным элементам, светодиоды включаются автоматически в сумеречное время, светодиодное излучение привлекает летающих насекомых, которые, ударяясь о перпендикулярно расположенные пластиковые пластины через цилиндр попадают в садок (насекомоприемник). С рассветом, светодиоды выключаются.

Общая продолжительность работы ловушки за 31 календарный день – 186 часов. Пробы отбирали 3 раза в неделю. В сентябре лёт насекомых не был активным, и пробы отбирали 1–2 раза в неделю. Всего была отобрана 31 проба.

Ловушки были установлены на прилегающей территории ВНИИБЗР в черте г. Краснодар (45°02'56.5"N 38°52'22.1"E) на высоте 1,7 м над уровнем земли. Из окружающих ландшафтов можно выделить два основных – экспериментальный сад и искусственные водоемы 1960-х гг., использовавшиеся для рыборазведения.

Ярусы древостоя в саду образованы *Malus domestica* и *Padus* sp.. В травяно-кустарничковом покрове преобладают *Humulus lupulus*, *Sambucus ebulus*, *Galium aparine*, *Convolvulus arvensis* и *Dactylis glomerata*. Прибрежная растительность близ водного объекта в древесном ярусе представлена *Salix babylonica* и *Quercus robur*. В травяно-кустарничковом покрове по берегам обычен *Phragmites australis*, в удалении *Dactylis glomerata*, *Sambucus ebulus*, *Stellaria media* *Convolvulus arvensis*.

В работе использована система Coleoptera, принятая на сайте Зоологического института РАН (Список семейств..., 2018). Аннотированный список жесткокрылых опубликован ранее (Сажнев, Родионова, 2019). При анализе полученных данных по совокупности проб определяли видовое богатство, для чего применяли индекс видового богатства (d), основанный на учете числа видов в отдельных пробах к количеству особей: $d = S/\sqrt{N}$; где S – число видов и N – число экз. в пробе (Песенко, 1982). Параллельно с этим применяли показатель видового разнообразия Маргалёфа: $\alpha = (S - 1)/\ln N$; где S – число видов, N – число экз. (Margalef, 1968).

Всего было собрано 1252 экз. жесткокрылых. Принадлежащих к 15 семействам и определено 74 вида. Самыми многочисленными семействами оказались Carabidae (17,6%) и Hydrophilidae (16,2%). По количеству экземпляров среди семейств лидируют Heteroceridae – 730 экз. и Hydrophilidae – 322. Среди видов доминируют *Heterocerus obsoletus* Curtis, 1828 – 497 экз. (39,7%), *Heterocerus fenestratus* (Thunberg, 1784) – 233 (18,6%), *Berosus frontifoveatus* Kuwert, 1888 – 148 (11,8%) и *Berosus spinosus* (Steven, 1808) – 135 (10,8%). Эти же виды привлекались на свет наиболее часто и уровень постоянства у них один из самых высоких: *Heterocerus obsoletus* отмечен в 61,3% случаев ($n=31$), *Berosus frontifoveatus* – 58,1%, *Berosus spinosus* – 51,6%, *Heterocerus fenestratus* – 41,9% и *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) – 38,7%.

В связи с тем, что вторым доминирующим ландшафтом является искусственные водоёмы, то почти треть видового разнообразия (33,8%) и большая часть собранного материала (85,3%) принадлежит группам водных и околоводных жесткокрылых.

В сборах высокий отмечен уровень инвазионных видов (6,8%), таких как *Cercyon laminatus* Sharp, 1873, *Harmonia axyridis*, *Trichoferus campestris* (Faldermann, 1835), *Megabruchidius dorsalis* (Fåhræus, 1839) и *Lignyodes bischoffi* Blatchley, 1916 (Каталог чужеродных..., 2018).

При рассмотрении динамики численности по количеству экз. (N) за период сбора учитывались такие показатели среды, как ночная температура воздуха, влажность и скорость ветра (рис. 2, 3, 4).



Рис. 2. Количество экз. (N) в зависимости от ночной температуры воздуха, °C

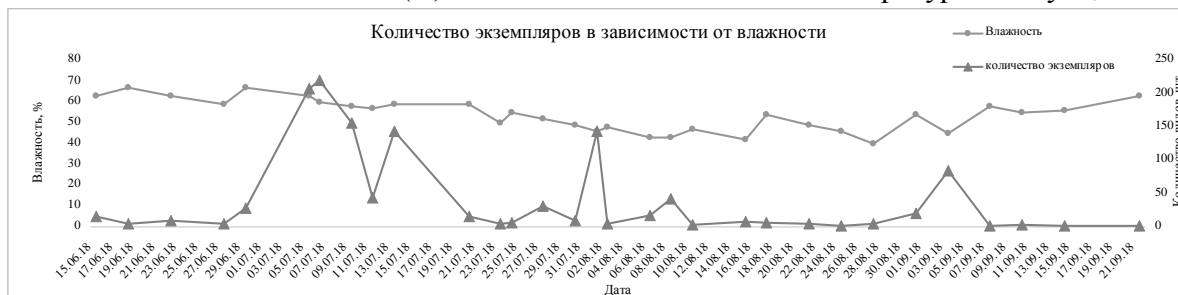


Рис. 3. Количество экз. (N) в зависимости от влажности воздуха, %



Рис. 4. Количество экз. (N) в зависимости от скорости ветра, м/с

За время наблюдения отмечается три пика численности насекомых, привлеченных на свет: первый в конце июня – начале июля, второй – в середине августа и третий – в конце августа – начале сентября. Максимальные результаты по численности были получены при ночных температурах +16–22°C, влажности – 58–63% и скорости ветра – 4,8–5,9 м/с.

В сборах отмечены такие виды, как *Otiorrhynchus brachialis* Boheman, 1843, включенный в Красную книгу Республики Адыгея (Давидьян, Коротяев, 2012), также *Hydaticus grammicus* – вид включен в Красную книгу Краснодарского края (Шаповалов, 2017). Новыми для региона оказались находки *Cercyon laminatus* и *Lignyodes bischoffi* (Сажнев, Родионова, 2019), оба вида являются чужеродными для европейской России (Каталог чужеродных..., 2018).

Исследования показали, что использование сверхъярких светодиодов для сбора жесткокрылых уступает ртутным и кварцевым лампам на данном этапе (Цуриков, 2011; Алексеев, Шаповал, 2012; Сажнев, 2015). Вероятно, это обусловлено и тем, что вблизи (0,5 км) от места сбора расположен крупный город, а рядом с ловушками находились мачты уличного освещения, что создало конкуренцию для ловушки-аппликатора (Исмаилов и др., 2014). Такое расположение сказывается на показателях видового богатства ($d_{cp}=1,38$; $\alpha=10,23$), которые имеет достаточно низкие показатели.

Однако, согласно последним данным (Price, Baker, 2016) выборочное применение светодиодов с определенной длиной волны может оказаться более эффективным даже в сравнении с принятыми сейчас ртутными и другими видами ламп.

С другой стороны, использование ртути содержащих ламп опасно в экологическом отношении. Также, полупроводниковые элементы позволяют выйти на новые возможности по энергосбережению (до 85%), долговечности (срок службы до 20 лет), качеству светового потока. Белый свет, использованный в наших ловушках, не наносит вреда здоровью и окружающей среде. Для совершенствования ловушки-аппликатора планируется подобрать светодиоды более широкого спектра восприятия жесткокрылыми и цветовой температуры. Необходима дополнительная апробация ловушек-аппликаторов со сверхъяркими светодиодами в удаленных от посторонних источников света позициях.

Авторы признательны за помощь в обработке материала Д.А. Касаткину (ФГУ «ВНИИКР», Ростов-на-Дону), И.А. Забалуеву (ИПЭЭ РАН, Москва), А.С. Просвинову (МГУ, Москва). Работа второго автора выполнена в рамках госзадания № АААА-А17-117030310210-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев В.И., Шаповал А.П. Видовой и количественный состав жесткокрылых (Coleoptera), пойманных световой ловушкой на Куршской косе в 2011 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». 2012. Вып. 8. С. 37-55.
- Давидьян Г.Э., Коротяев Б.А. Скосарь плечистый – *Otiorhynchus brachialis* Boheman, 1843 // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. Изд. второе. Майкоп: Качество, 2012. С. 315.
- Исмаилов В.Я., Пачкин А.А., Садковский В.Т., Соколов Ю.Г. Ловушка на основе сверхярких светодиодов для контроля численности вредных насекомых // Сб. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Материалы международ. науч.-практич. конф. «Инновационные технологии применения биологических средств защиты растений в производстве органической сельскохозяйственной продукции». Краснодар, 2014. Вып. 8. С. 51-54.
- Каталог чужеродных видов жуков европейской части России. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/invascat.htm> (Дата обращения: 7.11.2018).
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
- Садковский В.Т., Соколов Ю.Г., Пачкин А.А., Худой Ф.Ф., Исмаилов В.Я. Саламатин В.Н., Ермоленко С.А. Ловушка-аппликатор для насекомых. Патент на полезную модель № 152224. Дата регистрации 10.05.2015.
- Сажнев А.С. Жесткокрылые (Coleoptera), пойманные световой ловушкой на территории национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) // Науч. тр. гос. природного заповедника «Присурский». 2015. Т. 30, вып. 1. С. 222-225.
- Сажнев А.С., Родионова Е.Ю. Жесткокрылые (Insecta: Coleoptera), собранные в световые ловушки со сверхъяркими светодиодами на западе Краснодар // Исследования Саратовск. гос. ун-та. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2019. (в печати).
- Сердюк В.Ю., Замотайлов А.С., Бондаренко А.С. Сезонная динамика активности и жизненные циклы хищных жуков *Carabus exaratus* Quensel, 1806 и *C. cumanus* Fischer von Waldheim, 1823 (Coleoptera, Carabidae) в условиях агроландшафта лиманно-плавневого природного комплекса Северо-западного Кавказа // Тр. Кубанск. гос. аграрного ун-та, 2018. № 70. С. 104-113.
- Список семейств жуков России с данными о числе видов. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/dbase1.htm> (Дата обращения: 7.11.2018).
- Цуриков М.Н. Структура комплекса жесткокрылых (Coleoptera, Insecta), прилетающих на источник света в заповеднике «Галичья гора» // Изв. РАН. Сер. Биологическая. 2011. № 3. С. 308-313.
- Шаповалов М.И. Болотник яйцевидный – *Hydaticus grammicus* (Germar, 1830) // Красная книга Краснодарского края. Животные. III изд. Краснодар, 2017. С. 205-206.
- Margalef R. Perspectives in ecological theory. University Chicago. Press, 1968. 111 p.
- Price B.W., Baker E. NightLife: A cheap, robust, LED based light trap for collecting aquatic insects in remote areas // Biodiversity Data Journ. 2016. № 4. Pp. 1-18.

П.В. РОДИОНОВА, А.В. ПОМОГАЙБИН

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия

ДЕРЕВЬЯ РОДА *Juglans* L. КАК КОМПОНЕНТЫ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ В УРБОСРЕДЕ ГОРОДА САМАРЫ

Род Орех (*Juglans* L.) объединяет около 20 видов растений, произрастающих в тропиках, субтропиках и горных лесах умеренной климатической зоны. В природном ареале растения рода Орех достигают высоты 30–35 м, имеют раскидистую крону и диаметр ствола 1,5–3 м. Продолжительность жизни до 300–400 лет. Деревья рода (Орех) в своих природных ареалах распространены по миру достаточно неравномерно, чаще всего это кустарники и деревья, произрастающие в Северной и Центральной Америке, на Дальнем Востоке России, в Китае и Японии, в Центральной Европе, Передней и Средней Азии (Wild Crop..., 2011). Данные растения приурочены к различным почвенным условиям, но лучше растут и плодоносят на хорошо увлажненных, богатых и аэрируемых почвах. Они довольно требовательны к достаточно высокому почвенному увлажнению, хотя для отдельных видов в природных ареалах периоды высокого увлажнения чередуются с относительным влагодефицитом (условия муссонного климата). Эти листопадные растения в разной мере морозостойки, встречая наступление холодного сезона в безлистном состоянии.

Хотя в древнейшие времена (между последними оледенениями в кайнозойе) отдельные виды рода Орех встречались на территории современной Самарской области (Сачков и др., 2009), современная природная дендрофлора нашего региона данных видов не содержит. Представители рода Орех культивируются в Самарской области с середины XX века, причем некоторые виды – орех маньчжурский, в частности, – рекомендовались, в том числе как породы для полезащитных лесополос (Ершов, 1956). При интродукции орехоплодных культур в местах вне их природного ареала, растения прежде всего сталкиваются с необходимостью адаптации к новым природно-климатическим условиям (засушливое жаркое лето, продолжительная холодная зима) (Ершов, 1956; Озолин, Лысова, 1977; Мухаев, Хавроньин, 1982), несоответствие биотического окружения, как правило, для анемофильных растений имеет меньшую остроту.

В условиях города Самара деревья рода Орех выполняют функцию ценного компонента системы озеленения. Наиболее обширна их коллекция в дендрарии Ботанического сада Самарского университета, где различным числом экземпляров представлено 6 видов родового комплекса Орех (Помогайбин, 2006). Отдельные экземпляры орехов маньчжурского и серого произрастают в крупных парках и скверах, украшают придомовые участки в районах малоэтажной застройки, встречаются на территории промышленных предприятий (в частности, крупномерный экземпляр ореха серого на заводе Металлург). При этом ростовые показатели деревьев неизменно ниже, чем у одновозрастных деревьев этих же видов в природных ареалах (Помогайбин, 2006, 2008).

Рассматривая возможности использования деревьев рода Орех в региональном городском озеленении, можно отметить следующие важные особенности биологии данных растений. Первое – их способность повреждаться при воздействии неблагоприятных погодных условий зимнего периода, поздних весенних заморозков, страдать от летних засух. Второе – это формирование ими, как анемофильными растениями, пыльцы, способной выступать в качестве аллергенной. Третье – это их биологическая активность, проявляющаяся, в том числе в способности формировать опад, содержащий

аллелопатически активные вещества. Листовой опад в процессе его формирования теряет значительную часть свойственных зрелым листьям компонентов: разрушению подвергаются фотосинтетические пигменты, белки, в пределах растительного организма происходит реутилизация азота и ряда микроэлементов. В стареющих листьях при подготовке к будущему листопаду происходит накопление некоторых вторичных соединений, в первую очередь, фенольных производных, проявляющих свойства природных ингибиторов. Известно, что именно выращивание в культуре зачастую приводит к появлению почвоутомления. Изучение биологических свойств и показателей химического состава листового опада растений-интродуцентов важно еще и потому, что в новых для себя природно-климатических условиях разные виды растений синтезируют и выделяют в окружающую среду неодинаковое количество различных веществ. Для условий Северной Америки у ореха черного, в частности, была выявлена высокая способность аллелопатически угнетать рост травянистых растений в подкroновом пространстве (Райс, 1978).

При высокой декоративности деревьев у различных видов рода Орех, формировании ими огромных (до 70 см длиной вместе с черешком – у ореха маньчжурского) непарноперистых листьев, раскидистой кроны, формирующей ажурную тень, все же орех грецкий является наиболее интересным видом для любительского озеленения. Возможность получения ценной пищевой продукции привлекает к нему внимание энтузиастов и специалистов, работающих в области интродукции растений. Известные нам экземпляры деревьев ореха грецкого, произрастающие на придомовых участках в различных районах г. Самары, характеризуются показателями высоты от 5,5 до 15 м. При этом среди них имеются одно- и двустольные экземпляры с показателями диаметра ствола от 9 до 13 см. Из 12 осмотренных нами в январе 2018 г. экземпляров большинство не имеет повреждений ствола, только у двух отмечены дупла, у одного – морозобоины.

Несомненным лидером по размерам среди деревьев ореха грецкого на городской территории Самары является экземпляр, произрастающий на ул. Краснодонской, 3. Данное дерево при классической одноствольной форме имеет высоту 15 м, диаметр ствола 43...45 см (на высоте 1,3 м), диаметр кроны 10 м, отличается хорошим жизненным состоянием и отсутствием повреждений ствола. Это растение может рассматриваться в качестве примера «идеального» облика дерева грецкого ореха как компонента городских насаждений, не испытывавшего повреждающих экзогенных воздействий и отличающегося, помимо способности формировать ценные плоды, высокой декоративностью.

Отметим некоторые стороны, значимые для ореха грецкого как участника антропогенных насаждений урбосреды. Растение ореха грецкого отличают крупные непарноперистые листья, имеющие более крупные и широкие, чем у других видов ореха, листочки при сравнительно меньшем числе пар (4 у ореха обычной формы и 4–5 у ореха грецкого скороплодного). Площадь одного такого листа, по выполненным нами ранее расчетам (Помогайбин, Помогайбин, 2008), составляет от 400 (обычная форма) до 800 кв.см (скороплодная форма ореха грецкого). При более крупных листочках ассимиляционная поверхность ореха грецкого способствует высокой продуктивности, а также эффективно насыщает воздух парами воды и фитонцидами.

Что касается качества плодов ореха грецкого, данный вопрос в различные годы изучался для растений разного происхождения в дендрарии Ботанического сада Самарского университета, наиболее широкий скрининг по показателю содержания липидов был выполнен нами в 2017–2018 гг. (Помогайбин, Родионова, 2018). Поскольку в существующей к настоящему моменту коллекции деревьев ореха грецкого представлены деревья двух форм, обычной и скороплодной, данная форма роста заслуживает особого внимания. Деревья такой формы способны вступать в плодоношение начиная с 2...3 года жизни, при высоте до 1 м и менее. Они пока не представлены в городском озеле-

нении, но могут быть востребованы любителями-садоводами и энтузиастами, ведущими озеленение участков при школах и детских садах.

В данном сообщении мы продемонстрируем результаты оценки содержания липидов в ядре ореха грецкого суммарно – для плодов от деревьев обычной и скороплодной форм (рис.). Представленная картина распределения показателей по сумме проб показала, что обе выборки проб характеризуются одновершинным распределением, причем для скороплодной формы выраженность пика более отчетлива, заметно преобладание по частоте встречаемости образцов с содержанием липидов около 70%.

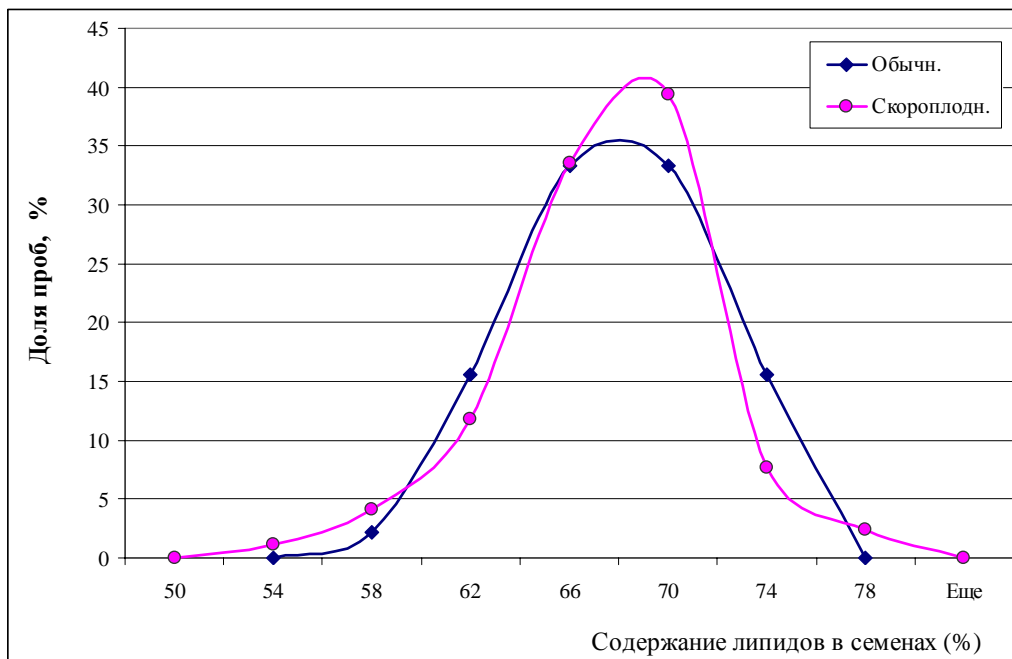


Рис. Содержание липидов в изученных образцах ядра ореха грецкого

Детализируя результаты, полученные по исследуемым пробам, можно отметить, что у скороплодных деревьев содержание липидов в семенах у 2,4 % от доли всех проб имеет максимальное значение – 78%. Для обычных (нескороплодных) деревьев максимальное содержание липидов меньше, по сравнению со скороплодной формой, они имеют значение 74% липидов (в 15,6% доли всех проб) (Помогайбин, Родионова, 2018). Минимальное содержание липидов в ядре орехов составляет 54% у скороплодных (1,2% всех проб), и 58 % у обычных (2,2% всех проб). Большинство проб (39,4%) у скороплодных деревьев соответствует 70% содержания липидов в семенах. У обычных деревьев 33,3% долей всех проб, соответствует показателю: 66–70% липидов в семенах. Таким образом, для орехов обычной формы преобладающими оказались образцы с содержанием липидов от 60 до 65% (46% проб), у скороплодной формы преобладающими оказались образцы, немного более обогащенные липидами – показатели от 65 до 70% (49% проб).

Мы считаем, что уже имеющаяся практика использования растений рода орех в городских насаждениях может быть расширена, в частности, она может предполагать использование растений ореха грецкого, наряду с обычной формой роста – скороплодных, отличающихся небольшими размерами, ускоренным вступлением в плодоношение, формированием плодов с высоким содержанием липидов. Поскольку формируемые такими растениями плоды располагаются сравнительно низко, в досягаемости от руки человека, во избежание повреждения растений их не стоит использовать в насаждениях, которые открыты для широкого посещения (городские парки, скверы, набережные). Для озеленения детских учреждений на примере таких растений можно обу-

чать детей и школьников уходу за необычными для Среднего Поволжья плодовыми культурами и бережному отношению к природе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ершов М.Ф.* Об ассортименте древесно-кустарниковых пород для полезащитного лесоразведения // Ботанич. сб. работ Куйбышевск. отд. Всесоюз. ботанич. об-ва. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 19-26.
- Мухаев Б.А., Хавроньин А.В.* Интродукция деревьев и кустарников в Куйбышевском Заволжье // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Куйбышев: Кн. изд-во, 1982. С. 52-62.
- Озолин Г.П., Лысова Н.В.* Итоги интродукции растений для защитных насаждений Поволжья // Успехи интродукции растений на Урале и в Поволжье. Тр. Ин-та экологии растений и животных УрО РАН. Вып. 102. Свердловск, 1977. С. 20-25.
- Помогайбин А.В.* Биоэкологические особенности представителей родового комплекса Орех (*Juglans*) при интродукции в условиях Среднего Поволжья (г. Самара) // Вестн. Самар. гос. ун-та. Естественнонауч. серия. 2006. №7 (47). С. 172-176.
- Помогайбин А.В.* Эколого-биологический анализ результатов интродукционных испытаний видов рода орех (*Juglans* L.) в лесостепи Среднего Поволжья. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Тольятти, 2008. 16 с.
- Помогайбин А.В., Помогайбин Е.А.* Особенности структуры листьев у видов рода Орех при интродукции в лесостепи Среднего Поволжья // Сучасні проблеми інтродукції та акліматизації рослин. Дніпропетровськ, 2008. С. 139-140.
- Помогайбин А.В., Родионова П.В.* Накопление липидов в семенах *Juglans regia* L. при интродукции в Ботаническом саду Самарского университета // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2018. Т. 21. С. 183-186.
- Райс Э.* Аллелопатия. М.: Мир, 1978. 392 с.
- Сачков С.А., Кавеленова Л.М., Розно С.А.* К проблеме исторических изменений дендрофлоры в лесостепи Среднего Поволжья (на примере Самарской области) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1-4. С. 567-572.
- Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Forest Trees. Ed. by Ch. Kole. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 184 p.

Е.Б. РОМАНОВА, Е.С. РЯБИНИНА,
К.В. ШАПОВАЛОВА, А.В. БОРЯКОВ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, Россия

**СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЯДЕР В ЭРИТРОЦИТАХ
И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ ОЗЕРНЫХ ЛЯГУШЕК,
ОБИТАЮЩИХ В ЗАГРЯЗНЕННОЙ ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Водные объекты Нижегородской области характеризуется интенсивной антропогенной нагрузкой, проявляющейся, прежде всего, в увеличении степени загрязнения природных вод, в том числе, и тяжелыми металлами (Гелашвили и др., 2008). Изучение особенностей функционирования и адаптации водных организмов, обитающих в условиях постоянного загрязнения, одна из актуальных проблем экологии, поскольку информация о состоянии здоровья гидробионтов (беспозвоночных, рыб, амфибий) крайне важна для оценки экологической ситуации и устойчивости экосистем в целом. Важным подходом к изучению этой проблемы является анализ интенсивности мутагенеза и стабильности онтогенетических процессов организма в условиях возрастающего антропогенного воздействия методами биоиндикации, предоставляющими практически единственную возможность получения информации о влиянии комплекса параметров среды и их взаимодействии (Spang, 1996).

Кровеносной системе принадлежит решающая роль в специфических реакциях организма, определении его резистентности и реактивности, поэтому для оценки интегрирующего эффекта антропогенного загрязнения, часто используют цитогенетический анализ, основанный на содержании в эритроцитах микроядер (Жулева, Дубинин, 1994; Кожин и др., 1997; Ковалева, 2008; Бродский и др., 2012 и др.) и гематологический подход (Чернышова, Старостин, 1994; Вершинин, 2004; Пескова, 2004 и др.).

Цель работы: оценка доли микроядер в эритроцитах и накопление тяжелых металлов (Mn, Cu, Cr, Al, Zn, Sr) в органах озерных лягушек в условиях городской среды и природной трансформации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор озерных лягушек (*Pelophylax ridibundus*, Pallas, 1771) (50 особей) осуществлялся на территории трех водных объектах Нижегородской области, в течение полевого сезона 2018 года. 1-ый водоем: участок р. Кудьмы у п. Ветчак (Нижегородская обл, Кстовский р-н), (широта 56.096735, долгота 44.314317). Основными загрязнителями водоема являются предприятия города Богородск и нефтеперерабатывающий завод г. Кстово. 2-ой – оз. Силикатное (г. Н. Новгород, Сормовский р-н), (широта 56.370912, долгота 43.777608). Водоем создан искусственно на месте добычи песка для бетонных изделий ЗКПД-4. Глубина около 20 м, берег и дно песчаные, вода прозрачная. Заболоченности практически нет. 3-ий: торфокарьер Ситниковского орнитологического заказника (далее – торфокарьер) (Нижегородская обл., Борский р-н), (широта 56.439791, долгота 44.072462). Представляет собой крупную систему водоемов выработанных торфяных месторождений разного типа.

В прибрежной зоне были отобраны пробы воды, в которых, с помощью спектрофотометра Nash DR-2800, определены химические загрязнители: железо общее,

марганец, медь, хром, нитрат-ионы (NO_3), нитрит-ионы (NO_2), свинец, кобальт, никель, цинк, сульфаты, сульфиды и водородный показатель (рН). По результатам анализа был произведен расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды УКИЗВ (Гелашвили и др., 2016). Число эритроцитов (тыс/ мм^3), лейкоцитов (тыс/ мм^3) и дифференцированный подсчет видов лейкоцитов (в %): нейтрофилов, базофилов, эозинофилов, моноцитов и лимфоцитов, проводили общепринятым способом (Лабораторные методы..., 1987). Подсчет микроядер (Жулева, Дубинин, 1994) осуществляли на микроскопе Meiji Techno с использованием иммерсионного объектива при общем увеличении $\times 1500$, просматривая для каждой особи по 2000 эритроцитов (40000 клеток на выборку). Дифференцировали 4 вида микроядер: 1 – оформленные; 2 – прикрепленные; 3 – палочковидные; 4 – разрыхленные. С помощью окуляр микрометра измеряли большую (2а) и малую (2б) ось каждого микроядра и рассчитывали его площадь (мкм^2). Тяжелые металлы определяли атомно-эмиссионным методом, с помощью AES-ICP-спектрометра Prodigy High Dispersion ICP (Teledyne Leeman Labs, США). При подготовке проб для анализа использовали микроволновую систему пробоподготовки МС-6. Результаты содержания тяжелых металлов в тканях получали в ppm (мкг/мл), конечную концентрацию выражали в мг/кг. По полученным данным рассчитывали коэффициент биологического поглощения (КБП) (Перельман, 1982) и коэффициент накопления (Кн) тяжелых металлов тканями (Пр. Росрыболовства №695 от 04.08.2009). Статистический анализ проводили непараметрическими методами, с расчетом критериев: Краскела – Уоллиса (H); Данна (D), коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r). За критический уровень значимости принимали $p = 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные водоемы различались видом химических загрязнителей. По результатам гидрохимического анализа наиболее грязным водоемом, оказался участок р. Кудьмы у п. Ветчак. В пробах воды выявлено превышения ПДК_{рыб-хоз} по содержанию тяжелых металлов: железа, марганца, меди, хрома, никеля, кобальта, цинка и свинца. Качество вод характеризовалось 5-ым классом, экстремально грязные. Воды оз. Силикатное и торфокарьера соответствовали 4 классу качества воды, грязные. Отметим, что состояние водных объектов находится в прямой зависимости от состояния площади водосбора и уровня антропогенного освоения бассейна. Эффективность применения нормативов ПДК и УКИЗВ может быть не высокой, поскольку на водные экосистемы оказывают влияние не только химические, но и другие негативные факторы (например, тепловое загрязнение, мутность воды, изменение гидрологического режима и др.). Поэтому для оценки характера и силы воздействия загрязнителей использовали зооиндикаторов (озерных лягушек), демонстрирующих реакции на весь спектр химических, физических и климатических факторов, характерных для данной экосистемы.

Общее содержание лейкоцитов у озерных лягушек оз. Силикатное находилось в границах условной нормы. При этом общая численность в крови эритроцитов была минимальной для исследованных выборок. У выборок лягушек популяции участка р. Кудьмы (9.05 ± 0.46 %) и торфокарьера (9.95 ± 0.47 %) выявлена лейкопения, свидетельствующая о нарушении нормального кроветворения и снижении иммунной защиты организма (табл. 1). Количество эритроцитов у лягушек торфокарьера было повышенным, по сравнению с другими выборками.

Значительный интерес представлял сравнительный анализ лейкограмм озерных лягушек выборок (участок р. Кудьмы и торфокарьер), для которых выявлена лейкопения. В результате анализа данных по лейкоцитарной системе крови установлены количественные изменения во всех показателях, кроме моноцитов, доля которых была одинаковой в обеих выборках ($u = 0.56$, $p = 0.57$) (рис.). Пониженное содержание лимфоцитов ($u = 4.74$, $p < 0.001$) в крови озерных лягушек участка р. Кудьмы

свидетельствовало об угнетение специфической реакции иммунной системы, что компенсировалось повышением неспецифической защитной системой крови (нейтрофильных гранулоцитов, $u = 4.92$, $p < 0.001$). Выявленное перераспределение лейкоцитарной системы крови иллюстрировало адаптивный ответ и обеспечивало устойчивое функционирование организма в условиях постоянного загрязнения водной среды.

Таблица 1. Общее содержание лейкоцитов и эритроцитов в крови озерных лягушек

№ п/п	Водоем	Содержание лейкоцитов, тыс/мм ³	Содержание эритроцитов, тыс/мм ³
1	Участок р. Кудьма	9.05±0.46	81.2±5.09
2	Оз. Силикатное	15.3±2.62	66.8±4.93
3	Торфокарьер	9.95±0.47	116.9±3.20
	<i>Статистические показатели:</i> критерий Краскела-Уоллиса (H); критерий Дана (D)	H=6.24, p=0.044 D₁₋₂=2.44, p=0.043; D ₁₋₃ =1.16, p=0.73; D ₂₋₃ =1.49, p=0.40	H=34.36, p<0.001 D ₁₋₂ =1.46, p=0.43; D₁₋₃=4.58, p=0.00001; D₂₋₃=5.20, p<0.001;

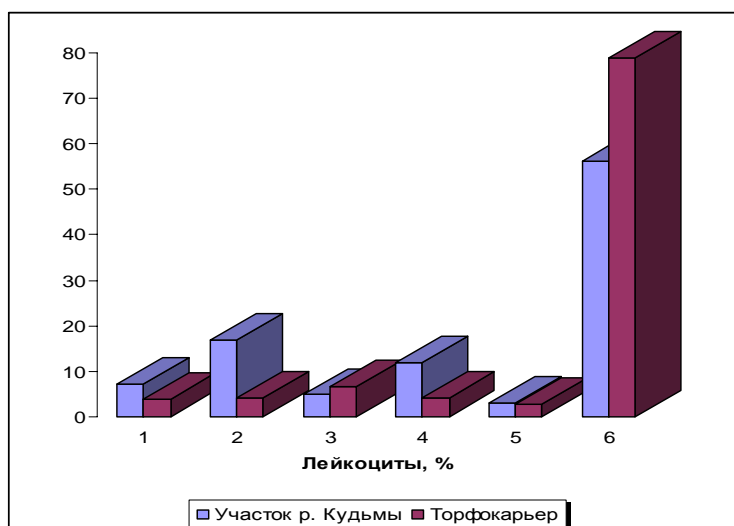


Рис. 1. Лейкоцитарные формулы крови озерных лягушек, в %: 1- миелоциты, 2 –нейтрофилы, 3 – базофилы, 4 – эозинофилы, 5 – моноциты, 6 –лимфоциты

Таблица 2. Содержание микроядер в периферической крови озерных лягушек

Водоем	Число клеток с микроядрами, шт/ 1000 клеток				Содержание микроядер в выборке $\Sigma/1000$ клеток
	Виды микроядер				
	оформленные	прикрепленные	палочковидные	разрыхленные	
1. Участок р. Кудьмы	2/0.05	332/8.51	–	18/0.46	352/9.02±0.74
2. Оз. Силикатное	2/0.1	272/15.1	–	9/0.5	283/15.7±2.19
3. Торфокарьер	–	146/3.65	–	16/0.4	158/4.05±0.53
<i>Статистические показатели:</i> Критерий Краскела-Уоллиса (H); критерий Дана (D)	Сравнение выборок по сумме микроядер: H=55.37, p<0.001 D ₁₋₂ =2.52, p=0.11; D ₁₋₃ =4.18, p=0.0002; D ₂₋₃ =5.84, p<0.001				

Примечание: * – в числителе: число эритроцитов с микроядрами в выборке, шт; в знаменателе: доля клеток с микроядрами на 1000 эритроцитов

Для анализа цитогенетической стабильности озерных лягушек использовали микроядерный тест. Известно, что микроядра образуются из хромосомных фрагментов или целой хромосомы, которые не входят в основное ядро при делении клетки, как следствие это приводит к фрагментации ДНК и изменению митотического аппарата (Ковалева, 2008; Бродский и др., 2012). Все исследованные популяции характеризовались высоким содержанием микроядер (табл. 2). По суммарному содержанию микроядер лягушки, обитающие на участке р. Кудьма, превосходили другие выборки. Отметим, что во всех выборках в эритроцитах наиболее часто встречались прикрепленные и отсутствовали палочковидные микроядра. Доля разрыхленных и оформленных была не большой. Средняя площадь прикрепленных микроядер составляла (1.2 ± 0.04) мкм².

Коэффициентом ранговой корреляции Спирмена выявлена сильная положительная корреляционная взаимосвязь между концентрацией в водном объекте свинца и цитогематологическими показателями: суммой микроядер ($r=0.88$, $p=0.049$); долей прикрепленных микроядер ($r=0.89$, $p=0.038$), содержанием лейкоцитов ($r=0.87$, $p=0.05$), что свидетельствовало о наиболее сильном влиянии этого химического элемента на иммунный статус лягушек.

Биоаккумуляцию тяжелых металлов (Mn, Cu, Cr, Al, Zn, Sr) оценивали в тканях и органах озерных лягушек оз. Силикатное. Исследованные металлы накапливались во всех тканях организма, но их распределение было неравномерным, а в ряде случаев избирательным. В высоких концентрациях тяжелые металлы обнаружены в селезенке (хром: $232,33 \pm 35.33$ мг/кг) и костях (цинк: $150,25 \pm 37.66$ мг/кг, стронций: $170,79 \pm 50.8$ мг/кг) лягушек. Ионы меди предпочтительно аккумулировались в сердечной мышце; хром, марганец, алюминий, кадмий, никель, свинец в печени озерных лягушек. В мышцах содержание тяжелых металлов было невысоким (от 6,3 до 3,8 мг/кг). Максимальный коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов тканями ($K_n > 1000$) лягушек, относительно содержания их в водной среде обитания, выявлен для Mn, Cu, Cr, Al и Zn. Так, по способности аккумулировать ионы марганца, исследованные ткани озерных лягушек расположились в порядке убывания в следующем ряду: селезенка, кости, кожа, половые органы, печень, сердце. В порядке убывания по накоплению ионов меди, в ряду: сердце, печень, кровь, селезенка.

Из литературы известно, что попадая в организм, металлы практически не подвергаются каким-либо существенным превращениям, включаются в биохимический цикл и крайне медленно покидают его (Лобанова, 2008; Моисеенко, 2008 и др.). Находясь в тканях и органах в виде комплекса с белками, аминокислотами и другими биологически активными соединениями металлы способны вызывать нарушение функций, отравление или гибель организма. Степень токсического воздействия зависит от природы металла, концентрации и комплексообразующей способности. Представлялось интересным проследить взаимосвязь между накоплением тяжелых металлов в тканях и исследованными цитогематологическими показателями. Выявлена сильная отрицательная взаимосвязь, между долей прикрепленных микроядер ($r = -0.99$, $p = 0.023$), суммой микроядер ($r = -0.99$, $p = 0.041$) и содержанием в крови Zn. Накопление ионов меди в трубчатых костях положительно скоррелировано с долей разрыхленных микроядер ($r = 0.97$, $p=0.03$) Установлена положительная взаимосвязь между общим числом эритроцитов и содержанием: в сердечной мышце стронция ($r = 0.87$, $p = 0.05$); в печени цинка ($r = 0.9$, $p=0.03$); в костях марганца ($r = 0.99$, $p<0.001$). Отрицательная корреляционная взаимосвязь числа эритроцитов в крови выявлена с содержанием в печени Al ($r = -0.90$, $p=0.03$), в мышцах Sr ($r = -0.98$, $p=0.003$) и Mn ($r = 0.90$, $p=0.035$).

Полученные результаты свидетельствуют, во-первых, о высокой степени аккумуляции загрязнителей природного и техногенного происхождения в тканях и органах озерных лягушек; во-вторых, о способности тяжелых металлов оказывать

гемотоксическое действие, следствием чего является снижение защитных иммунных реакций; и, в-третьих, о возрастании цитогенетической нестабильности амфибий, обитающих в условиях городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бродский И.Б., Брянцева С.А., Ковалева А.М., Урюпова Е.Ф., Гусев С.А., Сергиенко В.И., Матишов Д.Г.* Микроядра как маркеры хромосомных изменений клеток // Журн. фундаментальной медицины и биологии. 2012. № 1. С. 86.
- Вершинин В.Л.* Гемопоз бесхвостых амфибий – специфика адаптациогенеза видов в современных экосистемах // Зоол. журн. 2004. Т. 83, № 11. С. 1367–1374.
- Гелашивили Д.Б., Охупкин А.Г., Доронина А.И.* Экологическое состояние водных объектов Нижнего Новгорода. Нижний Новгород, 2008. 414 с.
- Гелашивили Д.Б., Безель В.С., Романова Е.Б., Безруков М.Е., Силкин А.А., Нижегородцев А.А.* Принципы и методы экологической токсикологии. Нижний Новгород, 2016. 702 с.
- Жулева Л.Ю., Дубинин Н.П.* Использование микроядерного теста для оценки экологической обстановки в районах Астраханской области // Генетика. 1994. Т. 30, № 7. С. 999–1004.
- Ковалева О.А.* Цитогенетические аномалии в соматических клетках млекопитающих // Цитология и генетика. 2008. Т. 42, № 1. С. 58-72.
- Кожин А.А., Алексеенко В.А., Закруткин В.Е.* О возможности использования скринингового цитогенетического анализа для оценки степени загрязнения природной среды тяжелыми металлами // Материалы Международ. симпоз. «Тяжелые металлы в окружающей среде». Пущино, 1997. С. 219-226.
- Лабораторные методы исследования в клинике / Под. ред. В.В. Меньшикова. М.: Медицина, 1987. 368 с.
- Лобанова Т.М.* Особенности накопления тяжелых металлов промысловыми видами рыб // Вестн. КГУ им. Н.А. Некрасова. 2008. Т. 14, № 1. С. 18-21
- Моисеенко Т.И.* Водная токсикология: теоретические принципы и практическое предложение // Водные ресурсы. 2008. Т. 35, № 5. С. 554-565.
- Перельман В.И.* Краткий справочник химика / Под ред. Б.В. Некрасова. М.; Л., 1982. 384 с.
- Пескова Т.Ю.* Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: автореф. дис... докт. биол. наук. Тольятти, 2004. 36 с.
- Приказ Федерального агентства по рыболовству от 4 августа 2009 г. № 695 "Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2069452/#ixzz5elfsb2hM>
- Чернышова Э.В., Старостин В.И.* Периферическая кровь лягушек рода *Rana* – тест-система для оценки окружающей среды // Изв. РАН. 1994. № 4. С. 656-660.
- Spang W.D.* Bioindikation in Rahmenraum relevanter Planungen – Grundlagen, Bedeutung, Indikatorwahl // Heidelberg. geogr. Arb. 1996. No. 100. Pp. 75-87.

М.В. РУБАНОВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОСТОДИПЛОСТОМОЗА
В МАЛЫХ РЕКАХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Постодиплостомоз – широко распространенное инвазионное заболевание рыб, регистрируемое как в естественных водоемах, так и в нерестово-выростных и прудовых хозяйствах. Возбудителем являются метацеркарии трематоды *Posthodiplostomum cuticola* ((Nordmann, 1832) Dubois, 1936) (Trematoda, Posthodiplostomidae) (Васильков и др., 1989). Внешне проявляется появлением на теле рыб черных пятен различной величины в результате отложения черного пигмента (гемомеланина) в местах локализации личинок гельминта, откуда заболевание и получило первоначальное название – «черно-пятнистая» болезнь (Ванятинский и др., 1979). К числу возбудителей «черно-пятнистого» заболевания рыб в настоящее время относят паразитов более 30 таксонов, в том числе *P. cuticola* (Куручкин, Бисерова, 1996). Постодиплостомоз приводит к деформации тела рыб, искривлению позвоночника, нарушению координации движений, потере подвижности, снижению жирности и упитанности, уменьшению содержания гемоглобина в крови, высокая степень инвазии вызывает гибель мальков (Ванятинский и др., 1979; Определитель, 1987).

В Куйбышевском водохранилище зараженность карповых рыб личинками *P. cuticola* в настоящее время высока и достигает 60% у густеры и 20% у плотвы (Анохина и др., 2016). Литературные данные в основном относятся к акватории самого водохранилища и его заливов – Черемшанского и Сусканского. Ситуация по распространению постодиплостомоза у рыб в малых реках практически не изучена.

Целью настоящей работы явилось исследование распространения метацеркарий *P. cuticola* у некоторых видов карповых рыб рек Большой Черемшан и Ташелка (Куйбышевское водохранилище).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор ихтиопаразитологического материала (по 15 экз. каждого вида рыб) проводили в двух малых реках Куйбышевского водохранилища:

- густера – в р. Бол. Черемшан (район городского пляжа и детского лагеря «Юность») в июле-августе 2018 г.;
- плотва, густера, уклея, язь – в р. Ташелка (вблизи с. Александровка) в октябре-ноябре 2018 г.

Отлов рыб производили с помощью поплавочной удочки. Вскрытие организмов, сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитов проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985). Видовую идентификацию паразитов осуществляли по соответствующим справочникам (Определитель, 1987; Судариков и др., 2006). Для количественной характеристики зараженности животных использовали показатель экстенсивность инвазии (процентная доля зараженных особей одного вида в общем числе исследованных рыб). Математическую обработку данных проводили в пакетах программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Бол. Черемшан является левым притоком Волги первого порядка, после ее зарегулирования впадает в Куйбышевское водохранилище – самое крупное долинное водохранилище в Европе, один из важнейших компонентов Волжско-камского каскада

(Куйбышевское водохранилище..., 2008). Длина водотока составляет 336 км, площадь бассейна – 11500 км². Берет начало на Бугульминско-Белебеевской возвышенности из родников в Татарстане, впадает в Куйбышевское водохранилище в районе г. Димитровград. Река Ташелка впадает в приток Куйбышевского водохранилища первого порядка – р. Бирля в 15 км от ее устья, длина водотока 48 км, водосборная площадь 473 км². Оба водоема испытывают разнотипное антропогенное воздействие: коммунальное и сельскохозяйственное водоснабжение, рекреационная нагрузка, любительский лов рыбы, влияние загрязняющих веществ – бытовые, дорожные, сельскохозяйственные стоки, р. Бол. Черемшан – промышленные стоки.

Ихтиофауна р. Бол. Черемшан представлена 21 видом рыб (Михеев, 2007), большая часть из которых могут являться дополнительными хозяевами *P. cuticola* (Определитель, 1987). В состав рыбного сообщества р. Ташелка по нашим данным входят окунь, плотва, уклейка, густера, язь, серебряный карась, сазан, красноперка, щука, которые также являются потенциальными хозяевами паразита.

В таблице представлены оригинальные данные о зараженности метацеркариями *P. cuticola* рыб в исследованных водоемах.

Таблица. Зараженность карповых рыб *P. cuticola* в водоемах Куйбышевского водохранилища, %

Водоем	Экстенсивность инвазии, %			
	Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	Густера <i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	Уклейка <i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	Язь <i>Leuciscus idus</i> (L., 1758)
р. Ташелка	80,0	73,33	73,33	80,0
р. Бол. Черемшан	-	80,0	-	-

Экстенсивность инвазии всех исследованных видов рыб очень высока и может достигать 80%. В р. Ташелка в большей степени инвазированы плотва и язь. Сравнение с литературными данными (Анохина и др., 2016) показывает, что зараженность рыб в исследованных притоках выше, чем в самом водохранилище.

Жизненный цикл паразита протекает с участием двух промежуточных (I – брюхоногие моллюски *Planorbis planorbis*, *P. carinatus* (Lymnaeiformes, Planorbidae), II – рыбы, преимущественно карповые) и окончательного (цапли серая, рыжая, желтая, большая и малая белая, кваква) хозяев (Судариков и др., 2007). Половозрелые трематоды в кишечнике рыбацких птиц выделяют яйца, которые с пометом птиц попадают в воду. В воде в яйцах развиваются личинки – мирацидии, которые со временем выходят из них. Мирацидии внедряются в промежуточного хозяина – моллюска и образуют в нем сначала материнскую спороцисту, а затем – молодые дочерние поколения – редии, из которых образуются церкарии. Они выходят из тела моллюска и внедряются во II промежуточного (дополнительного) хозяина – рыбу, где развиваются до стадии метацеркария. Зараженную метацеркариями рыбу поедают рыбацкие птицы, в кишечнике которых метацеркарии через 3–7 суток достигают половозрелой стадии, откладывают яйца и инвазируют водоемы.

Из возможных окончательных хозяев *P. cuticola* в пойме р. Бол. Черемшан обитают серая цапля *Ardea cinerea* L., 1758 и большая выпь *Botaurus stellaris* L., 1758 (Михеев, 2007). Первым промежуточным хозяином паразита в р. Бол. Черемшан является *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758), обнаруженный в водоеме (Михайлов, 2014). Литературные сведения о составе моллюсков и рыбацких птиц р. Ташелка отсутствуют.

Выводы

Высокая степень инвазии рыб *P. cuticola* в исследованных реках свидетельствует о наличии и достаточно высокой численности всех звеньев жизненного цикла паразита – моллюски, рыбы, рыбоядные птицы. Результаты исследования указывают на наличие более благоприятных, чем в Куйбышевском водохранилище условий для функционирования очага постодиплостомоза в обоих его притоках первого и второго порядка. В условиях высокой степени антропогенной нагрузки на малые реки Куйбышевского водохранилища необходим мониторинг зараженности рыб опасными паразитами, относящимися к факторам, лимитирующим численность рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анохина О.К., Ахтямова Р.К., Говоркова Л.К.* Паразитарная инвазированность рыб в различных водоемах России // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования: Материалы докл. Всерос. конф. с международ. участием, посвящ. 85-летию Татарского отделения ГосНИОРХ (Казань, 24-29 октября 2016 г.). Казань, 2016. С. 53-58.
- Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Ванятинский В.Ф., Мирзоева Л.М., Поддубная А.В.* Болезни рыб: учеб. М.: Пищевая пром-ть, 1979. 232 с.
- Васильков Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г., Канаев А.И., Ларькова З.И., Осетров В.С.* Болезни рыб. Справочник / Под ред. В.С. Осетрова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1989. 288 с.
- Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти, 2008. 123 с.
- Курочкин Ю.В., Бисерова Л.И.* Об этиологии и диагностике «чернопятнистого заболевания» рыб // Паразитология. 1996. Т. 30, вып. 2. С. 117-125.
- Михайлов Р.А.* Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5(5). С. 1765-1772.
- Михеев В.А.* Видовой состав и распределение позвоночных в пойме среднего течения реки Большой Черемшан // Вестн. Мордовск. ун-та. Сер. «Биологические науки». 2007. № 4. С. 52-54.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: В 3 тт. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 583 с.
- Судариков В.Е., Ломакин В.В., Атаев А.М., Семенова Н.Н.* Метациркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги. М.: Наука, 2006. 183 с.

И.В. РЯЗАНЦЕВ

Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва, г. Самара, Россия

**К МОНИТОРИНГУ КОРМОВЫХ БИОРЕСУРСОВ
МАЛЫХ РЕК САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Малые реки Самарской области испытывают возрастающее антропогенное воздействие. Забор воды, сброс загрязненных сточных вод, дноуглубительные работы, захоронение грунта, работы по геологическому изучению, разведке и добыче полезных ископаемых, прокладка трубопроводных систем, строительство гидротехнических сооружений в акватории водных объектов и другие работы нарушают экологический баланс водных экосистем. В результате происходит гибель икры, рыбы, кормовых организмов, а также ухудшается качество среды их обитания, что приводит к существенному ущербу водным биоресурсам (Абакумов, Сущеня, 1991).

В последнее время на достаточно высоком уровне обеспечивается рациональное изъятие водных биоресурсов при осуществлении рыболовства. Иная ситуация складывается в сфере сохранения водных биоресурсов в аспекте неблагоприятного воздействия хозяйственной деятельности. За длительный период подобного «второстепенного» отношения к проблемам сохранения водных биоресурсов и среды их обитания накопился целый комплекс проблем, требующих решения. Наглядными примерами последствий негативного воздействия деятельности предприятий на водные объекты являются добыча строительных песков, возведение нефтяных терминалов, сброс сточных вод (Балушкина, Винберг, 2014).

Сохранение водных биоресурсов – одна из важнейших задач. Возрастающее антропогенное воздействие и ограниченные возможности к самоочищению водных экосистем малых рек диктуют необходимость новых, более эффективных мер их восстановления. Кроме того, растет рыбохозяйственная значимость внутренних водоемов в связи с развитием аквакультуры. Все это требует осуществления действенного контроля за соблюдением хозяйствующими субъектами требований законодательства в сфере сохранения водных биоресурсов и среды их обитания, а также биомониторинг кормовой базы водоемов (Балушкина, Винберг, 1979; Абакумов, 1983).

Целью наших исследований было изучение химических характеристик воды и динамики кормовых биоресурсов р. Бурачка. Река Бурачка протекает по территории Самарской области и является правобережным притоком р. Бол. Кинель. Устье р. Бурачка находится в 25 км от устья р. Бол. Кинель в окрестностях с. Преображенка. Общая протяженность р. Бурачка 13 километров. Сток реки формируется главным образом за счёт осадков, а грунтовое питание выражено незначительно. Площадь ее водосбора составляет 62,3 км² (Бурачка, 2019).

Исследование кормовой базы р. Бурачка проводилось в летний период (с июня по август) 2016 г. Пробы фитопланктона, зоопланктона и бентоса отбирались в районе пос. Сколково Самарской области. В месте отбора проб водная растительность представлена такими видами как стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*), кубышка жёлтая (*Nuphar lutea*), осока пузырчатая (*Carex vesicaria*). Доминантами среди околосредовой растительности являются: овсяница гигантская (*Fistuca gigantea*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), чистотел большой (*Chelidonium majus*), хмель (*Humulus lupulus*). Среди деревьев и кустарников преобладают клён американский (*Acer negundo*) и ольха черная (*Alnus glutinosa*).

Естественная кормовая база для рыб – это все доступные «съедобные» организмы и растения в водоеме. Цепи питания начинаются с фитопланктона. Следующим звеном пищевой цепи является питающийся фитопланктоном зоопланктон. Потребители фито- и зоопланктона могут быть самыми разными, к ним относятся многие речные беспозвоночные и рыбы.

Объектами исследования служили вода, фитопланктон, зоопланктон и зообентос р. Бурачка. В исследовании были использованы полевые методы отбора образцов, стандартизированные методы их анализа, систематизация и статистическая обработка данных, моделирование экологических ситуаций (Балушкина, Винберг, 1979; Абакумов, 1983; Абакумов, Сущеня, 1991; Баканов, 1997; Карташова, 2001).

По системе Госкомгидромета, р. Бурачка относится к α - β -мезосапробным водоёмам с III классом качества вод, что характерно для малых рек Самарской области. В табл. 1 представлены результаты анализа физико-химических характеристик воды р. Бурачка возле с. Сколково в период исследований. Характер дна был преимущественно глинистым, берега обрывистые. Присутствуют завалы деревьев. Глубина реки до 1 м, рН воды 6,5-6,7, цвет воды – серо-зелёный. Исследования показали, что в период с начала июня по конец августа 2016 г. изучаемые показатели воды практически не менялись.

Таблица 1. Физико-химические характеристики воды р. Бурачка в период исследований

Прозрачность	цвет	запах	рН*	t°воды	t°воздуха	глубина
2.06.2016						
20см	серо-зелёный цвет	специфический запах отсутствует	6,5-6,7*	+16°С	+25°С	до 1м
14.07.2016						
20 см	серо-зелёный цвет	специфический запах отсутствует	6,5-6,7*	+19°С	+21°С	до 1 м
23.08.2016						
20 см	серо-зелёный цвет	специфический запах отсутствует	6,5-6,7*	+19°С	+21°С	до 1 м

В табл. 2 представлены результаты изучения динамики кормовых биоресурсов р. Бурачка: фитопланктона, зоопланктона и зообентоса.

Таблица 2. Показатели численности и биомассы кормовых организмов р. Бурачка в период исследований

Период отбора проб	Показатели	Фитопланктон	Зоопланктон	Зообентос
02.06.2016	биомасса	1,64 г/м ³	0,03 г/м ³	29,48 г/м ² из них «мягкий» бентос 4,1 г/м ²
	кол-во	610000 (кл./л)	3956(шт./м ³)	260(шт./м ²)
14.07.2016	биомасса	1,07 г/м ³	0,02 г/м ³	19,5 г/м ² из них «мягкий» бентос 0,93г/м ²
	кол-во	399000 (кл./л)	277(шт./м ³)	256(шт./м ²)
23.08.2016	биомасса	0,85 г/м ³	0,04 г/м ³	50,1 г/м ² из них «мягкий» бентос 4,2 г/м ²
	кол-во	178000 (кл./л)	1767(шт./м ³)	203(шт./м ²)

На исследуемом участке р. Бурачка в июне 2016 г. отмечены максимальные значения показателей фитопланктона за весь период исследований. Средняя численность составляла 610000 кл./л, а биомасса – 1,64 г/м³, что свидетельствует о среднем уровне кормности водоёма для рыб-фитофагов на тот период времени. В августе 2016 г. показатели фитопланктона имели минимальные значения, а уровень кормности водоёма для рыб-фитофагов характеризовался как низкий.

Биомасса зоопланктона на исследуемом участке р. Бурачка в среднем составляла 0,03 г/м³, что позволяет оценивать его как малокормный ресурс для рыб-зоопланктонофагов.

Кормность исследованного района р. Бурачка по показателям зообентоса для рыб-бентофагов оценивается как высокая. Средняя биомасса бентоса в период исследований составила 33 г/м². В июне отмечено снижение общего количества и биомассы «мягкого» зообентоса в пробах. Вероятно, это связано с переходом большинства личинок в стадию имаго в этот период года.

Таким образом, проведенные исследования показали, что для разных по трофическим предпочтениям рыб в летний период 2016 г. кормность экосистемы р. Бурачка варьировала от малокормной для зоопланктонофагов, до средне- и высококормной – для фитофагов и зоопланктонофагов.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для поддержания и улучшения состояния кормовых биоресурсов малых рек Самарской области предлагаются следующие мероприятия.

Организация контроля за соблюдением нормативных требований, регламентирующих уровень загрязнения и интенсивность использования ресурсов малых рек. Проведение профилактических мероприятий по очистке и улучшению состояния малых рек. Проведение экологического мониторинга качества водных ресурсов и кормовой базы. Для улучшения локальной экологической ситуации, региональной и муниципальной администрации содействовать восстановлению состояния водных объектов как среды обитания гидробиоресурсов. Привлечение внимания всех слоев общества к решению территориальных биоэкологических проблем, в том числе к охране и восстановлению региональных биоресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений: Уч. пос. для студ. высш. заведений. Л.: Гидрометиздат, 1983. 240 с.

Абакумов В.А., Суцень Л.М. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Л.: Гидрометиздат, 1991. С. 41-51.

Баканов А.И. Способ ранжирования гидробиологических данных в зависимости от экологической обстановки в водоеме // Биология внутренних вод: Информацион. бюлл. 1997. № 1. С. 53-58.

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л.: Наука, 1979. С. 58-79.

Бурачка. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. (Дата обращения 04.02.2019).

Карташова Н.В. Определение экологического состояния малых рек по показателям зоопланктона // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Тез. докл. Международ. науч. конф. Тольятти, 2001. С. 19.

Р.З. САБИТОВА¹, О.В. МУХОРТОВА²¹ Институт биологии внутренних вод им. Д.И. Папанина РАН, пос. Борок, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия**ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА ШАМСУТДИН
(РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

Зоопланктон служит одним из главных компонентов водных экосистем, регулирующих круговорот биогенных элементов, кроме того индикатор экологического состояния водоемов, так как быстро реагирует на их изменения. По структуре зоопланктона можно судить о состоянии водной экосистемы. Данные о состоянии зоопланктона водоемов, таким образом, имеют общебиологическое и прикладное значение (Науменко, 2010).

Озеро Шамсутдин расположено в Бирском районе республики Башкортостан, является старицей р. Белой, с которой соединяется в половодье и имеет статус памятника природы регионального значения. Водоем S-образную конфигурацию длина его 8 км, ширина на разных участках от 150 до 400 м, максимальная глубина 6–7 м. Площадь озера – 320 га (Гареев и др., 2013).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования зоопланктона на акватории оз. Шамсутдин проводили в июле 2012 г. Пробы собирали в отдельных ассоциациях макрофитов: воздушно-водных растений (камыш, тростник, рогоз) и с плавающими листьями (ряска, горец земноводный, кубышка). Сбор проб зоопланктона осуществляли с помощью сети Джели (диаметр входного отверстия 12 см, сито с диагональю ячеек 105 мкм), отбирали весь столб воды от дна до поверхности водоема. Пробы зоопланктона фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проб проводили по общепринятой методике (Методические рекомендации..., 1984). Биомассу зоопланктона рассчитывали на основе уравнений размерно-весовой зависимости (Балушкина, Винберг, 1979). Доминантными считались виды с относительным обилием >5% от общей численности зоопланктона. Для видовой идентификации использовали определители (Кутикова, 1970; Определитель зоопланктона..., 2010; Рылов, 1948).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В июле 2012 г. в исследованных участках оз. Шамсутдин обнаружено 27 видов зоопланктеров. Наиболее богаты в видовом отношении коловратки – 11 видов, ветвистоусые ракообразные представлены 9, веслоногие – 7 видами. Среди коловраток преобладают *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850) и представители рода *Keratella* Bory de St. Vincent, 1822; из ветвистоусых ракообразных – *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Bosmina (B.) longirostris* Muller, 1786; из веслоногих – *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), *Metacyclops gracilis* Lilljeborg, 1853, *Microcyclops varicans* Sars, 1863.

В целом, видовой состав зоопланктона на разных участках водоема отличался умеренной степенью сходства (коэффициент Серенсена составил 38–75%). Среднее значение видового разнообразия зоопланктеров по численности составил 2.3 бит/экз., а по биомассе (НВ) 2.1 бит/г. что позволяет рассматривать водоем как мезотрофный.

Средняя численность и биомасса зоопланктона озера в период исследования была 28 тыс. экз./м³, и 0.2 г/м³, при этом основу численности и биомассы составили веслоногие ракообразные за счет *Metacyclops gracilis*, *Eudiaptomus graciloides*,

науплиальных и копеподитных стадий *Sorperoda*.

Индекс сапробности изменялся от величин, характеризующих олигосапробные условия, до величин, характерных для β -мезосапробных, а среднее значение индекса сапробности составило 1.6, что позволяет отнести озеро к β -мезосапробным водам. Значение фаунистического коэффициента трофности – 0.34 определил мезотрофный статус вод.

Таким образом, оз. Шамсутдин по величинам индексов видового разнообразия, сапробности зоопланктона соответствуют мезосапробным, а по коэффициенту трофности мезотрофным водам. В целом, о благополучном экологическом состоянии водоема свидетельствует также состав доминирующих видов, среди которых не обнаружено индикаторов высокотрофных и грязных вод.

Автор выражает благодарность сотруднику кафедры физиологии и общей биологии Башкирского государственного университета А.М. Шевченко за помощь в сборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела у планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979. С 58-79.

Гареев А.М., Биккинин Р.Ф., Островская Ю.В., Сабитова Р.З., Шевченко А.М. Особенности формирования и изменчивости экологических условий в пойменных озерах (на примере оз. Шамсутдин в Бирском районе Республике Башкортостан) // Межведомств. сб. материалов, посвящ. Всемирному дню водных ресурсов. Уфа, 2013. С. 18-24.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГОСНИОРХ, 1984. 33 с.

Науменко Е.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона Вислинского залива Балтийского моря. Калининград: АтлантНИРО, 2010. С. 7-9.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

Рылов В.М. Cyclopoidea пресных вод. М., 1948. 320 с.

Н.А. САБЛИНА, В.А. РОЗЕНЦВЕТ, В.Н. НЕСТЕРОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА
НА КАТИОННЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

В связи с предполагаемым сокращением добычи нефти и газа, неуклонным ростом цен на нефтехимическое сырье, всё более актуальным становится поиск альтернативных источников для получения полимерных материалов. Одним из таких источников являются растительные масла различного природного происхождения.

В настоящее время в промышленности для синтеза полимеров из растительных масел используется метод радикальной полимеризации под действием кислорода воздуха. Недостатками этого метода являются применение высоких температур процесса полимеризации, а также выделение значительного количества газообразных побочных продуктов, таких как формальдегид и акролеин, образующихся вследствие деструкции жирнокислотных фрагментов растительного масла. Применение катализаторов анионного или ионно-координационного типов для полимеризации растительных масел является малоперспективным, вследствие взаимодействия металлоорганического компонента катализатора с триглицеридным фрагментом растительного масла, что приводит к дезактивации катализатора.

Нами изучена катионная полимеризация образца подсолнечного масла, содержащего в жирнокислотных фрагментах 56% линолевой, 29% олеиновой, 7% пальмитиновой, 3% стеариновой и ряда других кислот. В качестве катализаторов катионной полимеризации использовались каталитические системы на основе трихлорида алюминия, тетрахлорида титана, окситрихлорида ванадия, дихлорида цинка, трифторида бора. Молекулярные характеристики и структура полученных полимеров растительных масел были исследованы методами тонкослойной, газожидкостной и жидкостной хроматографии, а также ^1H и ^{13}C ЯМР-спектроскопии высокого разрешения.

Установлено, что наиболее высокая степень полимеризации растительных масел достигается при использовании каталитических систем на основе эфира трифторида бора, активированных добавкой протонодонорных соединений, например трихлоруксусной кислоты. Полученные полимеры растительного масла характеризовались более высокими значениями среднечисленной, среднемассовой молекулярных масс и полидисперсности, по сравнению с полимерами, синтезированными на других каталитических системах. По хроматограммам была рассчитана конверсия исходного масла в полимер, которая находится на уровне 50–60%, то есть приблизительно половина исходного масла превратилась в полимер, а половина не вступила в реакцию полимеризации.

Показано, что в процесс полимеризации вовлекаются преимущественно ненасыщенные двойные связи линоленовой и некоторое количество олеиновой кислот. Кроме того, в ходе полимеризации протекают побочные реакции изомеризации жирных кислот по положению двойной связи и отщепления жирнокислотного фрагмента с образованием моно- и диглицеридов.

Синтезированные полимеры подсолнечного масла при последующем гидролизе могут использоваться для получения полифункциональных полимеров, например, модифицированных алкидных смол и других лакокрасочных материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-43-630945.

А.С. САЖНЕВ

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Россия

**ЧУЖЕРОДНЫЕ И КРИПТОГЕННЫЕ ВИДЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ
(INSECTA: COLEOPTERA) САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Проблема антропогенной трансформации экосистем включает в себя специфическое динамическое ареагенное воздействие человека на разные виды. За историческое время мы наблюдаем глобализацию не только процессов мирового развития, но и антропогенного распространения видов растений и животных, включающего в себя преднамеренную интродукцию или случайный занос видов-вселенцев, которые по ряду причин сумели акклиматизироваться за пределами нативного ареала. Одна из наиболее массовых групп чужеродных членистоногих Европы – это жесткокрылые (Coleoptera). В Европейской части России на сегодня отмечено 168 чужеродных видов жуков из 30 семейств, 102 из которых – вредители запаса и сельскохозяйственных культур (Орлова-Беньковская, 2017). Ежегодно для России фиксируются новые находки видов чужеродной фауны, что говорит как о малой изученности вопроса, так и об интенсификации биологических инвазий. Для территории Саратовской области попытка обобщения данных по чужеродным жесткокрылым региона проводится впервые. Ниже представлен список чужеродных и криптогенных (отмечены «*») для Саратовской области видов жесткокрылых, основанный на данных литературы и собственных многолетних сборах (авторские данные – а.д.). Под *криптогенными* для региона видами автор понимает те виды, которые широко расселились за пределы нативного ареала (часто это космополиты) до начала изучения их географического распространения, вследствие чего естественный ареал остается неизвестным (Denux, Zagatti, 2010). Среди жесткокрылых к криптогенным видам относят преимущественно вредителей запасов. Виды и семейства в списке для удобства расположены в алфавитном порядке.

Семейство Anobiidae Fleming, 1821

1. *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) – синантроп, космополит, вредитель растительного сырья. Предположительно происходит из Средиземноморья (Каталог..., 2017). Первая находка в Саратовской области датируется примерно 1990 г. Из Саратовской области завозился в Чувашию с семенами подсолнечника (Егоров, Лабинов, 2000).

2. **Stegobium paniceum* (Linnaeus, 1758) – космополит, вредитель продовольственных запасов. Для Саратовской области известен с середины XIX в. (Линдеман, 1871).

Семейство Anthicidae Curtis, 1830

3. **Omonadus floralis* (Linnaeus, 1758) – космополит, вредоносность не определена. Первичный ареал неизвестен. Жуки встречаются в сельских и городских ландшафтах, в помещениях (Каталог..., 2017). В Саратовской области распространен локально (сообщение Д. Тельнова).

Семейство Anthribidae Billberg, 1820

4. **Exechesops foliatus* Frieser, 1995 – вид в развитии связан с клёном (*Acer* spp.). Первичный ареал вида охватывает Дальний Восток России и северо-восточный Китай (Каталог..., 2017). Сейчас вид имеет макропопуляцию в Европе. Первое указание для Саратовской области – 2011 г. (Забалуев, 2012).

Семейство Apionidae Schönherr, 1823

5. *Aspidapion validum* (Germar, 1817) – в естественных биотопах вид развивается на *Althaea officinalis*, в синантропных – на *Alcea rosea* (Каталог..., 2017), на цветках которого обнаружен в Саратовской области (Сажнев и др., 2017). Первичный ареал вида

расположен в Передней и Средней Азии.

6. *Rhopalation longirostre* (Olivier, 1807) – вид также связан с адвентивным *Alcea rosea* (Каталог..., 2017), на цветках которого обнаружен в Саратовской области совместно с предыдущим видом (сообщение И.А. Забалуева). Первичный ареал охватывает Ближний Восток.

Семейство Bostrichidae Latreille, 1802

7. *Lyctus brunneus* (Stephens, 1830) – космополит, ксилофаг, вредитель древесины. Вероятно, происходит из Юго-Восточной Азии (Каталог..., 2017). В Саратовской области обнаружен в 2009 г. в Балашовском р-не (Володченко, Сажнев, 2016).

8. *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) – космополит, вредитель запасов. Встречается на складах зерна, в жилых помещениях. В Саратове впервые обнаружен в частном доме в 2006 г. (а.д.). С территории Саратовской области вместе с пшеницей завозился в Чувашию (Егоров, Лабинов, 2000).

Семейство Bruchidae Latreille, 1802

9. *Bruchus pisorum* (Linnaeus, 1758) – космополит, вредитель бобовых. Нативный ареал расположен в Восточном Средиземноморье и Передней Азии (Каталог..., 2017). Для Саратовской области вид известен с начала XX в. (Сахаров, 1905). В области распространен везде, где возделывают бобовые культуры.

Семейство Carabidae Latreille, 1802

10. *Perigona nigriceps* (Dejean, 1831) – хищник, распространен в странах Европы, Азии, завезен в Неарктику. Первичный ареал, вероятно, находится в странах Индийского океана. В Саратовской области известен с 2010 г., обнаружен в теплицах в окрестностях Саратова (а.д.).

Семейство Cerambycidae Latreille, 1802

11. *Trichoferus campestris* (Faldermann, 1835) – широкий полифаг древесных растений, технический вредитель. Первичный ареал находится в Азии (Каталог..., 2017). В Саратовской области распространен широко, первые находки датируются концом XX – началом XXI вв.

Семейство Chrysomelidae Latreille, 1802

12. *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) – вид питается на культурных и дикорастущих пасленовых. Первичный ареал расположен из центральной Мексики (Каталог..., 2017). В Саратовской области повсеместен, первые находки датируются серединой XX в.

13. **Lilioceris lili* (Scopoli, 1763) – криптогенный для Европы вид, связанный с лилейными. Изначально был распространен в Азии. Широко расселился в европейской России, включая Саратовскую область (Orlova-Bienkowskaja, 2013).

14. **Phyllotreta reitteri* Heikertinger, 1911 – изначально среднеазиатский вид, связан с растениями рода *Lepidium*. Первичный ареал находится в Средней Азии. В Саратовской области впервые отмечен в 2004 г. (Bieńkowski, Orlova-Bienkowskaja, 2018).

15. **Psylliodes hyoscyami* (Linnaeus, 1758) – монофаг археофита – *Hyoscyamus niger* (Каталог..., 2017). Первичный ареал находится в Средиземноморье. Вид широко распространился по Европейской части России, в Саратовской области локален.

Семейство Cleridae Latreille, 1802

16. **Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775) – космополит, вредитель жиросодержащих продуктов растительного и животного происхождения. Первичный ареал неизвестен, предположительно тропики (Каталог..., 2017). Широко распространен в Европе. В Саратовской области обнаружен на падали в Саратовском р-не в 2008 г. (а.д.).

17. **Necrobia violacea* (Linnaeus, 1758) – космополит, биология схожа с предыдущим видом. Первичный ареал неизвестен. В Саратовской области известен с начала XX в. (Сахаров, 1905).

18. *Opetiopalpus scutellaris* (Panzer, 1797) – космополит, происходит из Африки (Denux, Zagatti, 2010). Связан с сухой древесиной, синантроп. В Саратовской области известен с конца XIX в. (Линдеман, 1871; Сахаров, 1905).

Семейство Cryptophagidae Kirby, 1837

19. **Cryptophagus acutangulus* Gyllenhal, 1827 – космополит, встречается в продовольственных запасах, в складских помещениях (Каталог..., 2017). первичный ареал неизвестен. В Саратовской области отмечается с начала XX в.(Сахаров, 1905).

Семейство Dermestidae Latreille, 1804

20. *Attagenus smirnovi* Zhantiev, 1973 – космополит, синантроп. Первичный ареал расположен в Восточной Африке (Каталог..., 2017). В Саратовской области отмечен в крупных населенных пунктах в квартирах и домах (а.д.).

21. *Attagenus unicolor unicolor* (Brahm, 1790) – космополит, изначально с африканским ареалом. Заселяет складские и жилые помещения. Повреждает меха и изделия из шерсти, реже – другие товары животного происхождения (Каталог..., 2017). Широко расселился по Европе. В Саратовской области отмечен в Саратове, в квартире (а.д.).

22. **Dermestes frischii* Kugelann, 1792 – космополит. Встречается в жилых и нежилых помещениях. Первичный ареал неизвестен. В Саратовской области впервые зарегистрирован в 1997 г. (Каталог..., 2017).

23. **Dermestes lardarius* (Linnaeus, 1758) – космополит, встречается как в складских и жилых помещениях, так и на падали в природе. В Саратовской области распространен широко, обычен. Впервые для региона отмечен в конце XIX в. (Линдеман, 1871).

24. **Dermestes maculatus* De Geer, 1774 – космополит, вредитель продуктов животного (кожевенного) производства. Первичный ареал неизвестен, предположительно Северная Америка (Каталог..., 2017). В Саратовской области известен с конца позапрошлого столетия (Линдеман, 1871; Сахаров, 1905).

25. **Trogoderma versicolor* Creutzer, 1799 – космополит, вредит продукции животного и растительного происхождения, встречается в жилых помещениях, музеях (Каталог..., 2017). Нативный ареал неизвестен. В области отмечен в Саратове в квартире в 2010 г. (а.д.).

Семейство Dryophthoridae Schönherr, 1825

26. *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) – почти космополит, вредитель запасов в складских и жилых помещениях. В Саратовской области отмечен в черте Саратова. С территории региона завозился в Чувашию с зерном хлебных злаков (Егоров, Лабинов, 2000)

Семейство Histeridae Gyllenhal, 1808

27. **Carcinops pumilio* (Erichson, 1834) – криптогенный для Европы вид. Широко распространен в Евразии, Африке, Австралии и Северной Америке (Каталог..., 2017). Хищничает на мелких беспозвоночных в гнездах птиц. В Саратовской области найден в Саратове в 2012 г. (Сажнев и др., 2017).

Семейство Hydrophilidae Latreille, 1802

28. **Cercyon castaneipennis* Vorst, 2009 – копрофильный вид, вредителем не считается. Первичный ареал неизвестен, предположительно, северная Европа (Каталог..., 2017). В Саратовской области найден в 2017 г. (Sazhnev, 2017)

29. *Cercyon laminatus* Sharp, 1873 – космополитический вид, заселяет растительные остатки и экскременты крупных млекопитающих. Первичный ареал находится в Восточной Азии. В Саратовской области обнаружен впервые в 2015 г. (Сажнев и др., 2017; Sazhnev, 2017).

30. *Cryptopleurum subtile* Sharp, 1884 – копрофильный вид, развивается в разлагающихся органических остатках. Вид происходит из Азии (Каталог..., 2017). В Саратовской области впервые отмечен в 2015 г. (Sazhnev, 2017).

Семейство Laemophloeidae Ganglbauer, 1899

31. **Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) – космополит, вредитель запасов. Первичный ареал неизвестен. В Саратовской области найден в Саратове, с территории региона с зерном и зернопродуктами завозился в Чувашию (Егоров, Лабинов, 2000).

32. *Cryptolestes pusillus* (Schönherr, 1817) – космополит тропического происхождения, вредитель запаса. Для Саратовской области отмечается с начала XXI в., как в антропогенных, так и в естественных условиях (Володченко, Сажнев, 2016).

Семейство Latridiidae Erichson, 1842

33. **Corticaria pubescens* (Gyllenhal, 1827) – криптогенный вид, космополит, мицетофаг. Первичный ареал неизвестен. Для Саратовской области указан еще в начале XX в. (Якобсон, 1905–1915).

34. **Latridius minutus* (Linnaeus, 1767) – мицетофаг, синантроп. Первичный ареал не установлен. Для Саратовской области вид известен с начала XX в. (Якобсон, 1905–1915).

Семейство Mucetophagidae Leach, 1815

35. *Typhaea stercorea* (Linnaeus, 1758) – мицетофаг, синантроп. Первичный ареал неизвестен, вероятно, Северная Америка (Каталог..., 2017). Для Саратовской области вид известен с начала XX в. (Якобсон, 1905–1915), нами отмечен в естественных условиях на трутовиках (Сажнев и др., 2017).

Семейство Nitidulidae Latreille, 1802

36. *Carpophilus obsoletus* Erichson, 1843 – изначально азиатский вид, вредитель запасов. В Европе имеет статус чужеродного (Денух, Zagatti, 2010). В Саратовской области известен с начала XX в. (Сахаров, 1905).

37. *Glischrochilus quadrisignatus* (Say, 1835) – североамериканский вид, завезенный в Европу. В 2005 г. впервые отмечен в Саратовской области (а.д.).

Семейство Ptinidae Latreille, 1802

38. **Ptinus fur* (Linnaeus, 1758) – космополит, вредитель запасов. Первичный ареал неизвестен (Каталог..., 2017). В Саратовской области известен с начала XX в. (Сахаров, 1905).

39. **Ptinus latro* Fabricius, 1775 – космополит, вредитель запасов. Первичный ареал неизвестен (Каталог..., 2017). В Саратовской области впервые найден в 2009 г. (сообщение М.Я. Орловой-Беньковской).

Семейство Silvanidae Kirby, 1837

40. *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) – космополит, вредитель запасов. Встречается на складах, в жилых помещениях В Саратовской области известен с конца XIX в. (Линдеман, 1871), с пшенице завозился из области в Чувашию (Егоров, Лабинов, 2000).

Семейство Staphylinidae Lameere, 1900

41. *Lithocharis nigriceps* Kraatz, 1859 – космополит, происходящий из Юго-Восточной Азии. Впервые в Саратовской области отмечен в 2008 г. (сообщение М.Я. Орловой-Беньковской).

42. *Philonthus rectangulus* Sharp, 1874 – космополит, первичный ареал находится в Восточной Азии. В Саратовской области впервые отмечен в 2010 г (а.д.).

43. *Philonthus spinipes kabardensis* (Bolov & Kryzhanovskij, 1969) – широко распространенный в Палеарктике восточноазиатский вид. Для Саратовской области известен с 2011 г. (а.д.).

Семейство Tenebrionidae Latreille, 1802

44. *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1796) – космополит, связан с продуктами жизнедеятельности птиц, реже вредит запасам (Каталог..., 2017). Первичный ареал в Африке. Для Саратовской области указывается с 2007 г. (Сажнев, 2012).

45. **Alphitophagus bifasciatus* (Say, 1824) – космополитический синантроп, вероятно, происходящий из Средиземноморья (Каталог..., 2017). Первая находка в Саратовской области известна в начале XX в. (Сахаров, 1905; Сажнев, 2012).

46. *Palorus ratzeburgii* (Wismann, 1848) – космополит, вредитель запасов, вероятно африканского происхождения. Первая находка в Саратовской области датируется 2010 г. (Сажнев, 2012).

47. **Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 – космополит, вредитель запасов. Первичный ареал неизвестен. Для Саратовской области указывается с начала XX в. (Сахаров, 1905).

48. **Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) – космополит, вредитель запасов. Вероятно, происходит из Юго-Восточной Азии (Каталог..., 2017). Достоверные находки в Саратовской области датируются 2010 г. (Сажнев, 2012).

49. *Tribolium confusum* Jaquelin du Val, 1861 – космополит, вредитель запасов, вероятно африканского происхождения. Для Саратовской области известен с начала XX в. (Сахаров, 1905).

Семейство Trogossitidae Latreille, 1802

50. *Tenebrioides mauritanicus* (Linnaeus, 1758) – космополит, происходит, предположительно из Средиземноморья. Вредитель запасов. В Саратове впервые зарегистрирован в 2007 г. (а.д.).

Из общего списка чужеродных и криптогенных видов жесткокрылых в фауне Саратовской области наиболее представлены семейства Dermestidae и Tenebrionidae – по 6 видов, Chrysomelidae – 4, Staphylinidae – 3, что в целом сопоставимо с таксономическим составом чужеродных видов европейской части России (Орлова-Беньковская, 2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Володченко А.Н., Сажнев А.С. Новые и малоизученные ксилофильные жесткокрылые (Coleoptera) Саратовской области // Эверсманния. 2016. Вып. 47-48. С. 11-18.

Егоров Л.В., Лабинов С.А. Жесткокрылые – вредители продовольственных запасов Чувашской Республики. Изд. 2-е, дополн. Чебоксары, 2000. 46с.

Забалуев И.А. Первая находка жука-ложнослоника *Exechesops foliatus* Frieser, 1995 (Coleoptera, Anthribidae) в Поволжье // Евразийск. энтомологич. журн. 2012. Т. 11, вып. 4. С. 378-379.

Каталог чужеродных видов жуков европейской части России. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zin.ru/Animalia/coleoptera/rus/invascat.htm>

Линдеман К.Э. Обзор географического распространения жуков в Российской империи // Тр. Русск. энтомологич. об-ва. 1871. Вып. 6. С. 41-366.

Орлова-Беньковская М.Я. Основные закономерности инвазионного процесса у жесткокрылых (Coleoptera) европейской части России // Рос-сийск. журн. биол. инвазий. 2017. № 1. С. 35-56.

Сажнев А.С. К фауне жуков-чернотелок (Coleoptera: Tenebrionidae) Саратовской области // Русск. энтомологич. журн. 2012. Т. 21, № 1. С. 39-43.

Сажнев А.С., Володченко А.Н., Забалуев И.А. Дополнение к фауне жесткокрылых насекомых (Coleoptera) Саратовской области // Эверсманния. 2017. Вып. 51-52. С. 31-39.

Сахаров Н.Л. Жуки окрестностей Мариинского земледельческого училища и других мест Саратовской губернии // Тр. Саратовск. об-ва естествоисп. и любителей природы. 1905. Т. 4, вып. 2. 86 с.

Якобсон Г.Г. Жуки России и Западной Европы. СПб.: Изд-во А.Ф. Девриена. 1905–1915. Вып. 1–11. 1024 с.

Bieńkowski A.O., Orlova-Bienkowskaja M.J. 2018. Alien leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) of European Russia and some general tendencies of leaf beetle invasions // PLoS ONE, 13(9): e0203561. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203561>.

Denux O., Zagatti P. Coleoptera families other than Cerambycidae, Curculionidae sensu lato, Chrysomelidae sensu lato and Coccinellidae. Chapter 8.5 // BioRisk. 2010. Vol. 4. Pp. 315-406.

Orlova-Bienkowskaja M.Ya. Dynamics of the Range of Lily Leaf Beetle (*Lilioceris lili*, Chrysomelidae, Coleoptera) Indicates Its Invasion from Asia to Europe in the 16th-17th Century // Russian Journal of Biological Invasions. 2013. Vol. 4, No. 2. Pp. 93-104.

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. 2017. P. 106.

С.В. СЕВАСТЬЯНОВА, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХАРОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В истории развития отечественной альгологии харовые водоросли до середины 1930-х гг. занимали весьма скромное место, они изучались очень мало и крайне неравномерно. Планомерное изучение флоры харовых водорослей СССР начато М.М. Голлербахом (1950, 1977) и Л.К. Красавиной в двух направлениях: сначала по критико-библиографической сводке опубликованных данных, затем по изучению гербария Ботанического института АН СССР и присылаемых коллекций. Харологам одновременно приходилось разрабатывать и русскоязычную терминологию вегетативных частей таллома харофитов, которой в отечественной литературе в полном наборе не существовало. То и другое позволило не только разобраться в природе новых для науки видов, описанных с территории СССР, но и выявить наличие видов и форм, ранее для страны неизвестных. Это позволило в 1983 г. издать 14 выпуск определителя пресноводных водорослей, посвященного харофитам (Голлербах, Красавина, 1983).

Харовые водоросли в пределах Самарской области до 1965 г. не изучались. Первые сведения о видовом составе, распространении и практическом значении представлены в работах В.И. Матвеева (1965, 1969). Определение собранного материала проводилось под руководством В.Е. Тимофеева, причем определение было доведено до вида. Для проверки харовые водоросли посылались в г. Ленинград, где их определение уточнялось ведущим харологом страны проф. М.М. Голлербахом.

В известных публикациях об озере Молочка в книгах «Памятники природы Куйбышевской области» и «Зеленая книга Поволжья» (Матвеев и др., 1986; Матвеев и др., 1995, с. 156) отмечалось наличие подводных зарослей харовых водорослей, но видовая принадлежность не указывалась: «Вблизи берега отчетливо выделяются подводные заросли харовых водорослей, которые похожи на маленькие елочки». Более поздних работ, специально посвященных изучению харовых водорослей, до настоящего времени не существовало. Лишь в некоторых работах В.В. Соловьевой (2005, 2006) по флоре искусственных водоемов Самарской области упоминается о нахождении харовых водорослей в прудах и водохранилищах. В 2005 г. во время флористической экспедиции Института экологии Волжского бассейна РАН и индивидуальных гидрботанических экспедиций В.В. Соловьевой со студентами СГПУ найдены редкие и новые виды харовых водорослей (Соловьева и др., 2006). Описание находок этих новых таксонов было положено в основу статьи «К изучению харовых водорослей Среднего Поволжья», подтвердившей и уточнившей флористические находки (Жакова, Соловьева, 2006).

Несмотря на хорошую изученность флоры водоемов Среднего Поволжья, в них возможно нахождение таких видов как *Chara connivens*, *Ch. locuples* и *Nitella gracilis*, которые встречаются на сопредельных территориях (Жакова, Соловьева, 2006). Необходимо проводить дальнейшие исследований биологии и экологии найденных видов, что позволит использовать водоросли для эколого-флористического мониторинга водных экосистем и в качестве биологических индикаторов качества воды.

В конце XX в. в Среднем Поволжье зарегистрировано 14 видов харовых водорослей. Краткие сведения об их находках и экологической приуроченности содержатся в монографии В.Г. Папченкова (2001), в которой 4 вида впервые указываются для региона.

В настоящее время в водоемах Среднего Поволжья отмечено 15 видов харовых водорослей. *Chara aculeolata* впервые обнаружена в 12.07.2005 г. в искусственном водоеме Сергиевского района Самарской области (пруд Чомговый).

Все виды относятся к 4 родам и 3 семействам. По количеству видов доминирует род *Chara* (8), далее следует род *Nitella* (5), роды *Nitellopsis* и *Tolypella* представлены 1 видом. Подобное распределение таксонов характерно для данной климатической зоны. Наибольшее видовое разнообразие харовых водорослей характерно для водоемов со стоячей водой: озер, прудов и стариц рек. В проточных водах рек, и на открытых берегах водохранилищ, подверженных сильному волновому воздействию, в основном встречаются виды, способные существовать в условиях постоянного перемешивания воды. Из 15 найденных видов 5 (*Chara aculeolata*, *Ch. aspera*, *Ch. hispida*, *Nitella hyalina*, *N. opaca*) не были отмечены в литературе XX в. Большинство найденных видов имеют широкие ареалы распространения не только на территории России, но и в мире. Встречен только один вид, имеющий относительно узкий европейский тип ареала – *Nitella syncarpa*.

На территории Самарской области в настоящее время найдено и достоверно определено 6 видов харовых водорослей (Матвеев, 1965; Соловьева и др., 2006; Соловьева 2006а,б; Жакова, Соловьева, 2006, табл.). По материалам работ В.И. Матвеева (1965; 1969) флора харовых водорослей области была на тот момент представлена следующими четырьмя видами.

1. *Tolypella prolifera* Leonh. В большом количестве найдена на ряде пересыхающих и непересыхающих пойменных озер р. Самары (с. Смышляевка).
2. *Chara coronata* Ziz. Широко распространена в пойменных озерах р. Самары (с. Смышляевка, ст. Советы) и р. Сок (с. Нероновка), а также обнаружена в активном русле Сухой речки около с. Георгиевка.
3. *Chara fragilis* Desv. В пойменных озерах р. Самары (ст. Падовка).
4. *Chara foetida* A. Br. (*Ch. vulgaris* L. emend. Wallr.) На озерах-старицах долины р. Чапаевки (против г. Чапаевска) и р. Самары (с. Смышляевка, ст. Падовка).

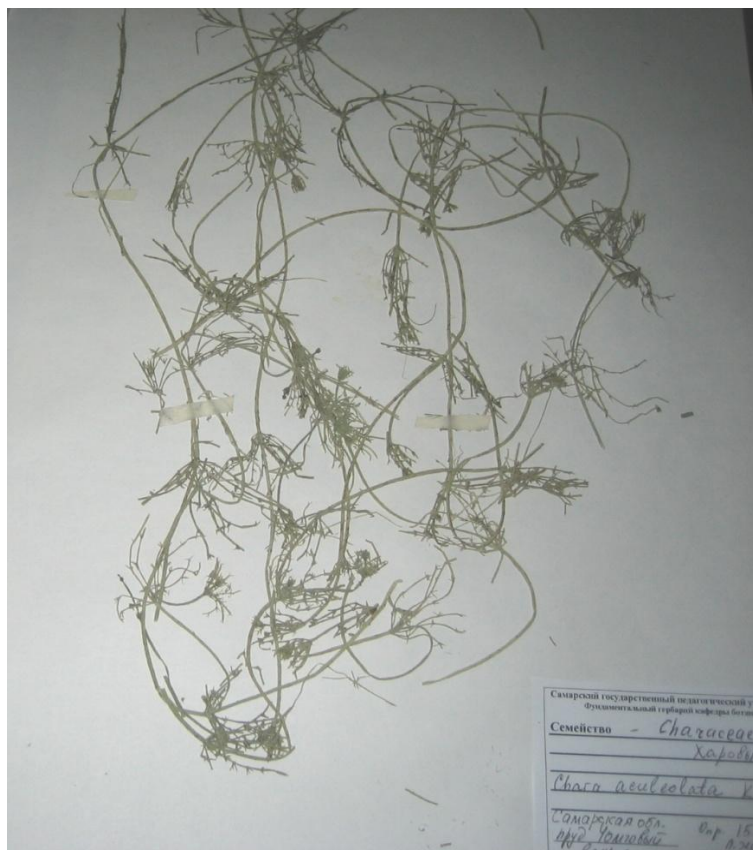


Рис. Хара мелкошиповатая (*Chara aculeolata* Kütz) – новый вид альгофлоры Среднего Поволжья. Гербарный лист. Коллектор В.В. Соловьева

Виды достоверно определены известным отечественным харологом М.М. Голлербахом. К большому сожалению гербария выше перечисленных находок не сохранилось.

В результате изучения макрофитов искусственных водоемов на территории Самарской области в июне–августе 2005 г. во время флористических экспедиций Самарского педагогического университета и ИЭВБ РАН, получены дополнительные сведения о распространении харовых водорослей. Впервые в водных экосистемах Среднего Поволжья обнаружен вид *Chara aculeolata* Kütz (рис.). Она найдена в водоеме карьерного происхождения (пруд Чомговый, Сергиевский р-н, Самарская обл.). Растение формировало пятна монодоминантных зарослей на глубине 1,2–1,5 м вдоль берега в районе плотины. Отдельные экземпляры достигали длины более 70 см (Соловьева и др., 2006; Жакова, Соловьева, 2006). Этот вид также найден в озере Молочка (Исакинский р-н., Самарская обл. на переувлажненном торфянистом грунте среди зарослей пузырчатки в виде кустистых дернинок. *Tolypella prolifera*, ранее обнаруженная только в старицах рек, была найдена в водоеме искусственного происхождения (пруд Суходольный, Пестравский р-н) В малых водохранилищах и прудах Самарской области, кроме ранее обнаруженной *Chara fragilis*, найдена *Ch. vulgaris* (Михайло-Овсянское водохранилище). Этот вид отмечен в приплотинном районе акватории на глубине до 2 м среди зарослей каулинии малой, элодеи канадской и роголистника темно-зеленого. *Ch. vulgaris* также найдена в озере Молочка на глубине до 30 см на илистом грунте. В августе 2005 г. в верховьях р. Бинарадка (с. Старая Бинарадка, Самарская обл.) среди сплавинных зарослей каллы болотной найдена *Chara contraria*. Этот вид впервые указан для прудов Среднего Поволжья.

В результате наших исследований подтвердилась гипотеза о том, что степень изученности видового разнообразия харовых водорослей находится в прямой зависимости от гидрботанических исследований водных макрофитов региональной флоры естественных и искусственных водоемов и водотоков. В то же время, несмотря на хорошую изученность флоры водоемов Среднего Поволжья, возможно нахождение и других видов харовых водорослей. Кроме того, хотелось бы отметить перспективность дальнейших исследований биологии и экологии найденных видов. Особый интерес будут иметь стационарные исследования харовых водорослей в условиях пресных и минерализованных водоемов. Знания, полученные в результате современных исследований, позволят использовать харовые водоросли для экологического мониторинга водных экосистем и как биологические индикаторы качества воды.

Таблица. Харовые водоросли Самарской области

Вид	Характеристика вида	Характеристика водоема	Характеристика вод	Характеристика биотопа
1	2	3	4	5
<i>Tolipella prolifera</i>	Чисто пресноводный	Континентальные стоячие и слабопроточные, не слишком глубокие	Только пресные	Реки, каналы, рвы, ямы, старицы рек, торфяные ямы, по краям прудов
<i>Chara aculeolata</i>	Мезогалинный солоноватоводный	Опресненные морские и континентальные, обычно крупные, непроточные мезоэвтрофные, эвтрофные, дистрофные	Солоноватые, реже пресные; кальцинированные, довольно жесткие; щелочные (рН 7.0-8.3)	Растет на мелководьях до 1.5 м гл., на мягких заиленных субстратах. Озера, опресненные морские заливы, бухты

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
<i>Ch. braunii</i>	Чисто пресноводный, индикатор притока пресной воды в солоноватоводных водоемах	Континентальные, эстуарные, эвтрофные естественного и искусственного происхождения	Пресные до 3 рsu; субнейтральные (рН 6.6-8.6)	Хорошо прогреваемые защищенные, мелководья с мягкими периодически повреждаемыми грунтами (вытаптывание людьми и скотом). Пруды, ямы, канавы, каналы, речные заводи
<i>Ch. contraria</i>	Пресноводный галотолерант - олигогалинный, высоко толерантен к содержанию органики	Континентальные крупные, реже небольшие, стоячие, эвтрофные естественного и искусственного происхождения	Пресные и слабо солоноватые до 8 рsu, щелочные, (рН 6-9)	Предпочитает расти на мелководьях менее 1 м гл., глубже до 7 м, на мягких илистых, глинистых и песчаных субстратах. Озера, пруды, ямы, каналы, водохранилища, застойные участки рек
<i>Ch. fragilis</i>	Пресноводный галотолерантный – олигогалинный, высоко толерантен к содержанию органики	Преимущественно стоячие небольшие континентальные, эвтрофные	Пресные, иногда слабо солоноватые до 7 рsu, нейтральные и щелочные (рН 6.8-8.4)	Встречается до 6 м гл., но предпочитает мелководья до 0.5 м гл., на мягких глинистых, илистых, песчаных, иногда на каменистых субстратах. Пруды, канавы, старицы, озера
<i>Ch. vulgaris</i>	Пресноводный галотолерантный – олигогалинный, пионерный	Преимущественно небольшие, континентальные и опресненные морские, стоячие и слабо проточные, от олиго-мезотрофных до дистрофных.	Пресные, иногда слабо солоноватые до 5 рsu, кальцинированные, щелочные (рН 7-8.5)	Растет на мелководьях с мягкими глинистыми, илистыми минеральными субстратами. Озера, пруды, речные заводи и старицы, канавы, водохранилища

Особый научный интерес представляет изучение видового состава и особенностей биологии харофитов в озере Харовом на территории Жигулевского государственного заповедника и водоемов-памятников природы Самарской области, имеющих повышенное содержание сероводорода (Иса克林ский район, оз. Голубое, оз. Молочка). Возможно, что более детальное исследование фиторазнообразия выше перечисленных водных экосистем приведет к новым флористическим находкам представителей таких харовых водорослей, как *Chara connivens*, *Ch. locuples* и *Nitella gracilis*, которые встречаются в соседних флористических районах (Жакова, Соловьева, 2006). В то же время, не исключено, что в уникальных сероводородных водоемах и в условиях заповедного

режима обитают другие виды харовых водорослей, еще не обнаруженные в водоемах Волжского бассейна и ждущие своих исследователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Голлербах М.М. Систематический список харовых водорослей, обнаруженных в пределах СССР по 1935 г. включительно // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. II, вып. 5, 1950. 94 с.

Голлербах М.М. Отдел харовые водоросли (Charophyta) // Жизнь растений. Т. 3. М., Просвещение, 1977. С. 338-350.

Голлербах М.М., Красавина Л.К. Определитель пресноводных водорослей СССР. Харовые водоросли – Charophyta. Вып. 14. Л.: Наука, 1983. 190 с.

Жакова Л.В., Соловьева В.В. К изучению харовых водорослей Среднего Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН. Вып. 5 «Актуальные проблемы экологии». 2006. Т. 8, № 1С. 141-146

Матвеев В.И. Альгофлора непроточных водоемов Куйбышевской области // Учен. зап. Куйбышевск. педагогич. ин-та.: Ботаника и сельское хозяйство. Вып. 68. 1969. С. 90-99.

Матвеев В.И. К познанию харовых водорослей и водных мхов Куйбышевской области // Учен. зап. Куйбышевск. педагогич. ин-та, 1965. С. 81-83

Матвеев В.И., Бирюкова Е.Г., Ильина Н.С. Исцеляющий водоем – озеро Молочка // Памятники природы Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1986. С. 75-76.

Матвеев В.И., Бирюкова Е.Г., Устинова А.А. Исцеляющий водоем – озеро Молочка // «Зеленая

книга» Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области. Самара: Кн. изд-во, 1995. С. 156-157.

Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.

Соловьева В.В. Комплексный анализ флоры антропогенных аквальных экосистем Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. Спец. выпуск «Актуальные проблемы экологии». Вып. 4. 2005. С. 276-286.

Соловьева В.В. Фиторазнообразие искусственных водоемов Сыртового Заволжья // Степи Северной Евразии. Материалы IV Международ. симпоз. Оренбург, 2006а. С. 685-688.

Соловьева В.В. Флора искусственных водоемов Сыртового Заволжья // Бюлл. Бот. сада Саратовск. го. ун-та. Вып. «Материалы к Всерос. науч. конф. «Ботанические исследования в Поволжье и на Урале», посвящ. 50-летию Ботанического сада СГУ им. Н.Г. Чернышевского». Саратов: Научная книга, 2006б. С. 45-49.

Соловьева В.В., Девяткина Л.Е., Мельникова С.К., Пуреськин М.А. Новые и редкие виды растений во флоре малых искусственных водоемов Самарской области // Вестн. Исследования в области естественных наук и образования: Сб. науч. тр. Вып. 5. Самара, 2006. С. 161-166.

А.В. СЕЛЕЗНЕВА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

На крупных водохранилищах Нижней Волги особую тревогу вызывает органическое загрязнение, обусловленное чрезмерным сбросом биогенных веществ в составе сточных вод, что в условиях замедленного водного обмена вызывает массовое развитие водорослей и ухудшение качества воды источников питьевого водоснабжения (Селезнева, 2007). Вместе с тем, официальные источники указывают на загрязнение волжской воды медью, цинком и марганцем.

Одна из причин сложившейся ситуации – это несовершенство методики расчета нормативов допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты (Методика..., 2007). В настоящее время в качестве критериев при нормировании сброса веществ двойного генезиса используются предельно допустимые концентрации (ПДК), которые являются одинаковыми для всей территории РФ, зависят только от вида водопользования и не учитывают природных особенностей водных объектов. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты при управлении антропогенной нагрузкой на водные объекты.

Автором предлагается при нормировании сброса веществ двойного генезиса вместо ПДК, установленных на основе лабораторных экспериментов, использовать региональные допустимые концентрации (РДК), полученные по данным мониторинга водных объектов.

Региональное нормирование основывается на учете природных особенностей формирования качества вод. Основная цель разработки РДК состоит в том, чтобы антропогенное воздействие не приводило к нарушению нормального функционирования водных экосистем и ухудшению качества воды.

В каждом отдельно взятом бассейне или его части формируется особенный состав воды, свойственный данной водосборной территории и зависящий от природных условий. Условия формирования химического состава поверхностных вод в бассейне Нижней Волги существенно отличаются и зависят, прежде всего, от климата, рельефа, гидрогеологических условий и растительности (Ресурсы..., 1971).

Географическое положение бассейна Нижней Волги, значительная его протяженность в широтном направлении обусловили разнообразие климатических условий. В его пределах наблюдается смена климатических зон от достаточно влажного климата северной части до засушливого континентального климата пустынь – в южной его части.

При таком разнообразии природных условий в бассейне Нижней Волги совершенно очевидно, что концентрация химических веществ двойного генезиса в различных речных бассейнах может изменяться в широких пределах. Наиболее хорошо изучены закономерности формирования неоднородностей по минерализации вод. Концентрация и режим органических и биогенных веществ, содержащихся в водных объектах, изучен по сравнению с ионным составом значительно хуже (Алекин, 1970).

В соответствии с известными методическими разработками РДК рассчитываются для определенного вещества в конкретный гидрологический сезон по данным мониторинга (Селезнев и др., 2014). Территория бассейна Нижней Волги разделена органами Водного кадастра на 28 водохозяйственных участков. Каждый участок охватывает водосбор определенного отрезка Волги либо отдельные бассейны ее круп-

ных притоков. Почти на всем своем протяжении русло Волги в нижнем своем течении зарегулировано тремя крупными водохранилищами: Куйбышевским, Саратовским и Волгоградским.

В качестве объектов для разработки РДК в бассейне Нижней Волги из 28 водохозяйственных участков выбраны: участок № 2 (р. Шешма), участок № 6 (р. Сок), участок № 14 (р. Мал. Иргиз), участок № 19 (р. Терешка), участок № 15 (Саратовское) и участок № 22 (Волгоградское) водохранилища. Выбранные участки охватывают различные природные условия формирования качества вод в бассейне Нижней Волги.

Исходными данными для расчета РДК на указанных участках послужили данные систематических гидрохимических наблюдений в период 2006–2009 гг. На основе совместного анализа данных за расходами и температурой воды выделены гидрологические сезоны: зимняя межень (декабрь, январь, февраль и март); весеннее половодье (апрель, май, июнь); летне-осенняя межень (июль, август, сентябрь, октябрь и ноябрь).

В данной статье представлены результаты расчета РДК по следующим показателям: сухой остаток, хлориды, сульфаты, аммоний, нитриты, нитраты, медь, цинк, органические вещества по интегральным показателям биохимическое потребление кислорода (БПК₅), химическое потребление кислорода (ХПК).

Река Шешма (участок № 2). Длина – 259 км, площадь бассейна – 6,04 тыс. км². Является левым притоком Куйбышевского водохранилища и впадает в его Камскую ветку ниже устья р. Вятки. Берет начало на Бугульминско-Белебеевской возвышенности. В реку впадает 69 притоков. Расход межени в устье 8,8 м³/с.

Река средней водности. Питание преимущественно снеговое, а также подземное и дождевое. Вода гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевая, средней минерализации 200–400 мг/л весной, и повышенной в межень 600–700 мг/л. В меженный период река отличается высоким подземным питанием. Сток зарегулирован. Отличается повышенным грунтовым стоком.

Река Сок (участок № 6). Река является левым притоком Саратовского водохранилища. Длина – 375 км, площадь водосбора – 11,7 тыс. км². Берет начало на западных склонах Бугульминско-Белебеевской возвышенности. На своем протяжении принимает 53 притока, главный приток – правобережная р. Кондурча. Средний расход воды у водомерного поста с. Красный Яр составляет 38,4 м³/с. Для бассейна р. Сок характерно обилие подземных вод, приуроченных к водоносному горизонту казанского и татарского ярусов. Глубина залегания вод в зависимости от рельефа, меняется от 5–12 до 30–50 м.

Результаты расчета сезонных значений РДК по бассейнам рек Шешма (участок № 2) и Сок (участок № 6) представлены в табл. 1.

Река Мал. Иргиз (участок № 14). Является левым притоком Саратовского водохранилища. Площадь водосбора составляет 3900 км², длина – 235 км. Протекает в засушливой степной зоне и, несмотря на такую протяженность, имеет всего 11 притоков, два из которых имеют временный характер на всем протяжении. Сама р. Мал. Иргиз на значительном своем протяжении и многие из ее притоков в засушливые годы почти полностью пересыхают.

Практически каждый приток и многие овраги в бассейне реки перегорожены плотинами. На участке насчитывается 50 мелких водохранилищ и одно из них расположено в русле р. Мал. Иргиз. В бассейне имеется большое количество оросительных систем. Река Мал. Иргиз характеризуется высокой минерализацией и относится к сульфатному классу, кальциевому типу. Систематические гидрохимические сведения по этой реке отсутствуют.

Река Терешка (участок № 19). Является правым притоком Волгоградского водохранилища. Длина составляет 270 км, площадь водосбора – 9,68 тыс. км². Берет начало на юге Ульяновской области.

В среднем и нижнем течении характерны пойменные леса, озера-старицы. Река и многие ее притоки постоянно подпитываются родниками. Вода прозрачная, хорошего качества. Используется для водоснабжения, орошения.

Результаты расчета сезонных значений РДК по бассейнам рек Мал. Иргиз и Терешка представлены в табл. 2.

Таблица 1. Сезонные значения РДК для р. Шешма (№ 2) и р. Сок (№ 6)

Показатели качества	Зимняя межень		Весеннее половодье		Летне-осенняя межень	
	№ 2	№ 6	№ 2	№ 6	№ 2	№ 6
Сухой остаток, мг/дм ³	581,1	1299,4	480,3	782,9	501,1	1108,1
Хлориды, мг/дм ³	30,3	51,4	22,0	29,5	26,5	45,1
Сульфаты, мг/дм ³	181,9	489,3	141,9	315,9	152,6	440,5
Аммоний мгN/дм ³	0,381	0,535	0,576	0,819	0,325	0,238
Нитриты, мгN/дм ³	0,035	0,026	0,018	0,024	0,030	0,027
Нитраты, мгN/дм ³	1,65	1,95	1,36	2,03	1,54	1,29
Фосфаты, мгP/дм ³	0,101	0,134	0,064	0,097	0,108	0,080
БПК ₅ , мгО/дм ³	1,42	2,55	4,92	4,33	3,12	4,29
ХПК, мгО/дм ³	15,1	26,2	24,5	35,9	18,2	32,8
Железо общее, мг/дм ³	0,091	0,106	0,124	0,152	0,087	0,080
Медь, мг/дм ³	0,003	0,005	0,003	0,004	0,002	0,005
Цинк, мг/дм ³	0,009	0,021	0,008	0,019	0,007	0,020

Таблица 2. Сезонные значения РДК для р. Мал. Иргиз (№ 14) и для р. Терешка (№ 19)

Показатели качества	Зимняя межень		Весеннее половодье		Летне-осенняя межень	
	14	19	14	19	14	19
Сухой остаток, мг/дм ³	1092,0	625,0	618,8	366,1	938,8	554,1
Хлориды, мг/дм ³	292,5	36,2	149,9	20,5	256,0	32,3
Сульфаты, мг/дм ³	182,5	169,6	102,3	99,5	164,8	154,3
Аммоний, мгN/дм ³	0,532	0,363	1,029	0,550	0,570	0,306
Нитриты, мгN/дм ³	0,048	0,074	0,041	0,058	0,029	0,065
Нитраты, мгN/дм ³	1,32	1,76	1,15	1,64	1,23	1,64
Фосфаты, мгP/дм ³	0,165	0,131	0,109	0,194	0,172	0,108
БПК ₅ , мгО/дм ³	4,63	4,31	7,45	4,76	5,99	5,84
ХПК, мгО/дм ³	44,0	41,5	44,6	51,7	46,7	42,3
Железо общее, мг/дм ³	0,138	0,144	0,173	0,190	0,120	0,138
Медь, мг/дм ³	0,004	0,004	0,005	0,003	0,003	0,003
Цинк, мг/дм ³	0,006	0,010	0,007	0,009	0,005	0,007

Саратовское водохранилище (участок № 15). Площадь участка составляет 8,64 тыс. км². Водохранилище имеет емкость 12,9 км³, длину – 357 км, наибольшую ширину 25 км.

Основным регулятором стока является Куйбышевское водохранилище, которое существенно перераспределяет сток внутри года, задерживая воду в половодье и постепенно отдавая накопленный запас в течение межени.

Волгоградское водохранилище (участок № 22). Площадь участка составляет 29,1 тыс. км². Емкость водохранилища составляет 31,4 км³. Длина водохранилища 540 км, наибольшая ширина – 17 км.

Результаты расчета сезонных РДК для Саратовского и Волгоградского водохранилищ представлены в табл. 3.

Вполне допустимо на начальном этапе внедрения РДК отказаться от сезонных значений и перейти к годовым значениям, чтобы не осуществлять расчеты НДС по отдельным гидрологическим сезонам. Для этого из сезонных значений РДК выбирают их максимальные значения.

Таблица 3. Сезонные РДК для Саратовского (№ 15) и Волгоградского (№ 22) водохранилищ

Показатели качества	Зимняя межень		Весеннее половодье		Летне-осенняя межень	
	№ 15	№ 22	№ 15	№ 22	№ 15	№ 22
Сухой остаток, мг/дм ³	352,6	370,5	259,5	267,3	290,5	301,7
Хлориды, мг/дм ³	32,6	34,5	24,4	25,9	28,4	29,8
Сульфаты, мг/дм ³	79,8	85,1	57,2	60,4	66,2	70,4
Аммоний, мгN/дм ³	0,194	0,285	0,272	0,407	0,146	0,198
Нитриты, мгN/дм ³	0,026	0,035	0,024	0,026	0,016	0,017
Нитраты, мгN/дм ³	0,95	1,09	1,23	1,41	0,48	0,61
Фосфаты, мгP/дм ³	0,094	0,120	0,058	0,080	0,099	0,125
БПК ₅ , мгО/дм ³	1,80	1,95	3,49	2,71	2,80	3,03
ХПК, мгО/дм ³	28,4	26,8	33,9	32,2	34,4	33,3
Железо общее, мг/дм ³	0,070	0,102	0,134	0,141	0,056	0,075
Медь, мг/дм ³	0,005	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002
Цинк, мг/дм ³	0,012	0,010	0,016	0,012	0,013	0,010

Полученные значения РДК существенно отличаются друг от друга на различных участках в бассейне Нижней Волги. Диапазон изменений составляет: 353–1300 мг/дм³ по сухому остатку; 30–293 мг/дм³ по хлоридам; 80–490 мг/дм³ по сульфатам; 0,27–1,03 мгN/дм³ по аммоний; 0,03–0,07 мгN/дм³ по нитритам; 1,2–2,0 мгN/дм³ по нитратам; 0,10–0,20 мгP/дм³ по фосфатам; 3,0–7,5 мг/дм³ по БПК₅; 25–52 мгО/дм³ по ХПК; 0,003–0,005 мгО/дм³ по меди; 0,007–0,021 мг/дм³ по цинку (табл. 4).

Таблица 4. Сравнение РДК и ПДК для участков № 2, № 6, № 14, № 15, № 19, № 22

Показатели качества	РДК						ПДК
	№ 2	№ 6	№ 14	№ 19	№ 15	№ 22	
Сухой остаток, мг/дм ³	580	1300	1090	625	353	370	1000
Хлориды, мг/дм ³	30	51	293	36	33	35	300
Сульфаты, мг/дм ³	182	490	183	170	80	85	100
Аммоний, мгN/дм ³	0,58	0,82	1,03	0,55	0,27	0,41	0,39
Нитриты, мгN/дм ³	0,04	0,03	0,05	0,07	0,03	0,04	0,02
Нитраты, мгN/дм ³	1,7	2,0	1,3	1,8	1,2	1,4	9,1
Фосфаты, мгP/дм ³	0,11	0,13	0,17	0,19	0,10	0,13	0,20
БПК ₅ , мгО/дм ³	4,9	4,3	7,5	4,8	3,5	3,0	2,0
ХПК, мгО/дм ³	25	36	47	52	34	33	15
Железо общее, мг/дм ³	0,12	0,15	0,17	0,19	0,13	0,14	0,10
Медь, мг/дм ³	0,003	0,005	0,005	0,004	0,005	0,003	0,001
Цинк, мг/дм ³	0,009	0,021	0,007	0,010	0,016	0,012	0,010

РДК превышают ПДК по сухому остатку - в бассейне рек Сок и Мал. Иргиз; по сульфатам – в бассейнах рек Шешма, Сок, Мал. Иргиз и Терешка. По хлоридам РДК

существенно меньше ПДК на всех участках за исключением участка 14 (р. Мал. Иргиз).

По меди РДК на всех участках в 3–5 раз превышает ПДК, по цинку превышение менее значительное, но наблюдается на всех участках кроме 2 (р. Шешма) и 14 (р. Мал. Иргиз).

По органическим веществам (БПК₅ и ХПК) РДК превышают ПДК на всех участках. По биогенным веществам картина не столь однозначная. По нитритам и железу общему РДК превышают ПДК на всех расчетных участках. А по фосфатам и, особенно, нитратам наоборот РДК меньше ПДК.

В настоящее время расчет норматива допустимого сброса (НДС) для веществ двойного генезиса осуществляется с учетом ПДК (Методика..., 2007). Для улучшения экологического состояния водохранилищ и не предъявления необоснованных требований к водопользователям целесообразно для веществ двойного генезиса при расчетах НДС вместо ПДК использовать РДК. Данная замена позволит при нормировании сброса веществ учесть природные особенности формирования качества вод. Кроме того, подобная замена позволит, с одной стороны, снизить биогенную нагрузку, а с другой, отказаться от предъявления необоснованных требований к водопользователям при сбросе ряда металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.

Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. приказом МПР России от 17.12.2007 № 333, зарег. в Минюсте России 21.02.2008 № 11198. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обр. 14.10.2015).

Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 411 с.

Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара, 2007. 105 с.

Селезнев В.А., Селезнева А.В., Беспалова К.В. Нормирование сброса биогенных веществ в поверхностные водные объекты // Вестн. СГАСУ. Градостроительство и архитектура. Науч.-технич. журн. Вып. 2. Самара. 2014. С. 49-52.

Л.В. СИДЯКИНА

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**НОВЫЙ ЭТАП ИЗУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
Г.О. ТОЛЬЯТТИ (2013–2018 ГГ.)**

Основные публикации по изученности флоры и растительности городского округа Тольятти (Самарская область), начиная с первых известных исследований и до начала 2013 г., отражены в работе сотрудников лаборатории проблем фиторазнообразия Института экологии Волжского бассейна РАН (Сенатор и др., 2013). За последние пять лет было накоплено и систематизировано много новых данных по изучению урбанofлоры, растительности, популяций и распространению отдельных видов растений, воздействию различных факторов на состояние растительных сообществ, биологическим методам оценки экологического состояния окружающей среды г.о. Тольятти и его окрестностей и др.

Ниже, в хронологическом порядке приведены публикации, содержащие сведения о растительном покрове г.о. Тольятти.

2013

Проведено сравнительное исследование состояния растений *Plantago media* L., собранных в городской зоне г. Тольятти и на территории национального парка «Самарская Лука».

Гребенкина Т.М., Нестеров В.Н., Богданова Е.С., Розенцвиг О.А. Структурно-функциональное состояние растений *Plantago media* в условиях городской среды // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 21-26.

Выявлено 10 видов мохообразных в лесной бриофлоре г. Тольятти.

Киселева Д.С., Иванова А.В. Первичные данные о бриофлоре лесных насаждений г.о. Тольятти // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Материалы X Международ. науч.-практич. конф. 2013. С. 80-84.

Работа по распространению видов семейства *Poaceae* в Среднем Поволжье, для г. Тольятти указаны 4 вида, и 1 вид в окрестностях города (с. Ягодное).

Саксонов С.В., Васюков В.М., Раков Н.С., Сенатор С.А. Семейство мятликовые (*Poaceae*) Среднего Поволжья // Изв. Самар. НЦ РАН. 2013. Т. 15, № 3(1). С. 332-337.

Сообщается о находках новых и редких чужеродных видов во флоре Среднего Поволжья, для г. Тольятти и его окрестностей приводится 8 видов, 3 из которых являются новыми заносными видами для области.

Сенатор С.А., Раков Н.С., Саксонов С.В., Васюков В.М., Иванова А.В. Новые и редкие чужеродные растения в Среднем Поволжье // Российск. журн. биол. инвазий. 2013. Т. 6, № 3. С. 98-105.

Найдены новые местонахождения редких или просматриваемых таксонов для флоры Самарской области, на территории г.о. Тольятти описаны местообитания для 5 видов. Также приведен список видов растений солонцеватого луга в окрестностях с. Нижнее Санчелеево.

Сухоруков А.П., Васюков В.М., Раков Н.С., Лысенко Т.М. Дополнение к флоре Самарской области // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2013. Т. 7, № 3. С. 77-92.

2014

Дана характеристика Узюковскому и Ягодинскому лесничествам (окрестности г. Тольятти), выделены типы леса.

Беляева Ю.В., Козловская О.В. Сосновые леса Мелекесско-Ставропольского ландшафтного района. Лесотипологическая характеристика // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 427-433.

Рассмотрены факторы, загрязняющие городскую среду, санитарно-гигиенические функции зеленых насаждений, основные нормы и правила озеленения, экономическая оценка потенциалов растительности для г. Тольятти.

Беляева Ю.В., Саксонов С.В. Критерии оценки эффективности зеленых насаждений города Тольятти // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. Материалы Международ. конф. Самара; Тольятти: Кассандра, Изд-во Самарск. гос. экономич. ун-та, 2014. С. 34-38.

Изучены процессы искусственного и естественного лесовосстановления через три года после верховых пожаров в городских лесах.

Быков Е.В. Постпирогенное лесовосстановление на территории лесопарков Тольятти // Материалы XI международ. науч.-практич. конф. «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды». Тольятти: Волжск. ун-т им. В.Н. Татищева, 2014. С. 24-27.

Представлены сведения о находках чужеродных растений в дендропарке Института экологии Волжского бассейна РАН, в окрестностях пос. Ягодное, в окрестностях с. Н. Санчелеево.

Васюков В.М., Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Новые чужеродные растения в Среднем Поволжье // Инвазионная биология: современное состояние и перспективы: Материалы рабоч. совещ. (Москва, 10-13 сентября 2014 г.). М., 2014. С. 53-57.

Впервые описывается флора террасового комплекса, расположенного близ г. Тольятти в окрестностях п. Фёдоровка.

Васюков В.М., Иванова А.В., Раков Н.С., Сенатор С.А., Сидякина Л.В., Саксонов С.В. Список сосудистых растений надпойменных террас Волги в окрестностях поселка Фёдоровка (г.о. Тольятти, Самарская область) // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья / под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова, Г.С. Розенберга. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 48-54.

Произведено сравнение некоторых таксономических показателей флоры участков погоревшей территории Тольяттинского лесного массива с другими лесными массивами близлежащих территорий. Показаны особенности флоры, испытавшей воздействие пирогенного фактора.

Давыдова И.В., Иванова А.В. Таксономический анализ флоры участков Тольяттинского лесного массива, пострадавших от пожаров 2010 г. // Изв. Самар. науч. ЦНЦ РАН. 2014. Т. 16, № 5. С. 123-125.

В работе рассматривается ряд локальных флор отдельных лесных массивов, находящихся в Предволжье и Заволжье, имеющих в своем составе разные типы леса. В перечень сравниваемых флор входит Ягодинский лес (с. Ягодное, окрестности г. Тольятти), автор указывает, что список видов ранее не был опубликован.

Иванова А.В. Таксономический анализ локальных флор лесных массивов Самаро-Ульяновского Поволжья // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 163-169.

Продолжается цикл исследований, посвященных выявлению видовой разнообразия флоры г. Тольятти и его окрестностей, а также уточняется распространение видов по ландшафтно-флористическим районам Самарской области. Во флоре пос. Поволжский и его окрестностей отмечено 385 видов двудольных растений.

Козловская О.В. Материалы к флоре поселка Поволжский и его окрестностей (городской округ Тольятти). 1. Двудольные растения // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 210-216.

Окрестности г. Тольятти приводятся как место произрастания вида *Festuca filiformis* Roug. в Самарской области.

Саксонов С.В., Васюков В.М., Раков Н.С., Сенатор С.А. Раритетные виды злаков (Poaceae) бассейна Средней и Нижней Волги // Изв. высш. учеб. заведений. Поволжск. регион. Естеств. науки. 2014. № 2(6). С. 3-17.

2015

Рассмотрены процессы восстановления древесно-кустарниковой растительности на участках старых сосновых лесов г. Тольятти после низовых и верховых пожаров.

Быков Е.В. Процессы постпирогенного восстановления древесно-кустарниковой растительности // Сб. докладов конф. с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения». Тольятти: Кассандра, 2015. С. 88-90.

Составлен рейтинг природоохранного статуса ООПТ Самарской области, используя методику фитосозологической оценки памятников природы. Входящий в территорию г.о. Тольятти памятник природы регионального значения «Ставропольский сосняк» набрал 87 баллов (выше среднего), и занял 94 место из 214.

Казанцев И.В., Саксонов С.В. Фитосозологический рейтинг памятников природы регионального значения Самарской области // Известия Самар. науч. центра РАН. 2015. Т. 17, № 4. С. 45-54.

Рассматривается влияние лесных пожаров на лесные биогеоценозы г. Тольятти.

Крючков А.Н. Экологические последствия лесных пожаров г.о. Тольятти // Сборник докладов конференции с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения». Тольятти: Кассандра, 2015. С. 67-69.

Проведены экспертные обследования отдельных озелененных и природных территорий г.о. Тольятти.

Крючков А.Н. Мониторинг состояния городских зеленых насаждений как часть эффективного управления зеленым хозяйством г.о. Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 4-5. С. 1023-1028.

Проанализированы характерные факторы, влияющие на состояние лесопарковой зоны г. Тольятти.

Одокиенко Е.В., Власова Ю.Ю. Анализ состояния озеленения города Тольятти // Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т. 1. № 2(3). С. 24-25.

Проведено сравнение состава, жизненных форм и антропогенных групп флор леса и гарей-2010 года.

Раков Н.С., Саксонов С.В. Год пятый на гарях 2010 года в Зеленой зоне г. Тольятти (Портпоселок): экологический аспект // Сб. докл. конф. с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения». Тольятти: Кассандра, 2015. С. 72-74.

В статье приведен список 307 видов сосудистых растений, выявленных во флоре памятника природы регионального значения «Сосновый древостой» и его окрестностей (между селами Винтай и Зеленовка, окрестности г. Тольятти).

Саксонов С.В., Васюков В.М., Иванова А.В. Сосудистые растения памятника природы «Сосновый древостой» и его окрестностей (Самарская область) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 4(4). С. 699-704.

Приведена характеристика состояния природных популяций редких видов растений Узюковского бора (окрестности г. Тольятти), нуждающихся в охране.

Саксонов С.В., Васюков В.М., Иванова А.В., Козловская О.В., Раков Н.С., Сенатор С.А. Современное состояние популяций редких растений Узюковского бора (Самарская область) // Теоретические проблемы экологии и эволюции: VI Любимцевские чтения (Тольятти, 7-10 апреля 2015 г.). Тольятти, 2015. С. 266-269.

Впервые составлен конспект флоры г. Тольятти и его окрестностей. Всего зарегистрировано более 1500 видов сосудистых растений из 612 родов и 131 семейства, в т. ч. 989 дикорастущих видов. Приводятся сведения о распространении видов по флористическим выделам и частоте встречаемости. Для Самарской области указываются 2 новых вида.

Сенатор С.А., Саксонов С.В., Раков Н.С., Васюков В.М., Иванова А.В., Сидякина Л.В. Сосудистые растения Тольятти и окрестностей (Самарская область) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2015. Т. IX. № 1. С. 32-101.

Изучено многообразие рудеральных растений г. Тольятти, выявлены среди них аллергены, и проведен анализ ситуации 2012-2014 годов.

Федорцова А.И., Гайнутдинова Ф.К. Динамика экологического состояния частично неухоженных территорий г. Тольятти по их фиторазнообразию за 2012-2014 годы // Человек в российской повседневности: история и современность. VIII Международ. науч.-практич. конф.: сб. статей. Пенза. 2015. С. 70-76.

Описаны находки редких гибридов: *Salix acutifolia* L. × *S. triandra* L. (озеро Пляжное, г. Тольятти) и *Potamogeton* × *cooperi* (Fryer) Fryer (окрестности с. Ташелка).

Saksonov S.V., Rakov N.S., Ivanova A.V., Senator S.A., Vasjukov V.M. Rare hybrids of the Middle Volga River Basin // Skvortsovia. 2015. Vol. 2, № 2. P. 112-125.

2016

Изучены процессы естественного восстановления древесной и кустарниковой растительности после верхового пожара в сосновом лесу. Выявлено соотношение различных групп растений на участках постпирогенного восстановления.

Быков Е.В. Постпирогенное восстановление древесной и кустарниковой растительности в лесопарках Тольятти // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 1. С. 194-197.

Приведены данные о находках редких эргазиофитов (дичающих интродуцентов), для г. Тольятти указано 3 вида.

Голованов Я.М., Саксонов С.В., Васюков В.М. Новые и редкие эргазиофиты в Республике Башкортостан, Самарской и Ульяновской областях (по материалам 2015 г.) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2016. Т. 18, № 5. С. 98-101.

Проведена оценка экологического состояния окружающей среды в г. Тольятти с помощью биологических методов диагностики. В качестве биоиндикаторов использовались растения *Picea pungens* f. *Glauca*, лишайники и показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы *Betula pendula* L.

Заболотских В.В., Васильев А.В., Валуллина В.Н. Биологические методы оценки качества воздуха урбанизированных территорий на примере города Тольятти // Изв. Самар. НЦ РАН. 2016. Т. 18, № 4(5). С. 993-999.

Охарактеризовано современное состояние городских лесов Тольятти, оценена организация деятельности по их охране, а также представлен оптимистический прогноз развития городских насаждений.

Крючков А.Н. Ведение лесного хозяйства в городских лесах Тольятти: теория и практика // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. Т. 25, № 4. С. 136-141.

Работа по обзору гербарных образцов *Rosa* L. (*Rosaceae*) в фондах Гербария Института экологии Волжского бассейна РАН (PVB), дополняющая сведения по распространению шиповников в Поволжье, на Южном Урале и сопредельных территориях. Для г.о. Тольятти и его окрестностей указывается 14 видов.

Саксонов С.В., Васюков В.М., Сенатор С.А., Раков Н.С., Иванова А.В. Род *Rosa* L. (*Rosaceae*) в Гербарии Института экологии Волжского бассейна РАН (PVB) // Самарск. науч. вестн. 2016. № 1(14). С. 51-56.

Представлена характеристика флористического разнообразия некоторых степных сообществ окрестностей г. Тольятти. Подробно рассмотрены таксономическое

разнообразии, соотношении жизненных форм и хозяйственная значимость установленной флоры. Даны рекомендации по использованию и охране изученных территорий.

Трантина Е.В., Лысенко Т.М., Корчиков Е.С. Некоторые результаты исследования флористического состава степных сообществ окрестностей г. Тольятти (Самарской области, России) // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сб. докл. X Международ. конф. аспирантов и студентов. 2016. С. 401-403.

2017

Проанализированы флористические группировки окрестностей г. Тольятти. Рассмотрено изменение видового состава флоры по двухстороннему широтному градиенту, произведено сравнение выделенных группировок по головной части семейственных спектров с использованием доли семейства во флоре и числа видов в семействе, и сравнение выделенных флористических группировок Мелекесско-Ставропольского физико-географического района по показателю Престона.

Иванова А.В., Костина Н.В., Лысенко Т.М., Козловская О.В. Особенности флоры Мелекесско-Ставропольского физико-географического района // Самарск. науч. вестн. 2017. Т. 6, № 4(21). С. 47-53.

Приведены 11 видов карантинных растений г. Тольятти, учтена их встречаемость и особенности воздействия на организм.

Козловская О.В. Карантинные растения города Тольятти: опасность для здоровья людей // Сборник трудов шестого международного экологического конгресса (восьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕLPIT-2017» (Самара-Тольятти, 20-24 сентября 2017 г.). Самара: Изд-во Самарск. НЦ РАН, 2017. Т. 2. С. 69-73.

Для лесных сообществ г. Тольятти отмечено 11 чужеродных видов сосудистых растений.

Саксонов С.В., Раков Н.С., Васюков В.М., Сенатор С.А. Чужеродные растения в лесных сообществах Среднего Поволжья: способы диссеминации и степень натурализации // Самарск. науч. вестн. 2017. Т. 6, № 2(19). С. 78-83.

Отмечен пока единственный случай натурализации потенциально инвазионного вида *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch в разновозрастные сосновые насаждения на территории г. Тольятти. Приводится местообитание Узюковский лесной массив для «вида-трансформера» *Heracleum sosnowskyi* Manden.

Сенатор С.А., Саксонов С.В., Васюков В.М., Раков Н.С. Инвазионные и потенциально инвазионные растения Среднего Поволжья // Российск. журн. биол. инвазий. 2017. № 1. С. 57-69.

Представлена характеристика флористического разнообразия степных сообществ в пределах г. Тольятти (Портпоселок; Комсомольский район, микрорайон «5-е ВСО»), и в его окрестностях (0,5 км к северо-востоку от с. Ташелка). Подробно рассмотрено таксономическое разнообразие, проведены эколого-ценотический и гигроморфный анализы флоры. Даны рекомендации по использованию и охране изученных территорий.

Трантина Е.В., Лысенко Т.М. Результаты исследования флоры степных сообществ Ставропольского района Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 4. С. 208-211.

Отмечается произрастание одного вида рода *Alchemilla* L. в дендропарке ИЭВБ РАН.

Чкалов А.В., Васюков В.М. К изучению рода *Alchemilla* L. (Rosaceae) в Самарской и Ульяновской областях // Изв. Самар. НЦ РАН. 2017. Т. 19, № 2. С. 87-95.

Защита кандидатской диссертации Ю.В. Беляевой (науч. рук. д.б.н., проф. С.В. Саксонов)¹. Автором установлено, что основными факторами, ухудшающими состояние насаждений березы повислой на территории г.о. Тольятти являются автотранспортная и пылевая нагрузки.

Беляева Ю.В. Эколого-биологическая оценка состояния *Betula pendula* Roth в городских насаждениях (на примере г. Тольятти). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2018. 18 с.

Приведены результаты исследований степной растительности окрестностей г. Тольятти.

Лысенко Т.М. К вопросу об охране степных сообществ Самарской области // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. Материалы пятой Международ. конф. Ин-т экологии Волжск. бассейна РАН; Самарск. гос. экономиче. ун-т. 2018. С. 159-162.

Лысенко Т.М. Степные сообщества окрестностей г. Тольятти (Самарская область) // Самарск. науч. вестн. 2018. Т. 7, № 4(25). С. 74-80.

Выявлено 11 видов мхов в лесопарковой зоне г. Тольятти.

Пчелина А.Н. Экологические особенности бриофлоры города Тольятти // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4(2). С. 91-93.

Изучена урбанофлора Автозаводского района г. Тольятти, выявлено 252 вида.

Тихомирова Т.С. Современный состав урбанофлоры Автозаводского района города Тольятти (Самарская область) // Электронный научно-практич. журн. «Молодежный научный вестник». 2018. № 4(29). С. 16-20.

Подводя итог проделанному обзору публикаций, можно отметить, что для полного анализа состояния растительного покрова г.о. Тольятти необходимы исследовательские работы по следующим направлениям: изучение разнообразия всех групп высших растений, классификация растительности, лесная типология, картографирование, изучение ценопопуляций различных видов, сохранение фиторазнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Сенатор С.А., Саксонов С.В., Ужамецкая Е.А. Растительный покров Тольятти: история изучения // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 191-200.

¹ В статье не приводятся работы по теме диссертационного исследования автора, т.к. они представлены в автореферате.

**К.А. СМИРОВА¹, Н.В. ПОЛЯКОВА¹,
А.С. ДЕМЧУК², Д.Л. ЛАЙУС¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

ПРИБРЕЖНЫЙ ЗООПЛАНКТОН КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Белое море является объектом исследований уже многие десятки лет. В то же время прибрежные сообщества зоопланктона изучены крайне слабо. При этом, зоопланктон является пищей для многих видов рыб, в том числе таких многочисленных и экологически значимых, как трехиглая колюшка и сельдь. Как молодь, так и взрослые особи этих видов питаются преимущественно зоопланктоном, причем до 90–100% его составляют веслоногие рачки – *Copepoda*. В связи с этим, последние несколько лет сотрудники кафедры ихтиологии и гидробиологии СПбГУ уделяют значительное внимание изучению прибрежных сообществ.

Материал для данной работы собран в местах нереста колюшки с 18 по 23 июня 2018 года, в период активного нереста. Пробы были взяты на литорали в 8 участках Кандалакшского залива, около р. Черная, посёлков: Умба, Лесозаводск, Колвицы, Кандалакша, Сальницы, Княжая, Чупа. Отбор проб был осуществлен по стандартной методике, путем пролива 100л воды с поверхности через сеть Апштейна с последующей фиксацией 40% раствором формальдегида.

Характеристика точек, в которых были взяты пробы:

В Лесозаводске грунт литорали – илистый песок, присутствуют большие валуны, фукусы, температура воды – 18,5°C, соленость 26‰.

В Кандалакше – песчано-валунистая литораль поросшая фукусами, уклон дна небольшой, биотоп однородный, температура 11,5°C, соленость 22‰.

Колвица – температура воды 12°C, соленость 19‰, песчаная литораль, на ней представлены валуны, фукусы, местами zostера, сильный свал глубин.

Р. Черная – точка около эстуария р. Черная, грунт песчаный, встречаются редкие фукусы, чуть дальше к открытому морю – прибойная литораль, температура воды 15°C, соленость 2‰

В Сальнице литораль песчано-каменистая, с фукусами и нитчаткой, температура воды 12,5°C, соленость 25‰.

Умба – температура воды 13°C, соленость 27‰, на литорали валуны и галька, ниже пояс фукусов

Губа Княжая – температура воды 11°C, соленость 10‰, литораль – валуны с илом и песок с крупными камнями, верхняя литораль – высшая водная растительность, нижняя литораль – фукоиды, сильно заросшие нитчаткой.

В Чупе грунт литорали песчаный, встречаются камни, фукоиды, изредка zostера.

В результате исследования показано, что в начале лета в прибрежье формируется специфическое планктонное сообщество, включающее 21 таксон преимущественно теплолюбивых форм, способных переносить некоторое опреснение. Из них 9 – представители таксона *Copepoda*, 3 – *Cladocera*, 2 – *Rotifera*.

Большую их часть составляют *Copepoda*, которые так же массово встречаются в поверхностных слоях более открытых частей Белого моря. Также, отмечены представители отряда *Cladocera*, личинки моллюсков классов *Gastropoda* и *Bivalvia*,

коловратки, медузы, морская стрелка *Parasagitta elegans*, инфузории *Helicostomella subulata*. Численность зоопланктона на станциях была отмечена от 100 до 8640 тыс. экз./м³

На всех станциях кроме Лесозаводска преобладают Соперода, которые так же массово встречаются в поверхностных слоях более открытых частей Белого моря. В Чупе помимо науплиев преобладали личинки *Gastropoda*, составившие по 37% от общей численности, в Лесозаводске – личинки *Gastropoda*, составившие 74%. В Кандалакше, Колвице и Княжой преобладали науплии копепод, 92, 35 и 65%. В Сальнице преобладала молодь веслоногих ракообразных *Pseudocalanus* sp. и *Calanus* sp., составившие 52 и 29% соответственно. В Умбе преобладали плантонные гарпактикоиды *Microsetella norvegica* и инфузории *Helicostomella subulata* составившие 26 и 22%. У р. Черная была встречена только *Helicostomella subulata*.

Больше всего видов было встречено на точках Умба, Княжая и Чупа – 12, а меньше всего – у р. Черная – всего 1. Максимальная численность зоопланктона отмечена в Умбе, минимальная – у р. Черная.

Данная работа поддержана грантом РФФИ № 18-04-01052 А «Трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* как связующее звено между сообществами открытого моря и побережья Белого моря». Также авторы выражают благодарность администрации УНБ СПбГУ «Беломорская» за возможность проведения научной работы на Белом море.

ВКЛАД НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК БАСЕЙНА Р. ВОЛГА

На территории России протекает свыше 2,5 млн. малых рек, участвующих в формировании около половины суммарного объема речного стока. В бассейнах малых рек проживает около половины городского населения, поэтому они испытывают повышенную антропогенную нагрузку (Марченко и др, 2015), поэтому исследование источников поступления загрязняющих веществ и их стоков является актуальной задачей.

Малые реки в силу своей природной уязвимости в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека, и обладают более низкой способностью к самоочищению, и быстрее загрязняются (Григорьева, Чермных, 2004).

Одним из критериев состояния водных объектов являются донные отложения (ДО). ДО являются важной составляющей водных экосистем, где аккумулируется большая часть органических и неорганических веществ, в том числе наиболее опасных и токсичных – тяжелые металлы, нефтепродукты (НП) и пестициды. Они представляют собой неразрывное единство сложного комплекса минералов и водного раствора, который пропитывает отложения. Именно этот водный раствор физически и химически объединяет совокупность дискретных зерен, минеральных фаз и органических остатков в целостную систему (Чернова и др, 2004).

Наибольшую опасность для экосистем водных объектов представляют НП, относящихся к трудно окисляемым органическим соединениям и которые являются одними из самых распространенных и токсичных загрязняющих ингредиентов. Накопление в воде биохимически не окисляющихся органических веществ является, прежде всего, следствием загрязнения углеводородами нефти и продуктами их трансформации (Сапрыкина, 2004).

К углеводородам нефти относятся растворимые в гексане неполярные и малополярные углеводороды, т.е. алифатические, ароматические и алициклические углеводороды. При использовании вод, содержащие НП, в процессе водоподготовки для питьевых целей, НП ухудшают не только органолептические характеристики питьевой воды, но и обуславливают при потреблении загрязненной нефтепродуктами питьевой воды отдаленные разнообразные эффекты. Это связано с токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами соединений, составляющих нефтепродукты (например, бензол, ПАУ) (Давыдова, Тагасов, 2004).

При поступлении нефтепродуктов в водный объект со временем происходит перераспределение основных форм миграции в сторону преобладания растворенной и эмульгированной форм. Водорастворимая фракция нефти (растворенная и эмульгированная) представляет наибольшую токсикологическую опасность для водных экосистем, поскольку она состоит на 90% из ароматических углеводородов, которые являются наиболее трудноокисляемыми компонентами нефти и оказывают действие на живые организмы как клеточные яды (Сапрыкина, 2004).

Допустимое содержание нефтепродуктов (ПДК) в воде водоемов общесанитарного пользования составляет – 0,3 мг/дм³ (ГН 2.1.5.1315-03 с изменениями ГН 2.1.5.2280-2007; СанПиН 2.1.5.980-2000), а рыбохозяйственного назначения – 0,05 мг/дм³ (Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации №552, 2006).

Для оценки загрязнения ДО нефтепродуктами был взят допустимый показатель по почве 50 мг/кг.

Пробы донных отложений (ДО) массой около 200 г отбирали в поверхностном слое из русловой фации аллювия на глубине 0-5 см на территории Горьковского водохранилища в Ивановской области (ГОСТ 17.1.5.05-1985). Для предварительной подготовки твердой фазы ДО к последующему анализу в лаборатории образцы высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния в течение 5-7 суток, затем измельчали в фарфоровой ступке и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм (ГОСТ 17.1.5.05-1985). Пробы воды отбирались согласно ГОСТ 31861-2012. Объем отбираемой пробы составляет 100 мл. Анализ необходимо выполнять в течение 3 ч после отбора проб либо провести экстракцию нефтепродуктов в гексане. Гексановый экстракт проб может храниться в течение 1 недели в колбе с пришлифованной пробкой в условиях, исключающих улетучивание растворителя (ГОСТ 31861-2912).

Для анализа пробы воды и донных отложений отбирались два раза в год соответственно: в осенний и весенний период наблюдений с 2016 по 2017 гг. Воду на содержание нефтепродуктов анализировали по методике (ПНДФ 14.1:2:4.128-98, 2012), донные отложение – по (ПНД Ф 16.1:2.21-98, 2012).

В качестве объектов исследования были выбраны малые реки Ивановской области: Елнать, Казоха и Кинешемка, Сунжа, Мера.

Вода. За весь период весенних и осенних наблюдений концентрации нефтепродуктов в воде исследуемых рек варьировались в диапазоне – от 0,015 до 0,066 мг/л (рис. 1).

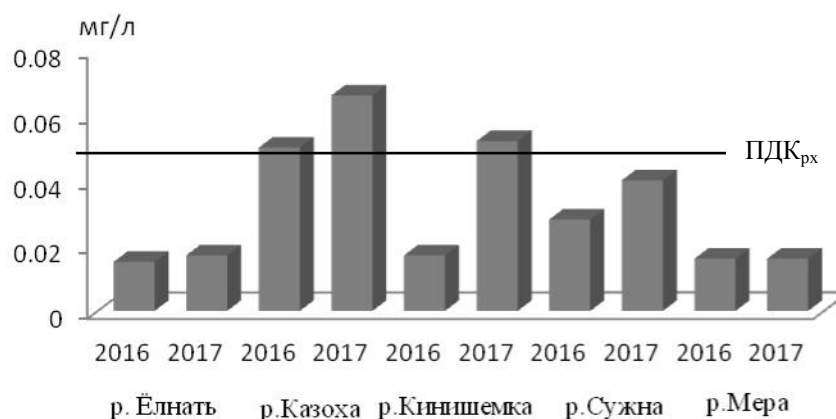


Рис. 1. Динамика нефтяного загрязнения в водной толще исследуемых рек на территории Горьковского водохранилища в Ивановской области

Почти в 80% отобранных проб воды концентрации НП были на уровне или ниже предельно допустимой концентрации для рыбохозяйственных водоемов, составляющей 0,05 мг/л. Пробы, в которых концентрации НП превышали ПДК_{рх} составляет 20% от всех проб.

Наиболее высокий уровень нефтепродуктов водной толщи наблюдался в 2017 г. в р.Казоха, где концентрация НП достигала 0.066 мг/л. Наименьшие загрязнения отмечались в реках Елнать и в р.Мера (концентрации нефтепродуктов варьировались от 0,015 до 0,017 мг/л).

Донные отложения. На рис. 2 представлены данные о содержании нефтепродуктов в донных отложениях. Диапазон обнаруженных концентраций НП находился в пределах 9 – 1948 мг/кг сухой массы. В среднем в донных отложениях концентрация НП в течение двух лет составляет 148,5 – 1789,8 мг/кг (рис. 2).

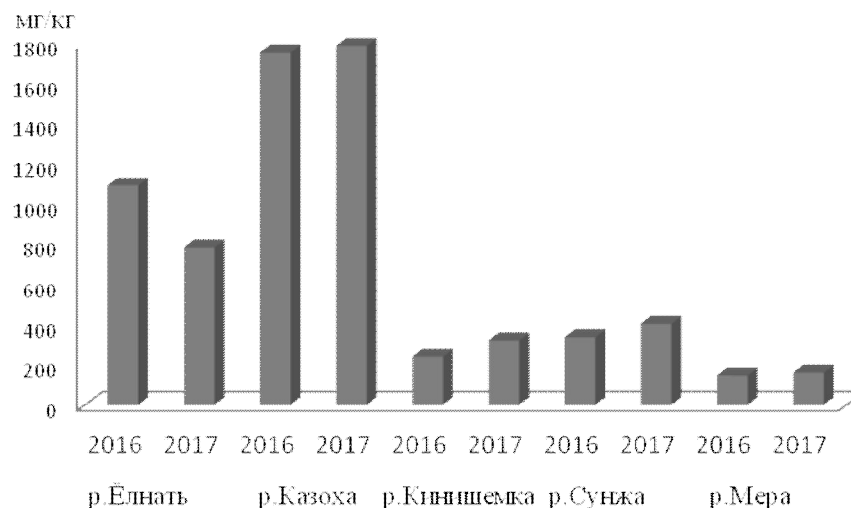


Рис. 2. Динамика загрязнения нефтепродуктами в донных отложениях исследуемых рек в 2016–2017 гг.

За весь период наблюдений в 30% анализируемых пробах не наблюдалось превышения концентраций нефтепродуктов в донных отложениях. Почти в 70% отобранных проб концентрация нефтепродуктов варьировалась в пределах от 120,8 – 1947,9 мг/кг сухой массы. Максимальное загрязнение донных отложений отмечается в р. Казоха и в р. Ёлнать.

Данные исследования показали, что на территории Горьковского водохранилища в Ивановской области в 2017 г. отмечается увеличение загрязнения по сравнению с 2016 г. в среднем почти в 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.5.980-00 на 13 июля 2017 г.) <http://docs.cntd.ru/document/901862249>

ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.

ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – Введ. 1986-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 9 с.

Григорьева, И.Л., Черных Л.П. Влияние интенсивного сельскохозяйственного освоения территории на экологическое состояние малой реки // Тез. докл. Всерос. конф. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, биология, охрана». Борок, 2004. С. 20

Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Уч. пос. М.: Изд-во РУДН, 2004. 163 с.

Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гуцин А.А., Гриневич В.И. Методы оценки качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей на примере рек Ивановской области // Вода: химия и экология. 2015. № 11. С. 22-29.

ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 (издание 2012 года) Количественный химический анализ вод.

Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012) (Внесена взамен ФР.1.31.2007.03931 согласно письму, исх. № 12/84 от 12.09.12 г.) [Внесены Изменения №1 согласно письму ООО "Люмэкс-маркетинг" №12/157 от 06.09.17]

ПНД Ф 16.1:2.21-98 (издание 2012 года) Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012) (Внесена взамен ФР.1.31.2007.03935 согласно письму исх. № 12/84 от 12.09.12 г.).

Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 552, 2016. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

Сапрыкина А.Ю. Технология снижения содержания нефтепродуктов в воде малых и средних рек: Дисс. ... канд. технич. наук. Екатеринбург, 2004. 25 с.

Чернова Н.М. Общая экология. М.: Дрофа, 2004. 416 с.

А.А. СУСТАВОВ

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ОБИЛИЕ СООБЩЕСТВ
ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЕМОВ ПОЙМЕННО-РУСЛОВОГО
КОМПЛЕКСА НИЖНЕГО ИРТЫША**

Уникальной гидроэкологической особенностью Обь-Иртышского междуречья выступает его обширная пойменно-руслловая система (> 4 млн. га), крупнейшая в Северном полушарии, обеспечивающая ключевые экологические функции природных комплексов территории. Своеобразие поймы Нижнего Иртыша заключается не только в огромных размерах, но и в исключительном по продолжительности и величине весенне-летнем паводке (Экология Ханты-Мансийского..., 1997) и формировании чрезвычайно сложных по структуре и динамическим свойствам биогеоценозов.

К одной из наиболее интересных и малоизученных граней пространственной структуры поймы следует отнести ландшафтно-биотопическую дифференциацию биотических сообществ пойменно-русллового комплекса Нижнего Иртыша. Так, ранее была показана экологическая специфика фитоценозов пойменного комплекса участка слияния Оби и Иртыша и граничащих экосистем реки и надпойменной террасы (Роднянская, 1969). На примере Средней и Нижней Оби продемонстрирована определяющая роль режима затопления поймы в формировании динамики численности зоопланктона (Салазкин, Устеленцева, 1965), сообществ мелких млекопитающих (Болотнов, 1989) и птиц (Адам, 1989; Болотнов, Адам, 2010). Однако современные данные об экологической дифференциации сообществ водоемов поймы Нижнего Иртыша, их биоразнообразии, структуре и обилии в контексте ландшафтно-биотопического градиента практически отсутствуют.

Цель работы – характеристика структуры и обилия сообществ зоопланктона пойменных водоемов и водотоков на ландшафтно-биотопическом градиенте пойменно-русллового комплекса Нижнего Иртыша.

В основу работы положены материалы полевого гидроэкологического изучения разнотипных водоемов пойменно-русллового комплекса Нижнего Иртыша, выполненного в вегетационный период 2018 г. С разной степенью детализации исследованиями были охвачены нижнее течение р. Иртыш, протока Байболак, малые пойменные реки Живая и Мухрина, а также озера болотного массива «Мухрино».

Зоопланктон собирали в пелагиали водоемов, в болотных озерах – в открытом водном зеркале, – водозачерпыванием через малую планктонную сеть Апштейна с помощью ведра объемом 5 л. Через газ с размером ячеек 64 мкм процеживали 30–100 л воды, пробы фиксировали 4% раствором формальдегида. Камеральную обработку гидробиологического материала проводили по стандартной методике (Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов..., 1975). Зоопланктон изученных водоемов оценивали по видовому богатству (N_{sp}), удельному разнообразию (Sp), численности (N) и биомассе (B) (Крылов, 2016).

Одновременно с гидробиологическими изысканиями выполнены описания абиотических параметров водной среды обитания гидробионтов, осуществлен отбор и кислотная консервация проб воды для последующего гидрохимического анализа. В полевых условиях измеряли глубину и прозрачность водной толщи (по диску Секки), температуру воды (T); многопараметрическим анализатором HACH-Lange потенциометрически определяли величину рН, окислительно-восстановительный по-

тенциал (ОВП), электропроводность (U_s) и содержание растворенного в воде кислорода. В условиях лаборатории анализировали цветность воды, концентрацию биогенных компонентов, в т.ч. нитратов (NO_3^-) и фосфатов (PO_4^{3-}), некоторых тяжелых металлов ($\text{Fe}^{2+,3+}$, Al^{3+}). Определение проводили аттестованными методами ПНД Ф со спектрофотометрическим окончанием на УФ-спектрофотометре ПЭ-5400.

Основные гидрологические и гидрохимические характеристики изученных водоемов приведены в табл. 1. Водоемы отличаются небольшими глубинами, которые уменьшаются от главной реки к пойменной террасе (с 9 до 0.3 м). На пойме прозрачность воды не превышала 0.8–0.9 м, а в главной реке с сильным течением (0.5–0.8 м/с) снижалась до 0.5 м. Реки характеризуются высокоцветной водой, что связано с сильной заболоченностью территории. Высокая цветность вод, наряду с малыми глубинами и низкой прозрачностью, определяют хорошую прогреваемость рек, достигающую 23–24°C. Нижнее течение Иртыша и водотоки его поймы характеризуются слабощелочными ($\text{pH} = 7.9\text{--}8.8$) и маломинерализованными ($U_s = 196\text{--}230$ мкСм/см) водами с умеренно-выраженными окислительными свойствами (ОВП=126–200 мВ). Водоемы надпойменной террасы являют собой дистрофные болотные озера с выраженной окислительной обстановкой (ОВП=316 мВ), слабокислыми ($\text{pH}=4.3$), резко опресненными ($U_s = 37$ мкСм/см) водами. Кислородный режим водоемов благоприятный для развития зоопланктона как в отношении содержания растворенного кислорода (5.0–6.5 мг/л), так и степени насыщенности (66–88%) им воды.

Содержание в воде ионов алюминия варьировало в пределах 0.1–0.2 мг/л с максимумами в основной реке и пойменной протоке, где интенсивнее протекают аллювиальные процессы. Принадлежность исследуемого района Нижнего Иртыша к западносибирской железо–марганцево–аммонийной гидрогеохимической провинции определяет высокие концентрации ионов железа (0.26–2.03 мг/л). Содержание в воде минерального фосфора варьирует в диапазоне 0.1–0.3 мг/л. Любопытно распределение нитратного азота. Так, в граничащих экосистемах реки и террасы его концентрация составляла 1.2–1.6, тогда как в пойменных водоемах она не превышала 0.1 мг/л. По-видимому, такая особенность пойменных рек связана с активной вегетацией планктонных микроводорослей, интенсивно потребляющих нитрат-анионы из воды.

Таблица 1. Некоторые гидролого-гидрохимические показатели водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша

Показатель	р. Иртыш	прот. Байболак	р. Мухрина	р. Живая	Болото
Глубина, м	9	7	1.8	1.08±0.08	0.33±0.08
Прозрачность, м	0.53	0.85±0.08	0.89±0.02	0.88±0.02	до дна
Цветность, °Pt/Co шкалы	298	190	201	222	210
T, °C	24.6	23.7±0.1	23.2±0.2	21.6±0.1	22.6±0.2
pH	8.8	8.3±0.1	8.2±0.1	7.9±0.2	4.3±0.1
ОВП, мВ	186	126.2±13.0	163.6±2.6	201.3±9.0	316.7±12.0
U_s , мкСм/см	229	230.2±1.6	196.2±29	216.7±3.0	37.3±1.3
Растворенный O_2 , мг/л	6.4	5.3±0.3	6.5±0.6	5.0±0.1	6.4±0.2
Насыщение воды O_2 , %	88.6	74.4±1.2	88.4±7.4	65.5±1.2	83.8±2.7
Al^{3+} , мг/л	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
$\text{Fe}^{2+,3+}$, мг/л	1.12	1.26	1.54	2.03	0.26
NO_3^- , мг/л	1.6	0.1	0.1	0.1	1.2
PO_4^{3-} , мг/л	0.23	0.14	0.1	0.26	0.09

Зоопланктон водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша в летний период 2018 г. был представлен 131 таксоном, из которых коловраток – 78, ветвистоусых – 41 и веслоногих ракообразных – 12 видов.

Наиболее высокой представленностью отличались роды *Trichocerca* Lamarck, 1801 (14 видов), *Lecane* Nitzsch, 1827 (7), *Ceriodaphnia* Dana, 1853 (6), *Polyarthra* Ehrenberg, 1834 (6), *Alona* Baird, 1843 (5), *Brachionus* Pallas, 1766 (5), *Euchlanis* Ehrenberg, 1832 (5).

С точки зрения экологических особенностей зоопланктон пойменной системы Нижнего Иртыша весьма разнообразен: встречаются как типичные реофилы (например, коловратки рода *Brachionus*), так и большая группа лимнофилов. Помимо пелагических видов в зоопланктоне присутствуют бентосные (представители рода *Alona*, *Leydigia leydigii*) и зарослевые формы (виды р. *Aspelta*, *Cephalodella*, *Notommata*, кладоцеры *Sida crystallina*, представители подсем. Chydoridae).

Сравнительно регулярно (P=80–100%) в планктонных пробах встречались виды *Bosmina longirostris* (100), *Chydorus sphaericus* (84) и *Keratella cochlearis* (84). Достаточно часто (P=50–80%) в пробах отмечали такие виды как *Polyarthra dolychoptera* (68), *P. vulgaris* (64), *Synchaeta pectinata* (64), *Trichocerca cylindrica* (64), Bdelloida (60), *P. euriptera* (60), *Alonella excisa* (60), *Polyphemus pediculus* (60), *Asplanchna priodonta* (56), *Colotheca sp.* (56), *P. major* (56), *T. (D.) similis* (56), *Euchlanis dilatata* (52), *Filinia longiseta* (52), *S. tremula* (52), *T. capucina* (52). Частота встречаемости основной части списочного состава (112 видов) не превышала 50%. Существенно, что высокая доля единичных находок видов (>25% общего списочного состава) указывает на значимую компоненту скрытого разнообразия, требующего дополнительного и специального фаунистического изучения.

Максимальное видовое богатство зоопланктона регистрировали в пойменной прот. Байболак – 82 вида, меньшее – в р. Иртыш (55), малых реках Мухрина (47), Живая (45) (табл. 2). Наименьшее число видов отмечено в дистрофных болотных озерах – 27–30 видов. Основную долю видового богатства зоопланктона составляли коловратки. В контексте ландшафтно-биотопической дифференциации пойменно-руслового комплекса наибольшее видовое богатство зоопланктона было сосредоточено в пойменных водотоках – 101 вид; в реке и озерах надпойменной террасы общее число видов составляло 55 и 42 соответственно. При этом только в пойменных водоемах отмечено 48 уникальных видов, не встреченных ни в материнской реке, ни озерах надпойменной террасы. В реке число уникальных видов составляло 10, а в болотных озерах – 18. Таким образом, в пойме Нижнего Иртыша локализовано повышенное видовое богатство зоопланктона, значительную долю (47.5%) которого составляют уникальные виды, не встречающиеся в граничащих экосистемах реки и надпойменной террасы.

Таблица 2. Основные количественные показатели развития зоопланктона изученных водоемов на ландшафтно-биотопическом градиенте поймы Нижнего Иртыша

Показатель	р. Иртыш	прот. Байболак	р. Мухрина	р. Живая	Болото		
					Озеро-1	Озеро-2	Озеро-3
<i>N_{sp}</i>	55	82	47	45	30	27	28
<i>Sp</i>	35.0±0.7	50.2±1.6	29.4±5.4	27.0±2.7	21.0±1.3	21.0±1.7	22.7±2.0
<i>N</i> , тыс.экз./м ³	44.9±3.2	77.1±9.2	649.9±447	231.6±49	97.8±37	233.5±87	189.1±34
<i>B</i> , г/м ³	0.27±0.03	0.25±0.04	2.68±1.75	0.71±0.20	2.15±1.28	4.22±1.02	1.10±0.36

Повышенное удельное разнообразие зоопланктона (число видов, встреченное в одной пробе) отмечали в пойменной прот. Байболак – в среднем 50.2 вида/пробу. Значимо меньшее число видов в одной пробе фиксировали в р. Иртыш (35.0). При

переходе к надпойменной террасе удельное разнообразие беспозвоночных планктона снижалось с 29.4 (р. Мухрина) до 21.0–22.7 вида/пробу (болотные озерца).

Минимальные показатели обилия зоопланктона регистрировали в р. Иртыш и пойменной прот. Байболак (45–77 тыс. экз/м³ и 0.25–0.27 г/м³). Основу обилия зоопланктона р. Иртыш составляли коловратка *Synchaeta tremula* (27.3% по численности, 13.6 – по биомассе) и ветвистоусый рачок *Bosminopsis deitersi* (16.4 и 36.7% соответственно). В сообществе прот. Байболак по численности доминировали *S. tremula* (22.1%), *S. pectinata* (20.1), науплиусы циклопов (17) и *Keratella cochlearis* (11.3), по биомассе преобладают *S. pectinata* (33.9%), *S. tremula* (21.3), *Asplanchna priodonta* (13.3).

Наибольшее обилие зоопланктона характерно для малых пойменных рек (табл. 1). Так, обилие беспозвоночных в р. Мухрина в среднем составляло 650 тыс. экз/м³ и 2.7 г/м³, в р. Живая – 230 тыс. экз/м³ и 0.7 г/м³ соответственно. По численности доминировали науплиусы циклопов (~30%), *Synchaeta pectinata* (14–19%) и *Asplanchna priodonta* (10–19%). В доминантный комплекс р. Мухрина входила также *Keratella cochlearis* (23% численности), а в р. Живая – *Polyarthra dolychoptera* (16.7) и *P. vulgaris* (10.9). Основу биомассы зоопланктона рек составляли коловратки *A. priodonta* (53–67%) и *S. pectinata* (15), а также – в р. Живая – неполовозрелые циклопы (23%).

Основу численности зоопланктоценозов озерцов 1 и 2 террасных болот формировали ветвистоусые рачки *Bosmina longirostris* и *Polyphemus pediculus* (соответственно 54–59 и 17–18%), или, как например в оз. 3 преобладали бделлоидные коловратки (25.6%), *Macrothrix hirsuticornis* (19.8) и *Lecane lunaris* (18). По биомассе в болотных озерцах преобладали *P. pediculus* (43–67%) при содоминировании *Bosmina longirostris* (26–38% V_{tot}) в озерцах 1 и 2, *M. hirsuticornis* (25) и *Chydorus sphaericus* (15) – в озерце 3. В целом, превалирование крупных полифемусов определяло повышенные значения биомассы сообществ болотных озерцов (1.1–4.2 г/м³) при сравнительно невысокой (100–230 тыс. экз/м³) численности планктона.

Изученные водоемы демонстрируют выраженную экологическую дифференциацию (рис.) в отношении видовой структуры зоопланктона в соответствии с ландшафтно-биотопическим градиентом пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша.

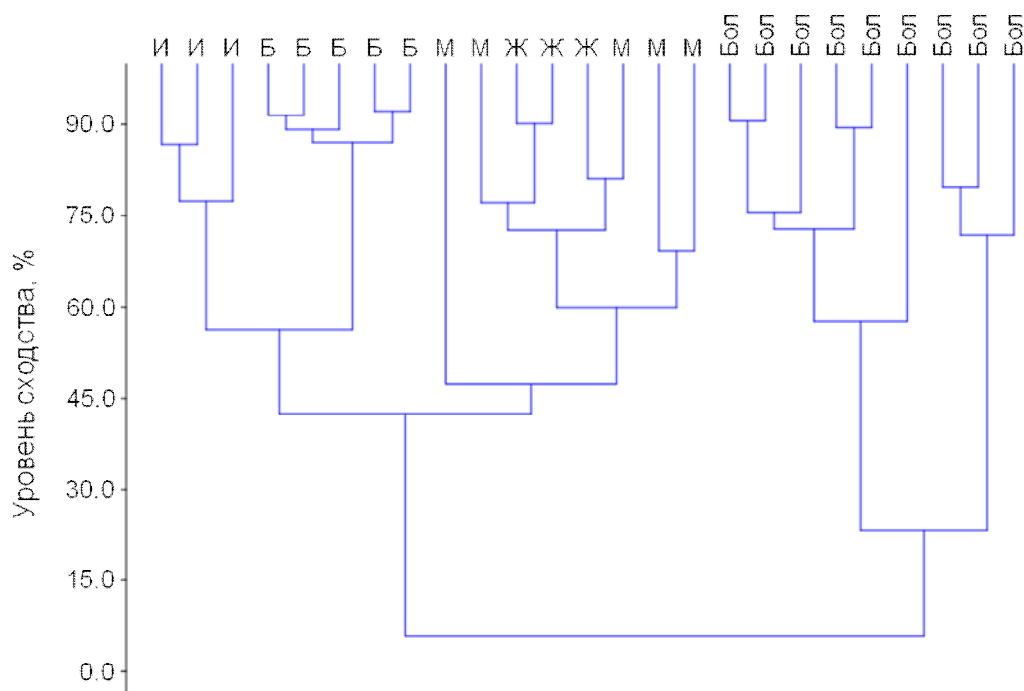


Рис. Дендрограмма сходства видовой структуры зоопланктона водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша. Обозначения: И – р. Иртыш, Б – прот. Байболак, М – р. Мухрина, Ж – р. Живая, Бол – болотные озерца террасы

Видно, что изученные водоемы объединяются в три основных кластера описаний. Первый кластер объединяет сообщества зоопланктона Нижнего Иртыша и водотока нижней поймы – протоки Байболак. Второй кластер включает ценотически схожие сообщества водотоков средне-нижней поймы – малых рек Мухрина и Живая. Третий, и наиболее отличный от прочих, кластер группирует сообщества террасных болотных озерцов. Результаты статистического тестирования полученных кластерных решений методом непараметрического дисперсионного анализа указывает значимость различий ($p = 0.00269$) структуры сообществ пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша вдоль ландшафтно-биотопического градиента среды.

Таким образом, результаты гидробиологического изучения нижнего течения р. Иртыш в условиях малоизученного и труднодоступного района Западной Сибири свидетельствуют о существенной экологической роли пространственно-типологической структуры пойменно-руслового комплекса в формировании его биологического режима. Полученные данные указывают на выраженную ландшафтно-биотопическую дифференциацию речной поймы, обеспечивающую условия формирования повышенного биоразнообразия водных сообществ, поддержания высокого уровня их количественного развития и продуктивности. Зоопланктон пойменных водоемов Нижнего Иртыша значительно отличаются от сообществ граничащих экосистем реки и водоемов надпойменной террасы значительным фаунистическим разнообразием, повышенным видовым богатством, удельным разнообразием, численностью и биомассой, специфической видовой структурой.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего обстоятельного изучения экологической структуры и динамики сообществ зоопланктона поймы Нижнего Иртыша в контексте развития половодий и режима затопления полыми водами (поемности) (Крылов, Жгарева, 2016).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адам А.М. Пространственно-временная неоднородность биопродуктивности орнитокомплексов поймы Средней Оби // Биопродуктивность и биоценотические связи наземных позвоночных юго-востока Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та. 1989. С. 117-185.
- Болотнов В.П. Устойчивость продуктивности популяции ондатры в пойме Средней Оби // Биопродуктивность и биоценотические связи наземных позвоночных юго-востока Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та. 1989. С. 133-138.
- Болотнов В.П., Адам А.М. Модель динамики населения птиц для мониторинга пойменных экосистем (на примере Средней Оби) // Сибирск. экологич. журн. 2010. №5. С. 781-788.
- Крылов А.В. Зоопланктон реки Хопер на территории Хоперского государственного заповедника // Тр. Хоперск. гос. заповедника. Воронеж, 2016. С. 74-82.
- Крылов А.В., Жгарева Н.Н. Влияние поемности на летний зоопланктон малых озер // Изв. РАН. Сер. географическая. 2016. № 1. С. 58-66.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. проф. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Роднянская Э.Е. Характеристика зональных особенностей растительности поймы р. Оби в таежной зоне // Вестн. Ленинградск. ун-та. Сер. «Геология и география». 1969. № 12. С. 115-125.
- Салазкин А.А., Устеленцева Э.П. Зоопланктон пойменных водоёмов нижней Оби и низовьев Иртыша и некоторые особенности его развития // Зоол. журн. 1965. Т. 44, вып. 6. С. 818-825.
- Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В.В. Плотникова. Тюмень: СофтДизайн, 1997. 288 с.

В.О. СУХОВНИНА, О.Г. ПЕНЬКОВА

Иркутский государственный университет, Педагогический институт, г. Иркутск, Россия

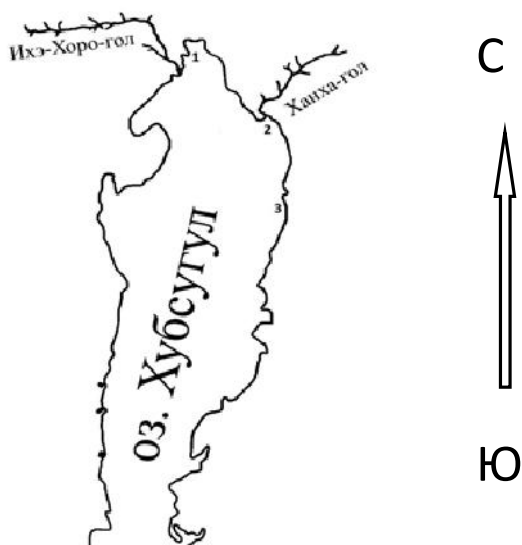
**МЕЙОФАУНА УРЕЗА И ЗОНЫ ЗАПЛЕСКА СЕВЕРНОЙ
ОКОНЕЧНОСТИ ОЗЕРА ХУБСУГУЛ (МОНГОЛИЯ)**

Исследования населения уреза и пляжа на монгольском озере Хубсугул впервые были начаты нами в 2013 г. (Побережная, 2015). На фоне общего ослабления гидробиологических исследований Хубсугула в XXI в., фауна прибрежной зоны выше и ниже уреза воды до настоящего времени практически не исследована.

Исследования заплесковой зоны оз. Байкал показали их важность для мониторинга экосистемы озера (Тимошкин и др., 2011; Попова и др., 2012; Шевелева и др., 2013). Антропогенная эвтрофикация литоральной зоны самого глубокого озера мира Байкала становится актуальной проблемой последних лет (Timoshkin et al., 2015; Tomberg et al., 2016; Sheveleva et al., 2018; Sheveleva, Penkova, 2018). Приток туристов на северную оконечность Хубсугула со стороны России ежегодно возрастает. Упреждая возможные изменения в прибрежной полосе оз. Хубсугул, мы организовали наблюдения за состоянием мейофауны уреза и заплесковой зоны монгольского озера.

Пробы мейофауны были собраны в первых числах августа 2015, 2016 и 2018 гг. на трех точках северной оконечности оз. Хубсугул (рис. 1). Пробы взяты в тихую погоду, в первой половине дня.

Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб. 1 – северо-западная часть Хубсугула; 2 – устье реки Ханха-гол; 3 – северо-восточная часть Хубсугула



Материал отбирался на влажном пляже из крупного песка на расстоянии выше 1 м уреза воды и на урезе. На пляже совком снимался верхний слой песка (20–25 см) до появления воды. После наполнения лунки воду сливали в ведро объемом 9 л и фильтровали через сачок из мельничного сита с ячейей 60 мкм. На урезе, глубиной не более 50 см зачерпывали воду ковшом и сливали в ведро объемом 9 л. Затем также фильтровали через сачок и фиксировали 40%-ным формалином. Одновременно с отбором проб измеряли температуру воды на урезе и в лунке. Для количественного и качественного учета животных использовали весь объем проб. Определение до вида проводили у коловраток, ветвистоусых и веслоногих (циклопы и диаптомиды); осталь-

ные гидробионты определяли до таксономической группы. Всего собрано и проанализировано 18 количественных проб.

Видовое разнообразие мейофауны озера Хубсугул по результатам отобранных проб представлено 5 таксономическими группами беспозвоночных животных (табл. 1.).

Таблица 1. Видовой состав мейофауны уреза и зоны заплеска северной оконечности озера Хубсугул

Таксоны	2013	2015	2016	2018
Rotifera				
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	-	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	-	-	-
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	-	-	+	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+	+
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	+	-
Crustacea				
Cladocera				
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller 1785)	+	+	-	+
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864	+	-	-	-
<i>Daphnia</i> sp.	-	+	+	-
<i>Bosmina longirostris</i> Mueller, 1885	+	+	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (Mueller, 1785)	+	+	+	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	-	+	-	-
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	-	-	+	+
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	-	-	+	-
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	+	-	-	-
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller 1785)	-	+	+	+
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+
<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Muller, 1785	-	+	-	+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1836)	+	+	-	-
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller 1776)	+	-	-	-
Copepoda				
<i>Mixodiaptomus kozhovi</i> Stepanova, 1983	+	-	+	+
<i>Diaptomus</i> sp.	-	+	+	-
<i>Cyclops mongolensis</i> Einsle, 1992	+	-	-	-
<i>Eucyclops denticulatus</i> (Graeter, 1903)	+	+	+	-
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	-	-	-
Haracticoidae G.O.Sars, 1903	-	+	+	+
Malacostraca				
<i>Bathynella</i> sp.	-	+	-	-
Insecta				
Diptera				
Muscidae, larvae	-	+	+	+
Chironomidae, larvae	-	+	+	+
Trichoptera, larvae	-	-	-	+
Nematoda	-	+	+	+
Oligochaeta	-	+	+	+
Водные пауки	-	+	+	+

Примечание: + присутствие таксона, – отсутствие таксона

На исследуемых точках северной оконечности оз. Хубсугул обнаружены коловратки, ракообразные, черви (круглые и кольчатые малощетинковые), личинки насекомых, водные пауки. При этом на всех точках и биотопах (урез и пляж) встречались нематоды, олигохеты и *Ch. sphaericus* из кладоцер.

Планктонный эндемик Хубсугула *Mixodiatomus kozhovi* был зафиксирован в зоне заплеска западного пляжа и на пляже в устье р. Ханх.

Наибольшее видовое разнообразие отмечено в урезе воды северной оконечности Хубсугула. При этом основу численности, главным образом, составляли 2 группы: кладоцеры и каланоиды (рис. 2).

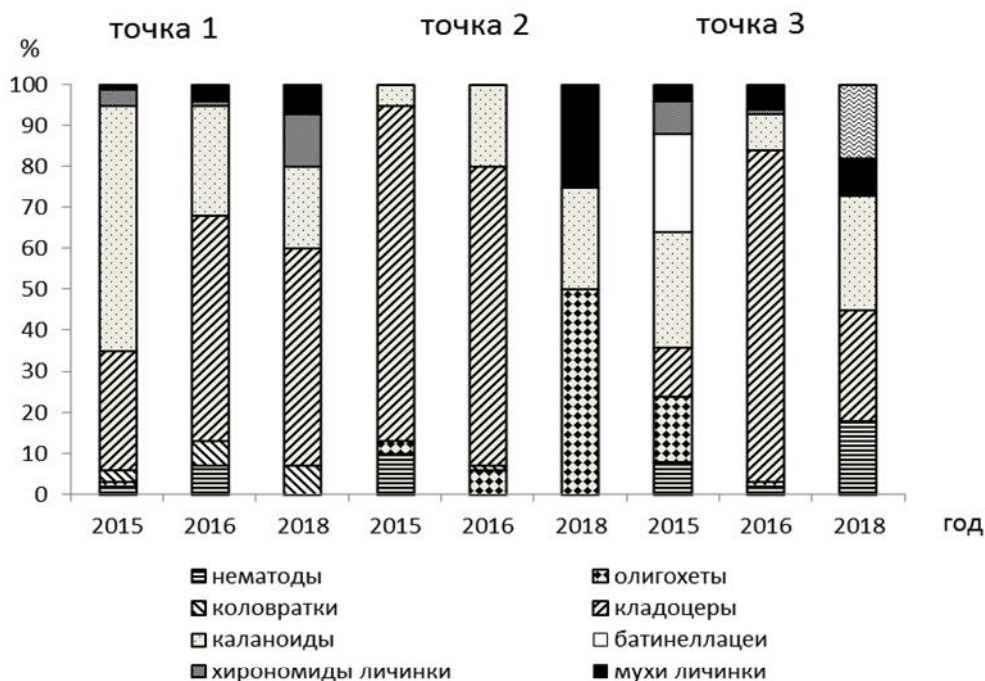


Рис. 2. Доля организмов в общей численности мейобентоса в урезе воды северной оконечности оз. Хубсугул

Относительно большой численности среди ветвистоусых (60–80%) достигал *Ch. sphaericus*, что связано с его развитием в литорали. Среди веслоногих ракообразных в урезе воды значимы диаптомиды, доля которых, например, в 2015 г. на точках 2 и 3 достигала 60 и 24% от общей численности. Интересна единственная находка рачков *Bathynella* sp. (Malacostraca) в урезе воды у восточного берега озера (точка 3) в августе 2015 г.

Мейофауна песчаных пляжей северной оконечности Хубсугула представлена, в основном, нематодами, олигохетами и личинками мух (рис. 3). Абсолютным доминантом на всех точках отбора проб и во все года были нематоды. Их доля в общей численности мейобентоса на пляжах в 2015 г. достигала 93%. Значимы здесь олигохеты от 15% до 32% от общей численности. Коловатки за весь период наблюдений полностью отсутствовали. Необходимо отметить присутствие в значительном количестве личинок мух. Особенно на «восточном» пляже в августе 2018 г., когда их доля в общей численности составляла 64%.

Минимальная плотность фауны беспозвоночных организмов в урезе воды во все года наблюдений отмечена у северо-восточного берега Хубсугула 1,1–17,7 экз/л (рис. 4). Максимальная численность зарегистрирована у северо-западного берега озера в августе 2015 г., когда она составила 46 экз/л.

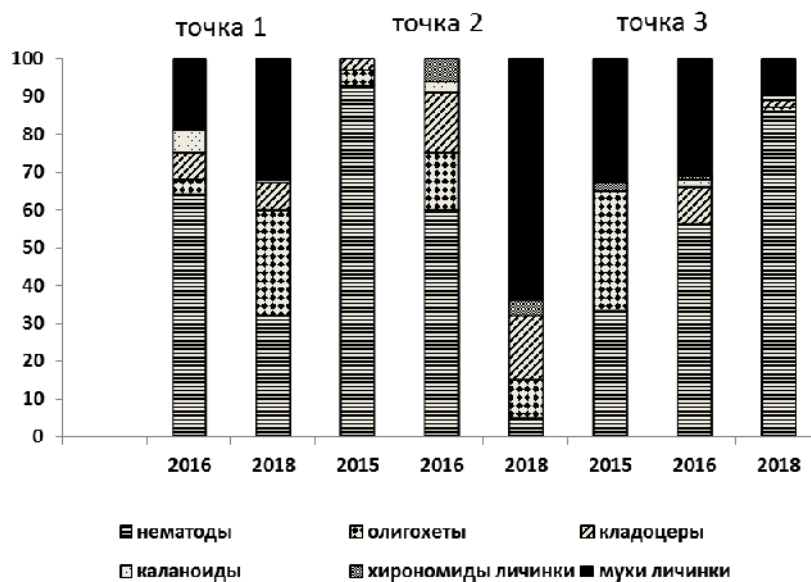


Рис. 3. Доля организмов в общей численности мейобентоса пляжей северной оконечности оз. Хубсугул

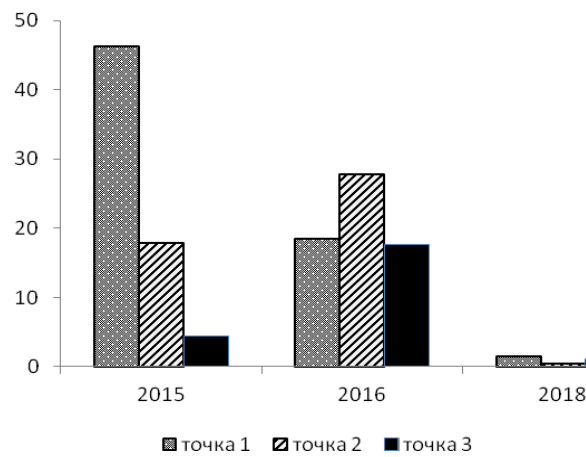


Рис. 4. Численность (экз/л) мейофауны в урзе воды на разных точках северной оконечности оз. Хубсугул

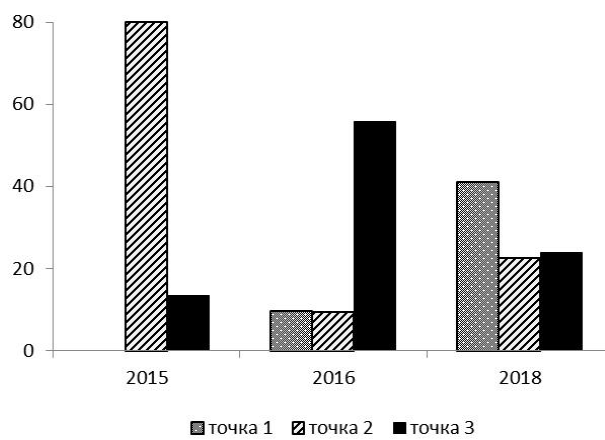


Рис. 5. Численность (экз/л) мейобентоса зоны заплеска на разных точках северной оконечности оз. Хубсугул

В этом же 2015 г. численность мейобентоса на пляже в устье р. Ханх достигала своих максимальных значений – 80 экз/л, при этом 60% численности приходилось на нематод (рис. 5). Минимальные значения численности беспозвоночных в уресе воды Хубсугула в 2018 г. (1 экз/л в среднем) компенсировались высокими значениями мейобентоса на песчаных пляжах всей северной оконечности (29 экз/л).

Также, необходимо отметить, что на всех точках наблюдений общая численность на пляжах была выше, чем на уресе в среднем в 2 раз. При сравнении населения зоны заплеска Хубсугула и Байкала, можно сказать, что на пляжах двух великих озер основу численности беспозвоночных составляют нематоды, а в уресе воды преобладают планктонные ракообразные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Побережная А.Е., Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г., Аюшсурен Ч. Первые сведения о мейофауне уреза и зоне заплеска северной оконечности озера Хубсугул // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития. Материалы международ. конф. Т. 2. Улан-Батор, 2015. С. 80-84.

Попова О.В., Тимошкин О.А., Зайцева Е.П., Лухнев А.Г., Зверева Ю.М., Куликова Н.Н., Мальник В.В., Широкая А.А. Состав и сезонная динамика мейозообентоса заплесковой зоны Южного Байкала (на примере бухты Большие Коты) // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2012. Т. 5, № 3. С. 111-122.

Тимошкин О.А., Сутурин А.Н., Бондаренко Н.А., Куликова Н.Н., Рожкова Н.А., Шевелёва Н.Г., Оболкина Л.А., Домышева В.М., Зайцева Е.П., Мальник В.В., Максимова Н.В., Непокрытых А.В., Широкая А.А., Лухнев А.Г., Попова О.В., Потапская Н.В., Вишняков В.С., Волкова Е.А., Зверева Ю.М., Логачёва Н.Ф., Сакирко М.В., Томберг И.В., Косторнова Т.Я. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистем // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2011. Т. 4, № 4. С. 75-106.

Шевелева Н.Г., Провиз В.И., Лухнев А.Г., Наумова Т.В., Попова О.В., Побережная А.Е., Тимошкин О.А. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 4. Таксономическое разнообразие бентосной фауны заплесковой зоны озера Байкал в районе мыс Березовый – бухта Бол. Коты // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2013. Т. 6, № 2. С. 131-142.

Sheveleva N.G., Penkova O.G. Changes of the zooplankton community in Maloe More Strait during 20 years // International Conference «Freshwater Ecosystems – Key Problems», 10-14 September, 2018. Abstracts. Irkutsk, 2018. P. 305.

Sheveleva N.G., Penkova O.G., Makarkina N.V. Population monitoring of *Epischura baikalensis* Sars, 1900 in Maloye More Strait (Lake Baikal) // Limnology and Freshwater Biology. 2018. Vol. 2. Pp. 144-149.

Timoshkin O.A., Bondarenko N.A. Mass development of green filamentous algae of the genera *Spirogyra* and *Stigeoclonium* (Chlorophyta) in the littoral zone of the southern part of Lake Baikal // Hydrobiological Journ. 2015. Vol. 51. Pp. 13-23.

Tomberg I.V., Sakirko M.V., Onishchuk N.A., Timoshkin O.A. Anthropogenic eutrophication of the littoral zone of Lake Baikal // Abstract Book of the 5th Int. Conference “Lake Ecosystems: Biological Processes, Anthropogenic Transformation, Water Quality”. Minsk; Narach, 2016. Pp. 25-32.

А.Е. ТАБАКОВ, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

ПУТИ И СПОСОБЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АДВЕНТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ВОДОЕМОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Зарегулирование реки Волги благодаря созданию судоходных каналов и крупных водохранилищ превратило реку в крупнейшую трансконтинентальную магистраль России. Территория Самарской области, расположенная в бассейне Среднего Поволжья, служит центральным транзитным звеном в водно-транспортной системе Волжского бассейна, что создает благоприятные условия для расширения ареала водных и прибрежно-водных растений.

В настоящей работе категория «адвентивные растения» принята в широком понимании, с включением всех групп заносных растений: адвентиков с других континентов, аборигенных мигрантов и интродуцентов. Для анализа взята группа только кенофитов (неофитов), археофиты не учитывались. Термин «адвентивная флора» используется в трактовке, принятой воронежскими ботаниками, как «гетерогенная по происхождению и гетерохронная по времени проникновения группа видов в составе региональной флоры, которая формируется в результате трансконтинентальных, трансзональных и межзональных миграций, осуществляющихся благодаря прямому и косвенному воздействию человека» (Григорьевская и др., 2004, с. 26).

Растения-мигранты, встречающиеся в водоемах и водотоках бассейна Волги, по способу проникновения на новые территории могут быть подразделены на: 1) распространяющихся естественным путем мигрантов, 2) непреднамеренно занесенных человеком адвентиков и 3) специально вселенных в тот или иной водоем интродуцентов (Соловьева, 2009).

Растения-вселенцы бассейна Волги, связанные с водными и водно-болотными экотопами разделяются на три группы (Папченков, 2003):

1. Растения, аборигенные в бассейне реки и расширяющие свой ареал путем естественного или связанного с деятельностью человека продвижения по Волге, ее притокам, водораздельным и пойменным водоемам бассейна с юга на север или с севера на юг.

2. Мигранты, адвентики и интродуценты из географически близких к бассейну регионов.

3. Растения интродуцированные и случайно занесенные из далеких от волжского бассейна регионов Евразии и с других континентов.

Во флоре Самарской области к первой группе принадлежат *Lemna gibba* L., *Zanichellia palustris* L., *Alisma gramineum* Lej., *Bolboschoenus koshevníkovi* (Litv.) A.E. Kozhevnikov, *Phragmites altissimus* Benth., *Scirpus tabernaemontanii* Gmel., *Typha laxmannii* Leresch. Типичные для водоемов степной зоны макрофиты, в последние годы получили широкое распространение и в лесостепных районах, на севере региона. Все они, кроме *Phragmites altissimus* и *Typha laxmannii*, уже известны на Верхней Волге.

Lemna gibba, которая еще недавно на Средней Волге была известна как редкий вид, в последние годы все чаще встречается в малых искусственных водоемах Самарской области (Соловьева и др., 2006). Этот вид также отмечен в эвтрофированном водоеме, активно используемом для водопоя сельскохозяйственных животных (пруд с. Пискалы, Ставропольский р-н).

Bolboschoenus koshevníkovi, обычно распространенный на побережье прудов и малых водохранилищ южных районов области, был встречен на Кондурчинском и других

водохранилищах, созданных в лесостепной зоне (Соловьева, 2005). Широкое распространение он получил в зоне временного затопления, где нередко выполняет ценозообразующую роль. На мелководьях клубнекамыш Кожевникова образует пояс до 2 м в ширину с частухой подорожниковой (асс. *Bolboschoenus koshevnikovii* + *Alisma plantago-aquatica*).

Phragmites altissimus впервые отмечен в 1997 г. на Самарской Луке (Саксонов, 2005). Во флористической сводке Т.И. Плаксиной (2001) вид не указан. Известно, что растение начало активную экспансию в среднюю полосу европейской части России в начале 1990-х гг. Впервые этот причерноморский и прикаспийский обитатель появился под Ульяновском (Жуков и др., 1995; Папченков, 2003). Нами тростник высочайший отмечен на побережье Черновского водохранилища, где под пологом ивняка и в воде на глубине до 70 см он образует обширные моноценозы. Этот вид также встречен на прудах Безьянской ТЭЦ г. Самары, где он формирует сплошные заросли площадью более 200 м², среди которых выделялись особи высотой до 5 м с двумя-тремя боковыми генеративными побегами (Соловьева и др., 2006).

Typha laxmannii – евразийский вид, распространенный чаще в Сыртовом Заволжье на мелководьях и сырых побережьях слабо солоноватых водоемов с илисто-песчаными донными отложениями. В последние годы он активно расширяет свой ареал в северном направлении, встречается в водоемах бассейна рек Бол. Черемшан, Сок, Бол. Кинель, Самара. Известно, что рогоз Лаксмана – обитатель солончаковых лугов, болот и прибрежий южных водоемов добрался по водохранилищам Волги до Казани (Папченков, 1985).

Alisma gramineum на территории Самарской области известна с Самарской Луки (Гончарова, Золотовский, 1941), позднее здесь отмечались находки только единичных особей (Малиновская, Плаксина, 2000; Саксонов, 2005). Открытые местообитания создаваемых водохранилищ послужили важным фактором миграции этого вида. Этот вид отмечен на Таловском водохранилище, гидробиотический мониторинг 2005–2017 гг. показал, что оно распространилось и на других малых водохранилищах области.

Zannichellia palustris впервые отмеченная для региона в окрестностях с. Чубовки Кинельского района (Матвеев и др., 1976) и долгое время считавшаяся редким видом, в последние годы стала активно распространяться на прудах, созданных в долинах малых рек по всей территории области.

Scirpus tabernaemontanii, ареал которого исторически связан с Кавказом, Западной и Восточной Сибирью, Дальним Востоком, Средней Азией и для районов европейской части России указывался как встречающийся спорадически, то в настоящее время получил более широкое распространение на территории Самарской области.

К растениям-вселенцам 2-й группы в водоемах Самарской области относятся *Trapa natans* L. s.l, а также гибридогенные виды *Potamogeton biformis* Hagstr, *P. × biformoides* Papch., *Bolboschoenus laticarpus* Marchold et al.

Trapa natans – реликтовое растение, которое было широко распространено в теплых водоемах третичного периода, о чем говорят многочисленные находки его остатков в древних торфяниках. В Самарской области, естественных зарослей водяного ореха нет. Ближайшие местонахождения известны в Ульяновской, Саратовской и Пензенской областях. Первые попытки интродукции водяного ореха в местных водоемах предприняты в 1972 г. Собранные в пойменных водоемах реки Оки плоды были высеяны на пяти участках верховий Саратовского водохранилища (Матвеев, Шилов, 1996). Благодаря успешной интродукции заросли водяного ореха достигли естественной плотности, площадь, занятая ими значительно увеличилась и географические границы популяции заметно расширились. Водяной орех – растение, включенное в списки редких и исчезающих растений Красных книг СССР (1978), РСФСР (1988), Беларуси, Болгарии, Грузии, Казахстана, Латвии, Молдовы, Украины и многие региональные Красные книги. Очевидно, что существующая система охраны оказалась эффективной,

оценка современного состояния природных популяций на территории России позволила исключить этот вид из Красной книги Российской Федерации и обоснованно исключить его из Красной книги Самарской области (2007, 2017).

К мигрантам 3-й группы относятся следующие интродуценты и случайно занесенные макрофиты с других континентов: *Elodea canadensis* Michx., *Zizania palustris* L., *Zizania latifolia* (Grieseb.) Stapf., *Bidens frondosa* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Pistia stratiotes* L. и многие другие прибрежные растения.

Elodea canadensis – адвентивное североамериканское растение, имеющее самую давнюю историю распространения. Известно, что в 1836 г. оно было занесено в Ирландию, откуда быстро расселилось по западноевропейским водоемам. В конце 1970-х гг. XIX века элодея отмечена на территории Польши, а в начале 1980-х гг. появилась в окрестностях Петербурга, откуда стала распространяться по рукавам и притокам реки Невы, быстро заселив каналы и речки, соединяющие Неву с Волгой. На Волге впервые отмечена в 1885 г. профессором Саратовского университета Д.Е. Янишевским (Матвеев, 1982). В 1892 г. элодея занесена в водоемы окрестностей Екатеринбурга. В настоящее время на Среднем Урале и в Зауралье она встречается в самых различных водоемах (реки, старицы, озера, пруды, протоки, заполненные водой карьеры). С Урала элодея стала продвигаться дальше на восток, расселяясь в водоемах Западной Сибири. В настоящее время элодея канадская обитает на большей части территории России, достигнув на юге берегов Черного, а на севере Белого морей, продвинулась от Западной Европы до берегов Японского моря. Сегодня в самарских водоемах и реках элодея является самым обычным, широко распространенным растением, нередко образующим большие заросли.

Zizania palustris – однолетнее воздушно-водное растение, естественный ареал которого связан с территорией Канады и США. Первая попытка акклиматизации растения в Европе, близ Лондона предпринята в 1820 г., позднее, в 1857 г. – в Шотландии и Норвегии. В России первые опыты интродукции проведены в 60-70-х гг. XIX в. На территории Самарской области посевы цицании водной проведены в 1959 г. в пойме р. Самары, близ с. Смышляевка, в прудах Сусканского рыбхоза и Ботанического сада г. Самары. В виду того, что растение плохо переносит непостоянный гидрологический режим, популяция погибла (Матвеев, Соловьева, 1997).

Zizania latifolia – дальневосточный вид, завезенный в европейскую часть России в 1934 г. Работа по интродукции и акклиматизации цицании широколистной в условиях Среднего Поволжья началась в 1957 г. по берегам крупных водохранилищ. Кроме того, в 1959 г. растение высажено на Черновском, Агросовском и Тепловском водохранилищах, а также в Нижнем пруду Ботанического сада г. Самары (Матвеев, Соловьева, 1997). Результаты многолетних наблюдений за цицанией широколистной в условиях городского пруда показали, что наибольшая энергия вегетативного размножения корневищами характерна для растения лишь в первые годы после посадки. Растение успешно конкурирует с рогозом узколистным и рогозом широколиственным, активно их вытесняя. В дальнейшем отмечается тенденция к стабилизации площади насаждений. Мониторинг популяции *Zizania latifolia* в Самарском ботаническом саду в период с 1990 по 2017 гг. показал, что размеры имеющихся зарослей в Верхнем пруду остаются неизменными.

Bidens frondosa – североамериканское растение, особенно широкое распространение в Европе оно получило в XX в., в бассейн р. Волги этот вид проник во второй половине 1970-х годов. В 1980–1990-е гг. вид отмечался в Волгоградском, Саратовском, Куйбышевском, Чебоксарском, Горьковском, Ивановском водохранилищах и прилегающих к ним территориях (Папченков, 2003). Это зоо- и антропохорное растение, расширило границы своего ареала в результате антропогенного воздействия. В Самарской области оно занимает экологическую нишу аборигенного вида *Bidens tripartita* L. В связи с этим необходимо изучение фенологии, онтогенеза, семенной продук-

тивности и конкурентной способности этого заносного растения в условиях природных и антропогенезированных прибрежно-водных экосистем. В последние годы это растение продолжает активно распространяться в прибрежной зоне многих искусственных водоемов Европы.

Impatiens glandulifera Royle – однолетний гигрофит. В естественных условиях произрастает в тропических и субтропических частях Азии, Африки и на прилегающих к ним островах. Являясь выходцем из культуры, в природе растение дичает, в западных областях оно встречается по берегам лесных ручьев и вдоль канализационных стоков. С 1980-х гг. это растение интродуцируется в Ботанических садах России. Впервые для флоры Самарской области отмечен среди местных прибрежных растений в 2004 г. на одном из прудов г. Самары на ул. Мирной (Соловьева и др., 2006). Растение проникло на водоем с прилегающих садовых участков частного сектора. Мониторинг популяции бальзамина Ройля в урбанизированных условиях лесостепной зоны (г. Самара) в 2004–2017 гг. показал, что обильно произрастающие на сыром побережье городского пруда растения имеют декоративный вид, крупные размеры (высота растения до 140 см), высокую жизненность, активно цветут и плодоносят. Изучение особенностей биоэкологии растения представляет научно-практический интерес для оценки конкурентоспособности и перспективности его использования в ландшафтном дизайне для декоративного оформления искусственных водоемов.

В прибрежной зоне искусственных водоемов с неустойчивым гидрорежимом на обсыхающих мелководьях и абразионных берегах отмечены такие одно-, двухлетние адвентивные растения, как: *Bryonia alba* L., *Impatiens parviflora* DC., *Melilotus albus* Medik. *Melilotus dentatus* (Waldst. et Kit.) Pers., *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Ambrosia trifida* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *E. rubescens* Rydb., *Tripleurospermum perforata* (Mérat) M. Lainz, *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, *Xanthium strumarium* L. и другие. Первые два вида, соответственно, являются выходцами из Средиземноморья и Азии, следующие три имеют ирано-туранское происхождение, последние – заносные растения, ареалом которых изначально была Северная Америка.

В целом, растения мигранты представляют 26 видов и 23 рода из 15 семейств. Наибольшее число заносных растений из Северной Америки – 10 видов, что связано с несколько сходными природно-климатическими условиями природных зон, в которых расположена изучаемые территории. Выходцами из Азии являются 7 видов, из Казахстана – 1 вид (тростник высочайший). Из Средиземноморья происходит 1 вид (переступень белый). К аборигенным мигрантам относится 8 видов, из них 2 интродуцента (водяной орех и цицания широколистная) и 2 вида имеют гибридогенное происхождение (клубнекамыш широкоплодный и рдест двуликообразный).

Причинами, благоприятствующими активному расселению адвентивных растений всех групп, являются изменение гидрографической сети в результате создания многочисленных водохранилищ и каналов; неустойчивый гидрорежим и как следствие абразионный характер берегов, наличие обширных мелководий, несформированность прибрежно-водной растительности; интенсивная освещенность, нагревание, высокий минеральный и трофический уровень воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гончарова А.Н., Золотовский М.В. Список растений Жигулевского участка Куйбышевского государственного заповедника. Рукопись, 1941. 223 с. (ЦГА РФ, ф. 358, оп. 4. т. 1).

Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Азафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области: Исторический, биогеографи-

ческий, экологический аспекты: Монография. Воронеж, 2004. 320 с.

Жуков К.П., Масленников А.В., Раков Н.С. Водные и прибрежно-водные растения пойменных сообществ экопарка «Черное озеро» // Четвертая Всерос. конф. по водным растениям: Тез. докл. Ин-т биологии внутренних вод РАН. Борок, 1995. С. 37-38.

- Малиновская Е.И., Плаксина Т.И.* Материалы к инвентаризации флоры национального парка «Самарская Лука» // Флористические и геоботанические исследования в Европейской России. Материалы Всерос. научн. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. А.Д. Фурсаева. Саратов, 2000. С. 27-30.
- Матвеев В.И.* Гостя из Америки – элодея канадская // Зеленый шум. Куйбышев: Кн. Изд-во, 1982. С. 133-137.
- Матвеев В.И., Бирюкова Е.Г., Симакова Н.С., Зотов А.М.* О новых для Куйбышевской и Оренбургской областей видах растений // Бот. журн. 1976. № 7. С. 980-981.
- Матвеев В.И., Соловьева В.В.* Цицания – дикий рис: экология, биология, практическое значение. Самара, 1997. 96 с.
- Матвеев В.И., Шилов М.П.* Водяной орех: проблема восстановления ареала вида: Монография. Самара, 1996. 185 с.
- Папченков В.Г.* Новые и редкие виды растений автономных республик Среднего Поволжья // Бот. журн. 1985. Т. 70, № 12, 1696-1697.
- Папченков В.Г.* Макрофиты-вселенцы в водоемах и водотоках бассейна Волги // Инвазии чужеродных видов в Голарктике: Материалы Российско-американск. симпоз. по инвазийным видам. Борок, 2003. С. 99-104.
- Плаксина Т.И.* Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара, 2001. 388 с.
- Саксонов С.В.* Ресурсы флоры Самарской Луки. Самара, 2005. 416 с.
- Соловьева В.В.* Адвентивная флора естественных и искусственных водоемов Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1 (4). С. 611-616.
- Соловьева В.В., Девяткина Л.Е., Мельникова С.К., Пуреськин М.А.* Новые и редкие виды растений во флоре малых искусственных водоемов Самарской области // Вестн. Исследования в области естественных наук и образования: Сб. науч. тр. Вып. 5. Самара, 2006. С. 161-166.

М.А. ТЕРЕШИНА, Л.Е. ЕФИМОВА, О.Н. ЕРИНА,
Е.А. ВИЛИМОВИЧ, В.А. ЕФИМОВ, Д.И. СОКОЛОВ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

СООТНОШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ВОДЕ ОЗЕР КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

ВВЕДЕНИЕ

Керженский заповедник, расположенный в центральной части Нижегородской области, включает в себя уникальный комплекс среднетаежных лесов и сопутствующих им водно-болотных угодий, представляя огромный интерес для множества естественнонаучных исследований. В пределах долины р. Керженца, ограничивающей заповедник с запада, сформировался уникальный ландшафт, в пределах которого находится множество пойменных озер с различными геоморфологическими условиями, что определяет огромное разнообразие в их гидроэкологическом режиме. При этом нахождение этих озер в пределах охраняемой природной территории позволяет приравнивать их к объектам с фоновыми условиями. Эти водоемы можно считать репрезентативными для достаточно специфичных гидролого-гидрохимических условий центральной части ЕТР, характеризующихся высоким содержанием железистых соединений и органического вещества (Efimova et al., 2016).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2017 и 2018 гг. нами был проведен ряд гидролого-гидрохимических исследований на двух озерах заповедника – Круглом и Нижнем Рустайском, – расположенных соответственно в центральной и приустьевой частях пойменно-руслового комплекса р. Керженца. Эти озера входят в число водных объектов заповедника, на которых в течение уже более 20 лет проводятся сравнительно регулярные наблюдения за уровнем, гидрологическим и гидрохимическим режимом (Ефимова и др., 2017). В 2017 г. работы на озерах проводились в мае, июле и октябре, в 2018 г. – каждый месяц с июня по октябрь, в результате чего были получены сведения о сезонной динамике различных показателей экологического состояния озер.

В рамках наших работ был сделан упор на трофический статус озер, и одним из ключевых параметров стало содержание различных форм фосфора – одного из основных биогенных элементов, часто лимитирующего биологическую продуктивность водоемов. Основным отличием от предшествующих гидрохимических исследований на выбранных озерах стал более расширенный анализ различных форм фосфора, в результате которого можно рассмотреть разницу не только между органическими и минеральными формами фосфора, но и между взвешенной и растворенной его частями.

При анализе часть отобранной воды пропусклась через мембранные фильтры (диаметр пор 0,45 мкм), что позволяло оценивать содержание растворенных форм фосфора, взвешенная же фракция определялась как разница между содержанием фосфора в нефльтрованной и фильтрованной пробах. Концентрации ортофосфатов (принимаемая за содержание минерального фосфора) и валового фосфора определялись методом Морфи-Райли (РД 52.10.738-2010, РД 52.10.739-2010), содержание органического фосфора – как разница между валовым и минеральным фосфором. Таким образом, всего в полученных результатах можно выделить девять форм фосфора, которые далее будут обозначаться следующим образом: растворенный мине-

ральный – DIP, взвешенный минеральный – PIP, растворенный органический – DOP, взвешенный органический – POP, общий органический – TOP, общий минеральный – TIP, общий растворенный – TDP, общий взвешенный – TPP, общий нефилтрованный (валовый) – TP.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Отличительной особенностью обоих озер является очень низкое содержание минерального фосфора: за исключением придонных горизонтов, величина TIP в отобранных пробах крайне редко превышала значения в 10–15 мкг/л. Для оз. Круглого, имеющего гидравлическую связь с р. Керженцом только при максимальных уровнях воды в реке, характерны меньшие величины минерального фосфора, чем для оз. Нижнего Рустайского, расположенного ближе к руслу реки. При этом содержание валового фосфора в озерах может оказываться достаточно значительным. В 2017–2018 гг. доля минеральной формы фосфора (отношение TIP/TP) в оз. Нижнем Рустайском составляла в среднем около 20% от его общего содержания, часто опускаясь до 10% и ниже (рис. 1). Для поверхностных горизонтов оз. Круглого это значение, как правило, оказывалось еще ниже: среднее значение TIP/TP составило 8%. Основными причинами малой доли минеральных форм фосфора можно считать низкое поступление фосфора с водосбора, высокое содержание трудноокисляемых органических веществ и недостаток кислорода, необходимого для окисления (Баянов, Кривдина, 2013).

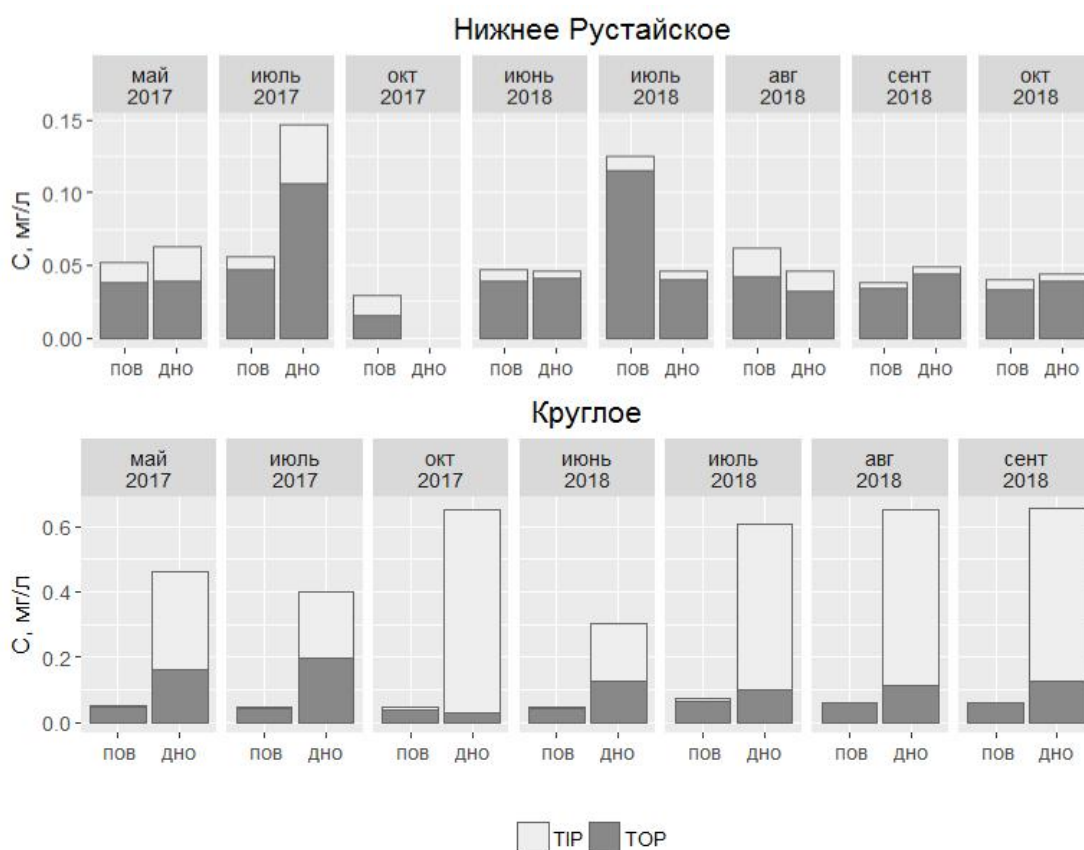


Рис. 1. Содержание минерального (TIP) и органического (TOP) фосфора в поверхностном и придонном горизонтах оз. Нижнего Рустайского и Круглого в 2017–2018 гг.

Содержание органического фосфора в озерах в целом выше: для оз. Нижнего Рустайского и поверхностных горизонтов оз. Круглого среднее значение TOP составляло около 40–50 мкг/л. Основная часть органического фосфора находится в

водах обоих озер во взвешенном состоянии. Соотношение P_{OP}/P_{OP} в водах оз. Нижнего Рустайского и Круглого за 2017–2018 гг. в среднем составило около 75%, иногда достигая почти 100%. Это можно объяснить двумя причинами: фотосинтетической активностью фитопланктона и наличием железо-связанного фосфора с гумусовыми веществами в гумидных водах (Рыжаков и др., 2016).

Придонный горизонт оз. Круглого характеризуется совершенно другими гидроэкологическими условиями, чем его поверхностный горизонт и оз. Нижнее Рустайское. Крайне устойчивая стратификация приводит к тому, что озеро почти не перемешивается до дна, в результате чего формируется обширная зона аноксии, иногда сохраняющаяся даже в то время, когда на других озерах наблюдается гомотермия. В условиях отсутствия кислорода происходит восстановление фосфора из донных отложений. Оно проявляется в резком увеличении придонных концентраций фосфора: в среднем придонные значения TP составляют около 470 мкг/л, достигая 800 мкг/л, причем доля минерального фосфора поддерживается на уровне до 80% и более. Также в придонном горизонте заметен и сдвиг с выраженного преобладания взвешенных форм фосфора к относительно равномерному разделению между двумя формами (рис. 2). При этом в 2018 г. придонные концентрации фосфора оказались выше, чем в 2017 г., что можно объяснить более высокой скоростью восстановления его из донных отложений в более теплом 2018 г., когда наблюдался заметно больший прогрев придонных водных масс (более 8 °С по сравнению с 5 °С в 2017 г.).

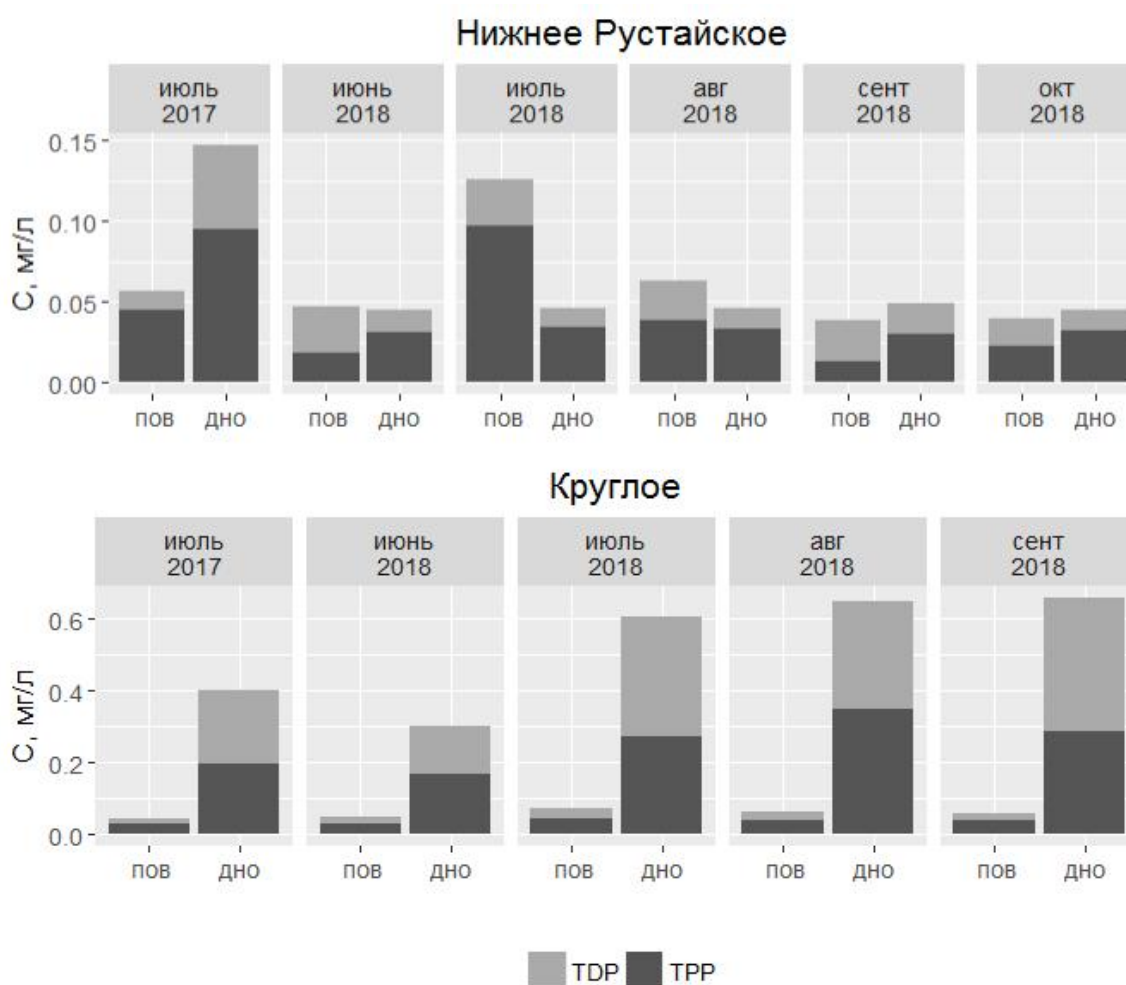


Рис. 2. Содержание взвешенного (TDP) и растворенного (TPP) фосфора в поверхностном и придонном горизонтах оз. Нижнего Рустайского и Круглого в 2017–2018 гг.

Для оз. Нижнего Рустайского внутригодовая динамика как собственно содержания минерального и органического фосфора, так и соотношения между их взвешенными и растворенными формами прослеживается достаточно слабо (рис. 2). В течение всего рассматриваемого периода содержание минерального фосфора остается низким и представлено в основном его растворенной формой, а органический фосфор наблюдается в более высоких концентрациях и представлен в основном взвешенной фракцией. Различия между придонными и поверхностными значениями также обычно невелики. Среди всех отобранных проб только две заметно отклоняются от этой тенденции. В июле 2017 г. в оз. Нижнем Рустайском наблюдалось заметное увеличение придонных концентраций как минерального, так и органического фосфора (до 41 и 106 мкг/л соответственно). Возможным объяснением этого события является вероятно более активный обмен придонных вод озера с р. Керженцем, так как в этот период в реке действительно наблюдался повышенный уровень воды. Эту гипотезу можно подтвердить и данными по электропроводности воды в придонном слое озера: в июле 2017 г. она имела значение 228 мкСм/см, в то время как в 2018 г. ее величина составляла около 300 мкСм/см, то есть можно ожидать большей роли р. Керженца в подпитке глубинных слоев фосфором. Восстановление фосфора из донных отложений в оз. Нижнем Рустайском не представляется вероятным, так как дно озера сложено заиленными песками, не очень богатыми органическим веществом.

Другое выдающееся событие – резкое увеличение содержания органического фосфора в поверхностном слое оз. Нижнего Рустайского в июле 2018 г. до 115 мкг/л – связано с повышенной фотосинтетической активностью водорослей, что подтверждается перенасыщением поверхностного слоя кислородом (до 130% по сравнению с 70% насыщения, наблюдаемыми в 2017 г.). Отношение DOP/POP с этом месяце составило 97%. Развитие водорослей, вероятно, поддерживалось и дополнительным поступлением минерального фосфора с водосбора и через связь с р. Керженцем во время проходивших в июле-августе дождей, и в августе 2018 г. увеличение содержания взвешенного органического фосфора оставалось заметным.

Для поверхностного слоя оз. Круглого также характерна достаточно однородная картина распределения разных форм фосфора в течение периода измерений. Минерального фосфора в течение всего периода измерений крайне мало (не более 5 мкг/л), органический фосфор содержится в пределах 37–66 мкг/л. Органический фосфор представлен на 60–90% взвешенной формой, как и в оз. Нижнем Рустайском.

В придонной зоне оз. Круглого в течение года наблюдается накопление фосфора, в основном за счет минеральной формы, обусловленное непрерывным восстановлением фосфора из донных отложений в течение теплого сезона.

Выводы

Различная степень связи озер Нижнего Рустайского и Круглого с р. Керженцем, а также особенности их трофического статуса и режима перемешивания, приводят к формированию двух разных режимов динамики содержания фосфора.

Озеро Нижнее Рустайское за счет своего более близкого к руслу положения получает больше биогенных веществ из реки, в результате чего имеет больше возможностей для развития фитопланктона. Сравнительно неизменное во времени и однородное по глубине распределение между различными формами фосфора нарушается в основном при специфических гидрометеорологических условиях, провоцирующих увеличенное поступление аллохтонного фосфора или усиленное развитие фитопланктона.

Озеро Круглое, не имея постоянной связи с речными водами, более ограничено во внешнем притоке минерального фосфора. Поверхностные концентрации различных форм фосфора в этом озере за период наблюдений были достаточно стабильны. В придонной зоне озера Круглого наблюдается постоянная аноксия, в результате чего из

донных отложений восстанавливается большое количество минерального фосфора. Содержание фосфора в придонном горизонте растет в течение теплого сезона и может изменяться от года к году в зависимости от гидрометеорологических условий, определяющих температуру воды.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект 18-35-00691 мол а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баянов Н.Г., Кривдина Т.В. Межсезонная динамика гидролого-гидрохимических показателей река Керженец и ее стариц // Изв. РАН. Сер. географическая. 2013. № 2. 2013. С. 52-67.

Ефимова Л.Е., Ерина О.Н., Ефимов В.А., Ломова Д.В., Соколов Д.И. Гидрохимические показатели в водах заповедника «Керженский»: особенности и сезонная изменчивость // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Тр. VI Всерос. симпоз. с международ. участием. Барнаул, 2017. С. 84-90.

РД 52.10.738-2010. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом.

РД 52.10.739-2010. Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия.

Рыжаков А.В., Зобкова М.В., Лозовик П.А. Особенности содержания и распределения форм фосфора в водоемах гумидной зоны // Тр. Карельск. НЦ РАН. 2016. № 9. С. 33-45.

Efimova L.E., Korabliova O.V., Lomova D.V. Landscape dynamics and lakes hydrology of Kerzhenets River floodplain // Riparian Zones: characteristics, management practices and ecological impacts. Toulouse, 2016. Pp. 125-148.

**В.К. ТКАЧЕВ¹, С.В. КОЛЕСНИКОВ², К.В. ТРУБИЦЫН¹,
А.В. ЕРЕМИН¹, И.В. КУДИНОВ¹, А.Н. БРАНФИЛЕВА¹**

¹ Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

² ПАО «Т Плюс», г. Самара, Россия

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. САМАРЫ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ВОЛЖСКОМ БАССЕЙНЕ**

Эффективным средством анализа работы теплосетей централизованного теплоснабжения крупных городов являются компьютерные модели, позволяющие полностью воспроизводить гидравлические процессы, протекающие в сложных многокольцевых разветвленных трубопроводных системах. И, в частности, они позволяют определять давления, скорости, расходы теплоносителя, потери напора и расходы электроэнергии на перемещение среды и другие параметры (Соколов, 1963; Зыков, 1969; Абрамов, 1972; Меренков, Хасилев, 1985; Математическое моделирование..., 1992; Карташов, 2001; Кудинов и др., 2001; Колесников и др., 2002; Зройчиков и др., 2007; Кудинов, 2010, 2011).

При построении компьютерных моделей используются два закона Кирхгофа, широко применяемые при расчетах электрических сетей, которые ввиду электрогидравлической аналогии могут быть использованы и для расчетов гидравлических сетей. Используя законы Кирхгофа и теорию графов, создается «дерево» теплосети, из вершины которого можно достичь любой её точки. При разработке компьютерной модели определяются гидравлические характеристики трубопроводов. Потери напора Δh в трубопроводе складываются из потерь на трение (линейные) и потерь в местных сопротивлениях

$$\Delta h = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \sum \xi \frac{v^2}{2g}, \quad (1)$$

где λ – коэффициент трения; l – длина трубопровода, м; d – внутренний диаметр, м; v – средняя скорость, м/с; $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке трубопровода; g – ускорение свободного падения.

Если ввести понятие «эквивалентная длина трубопровода» l_3 , которая определяется по формуле $l_3 = \frac{d}{\lambda} \sum \xi$, то потери напора на местные сопротивления можно свести к линейным потерям. Тогда (1) примет следующий вид:

$$\Delta h = \frac{v^2}{2g} \left(\lambda \frac{l}{d} + \lambda \frac{l_3}{d} \right) = \frac{\lambda v^2}{2dg} (l + l_3). \quad (2)$$

Если расход жидкости через участок Q м³/с, то $v = 4Q/(\pi d^2)$ и гидравлическая характеристика участка – трубы записывается в виде

$$\Delta h = sQ^2, \quad (3)$$

где $s = 8\lambda(l + l_3)/(\pi^2 g d^5)$ – гидравлическое сопротивление участка, с²/м⁵.

Гидравлическая характеристика участка – задвижки также имеет вид (3), где s – коэффициент сопротивления задвижки, зависящий в основном от степени ее открытия.

© 2019 Ткачев Василий Константинович, Tkachev.VK@samgtu.ru; Колесников Сергей Владимирович; Трубицын Константин Викторович; Еремин Антон Владимирович; Кудинов Игорь Васильевич; Бранфилева Анастасия Николаевна

Участки – насосы в расчетной схеме гидравлической сети представлены аналитическими характеристиками, связывающими между собой напор, развиваемый насосом, и подачу. Характеристика насоса в координатах $Q - H$ с достаточной для практики точностью может быть выражена уравнением вида

$$H = H_{\phi} - Q_{\text{H}}^2 S_{\phi},$$

где H_{ϕ} – фактический напор, развиваемый насосом при закрытой на выходе задвижке ($Q_{\text{H}} = 0$), м; Q_{H} – подача насоса, м³/с; S_{ϕ} – фактическое гидравлическое сопротивление насоса.

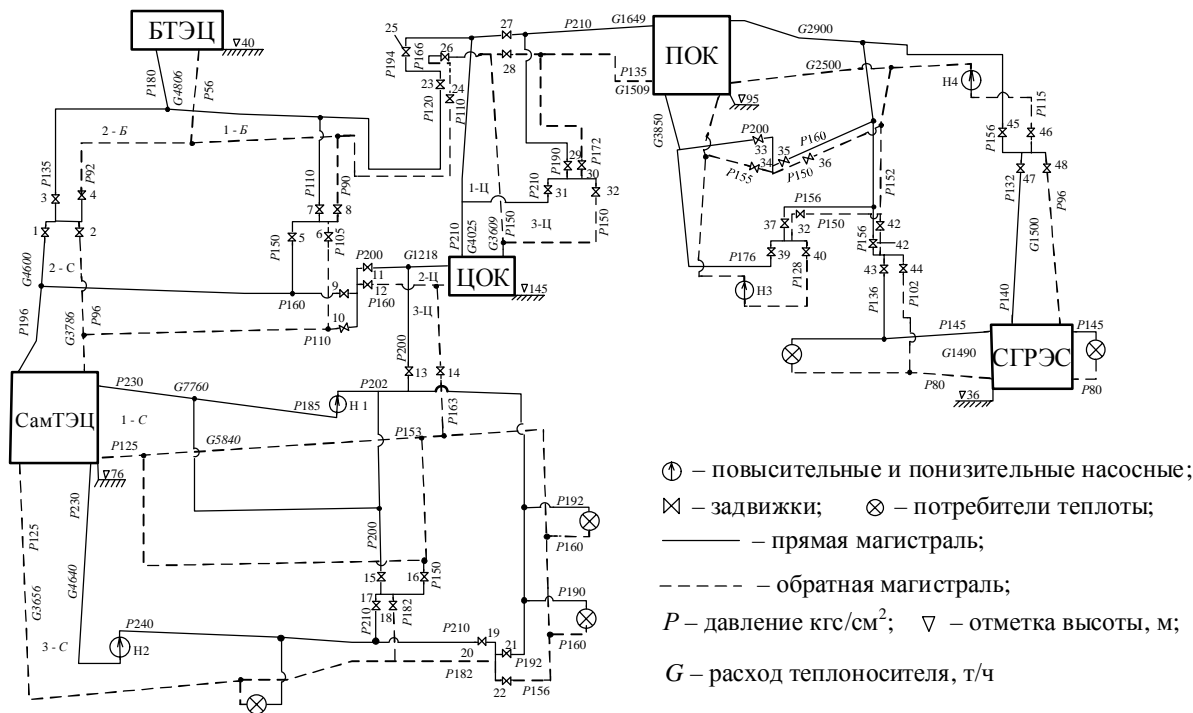


Рис. 1. Распределение давлений в теплосети централизованного теплоснабжения г. Самары от тепловых источников СамТЭС, БТЭС, СГРЭС, ЦОК, ПОК

Таким образом, для построения компьютерной модели гидравлической системы используется полная информация об объекте – длины и диаметры трубопроводов, степень их шероховатости, состояние запорных устройств, отметки высот расположения оборудования, величина стоков и притоков среды в отдельных точках сети, характеристики насосов и прочее. На основе всех этих данных строится модель с паспортными характеристиками оборудования. Однако реальные характеристики объекта могут существенно отличаться от паспортных. Поэтому с целью максимального приближения построенной модели к реальной системе выполняется идентификация модели. Для этого используются экспериментальные данные по расходам и давлениям среды в различных точках гидравлической системы. Для того чтобы приблизить модель к реальной системе, гидравлические сопротивления отдельных участков модели изменяют таким образом, чтобы получаемые из расчета на модели результаты как можно меньше отличались от экспериментальных значений параметров. Процесс идентификации является итеративным, и в модели он автоматизирован.

После выполнения идентификации можно считать, что компьютерная модель реальной теплосети построена. Такая модель позволяет выполнять практически любое число вычислительных экспериментов применительно к данной сети. Важным преимуществом модели является возможность проведения любых изменений в сети с целью устранения имеющихся проблем (изменение диаметров трубопроводов,

открытие или закрытие задвижек, изменение характеристик насосов и проч.), что позволяет оперативно принять меры по изменению текущего режима, а также выбрать наилучшие варианты реконструкции теплосети.

Городские теплосети, запитываемые от ТЭЦ и котельных, представляют сложные разветвленные гидравлические системы. В практике их эксплуатации основными проблемами являются недостаточный перепад давлений между прямым и обратным трубопроводами, повышенное давление в обратном трубопроводе, разрегулированность сети (несоответствие расчетных и действительных расходов) у потребителей теплоты и др. Причинами указанных проблем могут быть: повышенный расход теплоносителя, недостаточные диаметры трубопроводов, уменьшение диаметров труб из-за наличия отложений на их внутренних поверхностях, перекрытие задвижек на участках сети с большими скоростями течения теплоносителя, «паразитные» циркуляции и пр. Решить вопрос о том, какая из этих причин является определяющей, довольно сложно. Эффективным инструментом для наиболее достоверного определения основных причин возникновения указанных проблем являются компьютерные модели.

В настоящей работе рассматриваются результаты построения объединенной компьютерной модели сети централизованного теплоснабжения г. Самары, имеющей пять крупных тепловых источников. К ним относятся Самарская ТЭЦ (СамТЭЦ), Безымянская ТЭЦ (БТЭЦ), Самарская ГРЭС (СГРЭС), Центральная (ЦОК) и Привокзальная (ПОК) отопительные котельные (рис. 1). Каждый из источников тепла в зависимости от его мощности обеспечивает теплоносителем для нужд отопления и горячего водоснабжения соответствующий район г. Самары, т.е. теплосети от всех источников тепла в настоящее время функционируют независимо одна от другой (в единой трубопроводной системе теплосети от различных источников разделены с помощью перекрытых задвижек).

Распределение давлений в объединенной теплосети централизованного теплоснабжения г. Самары, представленное на рис. 1, получено путем совмещения в одинаковом масштабе эпюр давления от всех источников тепла. В настоящее время теплосети всех тепловых источников разделены задвижками и работают изолированно. Эпюры давлений для каждого из них получены на их компьютерных моделях. Таким образом, все эпюры давлений, представленные на рис. 1, получены на компьютерных моделях каждого из представленных источников тепла при их независимой работе. В то же время, имея компьютерные модели всех этих тепловых источников, их без особых затруднений можно объединить в единую компьютерную модель, что и было сделано в настоящей работе.

Прежде чем перейти к обсуждению вопросов, связанных с оптимальным перераспределением нагрузки между источниками тепла для решения имеющихся в настоящее время проблем, приведем краткую характеристику теплосетей от СамТЭЦ и БТЭЦ (рекомендации по изменению режима их работы будут даны ниже).

Самарская ТЭЦ имеет три тепловывода, суммарная нагрузка которых G составляет около 16800 т/час. (7800 т/ч – первый и по 4500 т/ч – второй и третий). На первом и третьем тепловыводах для обеспечения располагаемого перепада давлений установлены повышающие давление насосные (Н1 и Н2, см. рис. 1). В качестве конкретного примера на рис. 2 приведена эпюра давления наиболее нагруженного ($G = 7800$ т/час) первого тепловывода СамТЭЦ, содержащего повысительную насосную Н1. Анализ эпюры показывает, что на прилегающем к СамТЭЦ участке прямого и обратного трубопроводов длиной 3,6 км, происходит потеря располагаемого перепада давлений, составляющая 0,45 МПа. Для того чтобы избежать пересечения эпюр давления прямого и обратного трубопроводов, установлена повысительная насосная Н1, повышающая давление в прямой магистрали почти на 0,4 МПа.

Выполненные на модели исследования показали, что «дерево» теплосети СамТЭЦ (как, впрочем, и теплосетей всех остальных источников) не является оптимальным. Причина в том, что разделение тепловыводов с помощью перекрытых задвижек (для ликвидации кольцевых структур, порождающих паразитные токи) выполнено на участках трубопроводов, где при открытых задвижках наблюдаются высокие скорости течения среды (теплосеть содержит 14 перекрытых задвижек). При таком делении одни участки сети оказываются вполне работоспособными, а на других возникают серьезные проблемы в виде недостаточного располагаемого перепада давлений и повышенных давлений в обратных трубопроводах.

Оптимальным является «дерево», когда разделения в сети выполнены на участках с минимальными скоростями течения среды, либо в застойных зонах, т. е. там, где происходит естественное разделение тепловыводов. Компьютерная модель позволяет построить оптимальное «дерево» путем итерационного перебора большого количества вариантов работы теплосети с перекрытыми задвижками в застойных зонах.

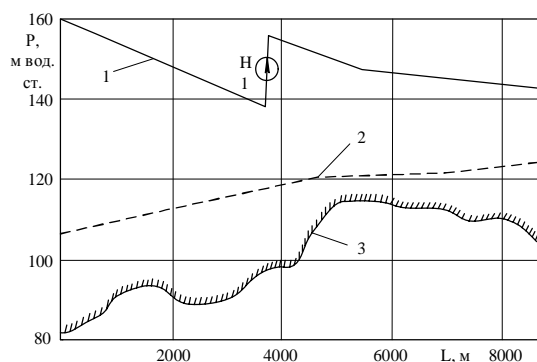


Рис. 2. Распределение давлений на первом тепловыводе (1 – С, см. рис. 1) СамТЭЦ. Р – давление; L – длина трубопроводов; 1 - эпюра давления в прямом трубопроводе; 2 - эпюра давления в обратном трубопроводе; 3 - отметка высоты; H1 - повысительная насосная

От Безымянской ТЭЦ отходит один тепловывод с нагрузкой 4800 т/ч, который на расстоянии 3 км от БТЭЦ имеет два ответвления (1 – Б и 2 – Б, рис. 1). Задвижками 1 – 8 теплосеть БТЭЦ отделена от теплосети СамТЭЦ, а задвижками 23 – 26 – от теплосети ПОК. На рис. 3 приведена эпюра давления на тепловыводе 1 – Б, анализ которой позволяет заключить, что серьезными проблемами здесь являются недостаточный располагаемый перепад давлений между прямым и обратным трубопроводами, составляющий на отдельных участках сети около 30 – 50 кПа при минимально допустимом 200 кПа, а также повышенное давление в обратных трубопроводах, достигающее на отдельных участках 700 кПа при максимально допустимом 600 кПа. Основной причиной указанных проблем является повышенный расход теплоносителя по трубам, имеющим недостаточный диаметр. Так, на участке АВ тепловывода (диаметр трубопроводов 700 мм, длина $L = 2$ км) происходит потеря располагаемого перепада давления от 760 до 420 кПа. Расчеты на модели показали, что увеличение диаметров трубопроводов на этом участке до 900 мм приведет к увеличению располагаемого перепада давлений не менее чем на 250 кПа, что позволит по всей длине тепловывода устранить проблему не только недостаточного располагаемого перепада давлений, но и повышенного давления в обратных трубопроводах (рис. 3). Очевидно, что реализация данного предложения является радикальным решением проблемы, однако весьма дорогостоящим.

Можно предложить вариант, связанный с передачей части нагрузки от БТЭЦ к СамТЭЦ (в районе задвижек 5–8, см. рис. 1). Расчеты на модели теплосети БТЭЦ показывают, что передача нагрузки в количестве 1200 т/ч теплосети СамТЭЦ позволяет увеличить располагаемый перепад давлений на первом тепловыводе (1 – Б; см. рис. 1) теплосети БТЭЦ примерно на 120 кПа.

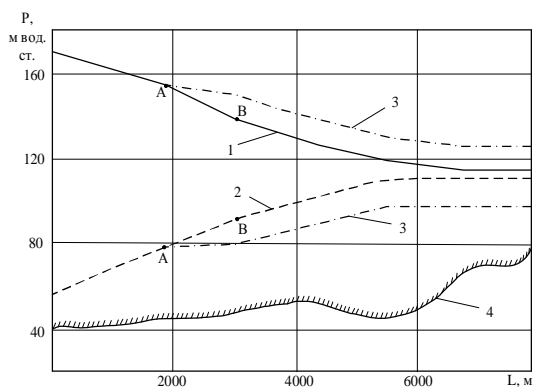


Рис. 3. Распределение давлений на первом тепловывводе (1 – Б, см. рис. 1) БТЭЦ, P – давление, м вод. ст.; L – длина трубопроводов, м; 1, 2 – прямой и обратный трубопровод; 3 – эпюра давления после передачи нагрузки от БТЭЦ к СамТЭЦ; 4 – отметка высоты местности, м

Объединенная компьютерная модель позволяет решить и много других проблем, связанных с перераспределением нагрузки между различными тепловыми источниками. И, в частности, можно рассчитать полное исключение ЦОК из системы централизованного теплоснабжения, что значительно улучшит экологическую ситуацию в г. Самаре. К тому же, будет получен экономический эффект, связанный с тем, что подготовка горячей воды для отопления на тепловых электрических станциях в 3–4 раза дешевле, чем её подготовка на газовых котельных, каковой является ЦОК. На компьютерной модели можно рассчитать варианты передачи всей нагрузки ЦОК тепловым электрическим станциям СамТЭЦ и БТЭЦ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00029 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета системы подачи и распределения воды. М.: Стройиздат, 1972. 286 с.

Зройчиков Н.А., Кудинов В.А., Коваленко А.Г., Колесников С.В., Москвин А.Г., Лисица В.И. Разработка компьютерной модели и расчет оптимальных режимов работы циркуляционной системы ТЭЦ–23 ОАО «Мосэнерго» // Теплоэнергетика. 2007. № 12. С. 7-15.

Зыков А.А. Теория конечных графов. Новосибирск: Наука, 1969. 543 с.

Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высш. школа, 2001. 550 с.

Колесников С.В., Дикоп В.В., Томкин С.В., Кудинов В.А. Исследование гидравлических режимов работы циркуляционной системы ТЭЦ на компьютерной модели // Изв. ВУЗов СНГ. Энергетика. 2002. № 6. С. 90-95.

Кудинов В.А., Коваленко А.Г., Колесников С.В., Панамарев Ю.С. Разработка компьютерной

модели и исследование работы циркуляционной системы Новокуйбышевской ТЭЦ-2 // Изв. АН. Энергетика. 2001. № 6. С. 118-124.

Кудинов И.В. Использование компьютерной модели для проектирования тепловых сетей // Вестн. Самарск. гос. технич. ун-та. Сер. Технич. науки. 2010. №4 (27). С. 174-181.

Кудинов И.В. Построение компьютерных моделей систем теплоснабжения больших городов // Вестн. Самарск. гос. технич. ун-та. Сер. Технич. науки. 2011. №1 (29). С. 212-219.

Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения / А.П. Меренков, Е.В. Сеннова, С.В. Сумарокова и др. Новосибирск: Наука, 1992. 407 с.

Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985. 278 с.

Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. 360 с.

З.Г. ТУКМАНОВА, М.А. КОШМАН

Институт управления экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия

АКВАТОРИЯ ВОДОЕМОВ И ПРИБРЕЖНЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ)

Водно-зеленые системы поселений, включающие озелененные и водные пространства, формируются с целью улучшения качества городской среды: создания вблизи мест проживания населения озелененных мест отдыха, оздоровления городской среды, обогащения архитектурно-художественного облика городов. Создание развитых водно-зеленых систем особенно важно для больших и крупных городов с многоэтажной и высокоплотной застройкой, с неблагоприятной экологической обстановкой: значительной загрязненностью воздушного бассейна, почв, повышением уровня шума (Тукманова, 2012).

Необходимо рассматривать акватории водоемов и прибрежных городских территорий в структуре экологического каркаса (рис.).

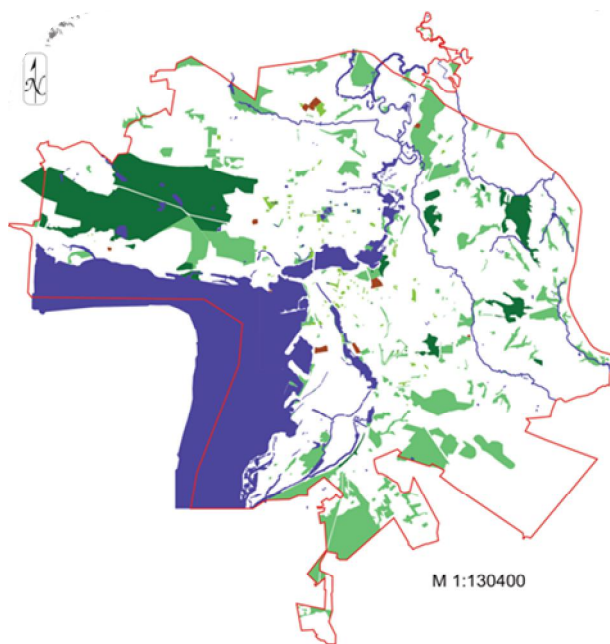


Рис. Схема экологического каркаса г. Казань

Водные объекты Казани, формирующие структуру водного каркаса города: оз. Лебяжье, оз. Голубое, оз. Глубокое, р. Нокса, протока Булак, р. Казанка, система озер Кабан, р. Волга (Куйбышевское вдхр). Основными «водными» ядрами служат р. Казанка, система озер Кабан и р. Волга.

Р. Казанка – внутренний водоем, разделяющий город на две части, представляет собой «водный проспект» города, это – значительный градостроительный фактор, вокруг которого формировался центр. Является композиционной осью в северо-восточном направлении.

Система озер Кабан – внутренний локальный водоем, старица Волги, является композиционной осью планировочной структуры города в юго-восточном направлении.

Р. Волга (Куйбышевское водохранилище) – подошла к городу, стала основной планировочной и композиционной осью в направлении с запада на юг (Тукманова, 2009).

Для выявления проблемных зон основных водных объектов, был разработан анализ функционального статуса водоемов и прибрежных территорий. Параметры выявлены с помощью ретроспективного обзора данных объектов (табл. 1, 2).

Таблица 1. Функциональный статус водоемов современного г. Казань

Параметры функционального статуса		Водный объект		
		р. Казанка	Система озер Кабан	р. Волга
1.	Государственная граница			
2.	Внешний водоем			+
3.	Внутренний водоем	+	+	
4.	Естественное пограничье			
5.	Транспортная артерия			-/+
6.	Источник питьевой воды			+
7.	Источник для хозяйственных применений		+	+
8.	Главная торгово-судоходная артерия страны			-/+

Таблица 2. Функциональный статус прибрежных территорий водоемов современного г. Казань

Параметры функционального статуса		Прибрежные территории водного объекта		
		р. Казанка	Система озер Кабан	р. Волга
1.	Прибрежная территория			
2.	Сезонно-рекреационные зоны	+		
3.	Транспортно-пересадочные зоны			+
4.	Пригородные зоны			
5.	Торгово-ярмарочные площади			
6.	Производственные зоны			
7.	Жилые поселения			
8.	Новые жилые образования	+	+	
9.	Территории культово-обрядовых объектов и сооружений		+	
10.	Зоны возведения мостов	+		
11.	Городские территории			+
12.	Пристани и причалы			+
13.	Промышленно-хозяйственные зоны		+	+

В ходе ретроспективного обзора территориального развития города Казани были установлены факты, определяющие характер взаимоотношений водоема прибрежных территорий с территорией растущего города в различные исторические периоды: - последовательное усиление взаимодействия акваторий города; - последовательное включение в структуру города большего числа водоемов и большей протяженности прибрежной территории; - наличие внешнего водоема, имеющего косвенное отношение

к развитию города, прибрежные территории которого существуют; - вовлечение прибрежных ландшафтов в сферу человеческой деятельности.

Установленные исторические факты повлияли на развитие и характер взаимосвязи побережий водоема с территорией города в дальнейшем и явились основой современного состояния водоемов и, прилегающих к ним прибрежных территорий (Кошман и др., 2018).

Так же был проведен анализ данного взаимодействия по элементам ландшафтной и планировочной структур (табл. 3).

Таблица 3. Функциональный статус прибрежных территорий водоемов современного г. Казань

№	Основные элементы	Водный объект				р.Волга
		р. Казанка		Система озер Кабан		
		Правый берег	Левый берег	Правый берег	Левый берег	
I.	Элементы ландшафтной структуры					
1.	Низкий пойменный берег	+			+	+
2.	Высокий берег		+	+		
3.	Овражно-балочная система		+		+	
4.	Извилистость и изрезанность линии водораздела	+	+	+	+	+
5.	«Ажурность» русла, созданная множеством островков	+	+			+
6.	Старое русло	+				
7.	Заливные луга	+				
8.	Заболоченные участки	+				+
9.	Исторический ландшафт					
10.	Объекты садово-паркового искусства		+			
11.	Уникальные массивы зелени		+			
12.	Садовые участки		+		+	
13.	Заливы и протоки			+		+
14.	Искусственные берега		+			
II.	Элементы планировочной структуры					
1.	Жилая застройка	+	+	+	+	+
2.	Промышленный квартал			+		+
3.	Коммунально-складская застройка			+		+
4.	Дорожно-транспортная сеть		+	+	+	+
5.	Физическая недоступность					+
6.	Частные сады					+
7.	Оси взаимосвязи берегов (мосты)	+	+			
8.	Открытые пространства	+	+			+
9.	Застроенные пространства			+	+	+
10.	Система коммуникаций прибрежных территорий и города	+	+	+	+	

Анализ функционального статуса прибрежных территорий водоемов современного г. Казань выявил следующие особенности:

- сохранилось большое количество водоемов и прибрежных территорий природного характера (реки, озера, протоки);
- существуют водоемы, являющиеся основой градостроительного каркаса города (система озер Кабан, р. Казанка);
- существуют прибрежные территории, являющиеся звеном городской структуры, имеющие непосредственный контакт с окружающей застройкой (оз. Нижний Кабан);
- существует водная доминанта градостроительной структуры города (река Казанка), но при этом прибрежные территории его существуют автономно, нет визуальных, пешеходных и транспортных связей;
- имеется крупный водоем, косвенно влияющий на развитие города, прибрежные территории которого, изолированы от города и не имеют полноценных связей визуальных, пешеходных, транспортных, обеспечивающих обоюдное взаимодействие.

В случае, когда водных объектов несколько, и они являются доминантами планировочной структуры города, как, например, в Казани, где акватории главных городских водных объектов (реки Волги, реки Казанки, системы озер Кабан) представляют собой «водно-зеленые радиусы», пронизывающие город в различных направлениях, речь идет о «водно-зеленом ландшафтно-рекреационном каркасе». По этой причине в основе идеи формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города лежит принцип непрерывности, градостроительной многоуровневости системы открытых пространств. Процессом формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города должна обеспечиваться максимальная непрерывность системы озеленения во взаимосвязи с открытыми пространствами различного уровня (Тукманова, 2011).

В сложившихся городах возможности развития озелененных территорий ограничены. Резервом являются поймы рек, не пригодные для строительного освоения земли. Строительная техника нового поколения позволяет сформировать рекреационные ландшафты на не пригодных для строительства территориях. Это создает возможности развития водно-зеленых систем, расширения сети ландшафтно-рекреационных территорий в сложившихся городах.

Эффективность планировочной организации водно-зеленых систем обеспечивается за счет оптимального соотношения застроенных и открытых пространств; создания крупных, пространственно целостных внутригородских озелененных территорий, расширяющих зону их оптимизирующего воздействия и повышающих экологическую устойчивость к антропогенным нагрузкам; создания удобных, преимущественно пешеходных связей между озелененными территориями и жилыми районами; использования для создания и развития водно-зеленых систем существующих лесных массивов и ограниченно пригодных для застройки территорий (пойменных, заторфованных, заболоченных) (Тукманова, 2012).

Проведенная оценка современного состояния прибрежных городских территорий главных водоемов Казани выявила ряд факторов, отсутствие которых не позволяет в полной мере осваивать ценнейшие прибрежные территории города для рекреационного использования:- отсутствует целенаправленное представление о формировании прибрежных территорий города, как целостной системы, объединяющей их в непрерывный водно-зеленый каркас города;- отсутствуют планировочные и визуальные взаимосвязи внутригородских пространств и многочисленных водоемов города;- наблюдается оторванность прибрежных территорий от города транспортными коммуникациями, складскими и хозяйственными постройками (р.Волга), сложным рельефом (р. Казанка); слишком близкое расположение жилых и промышленных кварталов к границам прибрежной защитной полосы (Нижний Кабан, Волга);-

отсутствуют на прибрежных территориях центры притяжения и объекты, привлекательные для городского обслуживания.

В настоящее время, при существующем в Казани дефиците открытых озелененных городских пространств, прибрежные городские территории водоемов могли бы быть резервом для восполнения, это позволит решить актуальные для Казани вопросы (Nabeeva, 2018) – экологической устойчивости прибрежных ландшафтов, сохранения природного своеобразия города при его неизменном росте, возврата городу обширных включений природного ландшафта.

В ходе данной работы были выведены следующие выводы:

- отсутствует целенаправленное представление о формировании прибрежных территорий города, как целостной системы, объединяющей их в развитый водно-зеленый каркас города;

- отсутствует взаимосвязь (планировочная, визуальная) внутригородских пространств и многочисленных акваторий города;

- наблюдается оторванность прибрежных территорий от города транспортными коммуникациями, складскими и хозяйственными постройками (река Волга), сложным рельефом (река Казанка);

- слишком близкое к прибрежной защитной полосе расположение жилых и промышленных кварталов (Нижний Кабан, Волга), отсутствие на прибрежных территориях привлекательных для городского обслуживания объектов;

- не сформированы полноценные рекреационные ландшафты, учитывающие специфику городской экологии (защита от негативных влияний, значительные антропогенные нагрузки, необходимость обеспечения саморегуляции и устойчивости экосистем).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кошман М.А., Сафина А.Р., Мингазова Н.М. Анализ экологического каркаса г. Казань и Приволжского района, как элемента структуры // Международ. экономич. форум «Экономика в меняющемся мире»: сб. науч. статей. Казань: Изд-во АН РТ, 2018. С. 138-140.

Тукманова З.Г. Комплексное формирование водно-зеленых систем города // Изв. Казанск. ГАСУ. 2012. № 1 (19). С. 38-45.

Тукманова З.Г. Прибрежные территории – резерв для восполнения рекреационного дефицита города // Изв. Казанск. ГАСУ. 2009. № 2 (12). 76-79.

Тукманова З.Г. Рекреационная трансформация прибрежных городских территорий – процесс регенерации от стихийных антропогенно-урбанизированных ландшафтов к позитивно-культурным ландшафтам // Изв. Казанск. ГАСУ. 2011. № 2 (16). 69-75.

Nabeeva E.G., Zamaletdinov R.L., Koshman M.A. Possible ways for forming the ecological framework of the Kazan city agglomeration // Indo American Journ. of Pharmaceutical sciences. 2018. Vol. 5, Is. 5. Pp. 4414-4418.

К.А. ТЮКАНОВА, А.И. МАКАРОВА,
К.С. ШУРАКОВА, Т.В. ИЗВЕКОВА

Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ (ГОРЬКОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ)

Проблема возрастающего загрязнения водоемов, в том числе и малых рек – наиболее уязвимых водных экосистем, в последние десятилетия приобретает глобальные черты. Малые реки интенсивно используются для различных видов деятельности: транспортировки грузов и людей, лесосплава, водоснабжения населённых пунктов и промышленности, сброса сточных вод, орошаемого земледелия, сельскохозяйственного производства, рыбного хозяйства. В настоящее время наблюдается прогрессирующее загрязнение бассейнов малых рек. Актуальность проблемы связана с тем, что малые реки более чувствительны к антропогенному воздействию. Руслу этих рек принимают основную техногенную нагрузку. Малые реки являются основными источниками питания крупных речных артерий, поэтому от них зависит степень загрязнения реки и ее самоочищающаяся способность. Качество поверхностных вод формировалось под влиянием гидрохимического состава подземных вод, сбросов сточных вод с промышленных объектов, поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий, лесов и территорий населенных пунктов, а также транзита загрязняющих веществ из соседних областей (Абдюкова, 2015).

Сейчас состояние малых рек Ивановской области, в результате возросшей антропогенной нагрузки на них, оценивается как катастрофическое. Многие реки измельчали или оказываются на пороге исчезновения. Ухудшение качества воды в поверхностных водотоках и, как следствие, снижение запасов питьевой воды, является одной из глобальных экологических проблем.

Поэтому исследование вод и донных отложений рек важно с точки зрения изучения их токсического действия, так как известна общая тенденция – распределение токсикантов в водной среде и аккумуляция их в донных отложениях.

Целью данной работы является оценка экологического состояния малых рек Ивановской области (Горьковское водохранилище).

В качестве объектов исследований были выбраны 5 малых рек Ивановской области: Сунжа, Мера, Казоха, Кинешемка и Елнать.

В мировой практике методу биотестирования (из числа биологических методов) все больше отводится роль комплексного исследования загрязнения, результатом которого является сигнальная информация о степени токсичности водного объекта.

Биотестирование – это процедура установления токсичности среды с помощью тест-организмов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-организмов. Тест-организм – специально выращенный в контролируемых условиях организм, наиболее чувствительный для данного вида биологического контроля. Для оценки параметров среды используются стандартизованные реакции живых организмов.

Методы биотестирования по определению токсичности сточных и природных, пресных вод, донных отложений применяются наряду с физико-химическими методами в следующих случаях:

- при проведении экологического контроля за соблюдением нормативов допустимых сбросов вредных веществ в водные объекты;
- осуществления государственного экологического мониторинга водных объектов;
- проведения экологической экспертизы новых технологических материалов проектов очистных сооружений;
- проведения оценки степени токсичности вод на разных стадиях формирования очистных сооружений;
- проведение оценки состояния водных экосистем и т.д.

Биотестирование промышленных и городских сточных вод проводится с целью определения их токсичности, возможности и условий подачи на сооружения биологической очистки, для оценки эффективности работы очистных сооружений и установления возможности сброса очищенных сточных вод в водные объекты. Метод биотестирования позволяет решать многие практические задачи, связанные с очисткой, утилизацией и сбросом образующихся промышленных стоков.

В данной работе было использовано два метода биотестирования. А именно, метод биотестирования по гибели одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-2004) и по гибели ракообразных *Daphnia Magna* Straus (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-2006). Данные методики нашли наиболее широкое применение, поскольку тест-организмы легко культивируются, а также обладают высокой чувствительностью к токсикантам различной природы (Гущин, 2012).

Методы биотестирования относятся к качественному анализу. Биотестирование лишь отвечает на вопрос: «токсично» или «нетоксично». Степень же токсичности можно определить методом разбавления исследуемой пробы – во сколько раз следует разбавить токсичную пробу, чтобы она стала нетоксичной. Такой подход дает возможность сравнивать степень опасности различных проб между собой (Жмур, 2012).

Кроме того, биотестирование позволяет определить интегральную токсичность, обусловленную совокупностью всех присутствующих в пробе опасных химических веществ и их метаболитов поэтому может быть использовано для оценки свойств растворов с неизвестным и непостоянным составом (Гущин, 2012). В связи с этим использование метода биотестирования необходимо на первом этапе мониторинга природных вод. И если качество воды соответствует требованиям нормативной документации, то прибегать к дополнительным химическим анализам нет необходимости, а если биотестирование не дало положительных результатов, тогда необходимы дополнительные исследования, которые покажут причину этого явления.

По результатам биотестирования пробы природных вод (малые реки Ивановской области) являются слаботоксичными и не оказывают острого токсического действия, однако реки Казоха, Кинишемка и Ёлнать обладают хронической токсичностью. Донные отложения исследуемых рек не оказывают острого токсического действия, кроме проб реки Казоха.

Одним из наиболее достоверных методов оценки состояния водных объектов является использование комплекса гидрохимических показателей, который позволяет оценить качество поверхностных вод с использованием следующих критериев и индексов:

- комплексная оценка загрязненности вод по гидрохимическому индексу загрязненности воды (ИЗВ) (Шитиков и др., 2003; Методические рекомендации..., 1988).
- комплексная оценка загрязненности вод по показателю химического загрязнения воды (ПХЗ₁₀) (Шитиков и др., 2003).
- комплексная оценка загрязненности вод по комбинаторному и удельному комбинаторному индексу загрязненности (КИВЗ, УКИВЗ) (Новиков и др., 1990; Шитиков и др., 2003).

Основная цель применения комплексных показателей заключается в том, чтобы получить с применением гидрохимических показателей обоснованную статистическую информацию о состоянии поверхностных вод (Новиков и др., 1990).

В ходе выполнения работы была проведена оценка потенциальной токсичности (ПТ). Расчет ПТ производился согласно данным гидрохимических экспериментов, в ходе которых определялись концентрации загрязняющих веществ (БПК, ХПК, нефтепродукты, NO^{2-} , NO^{3-} , NH^{4+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cu, Mn). Расчет ПТ производился по формуле:

$$\text{ПТ} = \sum \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)$$

При расчете потенциальной токсичности было выявлено, что наиболее потенциально токсичными являются пробы воды рек Казоха и Кинешемка (табл. 1), а донные отложения рек Казоха и Ёлнать (табл. 2).

Таблица 1. Потенциальная токсичность проб воды исследуемых рек за разный период времени

№ п/п	Исследуемая проба	Потенциальная токсичность (расчет) 2017 год	Потенциальная токсичность (расчет) 2015 год	Потенциальная токсичность (расчет) 2014 год
1	Мера	24,3	28,5	17,5
2	Сунжа	25,3	32,2	19,5
3	Казоха	32,3	38,4	21,2
4	Кинешемка	28,4	28,3	18,8
5	Ёлнать	23,1	20,9	21

Сравнительный анализ ПТ за 2014, 2015 и за 2017 года показал, что ПТ рек значительно увеличилась в 2015 году, а в период с 2015 года по 2017 год наблюдается снижение в реках Мера, Сунжа и Казоха, а в реке Ёлнать незначительно увеличилась. Вероятно, это обусловлено изменением таких показателей как $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cu, Mn и ХПК.

Таблица 2. Потенциальная токсичность донных отложений исследуемых рек за 2017 г.

№ п/п	Исследуемая проба	Потенциальная токсичность на 2017 год
1	Мера	4,9
2	Сунжа	9,7
3	Казоха	36,7
4	Кинешемка	8,4
5	Ёлнать	16,2

Гидрохимический индекс загрязненности воды (табл. 3) рассчитывался по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum C_i}{N \cdot \text{ПДК}_i}$$

где C_i – концентрация компонента (значение параметра); N – число показателей, используемых для расчета индекса; ПДК_i – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

По результатам расчёта ИЗВ вода во всех исследуемых реках является загрязнённой.

УКИЗВ является наиболее информативной комплексной оценкой. Его значение может варьироваться в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому

значению индекса соответствует худшее качество воды. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени из загрязненности: 1-й класс – условно чистая; 2-й класс – слабо загрязненная; 3-й класс – загрязненная; 4-й класс – грязная; 5-й класс – экстремально грязная.

Таблица 3. Величина ИЗВ исследуемых проб воды за 2017 г.

Река	ИЗВ	Характеристика реки
Мера	2,7	Загрязненная
Сунжа	2,8	Загрязненная
Казоха	3,6	Загрязненная
Кинишемка	3,2	Загрязненная
Ёлнать	2,6	Загрязненная

Расчет УКИЗВ (табл. 4) производится по формуле:

$$S_j' = S_j / N_j$$

Где S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j – число учитываемых в оценке компонентов.

Таблица 4. Величины УКИЗВ, класс и разряд качества в пробах воды малых рек Ивановской области

Реки	УКИЗВ	Класс и разряд качества воды
Ёлнать	2,32	3-й класс, разряд «а», загрязненная
Мера	2,83	3-й класс, разряд «б», очень загрязненная
Кинишемка	2,97	3-й класс, разряд «б», очень загрязненная
Казоха	3,8	4-й класс, разряд «а», грязная
Сунжа	1,41	3-й класс, разряд «а», загрязненная

По УКИЗВ реки Мера и Кинишемка являются очень загрязненными, Ёлнать и Сунжа загрязненные, а р. Казоха – грязной. Основной вклад в загрязнение всех рек вносят соединения железа и марганца, повышенное содержание которых связано с естественным фактором, поскольку почвы на территории Ивановской области преимущественно дерново-подзолистые с повышенным содержанием этих соединений, а для рек Казоха и Кинишемка дополнительный вклад в загрязнение вносит медь, присутствие соединений которой вероятнее всего вызвано антропогенной деятельностью (Гущин, 2015).

Отличие результатов биотестирования и расчетных показателей в данной работе может быть связано с тем, что при проведении анализа биотестирования исследуется воздействие всех загрязняющих веществ в целом, а при расчете ПТ, ИЗВ, УКИЗВ берется лишь ряд веществ, оказывающих наиболее сильное воздействие и содержащиеся в наибольших количествах. Поэтому, с нашей точки зрения, результаты, полученные с помощью метода биотестирования, являются более объективными по сравнению с результатами расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдюкова Г.М., Турдумамбетова М.А., Янгуразова З.А.* Экологическая оценка микробиологического загрязнения малых рек // Безопасность жизнедеятельности в современных условиях: проблемы и пути их решения: материалы Международ. науч.-практич. конф. Уфа, 2015. С. 8-10.
- Гущин А.А., Гриневич В.И., Извекова Т.В., Иванцова Н.А.* Метод биотестирования в оценке эффективности работы плазмохимических очистных устройств // Безопасность в техносфере. 2012. № 4. С. 47-53.
- Жмур Н.С.* Применение методов биотестирования в России и в мире // Методы оценки соответствия. 2012. Вып. 2. С. 22-26
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти, 2003. 463 с.
- Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М: Госкомгидромет СССР, 1988. 8 с.
- Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н.* Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 1990. 400 с.
- Гущин А.А., Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гриневич В.И.* Методы оценки качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей на примере рек Ивановской области // Вода: химия и экология. 2015. № 11. С. 22-29.
- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. М., 2014. 36 с.
- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. М., 2014. 39 с.

**Ю.Г. УДОДЕНКО¹, А.В. ТЮТИН¹,
Д.А. МОРОЗОВА¹, В.А. ГРЕМЯЧИХ¹, А.И. СУКОНИНА²,
В.Т. КОМОВ¹, Е.Н. МЕДЯНЦЕВА¹**

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Россия

² Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ярославль, Россия

РТУТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПАЗАРИТЫ КАРПОВЫХ РЫБ

Выводы разных авторов, сделанные по результатам полевых и экспериментальных исследований возможного влияния паразитов на процесс аккумуляции металлов в тканях гидробионтов-хозяев, противоречивы (Barus et al., 2012; Frank et al., 2013; Palikova et al., 2014; Subotic et al., 2015; Sures et al., 2017). Основная цель настоящей работы – рассмотрение особенностей накопления ртути в мускулатуре различающихся по типу питания карповых рыб Рыбинского водохранилища (с учетом пространственной структуры и численности локальных гемипопуляций некоторых массовых видов паразитов). Частная задача – оценка степени антропогенного влияния на водоем.

Отбор проб для определения содержания ртути и их хранение проводили по ранее описанной методике (Комов и др., 2004; Komov et al., 2016; 2017). Содержание ртути в образцах определяли в 2–3 повторностях на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) без предварительной подготовки проб. Точность аналитических методов измерения контролировали с использованием сертифицированного биологического материала DORM-2 и DOLM-2 (Институт химии окружающей среды, Оттава, Канада). Результаты анализа содержания ртути в мышечной ткани чехони обрабатывали статистически, используя метод однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и процедуру LSD-теста при уровне значимости $p = 0.05$. Данные в таблицах представляли в виде средних значений и их ошибок ($x \pm SE$). Для изучения связи между возрастом содержания ртути в мышцах рыб и увеличением длины и массы тела рыб проведен корреляционный анализ.

Выборки рыб для исследования содержания ртути в мышечной ткани отбирали из траловых уловов научно-исследовательских судов ИБВВ РАН в разных участках Рыбинского водохранилища: северном (Шекснинский плес), центральном (Главный плес) и южном (Волжский и Моложский плесы). Основные точки тралений по рейсовым журналам: «Любец – Ягорба», «Городок – Средний Двор», «Борок – устье р. Сёбла», соответственно. Необходимо отметить, что северная часть водосбора Рыбинского водохранилища находится в зоне действия промышленных выбросов Череповецкого металлургического комбината. Современный уровень антропогенного воздействия по содержанию ртути в грунтах и тканях животных в этом районе оценивается как относительно невысокий для крупного промышленного района (Komov et al., 2016, 2017).

Отдаленные последствия (пролонгированный эффект аварийных сбросов загрязненных вод) в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища можно проследить по состоянию популяции леща *Abramis brama* (L.) и его эктопаразитов. В конце XX в. для этого плеса, по сравнению с другими участками водоема, отмечали относительно низкую численность паразитических ракообразных на фоне роста зараженности леща отдельными видами гельминтов, рассматриваемыми в качестве

индикаторов загрязнения (Куперман, 1992; Kuperman et al., 1994). Особого внимания заслуживают случаи увеличения численности *Diplozoon paradoxum* Nordmann и появление отклонений от нормы в развитии прикрепительного аппарата этих моногеней. По нашим данным, к 2017 г. у взрослых лещей из северного участка Рыбинского водохранилища встречаемость *D. paradoxum* сохранилась на уровне ~50%. Отклонения от нормы по числу прикрепительных клапанов отмечены у ~7% особей, что также сравнимо с данными предыдущих лет. В то же время, среди эктопаразитических рачков неожиданно высокий уровень численности выявлен как минимум для двух видов. Практически у всех лещей на жабрах присутствовал *Ergasilus sieboldi* Nordmann (до 16 экз. на один экземпляр хозяина, при средней экстенсивности заражения рыб в северной части водоема до 81.2%). Встречаемость взрослых экземпляров *Tracheliastes maculatus* Kollar не превышала 75.0%. Некоторые показатели, указывающие на асимметрию распределения рачков, могут свидетельствовать в пользу относительной несбалансированности этих систем «паразит – хозяин» в условиях Шекснинского плеса.

В данном случае, по нашему мнению, для оценки степени антропогенного влияния на водоем на экосистемном уровне целесообразнее использовать паразитов со сложным жизненным циклом. Например, можно рассмотреть паразитарные системы цестод семейства Ligulidae, первыми промежуточными хозяевами которых служат различные представители Copepoda, вторыми – карповые рыбы, а дефинитивными – рыбаобразные птицы. В условиях верхневолжских водохранилищ эти паразиты остаются одними из наиболее патогенных для карповых рыб гельминтов, но динамика численности их популяций с середины 1990-х гг. характеризуется значительными межгодовыми колебаниями. Так, в рассматриваемый период у *Abramis brama* Рыбинского водохранилища из-за относительно небольшой доли планктонных ракообразных в рационе питания встречаемость плероцеркоидов лигулид обычно не превышала 15.3 % (Тютин, Кияшко, 2005; Тютин и др., 2006; Извекова, Тютин, 2011). По нашим данным, в 2017 г. среднее значение содержания ртути в мускулатуре взрослых лещей-бентофагов зараженных плероцеркоидами *Ligula intestinalis* (L.) незначительно превышало показатели для незараженных особей (варьируя 0.057 до 0.154 мг/кг и от 0.025 до 0.131 мг/кг сырой массы, соответственно). В тканях плероцеркоидов *Ligula intestinalis* (L.), содержание ртути было значительно ниже и, в зависимости от возраста гельминта, варьировало в еще более широком диапазоне (0.001–0.043 мг/кг). В целом, эту систему паразит-хозяин (*Ligula intestinalis* – *Abramis brama*) можно считать относительно хорошо сбалансированной и относительно слабо отражающей краткосрочные изменения в экологическом статусе водоема.

В этом отношении интересна менее стабильная система в условиях Рыбинского водохранилища система *Ligula intestinalis* – чехонь (*Pelecus cultratus* L.). Ранее отмечали, что у чехони при заражении плероцеркоидами активность основных пищеварительных ферментов в кишечнике снижена на 42–48% (Извекова, Тютин, 2011), что в 1.5–2 раза больше, чем отклонения этих показателей у зараженных плероцеркоидами особей облигатного бентофага леща. Следует также отметить, что в начале XXI в. наблюдается устойчивый рост численности популяции чехони в Рыбинском водохранилище, что, по мнению ряда авторов, связано с улучшением условий нереста и формированием ряда урожайных поколений. Чехонь обычно ведет активный пелагический образ жизни, до размера 150 мм питается почти исключительно зоопланктоном и личинками Chironimidae, и только в половозрелом состоянии начинает пополнять рацион насекомыми и молодью рыб (Рыбы Рыбинского..., 2015). При проведении паразитологических исследований карповых рыб в 1995–2004 гг. случаев массового заражения чехони в водоеме не было отмечено, хотя плероцеркоиды лигулид регулярно присутствовали у леща, плотвы, густеры, уклей (Тютин, 2002; Тютин, Кияшко, 2005; Тютин и др., 2006). В 2005 г. в водоеме была отмечена вспышка

зараженности чехони (до 13.3% в среднем по водоему) с максимальными значениями встречаемости плероцеркоидов *Ligula intestinalis* у рыб из северной части водоема. В последующие годы доля зараженных особей *Pelecus cultratus* могла достигать 18.4–44.4% (Тютин, Извекова, 2011).

Таблица 1. Пример вариабельности содержания ртути в мышечной ткани чехони *Pelecus cultratus* из Рыбинского водохранилища (по данным 2009 г. и 2011 г.)

Выборка рыб	Показатели			
	п, экз.	Длина (L ₂), мм	Масса, г	Hg, мг/кг сырой массы
№ 1	10	<u>75.6 ± 2.4</u>	<u>2.1 ± 0.2</u>	<u>0.06 ± 0.01</u>
		61 – 84	1.2 – 2.6	0.03 – 0.10
№ 2	18	<u>202.3 ± 3.8</u>	<u>56.2 ± 3.7</u>	<u>0.10 ± 0.01</u>
		178 – 230	35.8 – 87.9	0.04– 0.20
№ 3 ^a	35	<u>186.5 ± 2.3</u>	<u>46.3 ± 11.5</u>	<u>0.13 ± 0.01</u>
		160 – 213	26.4 – 74.2	0.05– 0.25
№ 3 ^b	7	<u>187.6 ± 2.6</u>	<u>43.1 ± 2.9</u>	<u>0.09 ± 0.01</u>
		180 – 197	37.5 – 45.3	0.08– 0.11
Среднее	70	<u>174.9 ± 5.2</u>	<u>42.2 ± 2.4</u>	<u>0.11 ± 0.01</u>
		61 – 230	1.2 – 87.9	0.03– 0.25

Примечание: п – число исследованных рыб, экз.; L₂ – в числителе средняя длина тела у исследованных рыб и ошибка среднего ($m \pm SE$); в знаменателе – разбросы значений длины тела в размерной группе рыб (min – max, мм). Аналогично – для массы тела рыб и содержания ртути в мускулатуре

Таблица 2. Анализ содержания ртути у взрослых особей чехони (с длиной тела не менее 160 мм) из разных участков Рыбинского водохранилища (по данным 2009 г. и 2011 г.)

Участок водоема	Показатели				
	Заражённость рыб плероцеркоидами	п	Длина (L ₂), см	Масса, г	Hg, мг/кг сырой массы
Северный	Незаражённые	12	<u>190.4 ± 16.2</u>	<u>49.2 ± 4.1</u>	<u>0.12 ± 0.01</u>
			160 – 213	26.4 – 74.2	0.05 – 0.22
	Заражённые	2	<u>193.0</u>	<u>45.3</u>	<u>0.11</u>
	без разделения	14	<u>191.7±4.0</u>	<u>48.6±3.5</u>	<u>0.12±0.01</u>
			160 – 213	26.4 – 74.2	0.05 – 0.22
Южный	Незаражённые	23	<u>184.5 ± 2.5</u>	<u>44.8±2.0</u>	<u>0.14±0.01</u>
			165 – 210	30.7 – 44.9	0.06 – 0.25
	Заражённые	5	<u>185.4±6.9</u>	<u>42.2±1.3</u>	<u>0.09±0.01</u>
	без разделения	28	<u>184.7±2.1</u>	<u>44.3±1.7</u>	<u>0.13±0.01</u>
			165 – 210	30.7 – 68.3	0.06 – 0.25

К недостаткам использования чехони (как тестового объекта) при оценке экологического состояния европейских водоемов можно отнести относительно низкое (по литературным данным) содержание ртути в мышцах, которое может быть в полтора-два раза ниже, чем у типичных бентофагов: таких как ерш *Gymnocephalus cernua* (L.) и европейский окунь *Perca fluviatilis* L. (Subotic et al., 2015). Кроме того, в случае Рыбинского водохранилища следует более строго учитывать возраст рыб. При

выполнении предварительного анализа данных по этому водоему была выявлена значимая корреляция между содержанием ртути и массой тела рыб. Примером может служить табл. 1, где в выборку № 1 были объединены все молодые особи чехони с длиной тела менее 100 мм (основная точка отлова – «Средний Двор»). Для сравнения в выборку № 2 включены взрослые особи чехони из относительно близких точек тралений («Городок» и «Ягорба»). Различия между выборками № 1 и № 2 по содержанию ртути оказались статистически достоверными ($p < 0.05$). С учетом этого, для выявления возможного влияния плероцеркоидов *Ligula intestinalis* на накопление ртути выборку № 3^а составили из незаражённых, а № 3^б из заражённых плероцеркоидами взрослых особей чехони, которые по своим размерно-весовым характеристикам различались незначительно (длина тела около 200 мм, масса – около 45 г). Среднее значение содержания ртути у зараженных особей статистически достоверно ниже, по сравнению с незараженными ($p < 0.05$). Место отлова рыб в данном случае можно не принимать во внимание, т.к. при попытке группировать рыб (из выборок № 3^а и № 3^б) по территориальному принципу значимых между северным и южным участками Рыбинского водохранилища не выявлено (табл. 2).

Таким образом, можно выделить несколько наиболее важных, по нашему мнению, пунктов данного исследования. Помимо недостоверности варьирования содержания ртути в мускулатуре чехони в пределах акватории водоема, необычны значительные колебания этого показателя (от 0.03 до 0.10 мг/кг) у рыб младшей возрастной группы (сеголетки). Содержание ртути в мускулатуре взрослых особей чехони *Pelecus cultratus*, зараженных плероцеркоидами *Ligula intestinalis* (0.092 мг/кг сырой массы), оказалось статистически достоверно меньше, по сравнению с незараженными экземплярами (0.133 мг/кг), что не согласуется с нашими данными по лещу. При близких средних значениях содержание ртути в мускулатуре у взрослых лещей-бентофагов, зараженных плероцеркоидами, превышает показатели для незараженных особей (варьируя 0.057 до 0.154 мг/кг и от 0.025 до 0.131 мг/кг сырой массы, соответственно). В плероцеркоидах *L. intestinalis* содержание ртути не превышало 0.043 мг/кг и всегда было значительно ниже, чем в тканях рыб-хозяев из Рыбинского водохранилища.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственных тем АААА-А18-118012690100-5, АААА-А18-118012690123-4, АААА-А18-118012690106-7 с частичным финансированием за счет средств договора № 254. Авторы выражают благодарность ихтиологам ФГУП ИБВВ РАН – в.н.с. В.И. Кияшко и зав. лабораторией экологии рыб ИБВВ РАН д.б.н. Ю.В. Герасимову за помощь при сборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Извекова Г.И., Тютин А.В. Зараженность и особенности отношений паразит-хозяин в системе *Ligula intestinalis* – чехонь (*Pelecus cultratus*) в Рыбинском водохранилище // Поволжск. экологич. журн. 2011. № 2. С. 137-145.

Комов В.Т., Степанова И.К., Гремячих В.А. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей // В кн.: Актуальные проблемы водной токсикологии. 2004. Борок: ИБВВ РАН. С. 99-123.

Куперман Б.И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Паразитология. 1992. Т. 26, № 6. С. 479-482.

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология / ред. Ю.В. Герасимов; РАН, Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина. 2015. Ярославль: Филигрань. 418 с.

Тютин А.В., Кияшко В.И. Встречаемость цестод семейства Ligulidae у карповых рыб верхневолжских водохранилищ после вселения черноморско-каспийской тюльки // Проблемы цестодологии. 2005. Вып. 3. С. 267-276.

Тютин А.В., Кияшко В.И., Слынько Ю.В. Динамика роста зараженности карповых рыб волжских водохранилищ плероцеркоидами цестод семейства Ligulidae // В кн.: Проблемы устойчивого функционирования водных и

наземных экосистем. Материалы международной конференции. Ростов-на-Дону. 2006. С. 430-433.

Barus V., Simkova A., Prokes M., Penaz M., Vetesnik L. Heavy metals in two host-parasite systems: tapeworm vs. Fish // Acta Veterinaria Brno. 2012. 81(3): 313-317. DOI: 10.2754/avb201281030313

Frank S.N., Godehardt S., Nachev M., Trubiroha A., Kloas W., Sures B. Influence of the cestode *Ligula intestinalis* and the acanthocephalan *Polymorphus minutus* on levels of heat shock proteins (HSP70) and metallothioneins in their fish and crustacean intermediate hosts // Environmental Pollution. 2013. 180: 173-179. DOI:10.1016/j.envpol.2013.05.014

Komov V.T., Ivanova E.S., Gremyachikh V.A., Poddubnaya N.Y. Mercury Content in Organs and Tissues of Indigenous (*Vulpes vulpes* L.) and Invasive (*Nyctereutes procyonoides* Gray.) Species of Canids from Areas Near Cherepovets (North-Western Industrial Region, Russia) // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2016. 97(4): 480-485. DOI: 10.1007/s00128-016-1891-7

Komov V.T., Ivanova E.S., Poddubnaya N.Y., Gremyachikh V.A. Mercury in soil, earthworms and organs of voles *Myodes glareolus* and shrew *Sorex araneus* in the vicinity of an industrial complex in Northwest Russia (Cherepovets) // Environmental Monitoring and Assessment. 2017. 189(3): 480-485 DOI: 10.1007/s10661-017-5799-4

Kuperman B.I., Zharikova T.I., Zhokhov A.E., Tyutin A.V. The using of parasites for estimation of anthropogenous effect of fish population // Symposium on monitoring of water pollution: Abstracts of reports. March 21-24, 1994. Borok, Russia. P. 20.

Palikova M., Navratil S., Dvorakova A., Bedanova I., Mares J., Celechovska O. Mercury content in the parasite-host system of *Ligula intestinalis* and *Abramis brama* and the effect of the parasite on fish muscle composition // Acta Veterinaria Brno. 2014. 83(2): 89-93. DOI:10.2754/avb201483020089

Subotic S., Visnjic-Jeftic Z., Spasic S., Hegedis A., Krpo-Cetkovic J., Lenhardt M. Concentrations of 18 Elements in Muscle, Liver, Gills, and Gonads of Sichel (*Pelecus cultratus*), Ruffe (*Gymnocephalus cernua*), and European Perch (*Perca fluviatilis*) in the Danube River near Belgrade (Serbia) // Water Air and Soil Pollution. 2015. 226(9): 1-10. DOI:10.1007/s11270-015-2544-x

Sures B., Nachev M., Selbach C., Marcogliese D.J. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology' // Parasites and Vectors. 2017. 10(65): 1-19. DOI:10.1186/s13071-017-2001-3

Tyutin A.V. Prevalence dynamics of cestodes of the family Ligulidae in breams populations from the Upper and Middle Volga // Problems of Cestodology. Vol. 2. 2002. Pp. 232-242.

Д.М. УЛЬЯНОВА^{1,2}, Н.А. САБЛИНА¹, В.А. РОЗЕНЦВЕТ¹

¹ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

² Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

СИНТЕЗ «КАТИОННОГО» ПОЛИБУТАДИЕНА НА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Бутадиен – крупнотоннажный диеновый мономер, используемый в промышленности для производства различных эластомеров, пластиков, жидких каучуков и других полимерных материалов (Брагинский, 2003; Mark, 2005; Holden, 2004). В настоящее время для производства полимеров и сополимеров бутадиена применяют методы радикальной, анионной и ионно-координационной полимеризации (Mark, 2005; Holden, 2004). Процесс катионной полимеризации бутадиена изучен в меньшей степени, что связано с протеканием в ходе процесса полимеризации ряда неконтролируемых побочных реакций, которые приводят к образованию сшитого нерастворимого полимера (Розенцвет, 2011). Наличие нерастворимой фракции в «катионном» полибутадиене значительно ухудшает его эксплуатационные характеристики (Marvel, 1951). Следует отметить, что полибутадиен, синтезированный методом катионной полимеризацией, обладает рядом уникальных свойств и может быть использован в промышленности для производства лакокрасочных материалов, герметиков, пластификаторов (Розенцвет, 2011; Kita, 1976).

Цель данной работы – поиск высокоактивной каталитической системы для синтеза полностью растворимого «катионного» полибутадиена, а также исследование особенностей строения макромолекулярной цепи полученного полимера.

Установлено, что процесс полимеризации под действием $TiCl_4$ без добавок инициаторов протекает с низкой скоростью. При использовании известной каталитической системы $TiCl_4-CF_3COOH$ процесс полимеризации бутадиена носит нестационарный характер, а рост конверсии бутадиена замедляется при достижении степени превращения мономера на уровне 50 мас.%. Положительные результаты получены при замене CF_3COOH на *трет*-бутилхлорид. Увеличение содержания *трет*-бутилхлорида в системе позволяет увеличить скорость полимеризации и снизить продолжительность реакции до достижения полной конверсии мономера. Важно отметить, что полимеризация бутадиена при температуре 20°C под действием каталитической системы $TiCl_4 - (CH_3)_3CCl$ обеспечивает получение с высокими выходами полностью растворимый «катионный» полибутадиен независимо от соотношения компонентов в системе. Кроме того, использование данной каталитической системы делает возможным регулирование молекулярных характеристик полимера за счет варьирования температуры процесса и соотношения *трет*-бутилхлорида к $TiCl_4$.

Строение макромолекулярной цепи полученного полибутадиена изучено на основе анализа ^{13}C ЯМР-спектров. Установлено, что ненасыщенная часть полимерной цепи состоит на 81 мол.% из 1,4-*транс*-звеньев и на 19 мол.% из 1,2-звеньев. Макромолекулы полибутадиена содержат начальные *трет*-бутильные и концевые хлорсодержащие группы. С ростом конверсии мономера ненасыщенность полибутадиена, содержащего в макромолекулах начальные *трет*-бутильные и концевые хлорсодержащие звенья, увеличивается. Принимая во внимания эти факты, можно сделать вывод о протекании реакции передачи растущей цепи на двойную связь полибутадиена с последующим формированием разветвленных макромолекул. В результате протекания такой реакции образуются молекулы, несущие несколько начальных и концевых групп. Рост

значений функциональности макромолекул и снижение ненасыщенности синтезированного полибутадиена указывает на возрастание вероятности передачи растущей цепи на двойную связь полимера в процессе полимеризации.

Таким образом, разработана высокоэффективная каталитическая система для катионной полимеризации бутадиена, состоящая из тетрахлорида титана и *трет*-бутилхлорида, позволяющая с высокими выходами получать полимеры бутадиена. Синтезированный «катионный» полибутадиен характеризуется пониженной ненасыщенностью и преимущественно 1,4-*транс*-структурой ненасыщенной части полимерной цепи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-43-630945).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Holden G., Kricheldorf H.R., Quirk R.P. Thermoplastic Elastomers. Munich: Hanser Publishers, 2004. 718 p.

Kita R., Kimi A. Application of Liquid Diene Polymers to Electrodeposition Coating // *J. Coat. Technol.* 1976. Vol. 48, No. 616. Pp. 53-58.

Mark J.E., Erman B., Eirich F.R. Science and Technology of Rubber. London: Elsevier, 2005. 762 p.

Marvel C.S., Gilkey R., Morgan C.R., Noth J.F., Rands R.D., Young C.H. Cationic polymerization of butadiene and copolymerization of butadiene and styrene // *J. Polym. Sci.* 1951. Vol. 6, Is. 4. Pp. 483-502.

Брагинский О.Б. Мировая нефтехимическая промышленность. М.: Наука, 2003. 556 с.

Розенцвет В.А., Козлов В.Г., Монаков Ю.Б. Катионная полимеризация сопряженных диенов. М.: Наука, 2011, 238 с.

М.В. УМАНСКАЯ, М.Ю. ГОРБУНОВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО
ВОДНО-БОЛОТНОГО КОМПЛЕКСА СОЛОДОВКА
(ИСАКЛИНСКИЙ РАЙОН, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Водно-болотные угодья представляют собой участки местности с постоянной или сезонной влажностью, уровень грунтовых вод под которой способен в течение достаточно длительного времени высокую влажность почвы и формировать условия для развития гидрофитов. Подавляющее большинство ветландов в мире представляют собой аэробные пресно- или солоноводные экосистемы, однако в редких случаях возможно существование микроанаэробных или анаэробных ветландов.

В Сокской части Соко-Шешминского поднятия на поверхность выходят напорные источники вод с повышенным содержанием сероводорода, химический состав которых формируется в карбонатно-сульфатных породах казанского яруса и нижней Перми (Уникальные экосистемы..., 2001). В среднем течении р. Сургут (Иса克林ский р-н Самарской обл.) такие источники образуют ветланд Солодовка, который представляет собой систему небольших водотоков и водоемов, расположенных на заболоченном лугу (Голубая книга..., 2007; Краснова и др., 2008; Жариков и др., 2009). В основном ветланд питают анаэробные сульфидные источники, однако есть и родники, не содержащие сульфидов. Это, а также химическое и микробное окисление сульфидов в водотоках, приводит к высокой гетерогенности условий ветланда и делает его уникальным природным объектом, который обеспечивает и поддерживает одновременное существование аэробных и анаэробных организмов. Солодовка является памятником природы Самарской области, и изучение особенностей его экосистемы является актуальной и важной задачей. В настоящей работе представлена характеристика микробных сообществ ветланда Солодовка по результатам летних экспедиционных исследований в 2003, 2007 и 2015 гг.

Исследования планктонных, бентосных и прикрепленных микробных сообществ выполняли в четырех различных экотопах ветланда:

1. Анаэробные напорные источники: электропроводность 1900–2500 мкСм/см, температура воды 7–9°C, Eh = –120 – –140 мВ, содержание сульфидов 115–135 мг/л, содержание растворенного кислорода 0 мг/л;
2. Водотоки: электропроводность ~1800 мкСм/см, температура воды 9–18°C, Eh = –140 – –20 мВ, содержание сульфидов 3–113 мг/л, содержание растворенного кислорода 0 мг/л;
3. Анаэробный водоем: электропроводность 1910 мкСм/см, температура воды 12–22°C, Eh = –170 – –120 мВ, содержание сульфидов 48–113 мг/л, содержание растворенного кислорода 0 мг/л;
4. Микроаэробный водоем: электропроводность 1960 мкСм/см, температура воды 20–23°C, Eh = +160 – +190 мВ, содержание сульфидов 0,03 мг/л, содержание растворенного кислорода 0,3–1,0 мг/л.

Представители планктонных эукариотических микроорганизмов (инфузорий и водорослей) на всех исследованных участках ветланда были единичны (Ресурсы экосистем..., 2008; Быкова, Жариков, 2012; Быкова, 2013; Жариков и др., 2009).

В воде напорных источников численность бактериопланктона минимальна и составляет 0,01–0,08 млн кл/мл. Во всех источниках обнаружено небольшое количество тионовых бактерий – 10–100 кл/мл. Незначительное количество сульфатредуцирующих

бактерий (менее 100 кл/мл) было зарегистрировано только в одном источнике; еще в двух исследованных источниках эта группа бактерий отсутствовала. Пробы на бактериобентос непосредственно в источниках не отбирали. В анаэробных водотоках и водоемах численность бактериопланктона составляла 0,121–0,20 млн кл/мл. Тионовые бактерии (*Thiobacillus* spp., *Thiobacillus thioparus*) присутствовали на всей акватории, однако их численность варьировала в широких пределах (350–1400 кл/мл) в зависимости от конкретных условий. Только в водотоках были зарегистрированы сульфатредуцирующие бактерии (10–50 кл/мл). В микроаэробном водоеме численность бактериопланктона резко увеличивалась и достигала 4,4 млн кл/мл. В этих условиях был обнаружен единственный вид тионовых бактерий *Thiobacillus* sp. (250 кл/мл), а сульфатредуцирующие бактерии полностью отсутствовали. Иловые отложения на всей акватории ветланда были анаэробными и численность бактерий верхнего 5-ти сантиметрового слоя составляла 500–680 млн кл/мл сырого ила.

Наибольшее развитие и разнообразие в ветланде характерно для прикрепленных сообществ – микробных матов и обрастаний. При глубине воды более 2–5 см преобладают маты, которые могут иметь окраску от желто-коричневого и оливкового до синезеленого и черного цвета и часто покрыты неравномерным белесым налетом серы. У уреза воды вместо матов развиваются обрастания, окрашенные в цвета от чисто белого до ярко-розового. Такое разнообразие в первую очередь обусловлено значительными различиями условий среды (скорости течения, температуры, концентрации сульфидов и кислорода) на его различных участках.

В составе матов и обрастаний зарегистрированы следующие фототрофные бактерии:

- нитчатые цианобактерии отр. Oscillatoriales;
- нитчатые аноксигенные фототрофы (отр. Chloroflexales: *Oscillochloris trichoides* Gorlenko et Korotkov, 1979, *Chloroflexus* sp.);
- серные пурпурные бактерии (сем. Chromatiaceae: *Allochromatium warmingii* (Cohn 1875) Imhoff et al., 1998, *Chromatium okeni* (Ehr.) Perty 1852, *Thiospirillum jenense* (Ehr) Migula 1900, а также *Thiocapsa* spp.);
- толерантные к сульфидам виды несерных пурпурных бактерий (кл. Alphaproteobacteria);
- зеленые серные бактерии (сем. Chlorobiaceae), не определяемые до вида.

В чистые культуры были выделены только *Thiocapsa* sp., несерные пурпурные бактерии *Rhodopseudomonas palustris* (Molisch) van Niel 1944 и *Rhodomicrobium vannielii* Duchow and Douglas 1949, и содержащие бактериохлорофилл *c* *Chlorobium* sp. Остальные виды аноксигенных фототрофов, видимо, требуют для развития факторов роста, отсутствующих в стандартных средах и особых условий роста. Виды цианобактерий, доминирующие в матах, также не поддавались культивированию; аэробные накопительные культуры активно зарастали крупными *Oscillatoria* sp. и мелкими пеннатными диатомовыми.

В пигментном составе матов и обрастаний обнаружены хлорофилл *a*, бактериохлорофиллы *a* и *c*. В отдельных пробах встречаются дополнительные хлорофиллы *b* и *c*, а также бактериохлорофилл *d*. Бактериохлорофиллы *b* и *g* обнаружить не удалось, что указывает на отсутствие или очень низкое развитие синтезирующих их организмов (*Blastochloris* spp. и гелиобактерий, соответственно).

Среди хемоавтотрофных бактерий в обрастаниях развиваются и часто доминируют представители р. *Thiothrix* (Gammaproteobacteria). Они присутствуют и в матах, но в небольших количествах. Более мелкие одиночные фото-, хемоавтотрофные и гетеротрофные бактерии присутствуют в значительных численностях, но образуют лишь небольшую долю биомассы матов. Попытки их культивировать, за немногими исключениями, не удалась;

Ранее мы предложили классификацию морфологических типов прикрепленных сообществ сульфидных водоемов и водотоков бассейна р. Сок (Umanskaya, Gorbunov, 2013). В применении к ветланду Солодовка, эта схема выглядит следующим образом:

- 1) Слизистые маты с доминированием цианобактерий:
 - а) с участием диатомовых и единичными аноксигенными фототрофными бактериями;
 - б) с участием аноксигенных фототрофных бактерий в качестве субдоминантов;
- 2) Слизистые маты с доминированием аноксигенных фототрофных бактерий с участием некоторых видов нитчатых цианобактерий отр. *Oscillatoriales*;
- 3) Маты, инкрустированные серой с доминированием аноксигенных фототрофных (преимущественно, зеленых нитчатых) бактерий;
- 4) Инкрустированные серой пленки с участием колониальных пурпурных серных бактерий;
- 5) Обрастания с доминированием нитчатых серобактерий р. *Thiothrix* с участием аноксигенных фототрофных бактерий (преимущественно сем. *Chromatiaceae*);
- 6) Придонные скопления с доминированием пурпурных серных бактерий (без нитчатых бактерий).

Необходимо отметить, что состав и структура прикрепленных микробных сообществ ветланда Солодовка более или менее непрерывно изменяется по всей площади, и имеются многочисленные переходные формы между перечисленными группами.

Все обрастания, как с полным доминированием *Thiothrix*, так и с участием *Thiocapsa*, были сильно инкрустированы серой, и имели жесткую консистенцию. Сера входила и в состав матрикса большинства матов, в наибольшей степени – в проточных участках, прилегающих к сульфидным источникам. Здесь развивались преимущественно маты типа 3 с белесым от отложения серы поверхностным слоем и характерным белым сетчатым рисунком. В бассейнах с низкой проточностью они уступали место матам типа 2 и затем, 1б. Во всех этих типах, в толще матов в разных соотношениях развивались *Chloroflexales* и нитчатые цианобактерии; спорадически встречались, но не формировали отдельного слоя, крупные подвижные *Chromatiaceae*. Под матом, на границе с грунтом, был в той или иной степени выражен слой с доминированием зеленых серных бактерий (*Chlorobiaceae*), как известно, адаптированных к очень низкой освещенности. Видимо, это положение позволяет им избегать микроаэробных условий, создающихся в толще мата при фотосинтезе цианобактерий, и получать достаточно света, проникающего сквозь слой мата. Маты типа 1а были обнаружены только в микроаэробных местообитаниях – в одном из озеровидных расширений и на конечных участках водотоков. Из числа аноксигенных фототрофных бактерий в них встречались только аэротолерантные *Chloroflexaceae* и несерные пурпурные бактерии.

Представленные результаты, полученные классическими микроскопическими и культивационными методами, демонстрируют уникальность ветланда Солодовка, высокое разнообразие ее микробных сообществ, и значительную ценность как объекта для дальнейшего изучения. Как показывают исследования аналогичных природных комплексов, компоненты ее микробного сообщества, являются своего рода резерватом микробного разнообразия (Bryanskaya et al., 2006), и вполне возможно, могут иметь значительную ценность в области биотехнологий (Gounot, 1991; Glaring et al., 2015). Однако дальнейший прогресс в изучении этого уникального природного объекта возможен только с применением методов метагеномных и других современных методов исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Быкова С.В. Развитие миксотрофных инфузорий в водоемах нижней, средней Волги и Камы как отражение особых условий существования //

Изв. Самарск. НЦ РАН. 2013. Т. 15, № 3-7. С. 2224-2233.

Быкова С.В., Жариков В.В. Сравнительный анализ сообществ инфузорий (Ciliophora) высокоминерализованных водоемов двух тектонических поднятий Поволжья // Поволжск. экологич. журн. 2012. № 2. С. 142-156.

Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы / под ред. Г.С. Розенберга и С.В. Саксонова. Самара, СамНЦ РАН, 2007. 200 с.

Жариков В.В., Горбунов М.Ю., Быкова С.В., Уманская М.В., Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н., Шершьева Н.Г., Ротарь Ю.М. Протисты и бактерии озер Самарской области / под ред. В.В. Жарикова. Тольятти, 2009. 240 с.

Краснова Е.С., Уманская М.В., Горбунов М.Ю. Физико-химическая характеристика сульфидных озер и источников северо-востока Самарской области // Изв. Самарск. НЦ РАН. 2008. Т. 10, № 2. С. 488-498.

Ресурсы экосистем Волжского бассейна. Т. 2. Наземные экосистемы / Отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг и проф. С.В. Саксонов. Тольятти, 2008. 330 с.

Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья / под ред. А.Ф. Алимова, Н.М. Мингазовой. Казань, 2001. 254 с.

Bryanskaya A.V., Namsaraev Z. B., Kalashnikova O.M., Barkhutova D.D., Namsaraev B.B., Gorlenko V.M. Biogeochemical processes in the algal-bacterial mats of the Urinskii alkaline hot spring // Microbiology. 2006. Vol. 75, No. 5. Pp. 611-620.

Glaring M.A., Vester J.K., Lylloff J.E., Al-Soud, W.A., Sørensen S.J., Stougaard P. Microbial diversity in a permanently cold and alkaline environment in Greenland // PloS One. 2015. Vol. 10, No. 4. e0124863.

Gounot A.M. Bacterial life at low temperature: physiological aspects and biotechnological implications // J. Applied Bacteriol. 1991. Vol. 71, No. 5. Pp. 386-397.

Umanskaya M.V., Gorbunov M.Yu. Macro- and microscopic diversity of microbial mats in the cold sulfur springs (Samara area, Russia) // Natura Montenegro. 2013. Vol. 12, No. 3-4., Pp. 813-824.

М.А. УНКОВСКАЯ

Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник, пос. Садовый; Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР
ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА****ВВЕДЕНИЕ**

Донные отложения, представляющие собой сложную открытую физико-химическую систему, являются наиболее информативным объектом при геоэкологической оценке поверхностных вод. Они выступают в качестве природного сорбента, аккумулируя поступающие в водоем загрязняющие вещества, и в тоже время часто служат источником вторичного загрязнения. Изучая донные осадки, можно реконструировать историю развития озера, оценить интенсивность антропогенного воздействия и спрогнозировать развитие гидроэкосистемы.

Экологический мониторинг химического состава поверхностных вод Раифского участка Волжско-Камского заповедника осуществляется более 30 лет (Унковская и др, 2016), выявлен видовой состав фито-и зоопланктона. С 2016 г. начаты исследования донных отложений (Иванов и др, 2017; Шерышева, 2016).

Гидрологическая сеть участка представлена разнотипными озерами, связанных в единую систему малыми р.р. Сумка и Сер-Булак. Наиболее крупные водоёмы – проточные озера карстово-суффозионного происхождения (оз. Белое, Раифское, Ильинское) – находятся в долине р. Сумка. В бассейне р. Сер-Булак расположены проточные озера Линево и Карасиха. К системе двух рек относятся бессточные суффозионные озера (оз. Илантово Круглое, Моховое, Крутое, Шатуниха) и отдельная группа озер, расположенных в «окнах» торфяных болот (оз. Гнилое, Долгое). Площади озер составляют от 0,4 до 33 га, максимальные глубины – от 1,5 до 19,5 м.

Бассейн р. Сер-Булак практически полностью залесен, а водосборная площадь р. Сумка больше чем на половину занята сельскохозяйственными угодьями, где большое развитие получили эрозионные процессы, которые стали причиной деградации водоемов Раифы (Ермолаев, 2006). Взвешенные вещества, поступающие в озера при смыве почв, приводят к изменению морфометрических показателей и, в совокупности с другими химико-биологическими процессами, к заилению и изменению качества воды.

Анализ изменения морфометрических показателей озер заповедника и его охранный зоны показал, что наибольшее количество взвешенных частиц в период весеннего половодья принимает первое по течению реки Сумка оз. Белое. Для озер данной реки характерно минеральное заиление, вызванное бассейновой эрозией в верхнем течении водотока. Стратиграфические исследования донных отложений на оз. Раифское подтвердили современное влияние весеннего стока р. Сумка и особенности аллохтонного и автохтонного осадконакопления в водоеме. По оценке скорости осадконакопления в последующие сто лет прогнозируется сокращение средней глубины водоема не менее чем на 50 см и на участках профундали до 2 метров, при сохранении существующих темпов седиментации (Иванов и др., 2011). Кроме того, химический анализ показал постепенный рост содержания органических веществ в современных донных отложениях, по сравнению с более древними, а также значительное накопление в их составе биогенных элементов. Изменение морфометрических показателей оз. Линево связано в большей степени с заболачиванием, чем с заилением, что характерно и для бессточных водоемов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В летний период 2016 г. отбор проб донных отложений производился на системе постоянных мониторинговых станций в профундале и литорале озер Раифского участка заповедника и его охранной зоны. Для сравнительного исследования были выбраны проточные озера рр. Сумка и Сер-Булак (оз. Белое, оз. Раифское, оз. Линево и оз. Карасиха), бессточные – оз. Илантово, оз. Долгое.

Отбор образцов производился из поверхностных горизонтов (0-10 см) дночерпателем Петерсона по стандартным методикам (ГОСТ 17.1.5.01-80). Отобрано 19 поверхностных проб донных отложений. В проточных озерах были исследованы глубоководные точки и места впадения и выхода рек, в бессточных – профундаль и прибрежные зоны с макрофитами.

Анализы выполнены в лаборатории ИПЭН АН РТ по следующим методикам: водородный показатель – на рН-метре - 150 МИ согласно ГОСТ 26423-85; содержание органического вещества (ОВ) производилось методом определения изменения массы при прокаливании (ППП) (ГОСТ 26213-91); содержание валовых (кислоторастворимых) (РД 52.18.191-89) и подвижных (ацетатно-аммонийный буфер с рН=4.8) форм тяжелых металлов (ТМ) (Pb, Zn, Ni, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Fe) согласно РД 52.18.289-90. Конечное определение металлов в растворе выполнено атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Analyst-400». Для оценки уровня содержания металлов в составе донных отложений озер проводили сравнение с региональными фоновыми концентрациями (Иванов, 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание ТМ в донных отложениях – один из наиболее объективных и надёжных показателей загрязнения водоёма. Концентрации ТМ изменялись в широком диапазоне (табл.). Вариабельность содержания подвижных форм тяжелых металлов в донных отложениях схожа с их валовыми концентрациями. Большой масштаб варьирования имеют такие элементы как: кобальт, медь, никель, цинк, хром и марганец. Наименьшим разбросом значений отличаются кадмий, железо и свинец. Концентрация элементов варьирует в зависимости от типов грунтов, наличия органического вещества и физико-химических свойств отложений.

По отношению к региональному фону валовое содержание ТМ в донных отложениях варьирует от 1,1 до 5,3, в среднем составляя 1,5. Данные величины обусловлены природными вариациями состава и свойств отложений и могут не оцениваться как наличие загрязнения. Так, например, относительное накопление отдельных металлов (Pb, Cu, Zn) в донных отложениях профундали оз. Линево и Карасиха обусловлено биогенным фактором. Отдельно следует выделить кадмий, валовое содержание и концентрации подвижных форм которого превышают региональный геохимический фон во всех исследуемых озерах. В данном случае необходимо провести более детальные геохимические исследования и проверить его антропогенный генезис. В отложениях глубоководной зоны всех исследуемых озер, сложенной тонкодисперсными илами, фиксировались участки дна с накоплением ТМ. Контрастная геохимическая аномалия по ряду металлов зафиксирована также на прибрежной станции на оз. Раифское.

Среднее содержание подвижных форм ТМ в донных отложениях озер превышает также региональные фоновые показатели, что может быть связано с кислой реакцией среды осадков, при которой большинство исследованных металлов активно вовлекается в миграционные потоки. Значение *pH* в донных отложениях озер Раифского участка заповедника изменяются от кислых до нейтральных. Нейтральная реакция среды водных грунтов (6,62–7,66) характерна для проточных озер в долине р. Сумка, кислая (3,33–5,77) для озер, подверженных заболачиванию, как проточных (оз. Линево),

так и бессточных (оз. Илантово). Среднее значение для озер заповедника составило 6 ед. рН.

Таблица. Вариационно-статистические показатели содержания валовых и подвижных форм ТМ в донных отложениях озер, мг/кг

Показатели*	Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	Fe
Валовое содержание									
М	0.7	11.7	7.3	22.3	27.6	52.0	15.9	472.2	14950.4
Me	0.5	11.3	8.3	18.5	28.6	50.4	11.9	389.7	16554.0
Min	0.2	1.8	1.3	2.2	4.1	6.0	2.2	96.0	2401.2
Max	2.2	26.0	11.0	87.8	48.7	107.1	34.1	1157.8	32606.9
σ	0.3	4.8	3.2	13.2	12.3	17.2	8.7	250.9	7075.7
Фон	0.41	14.7	7.9	23.2	35.6	61.5	23.9	393.3	20900
Подвижные формы									
М	0.22	2.9	1.2	1.3	2.8	16.3	0.55	157.1	319.1
Me	0.16	2.9	0.5	1.1	2.0	10.5	0.52	149.6	324.72
Min	0.06	0.5	0.07	0.3	0.03	1.2	0.05	20.4	84.0
Max	0.56	6.0	5.2	4.4	13.3	65.9	1.36	444.2	723.6
σ	0.12	1.3	1.1	0.7	1.9	12.6	0.28	96.8	113.5
Фон	0.05	1.5	0.5	0.7	1.5	6.7	1.0	140	200

Примечание: *М-среднее арифметическое; Me-медиана; Min, Max-минимальное и максимальное значение; σ-среднее квадратическое отклонение

Распределение органического вещества в донных отложениях зависит от морфометрических показателей озер и типов грунта. Минимальные показатели ОВ фиксировались в местах впадения рек в озера (оз. Раифское – впадение р. Сумка, оз. Карасиха – впадение р. Сер-Булак), где донные отложения представлены песками. Достаточное высокое содержание ОВ было отмечено в профундали оз. Карасиха, что связано с осаждением большого количества высшей водной растительности и поступлением болотных вод с р. Сер-Булак. Максимальные показатели отмечаются в заболачивающихся озерах как проточных, так и бессточных (оз. Линево, Илантово, Долгое).

От уровня содержания ОВ в грунтах напрямую зависит подвижность (доля от валового содержания) металлов в донных отложениях. Геохимический ряд металлов по убыванию подвижности (%) в составе отложений выглядит следующим образом: Mn (39) – Cd (33) – Zn (27) – Pb (25) – Co (15) – Ni (8) – Cu (7) – Cr (5) – Fe (3). Кадмий, кобальт, никель, цинк и марганец более подвижны в глинистых илах. Свинец и медь проявляют бóльшую относительную подвижность в песчаных осадках в сравнении с илами и органическими отложениями. Хром в одинаковой степени подвижен в песчаных и илистых отложениях, но ввиду слабого сродства с органическим веществом обнаруживает очень низкую миграционную активность в торфянистых отложениях. В отношении железа можно наблюдать примерно равные значения относительной подвижности во всех типах отложений, не превышающую 2% от валового содержания металла.

Частные особенности распределения ТМ в донных отложениях в зависимости от гидрологических особенностей водосбора и физико-химических свойств грунтов

требует более детального изучения для оценки экологического состояния заповедных озёр.

Автор выражает благодарность д.х.н. В.З. Латыповой, к.б.н. Д.В. Иванову, В.В. Маланину и другим сотрудникам лаборатории Института проблем экологии и недропользования АН РТ за помощь в обработке и анализе проб, за ценные советы и замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ермолаев О.П. Оценка интенсивности экзодинамических процессов в бассейне Раифского участка Волжско-Камского заповедника (на примере склоновой эрозии) // Особенности функционирования особо охраняемых природных территорий, расположенных в густонаселенных районах. Казань, 2006. С. 51-60.

Иванов Д.В., Зиганин И.И., Осмелкин Е.В. Оценка скорости осадконакопления в озерах Казани и Приказанья // Георесурсы. 2011. № 2. С. 46-48.

Иванов Д.В. Региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ в системе мониторинга окружающей среды в Республике Татарстан // Мониторинг состояния и загрязнения

окружающей среды. Основные результаты и пути развития. Тез. докл. Всеросс. науч. конф.. М., 2017. С. 538-539.

Унковская Е.Н., Тарасов О.Ю. Гидрохимический режим водоёмов и водотоков Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны // Тр. Волжско-Камск. гос. природного биосферного заповедника. Казань, 2016. Вып. 7. С. 9-40.

Шершьева Н.Г. Типы, гранулометрический состав и водно-физические свойства донных отложений водоемов Волжско-Камского заповедника // Тр. Волжско-Камск. гос. природного биосферного заповедника. Казань, 2016. Вып. 7. С. 41-55.

В.В. ХУСНУТДИНОВА

Казанский (Приволжский) федеральный университет; ООО «ЭкоЛидер», г. Казань, Россия

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА СРЕДНИХ МНОГОЛЕТНИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ВОДОТОКОВ ЗА БЕЗЛЕДНЫЙ ПЕРИОД (НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА Р. ВЯТКИ)

Одной из практически важных задач учета, охраны и использования водных ресурсов является определение береговых линий (границ) водных объектов в соответствии с требованиями современного российского водного законодательства. По этим требованиям границей всех водных объектов суши естественного (рек, ручьев, озёр) и некоторых водных объектов искусственного (каналы, обводненные карьеры) происхождения считается береговая линия при среднем многолетнем уровне воды за период, когда водный объект не покрыт льдом (Водный кодекс..., 2006, ст. 5). Нормативно-правовой основой установления границ водных объектов служит Постановление Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2016 г. №377 «Об утверждении правил определения местоположения береговой линии...». Согласно этому постановлению под определением местоположения береговой линии (границы) всего поверхностного водного объекта или его части, понимается либо её установление, либо её уточнение. Установление, проводимое не реже одного раза в 25 лет, выполняется в случаях изменения существовавшей береговой линии в результате процессов природного (в т.ч. стихийного) или антропогенного характера, а также для установления границ водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы соответствующего водного объекта. Уточнение осуществляется в случаях распоряжения водным объектом или его частью, а также при условии необходимости повышения точности ранее установленного местоположения береговой линии. К перечню задач, решение которых требует определения местоположения границ водных объектов, можно добавить инвентаризацию водных объектов (включая ведение Государственного водного кадастра), постановку земель водного фонда на учет в Единый государственный кадастр недвижимости, реализацию различных природоохранных мероприятий, оценку ресурсного потенциала территорий, разрешение имущественных споров и проч.

Основную сложность представляет определение границ водных объектов суши по среднему многолетнему уровню воды за период, когда водный объект не покрыт льдом (синонимами этого временного отрезка года служат «безледный период» или «период открытого русла»). Дело в том, что этот уровень заранее неизвестен: на топографических картах подписывается лишь средний уровень летне-осенней межени за многолетний период, а в гидрологических справочниках такой уровень не приводится, т.к. не считается характерным. В самом Водном кодексе (2006) порядок определения границ водных объектов не регламентируется. В Постановлении Правительства процедура определения границ водных объектов, как уже отмечалось выше, проводится в два этапа: путем установления или путем уточнения. В первом случае речь идет о водных объектах, для которых границы ранее не определялись; сами границы могут быть определены картометрическим способом (иными словами, проведенная на топографических картах береговая линия принимается за границу водного объекта). Во втором случае установленные таким образом границы водных объектов могут быть уточнены на основе вычисления среднего многолетнего уровня воды за безледный период, но опять же без указания конкретных механизмов уточнения. Наиболее полные методические рекомендации по этой проблеме содержатся в изданиях Государственного гидрологического института (ГГИ) 2005 и 2009 гг., однако и они не могут считаться универсальными.

универсальными. Так, для гидрологически изученных участков водотоков (т.е. на участках, в пределах которых ведутся долгосрочные режимные наблюдения) искомый уровень может быть определен из материалов наблюдений и перенесен на соседние участки (вверх и вниз по течению) при условии постоянства гидроморфологических и гидродинамических условий. На неизученных участках по результатам гидрологических и геодезических изысканий устанавливается кривая связи расхода Q от уровня воды H , по которой при вычисленной по рекам-аналогам величине расхода воды за безледный период определяется соответствующий ему уровень. Полученная таким образом отметка также может быть экстраполирована на выше- и нижележащие участки водотоков. Сведения об определении искомого уровня водоемов (озер и обводненных карьеров) в упомянутых рекомендациях ГГИ отсутствуют. Наконец, перспективным представляется подход к определению среднего многолетнего уровня по разновременным космическим снимкам за многолетний период; в настоящее время такой подход в основном используется при изучении зон затопления (Пьянков, Шихов, 2014), но может быть с успехом реализован для решения задач по установлению границ водных объектов.

Цель предлагаемого исследования заключается в разработке гидролого-статистической модели, позволяющей прогнозировать средний многолетний уровень воды за безледный период водотоков или их участков, неизученных в гидрологическом отношении. Прогнозируемым параметром выступает величина ΔH : превышение искомого среднего многолетнего уровня за безледный период $H_{\delta/l}$ над средним многолетним уровнем летне-осенней межени H_m , при котором на топографических картах и планах зафиксированы очертания водных объектов (Условные знаки..., 1977, 1989):

$$\Delta H = H_{\delta/l} - H_m. \quad [1]$$

Исходя из гидрологической сущности явления, величина ΔH , осредненная за многолетний период, является всегда величиной положительной, поскольку период свободного ото льда русла включает в себя помимо летне-осенней межени, такие многоводные фазы водного режима, как половодье и паводки. Лишь в отдельные годы на фоне низкого половодья и высокой межени, а также на некоторых малых водотоках значения ΔH могут быть нулевыми или даже отрицательными, но близкими к нулю. В последующем при известных величинах ΔH и H_m (последние берутся с топографических карт крупного масштаба) могут быть рассчитаны $H_{\delta/l}$, по которым осуществляется картирование границ водного объекта по горизонталям и высотным отметкам береговой зоны.

Предварительные исследования показывают, что превышения средних многолетних уровней воды за период открытого русла определяются влиянием двух в значительной степени независимых друг от друга групп факторов: а) величины расхода воды Q и факторов формирования водного стока (длины L и площади A водосбора, средней высоты H и среднего уклона I_c его поверхности, озерности A_o , залесенности A_l и заболоченности A_b речного бассейна) и б) факторов прохождения стока на отдельных участках русла (таких как уклон водной поверхности I , ширина B и глубина h русла, гидравлический радиус R и смоченный периметр P , коэффициент шероховатости грунтов n , средняя высота береговых уступов h_b и др.).

Построение гидролого-статистической модели рекомендуется проводить для ограниченных территорий, внутри которых существуют однородные географические условия формирования и прохождения стока. Такими территориями могут, например, служить несколько соседних водохозяйственных участков внутри одного речного подбассейна по схеме гидрографического и водохозяйственного районирования Российской Федерации (Водный кодекс, 2006; ст. 32). Исходные значения ΔH , $H_{\delta/l}$, H_m и Q берутся из опубликованных материалов долгосрочных режимных наблюдений на гидрологических постах наблюдательной сети Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, значения прочих предикторов (факторов) модели –

из гидрологических справочников, топографических карт масштаба 1:50 000 – 1:100 000 или крупнее и детальными космическими снимков.

В предлагаемом исследовании построение гидролого-статистической модели производилось для бассейна р. Вятки. К исследованию были привлечены 17 постов, расположенных непосредственно на р. Вятке или на ее притоках разного порядка. Основные сведения о постах приведены в таблице 1. На выбор постов накладывалось лишь одно ограничение: доступная для обработки продолжительность наблюдений N за уровнями воды, ледовой обстановкой и расходами воды должна составлять не менее 45–50 лет для обеспечения статистической надежности получаемых результатов. За безледный период принимались все дни календарного года, во время которых отсутствовали ледовые явления. Сведения о датах наступления и окончания безледного периода в отдельные годы, а также среднесуточные уровни воды за период 1936–1985 гг. взяты из гидрологических справочников (Гидрологический ежегодник, 1948–1987), а за период 2001–2018 гг. – с интернет-портала Центра регистра и кадастра гидротехнических сооружений... (2019). Средний уровень воды за летне-осеннюю межень получен путем срезки половодных и паводочных уровней на графиках внутригодового хода уровней. Все значения уровней даны в сантиметрах над нулем поста. Расход воды задан в форме среднегодового расхода за многолетний период. Методически более верным было бы использование величины расхода за безледный период; однако, во-первых, ее получение сопряжено с необходимостью проведения дополнительных изысканий, а, во-вторых, между средними расходами воды за год и за период открытого русла устанавливается очень тесная, почти функциональная, связь. Значения длин водотоков и площадей водосборов заимствованы из гидрологических справочников, значения прочих параметров вычислены по топографическим картам или космическим снимкам.

Таблица 1. Основные сведения о гидрологических постах в бассейне р. Вятки

№ п/п	Река – пост	N, лет	Средний уровень, см		ΔH , см	L, км	A, км ²	Q , м ³ /с
			$H_{б/л}$	H_m				
1	Вятка – с. Красноглинье	48	125	117	8	102	2 320	22,7
2	Вятка – д. Усатьевская	57	268	228	41	404	16 500	142
3	Вятка – г. Киров	63	30	-23	53	622	48 300	373
4	Вятка – г. Котельнич	64	122	59	64	780	72 000	567
5	Вятка – пгт Аркуль	57	187	116	71	1 036	96 900	671
6	Вятка – г. Вятские Поляны	63	207	118	89	1 214	124 000	851
7	Летка – с. Казань	50	230	200	29	215	2 870	22,3
8	Чепца – с. Полом	51	212	194	18	111	5 930	35,3
9	Чепца – г. Глазов	62	71	56	15	217	9 750	62,3
10	Чепца – д. Целоусы	48	185	153	31	417	18 900	122
11	Быстрица – д. Шипицино	51	143	135	8	129	3 540	22,1
12	Молома – д. Пермская	64	116	82	34	223	6 070	47,4
13	Молома – д. Спасское	63	197	170	27	347	10 600	80,0
14	Кильмезь – д. Вичмарь	53	356	329	27	216	16 400	84,6
15	Лумпун – д. Шмыки	51	601	592	9	99	1 210	7,47
16	Вала – с. Вавож	51	75	48	26	119	4 770	20,0
17	Лобань – с. Рыбная Ватага	51	284	269	15	113	2 300	14,0

Примечание: Расшифровка латинских обозначений в шапке таблицы дана по тексту

Корреляционный анализ показал, что между величиной ΔH и отдельными контролирующими ее факторами устанавливаются очень неравноценные статистические связи (табл. 2). Наилучшим образом величина ΔH связана с крупностью водотока, оценивае-

мой через длину L , площадь водосбора A , среднегодовой расход воды Q и ширину речного русла B . Также хорошая корреляционная зависимость обнаружена между озерностью A_o , глубиной русла h , уклоном водной поверхности I и заболоченностью A_b . Статистически надёжные корреляционные зависимости не обнаружены для факторов рельефа (средней высоты H и уклона I_c поверхности водосбора) и залесенности A_d . Это обстоятельство связано с крайне низкой изменчивостью последних трех факторов (коэффициент вариации C_v не превышает 0,25) – все анализируемые бассейны заложены в однородных орографических условиях и отличаются высокой степенью развития лесов.

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа между величиной ΔH и контролирующими ее факторами

Фактор	Коэффициент корреляции	Характеристика корреляционной связи			Коэффициент вариации фактора C_v
		теснота	характер	направление	
L	$r = 0,963$	тесная	близка к линейной	прямое	0,964
A	$r = 0,934$	тесная	близка к линейной	прямое	1,582
Q	$r = 0,948$	тесная	близка к линейной	прямое	1,602
H	$r = 0,192$	отсутствует			0,139
I_c	$r = -0,253$	слабая	близка к линейной	обратное	0,138
A_o	$r = 0,771$	тесная	близка к линейной	прямая	1,329
A_d	$\eta = 0,241$	отсутствует			0,243
A_b	$\eta = 0,506$	средняя	экспоненциальная	прямое	0,866
I	$\eta = 0,521$	средняя	логарифмическая	обратное	0,471
B	$r = 0,914$	тесная	близка к линейной	прямое	1,040
h	$r = 0,728$	средняя	близка к линейной	прямое	0,491
F	$r = 0,870$	тесная	близка к линейной	прямое	1,420
QI	$r = 0,881$	тесная	близка к линейной	прямое	1,433

Примечание: Расшифровка латинских обозначений в графе «Факторы» дана по тексту. r – коэффициент прямолинейной корреляции, η – корреляционное отношение (коэффициент криволинейной корреляции)

Гидролого-статистическая модель, задаваемая в виде прогностического уравнения, сконструирована с учётом 4 факторов, для которых коэффициент корреляции больше или равен 0,75, а коэффициент вариации не меньше 0,25: площади водосбора A , произведения QI , озерности A_o и площади живого сечения F , которое может быть вычислено как произведение ширины потока B на его среднюю глубину h :

$$\Delta H = H_{\sigma/l} - H_m = k_1 A^\alpha (QI)^\beta A_o^\gamma F^\delta + k_2, \quad [2]$$

где $k_1, k_2, \alpha \dots \delta$ – коэффициенты уравнения, устанавливаемые эмпирически. Выбор степенного уравнения обусловлен с одной стороны его высокой универсальностью, а с другой стороны – тем, что большинство гидрологических связей подчиняются степенным зависимостям. Длина водотока L из последующих расчётов исключена, поскольку она скоррелирована с площадью водосбора A . Коэффициент QI широко используется в практике гидрологических исследований для характеристики формы речного русла и оценки его емкости (пропускной способности). Решение по методу наименьших квадратов позволило получить следующее уравнение:

$$\Delta H = 4,6641 \left(\frac{A}{1000} \right)^{0,5642} (QI)^{0,0224} + 7,6618. \quad [3]$$

Показатели степени при переменных A_o и F оказались меньше 0,001, поэтому вклад этих факторов в величину ΔH очень мал. Размерность переменных в уравнении [3] та же, что в таблице 1. Анализ структуры уравнения, а также величины и знака входящих в него показателей степени свидетельствует о существовании прямой зависимости между величиной ΔH с одной стороны и значениями A и QI с другой стороны. При

этом удельный вклад первого фактора (площади водосбора A) значительно выше вклада второго фактора (QI), что в первом приближении можно рассматривать как преобладание факторов формирования стока над факторами условий его прохождения в речном русле.

Средняя ошибка прогноза превышения среднего многолетнего уровня воды за период открытого русла $H_{\delta/l}$ над средним многолетним уровнем воды за летне-осеннюю межень H_m (ΔH) составляет 5,4 см с доверительным интервалом $\pm 2,2$ см на 95%-ном пороге вероятности безошибочного прогноза. Наименьшие отклонения (без учета знака) фактических значений ΔH от расчетных (прогнозируемых) не превышают 1 см; при этом наибольшие отклонения достигают 10–13 см, что составляет менее 10% от годовой амплитуды колебаний уровней воды на гидрологических постах.

Границы применимости уравнения [3] в первую очередь определяются территориальной принадлежностью бассейну р. Вятка, по которому было получено само уравнение. Для водотоков других территорий необходимо построение новых моделей, в структуру которых, возможно, будет входить иной набор предикторов. Кроме того, учитывая специфику исходных данных, модель справедлива для водотоков, площадь водосбора которых составляет 1 тыс. км² и более, залесенность – от 40–50% и более, а озерность и заболоченность не превышают 0,1–0,2% и 5% соответственно.

Практическая ценность уравнения заключается в том, что для произвольной точки или отрезка водотока можно вычислить средний многолетний уровень воды за период открытого русла, по которому в дальнейшем по крупномасштабным картографическим изображениям производится определение границы водного объекта, даже при условии отсутствия гидрометрических наблюдений. Для этого достаточно по топографическим картам для искомой точки или отрезка реки определить площадь водосбора и уклон водной поверхности, а по картам нормы годового стока, опубликованным, например, в обобщающих монографиях (Основные..., 2015; Ресурсы, 1973) – величину среднего многолетнего расхода воды за год Q .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (действующая редакция от 03.08.2018), 2006.

Гидрологический ежегодник. Т. 4. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Вып. 5-7. 1937–1980 гг. наблюдений. Л.-Свердловск, 1948–1982. Т. 1. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Вып. 25. 1981–1985 гг. наблюдений. Свердловск, 1983–1987.

Основные гидрологические характеристики рек бассейна Камы: научно-прикладной справочник / Под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны, 2015. 373 с.

Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений / Гос. учреждение «Государственный гидрологический институт». СПб., 2005. 103 с.

Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при

отсутствии данных гидрометрических наблюдений / Гос. учреждение «Государственный гидрологический институт». СПб., 2009. 193 с.

Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь, 2014. 296 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 11: Средний Урал и Приуралье. Вып. 1: Кама. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 848 с.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. М.: Недра, 1989. 286 с.

Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10 000. М.: Недра, 1977. 143 с.

Центр регистра и кадастра гидротехнических сооружений Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт, 2019. URL-адрес: <http://www.waterinfo.ru> (дата обращения 02.02.2019).

Е.А. ЧЕКМАРЕВА

Иваньковская НИС – филиал Института водных проблем РАН, г. Конаково, Россия

**ДОСТУПНОСТЬ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ЦФО
ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Рекреационно-доступные водоемы и водотоки – водные объекты, к которым можно добраться без существенных препятствий, имеется свободный доступ к береговой полосе и акватории, гидрологический режим, гидрохимическое, микробиологическое, тепловое состояние водных объектов не влекут за собой угрозы здоровью человека при их эксплуатации (Чекмарева, 2018).

Проблема рекреационной доступности водоемов и водотоков Центрального федерального округа (ЦФО) связана с большим потоком отдыхающих, который сосредоточен на локальных участках. ЦФО с площадью 650.2 тыс. км² (3.8% площади РФ) вмещает 39.3 млн. человек (26.8% населения РФ), (Численность населения..., 2018). Обеспеченность ЦФО водными ресурсами невысока – 328.2 км³/год (Государственный доклад..., 2017). Распределение водных ресурсов по территории ЦФО представлено на рис. 1.

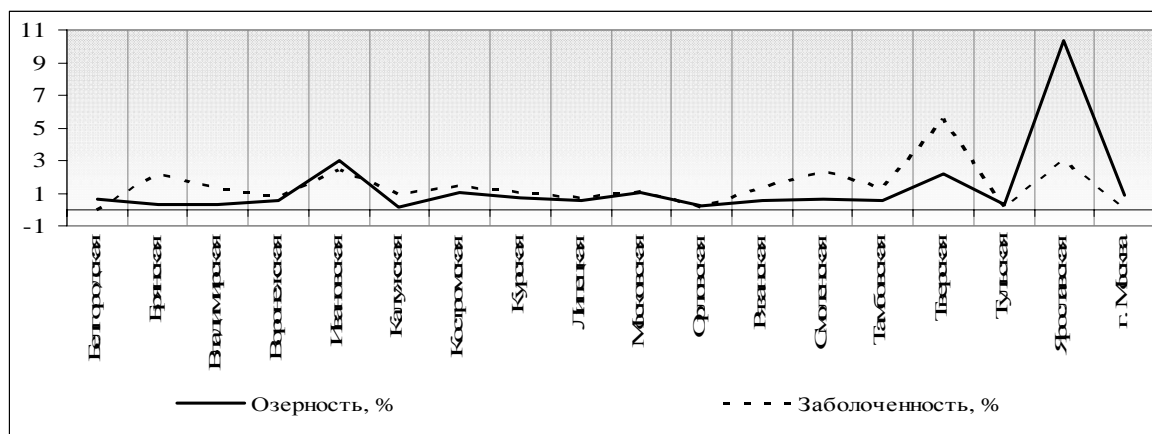


Рис. 1. Распределение водных ресурсов по территории ЦФО
(по: Научно-популярная..., 2019)

Использование акватории водных объектов и береговой полосы общего пользования для рекреационного водопользования затруднено. В основном, это связано с качеством воды в водоеме, доступом к береговой полосе и акватории.

Цель: исследовать состав воды водных объектов ЦФО по химическим и микробиологическим показателям, оценить рекреационную нагрузку на водный объект и доступность объекта для рекреационного водопользования.

Объектами первого года исследования были водоемы и водотоки Московской и Тверской области, г. Москвы: Ивановское, Икшинское, Истринское, Клязьминское, Озернинское, Пестовское, Пяловское, Рузское, Угличское водохранилища; реки Волга Клязьма, Москва, Озерна, Орша, Сестра, Сережа; озера Белое, Бисерово, Сенеж, Школьное, Черное, Чистое; пруды Большой городской, Воробьевский, Нижний Царицынский, Тропаревский; обводненные карьеры Земснаряд ЛГОК, Константиновский. Точки наблюдения за водными объектами выбраны в местах интенсивного рекреационного водопользования (организованные и неорганизованные пляжи, комплексы отдыха).

Отбор проб воды на химический (рН, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества, HCO_3 , Ca, Mg, SO_4 , Cl, Na и K, Fe, Si, соединения N и P, БПК₅, ХПК, ПО, цветность, содержание растворенного кислорода, нефтепродукты, тяжелые металлы) и микробиологический (ОКБ, ТКБ, колифаги, возбудители кишечных инфекций) анализ проводили летом 2018 года, с поверхности водных объектов, вблизи пляжных зон.

Анализы воды выполняли в аттестованных лабораториях: Ивановской НИС - филиала ФГБУН ИВП РАН (г. Конаково Тверской области) и филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» (г. Клин Московской области).

Воды исследуемых водоемов имеют гидрокарбонатный состав, малой и средней минерализации (0.1–0.4 г/дм³), за исключением р. Клязьмы и Нижнего Царицынского пруда (0.6 г/дм³), (Алекин, 1948). Воды слабощелочные (рН – 7.7–8.5 ед. рН) в водохранилищах, реках и некоторых озерах, щелочные (рН – 8.5–9.7 ед. рН) в озерах Белое, Бисерово и Большом городском, Воробьевском прудах. По показателю мутности наиболее низкие показатели в реках (0.99–7.6 мг/дм³), в водохранилищах и озерах мутность изменяется в диапазоне от 0.35 до 17.8 мг/дм³, а в искусственных водоемах достигает максимума – 34.4 мг/дм³.

Диапазоны концентраций главных ионов, биогенных элементов представлены в таблице.

Таблица. Диапазоны концентраций главных ионов, нитратов и фосфатов по видам водных объектов, мг/дм³

Вид вод. объекта	HCO_3	SO_4	Cl	Na+K	NO_3	PO_4
Водохранилище	134-238	5.6-19.3	5.7-20	5.5-25.3	0.23-0.85	0.010-0.707
Река	128-348	7.2-41.2	4.6-47	0-41.5	0.33-5.0	0.016-0.957
Озеро	73-177	0.14-2.7	3.4-58.1	5.8-29.5	0.11-2.7	0.014-0.053
Иск. водоем	55-220	10.6-179.8	11.6-99	14.3-76.5	0.13-2.3	0.011-0.037

Концентрации синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) изменяются в диапазоне от 0.003 до 0.061 мг/дм³. Нефтепродукты имеют высокие концентрации свыше ПДК_в – 0.3 мг/дм³ (СанПиН 2.1.5.980-00, 2000) в Клязьминском (д. Капустино Московской области) и Пяловском (д. Юрьево Московской области) водохранилищах; в р. Москва (г. Можайск; г. Химки) – 0.27 и 0.29 мг/дм³, а в Нижнем Царицынском пруду – 0.25 мг/дм³.

Высокие показатели БПК₅ наблюдаются в прудах (3.8-7.8 мг/дм³), гораздо ниже эти показатели в обводненных карьерах (1.3–1.6 мг/дм³). Самые низкие концентрации БПК₅ – в оз. Чистом (1 мгО/дм³) и оз. Сенеж, пляж Веретьевский (1.6 мгО/дм³). В водохранилищах среднее значение БПК₅ – 3.4 мгО/дм³, а в реках – 2.4 мгО/дм³.

Показатель ХПК изменяется в пределах от 4.2 до 54.4 мгО/дм³. Значения свыше 30 мгО/дм³ (СанПиН 2.1.5.980-00, 2000) встречаются в озерах и искусственных водоемах (оз. Бисерово, мкр. Купавна; Нижнем Царицынском пруду, г. Москва, район Царицыно).

Концентрации тяжелых металлов в водоемах и водотоках изменяются следующим образом: цинк – $21.5-70.8 \cdot 10^{-3}$, свинец – $0-18.2 \cdot 10^{-3}$, медь – $3.6-19.4 \cdot 10^{-3}$, хром – $2.2-28.7 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³.

Микробиологический анализ выявил несоответствие нормативам РФ (СанПиН 2.1.5.980-00, 2000) по ОКБ и ТКБ в 6 пробах воды: р. Москва/г. Москва, р. Москва/г. Химки, р. Клязьма/район аэропорта Шереметьево, Большой городской

пруд/г. Зеленоград, Пяловское водохранилище/Юрьевский залив, Иваньковское водохранилище/Мошковичский залив.

Для оценки рекреационной нагрузки мы считали площадь береговой зоны с учетом, что ширина береговой полосы водоемов общего пользования составляет 20 м (Водный Кодекс, 2006). Под рекреационной нагрузкой, в данном случае, мы понимаем количество человек, которое отдыхает или может отдыхать в береговой зоне водохранилища.

В качестве примера рассмотрим Иваньковское водохранилище, береговая полоса которого – 520 км, тогда площадь общедоступной береговой зоны составит 10.4 тыс. км². По стандартам (ГОСТ Р 55698, 2013) на 1 человека приходится 5 м² площади береговой зоны пресноводных водоемов. Следовательно, рекреационная нагрузка на Иваньковское водохранилище может составить 2.08 млн. человек, при условии эксплуатации всей береговой зоны.

Не вся береговая полоса доступна и пригодна для рекреации. По данным ряда авторов (Авакян, 1983) из 183 км береговой зоны Иваньковского водохранилища только 65% пригодны для рекреационного водопользования. Из них 29% пригодны для отдыха с использованием акватории и побережья, и 36% – для отдыха с использованием только акватории. Более 35% береговой линии водохранилища не пригодны для рекреационного использования вследствие антропогенного фактора и природных условий.

Непригодность береговой зоны для эксплуатации связана с отсутствием подъездных путей, залесенностью или заболоченностью подходов к воде, плотной застройкой. С помощью геоэкологического картографирования береговой зоны можно оценить возможность использования водного объекта для рекреационного водопользования.

В качестве примера мы использовали береговую зону оз. Сенеж (г. Солнечногорск Московской области), рис. 2. Геоэкологическая оценка береговой зоны проводилась при помощи общедоступной кадастровой карты и дешифровки спутниковых снимков высокого разрешения НАСА (спутник Ландстат 8, картографический материал компании Didgital Globe, 2017 г.) в масштабе 1:10 000.

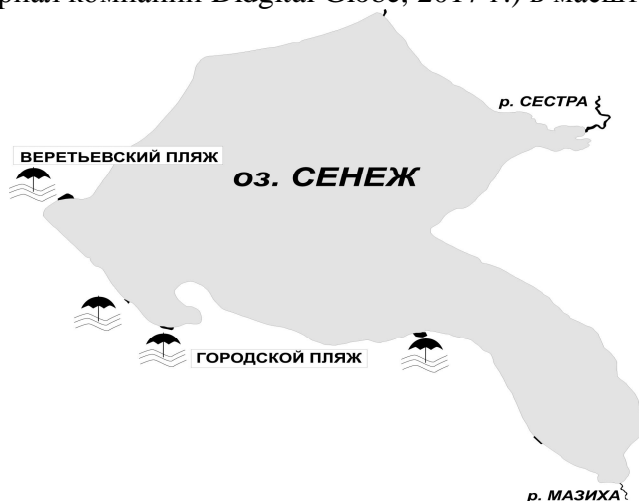


Рис. 2. Карта-схема оз. Сенеж

Береговая полоса оз. Сенеж по нашим данным составляет 16.1 тыс. м, площадь общедоступной береговой зоны – 322 тыс. м². Рекреационная нагрузка достигает 66.4 тыс. человек, при условии эксплуатации всей береговой зоны.

Геоэкологическое картографирование береговой зоны позволило выделить следующие площади: земли населенных пунктов, в том числе с ограничением доступа к водоему – 111.98 тыс. м², заболоченные территории – 42.3 тыс. м², залесенные территории – 111.94 тыс. м², земли вблизи дорог и мостовых конструкций – 38.06 тыс.

м², территории, подходящие для рекреационного водопользования (с доступом к водоему) – 17.72 тыс. м².

По данным 2018 года площадь действующих пляжных зон занимает 11.20 тыс. м².

Выводы

Концентрации в воде главных ионов и биогенных элементов (N и P) не превышают ПДК_в.

В местах антропогенной нагрузки показатель БПК₅ в воде достигает 7.7 мгО/дм³.

СПАВ могут накапливаться в воде искусственных водоемов (до 0.04 мг/дм³). Высокие концентрации СПАВ отмечали в воде рек вблизи жилых комплексов (до 0.06 мг/дм³).

Высокие концентрации нефтепродуктов чаще всего встречаются в воде на судоходных участках водоемов и водотоков, в местах хранения моторных лодок, в районе проведения дноуглубительных работ (Нижний Царицынский пруд).

Высокие концентрации свинца выше 0.01 мг/дм³ (СанПиН 2.1.5.980-00, 2000) встречаются в р. Клязьма, р. Москва (г. Москва, Гагаринский район), Воробьевском и Нижнем Царицынском пруду.

Береговая общедоступная зона оз. Сенеж используется для пляжного отдыха на 63% от всей площади, подходящей для рекреационного водопользования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00609 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Рекреационное использование водных объектов Московской области (состояние, проблемы, перспективы) // Водные ресурсы. 1983. № 4. С. 125-133.

Алекин О.А. Общая гидрохимия. Л.: Гидрометеоздат, 1948. 207 с.

ГОСТ Р 55698-2013 «Туристские услуги. Услуги пляжей. Общие требования». М.: Стандартинформ, 2015. 15 с.

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).

Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году». М.: НИА-Природа, 2017. 300 с.

Научно-популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.water-rf.ru/> (Дата обращения: 20.01.2019 г.).

СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Стандартинформ, 2000. 18 с.

Чекмарева Е.А. Рекреационная доступность водных объектов ЦФО // Сб. материалов Всерос. науч.-практич. конф. «Водные ресурсы России: современное состояние и управление». В 2 тт. Т. I. Новочеркасск, 2018. С. 210-217.

Численность населения РФ по муниципальным на 1 января 2018 г. // Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>, (Дата обращения: 03.11.2018 г.).

Е.А. ЧЕКМАРЕВА

Иваньковская НИС – филиал Института водных проблем РАН, г. Конаково, Россия

**РЕКРЕАЦИОННАЯ ДОСТУПНОСТЬ ВОДОХРАНИЛИЩ
МОСКОВСКОЙ И ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ****ВВЕДЕНИЕ**

Центральная часть ЦФО слабо обеспечена водными ресурсами: на каждого человека приходится 0.0124 м² (г. Москва и Московская обл.) и 1.376 м² (Тверская обл.) земель водного фонда. Здесь расположены (полностью или частично) крупные водохранилища (~100 млн. м³) общей площадью зеркала и объемом (при НПУ) равным 65.4 тыс. км² и 29.4 млрд. м³ в Тверской, 155.9 км² и 932 млн. м³ в Московской областях.

Один из возможных способов использования акватории и береговой зоны водохранилищ ЦФО – рекреационное водопользование, при этом оно оказывает значительное воздействие на качество воды водных объектов, и носит локальный, сезонный характер (Ланцова, 2009). Купание, в организованных и неорганизованных пунктах рекреационного водопользования (на пляжах), является источником химического (SO₄, NH₄, NO₃, NO₂, P_{общ.}, БПК₅) и микробиологического загрязнения водного объекта.

Вблизи береговой линии большинства водохранилищ происходит нарушение ограничений по ведению хозяйственной и иной деятельности согласно Водному кодексу РФ (2019). По данным 2005 г. водоохранные зоны ряда Московских водохранилищ были застроены на 20–30% (Росприроднадзор..., 2005). Ситуация не улучшилась, визуальное обследование береговой линии исследуемых водоемов (лето 2018 г.) выявило, что доступ к водоемам сильно ограничен.

Водоохранилища, к которым можно добраться без существенных препятствий, имеется свободный доступ к береговой зоне и акватории, гидрологический режим, гидрохимическое, микробиологическое, тепловое состояние водоемов не влечет за собой угрозы здоровью человека при их эксплуатации, следует называть «рекреационно-доступными».

Цель исследования: оценка качества воды водохранилищ Московской и Тверской областей по химическим и микробиологическим показателям с различной рекреационной доступностью.

Объекты исследования: Иваньковское, Икшинское, Истринское, Клязьминское, Можайское, Озернинское, Пестовское, Пяловское, Рузское, Угличское, Химкинское водохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Натурные исследования на водоемах проведены в летний период 2018 г. Пробы воды отбирали с глубины 0.4–0.5 метров на участках рекреационного водопользования согласно ГОСТ (ГОСТ..., 2011, 2013).

Гидрохимический анализ проводили в химической лаборатории Иваньковской НИС – филиала ФГБУН ИВП РАН (аттестат аккредитации RA.RU.21АН96 от 28.10.2016). Химический анализ воды включал определение: физико-химических показателей (температура, pH, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества), макрокомпонентного состава (HCO₃, Ca, Mg, SO₄, Cl, Na и K), биогенных элементов (Fe, Si, соединения N и P), показателей содержания органических соединений (БПК₅, ХПК,

ПО, цветности), содержания кислорода, нефтепродуктов, СПАВ, тяжелых металлов. Микробиологические исследования на содержание общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий, колифагов, возбудителей кишечных инфекций выполнены в аттестованной лаборатории филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» (г. Клин, Московская область).

Качество воды в местах купания оценивали с использованием предельно-допустимых концентраций (ПДК_в) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (водоемы второй категории), в соответствии с нормативами (ГН 2.1.5.1315-03; ГОСТ..., 2015).

Формула расчёта максимальной рекреационной нагрузки:

$$R_p = \frac{L_s \cdot 20}{5}$$

R_p – максимальная рекреационная нагрузка на береговую зону (тыс. чел.), L_s – длина береговой линии (м), 20 – ширина береговой полосы водоемов общего пользования (м) (Водный кодекс РФ..., 2019), 5 – минимальная площадь береговой зоны пресноводных водоемов на 1 человека (м²) (ГОСТ..., 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные максимальной рекреационной нагрузки и морфометрические характеристики водохранилищ Московской и Тверской области представлены в таблице.

Таблица. Морфометрические характеристики и максимальная рекреационная нагрузка водохранилищ Московской и Тверской области (по: Научно-популярная..., 2019)

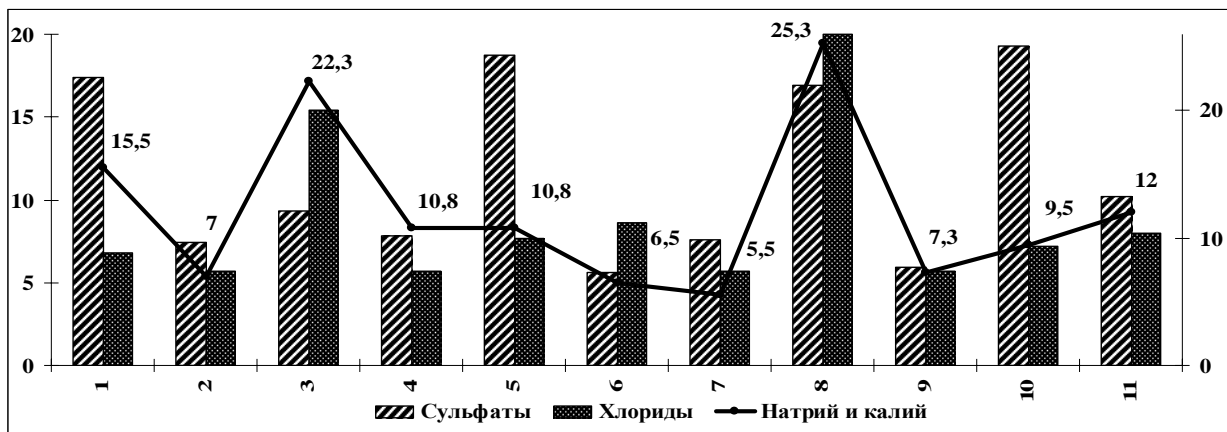
Водохранилище	Вполн/ полезн., млн. м ³	Длина/ ширина, км	Сред./ max глубина, м	Длина береговой линии, км	S общедост упной береговой зоны, тыс. м ²	R _p , тыс. чел.
Иваньковское	1120/813	134/2.2	3.4/19	520	10400	2080
Икшинское	15/8.1	5.5/1.5	-/8	-	-	
Истринское	183/173	25/1.5	5.4/20	94	1880	376
Клязьминское	87/27.08	16/1.2	5.5/16	56	1120	224
Можайское	235/221	47/3.5	-/22.5	87	1740	348
Озернинское	144/140	19.2/1.2	6.2/20.5	60	1200	240
Пестовское	54.3/20.2	6/2	-/14	-	-	
Пяловское	18/9.1	6/1	-/12.2	-	-	
Рузское	219.8/215.7	32/1	6.7/21.2	75	1500	300
Угличское	1245/809	146/2.2	5.0/23	883	17660	3532
Химкинское	29.5/6.76	9/0.8	-/17	17	340	69

По данным гидрохимического анализа среднее значение минерализации составляет – 254 мг/дм³, а максимальное – 370 мг/дм³ в Пяловском водохранилище. Вода водохранилищ Московской и Тверской областей имеет гидрокарбонатный состав с диапазоном концентраций гидрокарбонатов от 134 до 238 мг/дм³, слабощелочной и щелочной тип воды (рН – 7.95–8.70 ед. рН), средней жесткости, не превышающей 4 мг/дм³. Наиболее высокие концентрации в воде отмечены вблизи населенных пунктов: в Угличском, Иваньковском и Пяловском вдхр. – сульфатов (16.9–19.3 мг/дм³); в

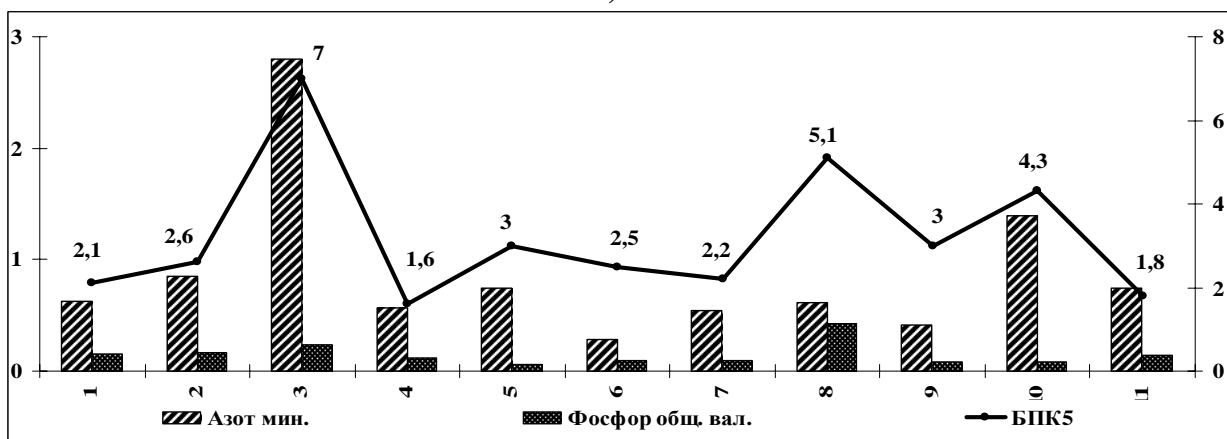
Пяловском и Истринском вдхр. – хлоридов (15.4–20.0 мг/дм³); Пяловском, Истринском, Ивановском вдхр. – натрия и калия (15.5–25.3 мг/дм³); Икшинском, Пяловском, Клязьминском вдхр. – нефтепродуктов (0.22–0.39 мг/дм³). В Истринском, Пяловском и Угличском водохранилищах показатель содержания биохимически окисляемых органических веществ (БПК₅) был выше ПДК_в (4 мгО/дм³) и достигал 7 мгО/дм³ (рис. б).

Максимальное значение мутности достигает в Истринском водохранилище (17.8 мг/дм³), изменяется в диапазоне 7.6–8.7 мг/дм³ в Озернинском, Рузском и Икшинском водохранилищах, в других водохранилищах мутность ниже 2.3 мг/дм³.

СПАВ достигает концентраций 0.022 мг/дм³ в Истринском и 0.026 мг/дм³ в Пяловском водохранилищах.



а)



б)

Рис. Химический состав воды водохранилищ Московской и Тверской областей, летний период 2018 г.: а.) сульфатов и хлоридов, мг/дм³, б.) фосфора общего валового (мгP/дм³), азота минерального (мгN/дм³), БПК₅ (мгО₂/дм³).

Водохранилища: 1. Ивановское, 2. Икшинское, 3. Истринское, 4. Клязьминское, 5. Можайское, 6. Озернинское, 7. Пестовское, 8. Пяловское, 9. Рузское, 10. Угличское, 11. Химкинское.

Концентрации тяжелых металлов увеличены в водохранилищах: в Рузском (до 0.011 мг/дм³ – медь, до 0.0686 мг/дм³ – цинк), в Химкинском (до 0.0083 мг/дм³ медь), в Истринском и Пестовском (до 0.0064 и 0.0082 мг/дм³ свинец). Концентрации хрома изменяются в диапазоне 0.0064–0.008 мг/дм³.

ОБСУЖДЕНИЕ

Микробиологические исследования в исследуемых водах выявили неблагоприятную обстановку: общие колиформные бактерии составили 500 и более КОЕ в 100 мл воды (СанПиН..., 2000) в Химкинском и Пяловском водохранилищах. Для Мошковичского залива (Иваньковское вдхр.), в который сбрасывают подогретые и сточные воды, характерна повышенная температура (выше фоновой на 3–7 °С). Число термотолерантных колиформных бактерий в нем составляет 3000 КОЕ в 100 мл воды.

Водоохранилища Московской области с общедоступной береговой зоной площадью от 0.3 до 1.9 млн. м² при полной рекреационной нагрузке могут вмещать от 69 до 376 тыс. человек одновременно, а Тверской области до 3532 тыс. человек.

Выводы

При оценке качества воды исследуемых водоемов превышения ПДК_в в воде не было выявлено, за исключением БПК₅.

Повышенная мутность, цветность, процессы эвтрофикации, выраженные «цветением» воды негативно влияют на приток отдыхающих на водохранилища.

Пункты рекреационного водопользования на Химкинском, Пяловском и Иваньковском (Мошковичский залив) водохранилищах представляют угрозу здоровья для купающихся по микробиологическим показателям.

Центральная часть ЦФО, в связи с высокой плотностью населения нуждается в увеличении числа и расширении уже существующих пунктов рекреационного водопользования. Для этого необходим оперативный мониторинг качества воды, облагораживание мест отдыха в соответствии с разработанными рекомендациями (СанПиН..., 1998; ГОСТ..., 2015), отслеживание уровня доступности водоема (залесенности, заболоченности, застроенности), снижение антропогенной нагрузки на водоем.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00609 мол а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).

ГН 2.1.5.1315-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Стандартинформ, 2003. 84 с.

ГОСТ 3161-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». М.: Стандартинформ, 2013. 32 с.

ГОСТ 31942-2012 «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа». М.: Стандартинформ, 2011. 24 с.

ГОСТ Р 55698-2013 «Туристские услуги. Услуги пляжей. Общие требования». М.: Стандартинформ, 2015. 15 с.

Ланцова И.В. Рекреационное водопользование как фактор формирования качества воды // Вода: Химия и экология. 2009. № 2. С. 2-7.

Научно-популярная энциклопедия «Вода России». [Электронный ресурс] // URL: <http://www.water-ru.ru/> (Дата обращения: 20.01.2019 г.).

Росприроднадзор подвел итоги обследования водоохраных зон и водоемов Москвы и области // Информационное агентство REGNUM. URL: <https://regnum.ru/>, 2005. (дата обращения: 28.02.2019).

СанПиН 2.1.5.980-00. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». М.: Стандартинформ, 2000. 18 с.

СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест». Москва, 1998. 10 с.

И.Е. ЧЕРНЫШОВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

**ОБ ИЗУЧЕННОСТИ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ АЛЕКСЕЕВСКОГО
РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В Самарской области остро стоит вопрос сохранения степных природных комплексов, а также других объектов природы в степной зоне (родники, истоки рек, байрачные колки, пойменные леса и др.). Хозяйственная деятельность привела к почти полному уничтожению естественных черт зональных экосистем, а также отчуждению территорий в Сыртовом Заволжье под пашню. Малое число именно степных памятников природы объясняется слабой сохранностью природных комплексов степи не только в результате распашки, но и усиливающейся хозяйственной эксплуатацией земель, пастбищной дигрессией, степными пожарами (Каталог..., 1989; Саксонов, 2007; Реестр..., 2010; Митрошенкова и др., 2015; Ильина, Митрошенкова, 2014). Минимальное число ООПТ в степи объясняется сложностью их охраны. Отсутствие закона об охране растительного мира привело к тому, что некоторые памятники природы, выделенные в южных районах Самарской области в 1970-е гг., к концу XX в. полностью уничтожены.

Интересной с точки зрения исследователя является территория Алексеевского муниципального района Самарской области. Он находится на юго-востоке Самарской области в степной зоне Сыртового Заволжья. С запада на восток высота расчлененность его поверхности постепенно увеличивается до высот 100-150 м. Поверхность расчленена на увалы с асимметричными более отвесными южными и пологими – северными склонами. Холмистая местность переходит в Синий Сырт на юго-востоке муниципального района. Климат характеризуется континентальностью, высоким давлением воздуха, жарким летом и холодной зимой. Преобладающие направления ветров – южное, юго-восточное и юго-западное. Количество осадков около 300 мм в год и выпадают они крайне неравномерно. Снежный покров около 25 см, часто сдуваемый ветрами, особенно на возвышенных участках. Здесь отмечается большое число дней с суховеями и засухой. Гидротермический коэффициент около 0,6, т.е. преобладает испарения. По почвенному районированию местность относится к двум районам: Среднесыртовой (черноземы обыкновенные, южные, южные карбонатные разной степени смытости, черноземы южные остаточного-луговые и аллювиальные дерновые насыщенные почвы); Синесыртовой (черноземы южные, южные карбонатные и темно-каштановые почвы разной степени смытости с участием солонцов черноземных и луговых). Степень распаханности земель более 73%, а эродированности около 30%, в том числе 77% слабоэродированные почвы. Наблюдается слабая овражная эрозия и от слабой до средней водная эрозия почв. Удельный вес дефляционно-опасных земель превышает 80% (Евдокимова, Сидоров, 2017).

Исследования последних десятилетий убедительно доказали, что для стабильного функционирования природных экосистем разного ранга необходимо сбалансированное соотношение естественных и рукотворных ландшафтов. Задача перераспределения количества земель по категориям их хозяйственного использования очень трудна в организационном и экономическом плане, но лишь ее решение может обеспечить экологическую безопасность степной зоны России. Минимум 20% территории необходимо сохранять в естественном виде (Ильина, 2015). Реймерс и Штильмарк (1978) указывают более высокие цифры – не менее 30%. Эти площади могут включать заповедные участ-

ки, памятники природы, заказники, лесонасаждения, рекреационные зоны, а также пастбищные угодья со щадящим режимом использования. Около 30% следует отводить для обеспечения кормовой базы животноводства. Здесь планируются естественные выпасы, искусственные сеяные травостои с пастбищным или сенокосным режимом.

Нами проанализирована репрезентативность памятников природы регионального значения Алексеевского муниципального района Самарской области, в том числе определено соотношение площади особо охраняемых природных территорий к площади района, основные объекты охраны, оценена степень изученности ООПТ, выявлены основные типы хозяйственной эксплуатации природных комплексов.

В таблице перечислены 10 памятников природы (ПП) Алексеевского района, приведена их площадь и указаны объекты, подлежащие охране (Реестр..., 2008), а также определено процентное соотношение размеров ПП и площади муниципального района (составляет 1890,9 км² или 189090 га). Современное положение с охраняемыми территориями в Алексеевском муниципальном районе является критическим, т.к. их площадь составляет менее 0,5% от площади района. На территории Алексеевского района Самарской области, без сомнения, необходимо выделение новых ООПТ для сохранения биологического и ценотического разнообразия степных экосистем. Например, некоторыми исследователями указано (Красная книга..., 2017), что необходимым является организация ПП «Колок Дальний». Также имеются данные краеведов, что ПП «Тополь вековой» был утрачен – вначале отмечена суховершинность, затем дерево полностью высохло (Памятники природы..., 2012).

Таблица. Памятники природы регионального значения Алексеевского муниципального района

№ п/п	Название ПП	Площадь (га)	Доля от площади р-на, %	Изученность ПП
1.	Березовый овраг	252,0	0,133	Реестр..., 2010; Шаронова, Курочкин, 2015; Кузовенко, Дюжаева, 2016; Корчиков, Овчинникова, 2017; Корчиков и др., 2017; Красная книга..., 2017
2.	Герасимовская дубовая роща	33,5	0,018	Реестр..., 2010
3.	Грековский лес	28,0	0,015	Реестр..., 2010
4.	Колок «Дубовый»	4,7	0,003	Реестр..., 2010
5.	Лесной колок «Попов дол»	4,3	0,002	Реестр..., 2010
6.	Овраг «Бирючий»	158,0	0,084	Красная книга..., 2007, 2017; Саксонов, 2007; Реестр..., 2010
7.	Родник истока р. Съезжая	34,0	0,018	Красная книга..., 2007, 2017; Реестр..., 2010
8.	Родник «Первокоммунарский»	0,03	0,001	Реестр..., 2010
9.	Тополь вековой	0,1	0,001	Реестр..., 2010
10.	Урочище «Богатырь»	220,0	0,116	Саксонов, 2007; Реестр..., 2010; Красная книга..., 2017

Поиск опубликованной информации в последние годы показал (табл.), что она весьма скудна. Лишь Березовый овраг достаточно подробно изучен ботаниками и зоологами (Реестр..., 2008; Шаронова, Курочкин, 2015; Кузовенко, Дюжаева, 2016; Корчиков, Овчинникова, 2017; Корчиков и др., 2017; Красная книга..., 2017). По большинст-

ву объектов (6 ПП) имеется информация 10-летней давности о редких представителях флоры и/или фауны: Герасимовская дубовая роща, Грековский лес, Колок «Дубовый», Лесной колок «Попов дол», Родник «Первокоммунарский», Тополь вековой (Реестр..., 2008). Сведения о произрастании редких видов растений имеются в двух изданиях Красной книги Самарской области (2007, 2017), но есть вероятность, что данные были переписаны из 1-го издания книги во 2-е без проверки современного состояния ПП.

Основными видами воздействия на ПП являются выпас и прогон скота, рекреация, сенокосение, пожары, отчуждение территории.

Таким образом, в Алексеевском муниципальном районе Самарской области доля охраняемых территорий катастрофически не соответствует даже заниженным природоохранным нормам и не превышает даже 0,5% от общей площади района. Мониторинг имеющихся памятников природы практически не осуществляется. Происходит утрата уже выделенных особо охраняемых природных территорий в силу как естественных причин, так и при антропогенном воздействии. В целях сохранения биологического и ценотического разнообразия необходимо провести ревизию земель, выделить и узаконить новые ООПТ, определить «резервные» участки с сокращением степени антропогенного воздействия, осуществлять экологическое воспитание местного населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Евдокимова К.М., Сидоров А.А.* Состояние и направления экологического развития муниципального района Алексеевский Самарской области // Наука XXI века: актуальные направления развития. 2017. № 1-1. С. 32-36.
- Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е.* Роль памятников природы регионального значения в сохранении фиторазнообразия в Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1-4. С. 1205-1208.
- Ильина Н.С.* Степные комплексы как объект экотуризма в Самарской области // Международ. научно-исследовательский журн. 2015. № 6-2 (37). С. 25-27.
- Корчиков Е.С., Кузовенко О.А., Овчинникова Д.Ю.* Современное состояние лишайников и сосудистых растений памятника природы «Березовый овраг» (Алексеевский район Самарской области) // И Изв. Самар. НЦ РАН. 2017. Т. 19, № 2-2. С. 289-293.
- Корчиков Е.С., Овчинникова Д.Ю.* К изучению лишайников памятника природы «Березовый овраг» (Самарская область, Алексеевский район) // Природное наследие России. Сб. науч. статей Международ. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России. 2017. С. 165-167.
- 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. Т. 1. Растения, лишайники, грибы. Самара, 2017. 384 с.
- Кузовенко О.А., Дюжаева И.В.* Современное состояние флоры и фауны памятника природы «Березовый овраг» (Алексеевский район Самарской области) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2016. Т. 18, № 2-2. С. 430-433.
- Митрошенкова А.Е., Ильина В.Н., Казанцев И.В.* Дополнения к реестру особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 6-1. С. 310-317.
- Каталог государственных памятников природы Куйбышевской области. Куйбышев, 1989. 73 с.
- Памятники природы земли Алексеевской / Сост. Л.В. Аникина. Алексеевка, 2012. 12 с.
- Реестр особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области. Самара, 2010. 259 с.
- Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р.* Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
- Саксонов С.В.* Роль памятников природы Самарской области в сохранении редких и исчезающих видов растений // Самарская Лука: Бюл. 2007. Т. 16, № 3(21). С. 503-517.
- Шаронова И.В., Курочкин А.С.* Ботанико-зоологические исследования на территории Самарской области, в том числе материалы о распространении видов растений и животных, внесенных в региональную Красную книгу. Сообщение 1. Алексеевский, Большеглушицкий, Большечерниговский, Борский и Елховский районы Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24, № 1. С. 38-97.

И.В. ЧИХЛЯЕВ

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

**О ГЕЛЬМИНТАХ КРАСНОБРЮХОЙ ЖЕРЛЯНКИ
Bombina bombina (LINNAEUS, 1761)
В Г. ТОЛЬЯТТИ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Исследование гельминтов земноводных в условиях урбанизации и антропогенной трансформации среды может представлять интерес в свете использования методов биоиндикации для мониторинга экологической ситуации. Антропогенное воздействие на экосистемы зачастую приводит к разрыву жизненного цикла паразита и разрушению исторически сложившихся паразитарных связей, следствием чего является уменьшение их видового разнообразия, изменение показателей инвазии и структуры сообщества. С этой точки зрения паразиты (гельминты) могут стать биоиндикаторами экологического, эпизоотического и эпидемиологического состояния биоценозов, с помощью которых можно проследить и оценить процессы, происходящие на трансформированных или урбанизованных территориях.

Краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) населяет лесную зону, в лесостепи и степи обитает в местах с зарослями кустарников, островными лесами и плавнями. Ведет водный образ жизни, обживая мелководные, хорошо прогреваемые озера, пруды, старицы, болота со стоячей водой, илистым или глинистым дном и травянистой растительностью. Иногда встречается в полупроточных водах: родниках и заводях ручьев, ирригационных каналах, используя последние как пути расселения. Осваивает искусственные водоемы в окрестностях населенных пунктов: затопленные каналы, карьеры, торфяники; выживает в водах, загрязненных сельскохозяйственными (пестицидами) и промышленными химикатами: отстойниках, рисовых чеках (Кузьмин, 2012). Гельминтофауна краснобрюхой жерлянки слабо изучена как и в целом по стране, так и в Волжском бассейне, в частности. Гельминтологические исследования данного хозяина на антропогенно трансформированных территориях или в урбоденнозах нам неизвестны.

Настоящая работа продолжает серию публикаций по изучению гельминтофауны земноводных урбанизованных территорий Самарской области. Цель исследования – характеристика видового состава гельминтов и анализ инвазии ими краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* L. на территории г. Тольятти.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для исследования собран в 2005 году из трех бывших «Трехозёрных» прудов, располагавшихся в промышленной зоне Автозаводского р-на г. Тольятти близ КВЦ ПАО «АвтоВАЗ» (N:53.548/E:49.210). Были образованы в результате разделения дамбами на три части оз. Быково; окружены сельхозугодиями (полями орошения). Для заполнения использовалась вода из магистрального оросительного канала условно-чистых вод ООО «Тольяттикаучук», после прекращения эксплуатации которого пруды пересохли. В 2005 году в канале отмечалось превышение ПДК нефтепродуктов в 3,2 раза, меди (Cu) в 2,1 раза, однократное цинка (Zn) с высокой щелочной реакцией pH=11 при ПДК 6.5-8.5.

Методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928) исследовано 18 экз. амфибий. Сбор и камеральную обработку материала проводили стандартными методами (Быховская-Павловская, 1985). Видовая диагностика гельминтов выполнена по сводке К.М. Рыжикова с соавт. (1980). В анализе зараженности гельминтами приво-

дятся значения следующих показателей: экстенсивности (ЭИ, %), интенсивности (ИИ, min-max, экз.) инвазии и индекса обилия (ИО, экз.) паразитов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего обнаружено 4 вида гельминтов: Trematoda – 1 и Nematoda – 3 (табл.). Все они являются широко специфичными полигостальными паразитами амфибий, которые служат их окончательными хозяевами. Видов паразитов узко специфичных данному хозяину не зафиксировано, хотя подвид *Pneumonoeces variegatus abbreviatus* Buchovsky, 1932 у других видов земноводных не встречался. Приводим перечень найденных видов гельминтов:

TREMATODA: *Pneumonoeces variegatus abbreviatus*.

NEMATODA: *Rhabdias bufonis* (Schrank, 1788), *Oswaldocruzia filiformis* (Goeze, 1782), *Cosmocerca ornata* (Dujardin, 1845).

Таблица. Гельминты краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* L. в г. Тольятти

Виды гельминтов	Локализация	ЭИ	ИИ	ИО
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	лёгкие	5.56	2	0.11
<i>Rhabdias bufonis</i>	лёгкие	38.89	1-16	2.67
<i>Oswaldocruzia filiformis</i>	кишечник	11.11	1-2	0.17
<i>Cosmocerca ornata</i>	кишечник	22.22	1-6	0.83

Примечание: ЭИ – экстенсивность инвазии (%), ИИ – интенсивность инвазии (min-max, экз.), ИО – индекс обилия гельминтов (экз.)

Трематода *Pneumonoeces variegatus* паразитирует в легких амфибий. Маритами паразита краснобрюхая жерлянка заражается, употребляя в пищу его дополнительных хозяев – водных беспозвоночных: личинок и имаго двукрылых *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens* и *C. territans* (Скрябин, Антипин, 1962). Зараженность данным видом трематод крайне низка (5.56%; 0.11 экз.) (табл.).

Нематоды краснобрюхой жерлянки принадлежат к группе геогельминтов, то есть имеющих прямой цикл развития. Заражение видом *Rhabdias bufonis* происходит путем перкутанного проникновения из почвы инвазионных личинок, мигрирующих затем с лимфо- и кровотоком к месту локализации – в легкие хозяина (Hartwich, 1975); либо через резервуарных хозяев паразита – олигохет и моллюсков (Савинов, 1963). Виды *Oswaldocruzia filiformis* и *Cosmocerca ornata* являются паразитами кишечника амфибий, куда попадают в результате перорального переноса при случайном контакте хозяина с инвазионными личинками на суше (Світін, 2016) или в воде (Кириллов, Кириллова, 2014). Зараженность краснобрюхой жерлянки нематодами варьирует от наименьшей у *Oswaldocruzia filiformis* (11.11%; 0.17 экз.) до наибольшей у *Rhabdias bufonis* (38.89%; 2.67 экз.) (табл.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе гельминтофауны краснобрюхой жерлянки в г. Тольятти доминируют, представленные взрослыми стадиями, кишечные и легочные нематоды (геогельминты). Зараженность ими различается, но не превышает 40%. Самым распространенным и многочисленным паразитом является нематода *Rhabdias bufonis*, превосходящая другие виды гельминтов по данным экстенсивности заражения и индекса обилия паразитов. Трематоды (биогельминты) представлены единственным видом с низкими значениями показателей инвазии. Личиночные стадии гельминтов (трематод) отсутствуют. В целом видовой состав и структура гельминтофауны, количественная характеристика инвазии краснобрюхой жерлянки в промзоне г. Тольятти нетипичны для данного вида амфибий

и отличаются от таковых из популяций, обитающих в естественных условиях ареала (Чихляев, 2009).

Причина этого – двойственна. С одной стороны, заражению нематодами *Rhabdias bufonis* и *Oswaldocruzia filiformis* способствуют ежегодные сезонные миграции хозяина на зимовку, на которую краснобрюхая жерлянка уходит и возвращается по суше в тесном контакте с инвазионными личинками. Инвазия земноводных видом *Cosmocerca ornata* осуществляется в воде, чему благоприятствует образ жизни хозяина. С другой стороны, он же должен стимулировать заражение хозяина взрослыми и личиночными стадиями трематод, которого не наблюдается. Химическое загрязнение магистрального канала, подпитывающего пруды, вероятно, негативно сказывается на зараженности и численности промежуточных хозяев (моллюсков, личинок насекомых, ракообразных), вычлняя их из цикла развития паразита и препятствуя дальнейшему заражению окончательного хозяина. В итоге у краснобрюхой жерлянки в условиях антропогенного воздействия формируется бедная фауна биогельминтов (трематод) с характерными для данного локалитета невысокими показателями инвазии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю.* Популяционная биология *Cosmocerca ornata* (Nematoda, Cosmocercidae) – паразита озерной лягушки // Систематика и экология паразитов: Тр. Центра паразитологии ИПЭЭ РАН. Т. 48. М., 2014. С. 119-121.
- Кузьмин С.Л.* Земноводные бывшего СССР (2-е изд.). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 370 с.
- Рыжиков К.М., Шарпило В.П., Шевченко Н.Н.* Гельминты амфибий фауны СССР. М.: Наука, 1980. 279 с.
- Савинов В.А.* Некоторые новые экспериментальные данные о резервуарном паразитизме у нематод // Материалы науч. конф. Всесоюз. об-ва гельминтологов. Т. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 73-75.
- Свитин Р.С.* Нематоды рода *Oswaldocruzia* Travassos, 1917 Західної Палеарктики: Дисс. ... канд. биол. наук. К., 2016. 164 с.
- Скрябин К.И.* Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во МГУ, 1928. 45 с.
- Скрябин К.И., Антитин Д.Н.* Надсемейство Plagiorchioidea Dollfus, 1930 // Скрябин К.И. Трематоды животных и человека. Основы трематодологии. Т. 20. М.: Наука, 1962. С. 49-166.
- Чихляев И.В.* Гельминтофауна краснобрюхой жерлянки *Vombina bombina* (Amphibia: Anura) Самарской Луки // Самарская Лука: Проблемы региональной и глобальной экологии, 2009. Т. 18, № 4. С. 183-188.
- Hartwich G.* Die Tierwelt Deutschlands. I.: Rhabditida und Ascaridida // Mitt. Zool. Mus. Berlin, 1975. H. 62. 256 s.

А.Е. ЧУБАКОВ, В.В. СОЛОВЬЕВА

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ ЧЕРНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Мониторинг флоры и растительности Черновского водохранилища ведется с 1974 г. (Соловьева, Матвеев, 1995). Целью настоящей работы было изучение фитообразия водоема на современном этапе его существования. В задачи работы входило изучение флоры и растительности. При анализе флоры приняты методические подходы В.Г. Папченкова и В.В. Соловьевой (1993), т.е. учитывалась не только водная флора (гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты), а флора водоемов в целом, с включением в нее околоводных видов растений (гигрофитов, гигромезофитов и мезофитов). Идентификация видовых таксонов проводилась с помощью определителя сосудистых растений «Флора водоемов Волжского бассейна» (Лисицина и др., 2009).

При геоботаническом описании в полевых условиях границы фитоценозов выделялись по экологическому и физиономическому принципу. Описания проводили в период летней межени, когда формируются оптимальные условия для произрастания гигрофитов. По эдификаторам сообществ в условиях оптимума определялся размер однородного в экотопическом отношении участка, а входящие в их состав содоминанты служили маркерами верхних и нижних границ описываемых растительных сообществ. В сущности, растительность изучаемых водоемов есть экологический ряд фитоценозов вдоль градиента увлажнения почвы и глубины воды, и представляет собой разные варианты прибрежно-водных экотонных в экосистемном ряду. Постепенная смена растительных сообществ в прибрежной экотонной зоне водоемов определяется адаптивными особенностями экологических типов растений и неустойчивым характером гидрологического режима.

Растительность водохранилища носит характер пятнистого, бордюрного, массивно-зарослевого и сплошного типов зарастания. С целью познания механизма динамики растительности в экотонной зоне выделялись дискретные единицы растительных сообществ. Оценка зарастания водоема проводилась на основе выделения классов степеней зарастания: 1) не заросшие или почти не заросшие – площадь зарослей менее 1% от площади акватории; 2) очень слабо заросшие – 1–5 %; 3) слабо заросшие – 6–10%; 4) умеренно заросшие – 11–25%; 5) значительно заросшие – 26–40 %, 6) сильно заросшие – 41–65%; 7) очень сильно заросшие – 66–95%; 8) сплошь заросшие – 96–100% (Папченков, 2001).

Черновское водохранилище расположено на территории Волжского района (Атлас земель..., 2002). Создано оно в 1953 г. на левобережном притоке р. Самары – р. Черной, в 3 км от с. Черноречье. Площадь водосбора составляет 196 км². Мезорельеф пологоувалистый со слабой расчлененностью балками и оврагами. Геологические условия однородные. Рельефоформирующими коренными породами являются неогенчетвертичные глинисто-суглинистые и глинисто-супесчаные отложения. Геологической основой служат плейстоцен-голоценовые, аккумулятивные, аллювиальные и аллювиально-озерные отложения. Неотектонические условия равномерные, суммарная амплитуда тектонических движений не превышает 250 см. В почвенном покрове преобладают черноземы выщелоченные и типичные, главным образом, среднего и легкого механического состава. Высокая проницаемость грунтов, выходы ключей и родников создают благоприятные условия для круглогодичного питания водохранилища. Пополнение его идет также за счет местного стока весенних вод, кроме того, вода поступает по трубопроводу из р. Самары, (водохранилище смешанного типа – наливное и речное).

При минимальном наполнении водоема его поверхность достигает 455 га. Черновское водохранилище имеет длину до 6 км при ширине около 1 км. Наибольшая глубина составляет 11,6 м. Дно илистое, с примесью песка, мелкозема и растительных остатков. Гидрорежим неустойчивый, амплитуда колебания в разные годы составляет от 1,5 до 2,5 м. Тренды гидрорежима показывают, что в последние годы для водоема отмечается небольшое повышение уровня воды, что связано со снижением водоотребления на орошение с 6752 га до 2987 га.

Водохранилище используется населением для купания и рыбной ловли. На левом берегу расположен дом охотника и рыбака совхоза «Черновский», контролирующей его использование. В 1995 г. в водохранилище запущено 130 тысяч годовалых карпов. Кроме того, здесь распространены щука, окунь, сазан, плотва, уклея, которые привлекают к себе любителей рыбной ловли. Водохранилище также служит для орошения сельскохозяйственных угодий и близлежащих дачных массивов, для водопоя крупного рогатого скота.

Впервые флора Черновского водохранилища изучалась сотрудниками кафедры ботаники Куйбышевского педагогического института В.И. Матвеевым и А.М. Зотовым в 1974 г. Тогда было отмечено 66 видов растений из 18 семейств и 46 родов. В процессе изучения водоема и его побережий в 1989 г. было зарегистрировано 79 видов высших растений. Экологический спектр флоры представляли мезофиты – 35 видов, гигрофиты – 17, гигрогелофиты – 8, гелофиты – 8 и гидрофиты – 11 видов растений. В 1989 г. не были отмечены виды – *Typha laxmannii* Lerech. и *Alisma lanceolata* L. Из гидрофитов ранее не произрастал *Potamogeton gramineus* L.

После 1989 г. во флоре Черновского водохранилища были инвентаризированы *Carex acuta* L., *Scirpus lacustris* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem et Schult), *Bolboschoenus koshevnikovii* (Litv.) A.E. Kozhevnikov, *Mentha arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys palustris* L., *Tussilago farfara* L., *Alopecurus geniculatus* L., то есть растения переувлажненных и достаточно увлажненных местообитаний. Ранее на сыром побережье не произрастали *Lysimachia vulgaris* L., *L. nummularia* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert и другие гигромезофиты.

В результате гидрботанических исследований в июле 2015 г. во флоре Черновского водохранилища зарегистрировано 90 видов растений, из них 12 гидрофитов, по 9 видов гелофитов и гигрогелофитов, 20 гигрофитов и 40 гигромезофитов и мезофитов (рис.). Увеличение числа видов, составляющих основу растительного покрова временно затопляемой части побережья водохранилища происходит, главным образом, за счет гигрофитных и гигромезофитных групп растений. За последние годы появились – *Potamogeton perfoliatus* L., *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Carex melanostachya* Vieb ex. Willd., *Epilobium hirsutum* L., *Rorippa austriaca* (Crantz.) Bess., *Angelica archangelica* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Euphorbia palustris* L., *Rumex stenophyllus* Ledeb., *Senecio tataricus* Less.

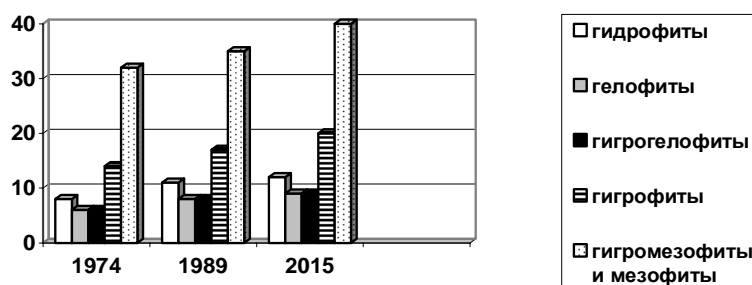


Рис. Динамика числа видов растений Черновского водохранилища в различные годы исследований

Таблица. Экологический спектр флоры водохранилищ Самарской области (абсолютное число видов / %)

Название водохранилищ	Экологический состав флоры					Всего видов
	Гидрофиты	Гелофиты	Гигро-гелофиты	Гигро-фиты	Гигро-мезо-фиты и мезофиты	
Кондурчинское	12/10.7	8/7.1	12/10.7	30/26.8	50/44.6	112
Чубовское	7/9.4	9/12.2	9/12.2	23/37.0	26/35.1	74
Кутулукское	12/12.3	11/11.3	11/ 11.3	20/20.6	43/44.3	97
Сызранское	18/15	10/8	13/11	46/38	33/28	120
Черновское	12/13.3	9/10.0	9/10.0	20/22.2	40/44.4	90
Ветлянское	10/16.4	8/13.1	5/8.1	12/19.7	26/42.6	61
Большеглушицкое	3/5.1	8/13.8	7/12.0	11/19.0	29/50.0	58
Таловское	10/15.4	6/9.2	8/12.3	13/20.0	28/43.0	65
Корнеевское	8/13.8	9/15.5	7/12.0	18/31.0	16/27.6	58
Гавриловское	8/15	11/20.8	8/15	13/24.5	13/24.5	53
Поляковское	13/22.4	10/17.2	7/12.0	18/31.0	10/17.2	58
Пикелянское	11/16.4	12/17.9	6/8.9	14/20.9	24/35.9	67
Михайло-Овсянское	14/16.6	12/14.2	7/8.30	21/25.0	30/36.0	84

Сравнение общего состава флоры водохранилищ (табл.) показало, что ее формирование имеет случайный характер, зависит от наличия зачатков растений в речном бассейне и агентов распространения диаспор, то есть водоплавающих птиц. Состав гидрофитов в видовом отношении невелик, число видов этой экологической группы колеблется от 5 до 16%. Также закономерным является низкая доля участия гелофитов (от 7 до 20%) и гигрогелофитов (от 8 до 12%). При этом состав гигрофитов в сравниваемых водоемах равен от 19 до 37%, а гигромезофитов и мезофитов – от 17 до 50%.

Растительность Черновского водохранилища за последние 40 лет, с 1974 по 2015 гг. изменилась по составу доминантов, при этом сохранилось преобладание воздушно-водной растительности над водной, но границы произрастания последних заметно расширились. Среди водной растительности довольно большого развития достигло сообщество рдеста разнолистного, которое ранее на водохранилище отсутствовало. Заросли рдеста гребенчатого и рдеста блестящего встречались только в верховье водохранилища. В последние годы гидрофитные сообщества расселились на различных участках водохранилища, они по-прежнему просты по структуре и бедны во флористическом отношении.

Воздушно-водная и водная растительность имеет неравномерное распространение в различных районах акватории. Наибольшее развитие получили формации тростника южного, рогоза узколистного, клубнекамышья морского и осоки острой. В верховьях Черновского водохранилища отмечено сильное зарастание рогозом узколистным и тростником обыкновенным. Формация клубнекамышья морского распространена практически повсеместно на мелководьях в виде узкого пояса шириной 1–5 м. Сообщества воздушно-водной растительности имеют четко выраженный бордюрный характер. Формации типично водных растений имеют пятнистый и фрагментарно-зарослевый характер. Это сообщества рдеста злакового, рдеста гребенчатого и рдеста блестящего. Характер зарастания – от сплошного зарослевого в верховье до фрагментарно-пятнистого в приплотинной части. Наибольшее распространение имеет бор-

дюрный тип зарастания. Широкое распространение на мелководьях получили фитоценозы с участием горца земноводного.

Растительность Черновского водохранилища образует экотонные сообщества, расположенные на сыром побережье водоема и в зонах с кратковременным и длительным затоплением. Фитоценозы побережья представлены неопределенными микрогруппировками сорно-рудеральных видов и луговыми сообществами.

На правом берегу распространена прибрежная растительность (*Agrostis stolonifera* – *heteroherbosa*), образующее пояс 4-6 м в ширину, а местами до 10–12 м. Высота растений достигает 150 см. Здесь среди таких гигрогелофитов, как полевица побегообразующая, дербенник иволистный, преобладают алтей лекарственный и тысячелистник птармика. Во время описания последние находились в фазе цветения, от чего луг имел бело-розовый аспект. Проективное покрытие 100 %. В составе этого сообщества отмечено 25 видов.

Ниже по склону расположен пояс, сформированный осоково-разнотравной ассоциацией (*Carex acuta* – *heteroherbosa*), от 2 до 6-10 м в ширину. Травостой мощный, до 145 см высоты, проективное покрытие 100%. В густых зарослях осоки острой отмечены герань болотная, крестовник татарский, алтей лекарственный, тысячелистник птармика и другие виды растений. В местах избыточного увлажнения среди осочника встречаются куртины тростника южного, рогоза узколистного, сусака зонтичного. Под пологом ивняков, кроме перечисленных видов, встречаются вербейник обыкновенный, паслен сладко-горький, лопух паутинистый, чина клубненосная, вербейник монетчатый и другие растения. В местах, где сильно развит древостой, сложенный ивой белой, тополем черным, осинкой, отмечены густые заросли крапивы двудомной (асс. *Salix alba* – *Urtica dioica* – *heteroherbosa*).

В экотонах влажных лугов в сопровождении древесно-кустарниковой растительности, фитоценозы приобретают лентовидный характер (*Elytrigia repens* + *Zerna inermis* – *heteroherbosa*, асс. *Agrostis stolonifera* – *Potentilla anserina* + *Amoria fragifera*). Данные сообщества находятся на верхней границе экотонной зоны. Здесь можно наблюдать плавную смену сообществ в зависимости от почвенного увлажнения.

Прибрежная растительность тоже расположена в виде лент. Пояс поливицево-разнотравной ассоциации (асс. *Agrostis stolonifera* – *heteroherbosa*) граничит с ситниково-полевицовой (асс. *Agrostis stolonifera* - *Juncus gerardii*), которая имеет ширину до 5 м. Перечисленные фитоценозы и сообщества череды олиственной (асс. *Bidens frondosa* + *Lycopus europeus* – *heteroherbosa*, асс. *Bidens frondosa* + *Lycopus europeus* – *heteroherbosa*) могут находиться как на влажном берегу, так и в условиях временного затопления.

В верховье Черновского водохранилища получили развитие сплошные заросли рогоза узколистного, тростника высочайшего и южного (асс. *Phragmites altissimus*, асс. *Phragmites australis*). Прибрежная и воздушно-водная растительность переходного и озеровидного районов Черновского водохранилища представлена поясами фитоценозов, сформированных в условиях временного и длительного затопления. Растительность внешнего пояса образована формацией тростника южного и осоки острой. Заросли осочников в экотонной зоне занимают около 9 га. Внутренний пояс сформирован рогозом узколистным и клубнекамышом морским. Формация клубнекамыша морского распространена практически повсеместно на мелководьях водохранилища (всего около 5 га). Расположение этого сообщества в поясе растительности временного затопления весьма условно, так как эдификатор может произрастать в различных гидрологических условиях – в местах избыточного увлажнения, среди зарослей ив и на мелководьях с глубиной воды до 60 см. Формации рдеста блестящего, рдеста пронзеннолистного, рдеста гребенчатого и рдеста злакового составляют водную растительность. Сообщества водных растений образуют сплошные или прерывистые пояса или пятнистые заросли.

В целом, растительность Черновского водохранилища представлена 13 формациями и 22 ассоциациями, из них 5 формаций и 7 ассоциаций относятся к водной растительности. Наибольшего развития получила растительность зоны временного затопления (12 ассоциаций). Формация рогаза узколистного и тростниковые заросли занимают 56 и 65 га, соответственно. В настоящее время Черновское водохранилище является значительно заросшим, степень зарастания 32%. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что в настоящее время Черновское водохранилище находится на стадии динамического равновесия (Соловьева, 2007). При сохранении неустойчивого гидрорежима и импульсивного характера водопользования, продолжительность существования водоема на данной стадии может быть неограниченно долгой. Снижение уровня воды может привести к ускорению зарастания и активизации процессов заболачивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас земель Самарской области. «Московское аэрогеодезическое предприятие» Федеральной службы геодезии и картографии России / под ред. Порошиной Н.И. 2002. 99 с.

Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артеменко В.И. Флора водоемов Волжского бассейна: Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 2009. 219 с.

Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.

Папченков В.Г., Соловьева В.В. Флора прудов Среднего Поволжья // Самарская Лука: Бюлл. 1993. № 4. С. 172-190.

Соловьева В.В. Условия устойчивого развития управляемых гидроэкосистем // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сборник статей Международ. науч.-технич. конф. в 2 ч. Ч. 1. Тольятти, 2007. С. 110-118.

Соловьева В.В., Матвеев В.И. Основные закономерности формирования флоры и растительности Черновского водохранилища // Вопр. экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: Межведомств. сб. научн. тр. Самара, 1995. С. 193-197.

Р.Н. ЧУГУНОВ, А.А. ГУЩИН, Е.Ю. КВИТКОВА

Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново, Россия

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФАРМПРЕПАРАТЫ, В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Увеличивающееся обращение с лекарственными препаратами приводит к появлению их в компонентах окружающей среды, включая в водных объектах. К основным последствиям подобного загрязнения можно отнести нанесение непоправимого вреда водным экосистемам, здоровью человека, и способствование стремительного роста устойчивости вирусов и болезнетворных бактерий.

Традиционные методы очистки стоков (абсорбция, адсорбция, экстракция) лишь извлекают токсичные вещества, но не приводят к их обезвреживанию, поэтому необходим поиск более эффективных методов очистки сточных вод от фармпрепаратов.

В данной работе представлены результаты экспериментов, показывающих возможность обезвреживания в диэлектрическом барьерном разряде (ДБР) фармсодержащих стоков, на примере модельных растворов тетрациклина.

Ранее неоднократно было показана высокая эффективности очистки водных растворов в ДБР от загрязнителей различной природы (Гриневич и др., 2017; *Gushchin et al.*, 2018).

Эксперимент проводился на установке, описанной в работе (*Grinevich et al.*, 2011). Обработке в ДБР подвергались модельные водные растворы тетрациклина гидрохлорида (ТГХ) с начальной концентрацией 0,042-0,218 ммоль/л (0,02-0,1 г/л). Для приготовления модельного раствора использовали таблетки тетрациклина (производство ПАО «Биосинтез» г. Пенза), с содержанием активного вещества (тетрациклина гидрохлорид) 100 мг на 1 таблетку.

Содержание тетрациклина в пробах до и после обработки в ДБР контролировалось фотометрическим методом (Соловей, Сааведра, 1974). Содержание основных продуктов деструкции загрязнителя оценивалось: альдегидов – флуориметрическим методом (реакция с 1,3-циклогександионом в присутствии ионов аммония) (ПНД Ф 14.1:2:4.187-02), карбоновых кислот – фотометрическим методом (реакция с м-ванадатом аммония) (Симонов и др., 1988), оксидов углерода в газовой фазе – хроматографическим методом (ПНД Ф 13.1:2:3.27-99), хлорид-ионов в воде – методом титрования азотнокислой ртутью в присутствии индикатора дифенилкарбазона (ГОСТ 4245-72).

Экспериментально установлено (рис. 1), что при увеличении начальной концентрации ТГХ в модельном растворе в 15 раз (с 0,655 до 0,042 ммоль/л) степень деструкции снижалась с 87% до 31%. Это может быть связано как с недостатком активных частиц, участвующих в процессе окисления, так и временем контакта обрабатываемого раствора с зоной плазмы. Поэтому дальнейшие эксперименты проводились в диапазоне начальных концентраций ТГХ от 0,042 до 0,218 ммоль/л, при которых разложение тетрациклина составляло 50% и более. Уменьшение объёмного расхода раствора, а, следовательно, и увеличение времени контакта обрабатываемой жидкости, оказывает существенное влияние на степень деструкции. В рабочем диапазоне начальных концентраций ТГХ достаточно эффективно разлагается в ДБР, максимальная степень деструкции достигает 75-89% (рис. 2).

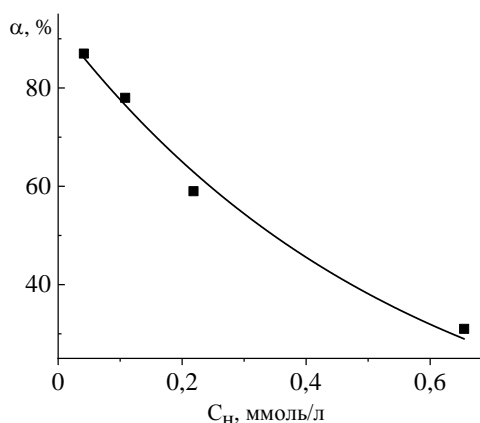


Рис. 1. Изменение степени деструкции ТГХ в зависимости от его начальной концентрации в растворе

Анализ кинетических зависимостей позволил оценить эффективные константы скорости разложения ТГХ, рассчитать скорости процесса и энергетический вклад ДБР в процесс разложения ТГХ (табл.). Приведённые величины энергетических выходов сопоставимы с результатами, полученными при обработке раствора фенола ($0,42 \div 1,03$ молекул/100эВ) и 2,4-дихлорфенола ($0,05 \div 0,17$ молекул/100 эВ) в ДБР в рассматриваемом диапазоне концентраций.

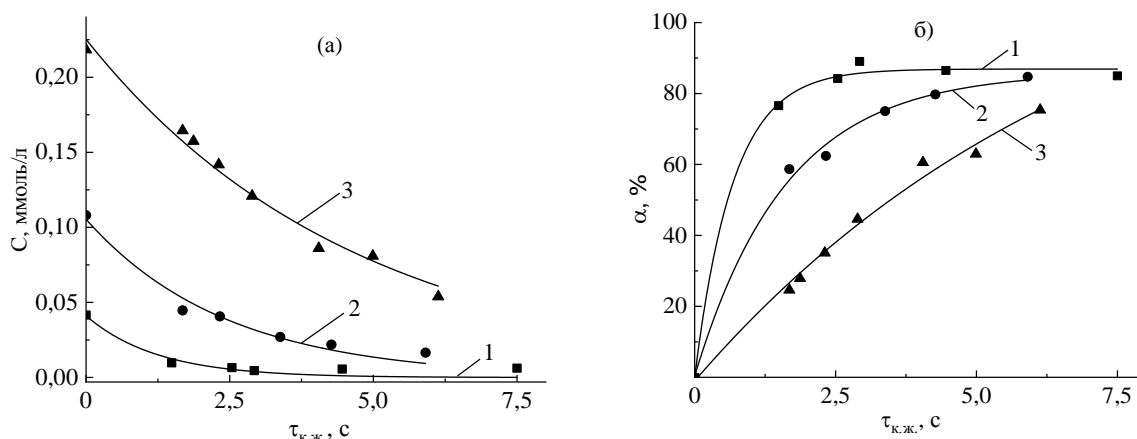


Рис. 2. Кинетика (а) и степень деструкции (б) тетрациклина гидрохлорида в ДБР при различных временах контакта раствора с разрядом.

1 - $C_n(\text{ТГХ}) = 0,042$ ммоль/л; 2 - $C_n(\text{ТГХ}) = 0,108$ ммоль/л; 3 - $C_n(\text{ТГХ}) = 0,218$ ммоль/л (мощность разряда ~ 7 Вт).

Таблица. Скорости, эффективные константы скорости и энергетический вклад в процесс разложения ТГХ

Начальная концентрация ТГХ в растворе, ммоль/л	Эффективная константа скорости разложения, с^{-1}	Скорость разложения, мкмоль/л·с	Энергетический выход, молекул / 100 эВ
0,042	$0,81 \pm 0,06$	11,8	0,020
0,108	$0,41 \pm 0,03$	16,7	0,038
0,218	$0,21 \pm 0,02$	16,7	0,056

Расчёт энергетического выхода, который характеризует количество энергии, необходимой для окисления 1 молекулы органического соединения, проводился по формуле:

$$\phi = \frac{Q \cdot C_A^0 \cdot 0,63 \cdot N_A \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100}{W},$$

где Q – расход раствора, л/с; C_A^0 – начальная концентрация, моль/л; W – мощность, вкладываемая в разряд, Вт; N_A – число Авогадро; $1,6 \cdot 10^{-19}$ – заряд электрона, Кл.

Значение pH обработанного модельного раствора ТГХ варьировалось в диапазоне 3 ÷ 4 и вероятно, определялось образованием в растворе карбоновых кислот, например уксусной. При таком значении pH раствора карбонатная система может быть представлена только растворенным в воде CO_2 , который легко переходит в газовую фазу. Экспериментальные данные действительно показали, что в качестве основных промежуточных и конечных продуктов деструкции ТГХ нами регистрировались карбоновые кислоты в жидкой фазе и CO и CO_2 в газовой фазе, также в жидкой фазе были обнаружены альдегиды (рис. 3, 4).

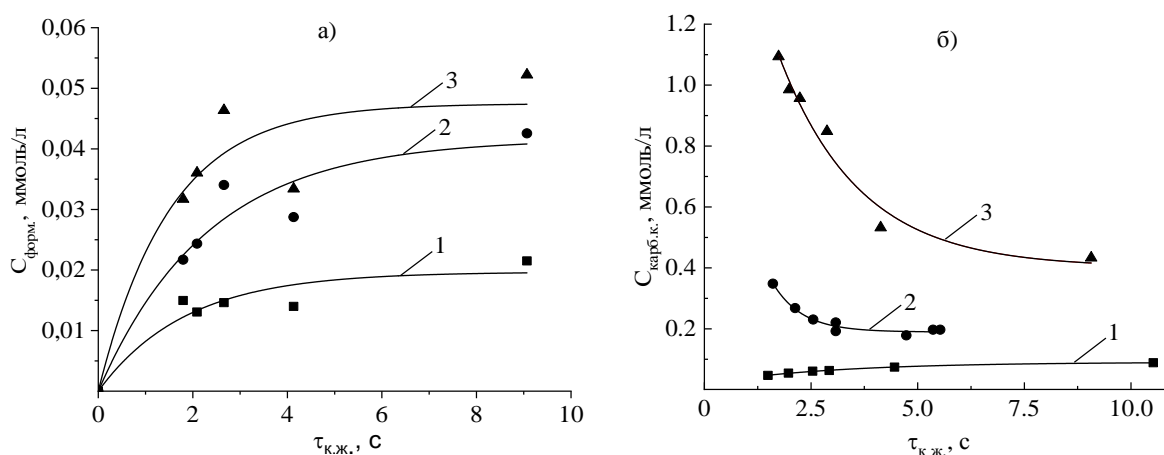


Рис. 3. Кинетика образования альдегидов (а) и карбоновых кислот в пересчёте на уксусную кислоту (б) при разложении ТГХ в ДБР.

1 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,042$ ммоль/л; 2 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,108$ ммоль/л; 3 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,218$ ммоль/л).

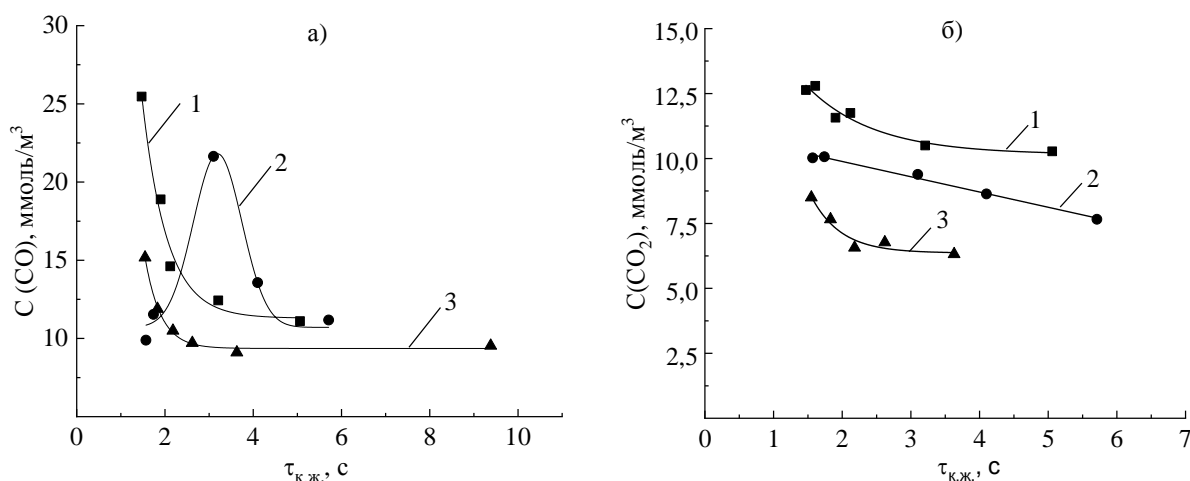


Рис. 4. Кинетика образования CO (а) и CO_2 (б) в газовой фазе при деструкции ТГХ в ДБР

1 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,042$ ммоль/л; 2 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,108$ ммоль/л; 3 – $C_n(\text{ТГХ}) = 0,218$ ммоль/л.

Судя по характеру кинетических кривых образования альдегидов и карбоновых кислот (рис. 3), при разложении ТГХ происходит накопление альдегидов в растворе с увеличением времени контакта раствора с зоной разряда.

Кинетика образования карбоновых кислот, показывает, что в данном случае они не являются конечными продуктами деструкции, т.к. при увеличении времени контакта концентрация карбоновых кислот проходит через максимум, то есть в дальнейшем они могут разлагаться до конечных продуктов окисления (предположительно до CO и CO₂, рис. 4).

При увеличении начальной концентрации ТГХ выход оксида углерода в пределах погрешности не изменяется, а диоксида углерода – уменьшается. Оценки показывают, что содержание CO и CO₂ в продуктах деструкции составляет около 20%, т.е. доминирующими продуктами разложения ТГХ являются карбоновые кислоты, доля которых достигает 75%. Сходимость баланса по углероду в сумме продуктов деструкции по отношению к исходному ТГХ составляет 50%.

Установлено, что при увеличении начальной концентрации ТГХ выход диоксида углерода снижается. Также было установлено, что при уменьшении начальной концентрации ТГХ доля углерода, перешедшего в конечные продукты деструкции (CO и CO₂), существенно увеличивалась и достигала 70%.

В ходе эксперимента нами была измерена концентрация хлорид-ионов в обработанных растворах. Обнаружено, что их концентрация увеличивается с ростом начальной концентрации тетрациклина и практически не изменяется с увеличением времени контакта раствора с зоной разряда (рис. 5).

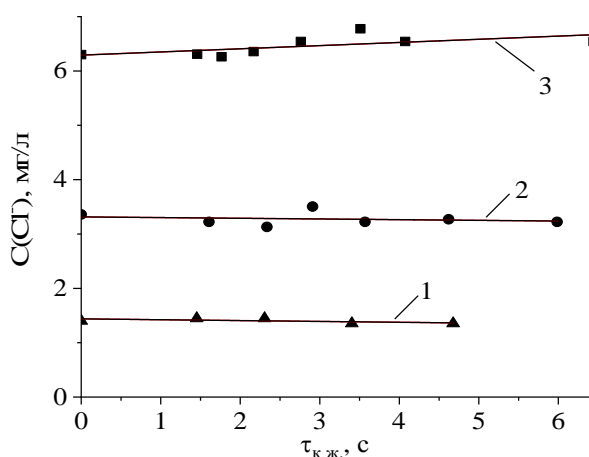


Рис. 5. Динамика образования хлорид-ионов в растворе при деструкции тетрациклина в ДБР

Оценки, выполненные при максимальной начальной концентрации ТГХ в растворе (0,218 ммоль/л) показали, что баланс по хлорид аниону выполняется с точностью до 88%, т.е. в пределах погрешности эксперимента практически весь хлористый водород, входящий в состав тетрациклина гидрохлорида, переходит в раствор в виде хлорид иона. Следовательно, вероятнее всего инициирование разложения ТГХ в ДБР происходит в результате отщепления HCl (дегидрохлорирование) от молекулы ТГХ активными частицами, в частности, атомами кислорода или гидроксидными радикалами.

Для оценки экологической целесообразности использования ДБР для очистки стоков была проведена оценка токсичности модельных водных растворов тетрациклина методом биотестирования по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus и рыб *Poecillia reticulata* Peters до и после обработки (ГОСТ Р 56236–2014).

Результаты биотестового анализа модельных растворов ТГХ на ракообразных *Daphnia magna* (дафнии) показали, что все растворы ТГХ оказывали острое

токсическое действие на тест-организмы, а для рыб *Poecillia reticulata* Peters (гуппи) – модельные растворы оказывали хроническую токсичность.

После обработки в ДБР токсичность растворов ТГХ снижалась в среднем в 25 раз (для дафний) и в 20 раз (для гуппи) по сравнению с исходными модельными растворами.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что ДБР может быть использован в качестве одной из ступеней очистки воды от фармацевтических препаратов, в частности, тетрациклина.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.

ГОСТ Р 56236–2014 (ИСО 6341:2012) Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus. М.: Стандартинформ, 2016. 39 с.

Гриневи́ч В.И., Рыбкин В.В., Любимов В.А., Гу́щин А.А. Деструкция углеводов масла в водных растворах в кислородном диэлектрическом барьерном разряде атмосферного давления // Изв. высш. учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология. 2017. № 8. С. 20-27.

ПНД Ф 13.1:2:3.27-99 Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии. М., 2005. 61 с.

ПНД Ф 14.1: 2:4.187-02 Методика измерения массовой концентрации формальдегида в пробах

природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости Флюорат-02.

Симонов В.А., Нехорошева Е.В., Заверовская Н.А. Анализ воздушной среды при переработке полимерных материалов // Л.: Химия, 1988. 224 с.

Соловей Н.В., Сааведра Н.Ф. Фотометрическое определение тетрациклина гидрохлорида // Фармация. 1974. Т. 23, № 4. С. 72-73.

Grinevich V.I., Kvitkova E.Yu., Plastinina N.A., Rybkin V.V. Application of Dielectric Barrier Discharge for Waste Water Purification // Plasma Chem. Plasma Process. 2011. Vol. 31(4). Pp. 573-583.

Gushchin A.A., Grinevich V.I., Shulyk V.Y., Kvitkova E.Y., Rybkin V.V. Destruction Kinetics of 2, 4 Dichlorophenol Aqueous Solutions in an Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge in Oxygen // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2018. Vol. 38, No. 1. Pp. 123-134.

В.А. ШАТЕЦКАЯ

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА
ПРЕДПРИЯТИИ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В данной статье мы рассмотрели работу на предприятии молочной промышленности, расположенном в Мурманской области, связанную с системой по очистке сточных вод. Предприятие занимается производством целого ряда молочной продукции: молока, кефира, йогуртов, творога.

Сточные воды предприятия представляют сложную систему с присутствием растворенных в воде взвешенных и эмульгированных частиц, загрязняющих стоки. Они содержат белковые растворы, нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жиров, растворимый молочный сахар, а также дезинфицирующие и моющие средства. (Барабанова, 2011)

В соответствии с существующими требованиями, стоки молокоперерабатывающего предприятия перед их сбросом должны проходить очистку от загрязняющих веществ. (Иванова и др., 2015)

На предприятиях молочной промышленности вода после использования сбрасывается в канализацию, сточные воды составляют 80–90% от потребляемой предприятием исходной воды. (Полищук, 1989)

Сточные воды на предприятии молочной промышленности образуются в результате следующих видов производственной деятельности:

- восстановление сухого молока;
- мойка автоцистерн и емкостей при приемке молока;
- мойка молокопроводов, молочных насосов, тары, производственного и фасовочного оборудования;
- охлаждение сырья и продуктов, компрессорных установок;
- использование воды на хозяйственно-бытовые нужды предприятия (уборка помещений, мойка посуды, питье и др.)

Очистные сооружения были введены в эксплуатацию в 1974 г. Их проектная мощность 350м³/сут.

Очистка сточных вод на предприятии происходит следующим образом: сточная вода поступает в приемный резервуар, снабженный решетчатым контейнером с крупными прозорами 16 мм каждый, контейнер задерживает крупные включения. Затем с помощью насосов вода поступает в блок биологической очистки, разделенный на 5 отсеков разного назначения. Сточная вода проходит последовательно по этим отсекам. Сначала в анаэробном реакторе-денитрификаторе при участии иловой смеси происходит восстановление нитритов и нитратов до свободного азота, происходит активное перемешивание содержимого с воздухом.

Затем сточная вода поступает в аэротенк-нитрификатор 1 ступени очистки, здесь вода освобождается от растворенных органических соединений, в процессе участвуют микроорганизмы активного ила.

После этого сточные воды отстаиваются во вторичных отстойниках, где вода избавляется от активного ила и осветляется.

Затем вода поступает в аэротенк 2 ступени очистки. На этом этапе происходит более глубокая нитрификация и очистка от трудно окисляемых органических загрязнений.

После прохождения двух ступеней биологической очистки вода скапливается в резервуаре для очищенной сточной воды, после чего обеззараживается раствором гипохлорита кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ в течение не менее получаса. Затем очищенная вода подается на выпуск. Схема этой системы очистки сточных вод показана на рисунке 1.

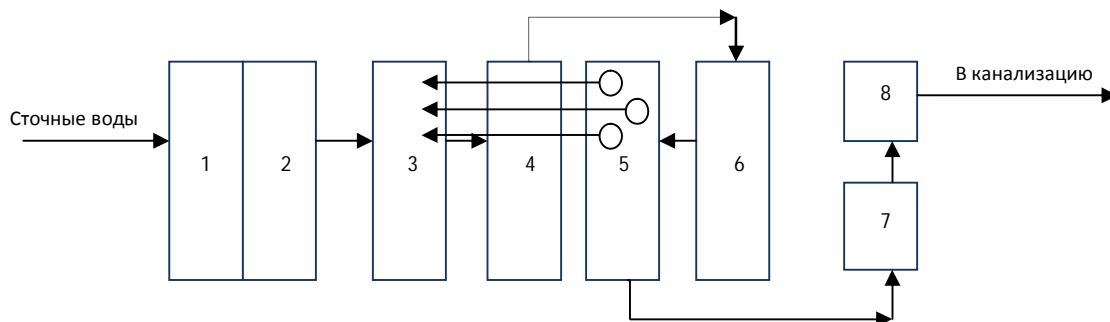


Рис. 1. Схема очистных сооружений молочного завода

Примечание: 1 – приемный резервуар, 2 – насосная, 3 – денитрификатор, 4 – аэротенк 1 ступени очистки, 5 – аэротенк 2 ступени очистки, 6 – отстойник, 7 – хлораторная, 8 – контактный резервуар

Для всех веществ, содержащихся в сточных водах, установлены нормативы предельно допустимых концентраций. (Иванова и др., 2015) Для проведения анализа качества очистки сточных вод на предприятии были взяты и проанализированы пробы сточной воды. Оценивалось содержание загрязняющих веществ, а также показатели БПК и ХПК.

В таблице приведены данные по предельно допустимой концентрации веществ, а также качеству очистки сточных вод.

Таблица. Анализ качества очистки сточных вод на предприятии молочной промышленности

№ п/п	Загрязняющее вещество	Концентрация вещества, мг/л			Эффективность очистки, %
		ПДК	На входе	На выходе	
1	БПК _{полное}	3,0	1050,0	170,0	83,8
2	ХПК	15,0	2100,0	270,0	87,1
3	Взвешенные вещества	10,0	618,8	220,4	64,4
4	pH	7,0	10,8	7,2	33,3
5	Ион аммония	0,5	12,6	4,8	62
6	Нитриты	0,08	3,2	0,1	96,9
7	Нитраты	40,0	78,3	0,2	99,7
8	Сульфаты	100,0	253,0	29,5	88,3
9	Фосфаты	0,2	0,39	0,11	71,7
10	Хлориды	300,0	1876,0	315,2	83,2
11	Железо	0,1	0,58	0,27	53,4

На основании данных этой таблицы, мы можем сделать вывод, что концентрация взвешенных веществ превышена в 22 раза, концентрация аммонийного азота и нитритов в 8 раз, концентрация фосфатов в 5,5 раз. Таким образом, очистные сооружения не обеспечивают необходимой эффективности работы, сточная вода не соответствует качеству по основным показателям.

Для повышения качества очистки сточных вод на предприятии молочной промышленности предлагаем использовать мембранный биореактор.

Мембранный биологический реактор совмещает в себе биологическую очистку активным илом с мембранным фильтрованием. Для разделения очищенной после

биологической очистки воды и активного ила используется специальные микро- или ультрафильтрационные мембраны. Конструкция мембранного биореактора позволяет создать высокую концентрацию активного ила, способствуя повышению окислительной мощности данного метода очистки из-за гораздо более интенсивно проходящих процессов биологической очистки (Степанов и др., 2017).

В мембранных биологических реакторах процессы развития и адаптации активного ила проходят более полно, использование ила в практической деятельности упрощается, так как исключено возникновение проблем, таких как всплытие, пенообразование, гниение или вспухание, также благодаря использованию мембранных биореакторов снижается количество избыточного ила. Благодаря конструкции мембранных биореакторов обеспечивается стабильное качество очистки сточных вод в связи с высокой концентрацией активного ила (от 10 до 15 г/л), вода очищается до норм рыбохоза. (Степанов и др., 2017) Мембранные биореакторы занимают минимум площади, нечувствительны к залповым сбросам стоков, полностью автоматизированы, их просто интегрировать в существующую систему очистки. Они позволяют увеличить производительность без строительства дополнительных сооружений и позволяют экономить на эксплуатационных и капитальных затратах. Основным преимуществом данного метода является тот факт, что модернизацию существующих очистных сооружений с организацией эффективного технологического процесса очистки без дополнительных капитальных вложений в строительство можно провести при монтаже мембранных модулей непосредственно в аэротенке. Схема очистных сооружений после модернизации представлена ниже (рис. 2).

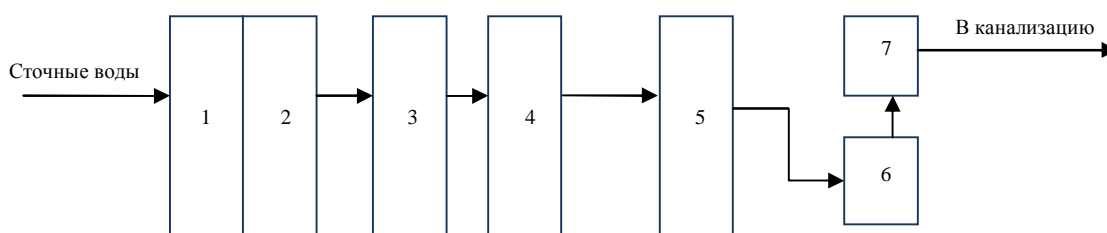


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод после модернизации

Примечание: 1 – приемный резервуар, 2 – насосная, 3 – денитрификатор, 4 – аэротенк 1 степени очистки, 5 – мембранный биологический реактор, 6 – хлораторная, 7 – контактный резервуар

После внедрения данной технологии на предприятии ожидается повышение качества очистки сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения, что позволит значительно снизить экологическую нагрузку на окружающую природную среду, а также ввести на предприятии оборотное водоснабжение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барabanова О.А. Экология: учеб. для вузов. Красноярск, 2011. 333 с.

Иванова А.О., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Модернизация системы очистки сточных вод на предприятиях молочной промышленности // Вестн. магистратуры. 2015. № 12(51). С. 63-64.

Полищук И.И. Водопользование на предприятиях пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1989. 100 с.

Степанов С.В., Солкина О.С., Морозова К.М., Степанов А.С., Соколова Т.В., Жукова М.А. Биологическая очистка сточных вод предприятий молочной промышленности в мембранном биореакторе // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 2. С. 60-65.

Е.В. ШЕМОНАЕВ¹, Е.В. КИРИЛЕНКО²¹ МБУ школа № 80, г. Тольятти, Россия² Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ СЕГОЛЕТКОВ РОТАНА
Percottus glenii (Dybowski, 1877) В ПОЙМЕННОМ ОЗЕРЕ
КРУГЛОЕ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Ротан *Percottus glenii* (Dybowski, 1877), ранее обитал на территории России лишь в Амурской области, но в последнее время значительно расширил свой ареал, частично вытесняя аборигенные виды рыб (Дмитриев, 1971; Цепкин и др., 1999). Этим объясняется значительный интерес к изучению его биологии.

Этот вид впервые обнаружен в водоемах Мордовинской поймы Саратовского водохранилища в 1998 г. (Евланов и др., 1998), где заселил большинство пойменных водоемов. Озеро Круглое – один из водоемов Мордовинской поймы Саратовского водохранилища с площадью водной поверхности 0.005 км², в ихтиофауне которого по численности доминирует амурский вселенец – ротан. Озеро Круглое представляет собой непроточный замкнутый водоем рельефного происхождения с илистым дном, его максимальная глубина 4 м, средняя – 2 м (Кириленко, Шемонаев, 2011; 2013) По физико-химическому состоянию озеро характеризуется средней щелочной средой pH 8.57 – 9.15. В последней декаде июня в нем интенсивно развиваются макрофиты: телорез (*Stratiotes aloides*), элодея канадская (*Eloдея canadensis*), роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum*), многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrrhiza*), ряска маленькая (*Lemna minor*), с конца мая – рогоз (*Typha angustifolia*). Высшая водная растительность произрастает по периметру озера и занимает прибрежную полосу шириной 2 м. В период половодья (последняя декада апреля – середина июня) озеро сообщается с Саратовским водохранилищем. С мая по сентябрь уровень воды в озере, как правило, снижается, и связь с водохранилищем прерывается.

Заросли макрофитов служат биотопом для разновозрастных групп популяции ротана. Судьба ротана в водоемах Мордовинской поймы во многом зависит от размерно-массовых показателей разновозрастных ровесников в пополнении их популяций. Последнее обусловлено внутривозрастной разнокачественностью потомства и уровнем обеспеченности пищей быстро- и медленно растущих особей генерации.

Цель работы – выявление особенностей динамики размерно-массовых показателей сеголетков разновозрастных групп ротана в различные месяцы нагульного периода в водоемах Мордовинской поймы Саратовского водохранилища.

Отлов сеголетков ротана в оз. Круглое проводили с июля по октябрь 2013 г. с интервалом в 15 суток. Рыб отлавливали мальковой волокушей в прибрежной зоне озера. Из каждого улова отбирали мальков всех встречавшихся размеров. Длину тела рыб (от конца рыла до конца чешуйного покрова) измеряли с точностью до 1 мм, массу тела рыб – до 0.002 г. Всех пойманных рыб сгруппировали в размерные группы с интервалом в 5 мм – 10–14, 15–19, 20–24, 25–29, 30–34 и 35–39 мм.

Проведенные исследования показали, что средняя длина тела у сеголетков ротана возрастала на протяжении нагульного периода. Размерная группа 10–14 мм встречается в уловах в июне–августе и исчезает из уловов в сентябре. Согласно темпам линейного роста сеголетков ротана (Воскобойникова и др., 2006), данный факт указывает на начало нереста в середине мая и окончание в середине июня. Массовый нерест ротана приходится на последние две недели мая, что дает большой процент сеголетков

10–14 мм в уловах в июне. В исследуемом периоде размерная группа 20–24 мм встречалась постоянно, что указывает на растянутость нереста ротана. В июле в уловах начинают встречаться сеголетки ротана больших размерных групп (30–34; 35–39). Встречаемость сеголетков этих размерных групп в уловах закономерно увеличивается к октябрю (рис. 1).

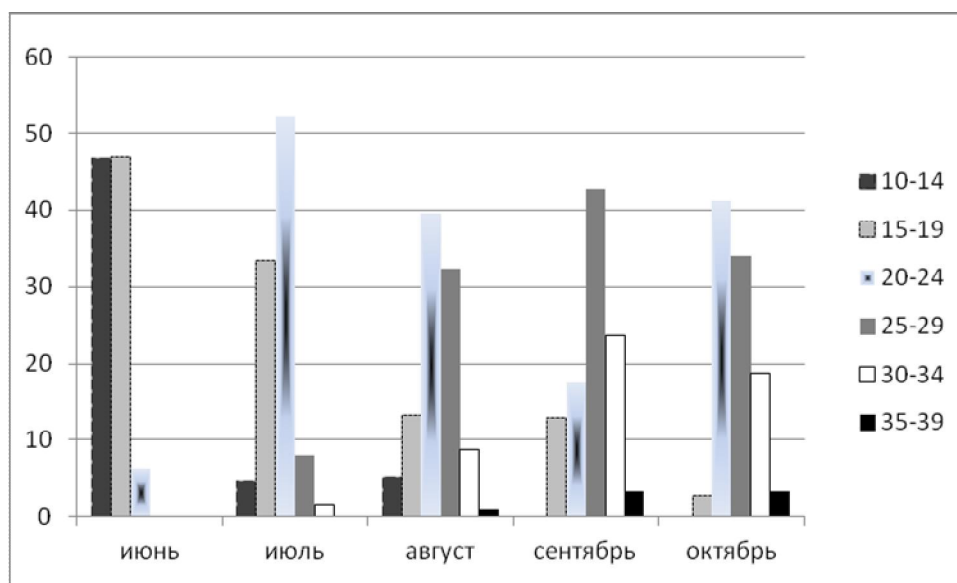


Рис. 1. Динамика встречаемости в разновозрастных группах сеголетков ротана на протяжении вегетационного периода. По оси ординат встречаемость сеголетков, %

При сравнении динамики средней массы тела у одноразмерных особей, таковая у сеголетков ротана устойчиво возрастала с увеличением длины рыб, что отчетливо проявлялось ежемесячно с июля по октябрь. Различия средней массы тела одноразмерных особей прослеживаются в каждом конкретном месяце. Динамика средних масс тела сеголетков ротана размерных групп 15–19, 20–24 мм показывает тенденцию к увеличению с июня по август и с июня по октябрь соответственно. Данная закономерность указывает на все возрастающую обеспеченность пищей данных размерных групп на протяжении периода наблюдений.

Динамика средних масс тела сеголетков размерных групп 25–29, 30–34, 35–39 имеет отличия от динамики средних масс сеголетков размерных групп 15–19, 20–24. В июле, августе, октябре наблюдается тенденция к увеличению средних масс тела. В сентябре фиксируется падение данного показателя в сравнение с августом (рис. 2). Скорее всего, это говорит о некотором ухудшении процесса добывания корма в сентябре.

Молодь многих видов рыб разных экологических групп при отсутствии энергетических затрат на генеративный обмен основную часть энергии ассимилированной пищи расходует на энергетический и пластический обмен (Шатуновский, 1980; Шульман, 1972).

В большинстве случаев это выражается в интенсивном увеличении линейных и массовых характеристик тела. Такая закономерность наиболее отчетливо проявляется у бореальных видов рыб в сезонном плане, когда устойчивое осеннее понижение температуры воды служит сигнальным фактором для интенсификации процесса жиронакопления. В результате этого в каждой генерации рыб присутствуют разновозрастные особи, что служит одним из адаптивных свойств вида, обеспечивающих его выживание в разных трофических ситуациях. В целом можно констатировать, что условия нагула в оз. Круглое для сеголетков ротана были оптимальны, так как показатели массы тела с увеличением длины тела сеголетков

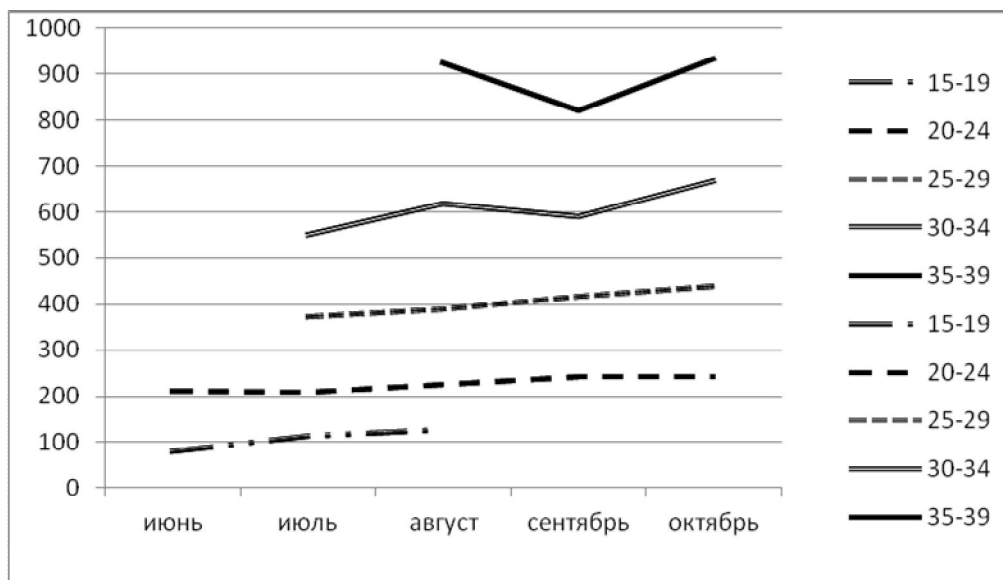


Рис. 2. Динамика средних масс (мг) в разноразмерных группах сеголетков ротана-головешки на протяжении вегетационного периода. По оси ординат значения средних массы (мг)

возрастали с июня по октябрь. На этом основании можно предположить, что численность его популяций в водоемах Мордовинской поймы Саратовского водохранилища в ближайшие годы, по-видимому, будет возрастать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воскобойникова О.С., Павлов Д.А. Личиночное развитие ротана-головешки *Perccottus glenii* (Perciformes, Gobioidae, Odontobutidae) в связи с присхождением рыб подотряда Gobioidae // *Вопр. ихтиологии*. 2006. Т. 46, № 6. С. 826-841

Дмитриев М.А. Осторожно ротан // *Рыбоводство и рыболовство*. 1971. № 1. С. 26-27.

Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти, 1998. 222 с.

Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. Данные о морфологии и биологии ротана-головешки *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 из озера Круглое Мордовинской поймы Саратовского водохранилища // *Изв. Самар. НЦ РАН*. 2011. Т. 13, № 1. С. 207-210.

Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. К вопросу о питании ротана-головешки *Perccottus glenii* в водоемах Самарской луки (на примере озера Круглое) // *Материалы X Международ. науч.-практич. конф. «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики»*. Тольятти, 2013. С. 60-66.

Цепкин Е. Неугомонный пришелец ротан // *Наука и жизнь*. 1999. № 9. С. 25.

Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 281 с.

Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.

Н.Г. ШЕРЫШЕВА¹, М.А. УНКОВСКАЯ²¹ Институт экологии волжского бассейна РАН; Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия² Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник; Институт экологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань, Россия**ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И БАКТЕРИОБЕНТОС ВОДНОЙ СИСТЕМЫ Р. СЕР-БУЛАК – ОЗ. КАРАСИХА (ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)**

Река Сер-Булак и озеро Карасиха являются частью гидросистемы поверхностных вод Раифского участка Волжско-Камского заповедника. Река Сер-Булак протекает через заповедное оз. Линево и оз. Карасиха, расположенное в пос. Садовый и впадает в оз. Раифское (Унковская и др., 2002). Оз. Карасиха – небольшой водоем круглой формы площадью 0,4 м² с максимальной глубиной 10,8 м; характерной особенностью озера является высокая цветность – 380 °Pt и высокое содержание общего железа – 2,77 мг/л в воде. (Горбунов, 2011). Поверхность озера плотно покрыто ряской. Задачей настоящей работы было получение первых данных о физико-химических характеристиках донных отложений и таксономическом составе бактериобентоса р. Сер-Булак и оз. Карасиха.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в августе 2007 г. Пробы грунта отбирались на р. Сер-Булак на четырех станциях: 1 – в воронке, расположенной между озерами Линево и Карасиха в районе дамбы, 2 – на ручьевом участке перед впадением в оз. Карасиха, 3 – на расстоянии 50 м от истока из оз. Карасиха, 4 – в устье р. Сер-Булак в заболоченной части оз. Раифское; в оз. Карасиха – на двух станциях: на мелководье около уреза воды и в прибрежье на глубине 3 м (рис.).

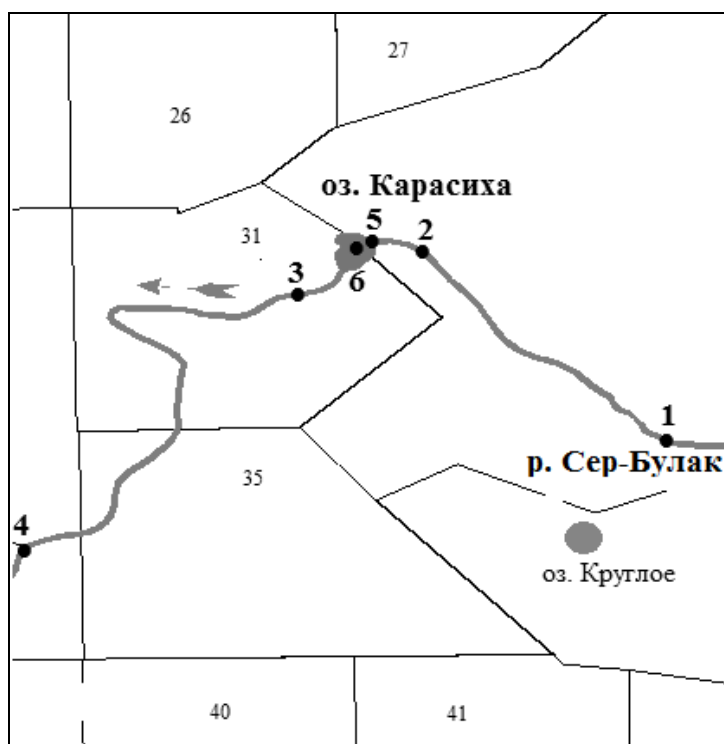


Рис. Схема отбора проб донных отложений на р. Сер-Булак и оз. Карасиха: 1 – воронка, расположенная между озерами Линево и Карасиха в районе дамбы; 2 – ручьевой участок р. Сер-Булак перед впадением в оз. Карасиха; 3 – р. Сер-Булак на расстоянии 50 м от истока р. Сер-Булак из оз. Карасиха; 4 – устье р. Сер-Булак в заболоченной части оз. Раифское; 5 – мелководье оз. Карасиха; 6 – оз. Карасиха на глубине 3 м

Пробы грунтов отбирались трубчатым стратометром из поверхностных горизонтов (0–10 см). В момент отбора в грунтовой колонке измерялись значения температуры, активной реакции среды (рН) и редокс-потенциала. Для оценки окислительно-восстановительных условий в илах с учетом активной реакции среды (рН) применяли расчетный показатель, выраженный в $гН_2$ (определяемый как $Eh/29 + 2рН$) (Кузнецов, Дубинина, 1989). Согласно (Романенко, 1985) анаэробным условиям соответствует интервал $0 < гН_2 > 12-13$, микроаэробным – $12-13 < гН_2 > 18-20$, аэробным – $гН_2 > 18-20$. Гранулометрический анализ (Кузяхметов, 2004) выполнен с выделением фракций: > 1 мм (крупнозернистый песок); $1-0,1$ мм (среднезернистый и мелкозернистый песок); $0,1-0,01$ мм (алеврит); $< 0,01$ мм (пелит). Идентификацию типов донных отложений проводили на основе процентного содержания частиц размером $< 0,01$ мм по классификации Кленовой М.В. (Зайков, 1960). Микроскопический анализ грунтов выполнен на бинокulare МБ-9 при увеличении $\times 100$.

Общую численность бактерий в донных отложениях определяли прямым методом (Дзюбан, Горленко, 1989), включающим приготовление иловых болтушек, фильтрование бактериальной суспензии через мембранные фильтры с последующей окраской карболовым эритрозином. Клетки бактерий подсчитывали под поляризационно-интерференционным микроскопом BIOLAR при увеличении $\times 1250$.

Для установления таксономической принадлежности бактерий применяли высокочувствительный метод масс-спектрометрии микробных маркеров (МСММ) с использованием базы данных (Sherysheva et al., 2015). Метод позволяет определить виды бактерий численностью более 10^4 кл/г ила. Анализ проведен на хромато-масс-спектрометре АТ 5973 фирмы Agilent Technologies

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика илов. В озерах и водотоках Раифского участка типы донных отложений формируются на основе подстилающих почв (Шерышева, 2016). В районе оз. Карасиха и прилегающего участка р. Сер-Булак залегают супесчаные и суглинистые дерново-подзолистые, песчаные железистые красноокрашенные почвы, песчаные средние и слабые подзолы (Калимуллина, 2002).

В р. Сер-Булак донные отложения представлены среднезернистыми и мелкозернистыми песками.

Дно воронки на участке р. Сер-Булак между озерами Линево и Карасиха в районе дамбы выстилает коричневый мелкопесчаный ил, на поверхности которого аккумулируется мощный полужидкий слой рыхлых железистых образований в виде легко распадающихся хлопьев. При микроскопическом анализе в иле обнаружены тонкие детритные структуры, мелкие растительные остатки, диатомеи.

Для ручьевого участка р. Сер-Булак характерен коричневый мелкозернистый песок с обильными образованиями гидроксидов железа интенсивных охристых оттенков. Обнаружены локальные участки с коллоидными железистыми скоплениями белесо-желтого цвета, окислительно-восстановительный потенциал которых имеет нулевое значение ($Eh = 0$).

Участок р. Сер-Булак, расположенный в 50 м от истока из оз. Карасиха в направлении к оз. Раифское. Для данного биотопа характерны заросли кубышки, рдеста, элодеи. Поверхность воды покрыта слоем ряски. Дно реки выстилает коричневый мелкозернистый песок, включающий среднезернистые и алевритовые фракции. Ил содержит древесные остатки, осколки ракуши, корневища растений, большое количество листового опада и остатков полуразложившейся водной растительности. Микроскопический анализ показал преобладание минеральных частиц, грубых растительных фрагментов и отсутствие тонкоструктурного детрита.

Для устьевого участка р. Сер-Булак характерны песчанистые отложения, плотно пронизанные корневищами растений. На поверхности грунта формируется мощный слой макрофитного ила, состоящего из остатков полуразложившейся водной растительности, древесных остатков, листового опада. В микроструктуре обнаружены створки диатомовых водорослей, грубый растительный детрит.

Озеро Карасиха. Мелководный участок около уреза воды (глубина 0,1 м) в месте впадения ручья выстилает коричневый заиленный песок, на котором скапливаются рыжие хлопья гидроокисного железа, поступающего в озеро из ручья.

В озере на глубине 3 м формируется черный мягкий ил, включающий фракции мелкого песка с полуразложившимися остатками ряски. В микроструктуре ила обнаружены грубодетритные и тонкодетритные фрагменты.

Общую основу механического состава донных отложений системы р. Сер-Булак – оз. Карасиха составляет фракция среднезернистого и мелкозернистого песка (табл. 1). Для динамичного ручьевого участка р. Сер-Булак характерно значительное присутствие крупнозернистого песка. В воронке р. Сер-Булак и в оз. Карасиха в результате седиментационных и деструктивных процессов в механическом составе грунта происходит накопление мелкодисперсных алевритово-пелитовых фракций.

Таблица 1. Физико-химические характеристики и гранулометрический состав донных отложений р. Сер-Булак и оз. Карасиха в августе 2007 г.

Станция (глубина, м)	Т, °С	рН	Еh	rH ₂	W, %	Фракции механического состава, %*			
						> 1	1 - 0,1	0,1 - 0,01	< 0,01
Река Сер-Булак									
Воронка (0,7)	17,5	6,10	-60	11,7	95,0	11,8	40,9	16,1	31,1
Ручьевого участка (0,3)	21,2	6,38	0	0	75,5	10,9	46,5	18,7	23,9
50 м от истока оз. Карасиха (0,8)	19,9	5,90	+120	15,9	81,0	23,1	48,4	16,9	11,8
Устье (0,7)	18,4	5,95	+125	16,2	85,0	29,8	51,7	6,8	11,7
Озеро Карасиха									
Зона впадения ручья (0,1)	23,3	6,33	+130	17,1	71,0	0,2	47,7	39,8	12,2
Прибрежье (3,0)	11,0	6,10	+120	16,3	79,6	8,1	36,6	23,1	32,1

Примечание: * – размер частиц механического состава, мм

Таксономическая структура бактериобентоса в р. Сер-Булак и оз. Карасиха. Структура бактериального сообщества формируется под влиянием условий среды обитания. Нами рассмотрены четыре биотопа системы «р. Сер-Булак – оз. Карасиха» с различными типами донных отложений: 1) р. Сер-Булак-воронка, где залегает коричневый мелкопесчанистый ил с железистыми образованиями; 2) ручьевого участка р. Сер-Булак перед впадением в оз. Карасиха с песчанистыми отложениями, обогащенными гидрооксидами железа; 3) прибрежье оз. Карасиха на глубине 3 м, где залегает черный мягкий ил, содержащий остатки разлагающейся растительности; 4) участок р. Сер-Булак, расположенный на расстоянии 50 м от истока из оз. Карасиха (далее по тексту Сер-Булак – 50м), представленный мелкозернистым песком, обогащенным растительным детритом.

Таксономическая структура бактериобентоса системы «р. Сер-Булак – оз. Карасиха» включает 43 таксона родового и видового рангов. В табл. 2 представлен родовой состав бактериальных сообществ исследованных биотопов.

Таблица 2. Родовой состав бактериальных сообществ в донных отложениях р. Сер-Булак и оз. Карасиха, определенный методом МСММ

р. Сер-Булак – воронка	р. Сер-Булак – ручей	оз. Карасиха, побережье, 3 м	р. Сер-Булак – 50м
<i>Acetobacterium</i>	<i>Acetobacter</i>	<i>Acetobacter</i>	<i>Acetobacter</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Acetobacterium</i>	<i>Actinomadura</i>	<i>Agrobacterium</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Arthrobacter</i>	<i>Arthrobacter</i>
<i>Butyrivibrio</i>	<i>Butyrivibrio</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>
<i>Pseudomonas</i>	<i>Clostridium</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Desulfovibrio</i>	<i>Desulfovibrio</i>	<i>Bacteroides</i>	<i>Bacteroides</i>
<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Butyrivibrio</i>	<i>Burgholderia</i>
<i>Eubacterium</i>	<i>Eubacterium</i>	<i>Chlamydia</i>	<i>Butyrivibrio</i>
FeRed (Турова,1996)*	FeRB Lovley*	<i>Clostridium</i>	<i>Clostridium</i>
<i>Leptothrix</i>	FeRed KM-2 *	<i>Nocardia</i>	<i>Nocardia</i>
<i>Micrococcus</i>	<i>Leptothrix</i>	<i>Cytophaga/Flexibacter</i>	<i>Cytophaga/Flexibacter</i>
<i>Mycobacterium</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Desulfovibrio</i>	<i>Desulfovibrio</i>
<i>Nitrobacter</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<i>Nocardia</i>	<i>Nitrobacter</i>	<i>Eubacterium</i>	<i>Eubacterium</i>
<i>Pseudonocardia</i>	<i>Nocardia</i>	FeRB Lovley*	FeRB Lovley*
<i>Rhodococcus</i>	<i>Pseudonocardia</i>	FeRed KM-2 *	FeRed KM-2 *
<i>Sphaerotilus</i>	<i>Rhodococcus</i>	FeRed (Турова,1996)*	FeRed (Турова,1996)*
<i>Spirochaeta "M"</i>	<i>Sphaerotilus</i>	<i>Methylococcus</i>	<i>Methylococcus</i>
<i>Staphylococcus</i>	<i>Spirochaeta"М"</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus</i>
<i>Xanthomonas</i>	-	<i>Mycobacterium</i>	<i>Nitrobacter</i>
-	-	<i>Nitrobacter</i>	<i>Nocardia</i>
-	-	<i>Nocardia</i>	<i>Propionicum</i>
-	-	<i>Propionicum</i>	<i>Pseudomonas</i>
-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudonocardia</i>
-	-	<i>Leptothrix</i>	<i>Rhodococcus</i>
-	-	<i>Pseudonocardia</i>	<i>Sphaerotilus</i>
-	-	<i>Rhodococcus</i>	<i>Sphingomonas</i>
-	-	<i>Sphaerotilus</i>	<i>Spirochaeta"М"</i>
-	-	<i>Sphingomonas</i>	<i>Caulobacter</i>
-	-	<i>Spirochaeta"М"</i>	<i>Xanthomonas</i>
-	-	<i>Caulobacter</i>	-
-	-	<i>Xanthomonas</i>	-

Примечание: * – железоредукторы

Обнаружено сходство по числу родов бактериальных сообществ в донных отложениях р. Сер-Булак – воронка и р. Сер-Булак – ручей (20 и 19 родов, соответственно). В илах побережья оз. Карасиха и р. Сер-Булак – 50 м в результате обогащения илов органическим веществом растительного происхождения значительно расширяется спектр родовой состава бактериального населения, и число родов увеличивается соответственно до 32 и 30. Снижение родовой разнообразия бактериобентоса в воронке и ручьевой части р. Сер-Булак почти на 40% по сравнению с оз. Карасиха и р. Сербулак – 50 м может быть обусловлено высоким содержанием гидроксидов железа, интенсивно покрывающих поверхность грунта в виде хлопьев и коллоидных образований и угнетающих развитие отдельных эколого-трофических групп бактериобентоса.

В воронке и на ручьевом участке р. Сер-Булак наибольшего развития получили отдельные функциональные группы бактериобентоса: железоредукторы FeRB, (Lovley), FeRed KM-2, железоокисляющие бактерии рр. *Sphaerotilus* и *Leptothrix*.

В оз. Карасиха наиболее массовое развитие получили представители рр. *Actinomadura*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Methylococcus*. Доминируют в сообществе рр. *Arthrobacter*, *Butyrivibrio*, *Propionicum* и железоредукторы FeRB Lovley. Активно развиваются по численности бактерии рр. *Spirochaeta*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Eubacterium*, *Acetobacter*, железобактерия р. *Leptothrix* (Шерышева, 2016).

Бактериобентосное сообщество песчанистого ила р. Сер-Булак – 50 м характеризуется большим таксономическим сходством с прибрежным сообществом из оз. Карасиха и отличается только несколькими видами. Так, в сообществе песчанистого ила р. Сер-Булак – 50 м исчезли представители рр. *Actinomadura*, *Mycobacterium*, железоокисляющая бактерия *Leptothrix*. При этом развитие получили *Burgholderia seracia* и бактерия р. *Agrobacterium*, которые отсутствовали в бактериобентосных сообществах оз. Карасиха, ручьевого участка и воронки р. Сер-Булак.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горбунов М.Ю. Вертикальное распределение бактериохлорофиллов в гумозных озерах Волжско-Камского заповедника (Республика Татарстан) // Поволжск. экологич. журн. 2011. № 3. С. 280-293.
- Дзюбан А.Н., Горленко А.Ю. Оптимизация метода прямого счета бактерий в донных отложениях водоемов // Микробиология. 1989. Т. 58, вып. 5. С. 871-875.
- Зайков Б.Д. Очерки по озероведению. Ленинград, 1960. 240 с.
- Калимуллина С.Н. История изучения почвенного покрова Волжско-Камского заповедника // Тр. Волжско-Камск. гос. природного заповедника. Вып. 5. Казань 2002. С. 199-213.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.
- Кузяхметов Г.Г., Мифтахова А.М., Киреева Н.А., Новоселова Е.И. Практикум по почвоведению. Уч. пос. Уфа, 2004. 120 с.
- Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.
- Унковская Е.Н., Мингазова Н.М., Павлова Л.Р. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы // Тр. Волжско-Камск. гос. природного заповедника, 2002. Вып. 5. С. 9-36.
- Шерышева Н.Г. Типы, гранулометрический состав и водно-физические свойства донных отложений озер Волжско-камского заповедника // Тр. Волжско-Камск. гос. природного биосферного заповедника. Казань, 2016. Вып. 7. С. 41-55.
- Шерышева Н.Г. Общая численность и таксономическая структура бактериобентоса озер Волжско-камского заповедника // Тр. Волжско-Камск. гос. природного биосферного заповедника. Казань, 2016. Вып. 7. С. 56-71.
- Sherysheva N.G., Osipov G.A., Khalko V.V. Studying composition of bacteriobenthic communities in the sediments of water ecosystems by fatty acid markers // J. Inland Water Biology. 2015. Vol. 8(3). Pp. 242-249.

В.С. ШИШКИН

Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, Россия

**К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ
СРЕДЫ И ПРИГОРОДНЫХ ЗОНАХ (НА ПРИМЕРЕ Г.О. САМАРА)**

Эколого-туристическо-рекреационными объектами г.о. Самара и его окрестностей являются природные комплексы, характеризующиеся благоприятными ландшафтно-экологическими параметрами, прежде всего с богатыми или уникальными туристско-рекреационными ресурсами (Серова, 2007). Каждый из таких объектов, представляющих собой ключевые участки эколого-туристско-рекреационных районов (ЭТРР) требует пристального внимания и тщательного изучения в целях сохранения природных черт и сохранения привлекательности для населения в течении долгого времени.

Определение допустимых рекреационных нагрузок на тот или иной природный комплекс в большой степени зависит от существующих природоохранных законодательств, нормативов и правил. Однако, с точки зрения эколога, должно базироваться прежде всего на данных по стабильности и лабильности объекта.

Широко используемые методы исследования предполагают сравнение проектных и фактических показателей степени воздействия объектов рекреации на природную среду (Мамин и др., 2015). Основной способ проведения исследований на рекреационной территории – это периодические обследования на ключевых участках. Объектом исследования могут выступать пробная и/или контрольная площадь, экологический профиль, стоянка туристов, экскурсионный маршрут, экологическая тропа (Серова, Кулагин, 2016). Осуществлять наблюдения предполагается три раза в сезон использования территории: до начала эксплуатации, во время пиковых значений нагрузки (при массовом наплыве туристов) и после завершения сезона рекреационного исследования.

По мнению некоторых авторов, в программу мониторинговых исследований на ключевых участках рекреационно-значимых территорий должен входить комплекс мероприятий, включающий наблюдение за состоянием и динамикой основных компонентов природных комплексов (Казанская, 1972, 1980; Чижова, 2007; Ильина, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018а, б; Ильина, Митрошенкова, 2018 и др.). Современное состояние природных комплексов в достаточной степени отражает последствия пребывания туристов и отдыхающих на изучаемых территориях.

Нами проводится изучение состояние некоторых природных комплексов г.о. Самара и его окрестностей, имеющих рекреационное значение, в связи с чем претерпевающих некоторые изменения. Объектами изучения являются гора Лысая и гора Тип-Тяв (Соколы горы), Шелехметские озера (пойма реки Волги), Алексеевские озера (пойма реки Самары) и прилегающие к ним территории.

Состояние почвенного покрова ухудшается вследствие вытаптывания, что проявляется в уплотнении почвы, снижении ее водопроницаемости; усилении эрозии, отмечающееся при нарушении стока воды, размывов участков троп, образовании промоин, расширении тропинок.

Состояние аквальных объектов определяется загрязнением воды, заключающееся в изменении ее физических и химических свойств, уменьшении прозрачности, изменении характеристик донных отложений, в том числе накоплении мусора, заиливание водоема и др.

Состояние растительного покрова выявляется по снижению разнообразия фитоценозов, нарушению их структуры, обеднению флоры (как по видовому разнообразию,

так и по количеству особей модельных видов растений), увеличению сорных видов, в том числе карантинных, механическому повреждению древесно-кустарниковых представителей и т.д.

Состояние животного мира определяется по обеднению фауны (по видовому разнообразию, по количеству особей модельных видов), внедрению синантропных представителей.

Антропогенное воздействие замусоривание территории также появляется в виде зафиксированных несанкционированных кострищ и стихийных свалок мусора, надписей на камнях, стволах деревьев, стенах пещер и т.д.

Природоохранное благоустройство нередко заключается в установке информационных указателей и стендов, а также в осуществлении разнообразных технологических мероприятий, в том числе укреплении полотна троп, создании деревянных настилов, мостиков и переходов, установки стационарных беседок для отдыха, мест для кострищ, мест сбора мусора и прочих форм.

В большинстве случаев туристический поток концентрируется на линейных маршрутах и площадках, пригодных для временных и стационарных стоянок. Значительному антропогенному воздействию подвергаются узкие тропы, используемые как пешие, конные, велосипедные.

Для акватории также свойственно создание «троп» - фарватера, пригодного для эффективного использования.

Для наименьшего негативного воздействия на объекты необходимы следующие меры:

1. Проведение работ по благоустройству, очистке территории и береговой полосы от мусора, установка ограждения территории и водоохраной зоны для предотвращения въезда автотранспорта, навесов, столов, туалетов, организованных мест для палаточных лагерей, летних домиков. Они характеризуются разным уровнем дигрессии почвенно-растительного покрова, что проявляется в образовании дорожной колеи, троп, кострищ, реже обедненных и игровых подзон. Оформление рекреационных подзон с определенным функциональным назначением может благоприятно сказаться на состоянии природных комплексов в интенсивно посещаемых местах массового отдыха населения.

2. Пользование рекреационным благоустройством может иметь индивидуальную стоимость при входе на стоянку для самостоятельных туристов. В благоустройство входит пользование стоянкой, беседками, раздевалками, навесами, туалетами и кострищами, ремонт подъездных дорог, обустройство прилегающих к территории тропинок, очистка береговой зоны и т.д.

3. Проведение инструктажа отдыхающих перед началом маршрута и обязательное сопровождение инструктора-проводника по маршруту. Возможна раздача информационных листов, описывающих экологически безопасное поведение на маршруте.

4. Так как под рекреационным воздействием в большинстве случаев понимается прямое механическое воздействие отдыхающих на природный комплекс – нарушение надпочвенного покрова, кустарничкового и кустарникового ярусов, подлеска, древесного яруса, водной глади, то необходима регистрация туристов, прошедших по маршруту, особенно самостоятельных для более точного расчета рекреационной емкости и плотности территории.

5. На водных объектах необходимо наличие заключения на использование объекта в целях купания органами санитарно-эпидемиологического надзора и акта водолазного обследования дна пляжа в границах заплыва. Сама зона рекреации должна быть обозначена специальными опознавательными знаками (аншлагами).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ильина В.Н. Экологическая пластичность видов флоры урочища «Верховья реки Бинарадки» //

Репродуктивная биология, география и экология

растений и сообществ Среднего Поволжья: Материалы Всерос. конф. Ульяновск, 2012. С. 107-109.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность флоры урочища «Лысая гора» (Студеный овраг, Красноглинский район г. о. Самара) // Научный диалог. 2013. № 3(15): Естественное. Экология. Науки о земле. С. 43-56.

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. 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 ценопопуляций полыни солянковидной (*Artemisia salsoloides* Willd., *Asteraceae*) в Самарской области // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практич. конф., посвящ. памяти А.И. Золотухина и Году экологии. Саратов, 2017. С. 80-83.

Ильина В.Н. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Polygala sibirica* L. (*Polygalaceae*) в местообитаниях с различной степенью антропогенного воздействия // Изв. Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 1(33). С. 28-35.

Ильина В.Н. Экологическая пластичность флоры Матрюковских озёр (Самарская область) // «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – б»: Материалы международ. конф., приуроченной к 35-летию Ин-та экологии Волжск. бас-

сейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / отв. ред. Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. Тольятти: Анна, 2018. С. 116-118.

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 Международ. конф. Самара; Тольятти, 2018. С. 105-112.

Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 1. С. 52-59.

Казанская Н.С. Изменение экосистем под воздействием рекреации // Социально-экономические и географические исследования территориальных рекреационных систем. М.: Мысль, 1980. С. 94-105.

Мамин Р.Г., Орехов Г.В., Байрашева А.А. Урбанизация и экологическая безопасность территории новой Москвы. М., 2015. 112 с.

Серова О.В. Ландшафтно-экологическая оценка территории Республики Башкортостан для развития природного туризма и отдыха: Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2007. 26 с.

Серова О.В., Кулагин А.Ю. Рекреационное природопользование и экологические риски на территории горно-лесной зоны Республики Башкортостан // Карельск. нуч. журн. 2016. Т. 5, 3(16). С. 81-84.

Чижова В.П. Определение допустимой рекреационной нагрузки (на примере дельты Волги) // Вестн. Московск. ун-та. Сер. 5. География. 2007. № 3. С. 31-36.

М.И. ЮРЧАК, Н.В. ПОЛЯКОВА

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕКИ ЧЁРНАЯ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Малые равнинные реки – одни из наиболее многочисленных водных объектов на территории европейской части России. Несмотря на это, исследования на них носят чаще всего случайный, разовый характер. Малые реки Ленинградской области не являются исключением, сообщества водных организмов здесь изучены крайне слабо. Широко распространёнными организмами малых рек и ручьёв являются личинки миног (пескоройки), проводя от вылупления до метаморфоза 4–5 лет, зарывшись в грунт и питаясь детритом, водорослями и мелкими беспозвоночными, а также, играя существенную роль в общей биомассе бентоса и энергетических потоках донных сообществ. В связи с этим, в рамках работ по изучению популяций речной миноги *Lampetra fluviatilis* в реках Ленинградской области возникла необходимость описания структуры сообществ, в частности, макрозообентоса. Наибольший интерес представляла р. Чёрная (Гладышевка), где пескоройки достигали высоких величин плотности поселений. Целью настоящей работы было описание сообществ макрозообентоса, выделение основных доминирующих групп и изменение их количественных показателей в течение сезона.

Река Чёрная в месте взятия проб ($60^{\circ}13'15.74''$ с.ш., $29^{\circ}30'56.26''$ в.д в 6 км от места впадения в Финский залив Балтийского моря.) представляет собой типичную малую реку. Ширина составляет 15–20 м при глубинах 0,5 до 2,5 м. Скорость течения реки в открытой части 0,75 м/с, на перекатах достигает 1,5 м/с, у берега 0,36 м/с.

Зообентос в 2018 г. брали 4 раза: в июне, июле, сентябре и ноябре по три повторности зубчатым водолазным дночерпателем с площадью $1/20$ м². Параллельно отбирали пробы грунта на гранулометрический анализ и содержание органического вещества отбирали стаканчиком с диаметром 5 см по 10 повторностей. Высушенный предварительно грунт просеивали через систему почвенных сит с диаметром отверстия от 10 до 0,1 мм. Органическое вещество определяли методом сухого сжигания,

Участок реки, где отбирали материал, представляет собой типичное местообитание пескороек: относительно мелководный участок замедленного течения, расположенный вдоль берега, с песчаным дном, иногда иловыми наносами. Местами, в затишных участках около камней или изгибов берега отмечено накопление листвы, фрагментов веток деревьев и прочего органического мусора подобного рода. Глубина варьировала от 0,1 м до 0,5 м. Содержание органического вещества в грунте составляло в отдельных пробах от 0,5 до 15%, что объясняется попаданием растительных остатков в некоторые пробы. В среднем за сезон на исследованном участке количество органики колебалось от 1 до 3,5%, причём отмечены сезонные различия. Так максимальные величины отмечены в июне и ноябре и составляли $3,4 \pm 1,1$ и $3,2 \pm 1,7$ соответственно. Это можно объяснить присутствием большого количества листового опада в ноябре, и остатками его ещё с прошлого года в июне. Причём в июне слой листьев часто был занесён песком, слой которого составлял несколько сантиметров. Летом, когда наблюдалось минимальное количество растительного мусора, содержание органического вещества в грунте составляло в июле $1,2 \pm 0,3$, в середине сентября – $1,7 \pm 0,5$. Гранулометрический анализ показал, что преобладающей фракцией являются мелкие и тонкие пески, составляя в сумме более 90% от общего состава. При этом

фракции, крупнее 2 мм отсутствуют, содержание фракции 0,25–0,1 мм составляло от 45 до 50%, меньше 0,1 мм от 44 до 51%. Выраженных сезонных изменений не наблюдалось.

В результате исследований макрозообентоса показано, что сообщества представлены типичными формами реофильной фауны. Река Чёрная отличается богатой таксономической представленностью организмов макрозообентоса, кроме личинок речной миноги *Lampetra fluviatilis*, здесь так же в массе отмечены мелкие двустворчатые моллюски сем. Sphaeriidae и Pisidiidae, малощетинковые черви Olygochaeta, пиявки Hirudinea личинки насекомых отрядов Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata, Diptera (преимущественно представители сем. Chironomidae), причём все они представлены несколькими семействами. Реже встречались представители отрядов Megaloptera и Plecoptera, а также брюхоногие моллюски Gastropoda. Кроме того, в качественных пробах отмечены губки, взрослые насекомые, в основном водяные клопы *Notonecta sp.*, *Sigara sp.*, *Nepa sp.*, крупные двустворчатые моллюски сем. Unionidae, а также на исследованном участке обнаружены живые особи жемчужниц *Margaritifera margaritana*, занесённые в Красную Книгу Российской Федерации. Так же в составе зообентоса отмечены бычки подкаменщики *Cottus gobio*. Необходимо отметить, что присутствие таких групп, как подёнки и веснянки, а также одновременное присутствие большого количества таксонов, указывает на благоприятные экологические условия и высокие биоиндикационные показатели.

В течение сезона численность и биомасса макрозообентоса изменялись от 1230 до 4360 экз/м² и 17,5 – 75,3 г/м² соответственно. При этом колебания показателей обилия с июня по сентябрь находились в пределах статистической ошибки и лишь в ноябре отмечено достоверное снижение общей численности по сравнению с летними месяцами и общей биомассы по сравнению с сентябрём. Именно в ноябре отмечены минимальные показатели обилия – численность 1233±651 экз/м² и биомасса 17,5±6,25 г/м². Максимальные значения численности были в июле - 4360±1373 экз/м², биомассы в июне 75,3±29,9 г/м². Вклад отдельных групп в эти показатели так же изменялся в течение сезона. В целом, численность определяли малощетинковые черви и личинки насекомых, преимущественно хирономид, составляющих более 90% от численности всех представителей насекомых. Так, доля олигохет в численности колебалась от 40 до 55% от общей, максимальная численность отмечена в июле 1767±1338 экз/м², минимальная – в ноябре 667±507 экз/м², при этом колебания находятся в пределах ошибки. Это можно объяснить неоднородностью участка, на котором отбирали пробы. Поэтому часто наблюдался большой разброс количественных показателей в разных повторностях. Доля личинок насекомых в общей численности составляла 30–40% и колебалась в течении сезона в пределах 430–1670 экз/м². Здесь наблюдались достоверные отличия между месяцами – максимальные значения отмечены в июле (1667±61 экз/м² из них личинок хиронономид – 1420±272 экз/м²), минимальные - в ноябре (433±68 экз/м², из них 340±202 экз/м² – личинки хиронономид). Биомассу же определяли в большинстве случаев личинки миног и так же малощетинковые черви. Доля пескороек в общей биомассе составила 30–80%, снижаясь от июня к ноябрю, олигохет – 15–50%, при этом наоборот, повышаясь в указанный период. Интересно, что достоверных различий в биомассе олигохет в течение сезона не отмечено, колебания составили 9–16 г/м², находясь в пределах статистической ошибки. Максимальная биомасса пескороек, отмеченная в июне, составила 59,1±13 г/м², минимальная - в ноябре – 5,3±1 г/м², в июле и сентябре эти показатели составили 16,7±3 г/м² и 25,7±4 г/м² соответственно. Несоответствие колебаний численности и биомассы пескороек можно объяснить постоянными миграциями этих организмов, причём одновременно на исследованном участке присутствуют пескоройки всех возрастов, которые очень сильно различаются в размерах. Миграции пескороек разных возрастов могут происходить в разное время. При этом в середине июля отмечено появление сеголеток,

которые и обусловили резкое увеличение численности (в одной из проб отмечена численность 540 экз/м², при этом в двух других они отсутствовали). Смена возрастного состава пескороек и обусловила такие колебания биомассы при не столь значительных колебаниях численности.

Таким образом, можно утверждать, что пескоройки могут играть доминирующую роль в образовании биомассы сообществ макрозообентоса. В целом, донные сообщества исследованного участка по качественным и количественным характеристикам полностью соответствуют водоёмам данного типа. Сезонная динамика основных показателей находится в пределах биологических ритмов отмеченных организмов.

А.П. ЯКОВЛЕВА, Г.Р. ЮМАГУЛОВА

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ *Bufo viridis* ГАФУРИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Гафурийский район является географическим центром Республики Башкортостан, на его территории, площадью 3038,02 км², большей частью расположенной в горно-лесной зоне, находится 95 населённых пунктов – сёла и деревни, а экономика носит аграрно-лесопромышленный характер.

Согласно проведённым исследованиям (Зарипова, 2014, Юмагулова, 2016), жаба зелёная толерантна к обитанию в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Отмечается ее частая встречаемость на высоко урбанизированных территориях. Нами изучены морфо-биологические характеристики популяции *B. viridis*, обитающей на территории Гафурийского района – слабо урбанизированной области с низким уровнем антропопрессии.

Отбор изучаемых особей проводился в первой половине сентября 2018 г. Всего исследовано 15 особей (7 самок и 8 самцов). Для изучения морфометрических параметров нами сделаны промеры по общепринятым схемам (Терентьев, 1949, Терентьев, 1950, Банников, 1977).

Для взвешивания особей *B. viridis* использовались весы ВЛКТ 500 G MKT 4 с точностью 0,01 г, для взвешивания внутренних органов – электронные весы Massa-K (с точностью до 0,001 г). Результаты измерений пересчитаны в индексы по формуле (Мисюра, 2006, Шварц, 1968): $C = P_1 / P_0 \times 1000$, где C – относительный вес органов в промилле, P_1 – масса органа, P_0 – масса тела. Обработка данных проведена с помощью пакета статистических программ STATISTICA 5 (StatSoft Inc.). Достоверность различий между морфометрическими параметрами особей внутри популяции оценивали с помощью t-критерия (коэффициента Стьюдента). Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

Для изучения гельминтофауны популяции применялась методика неполных гельминтологических вскрытий позвоночных (Скрябин, 1928). Для количественного анализа зараженности амфибий использовались показатели: экстенсивность (E , %), индекс обилия паразита (M , экз.), рассчитанных по общепринятым формулам (Бреев, 1972, Бреев, 1976). Результаты гельминтологических исследований отражены в табл. 3.

Как видно из табл. 1, между самцами и самками зелёной жабы наблюдаются статистически достоверные различия по общей массе тела, массе сердца и массе печени – значения этих параметров у самок выше, чем у самцов. Нельзя не отметить тот факт, что и общая масса тела самок, и масса их печени выше таковых показателей у самцов в 1,5 раза, небольшая разница зарегистрирована лишь по массе сердца – у самок выше в 0,25 раз. Несмотря на то, что при достоверной разнице масс органов между их же индексами достоверных различий нет, то есть, в изученной популяции наблюдается прямопропорциональная зависимость между массой вышеупомянутых органов и общей массой тела.

Сравнение промеров тела особей *B. viridis* разного пола не выявило статистически достоверных различий ни по одному из изученных параметров. Как видно по средним показателям в табл. 2, самки лишь незначительно крупнее самцов. Такие результаты нехарактерны для большинства популяций вида нашего и других регионов страны.

Таблица 1. Показатели массы тела и внутренних органов у самцов и самок *B. viridis*

№	Признак	Самки, n=7		Самцы, n=8		Коэффициент Стьюдента р
		Min-max	M±m	Min-max	M±m	
1	Масса тела, г	11,76-45,46	36,21±11,42	7,94-32,89	22,45±9,12	0,022
2	Масса сердца, г	0,103-0,393	0,284±0,103	0,082-0,245	0,185±0,066	0,041
3	Индекс сердца	0,005-0,011	0,008±0,002	0,007-0,010	0,009±0,001	0,584
4	Масса почек, г	0,082-0,221	0,178±0,050	0,084-0,204	0,143±0,041	0,164
5	Индекс почек	0,004-0,007	0,005±0,001	0,005-0,011	0,007±0,002	0,053
6	Масса печени, г	0,728-2,255	1,768±0,507	0,415-1,469	1,118±0,403	0,016
7	Индекс печени	0,045-0,062	0,050±0,006	0,044-0,056	0,051±0,004	0,765

Таблица 2. Размеры и пропорции тела у самцов и самок *B. viridis*

№	Параметр*	Самки, n=7		Самцы, n=8		Значение коэффициента Стьюдента р
		Min-max	M±m	Min-max	M±m	
1	L, мм	52-80	71,1±9,9	48-75	63,9±9,7	0,175
2	L.c., мм	19-30	23,3±3,9	14-26	19,6±3,6	0,081
3	D.r.o., мм	5-8	7,0±1,0	5-8	6,6±1,2	0,523
4	Sp.c.r., мм	5,0-9,0	5,86±1,57	3,5-8,0	6,19±1,60	0,694
5	L.o., мм	4,5-7,0	6,21±0,91	3,5-7,0	5,56±1,29	0,286
6	Lt.p., мм	5,0-7,0	6,57±0,79	4,0-7,0	5,63±1,06	0,075
7	S.p., мм	3,0-6,0	4,79±0,99	3,0-5,0	3,94±0,69	0,073
8	L.tym, мм	1,5-3,0	2,57±0,53	1,0-3,0	2,31±0,88	0,513
9	F, мм	18,0-27,0	23,71±2,93	17,0-26,0	21,88±3,31	0,278
10	T, мм	20,0-30,0	26,43±3,51	18,0-29,0	24,00±3,93	0,232
11	D.p., мм	3,0-6,0	4,86±1,07	3,0-6,0	4,63±1,19	0,700
12	c.int, мм	2,0-4,0	3,43±0,73	2,0-4,5	3,25±0,93	0,689

*Примечание: длина тела – L.; L.c. – головы; D.r.o. – от глаза до конца морды; L.o. – глаза; Lt.p. – ширина верхнего века; L.tym. – барабанной перепонки; F – бедра; T – голени; D.p. – первого пальца задней ноги; C.int. – внутреннего пяточного бугра; Sp.c.r. – расстояние между внутренними краями носовых полосок; S.p.r. – наименьшее расстояние между внутренними краями верхних век

В ходе изучения гельминтофауны популяции жабы зелёной выяснилось, что из 15 отобранных особей 13 оказались заражёнными (86,7%). Всего нами было обнаружено 97 экземпляров из класса Nematoda, в т.ч. 82 особи *Rhabdias bufonis* и 15 особей *Cosmocerca commutata*; 54 особи *Nematotaenia dispar* из класса Cestoda (табл. 3).

Таблица 3. Видовой состав паразитофауны изученной популяции *B. viridis*

Виды гельминтов	Е, %	М, экз.
кл. Цестоды		
<i>Nematotaenia dispar</i>	60,0	6,0
кл. Нематоды		
<i>Rhabdias bufonis</i>	73,3	6,9
<i>Cosmocerca commutata</i>	26,7	3,8

Гельминтофауна исследованной популяции зеленых жаб обеднена, выявлено 3 вида паразитических червей, являющихся геогельминтами (*R. bufonis*, *C. commutata*), цикл развития цестоды *N. dispar* не изучен. Столь низкое, по сравнению с результатами других авторов, разнообразие гельминтов в изученной группе *B. viridis* можно объяснить двумя причинами: во-первых, узкая территория отбора, строго приуроченная к одному населенному пункту (в пределах малоэтажной застройки с. Красноусольское), и, во-вторых, период отбора – сентябрь – когда снижение температуры воздуха и сокращение светового дня приводит к понижению пищевой активности *B. viridis*, что снижает вероятность заражения геогельминтами.

Таким образом, для популяции жабы зелёной, обитающей в условиях низкой антропогенной трансформации, характерны слабо выраженные различия по морфологическим параметрам, за исключением массы тела, массы сердца и печени ($P < 0,05$). По видовому составу гельминтофауна обеднена (3 вида гельминтов), тогда как показатели Е (%) достаточно высоки; структура сообщества включает три группы паразитов: доминантные (*R. bufonis*, $E=73,3\%$), субдоминантные *N. dispar*, $E=60\%$ и обычные (*C. commutata* $E=26,7\%$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 415 с.
- Бреев К.А. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. Методы паразитологических исследований. Л.: Наука, 1972. 70 с.
- Бреев К.А. Применение математических методов в паразитологии // Проблемы изучения паразитов и болезней рыб: Изв. ВНИИОРХ, 1976. Т. 105. С. 109-126.
- Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И., Кузовенко А.Е., Конькова А.М. Амфибии урбанизированных территорий республики Башкортостан // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 148-151.
- Мисюра А.Н., Залитуха И.Н. Влияние отходов предприятий уранодобывающей промышленности на эколого-физиологические показатели земноводных // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. 2006. Вип. 14, т. 2 С. 113-117.
- Скрябин К.И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во МГУ, 1928. 45 с.
- Терентьев П.В. Лягушка. М.: Сов. наука, 1950. 342 с.
- Терентьев П.В., Чернов С.А. Определитель земноводных и пресмыкающихся. М.: Сов. наука, 1949. 92 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных: Тр. Института экологии растений и животных. Свердловск, 1968. Вып. 58. 386 с.
- Юмагулова Г.Р., Селиверстов К.А., Яковлева А.П. Морфобиологические особенности популяций *Bufo viridis* урбанизированных территорий // Сохранение биологического разнообразия – основа устойчивого развития: Материалы Всерос. заочной науч.- практич. конф. с международ. участием. Махачкала, 2016. С. 421-425.

ЭКОЛОГИЧНО И БЕЗОПАСНО

«КуйбышевАзот» продолжает реализацию проекта очистных сооружений для ливневых стоков на территории Самарской области. После ввода в эксплуатацию ливневые стоки с территории промышленных предприятий Северного промузла Тольятти и части городских улиц будут поступать в Саратовское водохранилище, пройдя несколько стадий предварительной очистки.

НА ПОМОЩЬ ПРИРОДЕ

Решение вопросов, так или иначе связанных с экологической безопасностью, на «КуйбышевАзоте» всегда находятся в приоритете. На стадии реализации сегодня здесь находится целый ряд проектов, целью которых является снижение воздействия на окружающую среду. Строительство очистных сооружений промышленно-ливневых стоков Северного промузла и Центрального района г.о. Тольятти – один из самых масштабных и стратегически важных проектов, как с точки зрения экологии, так и для перспективного развития региона.

Особую актуальность его реализации придает тот факт, что в текущем году на правительственном уровне стали обсуждаться вопросы экологического состояния Волжского бассейна. Именно в акватории Волги сложилась самая напряжённая экологическая ситуация. Как отмечают эксперты, она существенно хуже, чем общая ситуация в стране. В воды Волги попадает более трети всех российских загрязнённых стоков. На одном из правительственных совещаний назывались и причины: физический износ и технологическая отсталость очистных сооружений промышленных и муниципальных предприятий. Ежегодно в Волгу сбрасывается свыше 5,5 куб. км загрязнённых сточных вод. С ними в реку поступает свыше 2,5 млн т загрязняющих веществ в год. По мнению экологов, ситуация осложняется еще и тем, что Волга уже исчерпала свои возможности по самоочищению.

ЧИСТАЯ ВОДА ДЛЯ ВОЛГИ

На «КуйбышевАзоте», понимая всю серьезность ситуации, работы по строительству очистных сооружений ливневого стока начали еще в 2015 г. Задолго до того, как обсуждение вопроса вышло на правительственный уровень. Именно тогда проект успешно прошел государственную экспертизу, а в 2016 г. начаты строительные работы.



На уложены все подземные коммуникации и построены корпуса насосных станций. В ближайшее время начнется установка оборудования. Инвестиции в проект, выполненный московской компанией «Май Проект», составили более 1 млрд. руб. Причем финансирование осуществляется за счет собственных средств ПАО «КуйбышевАзот». Подрядчик строительства – компания «Азотремстрой». Поставщик оборудования – германский концерн Huber.

После окончания строительства и ввода их в эксплуатацию, очистные сооружения смогут производить очистку ливневых стоков в два этапа. Сначала – механический метод, при котором предусматривается удаление нефтепродуктов и взвешенных веществ по принципу контактной коагуляции. Затем – биологическая очистка, которая исключит попадание в Волгу в том числе химических веществ, которые являются причиной активного цветения волжской воды в летний период. На выходе должна получиться практически чистая вода, которая будет уходить в Волгу.

С МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

«Проектный расход воды на новых очистных – 2000 кубометров в час. Фактически объем будет меньше, так как все будет сделано с запасом, в том числе с учетом паводков. Все, что смывается с части городских дорог – масло, бензин, реагенты, все будет поступать сюда на очистку», – поясняет начальник цеха водоподготовки ПАО «Куйбышевазот» Валерий Гатаулин

В случае непредвиденных ситуаций, когда, например, выйдет из строя оборудование, предусмотрены аварийные иловые площадки, куда будет перенаправлена вода в случае аварии. Здесь она также будет очищаться, а осадок будет захораниваться на полигоне.

Таким образом, Тольятти станет первым из городов Самарской области, где будут очищаться ливневые стоки с жилых массивов – части Центрального района, а также с территории Северного промузла, где расположены, в основном, химические предприятия.

Пока еще ни в одном из населенных пунктов губернии нет подобной системы очистки ливневых стоков. На сегодняшний день они напрямую попадают в реки Волжского бассейна – с городских улиц, промышленных площадок и др. территорий. Принципиально новый подход к очистке ливневых стоков в Тольятти позволит уйти от устаревших технологий и впервые реализовать проект, который привлек внимание федеральных структур и был включен в приоритетный проект «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги».

Запуск новых очистных сооружений должен принципиально исправить ситуацию и внести весомый вклад в общий объем работ по экологическому оздоровлению Волжского бассейна.



АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрамова К.И. **39**
Абросимова Э.В. **13, 43**
Амирова А.Р. **34**
Ананичева Ю.В. **69**
Арепьева Л.А. **48**
Аристова М.А. **53**
Атяшева Т.Н. **56**
Аюушсурэн Ч. **61**
- Бадеева Е.К. 311**
Байдюк Ю.А. **337**
Балакерев В.В. **65**
Батрова С.Ф. **69**
Башкирова Т.П. **72**
Беспалова К.В. **75, 80**
Богданова Е.С. **85, 339**
Боряков А.В. **393**
Бранфилева А.Н. **454**
Бугров С.В. **88**
Бугрова С.В. **91**
Буйко Е.С. **96**
Быкова С.В. **262**
- Валеева Э.Ф. 187**
Васюков В.М. **18, 101**
Великих Д.В. **108**
Верхотурова В.В. **373**
Виленский М.М. **110, 112**
Вилимович Е.А. **449**
Волошина А.Д. **311**
Воробьева К.Ю. **115**
- Гаврилко Д.Е. 117, 163**
Герасимова М.С. **205**
Головатюк Л.В. **13, 43, 121, 366, 369**
Гончаров А.В. **158**
Гончаров А.С. **110**
Горбунов М.Ю. **126, 262, 269, 476**
Горелов Р.А. **131**
Горохова О.Г. **133, 135**
Горшкова Т.А. **137**
- Гремячих В.А. **469**
Гункина А.А. **141**
Гущин А.А. **205, 431, 508**
- Деменина Л.Г. **361**
Демчук А.С. **429**
Дронин Г.В. **145, 150**
Дунаев А.В. **108**
Дядченко А.А. **154**
- Еремин А.В. 454**
Ерина О.Н. **158, 449**
Ефимов В.А. **449**
Ефимова Л.Е. **449**
- Жавкина Т.М. 273**
Жихарев В.С. **163**
Жуплатова О.А. **167**
- Заика А.С. 172**
Зарипова Ф.Ф. **176**
Заслоновский В.Н. **373**
Зеленкова В.Н. **180**
Землянова В.Е. **183**
Зиганшина С.К. **187, 191, 290**
Зинченко Т.Д. **13, 121, 135, 366**
- Ибадулаева Р.А. 196**
Иванова А.В. **53**
Извекова Т.В. **205, 431**
Изиметова М.Ф. **199**
Ильина В.Н. **202**
Ильясова А.Р. **304**
Искинова И.А. **205**
- Кавеленова Л.М. 172, 361**
Кадулин М.С. **208**
Калимуллина Г.И. **209**
Каримова К.А. **196**
Квиткова Е.Ю. **508**
Кириленко Е.В. **516**

Кириллов А.А. **214, 218**
Кириллова Н.Ю. **214, 218**
Киселева Д.С. **220**
Клёнина А.А. **225**
Князев А.Е. **176, 227, 231**
Кобелева Н.А. **205**
Кокорин А.М. **234**
Колесников С.В. **454**
Комиссаров А.Б. **238**
Комов В.Т. **469**
Костина Н.В. **53**
Костина Т.А. **243**
Кочак М.А. **246**
Кошман М.А. **250, 459**
Краснова Е.С. **254**
Кривина Е.С. **258, 262, 265, 269**
Кудинов И.В. **454**
Кузина Л.В. **273**
Кузьмина И.А. **278**
Кузьмина К.А. **278**
Курской А.Ю. **282**

Лайус Д.Л. **429**
Лапина Т.А. **289**
Ларин А.П. **290**
Лысенко Т.М. **295**
Лысенко Ю.А. **298**
Любарский Д.С. **39**

Макарова А.И. **431**
Макина П.В. **302**
Медянцева Е.Н. **469**
Мельникова А.В. **304**
Минакова Е.А. **308**
Миндубаев А.З. **311**
Минеев А.К. **316**
Минеева О.В. **319**
Минзанова С.Т. **311**
Миронова Л.Г. **311**
Михайлов Р.А. **322**
Морозова Д.А. **469**
Мулдагалиева Н.С. **326**
Мухортова О.В. **329, 404**
Мягкова К.Г. **380**

Мясникова О.В. **333**

Нарангэрэл Л. **61**
Насырова Э.С. **337**
Наумова Е.С. **234**
Нестеров В.Н. **85, 339, 406**
Нуруллина Г.З. **341**

Овчинников В.О. **345**
Осипова Т.В. **349**

Падалко Ю.А. **352**
Пан А.Г. **234**
Пастухова Ю.А. **356**
Пенькова О.Г. **439**
Петрова А.Б. **361**
Полякова Н.В. **429, 527**
Помогайбин А.В. **389**
Попченко Т.В. **366**
Прокаев А.А. **191**
Промахова Е.В. **369**
Прохорова Н.В. **115**
Пуклаков В.В. **158**

Раенко Н.К. **373**
Рахуба А.В. **376**
Решетняк В.Н. **380**
Решетняк О.С. **380**
Родионова Е.Ю. **385**
Родионова П.В. **389**
Розенберг Г.С. **5**
Розенцвет В.А. **406, 474**
Розенцвет О.А. **85, 339**
Розно С.А. **183**
Романова Е.Б. **393**
Рубанова М.В. **398**
Ручкин Д.С. **117, 163**
Рябинина Е.С. **393**
Рязанцев И.В. **401**

Сабитова Р.З. **329, 404**
Саблина Н.А. **406, 474**
Савицкая К.А. **361**
Сажнев А.С. **385, 407**

Саксонов С.В. **18, 85, 101**
Сафина А.Р. **250**
Севастьянова С.В. **413**
Селезнев В.А. **75**
Селезнева А.В. **75, 418**
Сидоренко М.В. **246**
Сидякина Л.В. **423**
Смирова К.А. **429**
Соколов Д.И. **158, 449**
Соловьева В.В. **96, 167, 333, 413, 444, 503**
Спирина А.А. **431**
Срыбник М.А. **112**
Суконина А.И. **469**
Сустанов А.А. **434**
Суховнина В.О. **439**

Табаков А.Е. **444**
Тарасова Н.Г. **32, 262, 265, 269**
Терешина М.А. **449**
Тихонова Л.Г. **376**
Ткачев В.К. **454**
Трубицын К.В. **454**
Тукманова З.Г. **250, 459**
Тюканова К.А. **464**
Тютин А.В. **469**

Удоденко Ю.Г. **469**
Ульянова Д.М. **474**
Уманская М.В. **254, 262, 269, 476**
Унковская Е.Н. **329, 519**

Унковская М.А. **480**

Файзулин А.И. **176, 227, 231**

Хаяров Х.Р. **311**

Хуснутдинова В.В. **484**

Чекмарева Е.А. **238, 238, 489, 493**

Чернышова И.Е. **497**

Чихляев И.В. **227, 231, 500**

Чубаков А.Е. **503**

Чугунов Р.Н. **508**

Шаповалова К.В. **393**

Шатецкая В.А. **513**

Шемонаев Е.В. **516**

Шерышева Н.Г. **519**

Шишкин В.С. **524**

Шлычков А.П. **308**

Шуракова К.С. **464**

Шурганова Е.В. **163**

Эльман К.А. **112**

Юмагулова Г.Р. **530**

Юнина В.П. **349**

Юрчак М.И. **527**

Яковлева А.П. **530**

Ярош А.В. **110**

Экологический сборник 7:

**Материалы Всероссийской
(с международным участием)
молодежной научной конференции**

Под редакцией:
канд. биол. наук С.А. Сенатора
канд. биол. наук О.В. Мухортовой
проф. С.В. Саксонова