



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Карабская А. С., Иванцова Е. А.</i> Состав альгоценозов разнотипных водоемов Волгоградской области.....	4
<i>Скоробогатова О. Н.</i> Таксономическая структура цианопрокариот и водорослей водных объектов парка «ЮГРА» (Нижневартовский район, ХМАО – Югра)	8
<i>Алвердиева С. М.</i> Видовой состав лишайников Кура-Араксинской низменности	16
<i>Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А.</i> Первая находка <i>Althenia filiformis</i> (Zannichelliaceae) в Омской области.....	22
<i>Максимов А. П., Хромов А. Ф.</i> Результаты и перспективы интродукции бамбуков (<i>Bambusa</i> Schreb) на южном берегу Крыма	25
<i>Самбуу А. Д.</i> Зональные особенности растительного покрова Северо-Восточной части Тувы и его сохранение.....	32
<i>Дайнеко Н. М.</i> Техногенное загрязнение луговых экосистем поймы р. Сож Ветковского района Гомельской области спустя 30 лет после катастрофы на ЧАЭС	40

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

<i>Гонтарь В. И.</i> Первая находка пресноводной мшанки <i>Plumatella emarginata</i> Allman, 1844 (Phylactolaemata) в фауне беспозвоночных в Курчатовском водохранилище	47
<i>Кулюкина Е. В., Карташев А. Г.</i> Влияние бензина и дизельного топлива на сообщества раковинных амёб	54
<i>Андреевский В. С., Барсуков П. А.</i> Изменение населения панцирных клещей (орибатид) в почвах Тазовского полуострова в условиях атмосферного загрязнения	63
<i>Калашиникова С. А., Карташев А. Г.</i> Хроническое влияние сеноманских растворов на сообщества почвенных нематод в светло-серых лесных почвах	71
<i>Пилипко Е. Н.</i> Трофическое влияние лося (<i>Alces alces</i> , L.) на хвойный подрост в лиственно-хвойных молодняках 5–20 лет.....	77

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

<i>Говорухина А. А., Слюсарь Е. Н.</i> Взаимосвязь параметров физического и психического здоровья и компонентного состава организма женщин, работающих в нефтегазовой отрасли.....	88
<i>Горшков-Кантакузен В. А., Григорьев А. А.</i> Распространенность личностного типа Д среди студентов высших учебных заведений	96

<i>Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А.</i> Влияние полушарной организации мозга на процессы адаптации студентов северного вуза	100
---	-----

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Рябухина М. В., Филиппова А. В., Майский Р. А.</i> Экологический потенциал и депонирование углерода лесными участками Байтуганского нефтяного месторождения Оренбургской области.....	105
<i>Белик Е. С., Рудакова Л. В., Куликова Ю. В., Бурмистрова М. В., Слюсарь Н. Н.</i> Оценка эффективности биодegradации полимерных композиционных материалов	111
<i>Морозова М. Е., Сторчак Т. В.</i> Влияние солей тяжелых металлов на синтез пролина <i>Lepta minor</i> L.	119
<i>Мавлетова-Чистякова М. В., Щербakov А. В., Иванов В. Б., Юмагулова Э. Р., Усманов И. Ю.</i> Пульсирующая мозаичность параметров почв Южного Зауралья	124

Главный редактор

Горлов С. И., доктор физико-математических наук, профессор
(г. Нижневартовск)

Заместитель главного редактора

Коричко А. В., кандидат педагогических наук, доцент
(г. Нижневартовск)

Ответственный редактор

Овечкина Е. С., кандидат биологических наук, доцент
(г. Нижневартовск)

Члены редакционной коллегии

Гбоко К. С., кандидат педагогических наук (г. Буаке, Республика Кот-д'Ивуар)

Ибрагимова Л. А., доктор педагогических наук, профессор
(г. Нижневартовск)

Еманов А. Г., доктор исторических наук, профессор
(г. Тюмень)

Кулагин А. Ю., доктор биологических наук, профессор (г. Уфа)

Нурбеков Б. Ж., доктор педагогических наук, профессор
(г. Астана, Республика Казахстан)

Медведев С. С., доктор биологических наук, профессор
(г. Санкт-Петербург)

Суртаева Н. Н., доктор педагогических наук, профессор
(г. Санкт-Петербург)

Солодкин Я. Г., доктор исторических наук, профессор
(г. Нижневартовск)

Усманов И. Ю., доктор биологических наук, профессор
(г. Нижневартовск)

Цысь В. В., доктор исторических наук, доцент
(г. Нижневартовск)

Чорэф М. М., кандидат исторических наук (г. Нижневартовск)

Шаров О. В., доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник
(г. Санкт-Петербург)

Editor-in-Chief

Gorlov S. I., Doctor of Physics and Mathematics, Professor
(Nizhnevartovsk)

Deputy Editor

Korichko A. V., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
(Nizhnevartovsk)

Executive editor

Ovechkina E. S., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
(Nizhnevartovsk)

Editorial Board

Gboko K. S., Candidate of Pedagogical Sciences (Bouake, Republic of Côte d'Ivoire)

Ibragimova L. A., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
(Nizhnevartovsk)

Emanov A. G., Doctor of Historical Sciences, Associate Professor
(Tyumen)

Kulagin A. Yu., Doctor of Biological Sciences, Professor (Ufa)

Nurbekov B. Zh., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
(Astana, Republic of Kazakhstan)

Medvedev S. S., Doctor of Biological Sciences, Professor
(Saint Petersburg)

Surtaeva N. N., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Saint Petersburg)

Solodkin Ya. G., Doctor of Historical Sciences, Professor
(Nizhnevartovsk)

Usmanov I. Yu., Doctor of Biological Sciences, Professor
(Nizhnevartovsk)

Tsys V. V., Doctor of Historical Sciences, Associate Professor
(Nizhnevartovsk)

Choref M. M., Candidate of Historical Sciences (Nizhnevartovsk)

Sharov O. V., Doctor of Historical Sciences, Senior Researcher
(Saint Petersburg)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55479 от 25 сентября 2013 г.

Журнал индексируется в следующих научных базах:

- Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка (CyberLeninka)
- European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS)
- Academic Resource Index Research Bible
- Google Академия
- Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR)
- Scientific Indexing Services (SIS)
- Open Academic Journals Index (OAJI)
- Polska Bibliografia Naukowa (PBN)
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)

Учредитель: ФГБОУ ВО «Нижневартовский государственный университет»

Адрес редакции: Россия, 628605, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Нижневартовск, ул. Ленина, 56

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 19.12.2017
Формат 60×84 1/8. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 17. Тираж 1000 экз.
Заказ 1878

Отпечатано в Издательстве НВГУ
Россия, 628615, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11.
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nvsu.ru

ISSN 2311-1402

© Нижневартовский государственный университет, 2017

СОСТАВ АЛЬГОЦЕНОЗОВ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Исследования особенностей альгоценозов актуальны, поскольку полученные при биомониторинге данные отражают экологическое состояние водных бассейнов и могут быть использованы для планирования и проведения природоохранных мероприятий. В задачу наших исследований входило изучение различных по происхождению водоемов Волгоградской области и выявление основных особенностей в составе их альгоценозов. В статье рассмотрены различные по происхождению водоемы Волгоградской области: полносистемное прудовое хозяйство ООО «Флора» (пруд № 1, пруд № 5, пруд № 7), залив Бирючий Волгоградского водохранилища, искусственно созданная балка, не имеющая связи с водохранилищем, и выявлены сходства в составе их альгоценозов.

Установлено, что в среднем за годы исследований уровень биомассы фитопланктона в изученных объектах постепенно, начиная с апреля, возрастает, достигая пика в августе, затем постепенно снижается и к концу октября имеет минимальные значения. Средние значения уровня биомассы фитопланктона в исследуемых точках весной варьировались в пределах от 0,7644 до 2,7882 мг/л, летом – от 3,5923 до 53,9616 мг/л, осенью – от 3,5870 до 10,2592 мг/л. Отмечена положительная связь между уровнем биомассы и хлорофилла *a* в исследованных пробах воды. Выявлено, что основу видового состава фитопланктона экосистемы исследуемых объектов составляли диатомовые, зеленые водоросли и цианопрокариоты. В составе фитопланктона изученных объектов обнаружено 46 видов и разновидностей, а также определены доминирующие таксоны водорослей: диатомовые водоросли – *Aulacoseira granulata*, *Nitzschia angustata*, зеленые – *Chlorella vulgaris*, *Pandorina morum*, цианопрокариоты – *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena contorta*. Установлено, что соотношение таксонов различных видов водорослей на протяжении всего периода исследования оставалось примерно одинаковым; значение коэффициента видового сходства сообществ фитопланктона между объектами было довольно высоким – его колебания составляли значения от 0,6 до 0,86.

Ключевые слова: биологический мониторинг; фитопланктон; альгоценоз; хлорофилл; биомасса; альгомониторинг.

Сведения об авторах: Анна Сергеевна Карабская¹, аспирант кафедры экологии и природопользования, сотрудник института; Елена Анатольевна Иванцова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и природопользования.

Место работы: ¹Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ²Волгоградский государственный университет.

Контактная информация: ^{1,2}400062, Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 100, ¹e-mail: a_s_karabskaya@mail.ru; ²e-mail: econecol@volsu.ru.

Биологический мониторинг является важным звеном контроля загрязнения природной среды, позволяющим непосредственно оценить воздействие этого загрязнения на живые организмы (Теворовский 1988). Биомониторинг водоемов основан на исследовании ряда компонентов, особое место среди которых занимает фитопланктон, во многом определяющий функционирование водных экосистем. Видовой состав, структура и обилие фитопланктона позволяют судить о трофическом уровне и санитарных характеристиках водных бассейнов.

Исследования особенностей альгоценозов показывают экологическое состояние водных объектов и используются для планирования и проведения природоохранных мероприятий (Карабская, Иванцова 2014: 170–173).

Состав и динамика фитопланктона на территории РФ описаны в работах таких уче-

ных, как К. А. Гусева (1996), В. Н. Паутова (2001), Л. Г. Корнева (2009) и др. Первичная продукция, содержание хлорофилла и других фотосинтетических пигментов представлены в трудах Л. Е. Сигаревой (1984), В. И. Романенко (1985), Н. М. Минеевой (1987) и др.

Состав и экология отдельных представителей водорослевого фитопланктона в разных водоемах разнообразны (Гусева, Экзерцев 1996: 92–98). В зависимости от ряда факторов в водоеме может доминировать та или иная группа водорослей, а в периоды «цветения» господствовать один вид.

Содержание хлорофилла используют для оценки обилия фитопланктона. Хлорофилл *a* содержат все растительные фотосинтезирующие клетки; хлорофилл *b* составляет треть от общего количества хлорофилла у высших растений и зеленых водорослей; хлорофилл *c* содержится в клетках диатомовых, динофитовых,

криптофитовых, золотистых, бурых водорослей (Минеева 2004).

В практических целях чаще всего определяют концентрацию хлорофилла *a* как наиболее важного показателя интенсивности развития фитопланктона. С помощью методов контактного и дистанционного контроля этот зеленый пигмент регистрируется наиболее точно (Минеева 2004). Одним из необходимых элементов при изучении водных объектов является биомасса фитопланктона, поскольку она служит косвенным показателем продукционных возможностей водоемов.

Для определения биомассы фитопланктона используют хлорофилл *a*. Сезонное содержание хлорофилла *a* в водоеме в общем соответствует динамике биомассы фитопланктона, т.е. резкие повышения концентрации хлорофилла *a* вызваны вспышками развития тех или иных популяций водорослей, а при незначительной биомассе в зимний период наблюдаются наиболее низкие в году концентрации хлорофилла *a*. Состояние пигментных систем водорослей позволяет судить о физиологическом состоянии водорослей, наличии химических загрязнений воды и о качественном составе фитопланктона.

Задачей наших исследований являлось изучение различных по происхождению водоемов Волгоградской области и выявление основных особенностей в составе их альгоценозов.

Материалы и методы

Исследования проводили в районе поселка Волжанка Волгоградской области. Отбор проб осуществляли ежемесячно с апреля по октябрь в период 2010–2014 гг. на территории следующих объектов: полносистемное прудовое хозяйство ООО «Флора» (пруд № 1, пруд № 5, пруд № 7), залив Бирючий (Волгоградское водохранилище), не имеющая связи с водохранилищем искусственно созданная балка.

Отбор и анализ проб проводили по ГОСТ 17.1.4.02-90 (1999). Пробы, отобранные из поверхностного слоя воды, отфильтровывались через бумажные фильтры и подвергались высушиванию. Характер и масштабы «цветения» определялись визуально и на основании результатов исследований, проводимых в экологической учебной лаборатории Волжского филиала Волгоградского государственного университета.

Содержание хлорофилла *a* определяли методом методом спектрофотометрического анализа на фотометре фотоэлектрическом КФК-3.

Уровень цветения определяли вычислением сухой биомассы методом расчета по содержанию хлорофилла *a* (Руководство 1983), используя формулу:

$$B_c = 15 * Chl_A,$$

где B_c – биомасса, выраженная в единицах углерода, мгС/л;

Chl_A – концентрация хлорофилла *a* в пробе, мг/л.

Сходство объектов определяли по формуле Серенсена:

$$K_s = 2c / (a+b),$$

где c – число видов, общих для двух сравниваемых группировок;

a – число видов группировки № 1;

b – число видов группировки № 2.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показывают постепенное увеличение уровня биомассы фитопланктона в водоемах с апреля, пик в августе, затем постепенное снижение и минимальные значения в конце октября (Иванцова, Карабская 2016: 161–168; Карабская, Иванцова 2015: 153–156). В среднем биомасса фитопланктона составляла значения в пределах от 0,7644 до 2,7882 мг/л, летом – от 3,5923 до 53,9616 мг/л, осенью – от 3,5870 до 10,2592 мг/л. Минимальное значение 0,012 мг/л было зафиксировано в октябре 2010 г. в пруду № 1, максимальное – 82,3552 мг/л – в августе 2012 г. в з. Бирючем. Наблюдалась прямо пропорциональная зависимость уровня биомассы и хлорофилла *a* в исследованных пробах.

Установлено, что основу видового состава фитопланктона составляли три вида водорослей: диатомовые, зеленые и цианопрокариоты. Было отмечено большое содержание зоопланктона (веслоногие и ветвистоусые рачки, коловратки) в объектах ООО «Флора».

В составе фитопланктона изученных объектов было обнаружено 46 видов и разновидностей, относящихся к пяти отделам: диатомовые (17), зеленые (14), цианопрокариоты (10), эвгленовые (3), криптофитовые (2). В ходе исследования были определены доминирующие таксоны, плотность которых составляла не менее 30% от общей плотности остальных видов в сообществе: диатомовые водоросли – *Nitzschia angustata*, *Aulacoseira granulata*, зеленые – *Pandorina morum*, *Chlorella vulgaris*, цианопрокариоты – *Anabaena contorta*, *Microcystis aeruginosa*.

Соотношение таксонов различных видов водорослей в исследуемых объектах на протяжении всего периода исследования оставалось

примерно одинаковым (см. рисунок). Диатомовые водоросли доминировали во всех исследуемых водоемах, и их процентное содержание варьировалось в пределах 37–41%. Среди доминирующих были зеленые водоросли, на долю которых приходилось 28–31% от общего числа обнаруженных видов. Цианопрокариоты были представлены в меньшей степени и составляли 20–22%. На долю эвгленовых и криптофитовых приходилось менее 10% от общего числа обнаруженных видов.

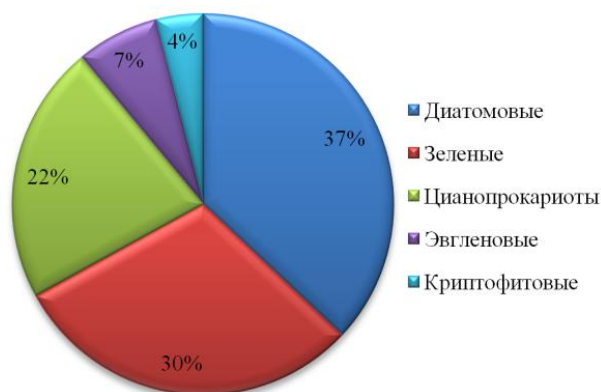


Рис. Соотношение таксонов различных видов водорослей в исследуемых объектах, 2010–2014 гг.

Сезонная динамика фитопланктона отличалась разнообразием видов в летний период и обеднением видового состава осенью. В июле 2013 г. было зафиксировано максимальное количество таксонов (35), в октябре 2013 г. – минимальное (8). Весной в исследуемых объектах наблюдалось преобладание диатомовых водорослей. Летний пик достигался за счет интенсивного развития цианопрокариотов – в искусственно созданной балке и в прудах, а также диатомовых водорослей – в заливе Бирючем. Осенью доминировали цианопрокариоты – в прудах, диатомовые водоросли и цианопрока-

риоты – в заливе Бирючем и в искусственно созданной балке.

Коэффициент видового сходства сообществ фитопланктона (по формуле Серенсена) между объектами был высоким и составлял от 0,6 до 0,86. Сходство 77% было отмечено между искусственно созданной балкой и объектами полносистемного прудового хозяйства ООО «Флора», 75% – между балкой и заливом Бирючий, 68% – между заливом и прудами. Из 17 видов диатомовых водорослей, обнаруженных в 2013 г., общими для объектов были 10. Из 14 видов зеленых общими для балки и залива были 9, для балки и прудов – 7, для залива и прудов – 6. Среди 10 видов обнаруженных цианопрокариотов общими для балки и залива, а также для балки и прудов были 6 видов, для залива и прудов – 5. Из 3 видов обнаруженных эвгленовых водорослей общими для объектов были 2. Один общий вид из двух криптофитовых был обнаружен в балке и заливе.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что:

1. Биомасса фитопланктона в сезонном аспекте отличается летним подъемом уровня.
2. Уровень биомассы фитопланктона и хлорофилла *a* прямо пропорционален.
3. Таксономический состав объектов разнообразен и представлен различными видами водорослей, основу которых составляют диатомовые, зеленые водоросли и цианопрокариоты.
4. Коэффициент Серенсена имеет высокие значения и колеблется в диапазоне от 0,6 до 0,86, что позволяет говорить о формировании единого фитоценоза в акватории изученных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 17.1.4.02-90. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. 1999. М.: ИПК Издательство стандартов.
- Гусева К. А., Экзерцев В. И. 1996. Формирование фитопланктона и высшей водной растительности в равнинных водохранилищах // Экология в организации. М.: Наука, 92–98.
- Иванцова Е. А., Карабская А. С. 2016. Альгомониторинг разнотипных водоемов Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология 1 (34), 161–168.
- Карабская А. С., Иванцова Е. А. 2015. Особенности формирования фитопланктона различных по происхождению водных экосистем на примере водоемов Волгоградской области // Научный альманах 6 (8), 153–156. DOI: 10.17117/na.2015.06.153.
- Карабская А. С., Иванцова Е. А. 2014. Научно-производственное обеспечение социально-экономической и экологической деятельности в АПК // Зволинский В. П. (отв. ред.). Современные проблемы повышения продуктивности аридных территорий: матер. междунар. научно-практич. конф. (14–16 мая 2014 г.). М.: Изд-во «Вестник РАСХН», 170–173.
- Корнева Л. Г. 2009. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: Автореф. дис. ... д-р биол. наук. СПб. 47.
- Минеева Н. М. 1987. Закономерности формирования первичной продукции фитопланктона водоемов разного типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев.
- Минеева Н. М. 2004. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ. М.: Наука.

- Паутова В. Н., Номоконова В. И. 2001. Динамика фитопланктона нижней Волги – от реки к каскаду. Тольятти: Изд-во Самарского науч. центра РАН.
- Романенко В. И. 1985. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1983. Ленинград: Гидрометеоздат.
- Сigareва Л. Е. 1984. Содержание и фотосинтетическая активность хлорофилла фитопланктона Верхней Волги: Автореф. ... канд. биол. наук. Киев.
- Теверовский Е. Н. 1988. Экономические оценки в системе охраны природной среды СССР. Л.: Гидрометеоздат.

REFERENCES

- GOST 17.1.4.02-90 Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredelenija hlorofilla *a*. [Water. Spectrophotometric determination of chlorophyll *a*]. М.: ИПК Издатel'stvo standartov, 1999. (In Russian).
- Guseva K. A., Jekzercev V. I. Formirovanie fitoplanktona i vysshej vodnoj rastitel'nosti v ravninnyh vodohranilishhah / Jekologija v organizacii [Formation of phytoplankton and higher aquatic vegetation in plain reservoirs/Ecology in organisation]. М.: Nauka, 1996. (In Russian).
- Ivantsova E. A., Karabskaja A. S. In: Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3: Ekonomika. Ekologija [Science Journal of VolSU. Global Economic System]. No2 (34). (2016): 161–168. (In Russian).
- Karabskaja A. S., Ivantsova E. A. In: Nauchnyj al'manah. [Science Almanac]. No 6 (8) (2015): 153–156. Available at: DOI: 10.17117/na.2015.06.153 (In Russian).
- Karabskaja A. S., Ivantsova E. A. In: Sovremennye problemy povyshenija produktivnosti aridnyh territorij: mater. mezhdunar. nauchno-praktich. konf. (14–16 maja 2014 g.) [Modern problems of increasing the productivity of arid territories: Proceedings of international scientific and practical conference (May 14–16, 2014)]. Ed. by. Zvolinsky V. P. М.: Izd-vo «Vestnik RASHN», 2014. Pp.170–173. (In Russian).
- Korneva L. G. Formirovanie fitoplanktona vodoemov bassejna Volgi pod vlijaniem prirodnyh i antropogennyh faktorov // Avtoref. diss. ... doktor. biol. nauk [Formation of ponds phytoplankton in the Volga basin under the influence of natural and anthropogenic factors. An author's abstract of the thesis for the degree of Doctor of Biological Sciences]. SPb., 2009. (In Russian).
- Mineeva N. M. Zakonomernosti formirovanija pervichnoj produkcii fitoplanktona vodoemov raznogo tipa // Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk [Regularities of formation of primary production of phytoplankton of various types of water bodies. An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Kiev, 1987. (In Russian).
- Mineeva N. M. Rastitel'nye pigmenty v vode volzhskih vodohranilishh [Plant pigments in water reservoirs of the Volga]. М.: Nauka, 2004. (In Russian).
- Pautova V. N., Nomokonova V. I. Dinamika fitoplanktona nizhnej Volgi – ot reki k kaskadu [The Dynamics of Phytoplankton in the Lower Volga River – From the River to Reservoirs Cascade]. Tol'jatti: Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ. House, 2001. (In Russian).
- Romanenko V. I. Mikrobiologicheskie processy produkcii i destrucii organicheskogo veshhestva vo vnutrennih vodoemah [Microbiological processes of production and destruction of organic matter in inland waters]. Л.: Nauka, 1985. (In Russian).
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Guidance on methods for the hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. Ленинград: Гидрометеоздат, 1983. (In Russian).
- Sigareva L. E. 1984. Soderzhanie i fotosinteticheskaja aktivnost' hlorofilla fitoplanktona Verhnej Volgi // Avtoref. ... kand. biol. nauk [The content and photosynthetic activity of phytoplankton chlorophyll in the Upper Volga: An author's abstract of the thesis for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences.]. Kiev. (In Russian).
- Tevrovskij E. N. Jekonomicheskie ocenki v sisteme ohrany prirodnoj sredy SSSR [Economic assessments in the system of environmental protection of the USSR]. Л.: Гидрометеоздат, 1988. (In Russian).

A. S. Karabskaya, E. A. Ivantsova
Volgograd, Russia

ALGOTCENOSES COMPOSITION OF RESERVOIRS IN VOLGOGRAD REGION

Abstract. Studies of algocenoses are timely as the biomonitoring data show the ecological state of water basins and can be used for planning and taking actions to protect environment. The objective of our research was to study water bodies of different origins in Volgograd region and to identify the peculiarities of their algocenoses. The article deals with water bodies of different origins in Volgograd area i.e. full-system pond fish farm «Flora» (pond № 1, pond № 5, pond № 7); Biruchiy Bay of Volgograd reservoir; artificially created wetland, which has no connection to the reservoir. There have been identified similarities in algocenoses compositions.

It was found that phytoplankton biomass in the researched objects gradually increases since April reaching its peak in August, then it gradually decreases and by the end of October is minimal. The average phytoplankton biomass in the studied points ranged from 0.7644 to 2.7882 mg/L in spring, from 3.5923 to 53.9616 mg/L in the summer and from 3.5870 to 10.2592 mg/L in autumn. There was a positive correlation between the level of biomass and chlorophyll *a* in the tested water samples. It was revealed that Diatomeae, Chlorophyta and Cyanobacteria were the basis of phytoplankton species composition in ecosystems of the studied objects. 46 species and subspecies were discovered in phytoplankton composition and the dominant algae taxa were identified i.e. Diatomeae – *Aulacoseira granulata*, *Nitzschia angustata*, Chlorophyta – *Chlorella vulgaris*, *Pandorina morum* and Cyanobacteria – *Micro-*

cystis aeruginosa, *Anabaena contorta*. It was determined that the ratio of different types of algae taxa was approximately the same throughout the study period, and the coefficient of species similarity of phytoplankton communities was rather high – its fluctuations were from 0.6 to 0.86.

Key words: biological monitoring; phytoplankton; algocoenosis; chlorophyll; biomass; algomonitoring

About the authors: Anna Sergeevna Karabskaya¹, Postgraduate, Senior Researcher; Elena Anatolievna Ivantsova², Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Nature Management.

Place of employment: ¹Volzsky branch of Volgograd State University; ²Volgograd State University.

Карабская А. С., Иванцова Е. А. Состав альгоценозов разнотипных водоемов Волгоградской области // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 4–8.

Karabskaya A. S., Ivantsova E. A. Algotcenoses composition of reservoirs In Volgograd region // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 4–8.

УДК 582.232(571.122)

О. Н. Скоробогатова
Нижневартовск, Россия

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦИАНОПРОКАРИОТ И ВОДОРΟΣЛЕЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПАРКА «ЮГРА» (НИЖНЕВАРТОВСКИЙ РАЙОН, ХМАО – ЮГРА)

Аннотация. Обобщены материалы полевых исследований в период открытой воды 2015–2016 гг. Работы выполнены по хоздоговору с Музейно-этнологическим и экологическим парком «Югра». Предметом изучения стали водоросли планктона, бентоса и перифитона водных объектов парка: реки Ай-Кыртыпьях, озера Посейнлор и системы сфагновых верховых болот. Сбор материала, его подготовка, обработка и обсуждение проведены принятыми в альгологии методами, списочный состав цианопрокариот и водорослей приведен в соответствии с номенклатурными изменениями информационного ресурса «AlgaeBase» 2017 г. В период исследований значения температуры воды в перечисленных водных объектах находились в пределах +2–22°C, прозрачность по диску Секи – 52–100 см, активность водородного показателя в диапазоне 5,3–5,7.

В ходе комплексных альгологических исследований выявлен довольно богатый состав видов и разновидностей цианопрокариот и водорослей. Характер альгосообщества реки Ай-Кыртыпьях типично реофильный, доля найденных видов от всех выявленных в парке «Югра» составляет 59,6%. В болотах парка и озере Посейнлор разнообразие гораздо беднее, в основе своем мелкоклеточное (соответственно 35,2 и 34,2%). Преобладание двух отделов (Vacillariophyta и Chlorophyta), с долей от общего состава 74,5%, наблюдается не только в общей альгофлоре, но и в альгосообществах отдельных изученных объектов (76,9% – в р. Кыртыпьях, 80,6 – оз. Посейнлор, 72,5% – в сфагновых болотах парка). Выявлена высокая видовая насыщенность в крупнейших классах Vacillariophyceae и Conjugatophyceae (Zygnematomphyceae), семействах Eunotiaceae, Pinnulariaceae, Closteriaceae, Desmidiaceae и Phacaceae, родах Eunotia, Closterium и Pinnularia. Особенностью семейственного спектра является видовое богатство Eunotiaceae. В альгофлоре наблюдается формирование «болотного комплекса», приуроченного к закислению и бедному минеральному составу вод. Обнаружено значительное число малонасыщенных классов, семейств и родов. По активности альгофлора формирует 4 группы, наибольшую долю составляют неактивные виды. В реке особо активным является вид *Rhopalodia gibba*, в озере – мелкоклеточные виды *Oocystis marssonii*, *O. rhomboidea*. При изучении видового состава после воздействия нефтяного загрязнения в фитопланктоне реки Ай-Кыртыпьях выявлена его значительная деградация.

Общими для всех объектов являются 8 видов: *Cyclotella meneghiniana*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Rhopalodia gibba*, *Eunotia exigua*, *E. fallax*, *E. lunaris*, *E. minor*.

Ключевые слова: альгофлора; разнообразие; таксон; река Ай-Кыртыпьях; озеро Посейнлор; сфагновое верховое болото.

Сведения об авторе: Ольга Николаевна Скоробогатова, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Место работы: Нижневартковский государственный университет.

Контактная информация: 628611, Россия, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, e-mail: Olnics@yandex.ru.

С середины 60-х гг. XX в. на территории Нижневартковского района активно ведутся нефтедобыча, лесозаготовки, строятся города и дороги, что в условиях высоких широт приводит к безвозвратному оскудению природных

экосистем. Цианопрокариоты и водоросли являются первичным звеном в цепях питания экосистем, очень чувствительным к изменениям среды. Актуальность исследований связана в первую очередь с необходимостью учета,

оценки состояния и мониторинга альгологических сообществ. Целью настоящей работы является комплексная оценка разнообразия водорослей разнотипных водоемов изучаемого парка. Одной из задач исследования являлось создание кадастрового списка цианопрокариот и водорослей, вегетирующих в парке «Югра».

Альгологические исследования проведены в поверхностных водах музейно-этнографического и экологического парка «Югра» (далее – парк «Югра»): в районе сфагновых болот, озера Посейнлор, реки Ай-Кыртыпьях. Изучаемые объекты парка «Югра» принадлежат бассейну реки Ватинский Еган (правый приток Оби), с общей площадью водосбора 3 190 км². Таежная речка Ай-Кыртыпьях протекает по южной границе парка. Координаты реки: 61°20'28" с. ш., 76°05'50" в. д.; 61°20'28" с. ш., 76°05'50" в. д. Общая протяженность реки 16 км, русло извилистое шириной в межень 1,5–5,0 м, глубина – 0,3–0,8 м. Уровень падения реки находится в отметках водосбора от 106 до 50 м. Пойма реки двухсторонняя, заболоченная, местами труднопроходимая, заросшая угнетенной березой с примесью тальника и сосны. Ширина поймы изменяется от 50 до 200 м. Берега пологие, умереннопологие и крутые. Дно реки вязкое, скорость течения 0,3 м/с, уклон водной поверхности равен 1,63%. В северо-западной части парка расположено озеро Посейнлор овальной формы, площадью 0,05 км², глубиной до 5 м. Южный и северный берега покрыты темнохвойным лесом, подступающим к урезу воды, западный берег является пойменным, восточный берег имеет сплавинный характер, наблюдается переход от кромки озера к сфагнуво-багульниково-клюквенному болоту с хорошо развитой ассоциацией вахты трехлистной в смешанный заболоченный лес. Сфагновый болотный комплекс парка имеет характер умеренной бугристости, заросший сосной обыкновенной, сосной кедровой, березой пушистой, березой карликовой, багульником болотным, миртом болотным, морошкой, клюквой, пушицей, осокой и т.п.

Материалы и методы

Первые сведения о водорослях парка «Югра» приведены в работах автора (Скоробогатова, Жданова 2016; Скоробогатова, Егорова 2016; Скоробогатова, Осадчая 2016; Скоробогатова, Гидора 2017). Данное исследование основано на комплексных альгологических сборах, выполненных в летне-осенний сезон 2015–2016 гг., дополнено и обобщено. В водах реки Ай-Кыртыпьях водоросли (фитопланктон, бен-

тос) отобраны в двух створах, в т.ч. в 500 м ниже нефтяного замазучивания, в озере Посейнлор по классической методике для лимнологического фитопланктона (середина водоема, западный, восточный, южный и северный берега). В болотном комплексе парка «Югра» изучен фитопланктон мочажин и бентос (обрастания, пленки, придонный ил). Общее количество проб – 68. Фитопланктон был отобран методом простого зачерпывания воды, бентос – в придонном слое воды (Топачевский, Оксенок и др. 1960), фитоперифитон – методом соскобов с подтопленной древесины и «отжимок» со стеблей и листьев водных растений, сфагнума и политрихума (Садчиков 2003). Подготовка проб и их обработка проведены по общепринятым методикам (Кузьмин 1975, Методические ... 1981; Вассер 1989). Одновременно со сбором проб были выполнены замеры температуры воды родниковым термометром, прозрачности с помощью диска Секки (см), активности водородного показателя с помощью «pHs cap WP2», цветности (оценивалась органолептическим путем). Идентификация водорослей проведена на фиксированном материале 4%-ным формалином. Диатомовые водоросли изучены с помощью постоянных препаратов (Садчиков 2003). Исследование видового состава проведено с применением световых микроскопов «Nikon ECLIPSE E 200» и «Primo Star» Zeiss, с увеличением 40×15, 100×15. Таксономическая принадлежность водорослей устанавливалась по отечественным и зарубежным определителям с учетом номенклатурных изменений информационного ресурса «AlgaeBase» (Krammer, Lange-Bertalot 1986; 1989; Guiry 2017). В систематическом спектре учтены цианопрокариоты и водоросли, идентифицированные до видовой принадлежности. Для определения степени активности цианопрокариот и водорослей проведен учет их наличия в пробах (Кожова 1970).

Результаты и обсуждение

По оригинальным данным температура в исследуемых водных объектах в период наблюдений находилась в широком диапазоне +2–22°C. В поверхностном слое реки Ай-Кыртыпьях – в пределах +11–22°C, в озере Посейнлор – +14–19°C, в болотных мочажинах – +2–15°C. Прозрачность воды по диску Секи – 52–100 см. Мера активности водородного показателя в реке находилась в диапазоне 5,3–5,7, в озере – 4,5–5,7, в болотах парка изменялась от 3,8 до 4,6. Цветность воды по визуальной оценке на всех участках исследований варьировалась от цвета чая до зеленоватого.

Всего в изученных объектах выявлено 196 видовых и внутривидовых таксонов, входящих в состав 88 родов, 50 семейств, 13 классов и 6 отделов (табл. 1).

В реке Ай-Кыргыпьях насчитывается 117 цианпрокариот и водорослей, относящихся к 49 родам, 36 семействам и 10 классам. В озере Посейнлор найдено 67 видов цианпрокариот и водорослей из 41 рода, 31 семейства, 12 классов, 6 отделов. Альгологическое сообщество болотного массива парка представлено 69 видами, 40 родами, 30 семействами, 11 классами, 6 отделами.

Наибольшую долю в общем списке выявленных составляют водоросли двух отделов:

диатомовые и зеленые (74,5%). Это объясняется высоким разнообразием диатомовых водорослей и их широкой пластичностью к условиям среды (Куликовский 2017). В литературе неоднократно отмечается повышение разнообразия зеленых водорослей в условиях высоких широт, что в очередной раз имеет подтверждение для изученного водного комплекса (Свириденко, Свириденко 2006; Скоробогатова 2010).

В крупнейшей пятёрке классов концентрируется около 85% выявленных видов, с богатым родовым и семейственным спектром (табл. 2).

Таблица 1

Таксономический состав цианпрокариот и водорослей поверхностных вод парка «Югра»

Отдел	Число				Доля от общего числа видов, %	Число видов		
	Класс	Семейство	Род	Вид		Река Ай-Кыргыпьях	Озеро Посейнлор	Болота
Суанобактерия (Суанопфита)	1	7	10	14	7,1	9	6	4
Хризопфита	2	2	4	9	4,6	2	3	1
Вацилларифита	3	20	28	77	39,3	60	26	28
Еугленопфита	1	3	7	21	10,7	14	4	9
Хантопфита	1	2	2	6	3,1	2	2	5
Хлоропфита	5	16	37	69	35,2	30	26	22
Всего	13	50	88	196	100	117	67	69

Примечание. Здесь и далее термин «вид» включает и внутривидовые таксоны

Таблица 2

Крупнейшие классы по числу цианпрокариот и водорослей в поверхностных водах парка «Югра»

Ранг	Класс	Число			Доля от общего числа видов, %	Число видов		
		Семейство	Род	Вид		Река Ай-Кыргыпьях	Озеро Посейнлор	Болота
1	Вацилларифуцеае	17	25	72	36,7	55	25	25
2	Конъюгатифуцеае (Зигнематофуцеае)	2	9	33	16,8	24	9	12
3	Хлорофуцеае	10	22	26	13,3	6	10	2
4	Еугленифуцеае	3	7	21	10,7	14	4	4
5	Суанопфифуцеае	7	10	14	7,1	9	6	7
Всего		39	73	166	84,6	108	54	50

В реке эта цифра составляет 92,3%, в озере – 80,6%, в болотах – 72,5%. Во всех водоемах из крупнейших классов выделяются Вацилларифуцеае и Конъюгатифуцеае. Остальные классы, находясь в группе крупнейших, меняют лишь ранговое положение. К классам, содержащим по 1–3 вида, относятся Медиофифуцеае,

Синуофифуцеае, Ульвофифуцеае и Хлороссофифуцеае, остальные классы содержат 4–7 видов.

Особенностью семейственного спектра альгофлоры парка «Югра» является видовое богатство Еунотиасеае не только на всей исследуемой территории, но и в отдельно взятых объектах, составляющее от 11,73 до 14,9 % (табл. 3).

Таблица 3

Крупнейшие семейства по числу водорослей в поверхностных водах парка «Югра»

Ранг	Семейство	Число		Доля от общего числа видов, %	Число видов		
		Род	Вид		Река Ай-Кыргыпях	Озеро Посейнлор	Болота
1	Eunotiaceae	1	23	11,73	17	10	12
2	Closteriaceae	1	17	8,67	17	1	0
3	Desmidiaceae	8	16	8,16	7	8	2
4	Pinnulariaceae	1	8	4,08	6	1	4
5	Phacaceae	3	12	6,12	7	1	3
6	Euglenaceae	4	9	4,60	6	3	3
Всего		18	85	43,36	60	24	24

Известно, что в условиях закисления среды формируются сообщества с высоким содержанием водорослей так называемого «болотного комплекса» (Скоробогатова, Науменко 2010). Развитие этих водорослей наблюдается на кислых почвах торфяных болот, мелких сфагновых водоемов, в ручьях и реках, что свидетельствует о низком содержании солей, кислой реакции воды и большой заболоченности поймы (Косинская 1960). В рассмотренной альгофлоре семейства Eunotiaceae, Pinnulariaceae, Closteriaceae и Desmidiaceae не просто образуют такой комплекс, но и входят в список ведущих, составляя 32,7% от общего списка. В изученных объектах по числу обнаруженных видов Eunotiaceae выделяется река Ай-Кыргыпях (40,2%). Доля представителей этого семейства в озере Посейнлор – 29,9%, в болотах – 26,1% всех выявленных Eunotiaceae. В

семейственном спектре альгофлоры всех объектов парка выделено большое число одновидовых – 16, двухвидовых – 10, трехвидовых – 4 семейства. В составе остальных семейств число видов колеблется от 4 до 7. Подобная динамика отмечается и по отдельным объектам. В озере маловидовые семейства составляют 80,1%, в реке 69,4%. В болотах из 30 семейств 26 относятся к семействам с низкой видовой насыщенностью (от 1 до 3 видов), что составляет 86,7%. К наиболее богатым относятся семейства Eunotiaceae – 12 видов, Scenedesmacaceae – 5, Pinnulariaceae и Tribonemataceae – по 4 вида.

Родовые спектры отражают основные типологические особенности водоемов конкретного региона. По разнообразию родов в парке преобладают зеленые и диатомовые водоросли (табл. 4).

Таблица 4

Крупнейшие роды по числу водорослей в поверхностных водах парка «Югра»

Ранг	Род	Число видов	Доля от общего числа видов, %	Число видов		
				Река Ай-Кыргыпях	Озеро Посейнлор	Болота
1	Eunotia	23	11,74	17	10	12
2	Closterium	17	8,67	17	1	0
3	Pinnularia	8	4,08	6	1	4
4	Trachelomonas	6	3,06	4	3	0
5	Phacus	6	3,06	5	0	0
Всего		60	30,61	49	15	16

В первую пятерку родового спектра парка входят диатомовые водоросли (15,8% общего списочного состава), зеленые (8,7%) и эвгленовые (6,1%). Род Eunotia типичен для водоемов ХМАО – Югры, характеризует заболоченность водосбора парка «Югра», как и разнообразие родов Closterium и Pinnularia является характерным для вод с низким содержанием солей и кислой реакцией, т.е. для вод изучаемого региона ХМАО – Югры (Науменко, Скоробогатова 2009; Скоробогатова, Науменко 2011). Также отмечается очень большое число мало-

насыщенных родов: для парка в целом – 74 вида (84,1% всех выявленных), в реке соответственно 40 (81,6%) от списка этого объекта, в озере – 36 (87,8), в болотах – 37 (90,2%) видов. В мочажинах болот парка «Югра» к одновидовым относится 31 род (77,5%), два вида насчитывают 7 родов (Microcystis, Planothidium, Trachelomonas, Lepocinclis, Tribonema, Astasia и Crucigenia). Четыре вида включает в себя Pinnularia, и наибольшее число видов (12) насчитывает Eunotia. Преобладание маловидовых родов отличает альгофлору не только ХМАО –

Югры, но и других северных регионов: Центральной Якутии (Ремигайло 2011), Приполярного Урала (Стерлягова 2009).

Для того чтобы оценить динамику вегетации цианопрокариот и водорослей за сезон, в исследуемых пробах принято рассматривать показатель активности. В 2015 г. в реке Ай-Кыртгыях обнаружено 73 представителя цианопрокариот и водорослей, которые формируют все четыре группы активности водорослей. В группу высокоактивных (в рассматриваемых пробах отмечается в 75–100% проб) вошел 1 вид – *Rhopalodia gibba* (Ehr.) Otto Müller. К активным (отмечается в 50–74% проб) отнесены 8 видов: *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun, *E. pectinalis* (Kütz.) Raben., *E. pectinalis* var. *ventricosa* (Ehr.) Grun, *Pinnularia divergens* W. Smith, *P. interrupta* W. Sm., *Ulnaria ulna* (Nitzs.) Comp., *Diatoma vulgaris* Bory, *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. Группу малоактивных образуют 9 водорослей: *Frustulia rhomboids* (Ehre.) De Toni, *Encyonema ventricosum* (C. Agardh) Grun., *Sellaphora rectangularis* (W.Gregory) Lange-Bertalot & Metz., *Stauroneis anceps* Ehr., *Asterionella formosa* Has., *Aulacoseira italica* (Ehr.) Simon., *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komar.-Legn., *Closterium baillyanum* (Brébis. ex Ralfs) Brébis. Остальные 55 видов реки, или 75,3% видового состава, формируют группу неактивного комплекса (встречаются менее чем в 30% проб).

В исключительно теплом летне-осеннем сезоне 2016 г., не характерном для ХМАО – Югры, в реке найдено 83 вида. Здесь наблюдается преобладание групп малоактивных и неактивных водорослей. Высокоактивных представителей не найдено. В группу активных вошел вид *Eunotia lunaris*. Комплекс малоактивных сформирован 36 видами: *Ulnaria ulna*, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Frustulia vulgaris* Thw., *Navicula peregrine* (Ehr.) Kütz., *Pinnularia interrupta*, *Rhopalodia gibba*, *Closterium setaceum* Ehr. ex Ralfs и др. Остальные 46 видов, или 55,2%, образовали группу неактивных цианопрокариот и водорослей. В 2015 и 2016 гг. встречались 26 видов, из них большинство диатомей – 22. В первой декаде июля 2016 г. на реке случился нефтяной разлив. При анализе видового состава фитопланктона, отобранного 17.07.2016 г., обнаружено, что в створе выше нефтяного пятна наблюдалось 26 видов из 5 отделов: цианопрокариоты, золотистые, диатомовые, эвгленовые и зеленые. В створе ниже нефтяного загрязнения в фитопланктоне в разгар вегетационного периода развитие продол-

жили 6 видов (*Oscillatoria limosa* Agardh ex Gomont, *Pseudanabaena limnetica* (Lem.) Kom., *Fragilaria acus*, *Navicula radiosa*, *N. peregrine*, *Palmodictyon lobatum* Korsh.) из 3 отделов, полностью выпали эвгленовые и золотистые водоросли. В перифитоне выше и ниже загрязненного участка найдено по 13 видов, но общих видов не выявлено. Выше нефтяного пятна в сообществе наблюдали водоросли из 2 отделов: Bacillariophyta (8 видов) и Chlorophyta (5 видов). Ниже – цианопрокариоты и водоросли из 4 отделов: Cyanobacteria (2 вида), Bacillariophyta (3) Chlorophyta (4), Euglenophyta (4 вида).

В планктоне озера Посейнлор группа водорослей, отнесенных к активным, за 2 сезона исследований насчитывает 13 видов. К ним относятся: *Mallomonas denticulate* P.A.Siver, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica* Raben., *Eunotia diadema* Ehr., *E. lunaris*, *E. robusta* Ralfs, *Pinnularia interrupta*, *Rhopalodia gibba*, *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa*, *Chlorolobion braunii* (Näg.) Kom., *Oocystis marssonii* Lemm., *O. rhomboidea* Fott. В 2016 г. наступление биологического лета в экосистеме озера наблюдалось раньше обычного. В третьей декаде июня температура воды находилась на отметке +16°C. Поэтому в озере отмечается более активная вегетация фитопланктона в течение всего вегетационного сезона, чем в аналогичный период 2015 г. Осенний альгокомплекс 2016 г. почти в 3 раза превышает таковой 2015 г. Наиболее интересными фактами характеризуются пробы планктона сентября 2016 г., в которых отмечалась массовая численность, «цветение» *Mallomonas denticulata*. Мелкоклеточные виды *Oocystis marssonii* и *O. rhomboidea* встречались повсеместно в оба года, создавая общий фоновый альгокомплекс. Общими для двух сезонов исследований являются 14 видов: *Mallomonas denticulata*, *Frustulia rhomboids*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, *Pinnularia interrupta*, *Rhopalodia gibba*, *Eunotia diadema*, *E. exigua* (Breb.) Rabenh., *E. lunaris*, *E. minor* (Kütz.) Grun., *Trachelomonas volvocinopsis* Svir., *Chlorolobion braunii*, *Oocystis marssonii*, *O. rhomboidea*. Причем виды *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia lunaris*, *E. exigua*, *Chlorolobion braunii*, *Oocystis marssonii*, *O. rhomboidea* активно вегетируют в течение всего периода открытой воды.

По месяцам лимнологический фитопланктон развивался неоднородно. В 2015 г. в июньском планктоне озера найдено 15 видов, в июле – 10, августе – 9, сентябре – 6. В июне

2016 г. обнаружено 24 вида, в июле – 14, в сентябре – 30. Следует отметить, что в пробах наблюдалась высокая встречаемость мелких ракообразных, для которых пищей являются водоросли.

Богатство видов водорослей в водоемах во многом определяется наличием разнообразия экологических ниш. Озера обычно не отличаются высоким биоразнообразием. Бедное разнообразие видов в оз. Посейнлор может объясняться несколькими причинами. Во-первых, площадь водного зеркала озера небольшая, от размеров зависит разнообразие экологических ниш и условий для развития водорослей. Во-вторых, известно, что в многоводные и прохладные годы отмечается снижение разнообразия водорослей (Садчиков 2003).

В болотах парка «Югра» по годам на протяжении всего периода открытой воды 2015–2016 гг. встречались водоросли отдела диатомовые: *Eunotia exigua*, *Eunotia fallax* A. Cl., *Eunotia neocompacta* S. Mayama, *Pinnularia interrupta*. Большинство водорослей были найдены в обрастаниях: *Eunotia arcus* Ehr., *E. microcephala* Krasske, *E. neocompacta*, *E. praerupta* Ehr., *E. exigua*, *E. minor* (Kütz.) Grun., *E. lunaris*, *E. lunaris* var. *capitata* Grun., *E. fallax*, *E. parallela* Ehr., *E. fallax* var. *gracillima* Krasske, *E. faba* Ehr., *Pinnularia interrupta*, *P. divergens* W. Smith, *P. subcapitata* Greg., *Rhopalodia gibba*, *Navicula viridula* (Kütz.) Ehr., *Ulnaria amphirhynchus* (Ehr.) Compère & Bukht. Виды *Eunotia lunaris* и *Tribonema viride* Pasch. вегетируют с июля по сентябрь исследуемого периода. *Eunotia lunaris* наблюдается с июня по август. Известно, что развитие многих водорослей лимитируется бедным минералогическим составом, закислением вод (Пшеничкова 1995; Кабилов 2007; Шабалина 2009). В рассматриваемом случае исследуемые болота находятся в лесной зоне, и прогревание вод до +10°C отмечено во второй декаде июня.

Заключение

Температура воды в изученных водных объектах колебалась от +2°C до +22°C, прозрачность воды по диску Секки – в пределах 52–100 см, рН – в диапазоне 3,8–5,7.

За 2 летне-осенних сезона (июнь–сентябрь) в водоемах парка «Югра» выявлено 196 видов цианопрокариот и водорослей, входящих в 88 родов, 50 семейств, 13 классов и 6 отделов.

Характер фитопланктона реки Ай-Кыргыптых реофильный, разнообразие цианопрокариот и водорослей представлено 117 видами, относящимися к 49 родам, 36 семействам и 10 классам. Озеро Посейнлор имеет лимнологический характер фитопланктона, здесь найдено 67 видов, 41 род, 31 семейство, 12 классов, 6 отделов в основном мелкоклеточных форм. В болотах парка «Югра» найдено 69 видов из 40 родов, 30 семейств, 11 классов, 6 отделов.

Диатомовые и зеленые водоросли занимают ведущее место во всех таксономических спектрах. В изученной альгофлоре лидирующими являются 2–5 крупных таксонов (классов, семейств, родов), концентрирующих до 90% выявленных видов. Семейственные и родовые спектры достаточно богаты, но с большим числом маловидовых таксонов (от 1 до 3 видов).

Наблюдается формирование «болотного комплекса» в альгофлоре парка, т.е. высокое содержание видов в семействах Eunotiaceae, Pinnulariaceae, Closteriaceae и Desmidiaceae.

По активности водоросли формируют 4 группы: преобладают неактивные и малоактивные комплексы.

В середине вегетационного периода, в полевых условиях изучено воздействие нефтяного загрязнения на состав альгологического сообщества в реке Ай-Кыргыптых. В фитопланктоне выявлено уменьшение видового состава в 4,3 раза, в бентосе – кардинальное изменение списочного состава.

ЛИТЕРАТУРА

- Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. 1989. Водоросли. Справочник / под ред. С. П. Вассера. Киев: Наукова думка.
- Кабиров Р. Р. 2007. Использование альгологических критериев при экологическом прогнозировании антропогенной нагрузки на наземные экосистемы // Успехи современного естествознания 3, 13–15.
- Кожова О. М. 1970. Формирование фитопланктона Братского водохранилища // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М.: Наука. 110–123.
- Косинская Е. К. 1960. Десмидиевые водоросли // Флора споровых растений СССР. Т. 5. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР.
- Кузьмин Г. В. 1975. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука. 73–87.
- Куликовский М. С. 2009. Диатомовые водоросли некоторых сфагновых болот европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. 1984. Л.: ГосНИОРХ.

Науменко Ю. В., Птухина О. Ю. 2013. Десмидиевые водоросли (Desmidiaceae) природного парка «Сибирские Увалы», Западная Сибирь, Россия // *Turczaninowia* Т. 16, № 2, 81–83.

Науменко Ю. В., Skorobogatova O. N. 2009. Виды рода *Eunotia* Ehr. в фитопланктоне реки Вах (Западная Сибирь) // *Turczaninowia* Т. 12, № 1–2, 65–70.

Пиенникова Е. Е. 1995. Почвенные водоросли аласов Лено-Амгинского междуречья (Якутия, Россия) // *Альгология* Т. 5, № 3, 269–275.

Ремизайло П. А. 2011. Систематическая структура фитопланктона крупных рек Центрально-Якутского флористического района // *Растительный мир Азиатской России* 2 (8), 20–27.

Садчиков А. П. 2003. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М.: Университет и школа.

Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. 2006. Флора растительности водоемов долины реки Глубокий Сабун // Кукуричкин Г. М. (ред.). Биологические ресурсы и природопользование: Сб. научных трудов. Вып. 9, Сургут: Дефис. 109–144.

Skorobogatova O. N., Zdanova G. P. 2016. Водоросли реки Ай-Кыртгыпях // Коричко А. В. (отв. ред.). Восемнадцатая Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: Статьи докладов (Нижневартовск, 5–6 апреля 2016 г.). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016, 1000–1002.

Skorobogatova O. N. 2010. Фитопланктон реки Вах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск: ЦСБС СО РАН.

Skorobogatova O. N., Gidora O. Yu. 2017. Структура водорослей верховых болот (Нижневартовский район, ХМАО-Югра) // *Труды Института биологии внутренних вод РАН* 79 (82), 207–212.

Skorobogatova O. N., Naumenko Yu. B. 2011. Роль болот в формировании фитопланктона реки Вах (Peatlands in forming phytoplankton) // Вомперский С. Э. (ред.). Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы III Международного полевого симпозиума (Ханты-Мансийск, 24 июня – 5 июля 2011 г.). Новосибирск, 71–72.

Skorobogatova O. N., Osadchaya Yu. B. 2016. Болотный перифитон музейно-этнографического и экологического парка Югра // Коричко А. В. (отв. ред.). Восемнадцатая Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: Статьи докладов (Нижневартовск, 5–6 апреля 2016 г.). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016, 1023–1026.

Skorobogatova O. N., Egorova V. I. 2016. Фитопланктон озера Тарык // Коричко А. В. (отв. ред.). Восемнадцатая Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: Статьи докладов (Нижневартовск, 5–6 апреля 2016 г.). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016, 1034–1037.

Стерлягова И. Н. 2009. Разнообразие водорослей и структура их сообществ в водоемах Приполярного Урала (на примере бассейнов рек Кожым и Щугор): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар.

Шабалина Ю. Н. 2009. Альгофлора разнотипных водоемов таежной зоны (бассейн р. Ижмы): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар.

Guiry M. D., Guiry G. M. *Algae Base*. World-wide electronic publication. National University of Ireland: Galway // www.algaebase.org (2017. 07 Мая).

Топачевський О. В., Оксіюк О. П. 1960. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Діатомові водорості – *Bacillariophyta (Diatomeae)*. Т. 11. Київ. Вид-во АН УРСР.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: Naviculaceae // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. V. 1. 876.

Krammer K., Lange-Bertalot H. 1989. *Bacillariophyceae*. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. V. 2. 536.

REFERENS

Vasser S. P., Kondrat'eva N. V., Masyuk N. P. *Vodorosli: Spravochnik [Algae. Reference book/ ed. S. P. Vasser]* Kiev: Naukova dumka, 1989. (In Russian).

Kabirov R. R. In: *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences]*. No 3(2007): 13–15. (In Russian).

Kozhova O. M. *Formirovanie fitoplanktona Bratskogo vodohranilishcha // Formirovanie prirodnykh usloviy i zhizni Bratskogo vodohranilishcha [Formation of Bratsk Reservoir phytoplankton // Formation of natural conditions and life of Bratsk Reservoir]*. М.: Nauka, 1970. Pp. 110–123. (In Russian).

Kosinskaya E. K. *Desmidiyevye vodorosli // Flora sporovykh rasteniy SSSR [Desmids. Flora of the USSR spore plants]*. Vol. 5. Is. 1. М.: L.: Izd-vo AN SSSR, (1960). (In Russian).

Kuzmin G. V. *Fitoplankton. Vidovoy sostav i obilie // Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennih vodoemov [Phytoplankton. Species composition and abundance // Methods for studying biogeocenoses of inland water bodies]*. М.: Nauka, 1975. Pp. 73–87. (In Russian).

Kulikovskiy M. S. *Diatomovyye vodorosli nekotorykh sfagnovykh bolot evropeyskoy chasti Rossii: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Diatoms of some sphagnum bogs in the European part of Russia: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]*. SPb., 2009. (In Russian).

Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh [Methodological recommendations for collecting and processing data in hydrobiological studies of freshwater reservoirs. Phytoplankton and its products]. L.: GosNIOGH, 1981. (In Russian).

Naumenko Yu. V., Ptuхина O. Yu. In: *Turczaninowia [Turczaninowia]*. Vol. 16, No 2 (2013): 81–83 (In Russian).

Naumenko Yu. V., Skorobogatova O. N. In: *Turczaninowia [Turczaninowia]*. Vol. 12. Is. 1–2 (2009): 65–70 (In Russian)

- Pshennikova E. E.* In: Algologiya [Algologia]. Vol. 5 No 3 (1995): 269–275 (In Russian).
- Remigaylo P. A.* In: Rastitelnyy mir Aziatskoy Rossii. [Plant Life of Asian Russia]. No 2 (8) (2011): 20–27 (In Russian)
- Sadchikov A. P.* *Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona: metodicheskoe rukovodstvo* [Methods to study freshwater phytoplankton: a methods manual]. M.: Universitet i shkola, 2003. (In Russian).
- Sviridenko B. F., Sviridenko T. V.* In: Biologicheskie resursy i prirodopolzovanie: Sb. nauch. tr. [Biological resources and nature management: Collection of research papers]. Ed. by. Kukurichkin G. M. Surgut: Defis. Is. 9 (2006): 109–144 (In Russian).
- Skorobogatova O. N., Zhdanova G. R.* In: Vosemnadtsataya Vserossiyskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta: Stat'i dokladov (g. Nizhneartovsk, 5–6 aprelya 2016 g.) [The Eighteenth All-Russia students scientific and practical conference at Nizhneartovsk State University: Articles (Nizhneartovsk, April 5–6, 2016)]. / Ed. by. Korichko A. V. Nizhneartovsk: Izd-vo Nizhneartovsk State University, 2016. Pp. 1000–1002 (In Russian).
- Skorobogatova O. N.* *Fitoplankton reki Vah: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Phytoplankton of the Vakh River: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Novosibirsk, TsSBS SO RAN: 2010. (In Russian).
- Skorobogatova O. N., Gidora O. Yu.* In: Trudy Instituta biologii vnutrennih vod RAN [Transactions of the Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences]. Issue 79 (82) (2017): 207–212 (In Russian).
- Skorobogatova O. N., Naumenko Yu. V.* In: Zapadno-Sibirskie torfyaniki i tsikl ugleroda: proshloe i nastoyashee: Materialy III Mezhdunarodnogo polevogo simpoziuma (Hanty-Mansiysk, 24 iyun' – 5 iyul', 2011) [West Siberian peatlands and carbon cycle: past and present: Proceedings of the III International field symposium (Khanty-Mansiysk, June 24 – July 5, 2011) / Ed. by. Vompersky S. E.]. Novosibirsk, 2011. Pp. 71–72 (In Russian).
- Skorobogatova O. N., Osadchaya Yu. V.* In: Vosemnadtsataya Vserossiyskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta: Stat'i dokladov (g. Nizhneartovsk, 5–6 aprelya 2016 g.) [The Eighteenth All-Russia students scientific and practical conference at Nizhneartovsk State University: Articles (Nizhneartovsk, April 5–6, 2016)]. Ed. by. Korichko A. V. Nizhneartovsk: Izd-vo Nizhneartovsk State University, 2016. Pp. 1023–1026 (In Russian).
- Skorobogatova O. N., Egorova V. I.* In: Vosemnadtsataya Vserossiyskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta: Stat'i dokladov (g. Nizhneartovsk, 5–6 aprelya 2016 goda) [The Eighteenth All-Russia students scientific and practical conference at Nizhneartovsk State University: Articles (Nizhneartovsk, April 5–6, 2016)]. Ed. by. Korichko A. V. Nizhneartovsk: Izd-vo Nizhneartovsk State University, 2016. Pp.1034–1037 (In Russian).
- Sterlyagova I. N.* *Raznoobrazie vodorosley i struktura ih soobshchestv v vodoemah Pripolyarnogo Urala (na primere basseynov rek Kozhyim i Schugor): Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Algae diversity and their communities structure in the water bodies of the Subpolar Urals (based on the examples of the Kozhym and Shchugor river basins): An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Syktyvkar, 2009. (In Russian).
- Shabalina Yu. N.* *Algoflora raznotipnykh vodoymov taYozhnoy zonyi (basseyn r. Izhmyi): Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Syktyvkar* [Algal flora of taiga zone reservoirs of different types (the Izhma River basin): An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Syktyvkar, 2009. (In Russian).
- Topachevskii A. V., Oksiyuk O. P.* *Key to freshwater algae Ukrainska SSR. Diatoms – Bacillariophyta (Diatomeae)*. Kiev: Izd-vo an USSR. Vol. 11 (1960): 412. (In Ukraine)
- Guiry M. D., Guiry G. M.* *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. National University of Ireland: Galway. Available at: www.algaebase.org (Accessed on 2017. 07 May).
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. V. 1 (1986): 876.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.* *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. V. 2 (1989): 536.

O. N. Skorobogatova
Nizhneartovsk, Russia

TAXONOMIC STRUCTURE OF CYANOPROKARYOTA AND ALGAE OF WATER BODIES IN «YUGRA» PARK (NIZHNEARTOVSK AREA, KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA)

Abstract. The paper presents the results of the research conducted in 2015–2016 during the open water period. The research was commissioned by the Museum Ethnological and Ecological Park «Yugra». The objects of the study included plankton, benthos and periphyton algae in the water bodies located in the park i.e. the Ay Kyrtypyakh River, Pasylnor Lake and sphagnum raised bogs. Collection of materials, their preparation and analysis were conducted by the methods commonly accepted in algology. The list of algae and cyanoprokaryota was brought into conformity with «AlgaeBase» 2017 nomenclature. During the period of the research the water temperature in the above mentioned water bodies varied between +2–22°C; the transparency by Secchi disk was 52–100cm; the hydrogen ion concentration was 5.3–5.7.

The integrated research allowed scientists to detect rich composition of cyanoprokaryota and algae species and types. Algae community in the Ay Kyrtypyakh River is reophilic. The species found in the river comprise 59,6% of all the species in «Yugra» park. The Park bogs and Lake Pasylnor have less diversified algae community which is mostly represented by small celled species (35,2% for the bogs and 34,2% for the lake). Two phyla, Bacillariophyta and Chlorophyta, dominate with 74,5% of the total composition. They dominate not only in algoflora but also in algal communities of some studied objects (76,9% in the Ay Kyrtypyakh River; 80,6% in Lake Pasylnor; 72,5% in sphagnum raised bogs). Significant richness in species was determined in Bacillariophyceae and Conjugatophyceae

(Zygnematophyceae) classes, Eunotiaceae, Pinnulariaceae, Closteriaceae, Desmidiaceae and Phacaceae families as well as in Eunotia, Closterium and Pinnularia genera. Special characteristic of the family spectrum is the richness of species in Eunotiaceae. The algoflora demonstrates formation of a «bog complex» adapted to the acidification and poor mineral composition of the waters. The research identified a considerable number of scanty classes, families and genera. According to their activity the algae are divided into 4 groups. Exceptionally numerous are inactive species. *Rhopalodia gibba* is the most active species in the river while *Oocystis marssonii*, *O. rhomboidea* are active in the lake. While studying algae species in the river after the effects of oil pollution, a dramatical loss of species diversity was found.

8 species are common for all the studied water bodies i.e. *Cyclotella meneghiniana*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Rhopalodia gibba*, *Eunotia exigua*, *E. fallax*, *E. lunaris* and *E. minor*.

Key words: algoflora; diversity; taxon; Ay Kyrtypyakh River; Lake Pasylnor; sphagnous raised bog.

About the author: Olga Nikolaevna Skorobogatova, Candidate of Biological Science, Associate Professor of ecology.

Place of employment: Nizhnevartovsk State University.

Скоробогатова О. Н. Таксономическая структура цианопрокариот и водорослей водных объектов парка «Югра» (Нижневартовский район, ХМАО – Югра) // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 8–16.

Skorobogatova O.N. Taxonomic structure of cyanoprokaryota and algae of water bodies in «Yugra» park (Nizhnevartovsk area, Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra) // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 8–16.

УДК 582.29 (479)

С. М. Алвердиева
Баку, Азербайджан

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Аннотация. Несмотря на многолетнюю историю лишенологических исследований в Азербайджане, флора лишайников Кура-Араксинской низменности изучена слабо.

Поскольку в литературных источниках содержится лишь фрагментарная информация о лишайниках исследуемой низменности, целью нашей работы было установление таксономического состава этого региона. В данной работе приводятся предварительные сведения о лишайниках Кура-Араксинской низменности. Список насчитывает всего 56 таксонов, относящихся к 40 родам, 19 семействам, 4 классам отдела Ascomycota. Из них 16 видов: *Alyxoria varia*, *Anatychia cilirais*, *Arthopyrenia subcerasi*, *Candelariella vitellina*, *Cetraria aculeata*, *Collema tenax*, *Flavoplaca citrina*, *Lecanographa amylacea*, *Lecanora crenulata*, *Lepraria incana*, *Parmelia ryssolea*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Romularia lurida*, *Tephromela atra*, *Xanthoparmelia conspersa* являются новыми для Кура-Араксинской низменности. Для каждого вида приведены сведения о местонахождении на исследуемой территории, субстрате и принадлежности к экологической группе. Среди выявленных лишайников наибольшим числом видов представлены накипные лишайники – 24 вида (44% от общего числа видов), листоватых 15 видов (28%), кустистых 8 (15%) и чешуйчатых 7 (13%). По отношению к фактору влажности выделены шесть групп: гигромезофиты, мезофиты, мезофиты-ксеромезофиты, ксеромезофиты, ксерофиты, ксерофиты-криофиты. Группа гигромезофитов, мезофитов-ксеромезофитов, ксерофитов-криофитов представлена каждая по одному виду. Группа ксеромезофитов включает 2 вида из 2 родов и 2 семейств; группа мезофитов – 19 видов из 14 родов и 6 семейств. Группа ксерофитов представлена наибольшим числом – 28 видов из 21 рода и 14 семейств, что отражает экологические особенности и климатические условия исследуемой территории.

Ключевые слова: видовой состав; лишайники; Кура-Араксинская низменность.

Сведения об авторе: Севда Мухтар гызы Алвердиева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник.

Место работы: Институт ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана.

Контактная информация: AZ 1004, Азербайджан, г. Баку, Бадамдарское шоссе, д. 40, тел. +994125024330, +994125024480, e-mail: sevdaalv@gmail.com.

Кура-Араксинская низменность – крупнейшая низменность в восточном Закавказье в пределах Азербайджана. Она занимает обширную территорию, расположенную по нижнему течению рр. Куры и Аракса между Большим и Малым Кавказом и Ленкоранскими горами.

Простираясь от Мингечаура на западе до берегов Каспийского моря на востоке, она занимает более четверти территории Азербайджанской республики. Ее можно отнести к самой равнинной и самой засушливой области республики.

Вместе с тем это крупнейший район орошаемого земледелия (АСЭ 1982).

Климат низменности относится к субтропическому, теплому, континентальному. Лето сухое и жаркое (средняя температура июля +27°C, иногда доходит до +40°C), зима относительно теплая и малоснежная (средняя температура января +1°C). В горах зима и лето прохладнее (на высотах от 1 до 2 тыс. м средняя январская температура –6°C; средняя июльская +14°C).

На Кура-Араксинской низменности преобладают сухие степи и полупустыни с эфемерами, солянками и полынями, в предгорьях – кустарниковые заросли. Лесная растительность из грузинского дуба, благородного каштана, бука, граба, ивы и тополя присутствует, главным образом, в речных долинах и низинах.

Лихенофлора пустынь и полупустынь бедна, что, прежде всего, объясняется наличием солонцеватых, слабозасоленных и засоленных почв. Известно, что большинство лишайников не переносит хлоридно-сульфатного засоления и, в отличие от покрытосеменных растений, группа ясно выраженных галофитов у лишайников очень немногочисленна. Всего несколько видов, преимущественно из семейства *Collemataceae*, *Verrucariaceae*, растущих на засоленных почвах – это *Collema tenax* (Sw.) Ach., *Diploschistes gypsaceus* (Ach.) Zahlbr., *Teloschistes lacunosus* (P. Rupr.) Savicz. и др. На участках полынно-солянковой полупустыни, являющихся зимними пастбищами, отмечены: *Cladonia foliacea* (Huds.) Villd., *C. subrangiformis* Sandst., *Cetraria steppae* (Savicz) Kärnefelt, *Squamarina lentigera* (Weber) Poelt.

Степная растительность в Азербайджане сохранилась лишь островками и фрагментами. Большая часть степной целины издавна распашана и используется под богарное земледелие. Антропогенное воздействие, окультуренность площадей повлекла за собой обеднение степной лихенофлоры. Многие степные виды лишайников, будучи вытесненными при постепенном освоении степных участков, расселились в соответствующих экологических нишах, в местах, где условия обитания близки к степным. В целом, состав степной лихенофлоры особым разнообразием не отличается.

Материал и методы

Материалом для данной работы послужила коллекция лишайников, собранная автором в разные годы (2006–2007; 2010, 2012) с учетом литературных данных. Сбор материала проводился маршрутным методом. Определе-

ние образцов велось по общепринятой в лихенологии методике (Определитель ... 1974). Образцы хранятся в лихенологическом гербарии (ВАК) Института Ботаники НАН Азербайджана (Баку). Номенклатура таксонов приведена согласно «Списку лихенофлоры России» (2010); «Флоре лишайников России» (2014), с учетом новейших изменений (Nordin et al. 2010, 2011; Ertz, Tehler 2011; Arup et al. 2013; Otalora et al. 2014), а также Indexfungorum.org (<http://indexfungorum.org>), (<http://130.238.83.220/santesson/home.php>) и др.

Список лишайников

Кура-Араксинской низменности

Acarospora schleicheri (Ach.) A. Massal.

– Джебраилский район: Геаньская степь (Воронцов 1915: 211; Бархалов 1983: 130). На солонцеватой почве. Ксерофит.

Alyxoria varia (Pers.) Ertz & Tehler –

Бардинский район, дубово-грабовый лес (Алвердиева 15.07.2009, ВАК). На *Quercus castaneifolia* С.А. Мей. Мезофит.

Anaptychia ciliaris (L.) Körb. ex A. Massal.

– Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 10.07.2009, ВАК). На коре *Quercus castaneifolia* С.А. Мей. Мезофит.

Arthopyrenia subcerasi (Vain.) Zahlbr. –

Евлахский район, в лесу, на *Quercus castaneifolia* С.А. Мей. (Алвердиева, 2009: 185).

Athallia cerinella (Nyl.) Arup, Frödén & Söchting – Агдашский район, хребет Боздаг (Бархалов, 1983: 227). На стволах деревьев. Мезофит.

Blennothallia crispa (Huds.) Otalora, P.M. Jørg. & Wedin – Кюрдмирский район, окрестность станции Керар (Бархалов 1983: 51); Евлахский район, окрестность (С. Алвердиева, 10.07.2009, ВАК). На глинистой почве. Ксерофит.

Caloplaca cerina (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr. – Агдашский район, поселок Турианчай (Бархалов, 1983: 226). На коре деревьев. Мезофит.

Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll. Arg. – Евлахский район, в лесу (С. Алвердиева, 10.07.2009, ВАК). На коре *Carpinus betulus* L. Мезофит.

Catapyrenium cinereum (Pers.) Körb. – Кюрдмирский район, окрестность (С. Алвердиева, 15.07.2009, ВАК). На почве. Ксерофит-криофит.

Cetraria aculeata (Schreb.) Fr. – Кюрдмирский район, окрестность (С. Алвердиева, 15.07.2009, ВАК). На почве. Ксерофит.

Circinaria calcarea (L.) A. Nordin, Savić & Tibell. – Ширван: Гаджигабул, окрестность (Бархалов, 1983: 151). На известняковых породах. Ксерофит.

Circinaria contorta (Hoffm.) A. Nordion, Savić & Tibell – Ширван: Гаджигабул (Бархалов 1983: 154). На известняке. Ксерофит.

Cladonia foliacea (Huds.) Vild. – Евлахский район: хребет Боздаг (Radde 1899); Ширван: окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1983: 87); Мильская степь (Пахунова 1926: 204); Сальянский район: Кызылагачский заповедник; окрестность Сальян; Агдашский район: поселок Турианчай; Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 15.07.2009, ВАК). На песчаной и известняковой почве. Ксерофит.

C. rangiformis Hoffm. – Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 15.07.2009, ВАК). На земле. Ксерофит.

C. rangiformis f. **foliosa** Flk. – Степное плато: хребет Боздаг (Бархалов 1969: 103). На известняковой почве. Ксерофит

C. subrangiformis Sandst. – Агдашский район: близ поселка Турианчай (Бархалов 1969: 107). На почве. Ксерофит.

Collema tenax (Sw.) Ach. – Тертерский район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 10.08.2010, ВАК). На земле. Ксерофит.

Diploschistes gypsaceus (Ach.) Zahlbr. – Ширван: Гаджигабул, окрестность (10.06.2010, С. Алвердиева, ВАК; Бархалов 1983: 46); Джебраилский район: селение Солтанлы (Воронов 1915: 207; Steiner, 1919: 8). На земле. Ксерофит.

D. ocellatus (Fr.) Norman – Ширван: Гаджигабул, окрестность (Бархалов 1983: 46). На известняках. Ксерофит.

D. scruposus (Shreb.) Norman – Ширван: Гаджигабул, окрестность (Бархалов 1983: 47). На известняках. Ксерофит.

D. scruposus f. **argillosus** (Ach.) DT. et Sarnth. – Гейчайский район: окрестность; Ширван: окрестность; Мильская степь (Пахунова 1926: 203; Бархалов 1983: 47). На земле. Ксерофит.

Evernia prunastri (L.) Ach. – Агдашский район, поселок Турианчай, на *Paliurus spinachristi* Mill. (Бархалов 1983: 202). Мезофит.

Flavoplaca citrina (Hoffm.) Arup, Frödén & Söchting – Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 10.07.2009, ВАК); Тертерский район, лесной массив, близ

села Беимсаров (С. Алвердиева, 05.07.2010, ВАК). На коре деревьев. Мезофит.

Fulgensia bracteata (Hoffm.) Räsänen – Джебраилский район: Геаньская степь (Воронов 1919: 221; Steiner 1919: 63). На земле. Ксерофит.

Fulgensia fulgens (Sw.) Elenkin – Гейчайский район, гора Гектага; Имишлинский район: окрестность селения Агамамедли; Ширван: окрестность, Гаджигабул (Бархалов 1983: 236). На земле. Ксерофит.

Gyalolechia flavorubescens (Huds.) Söchting, Frödén & Arup – Агдашский район, поселок Турианчай; Тертерский район, опытная станция (Бархалов 1983: 225). На стволах деревьев, на кустарниках. Мезофит.

Lathagrium fuscovirens (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin – Мильская степь (Пахунова 1926: 205; Бархалов 1983: 54). В степях, на сухих лугах и каменистых склонах, на почве. Ксерофит.

Lecanographa amylacea (Ehrh. ex Pers.) Egea & Torrente – Евлахский район, в лесу, на *Quercus* L. (Алвердиева 2009: 184).

Lecanora crenulata Hook. Ксерофит. – Тертерский район, окрестность (С. Алвердиева, 10.08.2010, герб. Баку). На твердой породе. Ксерофит.

L. dispersa (Pers.) Röhl. – Мингячевир: Эльдарская степь (Бархалов 1983: 142). На камнях. Ксеро-мезофит.

L. subfuscata H. Magn. – Агдашский район: поселок Турианчай (Бархалов 1983: 149). На стволах деревьев. Мезофит.

L. muralis (Schreb.) Rabenh. – Ширван: окрестность Гаджигабул; Тер-Терский район: окрестность (Бархалов 1983: 160); Мильская степь, окрестность (Пахунова 1926: 204); Мингячевир: окрестность (С. Алвердиева, 14.08.2006, ВАК). На известняках. Ксерофит.

Lecidella euphorea (Flörke) Hertel – Агдашский район: поселок Турианчай (Бархалов 1983: 80). На коре деревьев. Мезофит.

Lepraria incana (L.) Ach. – Тертерский район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 10.08.2010, ВАК). На *Quercus* L. Мезофит.

Parmelia rysssolea (Ach.) Nyl. – Тертерский район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 10.08.2010, ВАК). На земле. Ксерофит.

Phaeophyscia hirsuta (Mereschk.) Essl. – Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 10.07.2009, ВАК). На коре *Quercus castaneifolia* С. А. Мей. Мезофит.

P orbicularis (Neck.) Moberg – Тертерский район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 10.08.2010, ВАК). На коре лиственных пород. Мезофит.

Physcia adscendens (Fr.) H. Oliv. – Тертерский район, опытная станция; Ширван, окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1969: 232). На коре деревьев. Мезофит.

P. aipolia (Ehrh.) Fürnr. – Тертерский район, окрестность (Бархалов, 1969: 233); Агдашский район, по берегу реки Турианчай (Бархалов 1983: 250). На коре лиственных пород. Мезофит.

P. desertorum (P. Rupr.) Savicz – Ширван, окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1969: 240). На выходах песчаников. Ксерофит.

P. dimidiata (Arn.) Nyl. – Ширван: окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1969: 241). На коре лиственных пород. Мезофит.

P. stellaris (L.) Nyl. – Агдашский район, поселок Турианчай; Тертерский район, окрестность; Кюрдямирский район, окрестность станции Керар (Бархалов 1983: 261). На коре лиственных пород. Мезофит-ксеромезофит.

P. tenella (Scop.) DC. – Ширван: окрестность озера Гаджигабул; Агдашский район, поселок Турианчай (Бархалов 1983: 255). На коре деревьев. Мезофит.

Physconia grisea (Lam.) Poelt – Тертерский район, опытная станция; Ширван: окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1969: 42); Бардинский район, дубово-грабовый лес. (С. Алвердиева, 15.07.2009, ВАК). На коре деревьев и камнях. Ксерофит.

Psora decipiens (Hedw.) Hoffm. – Кюрдямирский район, окрестность селения Керар (Бархалов 1969: 77); Мильская степь (Пахунова 1926: 203); Джебраилский район: Геаньская степь (Воронов, 1915: 208; Steiner 1919: 64); Ширван: окрестность озера Гаджигабул (Бархалов, 1969: 77). На известковых и глинистых почвах. Ксерофит.

Punctelia borreri (Sm.) Krog – Агдашский район, близ поселка Турианчай (Бархалов 1983: 175). На мшистом покрове. Мезофит.

Ramalina farinacea (L.) Ach. – Агдашский район, окрестность поселка Турианчай (Бархалов 1983: 210). На коре деревьев. Гигромезофит.

Romjularia lurida (Ach.) Timdal – Ширван: окрестность (С. Алвердиева, 15.06. 2006, ВАК); Агдашский район, окрестность (С. Алвердиева, 10.07.2012, ВАК). На земле. Ксерофит.

Squamarina lentigera (Weber) Poelt – Кюрдямирский район: окрестность станции Керар (Бархалов 1983: 159); Имишлинский район: селение Аликудулар; Ширван: Гаджигабул; Тер-Терский район: окрестность (Бархалов 1983: 159). На известняковых скалах, карбонатной почве, на равнинах и в горах. Ксерофит.

Teloschistes lacunosus (P. Rupr.) Savicz – Сальянский район, окрестность селения Хиллы, на вулканической сопке, гора Бабазанан (Бархалов 1983: 241). На солонцеватой почве в степях и полупустынях. Ксерофит.

Tephromela atra (Huds.) Hafellner – Агдашский район, окрестность (С. Алвердиева, 10.07.2012, ВАК). На известняках. Ксерофит.

Toninia sedifolia (Scop.) Timdal – Тертерский, Имишлинский районы (Бархалов, 1983: 95); Гейчайский район: селение Чахырлы (Szatala 1944: 83); Ширван: окрестность Гаджигабул (Бархалов 1983: 95); Бейлаган: Геаньская степь (Воронов 1915: 209; Steiner 1919: 13). На известняковой почве. Ксерофит.

Tornabea scutellifera (With.) J. R. Laundon – Агдашский район, близ поселка Турианчай (Бархалов 1983: 266). На *Juniperus communis* L.; Тертерский, район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 05.07.2010, ВАК). На коре лиственных пород. Мезофит.

Xanthoparmelia conspersa (Ehrh. ex Ach.) Hale – Тертерский район, лесной массив, близ села Беимсаров (С. Алвердиева, 10.08.2010, ВАК). На твердой породе. Ксерофит.

Variospora aurantia (Pers.) Arup et al. – Агдашский район, окрестность (С. Алвердиева, 10.07.2012, ВАК); Ширван: окрестность озера Гаджигабул (Бархалов 1983: 232). На камнях и скалах. Ксерофит.

Xanthoria parietina (L.) Beltr. – Агдашский район, поселок Турианчай; Кюрдямирский район, окрестность селения Керар; Тертерский район, окрестность (Бархалов, 1983: 238); Евлахский р-н, в лесу (С. Алвердиева, 05.07.2007, ВАК), Бардинский район, дубово-грабовый лес (С. Алвердиева, 15.07.2007, ВАК); Мингечевир, окрестность (С. Алвердиева, 14.08.2006, ВАК). На коре деревьев. Ксеромезофит.

По предварительным данным, флора лишайников Кура-Араксинской низменности насчитывает 56 таксонов. Среди выявленных лишайников 16 видов оказались новыми для Кура-Араксинской низменности, 3 вида: *Arthopyrenia subcerasi*, *Lecanactis amylacea*, *Phaeophyscia hirsuta* – для лишенофлоры Азербайджана.

В составе лишенофлоры исследуемого региона присутствуют представители 12 порядков – Acarosporales, Arthoniales, Caliciales, Candelariales, Lecanorales, Lecideales, Ostropales, Pertusariales, Peltigerales, Pleosporales, Teloschistales, Verrucariales, 19 семейств, 40 родов. Видовым разнообразием отмечены три семейства: *Physciaceae* (11 видов, или 20% от общего числа видов) *Teloschistaceae* (9 видов, 17%), *Lecanoraceae* (5 видов, 9%) и *Parmeliaceae* (5 видов, 9%). Далее следуют семейства: *Cladoniaceae* – 3 вида (6%), *Collemataceae* – 3 вида (6%), *Graphidaceae* – 3 вида (6%), *Lecanorographaceae* – 2 вида (3,44%), *Megasporaceae* – 2 вида (3,44%),

Ramalinaceae – 2 вида (3,51%), *Stereocaulaceae* – 2 вида (3,70%), *Acarosporaceae* – 1 вид (1,85%), *Arthopyreniaceae* – 1 вид (1,85%), *Candelariaceae* – 1 вид (1,85%), *Lecideaceae* – 1 вид (1,85%), *Psoraceae* – 1 вид (1,85%), *Tephromelataceae* – 1 вид (1,85%), *Verrucariaceae* – 1 вид (1,85%). Анализ распределения лишайников по субстратам показал преобладание эпифитных – 21 вид и эпигейных – 19 видов. На долю эпифитных лишайников приходится 14 видов.

Представленные результаты исследования носят предварительный характер, дальнейшее исследование пополнит список видов лишайников Кура-Араксинской низменности.

ЛИТЕРАТУРА

- Азербайджанская Советская Энциклопедия: в 10 т. Т. 6. Куба-Мисир / Гл. ред. Гулиев Д. Баку: Азерб. сов. энцикл. 1982. 47–48.
- Алвердиева С. М. 2009. Новые и редкие виды лишайников для Кавказа и Азербайджана // Труды Ин-та Ботаники НАН Азербайджана. Т. 29, 184–188.
- Андреев М. П., Ахти Т., Войцехович А. А., Гагарина Л. В., Гимельбрант Д. Е., Давыдов Е. А., Конорева Л. А., Кузнецова Е. С., Макрый Т. В., Надеина О. В., Рандлане Т., Саг А., Степанчикова И. С., Урбанавичюс Г. П. 2013. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. М.: Товарищество науч. изд. КМК.
- Бархалов Ш. О. 1940. Материалы к лишайникам Азербайджана // Труды Ботанического института АЗФАН. Т. 12. 3–34.
- Бархалов Ш. О. 1969. Листоватые и кустистые лишайники Азербайджана. Баку: Элм.
- Бархалов Ш. О. 1983. Флора лишайников Кавказа. Баку: Элм.
- Воронов Ю. Н. 1915. Материалы к лишайниковой флоре Кавказа // Изв. Кавказского музея (Тифлис). Т. 9, вып. 3–4, 203–224.
- Определитель лишайников СССР. 1974. Вып. 2. Морфология, систематика и географическое распространение. Л.: Наука.
- Пахунова В. Г. 1926–1927. Лишайники из Мильской степи (Азербайджан) // Вестн. Тифлис бот. сада 3–4, 203–207.
- Список лишенофлоры России / Урбанавичюс Г. П. (сост.). 2010. СПб: Наука.
- Arup U., Sochting U., Froden P. 2013. A new of the family *Teloschistaceae* // Nordic journal of Botany Vol. 31. 1, 16–83.
- Ertz D., Tehler A. 2011. The phylogeny of *Arthoniales* (*Pezizomycotina*) inferred from nuLSU and RPB2 sequences // Fungal Diversity Vol. 49. 1, 47–71.
- Nordin A., Savic S., Tibell L. 2010. Phylogeny and taxonomy of *Aspicilia* and *Megasporaceae*. // Mycologiya. Vol. 102. 6, 1339–1349.
- Nordin A., Moberg R., Tønberg T., Vitikainen O., Dalsätt A., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2011. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Ver. April 29, 2011 <http://130.238.83.220/santesson/home.php>. (2016. 25 марта).
- Otalora M., Jorgensen P. M., Wedin M. 2014. A revised generic classification of the jelly lichens. *Collemataceae* // Fungal Diversity Vol. 64. 275–293.
- Radde G. I. 1899. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. Leipzig, 39–40.
- Szatala O. 1942, 1944. Lichen in peninsula Taurica et in Caucaso ab F. Kamiensky, D. Sosnowsky et R. Konig collecti. Borbasia. Budapest. Vol 1. 5/6: 75–92; Vol 4. 1/6: 70–96.
- Steiner J. 1919. Flechten aus Transkaukasien. Ann. Mycol. Vol. 17, 1–32.

REFERENS

- Azerbaijdzhanskaya Sovetskaya Entsiklopediya. [Azerbaijan Soviet Encyclopedia] Ed. by. Guliyev G. L. Baku. Vol. 6 (1982): 45. (In Russian).
- Alverdiyeva S. M. In: Trudy Instituta Botaniki NAN Azerbayjana [Proceedings of the Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences] Vol. 29. (2009): 184–188 (In Russian).
- Andreev M. P., Ahti T., Vojcekhovich A. A., Gagarina L. V., Gimel'brant D. E., Davydov E. A., Konoreva L. A., Kuznetsova E. S., Makryj T. V., Nadeina O. V., Randlane T., Saag A., Stepanchikova I. S., Urbanavichyus G. P. Flora lishaynikov Rosii: Biologiya, ekologiya, raznoobrazie, rasprostranenie i metody izucheniya lishaynikov. [Lichen flora of Russia: Biology, ecology, diversity, distribution, and methods of studying lichens]. Moscow: Tovarishestvo nauch. izd. KMK, 2013. Pp. 260–291. (In Russian).
- Barkhalov Sh. O. Materialy k lishaynikam Azerbaydzhana. [Materials on the lichens of Azerbaijan]. Proceedings of the Institute of Botany of the Azerbaijan branch of the Academy of Sciences. Baku. Vol. 12. (1940): 34. (In Russian).
- Barkhalov Sh. O. Listovatyye i kustistyye lishayniki Azerbaydzhana. [Foliose and fruticose lichens of Azerbaijan]. Baku: Elm, 1969. (In Russian).

- Barkhalov Sh. O.* Flora lishaynikov Kavkaza. [The lichen flora of the Caucasus]. Baku: Elm, 1983. (In Russian).
- Voronov Y. N.* In: *Izv. Kavkazskokgo muzeya (Tiflis)* [Bulletin of the Caucasus museum. Tiflis], Vol. 9 3–4. (1915): 203–224. (In Russian).
- Opredelitel lishaynikov SSSR. (Identifier of the lichens growing in the USSR). L: Nauka, Is. 2 (1974): 284 (In Russian).
- Pakhunova V. G.* In: *Vesti Tiflis bot. sada* [Herald of the Tiflis Botany Garden] Vol. 3–4 (1926–1927): 203–207. (In Russian).
- Spisok libenoflory Rossiya. [A list of the lichen flora of Russia]. SPb: Nauka (2010): 194 (In Russian).
- Arup U., Sochting U., Frödén P.* A new taxonomy of the family Teloschistaceae. In: *Nordic Journal of Botany*. Vol. 31. 1 (2013): 16–83.
- Ertz D., Tehler A.* The phylogeny of *Arthoniales (Pezizomycotina)* inferred from nuLSU and RPB2 sequences. In: *Fungal Diversity*. Vol. 49. No 1 (2011): 47–71.
- Nordin A., Savic S., Tibell L.* Phylogeny and taxonomy of *Aspicilia* and *Megasporaceae* In: *Mycologiya*, Vol. 102 No 6 (2010): 1339–1349.
- Nordin A., Moberg R., Tønberg T., Vitikainen O., Dalsätt A., Myrdal M., Snitting D., Ekman S.* 2011. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Ver. April 29, 2011 Available at: <http://130.238.83.220/santesson/home.php>. (2016. 25 march).
- Otalora M., Jorgensen P. M., Wedin M.* A revised generic classification of the jelly lichens. *Collema* In: *Fungal Diversity*. Vol. 64 (2014): 275–293.
- Radde G. I.* Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. Leipzig, 1899. Pp. 39–40.
- Szatala O.* Lichen in peninsula Taurica et in Caucaso ab F. Kamiensky, D. Sosnowsky et R. König collecti. *Borbasia*. Budapest. Vol. 1. No 5/6 (1942): 75–92; Vol 4. No 1/6 (1944): 70–96.
- Steiner J.* Flechten aus Transkaukasien. *Ann. Mycol. Berlin*, Vol. 17 (1919): 32.

S. M. Alverdiyeva
Baku, Azerbaijan

LICHENS SPECIES COMPOSITION IN THE KUR-ARAZ LOWLAND

Abstract. Despite the long history of lichenological research in Azerbaijan, the flora of lichens in the Kur-Araz lowland has been studied poorly.

Since the literary sources contain only partial information about the lichens of the investigated lowland, the aim of our work was to establish the taxonomic composition of this region. Preliminary information on lichens of the Kur-Araz lowland is given in the work. The list includes a total of 56 taxa belonging to 40 genera, 17 families and 4 classes of the Ascomycota section. 16 species from the above-mentioned list are new for the Kur-Araz lowland i.e. *Alyxoria varia*, *Anatychia cilirais*, *Arthopyrenia subcerasi*, *Candelariella vitellina*, *Cetraria aculeata*, *Collema tenax*, *Flavoplaca citrina*, *Lecanographa amyloacea*, *Lecanora crenulata*, *Lepraria incana*, *Parmelia ryssolea*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Romjularia lurida*, *Tephromela atra*, *Xanthoparmelia conspersa*. Information regarding the location in the studied area, substrate and belonging to the ecological group was given for each species. Among the identified lichens, the largest number of species is found in crustose lichens (24 species or 44% of the total species number), foliose lichens (15 species /28%), fruticose (8 /15%) and squamulose lichens (7 /13%). Depending on the hydric factor, six groups were distinguished such as hygromesophytes, mesophytes, mesophytes-xeromesophytes, xeromesophytes, xerophytes and xerophytes-cryophytes. Each of hygromesophytes, mesophytes-xeromesophytes, xerophytes-cryophytes groups is represented by one species only. The group of xeromesophytes includes 2 species from 2 genera and 2 families; the mesophytes group introduces 19 species from 14 genera and 6 families. The group of xerophytes is represented by the largest number i.e. 28 species from 21 genera and 14 families which reflects the ecological features and climatic conditions of the studied area.

Key words: species composition; lichens; the Kur-Araz lowland.

About the authors: Sevda Alverdiyeva Mukhtar, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher.

Place of employment: Institute of Botany of Azerbaijan National Academy of Sciences.

Алвердиева С. М. Видовой состав лишайников Кура-Араксинской низменности // Вестник Нижнеартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 16–21.

Alverdiyeva S. M. Lichens species composition in the Kur-Araz lowland // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 16–21.

ПЕРВАЯ НАХОДКА *ALTHENIA FILIFORMIS* (ZANNICHELLIACEAE) В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Род *Althenia* Petit (*Zannichelliaceae*) является новым для флоры Омской области. В 2016 г. на крайнем западе Западно-Барабинской равнины в двух соленых озерах были отмечены популяции *Althenia filiformis* F. Petit subsp. *orientalis* Tzvel. В исследованных местообитаниях проективное покрытие *A. filiformis* не превышало 1%, высота генеративных побегов достигала 4–5 см. В сложении ценозов участвовал также цветковый гидрофит *Ruppia maritima* L., однако преобладали зеленые водоросли *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., *U. flacca* (Dillw.) Thurn. и цианобактерии из рода *Oscillatoria* Vauch. Такие группировки были распространены на обширных акваториях вдоль береговой линии обоих озер. На Западно-Сибирской равнине *Althenia filiformis* subsp. *orientalis* обитает в хлоридно-натриевых и сульфатно-хлоридно-натриевых водах с минерализацией 18,1–79,97 г/дм³, общей жесткостью 98,9–420,5 мг-экв/дм³, pH от 7,1 до 9,2 и более. В ходе изучения морфологии и экологии *A. filiformis* было отмечено, что на юге Западно-Сибирской равнины этот вид является типичным однолетником. По отношению к минерализации воды *A. filiformis* совместно с *Ruppia drepanensis* L. и *R. maritima* образует соляноводный флористический комплекс видов, которые не проникают в пресные воды.

Ключевые слова: *Althenia filiformis* subsp. *orientalis*; *Zannichelliaceae*; химический состав воды; минерализация; общая жесткость; pH; Омская область.

Сведения об авторах: Борис Федорович Свириденко¹, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник; Юрий Александрович Мурашко², кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник; Татьяна Викторовна Свириденко³, старший научный сотрудник.

Место работы: ^{1,2,3} Научно-исследовательский институт экологии Севера Сургутского государственного университета.

Контактная информация: ^{1,2,3} 628412, Россия, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, тел. 8(3462)763098, e-mail: bosviri@mail.ru¹; murashko.yu@mail.ru²; tyanasv29@yandex.ru³.

Род *Althenia* Petit (*Zannichelliaceae*) является новым для флоры Омской области. В экспедиционный сезон 2016 г. в двух соленых озерах на крайнем западе Западно-Барабинской равнины были отмечены популяции *Althenia filiformis* F. Petit subsp. *orientalis* Tzvel. Этот подвид *A. filiformis* установлен по образцам из южных районов СССР (Цвелев 1975). Позже было предложено выделить этот подвид даже в качестве самостоятельного вида *A. orientalis* (Tzvel.) Garcia-Mur. et Talavera (García Murillo, Talavera 1986), однако в настоящей статье этот таксон рассматриваем согласно работам Н. Н. Цвелева (1975) и С. К. Черепанова (1995).

Пробы воды из экотопов *A. filiformis* были исследованы на активную реакцию и ионный состав. Для измерения водородного показателя (pH) использовали анализатор воды «Анион 7000» с электрохимической ячейкой, составленной из стеклянного и хлорсеребряного электродов. Настройку электродной системы проводили по стандартному набору буферных растворов, приготовленных из стандарт-титров. Исследование ионного состава растворенных солей в воде проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на ионном хроматографе «Стайер» с кондуктометрическим детектором. Для разделения ионов использовали хроматографические колонки: при

определении катионов – Shodex IC YS-50, при определении анионов – TRANSGENOMIC IC-Sep AN2. Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щелочности и общей щелочности. Общую минерализацию воды определяли как сумму основных ионов, общую жесткость – как сумму ионов кальция и магния (Вода. Методы ... 2009; Сборник ... 2012).

Ниже приведены сведения о новых местонахождениях *A. filiformis*, а также информация об экологических и фитоценологических условиях в изученных гидроэкотопах вида. Латинские названия таксонов водорослей и цианобактерий даны по определителям (Голлербах и др. 1953; Мошкова, Голлербах 1986).

Омская область, Черлакский район, 54°14'55" с. ш., 75°25'36" в. д., озеро без названия, глубина 0,1–0,3 м, грунт – заиленный песок, состав воды сульфатно-хлоридно-натриевый, минерализация воды 22,5 г/дм³, общая жесткость 139,8 мг-экв/дм³, pH = 8,2, ценоз *Althenia filiformis*, *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., *Ulothrix flacca* (Dillw.) Thurn., Б. Свириденко (далее – Б.С.), Т. Свириденко (далее – Т.С.), 10.08.2016; там же, 54°13'47" с. ш., 75°21'19" в. д., озеро без названия, глубина 0,1–0,3 м, грунт – заиленный песок, состав

воды сульфатно-хлоридно-натриевый, минерализация воды 18,13 г/дм³, общая жесткость 98,8 мг-экв/дм³, рН = 7,9, ценоз *Ruppia maritima* L., *Althenia filiformis*, *Ulothrix implexa* U. flacca, Б. С., Т. С., 10.08.2016. Новые местонахождения *A. filiformis* являются самыми северными в Азии (см. рисунок).

В исследованных местообитаниях проективное покрытие *A. filiformis* не превышало 1%, высота генеративных побегов достигала 4–5 см. В сложении ценозов с участием *A. filiformis* из

цветковых гидрофитов был отмечен также вид *Ruppia maritima*, однако в целом преобладали другие группы фотоавтотрофов: зеленые водоросли *Ulothrix implexa*, *U. flacca* с проективным покрытием от 5–10 до 60–80% и развитые в массе цианобактерии из рода *Oscillatoria* Vauch., которые формировали водорослево-цианобактериальные маты в верхнем слое воды. Такие группировки были распространены на обширных акваториях вдоль всей береговой линии обоих озер.

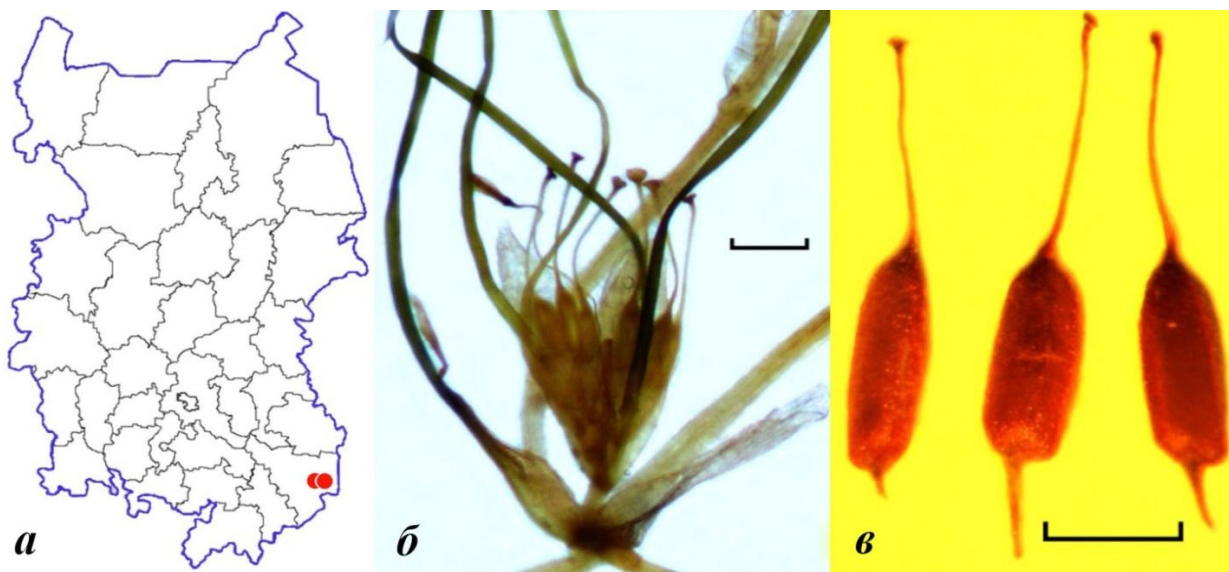


Рис. *Althenia filiformis* subsp. *orientalis* в Омской области: а – местонахождения; б – фрагмент фертильного побега, в – плоды. Масштабная линейка – 1 мм

Ранее вид *A. filiformis* уже неоднократно был отмечен в южных районах Западно-Сибирской равнины в пределах Казахстана (Цвелев 1975; Свириденко, Свириденко 1985; Свириденко 2000). В казахстанских экотопах вида в составе донных грунтов преобладали илистые озерные глины, диапазон глубин составлял от 0,1 до 0,5 м. По результатам гидрохимического анализа проб воды отмечалось, что *A. filiformis* обитает исключительно в хлоридно-натриевых водах, диапазон общей минерализации которых составляет 22,5–79,97 г/дм³, соответственно, диапазон общей жесткости – 113,0–420,5 мг-экв/дм³. Водородный показатель рН воды во всех рассмотренных известных казахстанских гидроэкотопах этого вида превышал 9,2. Новые данные, полученные в 2016 г. на юго-востоке Омской области, позволяют расширить установленные диапазоны толерантности *A. filiformis* subsp. *orientalis* к минерализации (18,1–79,97 г/дм³), общей жесткости (98,9–420,5 мг-экв/дм³) и активной реакции воды (рН от 7,1 до 9,2 и более).

В ходе изучения морфологии и экологии *A. filiformis* было отмечено, что на юге Западно-Сибирской равнины этот вид является типичным однолетником. С экобиоморфологических позиций вид был оценен как однолетний монокарпический среднесолоновато-соляноводный пелобионтный гидатофит. По отношению к минерализации воды *A. filiformis* входит в соляноводный флористический комплекс видов совместно с *Ruppia drepanensis* L. и *R. maritima*, которые не проникают в пресные воды (Свириденко 2000).

Гербарные образцы *A. filiformis* subsp. *orientalis* из Омской области хранятся в LE и в Научном центре экологии природных комплексов НИИ экологии Севера Сургутского государственного университета.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рамках научного проекта p_ural_a № 15-44-00014.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 52963-2008. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. 2009. М.: Стандартинформ, 362–392.
- Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. 1953. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР: в 14 вып. Вып. 2. М.: Советская наука.
- Мошкова Н. А., Голлербах М. М. 1986. Зеленые водоросли. Класс улотриковые (1) // Определитель пресноводных водорослей СССР: в 14 вып. Вып. 10 (1). Л.: Наука.
- Сборник методик выполнения измерений. 2012. М.: Аквилон.
- Свириденко Б. Ф. 2000. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск: Изд-во ОмГПУ.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. 1985. Новые и редкие для флоры Северного Казахстана виды цветковых гидрорифитов // Ботанический журнал. Т. 70, № 11, 1572–1573.
- Цвелев Н. Н. 1975. *Althenia* Petit. – новый для флоры СССР род водных растений // Ботанический журнал. Т. 60, № 3, 389–392.
- Черепанов С. К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья.
- Garcia Murillo P., Talavara S. 1986. El genero *Althenia* Petit // Lagasalia. Т. 14, 1, 102–116.

REFERENCES

- GOST R 52963-2008. Voda. Metody opredeleniya shchelochnosti i massovoj koncentracii karbonatov i gidrokarbonatov. [Water. Methods of determining alkalinity and mass concentration of carbonates and hydrocarbons]. М.: Standartinform, (2009): 362–392. (In Russian).
- Gollerbah M. M., Kosinskaya E. K., Polyanskiy V. I. Sinezelenye vodorosli // Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR [Blue-green algae // Identifier of USSR freshwater algae]. Is. 2 М.: Sovetskaya nauka, (1953): 653. (In Russian).
- Moshkova N. A., Gollerbah M. M. Zelenye vodorosli. Klass ulotriksovye (1). Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR. 10(1) [Green algae. Identifier of USSR freshwater algae]. Is. 10 (1) L.: Nauka, (1986): 360. (In Russian).
- Sbornik metodik vypolneniya izmerenij [Collection of methods for measuring procedures]. М.: Akvilon, 2012. (In Russian).
- Sviridenko B. F. Flora i rastitel'nost' vodoemov Severnogo Kazahstana [Reservoir flora and vegetation of North Kazakhstan]. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2000. (In Russian).
- Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Botanicheskij zhurnal [Botanicheskij Zhurnal]. Vol. 70 (11). (1985): 1572–1573. (In Russian).
- Cvelev N. N. Botanicheskij zhurnal [Botanicheskij Zhurnal]. Vol. 60(3). (1975): 389–392. (In Russian).
- Cherepanov C. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR) [Vascular plants of Russia and neighbouring States (in the former USSR)]. СПб.: Мир и сем'я, 1995. (In Russian).
- Garcia Murillo P., Talavara S. El genero *Althenia* Petit. In: Lagasalia. Vol.14 (1), (1986): 102–116.

B. F. Sviridenko, T. V. Sviridenko, Yu. A. Murashko
Surgut, Russia

THE FIRST FIND OF *ALTHENIA FILIFORMIS* (ZANNICHELLIACEAE) IN THE OMSK REGION

Abstract. The genus *Althenia* Petit (*Zannichelliaceae*) is new to the flora of the Omsk Region. In 2016, in two salt lakes in the far west of the West Barabinsk Plain, populations of *Althenia filiformis* F. Petit subsp. *orientalis* Tzvel were found. In the studied habitats, the projective cover degree of *A. filiformis* was within 1 %, the height of the generative shoots reached 4 to 5 cm. A flowering hydrophyte *Ruppia maritima* L. also contributed to the formation of the coenoses, although the green algae *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., *U. flacca* (Dillw.) Thurn. and cyanobacteria of the genus *Oscillatoria* Vauch. prevailed. Such aggregations were common in vast water spaces along the shore line of both lakes. In the West Siberian Plain, *Althenia filiformis* subsp. *orientalis* occurs in sodium chloride and sulphate sodium chloride waters with salinity between 18,1 to 79,97 g/dm³, total hardness between 98,9 to 420,5 meq/dm³, pH between 7,1 to 9,2 or higher. A study of the morphology and ecology of *A. filiformis* showed that in the south of the West Siberian Plain this species was a typical therophyte. As for water salinity, *A. filiformis* together with *Ruppia drepanensis* L. and *R. maritima* forms a salt-water floristic complex of species which does not extend into fresh waters.

Key words: *Althenia filiformis* subsp. *orientalis*; *Zannichelliaceae*; chemical composition of water; salinity; total hardness; pH; Omsk Region

About the authors: Boris Fedorovich Sviridenko¹, Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Researcher; Yury Aleksandrovich Murashko², Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher; Tatyana Viktorovna Sviridenko³, Senior Researcher.

Place of employment: ^{1,2,3}Scientific Research Institute of the Ecology of the North, Surgut State University.

Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А. Первая находка *Althenia filiformis* (*Zannichelliaceae*) в Омской области // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 22–24.

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V., Murashko Yu. A. The first find of *Althenia filiformis* (*Zannichelliaceae*) in the Omsk region // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 22–24.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТРОДУКЦИИ БАМБУКОВ (*BAMBUSA SCHREB*) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Аннотация. Исследования по изучению биологии и экологии бамбуков (*Bambusa Schreb.*) весьма актуальны и позволяют разработать теоретические основы их интродукции и селекции для юга России. Работы по этой теме имеют научную новизну и практическую ценность. Цель настоящих исследований – подвести итоги интродукции бамбуков в Никитском ботаническом саду (НБС), а также на Южном берегу Крыма (ЮБК) и внедрить новые виды для пополнения их коллекции. Настоящая работа выполнена по плану научно-исследовательских работ отдела дендрологии и декоративного садоводства НБС: «Биоэкологические основы интродукции однодольных древесных растений в Крыму и на Кавказе»; начата в 1985 г. В работе приведены результаты интродукции бамбуков (*Bambusa Schreb.*) в открытом грунте арборетума Никитского ботанического сада (НБС). Таксономический состав коллекции бамбуков в НБС насчитывает 6 видов и 1 садовую форму, а на ЮБК произрастает 8 видов и 1 садовая форма: листоколосник бамбузовидный ф. Кастиллиона (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc. var. *castillioni* (Marliac) Mak., 1900), листоколосник зелено-голубой (*Phyllostachys viridiglaucescens* (Carrière) Rivière & C.Rivière, 1878); листоколосник черный (*Phyllostachys nigra* (Lodd. Ex Lindl.) Munro, 1868), листоколосник золотистый (*Phyllostachys aurea* Rivière & C. Rivière, 1878); листоколосник серый (*Phyllostachys nuda* McClure, 1945); многоветочник двурядный (*Pleioblastus distichus* (Mitford) Nakai, 1932), многоветочник Симона (*Pleioblastus simoni* (Riv.) Nakai, 1925), многоветочник злаковый (*Pleioblastus gramineus* (Bean) Nakai, 1925) и псевдосаза японская (*Pseudosasa japonica* (Sieb. et Zucc.) Mak., 1920), отнесенные к 3 родам: листоколосник (*Phyllostachys* Sieb. et Zucc.), многоветочник (*Pleioblastus* Nakai) и псевдосаза (*Pseudosasa* Makino et Nakai). Показана их перспективность для субаридных условий Южного берега Крыма (ЮБК). Определена перспектива пополнения коллекции новыми видами, разновидностями и садовыми формами бамбуков, которые прошли первичное интродукционное испытание на Черноморском побережье Кавказа. Показана возможная перспектива интродукции из-за рубежа.

Ключевые слова: Бамбуки (*Bambusa Schreb.*); интродукция; перспективность; ассортимент; коллекция; Южный берег Крыма; арборетум Никитского ботанического сада.

Сведения об авторах: Александр Павлович Максимов¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии; Александр Федорович Хромов², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии.

Место работы: ^{1,2}Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН».

Контактная информация: ^{1,2}298648, Россия, Республика Крым, г. Ялта, п.г.т. Никита, Никитский спуск 52, тел.: ¹+79787269531, ²+79787055168; ¹e-mail: cubric@mail.ru, ²hromof-af@mail.ru.

Введение

Арборетум Никитского ботанического сада (НБС) представляет собой уникальную дендрологическую коллекцию, имеющую научное и практическое значение. Он является основной экспериментальной базой по изучению, испытанию и размножению новых растений для юга России, а также одним из крупнейших научно-просветительных центров. Основным результатом исследований является практическое использование экзотов в озеленении юга России и прежде всего Южного берега Крыма (ЮБК). Растущие темпы освоения Крыма под курортное строительство, новые подходы к решению вопросов озеленения здравниц и формирования рекреационных зон требуют и будут требовать дальнейшего совершенствования, расширения и частичной замены существующего ассортимента древесных растений, а следовательно и усиления исследовательской работы по интродукции, испытанию и внедре-

нию новых высокодекоративных видов и форм в зеленые насаждения.

Особый интерес в этой связи представляют однодольные древесные растения (ОДР), экзотический облик и высокая декоративность которых заслуживает особого внимания. Исследования по изучению биологии и экологии этой группы растений, в том числе и бамбуков (*Bambusa Schreb.*), весьма актуальны и позволяют разработать теоретические основы их интродукции и селекции для юга России. Работы по этой теме имеют научную новизну и практическую ценность, потому что озеленение ЮБК отстает от мировых стандартов как по ландшафтной архитектуре растительных композиций, так и по ассортименту используемых растений. Основная цель настоящих исследований – подвести итоги интродукции ОДР в НБС и внедрить новые виды для пополнения их коллекции. Настоящая работа выполнена по плану научно-исследовательских работ отдела дендрологии и декоративного садоводства:

«Биоэкологические основы интродукции однодольных древесных растений в Крыму и на Кавказе»; начата в 1985 г. Материалы публикуются впервые.

Объекты и методы исследования

Объекты исследований – виды бамбуков, интродуцированные ранее и уже показавшие свою перспективность как в арборетуме Никитского ботанического сада (НБС), так и на ЮБК. Кроме этого, в период с 2000 по 2017 гг. было интродуцировано еще 3 вида, 2 подвида и 1 садовая форма бамбуков, которые не приводятся в настоящей статье.

Методы исследований – полевые обследования территории всех парков и других категорий зеленых насаждений ЮБК на предмет установления видового состава, состояния и возможной перспективности культивирования бамбуков как высокоорнаментальных декоративных экзотических древесных растений. Интродукция новых видов проводилась с использованием существующих в настоящее время методов. В основу был положен метод родовых комплексов Ф. Н. Русанова (Русанов 1971: 15–20). Таксономическая принадлежность видов, подвигов и садовых форм бамбуков устанавливалась по существующим определителям (Колесников 1974; Corner 1966; Пилипенко, Полетико 1951: 19–55). Фенологические наблюдения велись по методике, принятой в лаборатории дендрологии НБС. Замеры биометрических показателей проводились с помощью штангенциркуля, мерной линейки, ленты и высотомера. Результаты повреждений от экстремальных отрицательных температур фиксировались в соответствии с существующей шкалой, усовершенствованной нами применительно к бамбукам, где: 1 балл – повреждения отсутствуют; 2 – повреждены кончики и края листьев; 3 – повреждена половина листовой пластинки; 4 – повреждена листовая пластинка и часть черешка; 5 – повреждена листовая пластинка, черешок и часть стебля; 6 – полностью повреждена вся надземная часть растения (Максимов 1990: 23–30). Семенной материал для выращивания опытных растений закупался у зарубежных фирм, а также привозился из естественных и культурных ареалов их распространения в результате проведенных экспедиций.

Результаты и обсуждение

К настоящему времени видовой состав и распространение бамбуков в Крыму изучены недостаточно. Следовательно, в первую очередь нами, в результате полевых обследований, подведены итоги их интродукции в Крыму и НБС (см. рисунок). Это 8 видов и 1 садовая форма бамбуков. В НБС 6 видов и 1 садовая форма 3 родов: листоколосник (*Phyllostachys* Sieb. et Zucc.), многоветочник (*Pleioblastus* Nakai) и псевдосаза (*Pseudosasa* Makino et Nakai). Выявлено, что наряду с имеющимися здесь представителями бамбуков еще не исчерпаны источники интродукции новых видов для открытого грунта ЮБК и всего Черноморского побережья России (Гиляров 1986). Именно поэтому 13 лет назад нами были получены семена более чем 150 новых видов различных однодольных древесных растений (ОДР), в том числе и семена бамбуков, из которых к настоящему времени выращены растения, готовые занять достойное место в экспозициях арборетума НБС и парках ЮБК.

Бамбуки – это древесные представители семейства Злаковых, родственники пшеницы, ржи, кукурузы и пр. Это самые быстрорастущие цветковые растения, которые благодаря действию большого количества интеркалярных меристем, заложенных в вегетативных почках, достигают скорости роста от 45 до 100 см в сутки, на родине иногда некоторые виды растут со скоростью и до двух м в сутки. Стебли бамбуков могут быть самой различной толщины, от 1,0 до 30,0 см и более. Длина стебля зависит от того, в каких условиях развивается почка. При благоприятных условиях рост междоузлий идет быстро, а при неблагоприятных условиях рост замедляется. Наиболее быстро идет рост самых нижних междоузлий стеблей бамбука. Рост стеблей продолжается и идет непрерывно в течение 30–45 дней. За это время стебли достигают своей генетически заданной высоты и потом, в течение всей жизни стеблей (3–9 лет) они не растут, а только становятся суше и крепче, приобретая необычайную прочность. У разных видов бамбуков стебли достигают высоты от 0,5 до 45 и более метров.



Рис. Виды бамбуков, растущие на ЮБК: 1 – листоколосник бамбузовидный ф. Кастиллиона; 2 – листоколосник зелено-голубой; 3 – листоколосник черный; 4 – листоколосник золотистый; 5 – псевдосаза японская; 6 – многоветочник двурядный; 7 – многоветочник злаковый; 8 – многоветочник Симона; 9 – листоколосник серый (Bamboo Botanicals; Bamboo Garden Nursery; Pflanzen Bruns Site)

Спелыми считаются стебли старше 2–3-х лет. Стебли бамбуков используются в мебельном производстве и народных промыслах. Листья бамбуков от линейных до узкоовальных в нижней части не образуют влагалищ, охватывающих стебель, как у большинства злаков, а переходят в короткий черешок. Стебель бамбуков способен ветвиться. Зрелости, т.е. способности к цветению и плодоношению отдельные виды бамбуков достигают в 28–60-летнем возрасте. Они начинают ветвиться, формировать крону из ланцетовидных листьев и цвести. Цветение и плодоношение обычно длятся 2–3 сезона, а иногда и 9 лет. В это время огромное количество питательных веществ, запасенных в корневищах, полностью растрачивается, и растение гибнет. Но не все виды бамбуков являются монокарпиками. Есть поликарпики и виды, занимающие промежуточную группу между ними. Это зависит от типа ветвления корневищ – симподиального или моноподиального. Удивительной и до сих пор неразгаданной загадкой является то, что бамбуки одного вида независимо от их местонахождения зацветают в один и тот же год, когда цветут их «кровные братья» на родине (Семена цветов ...). Далее приводится описание выявленных таксонов бамбуков на ЮБК.

***Phyllostachys bambusoides* var. *castillonii*
(Marliac ex Carrière) Makino, 1900**

Листоколосник бамбузовидный ф. Кастиллиона – один из самых быстрорастущих видов. Для листоколосников характерна большая скорость роста, рекордная скорость зафиксирована именно у исходного вида – листоколосника бамбузовидного (*Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc., 1843), за сутки выросшего на 120 см (Семена цветов ...). Родина – юг Китая. Растет по незаболоченным берегам рек и ручьев, где образует сплошные заросли. Теневынослив, может расти под негустым пологом высоких деревьев. Любит тепло и влагу. Зимой выдерживает морозы до –12–18°C. Стебли достигают высоты от 6 до 21 м при диаметре 8–15 см, золотисто-желтого цвета, полупрозрачные, с продольными зелеными полосками различной толщины.

Листья продолговато-ланцетные, длиной 8,0–17,0 см и шириной 1,2–3,2 см, на коротких черешках. Обоеполые цветки соединены в метельчатые соцветия. Цветет несколько лет по достижении 50–60-летнего возраста. Стебли отрастают из пазушных почек ползучих корневищ. Процесс одревеснения тканей стебля продолжается 3–4 года, после живут еще 5–10 лет,

потом они теряют листья и засыхают. В Севастополе, на Фиоленте перенес без повреждений морозы до –20°C в суровую зиму 2005/2006 г. В настоящее время 2 рощи созданы в арборетуме НБС и 1 роща в парке пансионата им. Терлецкого. Заслуживает максимальной оценки декоративности для целей декоративного садоводства в ландшафтной архитектуре. Рекомендуются для широкого внедрения в зеленые насаждения курортов Черноморского побережья Крыма и Кавказа.

***Phyllostachys viridiglaucescens* (Carrière)
Rivière & C.Rivière, 1878**

Родина листоколосника сизо-зеленого – Китай, провинции: Цзянсу, Чжэцзян, Фуцзянь и Аньхой. Растет крупными рощами с высотой стеблей от 4,0 до 10,0 м (на родине достигает высоты 14 м). Стебли голубовато-зеленые, как бы посыпанные белой мукой, толстые, до 6,0 см в диаметре. Листья зеленые, нижняя часть от голубоватого до сине-зеленого оттенка, от 12 до 15 см в длину и 2 см в ширину. Выдерживает без повреждений кратковременные понижения температуры до –25°C. В средней полосе России предпочитает расти только на открытых, солнечных местоположениях, а в Крыму и на Кавказе растет успешно и в полутени. Стебли отрастают из пазушных почек ползучих корневищ. Почки трогаются в рост в мае-июне и заканчивают его за 5–6 недель. Скорость роста достигает 72 см в сутки. После окончания роста в высоту со стебля опадают чешуевидные листья и на нем начинают отрастать веточки с нормальными листьями. Ежегодно эти веточки нарастают, образуются молодые листья, а старые к середине лета сбрасываются. Стебли в год их образования имеют слабодревесневшие ткани, поэтому легко ломаются. Процесс одревеснения тканей стебля продолжается 3–4 года, после чего стебли становятся пригодными для использования. Растения могут жить еще 5–10 лет, потом они теряют листья и засыхают. Цветет на 50–60-м году жизни, обычно одновременно все насаждение. Цветение продолжается несколько лет. После цветения не погибает (относится к переходной группе от монокарпиков к поликарпикам). Растения, выращенные из семян, зацветают позже, чем выращенные путем вегетативного размножения. В Севастополе зимует без повреждений, но на ветреных местоположениях листья слегка подмерзают. В настоящее время имеются рощи в арборетуме НБС и парках ЮБК, а также на территориях частной застройки. Рекомендуются для внедре-

ния в озеленение ЮБК и ЧПК как уже испытанный вид.

***Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Lindl.)
Munro, 1868**

Родина листоколосника черного – Китай, провинция Хуань. Стебли достигают высоты от 3 до 5(10) м диаметром от 1,0 до 4,0 см, сначала зеленого цвета, а к концу первого сезона или иногда третьего, становятся черными. Как и все представители этого рода образует рощи. Переносит морозы до -18°C (Максимов 1990). Однако по другим источникам он морозостоек: от -23°C до -25°C (Русанов 1971). Листья овальноланцетные, мелкие, темно-зеленые. Как и предыдущий вид, относится к переходной форме (от монокарпиков к поликарпикам) и после цветения и плодоношения не гибнет, а восстанавливается. В Севастополе, на Фиоленте без повреждений перенес суровую зиму 2005/2006 г., когда минимальные температуры опускались до -20°C . Однако на ветреных местах обмерзал до 1–2 баллов. Рощи этого вида имеются в арборетуме НБС и многих других парках ЮБК. Рекомендуется для широкого внедрения в зеленые насаждения курортов Черноморского побережья Крыма и Кавказа.

***Phyllostachys aurea*
Rivière & C.Rivière, 1878**

Родина листоколосника золотистого – Китай, Япония. Многолетник, растет густыми зарослями. Стебли до 6 м высотой и 4 см в диаметре, прямые, с короткими, уродливыми, особенно у основания, междуузлиями и ребристыми, выдающимися узлами красивого золотистого цвета. Стебли растут очень близко друг к другу, образуя непроходимые заросли. Листья линейно-ланцетные, до 15 см длиной и 2 см шириной, иногда несколько опушенные. Морозостойкий, выдерживает коротковременные морозы до -18°C , иногда до -22°C , листья повреждаются при -15 – -16°C (Русанов 1971). Относится к переходной форме (от монокарпиков к поликарпикам) и после цветения и плодоношения не гибнет, а восстанавливается. Вид отсутствует в коллекциях арборетума НБС, но представлен достаточно широко в парках ЮБК и на территориях частного сектора. В Севастополе, на Фиоленте показал себя менее зимостойким, в отличие от листоколосника сизо-зеленого, но в суровую зиму 2005/2006 г. получил лишь незначительные повреждения от морозов (2–3 балла при -20°C) на ветреных местах. Рекомендуется для внедрения в озеленение ЮБК и ЧПК как уже испытанный вид.

***Phyllostachys nuda*
McClure, 1945**

Родина листоколосника серого или пепельного – Китай, провинции: Аньхой, Фуцзянь, Хунань, Цзянсу, Цзянси, Шэньси, Тайвань и Чжэцзян. Образует темно-зеленые с пепельным оттенком стебли от 6 до 9 м высотой и 2–4 см в диаметре. Позднее стебли становятся серозелеными и как бы присыпанными белым порошком. Листья от широко- до узколанцетных длиной 8–16 см, пепельно- (серо-) зеленого цвета. Относится к переходной форме от монокарпиков к поликарпикам, но требует проведения необходимых агротехнических мероприятий для восстановления рощи. Своевременная обрезка, подкормки и полив поддерживают жизнедеятельность корневищ, и вид не погибает после цветения и плодоношения. В коллекциях арборетума НБС и парках ЮБК вид отсутствует. Только в одном месте, на территории дачи «Мисхор», вокруг сауны, он представлен в полном своем величии. В настоящее время вид нами продвигается не только в парки ЮБК, но и на территории частной собственности. Показал себя в Севастополе, на Фиоленте вполне зимостойким и в суровую зиму 2005/2006 г. при 20-градусных морозах абсолютно не пострадал. Рекомендуется для широкого внедрения в зеленые насаждения курортов Черноморского побережья Крыма и Кавказа.

***Pleioblastus distichus* (Mitford)
Nakai, 1932**

Родина многоветочника двурядного – Япония. Образует сплошные низкие заросли тонких, зеленых или с легким пурпурным налетом стеблей высотой от 25,0 см до 1,0 м и диаметром от 0,5 до 1,5 см. Стебли полые, несколько коленчатые, покрыты серыми, слегка опушенными стеблевыми влагалищами. Междуузлия 3–10 см длиной. Листья, в отличие от других видов низких бамбуков, расположены двурядно, светлозеленые, щетинисто-пильчатые, короткочерешковые, 2,0–8,0 см длиной и 0,5–0,8 см шириной с 2–3 парами жилок. Корневища моноподиальные. Испытан только в НБС и нигде больше на ЮБК не встречается. Зимостоек и оригинален по листорасположению, заслуживает широкого внедрения его в зеленые насаждения садов и парков ЮБК.

***Pleioblastus simonii* (Carrière)
Nakai, 1925**

Родина многоветочника Симона – Китай и Япония (острова Шикоку и Киу-Сиу). Стебли цилиндрические, прямые, полые, сильноветви-

стые, достигают высоты 6–8 м и 2–3 см в диаметре. Образуют плотные, труднопроходимые рощи. Междоузлия покрыты легким восковым налетом, до 45 см длиной, узлы мало выступающие. Стеблевые влагалища серые, слегка опушенные, с трудом снимаются с междоузлий. Листья от 8 до 30 см длиной и 0,8–3,0 см шириной, ланцетные или широколинейные, клиновидно суженные к основанию, сверху зеленые, снизу сизоватые, с 4–7 парами жилок. Корневища моноподиальные, длинные. Испытан только в НБС и нигде больше на ЮБК не встречается. Зимостоек, к влаге нетребователен, предпочитает глинистые и суглинистые почвы. Рекомендуются для широкого внедрения в озеленение ЮБК.

***Pleioblastus gramineus* (Bean)
Nakai, 1925**

Родина многоветочника злакового – Япония. Стебли прямые, полые, темнооливково-зеленые, высотой от 3 до 5 м и 1,5–2,0 см в диаметре. Образуют густые, непроходимые насаждения. Междоузлия 4–15 см длиной, покрыты восковым налетом, ветви по 3–7 в узле стебля, направлены вверх. Стеблевые влагалища серые, покрыты темными жесткими волосками. Листья узкие, до 1 см в ширину и до 20 см в длину, по одному краю зубчатые, вверх направленные, сверху темно-зеленые, снизу сизоватые, с 2–4 парами жилок. Корневища моноподиальные. Имеется только в коллекции арборетума НБС. Зимостоек и очень декоративен. Теневынослив и быстро разрастается. Лучше всего растет на глинистых и суглинистых почвах. Заслуживает широкого внедрения в зеленые насаждения садов и парков ЮБК.

***Pseudosasa japonica* (Sieb. et Zucc.)
Mak, 1920**

Родина псевдосазы японской – южные острова Японии. Стебли 2–3 (5) м высотой, до 2 см в диаметре, прямые, полые, в нижней части не ветвистые. Стеблевые влагалища серо-желто-коричневого цвета, быстро засыхают. Листья (5–6 шт.) на концах стеблей ланцетные, длинно заостренные, по одному краю пильчатые, сверху темно-зеленые, блестящие, снизу голубовато-зеленые, от 8 до 24 см длиной и 2–4 см шириной с 6–10 парами жилок. Корневища моноподиальные, ползучие, до 2 м длиной. Имеется в коллекции арборетума НБС и некоторых парках ЮБК. В Севастополе, на Фиоленте при –20°C в суровую зиму 2005/2006 г. зафиксирована гибель всей рощицы. Вид может

быть рекомендован для культуры только для ЮБК.

Описанными видами бамбуков исчерпывается их таксономический состав на ЮБК, но перспектива интродукции новых видов достаточно велика. Так, например, только из имеющихся видов на Черноморском побережье Краснодарского края, Абхазии, Грузии и Аджарии можно увеличить коллекцию арборетума НБС и обогатить парки ЮБК следующими 27 таксонами: *Bambusa: multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult., 1830; *vulgaris* Schrad., 1808; *Sasa: tessellata* (Munro) Makino & Shibata, 1901; *palmata* (Burb.) E. G. Camus, 1913; *paniculata* (J. A. Schmidt) Makino & Shibata, 1931; *veitchii* (Carrière) Rehder, 1919; *kurilensis* (Rupr.) Makino & Shibata, 1901; *borealis* (Hack.) Makino & Shibata, 1901; *Pleioblastus: argenteostriatus* (Regel) Nakai, 1933; *fortunei* (Van Houtte) Nakai, 1933; *viridistriatus* (Regel) Makino, 1926; *Pseudosasa: hindsii* (Munro) C.D.Chu & C.S.Chao, 1996; *humilis* (Mitford) T.Q.Nguyen, 1991; *Fargesia nitida* (Mitford) Keng f. ex T.P.Yi, 1985; *murielae* (Gamble) T.P.Yi, 1983; *Semiarundinaria fastuosa* (Mitford) Makino, 1918; *Chimonobambusa marmorea* (Mitford) Makino, 1914; *Himalayacalamus falconeri* (Hook.f. ex Munro) Keng f., 1983; *Phyllostachys: edulis* (Carrière) J.Houz., 1906; *nigra* var. *henonis* (Mitford) Rendle, 1904; *aureosulcata* McClure, 1945; *bambusoides* Siebold & Zucc., 1843; *dulcis* McClure, 1945; *meyeri* McClure, 1945; *flexuosa* Rivière & C.Rivière, 1878; *Shibataea kumasasa* (Steud.) Makino, 1914; *Arundinaria gigantea* (Walter) Muhl., 1813. Кроме видового состава бамбуков, необходимо интродуцировать на ЮБК и различные их садовые формы по расцветке листьев, форме, цвету и декоративности стеблей, габитуальным характеристикам и пр.

Выводы

1. В результате обследования зеленых насаждений Крыма на ЮБК выявлено 8 видов и 1 садовая форма бамбуков трех родов: *Phyllostachys*, *Pleioblastus* и *Pseudosasa*.
2. Инвентаризация дендрологической коллекции арборетума НБС показала, что в ней имеется только 6 видов и 1 садовая форма бамбуков трех перечисленных выше родов.
3. В коллекциях ботанических садов и парков Черноморского побережья Краснодарского края растут представители 27 видов и садовых форм бамбуков, которые оттуда можно интродуцировать на ЮБК и в арборетум НБС.
4. Особенно интересны для интродукции на ЮБК различные садовые формы и разно-

видности бамбуков. Внедрение этой группы декоративных экзотических растений в сады и парки ЮБК значительно повысит их эстетический облик и популярность крымских курортов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гилjarов М. С. 1986. Биологический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия.
 Колесников А. И. 1974. Декоративная дендрология. М.: Лесная промышленность.
 Максимов А. П. 1990. Морозостойкость бамбуков в условиях эксперимента // Бюлл. Гос. Никитского ботан. сада. Вып. 72, 23–30.
 Пилipенко Ф. С., Полетико О. М. 1951. Сем. Gramineae Juss. – Злаки // Под ред. С. Я. Соколова. Деревья и кустарники СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, Т. 2. 19–55.
 Русанов Ф. Н. 1971. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие // Бюлл. Главного ботан. сада. Вып. 81. 15–20.
 Семена цветов, деревьев, кустарников, пальм, комнатных растений // <http://www.agbina.com> (2017. 07 сент.)
 Bamboo Botanicals // www.bamboobotanicals.ca/html/bamboo-species/phyllostachys-bambusoides-castillon.html (2017. 07 сент.)
 Bamboo Garden Nursery // <http://www.bamboogarden.com> (2017. 07 сент.)
 Corner E. J. H. 1966. The natural history of plants. London.
 Bruns Pflanzen // web03.brunns.de (2017. 07 сент.).

REFERENS

- Giljarov M. S. Biologicheskij ehnciklopedicheskij slovar' [Biological Encyclopedic Dictionary]. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1986. (In Russian).
 Kolesnikov A. I. Dekorativnaya dendrologiya [Decorative dendrology]. M.: Lesnaya promyshlennost, 1974. (In Russian).
 Maksimov A. P. In: Byull. Gos. Nikitskogo botan. sada. [Bulletin of Nikitsky Botanical Garden]. Issue 72 (1990): 23–30. (In Russian).
 Pilipenko F. S., Poletiko O. M. Fam. Gramineae Juss. – Cereals // Ed. by S. Ya. Sokolov. Trees and shrubs of the USSR. M. – L.: Publisher Academy of Sciences of the USSR, V. 2. (1951): 19–55.
 Rusanov F. N. In: Byull. Gos. Nikitskogo botan. sada [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden]. Is. 81 (1971): 15–20. (In Russian).
 Semena tsvetov, derev'ev, kustarnikov, pal'm, komnatnyh rastenij [Seeds of flowers, trees, bushes, palms, indoor plants]. Available at: <http://www.agbina.com> (Accessed on 07.09.2017) (In Russian).
 Bamboo Botanicals // Available at: www.bamboobotanicals.ca/html/bamboo-species/phyllostachys-bambusoides-castillon.html (Accessed on 07.09.2017).
 Bamboo Garden Nursery. Available at: <http://www.bamboogarden.com> (Accessed on 07.09.2017).
 Corner, E. J. H. The natural history of plants. London, 1966.
 Bruns Pflanzen. Available at: web03.brunns.de (Accessed on 07.09.2017).

A. P. Maksimov, A. F. Khromov
 Yalta, Russia

RESULTS AND PROSPECTS OF INTRODUCTION OF BAMBOOS (*BAMBUSA SCHREB.*) AT THE SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA

Abstract. The studies on the biology and ecology of bamboos (*Bambusa* Schreb.) are timely and will allow scientists to develop theoretical foundations for their introduction and selection in the south of Russia. Researches in this field are characterized by a scientific novelty and practical effect. The purpose of these studies is to sum up the results of bamboo introduction in Nikitsky Botanical Garden (NBG) and on the Southern Coast of the Crimea (SCC) as well and to introduce new species to enrich their collection. The study started in 1985 and was conducted according to the plan of scientific research works of the Department of Dendrology and Landscape Architecture of NBG “Bioecological foundations for introduction of monocot woody plants in the Crimea and the Caucasus”. The paper presents the results of bamboos (*Bambusa* Schreb.) introduction in the open field of Nikitsky Botanical Garden (NBG) arboretum. The taxonomic composition of the bamboo collection in NBG includes 6 species and 1 garden form, while 8 species and 1 garden form grow on the SCC, i.e. Japanese timber bamboo ‘Castillon’ (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc. var *castilloni* (Marliac) Mak., 1900), green-glaucous bamboo (*Phyllostachys viridiglaucescens* (Carrière) Rivière & C.Rivière, 1878); black bamboo (*Phyllostachys nigra* (Lodd. Ex Lindl.) Munro, 1868), golden bamboo (*Phyllostachys aurea* Rivière & C.Rivière, 1878), nude sheath bamboo (*Phyllostachys nuda* McClure, 1945); dwarf fernleaf bamboo (*Pleioblastus distichus* (Mitford) Nakai, 1932), medake (*Pleioblastus simonii* (Riv.) Nakai, 1925), *Pleioblastus gramineus* (*Pleioblastus gramineus* (Bean) Nakai, 1925) and arrow bamboo (*Pseudosasa japonica* (Sieb. et Zucc.) Mak., 1920). All above-mentioned species and garden forms belong to 3 genera *Phyllostachys* (*Phyllostachys* (Sieb. et Zucc.), *Pleioblastus* (*Pleioblastus* Nakai) and *Pseudosasa* (*Pseudosasa* Makien et Nakai). Their prospectivity for subarid conditions of the Southern Coast of the Crimea (SCC) has been shown. A prospect of collection enrichment with new species, varieties and garden forms of bamboos has been determined. The primary introduction test of was conducted on the Black Sea coast of the Caucasus. There have been

determined opportunities for collection enrichment with new species, varieties and garden forms of bamboos which have undergone the primary introduction test on the Black Sea coast of the Caucasus.

Key words: bamboos (*Bambusa* Schreb.), introduction, prospectivity, assortment, collection, Southern Coast of the Crimea, arboretum of Nikitsky Botanical Garden.

About the authors: Alexandr Pavlovich Maksimov¹, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Dendrology laboratory; Alexandr Fedorovich Khromov, Candidate of Agricultural sciences, Senior scientist of the Dendrology laboratory.

Place of employment: Federal State Budgetary Institution Of Science «Order of the Red Banner of Labor» Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre of the Russian Academy of Science.

Максимов А. П., Хромов А. Ф. Результаты и перспективы интродукции бамбуков (*Bambusa* Schreb) на южном берегу Крыма // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 25–32.

Maksimov A. P., Khromov A. F. Results and prospects of introduction of bamboos (*Bambusa* Schreb) at the southern coast of the Crimea // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 25–32.

УДК 504.61:69; 504.122

А. Д. Самбуу
Кызыл, Россия

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУВЫ И ЕГО СОХРАНЕНИЕ

Аннотация. Основные закономерности в распределении растительного покрова Тувы обусловлены: широтной зональностью, высотной поясностью, явлениями интразональной категории, историческим прошлым в формировании флоры и растительности, антропогенными факторами. По характеру и закономерностям растительного покрова Тува принадлежит к двум крупным природным единицам: Алтае-Саянской горной области и области опустыненных степей и пустынь бессточных котловин Северной Монголии.

Северо-восточная часть Тувы – один из немногих районов Сибири, где из-за труднодоступности территории хозяйственная деятельность весьма ограничена. Так, по условиям рельефа и климата большая часть территории непригодна для ведения сельскохозяйственных работ, а следовательно, не развиты такие процессы как антропогенная эрозия, дефляция, снижение плодородия почвенно-растительного покрова, трансформация. Сохраняются виды традиционного природопользования – оленеводство, охотничий промысел, рыболовство и собирательство. Однако в настоящее время в республике начинает развиваться горнодобывающая отрасль. Планируемые объекты для строительства горно-обогатительных комбинатов расположены на истоках Енисея, по периферии Тоджинской впадины, т.е. в северо-восточной части Тувы, являющейся уникальной природной «жемчужиной» и экологически чистым уголком Алтае-Саянского региона. В данной работе рассматривается структура растительного покрова района исследования, его динамика, уязвимость к антропогенному воздействию. Особое внимание отводится кедровым, кедрово-лиственничным и редкостойным лесам, относимым к категории климатозащитных I группы. Затрагиваются вопросы охраны редких и нуждающихся в охране растительных сообществ.

Ключевые слова: Восточный Саян; Тува; высокогорье; тундра; редколесья; фитоценозы; сохранение.

Сведения об авторе: Анна Доржуевна Самбуу, доктор биологических наук, главный научный сотрудник¹, доцент кафедры географии и туризма².

Место работы: ¹Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, ²Тувинский государственный университет.

Контактная информация: 667000, Россия, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, д. 117/а, тел. 9235519765, e-mail: sambuu@mail.ru.

В настоящее время среди проблем природопользования особое место занимает проблема растительного покрова вследствие его полифункциональной роли. Являясь своеобразным индикатором состояния природной среды, растения чутко реагируют как на естественные изменения, так и на характер и интенсивность хозяйственной деятельности. Это может быть отнесено к любому участку суши, в особенности к регионам, слабо затронутым разруши-

тельной деятельностью человека. Как правило, это труднодоступные территории, среди которых особенно уникальны горные экосистемы. Серьезное беспокойство вызывает судьба горных флор на юге Сибири, где сосредоточено наибольшее число эндемичных таксонов разного ранга.

Объект исследования – растительный покров хребтов Озерный, Даштыг-Хемский, Соругский, расположенных на южном макроскло-

не хр. Восточный Саян (географические координаты – 53°26'9,5028" с.ш., 96°35'12,6924" в.д.). Отмечается существенная ландшафтно-экологическая неоднородность территории, которая определяет большое типологическое разнообразие растительности и контрастность растительного покрова. Абсолютные отметки вершин хребтов колеблются в значительных пределах от 1 800 до 2 400 м, достигая 2 783 м, в низкогорной части хребтов (междуречье рек Ак-Суг–Даштыг-Ой) – 1 400–1 600 м (рис. 1).

По ботанико-географическому районированию Тувы К. А. Соболевской (1950) территория северо-восточной части Тувы относится к Присяянскому горно-таежному району; по лесорастительному районированию В. Н. Смагина, С. А. Ильинской, Д. И. Назимовой (1980) – к Южно-Забайкальской горной лесорастительной области, Восточно-Тувинской котловинно-горной лесорастительной провинции лиственничных и кедровых лесов; по геоботаническому районированию Тувы Ю. М. Маскаева, Б. Б. Намзалова, В. П. Седельникова (1985) – к Тоджинскому кедрово-лиственничному округу Восточно-Саянской горной таежной провинции.

Рельеф района исследования сильно расчлененный, с острыми пиками и гребнями. Долинами рек являются трюги, углубленные эрозией. Реки начинаются из каров, которые имеют ступенчатое строение (Воскресенский 1962; Алтае-Саянская горная область 1969). Территория находится в зоне влияния северо-западных влажных воздушных масс и по сравнению с южными районами республики наиболее увлажнена (Ефимцев 1957). Осадков выпадает около 800 мм в год, причем на теплый отрезок времени приходится до 70% от их годового количества. Почвы горно-тундровые, горно-луговые, горно-таежные, сформировавшиеся на различных горных породах (Горбачев 1978).

Растительный покров района исследования характеризуется наиболее гумидным типом вертикальной поясности горных систем Тувы. Основная закономерность распределения растительности – высотная поясность, которая обусловлена изменением климатических условий в зависимости от высоты местности над уровнем океана. Здесь хорошо выражены два пояса растительности – горно-лесной и высокогорно-тундровый.

Тундровый тип зональной растительности развит в высокогорном поясе на гольцах, где на карах, цирках, по межсклоновым понижениям на северных и северо-западных наветренных склонах господствуют моховые, на положительных элементах рельефа и южных склонах – лишайниковые тундры. Сложная экотопическая структура высокогорий обусловила высокую степень биологического разнообразия сообществ и их сложную пространственную организацию. Развиваясь в экстремальных условиях, высокогорные фитоценозы очень чувствительны к антропогенным нагрузкам, например, к геологоразведочным работам, проводившимся на хребтах Озерном и Соругском. Следует учитывать, что многие высокогорные сообщества, особенно альпийского типа, находятся в горах Южной Сибири на границе своего распространения и могут быть потеряны безвозвратно. Вблизи верхней границы леса отмечены фитоценозы, которые занесены в «Зеленую книгу Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества» (1996), – лишайниково-золотисторододендроновая (*Rhododendron aureum* – *Cladina stellaris*) тундра (рис. 2). Фитоценоз занимает местообитания с хорошим дренажом, встречается на слабовыпуклых элементах рельефа в полосе ерниковых тундр. Растительное сообщество является эталоном коренной высокогорной растительности гумидных высокогорий Северной Азии, отражает историю формирования растительности высокогорий. Фитоценоз имеет хорошо выраженную двухъярусную структуру. Верхний ярус представляют почти чистые заросли *Rhododendron aureum*, а нижний – лишайниковый – *Cladina stellaris*. Общее проективное покрытие достигает 90–95%, в основном за счет доминанта и содоминанта, покрытие *Rhododendron aureum* составляет 50–60%. Мощный лишайниковый ковер препятствует поселению высших растений. Средняя видовая насыщенность – 6 видов на 100 м². Постоянными видами в сообществах (встречаемость 50–60%) являются *Hierochloa alpina*, *Festuca sphagnicola*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Diphasiastrum alpinum*, *Carex iljinii*. У остальных представителей ценофлоры встречаемость ниже 40%: *Juniperus pseudosabina*, *Carex stenocarpa*, *C. ledebouriana*, *Polygonum viviparum*, *P. bistorta*, *Sajania monstrosa*, *Schulzia crinita*, *Valeriana capitata* и др.



Рис. 1. Общий вид хр. Соругский – южный макросклон хр. Восточный Саян, 2014 г.



Рис. 2. Лишайниково-золотисторододендроновая тундра

По северным и западным предвершинным склонам в местообитаниях с маломощными глинисто-щебнистыми почвами и хорошо развитым в зимний период снежным покровом распространены кладониево-кладиновые (*Cladina stellaris* + *C. rangiferina* + *C. amaurocraea* + *Cladonia arbuscula*) полидоминантные высокогорные тундры, также занесенные в «Зеленую книгу Сибири» (1996). Фитоценозы имеют микроярусную дифференциацию, полисинузальное строение. Высшие сосудистые растения *Crepis chrysantha*, *Rhodiola quadrifida*, *Valeriana capitata*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Carex stenocarpa*, *C. ledebouriana*, несмотря на высокую встречаемость, растут одиночными экземплярами, не образуя сомкнутого яруса. Верхний микроярус, высотой 15–20 см, формируют кустистые кладины и кладонии с встречаемостью 90% и проективным покрытием до 80%. Нижний микроярус слагает синузия напочвенных листоватых лишайников рода *Peltigera* с покрытием до 25% и средней встречаемостью 55%. Горизонтальную структуру характеризует равномерное распределение лишайников по площади фитоценоза и регулярное – цветковых растений. Средняя видовая насыщенность фитоценозов составляет 30 видов на 100 м², из которых на долю лишайников приходится 80%. Сезонная ритмика у лишайников отсутствует. Группа доминантных видов состоит из кустистых лишайников *Cladina stellaris* и *C. rangiferina*, а также из листоватых – *Peltigera aphthosa*. Содоминантами являются кустистые лишайники *Cladonia amaurocraea*, *Cladonia arbuscula*, а в нижнем микроярусе – листоватая *Peltigera malacea*. К группе постоянных видов относятся кустистые лишайники *Cladonia macroceras*, *C. cornuta*, *Cetraria is-*

landica, а также листоватые *Peltigera canina*, *P. horizontalis*. Характерные виды отсутствуют. Встречаются случайные виды: *Cladonia digitata*, *C. rangiformis*, *C. ochrochlora*, *Cladina portentosa*, *Baeomyces placophyllus*.

В высокогорном поясе характерно чередование участков тундровой и болотной растительности: часто встречаются тундрово-болотные и болотно-тундровые комплексы. Наиболее распространены низкокустарниковые ерниковые, кустарничково-лишайниковые тундры (рис. 3), занимающие плоские и пологоволнистые водораздельные пространства. Данный тип растительности имеет несколько вариантов, различающихся по набору содоминантов травяно-кустарничкового яруса. Различия в составе растительности вызваны разницей эдафических условий и характера увлажнения. Низкокустарниковые тундры (ерниково-ивняковые лишайниково-моховые, осоково-лишайниково-моховые, мохово-лишайниковые бугорковатые и пятнисто-бугорковатые) образуют самостоятельную полосу. Основное участие в сложении плакорных фитоценозов принимают кустарники (преимущественно *Betula nana*, *Salix glauca*, *S. lanata*, *S. phylicifolia*) высотой не более 15–30 см. Они сохраняют стелющуюся форму.

Рельеф и значительное количество осадков способствуют развитию болот из *Carex altaica*, *C. atrofusca* и др., в горно-лесном – осоковых болот с *Carex cespitosa*, *C. juncella*, *Eriophorum brachyantherum*, *Comarum palustre* и сфагновые со *Sphagnum fuscum*, *Ledum palustre*, *Carex globularis*, *C. iljinii*.

Растительный покров района исследования также характеризуется распространением редкостойных лиственничных формаций, свой-

ственных высокогорным районам и Крайнему Северу и не имеющих ничего общего с тайгой – ни по структуре ценозов, ни по их фитоклимату. Это сильно разреженные малоярусные насаждения, в которых нижние ярусы представляют осколки совершенно иных формаций. Лиственничные редколесья являются характерными для предтундровых районов и широко представлены для района исследования, распространяясь в условиях резко континентального климата. Здесь большие площади принадлежат своеобразному ягельному редколесью с сильно фрагментированным напочвенным покровом.

В горно-тундровом поясе основу древостоя в редколесье составляет в основном лиственница сибирская, мало кедр, выше появляются кедровые стланики (рис. 4). Растительность начальной стадии формирования сообществ гольцовой тундры распространена на всей территории высокогорий исследуемого района и представлена в горных вершинах с несформированным почвенным покровом. Флора не представляет самостоятельные образования, состоит из видов-петрофитов. Общее

проективное покрытие в некоторых случаях достигает 40%, но виды образуют резко выраженные пятна, между которыми расположены участки щебня. Одним из основных экологических факторов, влияющих на растительность гольцовых тундр, является постоянно дующий ветер, в результате чего пятна растительности ориентированы по направлению господствующих ветров.

Долины рек Ак-Суг, Даштыг-Ой, Биче-Кадыр-Ос и пологие склоны прилегающих хребтов покрывают ерниковые заросли из *Betula rothundifolia* с участием *Salix glauca*, *S. hastata*, *S. vestita*. Ерниковые и ивняково-ерниковые, часто с ольховником кустарничково-моховые бугорковатые и кустарничково-лишайниково-моховые бугорковатые тундры являются зонально-плакорным вариантом южных тундр. Кустарники образуют достаточно плотные синузии. В напочвенном покрове их доминируют сфагновые и зеленые мхи. Хорошо развит кустарничковый ярус из *Vaccinium minus*, *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Dryas punctata*. Межбугорковые понижения пушицево-багульниково-зеленомошно-сфагновые.



Рис. 3. Ерnikово-кустарничково-лишайниковая тундра хр. Озерный



Рис. 4. Горно-тундровое редколесье хр. Даштыг-Хемский

На делювиальных отложениях нижней части гольцового пояса развиты субальпийно-типные луга с *Aquilegia glandulosa*. По берегам ручейков, у снежников обычны красочные мелкотравные лужайки с *Sibbaldia procumbens*, *Vaccinium myrtillus*, *Ranunculus altaicus*, *Pyrethrum pulchellum*, *Salix nasarovii*, *S. turczaninowii*, *Trollius asiaticus*, *Doronicum altaicum*, *Viola altaica*, *Gentiana uniflora*, *G. grandiflora*. Для зонального лесного типа растительности характерны кедровые, кедрово-лиственничные и ли-

ственничные леса с зеленомошным покровом и подлеском из *Betula rothundifolia*, *Ledum palustre*, *Rhododendron aureum*, *Juniperus sibirica*, *Lonicera altaica*, *Duschekia fruticosa*. На южных склонах встречаются леса из *Betula pendula* с лишайниковым покровом и подлеском из *Betula rothundifolia*, *Juniperus sibirica*, в кустарничковом ярусе доминирует *Vaccinium myrtillus* или *Vaccinium vitis-idaea*. На наветренных склонах и по днищу долин встречаются еловые (*Picea obovata*) и пихтовые (*Abies sibirica*) леса

с подлеском из *Duschekia fruticosa*, *Salix vestita*, *S. hastata*, *S. glauca*, *S. saposhnikovii*. В травянистом покрове обычны *Oxalis acetosella*, *Moneses uniflora*, *Paris quadrifolia*, *Allium microdictyon* и др. Фитоценоз кедровый папоротниково-мелкотравно-кустарниково-зеленомошный лес (*Pinus sibirica* – *Dryopteris expansa* + *Aegopodium alpestre*+*Vaccinium vitis-idaea* – *Hylocomium splendens*) включен в «Зеленую книгу Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества» (1996) и подлежит охране.

Кедровые зеленомошные леса – коренной тип леса горно-лесного пояса среднегорных районов с влажным континентальным климатом (рис. 5). На хребте Озерном они занимают склоны различной крутизны преимущественно теневых экспозиций в диапазоне абсолютных высот 1350–1700 м. Почвы горно-таежные кислые перегнойно-подзолистые. Древесный ярус разновозрастный или условно одновозрастный. Сомкнутость 0,6–0,8. В верхней части горно-таежного пояса образован кедром сибирским (*Pinus sibirica*), где часто выступает монодоминантом, образуя широко известные «чистые горно-таежные кедровники». Район исследования отличается повышенной континентальностью климата, для древесного яруса характерно присутствие лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Постоянно в незначительном количестве присутствуют пихта сибирская (*Abies sibirica*) и ель обыкновенная (*Picea obovata*), а также мелколиственные виды – *Betula pendula* и *Populus tremula*. Кустарниковый ярус имеет проективное покрытие 5–30% и состоит из *Spiraea chamaedrifolia* (доминант), *Duschekia fruticosa* (содоминант), *Sorbus sibirica*, *Ribes hispidulum*, *Juniperus sibirica*, *Lonicera altaica*, *Rhododendron aureum*. Травяно-кустарничковый ярус характеризуется проективным покрытием 30–60%, видовой насыщенностью 20–45 видов на 100 м². Наибольшее постоянство имеют таежные виды: *Vaccinium vitis-idaea* (доминант), *V. myrtillus* (доминант), *Linnaea borealis*, *Goodyera repens*, *Trientalis europaea*, *Calamagrostis obtusata*, *Carex iljinii* (доминант), *Pyrola incarnata*, *Gymnocarpium jessoense*, *Lycopodium annotinum*, *Dryopteris cartusiana*, а также виды бореально-лесного мелкотравья: *Cerastium pauciflorum*, *Aegopodium alpestre*, *Stellaria bungeana*, *Maianthemum bifolium*, *Saussurea alpina*. В сообществе спорадически встречаются виды высокотравья: *Aconitum septentrionale*, *Geranium albiflorum*, *Veratrum lobelianum*, *Allium microdictyon*. В местах с выходами на поверхность коренных пород в травяном ярусе в качестве до-

минанта и субдоминанта выступает *Bergenia crassifolia*. Хорошо развит моховой покров из типичных таежных видов *Pleurozium schreberi* (доминант), *Hylocomium splendens* (доминант), *Ptilium crista-castrensis* (субдоминант), *Polytrichum commune*, *Mnium sp.*, *Aulacomnium palustre*. Проективное покрытие составляет 40–90%.

На северных и северо-западных склонах в пределах высот 1 300–1 550 м отмечены фитоценозы с левзеей (*Rhaponticum carthamoides*), занесенные в «Зеленую книгу Сибири» (рис. 6). Сообщества предпочитают дренированные местообитания. Зимой хорошо развит снежный покров, промерзание почвы поверхностное. Практически для всех выявленных фитоценозов характерна двухъярусная структура травостоя, где верхний ярус (высотой 90–120 см) образован преимущественно *Rhaponticum carthamoides* с незначительным участием *Cirsium helenium*, *Crepis lyrata*, *Delphinium elatum* и др. Во втором ярусе (высотой 20–40 см) сосредоточено основное количество видов растений. Общее проективное покрытие фитоценозов достигает 60–90%. Горизонтальное распределение видов довольно равномерное, без резко выраженных пятен. Средняя видовая насыщенность составляет 24 вида на 100 м². В начале вегетационного периода выражена синусия эфемероидных видов *Primula pallasii*, *Gentiana grandiflora* и др. Доминантами сообществ являются *Rhaponticum carthamoides*, *Geranium albiflorum*, *Aquilegia glandulosa*. В эколого-фитоценотической классификации левзеевые луга выделяются в качестве отдельной формации, включающей две ассоциации – гераниево-левзеевую (*Rhaponticum carthamoides* – *Geranium albiflorum*) и водосборно-левзеевую (*Rhaponticum carthamoides* – *Aquilegia glandulosa*). Однако между обеими ассоциациями наблюдается высокое флористическое сходство (около 80% общих видов) и сходная сезонная ритмика развития. К постоянным видам относятся *Cirsium helenium*, *Crepis lyrata*, *Delphinium elatum*, *Anthoxanthum alpinum*, *Solidago dahurica*, *Viola altaica*, *Trollius asiaticus*, *Aconitum septentrionale*, *Veronica longifolia*. Характерными видами сообществ являются *Saussurea frolovii*, *Trisetum altaicum*, *Gnaphalium norvegicum*, *Pedicularis incarnata*, *Swertia obtusa*. Изредка, но не во всех отмеченных фитоценозах встречаются *Poa sibirica*, *Cerastium pauciflorum*, *Astragalus frigidus*, *Crepis sibirica*, *Trisetum sibiricum*, *Salix glauca*, *Betula rotundifolia*, *Veratrum lobelianum*. *Rhaponticum carthamoides* занесен в «Красную книгу Российской Федерации. Растения и грибы» (2008).

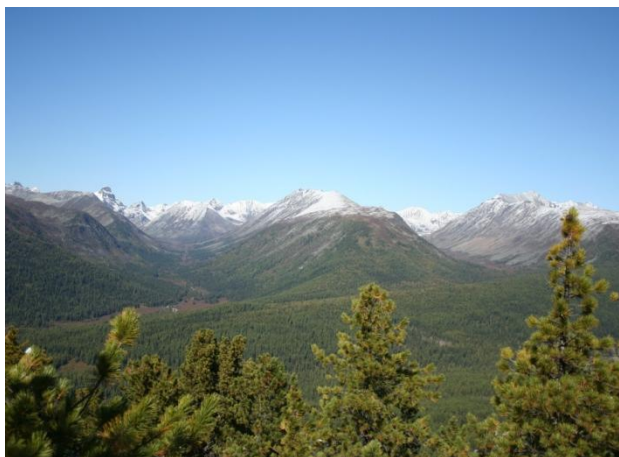


Рис. 5. Кедровый зеленомошный лес хр. Озерный, левый борт долины р. Даштыг-Ой



Рис. 6. Фитоценозы с левзеей в кедровом зеленомошном лесу хр. Даштыг-Хем

В представленных поясах растительности значительные площади заняты скалами и осыпями со свойственными им серийными сообществами. Для них характерны такие виды как *Ribes graveolens*, *Aquilegia borodini*, *Salix sajanensis*, *Paraquilegia microphylla*, *Cystopteris fragilis*, *Woodsia glabella* и др. Здесь обычны мхи *Polytrichum affine*, *Encalypta rhabdocarpa*, *Dicranum fuscescens*, *Plagiopus oederi*, *Myurella julacea*, *Andreaea rupestris* и др. В этих фитоценозах встречается ревень алтайский (*Rheum altaicum*), занесенный в «Красную книгу Российской Федерации. Растения и грибы» (2008), «Красную книгу Республики Тыва. Растения» (2002).

В долине р. Ак-Суг условия относительно благоприятны для развития долинных еловых лесов (рис. 7). Помимо ели в составе древостоя встречаются кедр, лиственница, пихта, береза, осина и в нижней части долины – сосна. В пойме представлены ельники разнотравные с *Lonicera altaica*, *Ribes hispidulum*, *Galium boreale*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Stellaria bungeana*, *Aconitum septentrionale* и др. Между участками леса в пойме реки распространены закустаренные злаково-разнотравные луга. Еловые леса узкими полосами заходят до середины горных склонов. Структура их несколько меняется, на смену разнотравному ельнику приходит ельник вейниково-бруснично-зеленомошный. Характерными видами такого сообщества являются *Calamagrostis obtusata*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola incarnata*, *Crepis sibirica*. Выше по склонам ель встречается в виде примеси в кедровых лесах, но при этом на склонах увеличивается роль пихты в сложении древостоев. Кедр, лиственница и пихта образуют

разнообразные сочетания древостоев, но везде эдификаторная роль принадлежит кедру. В целом лиственнично-кедровый лес можно подразделить на две группы сообществ: кустарничково-зеленомошную и разнотравно-зеленомошную. В первом сообществе характерны *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Ledum palustre*, *Rhododendron aureum*, *Maianthemum bifolium*, *Empetrum nigrum*, *Carex iljinii*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium annotinum* и др., во втором главную роль играют *Geranium albiflorum*, *Anemone reflexa*, *Stellaria bungeana*, *Calamagrostis obtusata*, *Aegopodium alpestre*, *Oxalis acetosella*, *Allium microdictyon*.



Рис. 7. Еловый лес в днище троговой долины в междуречье Ак-Суг–Даштыг-Ой

На основании проведенных исследований растительного покрова территории считаем необходимым обратить внимание на ряд интересных и уязвимых сообществ, требующих охраны:

1. Лишайниково-золотисторододендроновая (*Rhododendron aureum* – *Cladina stellaris*) тундра.

2. Кладониево-кладиновые (*Cladina stellaris* + *C. rangiferina* + *C. amaurocraea* + *Cladonia arbuscula*) полидоминантные высокогорные тундры.

3. Кедровый папоротниково-мелкотравно-кустарниково-зеленомошный лес (*Pinus sibirica* – *ryopteris expansa* + *Aegopodium alpestre* + *Vaccinium vitis-idaea* – *Hylocomium splendens*).

4. Лиственничное голубично-гилокомниевое тундровое редколесье (*Larix sibirica* – *Vaccinium uliginosum* – *Hylocomium splendens*).

5. Лиственничное кустарничково-мохово-лишайниковое с субарктическими элементами тундровое редколесье (*Larix sibirica* – *Vaccinium uliginosum* – *Cladina* sp.).

В заключение следует заострить внимание на некоторых негативных последствиях техногенной трансформации растительного покрова. Так, в районе исследования расположено Ак-Сукское молибденово-медно-пурпуровое месторождение, где в настоящее время проводятся геологоразведочные работы. Воздействие на растительный покров имеет двойственный характер и определяется прямым и косвенным воздействием.

На обследованной территории отмечены разнообразные типы техногенных субстратов и производных растительных сообществ:

– участки карьеров с полностью удаленным почвенно-растительным покровом;

– участки вдоль дорог с частично нарушенной структурой растительного покрова;

– участки с интенсивными нарушениями коренных растительных сообществ и насыпными грунтами;

– участки с частично нарушенным почвенно-растительным покровом на месте внедренного движения транспорта.

Наиболее существенной перестройке при механических нарушениях подвергаются кустарничково-мохово-лишайниковые, ерниковые кустарничково-лишайниковые бугорковатые тундры плакорных местообитаний с незначительным (3–5 см) торфянистым горизонтом и сообщества лишайниковых тундр. При движении транспорта происходит разрушение микро-рельефа бугорков, полигонов, уплотнение грунта. Следствием техногенной трансформации коренных растительных группировок со сложной горизонтальной и вертикальной структурой является формирование травянистой группировки, которые постепенно замещаются длительнопроизводными разнотравно-злаковыми сообществами. Выпадают кустарниковый ярус, кустарнички и мохово-лишайниковый покров. На участках с глубокими колеями от транспорта борозды не зарастают из-за промерзания и растрескивания грунта, а в колеях с избыточным увлажнением идут процессы заболачивания. Все виды лишайников отрицательно относятся к механическим нарушениям, быстро разрушаются и долго (или совсем) не восстанавливаются, т.е. под влиянием техногенного воздействия уменьшается видовое разнообразие растений, и в первую очередь лишайников. Негативные проявления техногенеза особенно усиливаются в условиях криолитозоны, т.е. в зоне распространения многолетне-мерзлых пород.

ЛИТЕРАТУРА

- Воскресенский С. С. 1962. Геоморфология Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Горбачев В. Н. 1978. Почвы Восточного Саяна. М.: Наука.
- Ефимцев Н. А. 1957. Климатический очерк / Природные условия Тувинской автономной области. Труды Тувинской комплексной экспедиции. М.: Изд-во АН СССР, Вып. III. С. 46–65.
- Зеленая книга Сибири: Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. 1996. Новосибирск: Наука.
- История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтае-Саянская горная область. 1969 / Под ред. С. А. Стрелкова, В. В. Вдовина. М.: Наука, 1969.
- Красная книга Республики Тыва. Растения. 1999. Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео».
- Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. 2008. М.: Товарищество научных изданий КМК.
- Маскаев Ю. М., Намзалов Б. Б., Седельников В. П. 1985. Геоботаническое районирование // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 210–247.
- Смагин В. Н., Ильинская С. А., Назимова Д. И. и др. 1980. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние.
- Соболевская К. А. 1950. Растительность Тувы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние.

REFERENCES

- Voskresenskiy S. S. Geomorfologiya Sibiri [Geomorphology Of Siberia]. Moscow: Moscow University Publ. House, 1962. (In Russian).
- Gorbachev V. N. Pochvy Vostochnogo Sayana [Soils of the Eastern Sayan]. Moscow: Nauka, 1978. (In Russian).

Efimtsev N. A. Climatic description / Prirodnye usloviya Tuvinskoj avtonomnoi oblasti. Trudy Tuvinskoj kompleksnoj ehkspedicii [The natural conditions of the Tuva autonomous regions. Tuva complex expedition works]. M.: Izd-vo AN SSSR, Is. III (1957): 46–65. (In Russian).

Zelenaya kniga Sibiri: Redkie i nuzhdayushchiesya v ohrane rastitel'nye soobshchestva [Green book of Siberia: Rare and endangered plant communities]. Novosibirsk: Nauka, 1996. (In Russian).

Istoriya razvitiya rel'efa Sibiri i Dal'nego Vostoka. Altae-Sayanskaya gornaya oblast' [History of the development of the relief of Siberia and the Far East. The Altai-Sayan mountain region]. M.: Nauka, 1969. (In Russian).

Krasnaya kniga Respubliki Tyva. Rasteniya [The red book of the Republic of Tuva. Plants]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, Filial «Geo», 1999. (In Russian).

Krasnaya kniga Rossijskoj federacii. Rasteniya i griby [The red book of the Russian Federation. Plants and mushrooms]. Moscow: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2008. (In Russian).

Maskaev Yu. M., Namzalov B. B., Sedelnikov V. P. Geobotanicheskoe rajonirovanie // Rastitel'nyj pokrov i estestvennye kormovye ugod'ya Tuvinskoj ASSR [Geobotanical zoning // The vegetation cover and the natural fodder lands of the Tuva ASSR]. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1985. Pp.210–247. (In Russian).

Smagin V. N., Elias S. A., Nazimova D. I. et al. Tipy lesov gor Yuzhnoj Sibiri [Forest types in the mountains of Southern Siberia]. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1980. (In Russian).

Sobolevskaya K. A. Rastitel'nost' Tuvy [Vegetation of Tuva]. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1950. (In Russian).

A. D. Sambuu
Kyzyl, Russia

ZONAL PECULIARITIES OF THE VEGETATION COVER AND ITS PRESERVATION IN THE NORTH-EASTERN PART OF TUVA

Abstract. The main regularities in vegetation cover distribution in Tuva depends on latitudinal zoning, altitudinal zonality, phenomena of intrazonal category, historical events in the formation of flora and vegetation and anthropogenic factors. By the nature and patterns of vegetation cover Tuva belongs to two major natural units, i.e. the Altai-Sayan mountain region and the area of desert steppes and deserts of drainless basins of Northern Mongolia.

The North-Eastern part of Tuva is one of the few areas of Siberia, where economic activities are very limited due to its remote location. So, the topography and climate of the region make the most of the territory unsuitable for agricultural activity and, consequently, such processes as anthropogenic erosion, deflation, diminishing of soil and vegetation cover fertility and transformation are not developed. Such traditional types of nature management have been still kept up, i.e. reindeer herding, hunting, fishing and gathering. However, at present the mining industry is beginning to develop in the region. The planned facilities for constructing mining and processing integrated plants are located on the headstreams of the Yenisei, on the periphery of the Todzha depression that is in the North-Eastern part of Tuva, which is a unique natural “pearl” and ecologically clean area of the Altai-Sayan region. The paper focuses on the structure of the vegetation cover of the studied area, its dynamics and vulnerability to anthropogenic impacts. Special attention is given to the cedar, cedar-larch and sparse forests classified as climatic protective group I. The article touches upon the issues of rare and extinct plants protection.

Key words: Eastern Sayan mountains; Tuva; highlands; tundra; woodlands; plant communities; preservation.

About the author: Anna Dorjuevna Sambuu, Doctor of Biological Sciences, chief researcher; Associate Professor at the Department of Geography and Tourism of the Tuvan State University.

Place of employment: Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of Russian Academy of Science; Tuvan State University.

Самбуу А. Д. Зональные особенности растительного покрова Северо-Восточной части Тувы и его сохранение // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 32–39.

Sambuu A. D. Zonal peculiarities of the vegetation cover and its preservation in the North-Eastern part of Tuva // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 32–39.

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ Р. СОЖ ВЕТКОВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС

Аннотация. В статье приводятся данные по техногенному загрязнению луговых экосистем поймы реки Сож Ветковского района Гомельской области спустя 30 лет после катастрофы на ЧАЭС. Было обследовано 7 луговых экосистем. Цель работы – выявить степень загрязнения луговых экосистем цезием-137 и стронцием-90, а также тяжелыми металлами. При выполнении исследований использовали геоботанические, эколого-флористические, радиологические, химические методы исследований. Установлено, что наибольшая удельная активность почв по ^{137}Cs отмечена в ассоциации *Deschampsietum cespitosae*, а по ^{90}Sr – в ассоциации *Junco – Deschampsietum cespitosae*. Наибольшим содержанием тяжелых металлов в почве характеризовались Fe (312,12 мг/кг) и Mn (72,22 мг/кг). Минимальное количество отмечено у Cd (< 0,06 мг/кг); практически во всех объектах наблюдалось одинаковое количество Cr, небольшие отличия отмечались по накоплению Co. В почве изучаемых луговых экосистем не наблюдалось превышения предельно допустимой концентрации по содержанию тяжелых металлов. Наибольшим запасом надземной фитомассы отличались ассоциации *Caricetum gracilis* (3,76 т/га сухой массы), *Phalaridetum arundinaceae* (3,65 т/га сухой массы).

Во всех луговых экосистемах в надземной фитомассе накопление Co (0,02 мг/кг); Pb (0,03 мг/кг); Cd (0,01 мг/кг); Cr (0,014 мг/кг) было практически равным. По содержанию Fe, Cu, Zn, Mn выделяются ассоциации, накапливающие как максимальное количество этих элементов, так и минимальное. На основании определения коэффициента накопления (КН), который представляет отношение количества тяжелых металлов в растении к количеству тяжелых металлов в почве, установлен следующий ряд чередования величин КН в порядке убывания – Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Cr, Co, Pb. Амплитуда средних значений варьирует в пределах 0,03–15,4 (мг/кг) / (мг/кг). Максимальное значение КН установлено для ассоциации *Caricetum gracilis*. Минимальное значение – для *Deschampsietum cespitosae*, *Poa-Festucetum pratensis*, *Junco – Deschampsietum cespitosae*. Наибольшая удельная активность по цезию-137 наблюдалась в надземной фитомассе ассоциации *Deschampsietum cespitosae*, а стронция-90 – в ассоциации *Junco – Deschampsietum cespitosae*. Удельная активность цезия-137 в ассоциации *Deschampsietum cespitosae* составила 1439 Бк/кг, что превышает Республиканский допустимый уровень (РДУ/ЛТС-2004) – 1 300 Бк/кг. В остальных ассоциациях удельная активность цезия-137 не превышала допустимый уровень 1 300 Бк/кг. Удельная активность надземной массы всех изучаемых ассоциаций по стронцию-90 не превышала допустимый уровень.

Ключевые слова: техногенное загрязнение; луговые экосистемы; пойма; цезий-137; стронций-90; тяжелые металлы.

Сведения об авторе: Николай Михайлович Дайнеко, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений.

Место работы: Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины.

Контактная информация: 246019, Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, д. 104, тел.: +375 232 57 89 05, e-mail: Dajneko@gsu.by.

Введение

Гомельская область отличается наличием большого количества естественных лугов и пастбищ, располагающихся на пойменных лугах и в низинах, дающих дешевые травяные корма и делающих невозможным выращивание на этих землях других видов растениеводческой продукции.

Проблема техногенного загрязнения привлекает к себе особое внимание специалистов различных отраслей народного хозяйства. В связи с этим необходим контроль за содержанием тяжелых металлов в объектах окружающей среды и изучение закономерностей поведения токсикантов в системе «почва – растение – продукция животноводства» (Головатый 2009; Перечень ... 2004). В результате аварии на ЧАЭС произошло радиоактивное загрязне-

ние сенокосно-пастбищных угодий, ранее интенсивно используемых для получения кормов в отрасли животноводства. В зону загрязнения попали луга различных типов – суходольные, пойменные и заболоченные.

Естественные луга в Гомельской области составляют около 25% от кормовых угодий и 10,3% от всех с/х угодий (загрязненных пойменных лугов в республике насчитывается 250 тыс. га). Многолетние травы естественных сенокосно-пастбищных угодий отличаются наибольшей способностью аккумулировать ^{137}Cs и ^{90}Sr . Осоково-разнотравные и, особенно, осоковые фитоценозы, приуроченные к постоянно переувлажненным дерновым и торфяно-болотным типам почв, накапливают ^{137}Cs в 5–100 раз больше, чем злаковые фитоценозы (Подольск 2001). Различия в накоплении ^{90}Sr раз-

личными ботаническими группами луговых растений также существенны. По данным российских исследователей, видовые различия по накоплению ^{137}Cs в пределах одной луговой экосистемы достигают 14–30 раз. Максимальные величины перехода этого радионуклида характерны для низинных и пойменных лугов, что свидетельствует, по мнению ученых, о преобладании влияния гидрологического режима на биологическую подвижность радионуклидов в луговых экосистемах (Алексахин 2001).

Методика исследования

Флористический состав изучали по методу А. А. Корчагина одновременно с геоботаническим описанием травостоев луговых экосистем (Раменский 1971). Латинские названия видов высших растений даны по определителю (Определитель ... 1999). Классификацию растительности луговых экосистем выполняли в соответствии с принципами и методами эколого-флористической классификации Браун – Бланке (Миркин 2002; Карамышева 1967; Александрова 1969).

Определение содержания ^{137}Cs в почвенных и растительных образцах производили на гамма-спектрометрическом комплексе Tennelec по МВИ.МН 3421-2010 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами».

Оценку радиоактивного загрязнения растений и возможности их безопасного использования давали путем сопоставления полученных результатов с нормативным показателем Республиканского допустимого уровня содержания ^{137}Cs в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС-2004), равным 370 Бк/кг.

Содержание тяжелых металлов (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в пробах почвы и образцах растений определялось на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR M6 в РНИУП «Институт радиологии» АН РБ.

Результаты исследования

В вегетационный период 2016 г. нами были обследованы луговые экосистемы поймы р. Сож. Ниже приводятся геоботанические описания исследуемых луговых экосистем Ветковского района.

Объект 1. Повышенная равнина прибрежной центральной поймы р. Сож. Ширина 50 м, длина 300 м. Проективное покрытие 80–85%. Высота травостоя 80–90 см. Аспект травостоя зеленоватый с сероватым оттенком соцветий злаков. Почва дерново-глееватая, супесча-

ная. По эколого-флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Deschampsietum cespitosae*, субассоциации *Poetosum palustris*, варианту *Leontodon autumnalis*, союзу *Cynosurion*, порядку *Arrhenatheretalia* Pawl.1928, классу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 2. Расположен вблизи д. Шерстин около первой надпойменной террасы. Аспект травостоя зеленый с фиолетовыми соцветиями полевицы тонкой и белыми – клевера ползучего. Проективное покрытие 90%, высота 20–40 см. Использование травостоя – бессистемный выпас. По эколого-флористической классификации эта луговая экосистема относится к базальному сообществу *Trifolium repens* (*Cynosurion*).

Объект 3. Глубокое понижение, примыкающее к озеру Кривое вблизи д. Шерстин. Длина 400 м, ширина 60 м в притеррасной части поймы р. Сож. Доминантом травостоя является осока острая. Проективное покрытие 80–90%, высота травостоя 60–80 см. Почва перегнойно-глеевая. По эколого-флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Caricetum gracilis*, союзу *Magnocaricion elatae* Koch 1926, порядку *Magnocaricetalia* Pignatti 1953, классу *Phragmiti – Magnocaricetea*.

Объект 4. Пониженная равнина центральной правобережной поймы р. Сож вблизи д. Шерстин. Проективное покрытие 90%, высота 60–80 см. Доминирующие виды – *Juncus compressus* и *Deschampsia cespitosa*. Почва дерново-подзолистая, глеевая. Использование травостоя – пастбищное. По эколого-флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Junco-Deschampsietum cespitosae* Bulokhov 1990, союзу *Agropyro-Rumicion crispis* Nordn. 1940, порядку *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967, классу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 5. Плоская равнина центральной поймы р. Сож. Доминантами травостоя являются овсяница луговая (*Festuca pratensis*) и мялик луговой (*Poa pratensis*). Проективное покрытие травостоя 85%. Высота 40 (70) см. По эколого-флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Poo-Festucetum pratensis* Sapegin 1986, союзу *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985, порядку *Arrhenatheretalia* Pawl.1928, классу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 em R. Tx. 1970.

Объект 6. Прирусловая пониженная равнина правобережной поймы р. Сож вблизи

н.п. Шерстин. По эколого-флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Caricetum gracilis*, союзу *Magnocaricion elatae* Koch 1926, порядку *Magnocaricetalia* Pignatti 1953, классу *Phragmiti* – *Magnocaricetea*.

Объект 7. Прирусовая повышенная равнина правобережной поймы р. Сож вблизи н.п. Шерстин Ветковского района. Относится к ассоциации *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931, союзу *Phalaroidaion arundinaceae* Копецкы 1961, порядку *Magnocaricetalia* Pign. 1953, классу *Phragmita* - *Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

На основании выделенных ассоциаций составлен продромус синтаксонов пойменных лугов р. Сож Ветковского района, представленный ниже:

Класс *Phragmito* - *Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941

Порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

Союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926

Асс. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931

Асс. *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) R.Тх. 1937

Класс *Molinio-Arrhenatheretea* R. Тх. 1937 em. R. Тх. 1970

Порядок *Arrhenatheretalia* Pawl. 1928

Союз *Cynosurion cristati* R.Тх. 1947

Базальное сообщество *Trifolium repens*

Асс. *Deschampsietum cespitosae*

Союз *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985

Асс. *Poo-Festucetum pratensis* Sapegin 1986

Класс *Plantaginetea majoris* Тх. et Preising 1950

Порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberb. 1967

Союз *Agropyro-Rumicion crispi* Nordn. 1940,

Асс. *Junco – Deschampsietum cespitosae* Bulokhov 1990

Синтаксономическое разнообразие луговой растительности поймы р. Сож на территории Ветковского района представлено 3 классами, 3 порядками, 4 союзами и 6 ассоциациями.

Наибольшая удельная активность радиоцезия отмечена в почвах луговых экосистем *Deschampsietum cespitosae*, *Caricetum gracilis* и

Phalaridetum arundinaceae (объекты № 1, 3, 6, 7) (табл. 1). Анализ удельной активности и плотности загрязнения почвы стронцием-90 показал, что наибольшая удельная активность и плотность загрязнения отмечена у ассоциаций *Junco – Deschampsietum cespitosae*, *Poo – Festucetum pratensis*, базального сообщества *Trifolium repens*.

Анализ содержания тяжелых металлов в почвах луговых экосистем Ветковского района показал, что наибольшее количество железа находилось в почве четвертого объекта, а меньше всего – в почве третьего объекта (табл. 2). Наибольшим накоплением меди характеризовались почвы четвертого объекта, а наименьшим – третьего, что в 8,4 раза меньше, чем в четвертом. Более всего цинка накапливалось в пятом объекте, а менее всего – в третьем, что в 3,3 раза ниже, чем в пятом. По содержанию кобальта не наблюдалось резких отличий между луговыми экосистемами. Более всего марганца накапливалось в почвах пятого объекта, а наименьшее количество – в почвах второго объекта, что в 2,4 раза меньше, чем в пятом. Количество свинца в четвертом объекте, где отмечалось его высокое содержание, было в пять раз больше, чем в третьем объекте. Содержание кадмия во всех изучаемых луговых экосистемах оказалось одинаковым и было невысоким. Также практически одинаковым во всех объектах, за исключением первого, было содержание хрома. В почвах луговых экосистем наблюдалась некоторая дифференциация по накоплению никеля. Так, в первом и пятом объектах его величина почти в три раза выше, чем в третьем объекте. Следует отметить, что в почвах всех изучаемых луговых экосистем не наблюдалось превышения ПДК по исследуемым тяжелым металлам. По отдельным тяжелым металлам наблюдалась дифференциация по их содержанию, а по кадмию, хрому во всех объектах отмечалось одинаковое их количество.

Анализ изучаемых луговых экосистем показал (табл. 3), что наибольшим запасом надземной фитомассы отличались ассоциации *Caricetum gracilis* (объекты № 3, 6), *Phalaridetum arundinaceae* (объект № 7). Минимальным запасом надземной фитомассы характеризовалось базальное сообщество *Trifolium repens*. Это более чем в три раза меньше, чем у ассоциаций с высокой урожайностью.

Таблица 1

Удельная активность и плотность загрязнения цезием-137 и стронцием-90 почвы изучаемых луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района

Номер объекта, название ассоциации	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	удельная активность, Бк/кг	плотность загрязнения, кБк/м ²	удельная активность, Бк/кг	плотность загрязнения, кБк/м ²
1. <i>Deschampsietum cespitosae</i>	1891 ± 235	453,8	1,3 ± 0,3	0,3
2. Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	273 ± 36	65,5	4,9 ± 1,2	1,18
3. <i>Caricetum gracilis</i>	1565 ± 195	375,6	3,5 ± 0,9	0,84
4. <i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	1046 ± 131	251,0	24,8 ± 5,5	5,95
5. <i>Poo-Festucetum pratensis</i>	1058 ± 207	397,9	4,7 ± 1,1	1,16
6. <i>Caricetum gracilis</i>	1595 ± 199	382,8	3,9 ± 0,82	0,93
7. <i>Phalaridetum arundinaceae</i>	1236 ± 185	296,7	2,5 ± 0,7	0,60

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почвах луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района

№ объекта	Название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг								
		Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr
1	<i>Deschampsietum cespitosae</i>	244,18	1,36	2,18	0,25	64,24	1,72	< 0,06	0,81	0,17
2	Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	188,22	0,62	3,42	0,31	30,12	1,38	< 0,06	0,62	< 0,15
3	<i>Caricetum gracilis</i>	47,84	0,28	0,95	0,22	55,56	0,62	< 0,06	0,28	< 0,15
4	<i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	288,62	2,36	2,24	0,27	70,92	3,12	< 0,06	0,74	< 0,16
5	<i>Poo-Festucetum pratensis</i>	312,12	1,12	3,14	0,36	72,22	1,42	< 0,06	0,82	< 0,15
6	<i>Caricetum gracilis</i>	67,22	0,44	1,18	0,24	63,27	0,74	< 0,06	0,34	< 0,15
7	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	292,42	1,18	2,65	0,34	68,45	1,53	< 0,06	0,72	< 0,15
ПДК, мг/кг		–	3,0	37,0	20,0	1500,0	25,0	0,4	4,0	6,0

Таблица 3

Запас надземной фитомассы луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района

№ объекта	Название ассоциации	Урожайность, ц/га сухой массы
1	<i>Deschampsietum cespitosae</i>	28,4 ± 1,7
2	Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	11,7 ± 0,7
3	<i>Caricetum gracilis</i>	37,6 ± 2,6
4	<i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	30,8 ± 1,9
5	<i>Poo-Festucetum pratensis</i>	28,6 ± 1,4
6	<i>Caricetum gracilis</i>	34,8 ± 2,3
7	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	36,5 ± 2,8
НСР _{0,5 ц/га}		2,2

Анализ содержания тяжелых металлов (табл. 4) в надземной фитомассе луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района выявил, что наибольшее количество железа встречается в четвертом объекте, а наименьшее – в третьем, что в 1,9 раза ниже, чем в ассоциации *Junco – Deschampsietum cespitosae*. По содержанию меди также выделяются ассоциации с наибольшим накоплением (объект № 4) и с наименьшим (объект № 2). Также выделяются ассоциации с близкими значениями (объекты № 1, 2, 6) и (объекты № 3, 5). Большим содержанием цинка отличалась ассоциация четвертого объекта, в фитомассе которой содержание

цинка было превышено в 5,3 раза. Здесь также выделяются несколько объектов (№ 5, 6, 7), у которых отмечаются близкие значения накопления цинка. Максимальное накопление марганца среди изучаемых ассоциаций наблюдалось у *Junco – Deschampsietum cespitosae*, а минимальное – в ассоциации *Deschampsietum cespitosa*. Следует подчеркнуть, что близкие значения были отмечены в третьем, пятом, шестом и седьмом объектах. Более всего никеля накапливал травяной корм ассоциации *Phalaridetum arundinaceae*. Это в 4 раза выше, чем в ассоциации *Junco – Deschampsietum cespitosae*, где отмечено минимальное накопле-

ние никеля. В пяти объектах из семи наблюдались близкие значения содержания никеля. Во всех луговых экосистемах накопление кобальта, свинца, кадмия и хрома было сходным.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района

№ объекта	Название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг								
		Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr
1	<i>Deschampsietum cespitosae</i>	135,42	4,12	17,22	< 0,02	164,2	< 0,05	< 0,01	0,34	< 0,014
2	Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	118,65	3,66	10,14	< 0,02	188,16	< 0,03	< 0,01	0,12	< 0,014
3	<i>Caricetum gracilis</i>	92,32	6,88	23,28	< 0,02	322,98	< 0,03	< 0,01	0,29	< 0,014
4	<i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	176,34	10,6	54,27	< 0,02	410,29	< 0,03	< 0,01	0,09	< 0,014
5	<i>Poo-Festucetum pratensis</i>	152,72	7,32	29,14	< 0,02	369,76	< 0,03	< 0,01	0,28	< 0,014
6	<i>Caricetum gracilis</i>	108,62	5,34	30,61	< 0,02	306,18	< 0,03	< 0,01	0,31	< 0,014
7	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	160,14	8,78	33,74	< 0,02	358,28	< 0,03	< 0,01	0,36	< 0,014
ПДК, мг/кг		-	3,0	37,0	20,0	1500,0	25,0	0,4	4,0	6,0

Установлен следующий ряд чередования средних величин КН (это отношение содержания тяжелых металлов в фитомассе к содержанию тяжелых металлов в почве) в порядке убывания: Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Cr, Co, Pb. Средние значения КН варьировали от 0,03 до 15,4 для цинка (табл. 5). Амплитуда колебаний КН тяжелых металлов по объектам изучения составляла от 1,1 до 8,7. Наибольшее варьирова-

ние выявлено для цинка и меди. Установлены максимальные значения КН тяжелых металлов для *Caricetum gracilis*. Минимальные величины КН установлены для *Deschampsietum cespitosae*, *Poo-Festucetum pratensis*, *Junco-Deschampsietum cespitosae*.

Анализ удельной активности растительных образцов загрязнением цезием-137 и стронцием-90 дан в таблице 6.

Таблица 5

Коэффициенты накопления тяжелых металлов фитомассой луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района, в (мг/кг) / (мг/кг)

№ объекта	Название ассоциации	Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr
1	<i>Deschampsietum cespitosae</i>	0,56	3,02	7,89	0,08	2,55	0,03	0,17	0,42	0,08
2	Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	0,63	5,90	2,96	0,07	6,24	0,02	0,17	0,19	0,09
3	<i>Caricetum gracilis</i>	1,93	24,57	24,50	0,09	5,81	0,05	0,17	1,04	0,09
4	<i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	0,61	4,49	24,22	0,07	5,78	0,01	0,17	0,12	0,09
5	<i>Poo-Festucetum pratensis</i>	0,48	6,53	9,28	0,06	5,12	0,02	0,17	0,34	0,09
6	<i>Caricetum gracilis</i>	1,61	12,13	25,94	0,08	4,83	0,04	0,17	0,91	0,09
7	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	0,54	7,44	12,73	0,06	5,23	0,02	0,17	0,5	0,09

Таблица 6

Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в надземной фитомассе Луговых экосистем в пойме р. Сож Ветковского района, в Бк/кг

№ объекта, название ассоциации	Удельная активность ¹³⁷ Cs	Удельная активность, ⁹⁰ Sr
1. <i>Deschampsietum cespitosae</i>	1439,0 ± 187,0	8,0 ± 1,9
2. Базальное сообщество <i>Trifolium repens</i>	49,0 ± 10,0	39,1 ± 8,6
3. <i>Caricetum gracilis</i>	1118,0 ± 145,0	1,8 ± 0,5
4. <i>Junco-Deschampsietum cespitosae</i>	922,0 ± 116,0	54,6 ± 11,9
5. <i>Poo-Festucetum pratensis</i>	313,0 ± 42,0	12,8 ± 3,5
6. <i>Caricetum gracilis</i>	451,0 ± 56,0	27,6 ± 5,4
7. <i>Phalaridetum arundinaceae</i>	89,0 ± 13,0	38,9 ± 8,1

Согласно данным, представленным в таблице, видно, что наибольшая удельная активность цезия-137 отмечена в надземной фи-

томассе ассоциации *Deschampsietum cespitosae*, которая превышала Республиканский допустимый уровень (РДУ, 2004), равный 1300 Бк/кг, и

эта надземная фитомасса не может использоваться на корм животным для получения цельного молока. По сравнению с другими ассоциациями также относительно высокая удельная активность надземной фитомассы наблюдалась в ассоциации *Caricetum gracilis* в 3-м объекте и в *Junco-Deschampsietum cespitosae* в 4-м объекте. Наименьшая удельная активность оказалась в базальном сообществе *Trifolium repens* во 2-м объекте. Анализ удельной активности стронция-90 выявил, что среди изучаемых ассоциаций наиболее высокая удельная активность отмечалась в 4-м объекте, приблизительно одинаковая величина удельной активности была во 2-м и 7-м объектах, а минимальная – в 1-м и 5-м. Следует отметить, что Республиканский допустимый уровень по стронцию-90 в травяном корме составляет 260 Бк/кг. Следовательно, травяной корм по удельной активности стронция-90 отвечал нормативным требованиям.

Выводы

1. Спустя 30 лет после катастрофы на Чернобыльской АЭС в почве изучаемых луговых экосистем отмечается дифференциация по накоплению цезия-137 и стронция-90.

2. В почвах луговых экосистем не наблюдалось превышения предельно допустимой концентрации содержания изучаемых тяжелых металлов.

3. Запас надземной фитомассы колебался от 3,65 т/га (*Phalaridetum arundinaceae*) до 1,17 т/га (базальное сообщество *Trifolium repens*).

4. Установлен следующий ряд чередования тяжелых металлов в надземной фитомассе в порядке убывания: Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Cr, Co, Pb.

5. Из семи изучаемых ассоциаций только в одной *Deschampsietum cespitosae* в надземной фитомассе отмечалось превышение допустимого уровня радиоцезия 1 300 Бк/кг.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В. Д. 1969. Классификация растительности. Л.: Наука.
- Алексахин Р. М., Фесенко С. В., Санжарова Н. И. 2001. Основные итоги работ в области сельскохозяйственной радиологии по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986–2001 гг. (к 15-й годовщине аварии) / Радиационная биология. Радиоэкология Т. 41. Вып. 3, 313–325.
- Головатый С. Е. 2009. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. Минск: Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2002/3.
- Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2009 г.). Минск.
- Карамышева З. В. 1967. Опыт обработки описаний пробных участков степных сообществ методом Браун-Бланке / Бот. журнал Т. 52. № 8. 1132–1145.
- Корчагин А. А. 1964. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Лавренко Е. М., Корчагин А. А. (отв. ред.) Полевая геоботаника: сб. науч. статей. Т. 3. Л.: Наука, 39.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. 2002. Современная наука о растительности. М.: Логос.
- Определитель высших растений Беларуси. 1999 / под ред. В. И. Парфенова. Мн.: Дизайн ПРО.
- Гигиенические нормативы 2.1.7.12–1–2004. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. 2004. Минск: [б.и.].
- Подольяк А. Г., Персикова Т. Ф. 2001. Влияние условий питания на размеры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай злаковых трав заболоченного луга / Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: материалы междунар. научно-практич. конференции (24–26 октября 2001 г., Горки). Ч. 2. Актуальные проблемы агрохимии в современных условиях. Горки: [б. и.]. 147–150.
- Раменский Л. Г. 1971. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука. 334.
- Гигиенический норматив 2.6.1.8.–10–2004. Республиканский допустимый уровень содержания цезия-137 в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС–2004). 2004. Минск: [б.и.].

REFERENCES

- Aleksandrova V. D. Klassifikatsiya rastitelnosti [Classification of plants]. L.: Nauka, 1969. (In Russian).
- Aleksahin R. M., Fesenko S. V., Sanzharova N. I. In: Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya [Radiation Biology. Radioecology]. Vol. 41. Is. 3 (2001): 313–325. (In Russian).
- Golovatyiy S. E. Tyazhelyie metallyi v agroekosistemah [Heavy metals in agroecosystems]. Minsk: Institute of Soil Science and Agrochemistry of NAS of Belarus. (In Russian).
- Gosudarstvennyiy zemelnyiy kadastr Respubliki Belarus (po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2009 g.) [State land cadastre of the Republic of Belarus (as of 1 January 2009)]. Minsk (2009). (In Russian).
- Karamyisheva Z. V. In: Botanicheskij Zhurnal [Botanicheskij Zhurnal]. Vol. 52, Is.8. (1967): 1132–1145. (In Russian).
- Korchagin A. A. In: Polevaya geobotanika: sb. nauch. st. [Field geobotany: collection of scientific works]. Ed. by Lavrenko E.M., Korchagin A. A. L.: Nauka. Vol. 3. (1964): 39. (In Russian).
- Mirkin B. M., Naumova L. G., Solomesch A. I. Sovremennaya nauka o rastitelnosti [Modern science of vegetation]. M.: Logos, 2002. (In Russian).
- Opredelitel vysshih rasteniy Belarusi [Determinant of higher plants in Belarus] / Ed. V. I. Parfenova. Mn.: Dizayn PRO, 1999. (In Russian).
- Gigienicheskie normativy 2.1.7.12–1–2004. Perechen predelno dopustimiyh kontsentratsiy (PDK) i orientirovochno dopustimiyh kontsentratsiy (ODK) himicheskikh veshchestv v pochve [Hygienic Standards 2.1.7.12–1–2004. List of maximum per-

missible concentrations (MPCs) and tentatively permissible concentrations (TPCTPCs) for the chemical element in soil]. Minsk, 2004. (In Russian).

Podolyak A. G., Persikova T. F. *Sovremennye problemy ispol'zovaniya pochv i povysheniya ehffektivnosti udobrenij: materialy mezhdunar. nauchno-praktich. konferencii (24–26 oktyabrya 2001 g., Gorki). Ch. 2. Aktual'nye problemy agrohimii v sovremennykh usloviyah [Modern problems of soil using and raising of fertilizers efficiency: proceedings of international scientific and practical conference (24–26 October 2001, Slides). Part 2. Actual problems of chemistry in the modern world.]. Gorki. (2001): 147–150. (In Russian).*

Ramenskiy L. G. *Izbrannyye raboty. Problemy i metody izucheniya rastitelnogo pokrova [Selected works. Problems and methods of studying vegetation cover]. L.: Nauka, 1971. (In Russian).*

Gigienicheskie normativy 2.6.1.8.–10–2004. Respublikanskiy dopustimyy uroven sodержaniya tseziya-137 v le-karstvenno-tehnicheskoy syire (RDU/LTS-2004) [Republican permissible level of cesium-137 in medicinal and technical raw materials (RDU / LTS-2004)]. Mn., 2004. (In Russian).

N. M. Dajneko
Gomel, Belarus

TECHNOGENIC CONTAMINATION OF MEADOW ECOSYSTEMS IN THE SOZH RIVER FLOODPLAIN IN VETKA DISTRICT, GOMEL REGION, 30 YEARS AFTER THE CHERNOBYL CATASTROPHE

Abstract. The article contains data on technogenic contamination of meadow ecosystems in the river Sozh floodplain in Vetka district, Gomel region, 30 years after the Chernobyl catastrophe. Seven meadow ecosystems were examined. The aim of the research was to assess contamination of meadow ecosystems by cesium-137, strontium-90 and heavy metals. Geobotanical, ecological-floristic, radiological, chemical methods were used in the research. The greatest specific activity of ^{137}Cs was recorded in *Deschampsietum cespitosae* association and the highest activity of ^{90}Sr was noticed in *Junco-Deschampsietum cespitosae* association. In the soil the highest level was stated for Fe (312,12 mg/kg) and for Mn (72,22 mg/kg). The minimum was determined for Cd (< 0.06 mg / kg); the same amount of Cr was observed in all objects. At the same time, small differences were noted in the accumulation of Co. The content of heavy metals didn't exceed the maximum permissible concentration of heavy metals in the studied meadow ecosystems soils. The *Caricetum gracilis* and *Phalaridetum arundinaceae* plant associations had the highest amount of the aboveground phytomass, namely 3,76 and 3,65 t/ha dry weight, respectively. Accumulation of Co (0,02 mg/kg); Pb (0,03 mg/kg); Cd (0,01 mg/kg); Cr (0,014 mg/kg) in the aboveground phytomass was almost equal in all meadow ecosystems. Plant associations are distinguished by the maximum content of Fe, Cu, Zn, Mn, as well as by the minimum amount. Based on the accumulation coefficient (AC), i.e. the ratio of the amount of heavy metals in the plant to the amount of heavy metals in the soil, the following series of the AC values in decreasing order was established: Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Cr, Co, Pb. The mean values vary within 0,03–15,4 (mg/kg)/(mg/kg). The maximum AC value was determined for the *Caricetum gracilis* association. The minimum AC values were stated for *Deschampsietum cespitosae*, *Poo-Festucetum pratensis*, *Junco-Deschampsietum cespitosae*. The highest specific activity for cesium-137 was observed in the aboveground phytomass of the *Deschampsietum cespitosae* association, for strontium-90 in the *Junco-Deschampsietum cespitosae* association. The specific activity for cesium-137 in the *Deschampsietum cespitosa* association was 1439 Bq/kg, and exceeded the Republican permissible level (RDU-99) – 1300 Bq/kg. The specific activity of cesium-137 did not exceed the permissible level of 1300 Bq / kg in other associations. The specific activity of the aboveground mass of all the studied associations for strontium-90 did not exceed the permissible level.

Key words: technogenic contamination; meadow ecosystems; floodplain; cesium-137; strontium-90; heavy metals.

About the authors: Nicolai Michajlovich Dajneko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor head of the Department of Botany and Plant Physiology.

Place of employment: Francisk Skorina Gomel State.

Дайнеко Н. М. Техногенное загрязнение луговых экосистем поймы р. Сож Ветковского района Гомельской области спустя 30 лет после катастрофы на ЧАЭС // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 40–46.

Dajneko N. M. Technogenic contamination of meadow ecosystems in the Sozh river floodplain in Vetka district, Gomel region, 30 years after the chernobyl catastrophe // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 40–46.

ПЕРВАЯ НАХОДКА ПРЕСНОВОДНОЙ МШАНКИ *PLUMATELLA EMARGINATA* ALLMAN, 1844 (PHYLASTOLAEMATA) В ФАУНЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В КУРЧАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Аннотация. В новых для биосферы техно-экосистемах краевые, контурные или маргинальные биотопы и их население, обитающие здесь биоценозы, играют зачастую определяющую роль, как и для всей экосистемы и человека. Важные в этих экосистемах экотопические группировки — бентос и перифитон, их гетеротрофная компонента, по гидробиологической классификации, — зообентос и зооперифитон. Исследование именно этих группировок обусловлено как их значительной ролью в жизнедеятельности гидроэкосистем, так и проблемами, связанными с биологическими помехами, которые они вызывают. До настоящего времени существуют определенные сложности в таксономической идентификации многих организмов бентоса и перифитона, в частности, пресноводных мшанок. Следует учитывать специфику технических элементов, которые могут определять своеобразные характеристики всей техно-экосистемы. В этом смысле гидроинженерия вполне сходна с естественными твердыми субстратами; водохранилище имеет черты сходства как с озером, так и с рекой. Однако многие своеобразные характеристики техно-элементов, антропогенных факторов в их сочетании с природными, совершенно отличны от последних, что и создает специфику техно-экосистем. Процессы, происходящие в техно-экосистемах, имеют двойственный характер, определяются как природными, так и техногенными факторами. Влияние природных факторов необходимо учитывать, а технические можно до определенной степени регулировать. В природных экосистемах существуют определенные закономерности структурной биотопической организации. Сочетание, взаимосвязь биотопов определяется конструкцией и режимом эксплуатации технических систем. В техно-экосистеме могут отсутствовать многие топические элементы, обычные в природных экосистемах, в то же время существует много свойственных только им. В искусственном водотоке совершенно отсутствуют такие важные элементы биотопа лотических природных систем как перекаты, плесы, меандрирование, связь с внешними пойменными водоемами. В жизни технических водоемов (техно-экосистем) изменения происходят в несколько фаз, каждая из которых связана с особенностями периода эксплуатации. Основная задача технической гидробиологии состоит не только в контроле воздействия технических систем и факторов на природную среду, но и в разработке принципов и методов управления целостной техно-экосистемой. Существуют специфические организмы (такие как губки, мшанки), в бентосе они встречаются крайне редко (Протасов А.А., Силаева А.А., 2012). Представлены материалы о первой находке вида пресноводной мшанки *Plumatella emarginata* Allman, 1844, которая в 2015 г. была отмечена в Курчатовском водохранилище на техногенных субстратах.

Ключевые слова: *Plumatella emarginata*; пресноводные мшанки; техногенные субстраты.

Сведения об авторе: Валентина Ивановна Гонтарь, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории солоноватоводной гидробиологии.

Место работы: Зоологический институт Российской академии наук.

Контактная информация: 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1, тел. 8123281311 доб. 206, e-mail: gontarvi@gmail.com.

Введение

Непроточные охлаждающие системы построены по одному принципу: сбросная подогретая вода направляется к водозабору, проходя через охлаждающие элементы — пруды-охладители, градирни, брызгальные бассейны. Таким образом, в техно-экосистемах всегда присутствует фактор перемещения водных масс, однако в прудах-охладителях скорости течений очень малы, порядка сантиметров в секунду. Это и понятно — вода должна иметь определенное время на теплоотдачу. Однако во многих системах присутствуют лотические элементы — подводящие и отводящие каналы. Расход воды в некоторых каналах сопоставим с расходом средней реки. Как правило, их отко-

сы, а в некоторых случаях и дно, облицованы бетоном, укреплены каменной наброской. Таким образом, созданы биотопы для поселений организмов перифитона. Исследования техногенных лотических систем показали, что именно в этих биотопах формируются наиболее продуктивные сообщества, здесь были отмечены наибольшие показатели биомассы, причем как в зонах наибольшего, так и наименьшего подогрева (Протасов, Силаева 2012).

В конце 70-х годов в Великобритании была описана новая болезнь лососевых, получившая название *Пролиферативной болезни почек* (Proliferative Kidney Disease, или PKD). Сперва ее обнаружили у выращиваемых лососевых (радужная форель, атлантический лосось

и др.), а в дальнейшем и в естественных популяциях лососевых, включая хариуса. Болезнь в настоящее время зарегистрирована и в других европейских странах, а также в Северной Америке. В России эта болезнь пока не отмечена. Несколько лет тому назад в теле пресноводной мшанки *Cristatella mucedo* из водоемов Великобритании были найдены споры микроспоридий, на основании которых были описаны новый род и вид паразита – *Tetracapsula bryozoides* и удалось тщательно проследить его спорообразование. При обследовании мшанок *Plumatella emarginata* и *Fredericella sultana* из рек южной Англии, обеспечивающих водой форелевые хозяйства, примерно 50% зооидов *Fredericella* содержали капсулы *T. bryozoides*. Зараженность *Plumatella* была значительно слабее (Андросова, Бауер 2000).

Материал и методы

Начиная от села Сорокино Курчатовского района до села Макаровка того же района река Сейм течет по искусственному руслу, образованному при строительстве Курской АЭС. Старое русло реки сейчас залито водами пруда-охладителя АЭС. Оба берега на участке искусственного русла пологие и низкие, значительная часть левого берега на этом участке образована дамбой пруда-охладителя.

«Наблюдения в 2014 г за динамикой развития мшанки в техногенной части СТВ были непрерывными и проводились в том числе в зимний период. В 2015 г. в ходе выполнения работы проанализированы данные о гидрофизических и гидрохимических условиях на доступном участке в р. Сейм, на всех основных участках в водоеме-охладителе (планктонные и донные сообщества), элементы гидротехнических сооружений, подверженных формированию биопомех, вызываемых мшанкой *Plumatella emarginata*.

В 2014 году произошла смена паттерна с одним пиком развития и образования на паттерн с двумя, а возможно, большим числом из продуцированных в прежние годы статобластов (в том числе и в 2000-е, в конце которых была отмечена первая аномальная вспышка формирования технического обрастания, вызванного мшанкой).

Было проведено обследование всех собранных донных проб и предоставленных проб технического обрастания на предмет наличия и состояния колоний мшанки и ее фрагментов и статобластов (сессобластов и флотобластов)» (Орлова М. И., персональное сообщение)

Результаты и обсуждение

Впервые выявлен очаг расселения мшанки *Plumatella emarginata* на акватории водоема-охладителя, расположенный в районе садкового хозяйства. Анализ данных многолетнего мониторинга этого показателя свидетельствует о том, что как средний, так и максимальный уровень прогрева водоотводящего канала постепенно увеличивается. Эта тенденция внушает серьезные опасения. Прогрев до уровня 30–33°C, как правило, является стимулирующим фактором для развития теплолюбивой альгофлоры и теплолюбивых обрастателей, например, мшанки *Plumatella emarginata*, бактериально-водорослевых матов.

На основании данных технического мониторинга и дополнительных наблюдений за макрозообентосом и перифитоном описан еще один вариант сезонной динамики развития колоний мшанки в СТВ в дополнение к описанному в 2014 г.: помимо паттерна с единственным протяженным периодом вегетации в июле–августе возможен паттерн с 6 чередованиями периодов активности, покоя и нестабильного состояния популяции, когда наблюдается два и более неравных по продолжительности периода вегетации – летом (в июне–июле, августе) и осенью (в конце октября), как это было в 2015 г. (Орлова М. И., персональное сообщение).

На материале исследований зообентоса водоемов-охладителей АЭС Украины было показано, что максимальным таксономическое богатство было на небольшой глубине, снижаясь как к зоне уреза воды, так и к большим глубинам. Что касается перифитона, приуроченная зона, наоборот, всегда была богата видами, однако, определялось это богатство поселениями здесь нитчатых водорослей, которые создавали сложный биотоп (Протасов, Силаева 2012).

Были выделены некоторые характерные особенности изменения качественных и количественных показателей сообществ. Было, в частности, отмечено, что по мере их формирования после начала эксплуатации водоема в качестве охладителя происходит все большее сглаживание в составе сообществ перифитона. В то же время, состав доминантов становился специфическим для каждой термической зоны. На полюсах термоградиента при этом формировались сообщества консортивного типа, в которых хорошо выраженные разные доминанты становились эдификаторами сообществ. В зоне максимальных температур такими эдифи-

каторами выступали мшанки, на другом полюсе – дрейссена (Протасов, Силаева 2012).

На «холодноводном» участке в изученном районе вблизи садкового хозяйства бенталь представлена разнообразными биотопами – от илистых отложений со слоями обломочного материала, песков, до зарослей погруженной и полупогруженной растительности (Орлова М.И., персональное сообщение).

В одной из июльских проб на остатках прикорневой части стебля тростника впервые обнаружена вегетирующая колония мшанки. В августе и октябре отмечен пик вегетации всех групп беспозвоночных макробентоса на фоне незначительной толщины. Кроме того, в августе и октябре в качественных пробах присутствовали компактные вегетирующие колонии мшанки. В нескольких сентябрьских и октябрьских пробах, собранных в районе садкового хозяйства, отмечено массовое прорастание статобластов и развитие колоний мшанки (Орлова М.И., персональное сообщение).

Собранные материалы позволяют, во-первых, констатировать наличие очага вегетирующей мшанки, а во-вторых – проследить с некоторыми допущениями следующую периодичность в развитии мшанкового обрастания:

– май – отсутствие вегетации в присутствии большого количества статобластов в донных отложениях;

– в июне, по всей видимости, мог иметь место первый период активизации накопленных статобластов и вегетация колоний;

– июль и август также можно отнести к периоду активности колоний мшанки;

– в сентябре на короткое время вегетация колоний прекратилась при дальнейшем увеличении количества статобластов, в том числе и в относительно изолированных участках водоема;

– в октябре вегетация возобновилась.

Участок реки Сейм был обследован пять раз с мая по октябрь.

В весенний период (май) значительную часть биомассы перифитона составили колонии мшанки, в последующие моменты наблюдений мшанка была представлена только статобластами.

Мшанка, начиная с июня, была обнаружена в виде фрагментов колоний и статобластов.

На акватории водоема-охладителя продолжает увеличиваться количество (по регистрациям в пробах) расселительных стадий мшанки – статобластов. Впервые в районе сад-

кового хозяйства в течение значительной части вегетационного сезона наблюдали вегетирующие колонии мшанки.

Так же, как и в 2014 г., вегетирующие колонии мшанки *Plumatella emarginata* в р. Сейм были обнаружены во всех майских пробах, собранных на каменистых субстратах. Колонии мшанки чаще всего обрастали раковины живых моллюсков – дрейссен. В виде обрывков деградирующие колонии мшанки были обнаружены в июльских пробах, на стадии статобластов – во все моменты наблюдений в июле и в сентябре.

На всех обследованных участках, кроме залива Голубой Лог, в грунтовых фракциях и фрагментах бактериально-водорослевых матов отмытых донных проб зарегистрированы флотобласты мшанки. Впервые в 2015 г. обнаружен очаг развития мшанки (вегетирующие колонии) в водоеме-охладителе. Вегетирующие колонии обнаружены в июле, августе и октябре. *Plumatella emarginata* в исследованном районе постоянно присутствовала в бентали в виде расселительных стадий – статобластов. Особенности жизненной стратегии мшанки – способность при наступлении благоприятных условий очень быстро образовывать колонии, с последующей также быстрой деградацией колоний при ухудшении условий и массовым высвобождением покоящихся стадий. Формирование таких очагов возможно с мая по конец октября (Орлова М. И., персональное сообщение).

У *P. emarginata* имеется два типа расселительных стадий – статобластов: не прикрепленные, способные к переносу с током воды, легко ассоциирующиеся с поверхностной пленкой, называются флотобластами; сидячие, прикрепившиеся к субстрату – сессобластами. Их морфологические особенности не менее важны для идентификации, чем особенности колоний.

Проведенное электронно-микроскопическое изучение колоний и статобластов подтвердило, что это первая находка вида пресноводной мшанки *Plumatella emarginata* Allman, 1844, которая в 2014–2015 гг. была отмечена в изученном районе на техногенных субстратах.

PLUMATELLA EMARGINATA ALLMAN, 1844

Известный ареал: Вид распространен всюду в Великобритании, Ирландии и по континенту Европа, также в Северной Америке и Новой Зеландии.

Дальнейшее описание вида приведено по Wood (Wood T. S. & Okamura, Beth, 2005) с до-

полнениями на основании изученного материала из Курчатовского водохранилища.

Колонии

Облик колонии очень изменчивый. Зооиды могут быть расположенными густо и компактно, либо очень свободно расположенными на ветвях, повисших свободно от субстрата. Серый пигмент часто появляется на стенке тела даже молодых зооидов. Контрастная прозрачная область окружает вершину аутозооида, сходится как конус на фронтальной поверхности его, чтобы сформировать V-образный вырез. Эта особенность дала название виду *emarginata*, и хотя вырез имеется также у нескольких других плумателлид, он редко столь же выражен, как у этого вида.

Вершина V-образного *emargination* отмечает начало тонкого шва, который простирается вдоль фронтальной (спинной) стороны, которая не прикреплена к субстрату. Шов отсутствует у зооидов на свободных ветках. Темные перегородки распространены у этого вида и обычно помещаются под прямым углом к главной оси ветви.

Флотобласты

Свободные статобласты *P. emarginata* отличаются относительно маленьким дорзальным небольшим окном (фенестра) и очень явной боковой асимметрией (рис. 2).

Дорзальная створка почти плоская, тогда как вентральная створка сильно выпуклая. Кроме того, вентральная створка немного больше, чем дорзальная створка, ее края простираются за края дорзальной створки по всем сторонам так, что весь шов видно с дорзальной стороны. Вентральное небольшое окно (фенестра) гладкое, а спинное небольшое окно от-

четливо с клубеньками (но гладкое у североамериканских экземпляров).

Просмотр через электронный микроскоп показывает, что у *P. emarginata* клетки кольца индивидуально выпуклы, с отличными границами, совмещаясь вместе как булыжники (рис. 1, 2). Сидячие статобласты прочные с хорошо развитым, ясным кольцом. Боковые стенки и дорзальная створка покрыты маленькими клубеньками.

В Курчатовском водохранилище статобласты продуцировались в огромных количествах (рис. 5).

Идентификация

Plumatella emarginata может быть легко принята за другие виды. В своей диффузной форме колония может быть похожей на *Fredericella* или даже на *Plumatella fruticosa*. Компактные колонии могут напомнить *Plumatella casmiana*, и флотобласт может быть легко перепутан с флотобластом *Plumatella reticulata*. Если считается, что экземпляр может быть *P. emarginata*, его отличают следующие характерные особенности:

1. Свободные статобласты сбоку асимметричны с маленькой дорзальной небольшой фенестрой. Этого одного достаточно для идентификации *P. emarginata*.
2. Если статобласты недоступны, ищут V-образный вырез близ вершины зооида, шов вдоль аутозооида и присутствие перпендикулярных перегородок внутри ветвей.
3. Если у колонии будет много длинных, свободных ветвей, то или подковообразный лофофор, или сидячий статобласт будет отличать *P. emarginata* от фредерициллид.

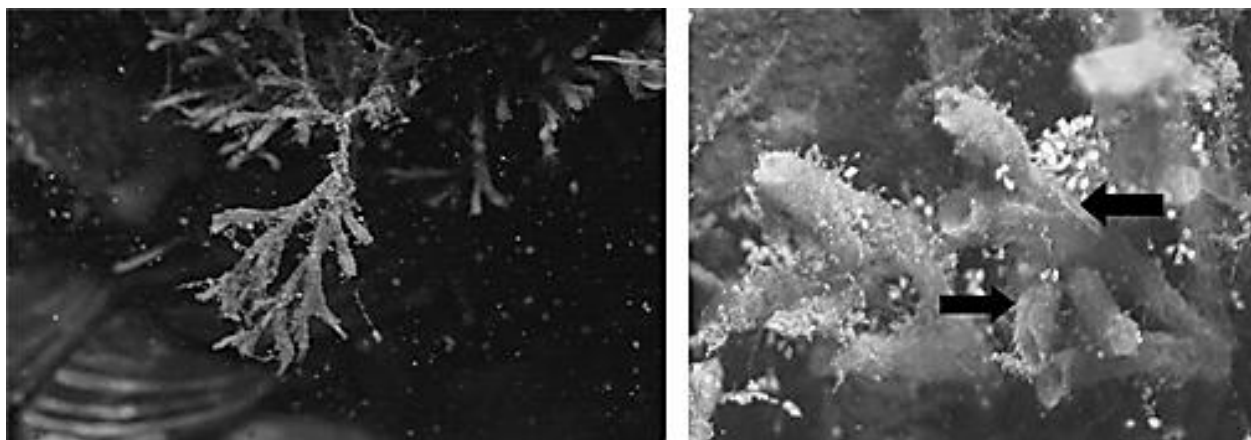


Рис. 1. Слева – ветвистая колония, справа – вырез и тонкий шов у аутозооидов

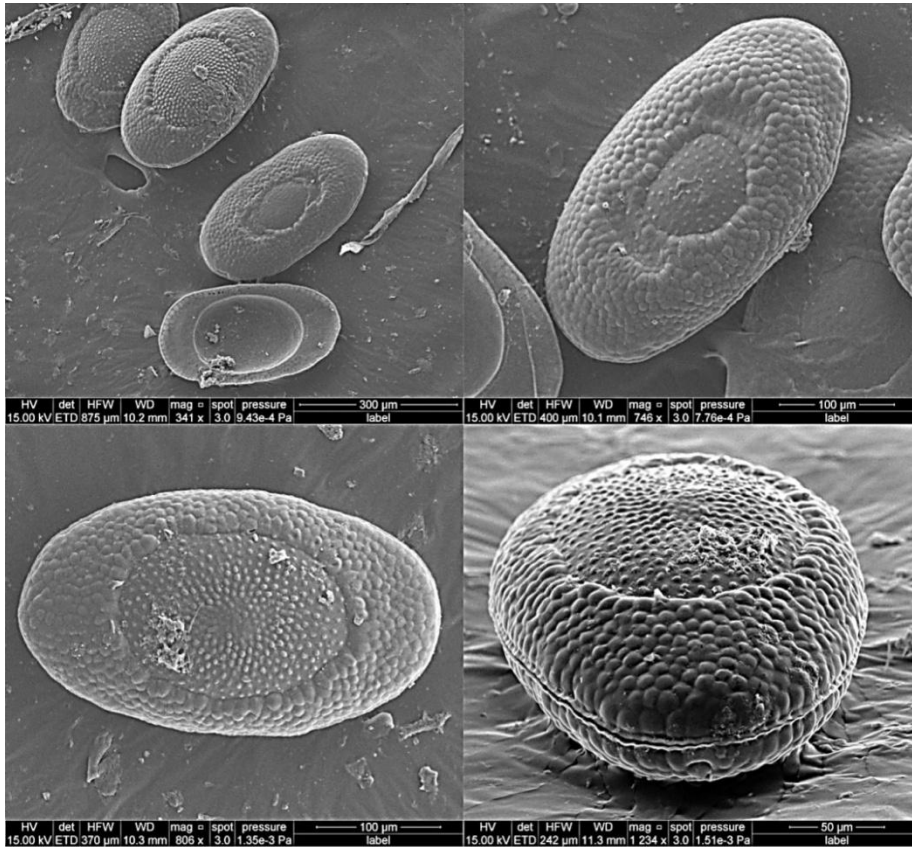


Рис. 2. Флотобласты *Plumatella emarginata*. Дорзальная и вентральная створки флотобластов. Внизу справа шов между створками

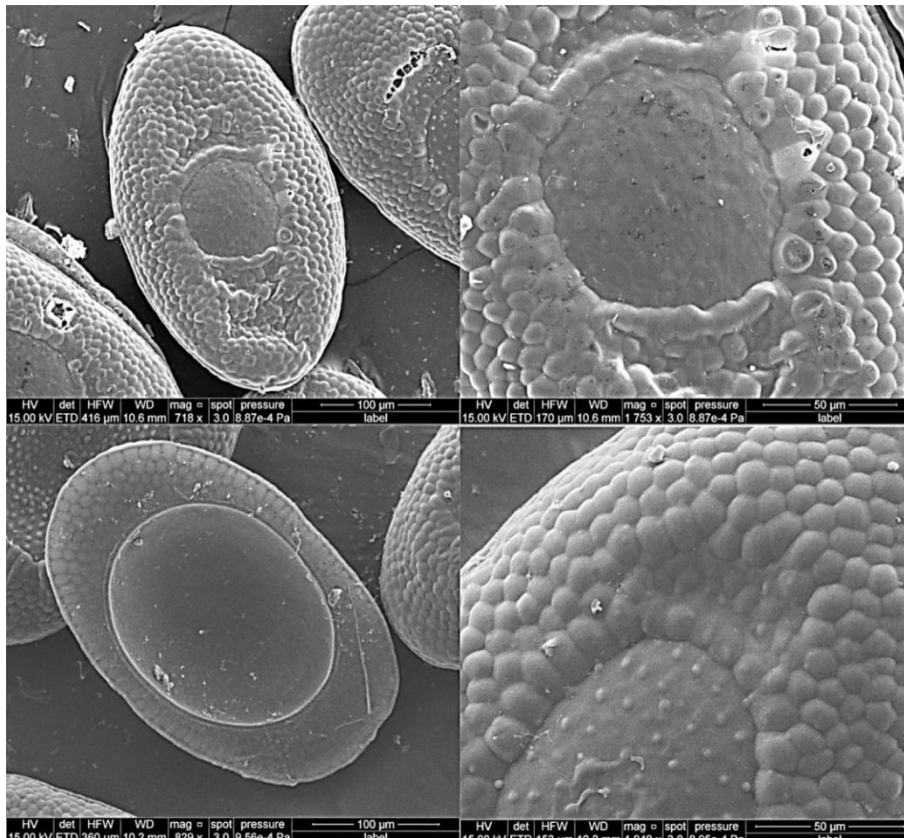


Рис. 3. Вентральная створка флотобласта с небольшой фенестрой

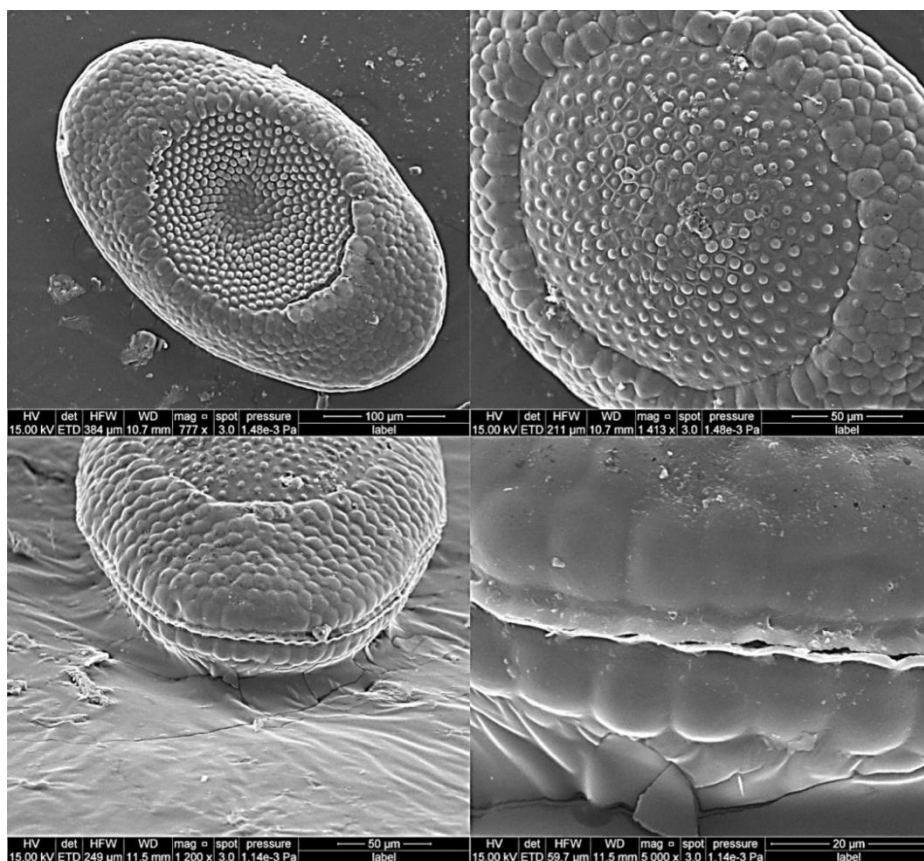


Рис. 4. Дорзальная створка *Plumatella emarginata* с клубеньками на фенестре.
Внизу слева шов между створками флотобласта

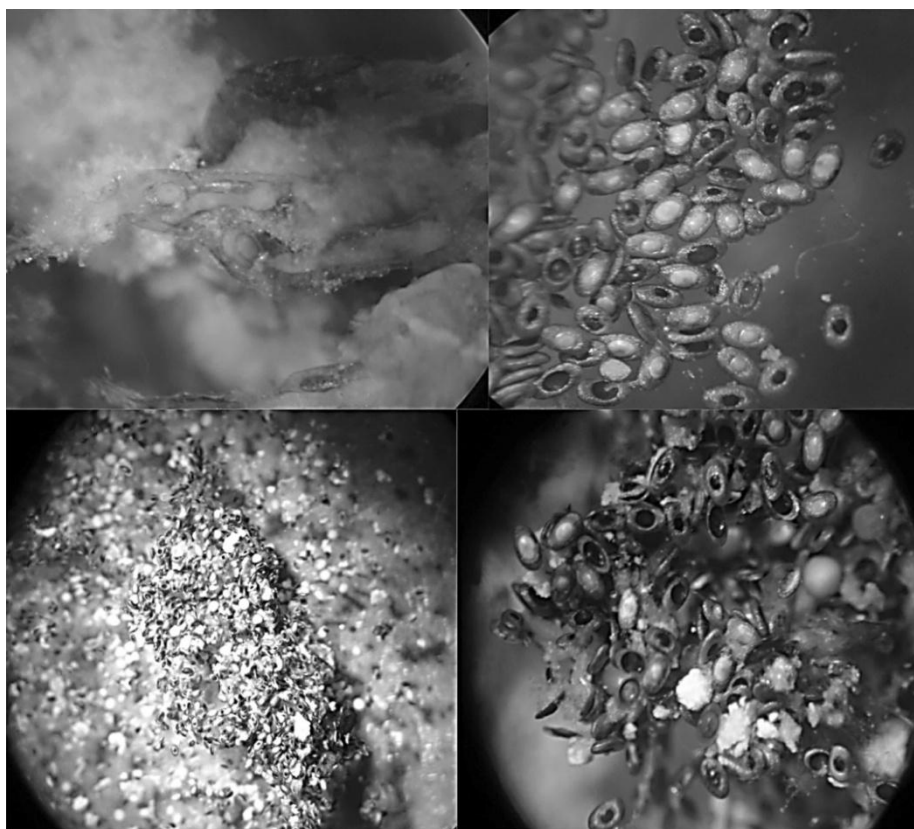


Рис. 5. Курские статобласты *Plumatella emarginata*

Сравнение

Статобласты.

Plumatella emarginata производит и флотобласты, и сессобласты.

Флотобласты обычно широко овалыны. Кольцо, заполненное секретированным газом, покрывает капсулу более широко на cystigenic (или спинной) стороне, чем на deutoplasmic (или брюшной) стороне. Фенестра, т.е. центральная область, не покрыта кольцом, большая и почти круглая на вентральной стороне, и маленькая и овальная на дорзальной стороне (рис. 2, 3, 4).

Флотобласты из колоний, найденных в природных условиях, были самыми большими в североамериканских колониях, несколько меньшими в европейских колониях и самыми маленькими в японской колонии. (Wood, Timothy S. & Okamura, Beth 2005)

Флотобласты, произведенные лабораторными колониями, были подобны по размеру флотобластам, полученным из диких колоний у американских форм. Лабораторные флотобласты европейской колонии были немного меньшими, чем дикие флотобласты у той же самой формы. Для японской колонии лабораторные флотобласты были более длинными, чем дикие флотобласты, но были меньшими, чем лабораторные флотобласты американских и европейских форм.

Исследованные нами курские флотобласты ближе по размерам к японским формам.

Колонии и полипиды у анцеструлы в японской *Plumatella emarginata* были несколько меньшими, чем анцеструлы у других двух форм

сразу после прорастания. (Wood, Timothy S. & Okamura, Beth 2005). Однако эта разница в размерах постепенно уменьшалась с последующим развитием. Форма роста колоний была та же самая в трех формах. Молодые колонии умеренно ветвились или были полностью ползущие. Большинство анцеструл продуцировали 5–6 дочерних зооидов, и перегородки между зооидами были обычными. Эктоцист был бесцветным в молодых частях колонии, но цвет менялся от желтовато-коричневого к коричневому в более старых частях. Никаких различий не было найдено среди трех форм ни по виду, ни по размерам ветвей, ни у полипидов (Wood, Timothy S. & Okamura, Beth 2005).

Три колонии из разных частей света были также подобны по числу щупалец. Спустя девять дней после прорастания у анцеструлы было приблизительно 24–26 щупалец, и другие полипиды вокруг анцеструлы имели приблизительно 37–41 щупальцев во всех формах. В более старых колониях (спустя 16 дней после прорастания) большая часть полипидов, находившихся на активно растущих ветвях, обладали 40–44 щупальцами.

Распространение

Plumatella emarginata встречается в различных средах обитания, но особенно часто в быстро текущей воде, где она прекрасно образует толстый неровный ковер на субстрате. Вид распространен всюду в Великобритании, Ирландии и по континенту Европа, также в Северной Америке и Новой Зеландии. В восточной Азии он был перепутан с подобным видом *Plumatella mukaii* (Wood 2001).

ЛИТЕРАТУРА

- Андросова Е. И., Байер О. Н. 2000. Пресноводные мшанки (BRYOZOA: PHYLACTOLAEMATA) – переносчики болезни лососевых // Паразитология Т. 34, № 3, 247–248.
- Гонтарь В. И. 2012. Мшанки (Bryozoa) континентальных вод // Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев: Институт гидробиологии НАН Украины, 248–261.
- Протасов А. А., Силаева А. А. 2012. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев: Институт гидробиологии НАН Украины.
- Callaghan T. P. 1996. Asynchronous and density – dependent germination: the spreading of risk in *Plumatella emarginata* // Oecologia Vol. 105, Issue 2, 194–198.
- Wood T. S., Okamura B. 2005. A New Key to the Freshwater Bryozoans of Britain, Ireland and Continental Europe, with Notes on Their Ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication, 63: 1–113.
- Wood T. S. 2001. *Plumatella mukaii*: a new phylactolaemate bryozoan from Asia and South America // Hydrobiologia 445, 51–56.

REFERENCES

- Androsova E. I., Bayer O. N. In: Parasitologia [Parasitology]. Vol. 34, 3 (2000): 247–248. (In Russian).
- Gontar' V. I. Mschanki (Bryozoa) kontinentalnykh vod. In: Konturnye gruppirovki gidrobiontov in techno-ekosystemach TES i AES [Marginal groups of hydrobionts in the technoecosystems of thermal and nuclear power plants] Kiev: Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, 2012. P. 248–261. (In Russian).
- Protasov A. A., Silaeva A. A. Konturnye gruppirovki gidrobiontov in techno-ekosystemach TES i AES [Marginal groups of hydrobionts in the technoecosystems of thermal and nuclear power plants] Kiev: Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine. 2012. 272. (In Russian).

Callaghan T. P. Asynchronous and density – dependent germination: the spreading of risk in *Plumatella emarginata*. In: Oecologia Vol. 105, Issue 2 (1996): 194–198.

Wood T. S., Okamura B. A New Key to the Freshwater Bryozoans of Britain, Ireland and Continental Europe, with Notes on Their Ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication, 63 (2005): 1–113.

Wood T. S. *Plumatella mukaii*: a new phylactolaemate bryozoan from Asia and South America. In: Hydrobiologia 445, (2001): 51–56.

V. I. Gontar
St. Petersburg, Russia

FIRST RECORD OF FRESHWATER BRYOZOA *PLUMATELLA EMARGINATA* ALLMAN, 1844 (PHYLACTOLAEMATA) IN THE AQUATIC INVERTEBRATE FAUNA IN THE KURCHATOV RESERVOIR

Abstract. In new for the biosphere, techno-ecosystems, the marginal, contour or marginal biotopes and their population i.e. the biocenoses that live here, often play a determining role for the whole ecosystem and a man. Important for these ecosystems are ecotopic groupings (benthos and periphyton), their heterotrophic component and according to the hydrobiological classification - zoobenthos and zooperiphyton. The studying of these groups was caused by their significant role in the life activity of hydroecosystems as well as by the problems associated with the biological disturbances they cause. To date, there are certain difficulties in the taxonomic identification of benthos and periphyton organisms in general and freshwater bryozoans in particular. It is necessary to take into account the specificity of technical elements that can determine peculiar characteristics of the entire techno-ecosystem. In this sense, the surface of hydroconstructions is quite similar to natural solid substrates. The reservoir has similarities, both with a lake and a river. However, many peculiar characteristics of techno-elements and anthropogenic factors in combination with the natural ones are completely different from the latter, which creates the specificity of techno-ecosystems. The processes occurring in techno-ecosystems are of a dual nature and are determined both by natural and technogenic factors. The influence of natural factors must be taken into account while the technical ones can be regulated to a certain extent. In natural ecosystems, there are some patterns of structural biotopic organization. The combination and interrelation of biotopes is determined by the design and operation mode of technical systems. A lot of topical elements may be absent in techno-ecosystems though they are common in natural ecosystems. At the same time, there are many peculiarities in natural ecosystems. In an artificial watercourse there are no such important elements of the biotope of lotic natural systems as ruts, stretches, meandering and connection with external floodplain reservoirs. In the life of technical reservoirs (techno-ecosystems) changes occur in several phases, each related to the peculiarities of the period of using. The main task of technical hydrobiology is not only to control the impact of technical systems and factors on the natural environment, but to develop principles and methods for managing an integrated techno-ecosystem as well.

There are specific organisms (such as sponges, bryozoans) which are extremely rare in the benthos.

Reported are data of the first finding of freshwater bryozoan species *Plumatella emarginata* Allman, 1844 which was found in the Kurchatov reservoir on artificial substrates in 2015.

Key words: *Plumatella emarginata*; freshwater Bryozoa; artificial substrata.

About the author: Valentina Ivanovna Gontar', Candidate of Biological Sciences, senior researcher laboratory of brackishwater hydrobiology.

Place of employment: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences.

Гонтарь В. И. Первая находка пресноводной мшанки *Plumatella emarginata* Allman, 1844 (Phylactolaemata) в фауне беспозвоночных в Курчатовском водохранилище // Вестник Нижегородского государственного университета. 2017. № 4. С. 47–54.

Gontar V. I. First record of freshwater bryozoa *Plumatella emarginata* Allman, 1844 (Phylactolaemata) in the aquatic invertebrate fauna in the Kurchatov reservoir // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 47–54.

УДК 574.21; 593.12

Е. В. Кулюкина, А. Г. Карташев
Томск, Россия

ВЛИЯНИЕ БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования по воздействию бензина и дизельного топлива на численный и видовой состав сообщества раковинных амёб в светло-серой лесной почве. Было показано, что почвенные беспозвоночные животные могут быть использованы в качестве биоиндикаторов уровня загрязнения окружающей среды. Изучалось влияние бензина и дизельного топлива на сообще-

ства раковинных амёб в лабораторных условиях. Нефтезагрязнения вносились в концентрациях 20, 100 г/кг сухой почвы, в качестве контроля рассматривался участок без внесения концентрации. Подсчет и анализ беспозвоночных организмов проводился с использованием микроскопа БИОМЕД-2 при увеличении $\times 160$. Учет раковинных амёб осуществлялся прямым микроскопированием почвенной суспензии. Наибольшее воздействие на структуру и численность сообществ оказывает нефтезагрязнение концентрацией 200 г/кг. На исследуемых участках, загрязненных бензином и дизельным топливом с различной концентрацией, определено 14 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodial*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Plagiopyxis intermedia*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*, *Phryganella paradoxa*, *Cryptodiffugia minor*. Выявлены устойчивые к воздействию нефтепродуктов виды раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Plagiopyxis glyphostoma*. Также установлено снижение численности и видового разнообразия сообществ раковинных амёб при внесении различной концентрации нефтезагрязнений в почву. Материал по проведенному исследованию может быть использован научными сотрудниками, преподавателями и студентами, специализирующимися в области биологии, общей экологии и природопользования.

Ключевые слова: раковинные амёбы; почвенные беспозвоночные; нефтепродукты; бензин; дизельное топливо.

Сведения об авторах: Елена Викторовна Кулюкина¹, аспирант кафедры РЭТЭМ; Александр Георгиевич Карташев², доктор биологических наук, профессор кафедры РЭТЭМ.

Место работы: ^{1,2}Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

Контактная информация: ^{1,2}634034, Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 40, e-mail: ¹kuljukinaelena@rambler.ru, ²kartag@rambler.ru.

Развитие нефтедобывающей отрасли Западной Сибири привело к региональным экологическим изменениям. Нарушение естественной среды обитания начинается с проведения разведочных работ. Механическому разрушению подвергается почвенный покров на кустовых площадках, буровых скважинах, автодорогах (Карташев 2007: 218).

Дизельные и бензиновые загрязнения почв характерны на автозаправках. Снеговые и дождевые воды способствуют распространению нефтепродуктов и негативному влиянию их на растительные и животные сообщества (Карташев, Смолина 2006). Беспозвоночные животные достаточно широко используются для целей биоиндикации (Карташев 1999: 192). Состояние сообществ почвенных раковинных амёб при нефтезагрязнениях изменяется в зависимости от уровня деградации почв. Устойчивость раковинных амёб варьирует в широких пределах (Залялетдинова и др. 2016: 146; Карташев и др. 2011: 146). В настоящее время недостаточная изученность влияния нефтепродуктов на сообщества раковинных амёб не позволяет перейти к комплексной биоиндикации. Поэтому целью исследований являлось изучение изменений сообществ раковинных амёб в зависимости от концентрации бензина и дизельного топлива в почве в контролируемых лабораторных условиях.

Методика исследований

Объектом исследования являлись сообщества раковинных амёб. Строение амёб характеризуется наличием твердой раковинки,

сохраняющейся в почве после отмирания самой амёбы и дающей сведения о таксономическом статусе организма, о жизненных формах и экологических группах в локальной фауне. В работе рассматривалось влияние бензина и дизельного топлива на раковинных амёб, относящихся к 14 видам: *Phryganella acropodial*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Plagiopyxis intermedia*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*, *Phryganella paradoxa*, *Cryptodiffugia minor*.

Исследования проводились в контролируемых лабораторных условиях в течение четырех недель при внесении нефтепродуктов: бензин 20 г/кг, бензин 100 г/кг, дизельное топливо 20 г/кг, дизельное топливо 100 г/кг. Опыты проводились в пластиковых кюветах размером 0,5х0,2х0,15 м. В лабораторные кюветы помещалась смешанная проба гумусового слоя (А₁, 0–20 см) серых лесных почв зернистокомковатой структуры влажностью 35–45% по килограмму почвы в каждую кювету. Каждая кювета делилась на две части: опытную и контрольную.

Пробы почв для анализа брали в поверхностном горизонте на глубине 0–10 см. Для исследования влияния нефтепродуктов на сообщества раковинных амёб использовались бензин и дизельное топливо. В состав нефтепродуктов входят легкие углеводороды, сера, азот, свинец и 10–40% парафиновых углеводородов (от 20 до 60% – нафеновые и 14–30% – арома-

тические углеводороды). Влияние бензина и дизельного топлива приводит к изменению свойств почв и повышению химической токсичности. Ароматические углеводороды, находясь в почвах, оказывают наркотическое и токсическое действие на живые организмы и приводят к их гибели.

Анализ численности и видового состава раковинных амёб производился прямым микроскопированием водной почвенной суспензии в чашках Петри в определенном количестве полей зрения (Гельцер и др. 1985: 79). Почвенные образцы грунта, доведенные до воздушно-сухого состояния, распределялись тонким слоем на ровной поверхности. Водная суспензия приготавливалась из 200 мг почвы и 20 мл дистиллированной воды. Взвесь отстаивали в течение суток, надсадочную прозрачную жидкость сливали, оставшееся количество фильтрата переносили в градуированную емкость и повторно отстаивали. Суспензию, содержащую 5 г субстрата в 10 мл воды, окрашивали раствором эритрозина в течение суток. Для микроскопирования 2 мл фильтрата помещали в чашку Петри. Фильтрат разбавляли водой до объема, удобного для микроскопирования, и равномерно распределяли по дну чашки. Под микроскопом БИОМЕД-2 при увеличении $\times 160$ по полям зрения просматривали суспензию. Определяли видовой состав раковинных амёб, количество живых тестаций и пустых раковин в двукратной повторности. В каждой пробе подсчитано не менее 150 экземпляров. Полученные значения численности раковин пересчитывали на 1 г сухого субстрата. Влажность определяли весовым методом (Агротехнические методы исследования почв 1965). Виды амёб определяли при помощи руководств (Карпов 2000: 451–508; Bonnet et al. 1960: 78; Lechowicz et al. 1991: 687–696).

Результаты и обсуждения

Видовой состав раковинных амёб в зависимости от разной концентрации бензина и дизельного топлива однороден. Основное количество видов раковинных амёб в лабораторных исследованиях составляют представители семейств *Phryganella*, *Nebela*, *Centropyxis*, *Plagiopyxis*, остальные семейства представлены по одному виду.

Раковинки обнаруженных видов раковинных амёб относятся к 4 морфологическим типам и имеют как однокамерное строение раковинки, так и двухкамерное, обуславливающее дополнительную изоляцию цитоплазмы

относительно внешней среды. К акростомному типу относятся раковинные амёбы с терминально расположенным устьем при осевой симметрии с возможным латеральным сжатием: *Nebela dentistoma*, *Nebela militaris*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*. Плагиостомный тип характеризуется эксцентричным расположением раковинки на вентральной стороне, полость не разделена на брюшко и козырек: *Chlamydohprys minor*, *Cryptodiffugia compressa*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*. К циклостомному типу относятся *Phryganella acropodia*, *Phryganella paradoxa*, *Cyclopyxis aroelloide*, имеющие сферическую или полусферическую форму с уплощенной центральной поверхностью и центрально расположенным устьем. К криптостомному типу относятся раковинные амёбы, имеющие щелевидные, эксцентрично расположенные на вентральной подошве псевдостомы, прикрытые выступами дорзальной стенки – *Plagiopyxis glyphostoma*, *Plagiopyxis intermedia*. Изменение видового разнообразия раковинных амёб при внесении различной концентрации бензина и дизельного топлива в период исследований представлено в таблице 1.

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволяет заметить, что с увеличением концентрации нефтепродуктов происходит гибель раковинных амёб. Виды *Centropyxis platystoma* и *Centropyxis cassis* отсутствуют только при концентрации бензина и дизельного топлива 100 г на кг почвы. Это свидетельствует о низкой устойчивости к химическим неорганическим загрязнениям двух видов раковинных амёб. Остальные виды, наблюдаемые в исследуемых пробах, имеют тенденцию к снижению численности особей в зависимости от концентрации нефтезагрязнений.

Анализ среднестатистических результатов, представленных на рисунке 1, позволяет считать, что увеличение концентрации токсических веществ коррелирует со снижением общей численности раковинных амёб. Максимальная общая численность тестаций наблюдается в первую неделю исследования в контрольной пробе. Минимальная численность амёб отмечается в четвертую неделю исследований при концентрации бензина 100 г на килограмм почвы. Снижение общей численности на 50% относительно контрольных значений свидетельствует о критическом уровне выживания сообществ раковинных амёб при действии нефтезагрязнений.

Таблица 1

Изменение видового состава раковинных амёб при внесении различной концентрации бензина и дизельного топлива в период исследований

Виды раковинных амёб	Концентрации растворов г/кг					Особенности строения	
	0	Б-20	Б-100	Д-20	Д-100	Морфотип	Раковинка
<i>Chlamydohprys minor</i>	+	+	+	+	+	Плк*	Однокамерная
<i>Phryganella acropodia</i>	+	+	+	+	+	Ц*	Однокамерная
<i>Phryganella paradoxa</i>	+	+	+	+	+	Ц*	Однокамерная
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	+	+	+	+	+	Плк*	Однокамерная
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	+	+	+	+	+	Ц*	Двухкамерная
<i>Nebela dentistoma</i>	+	+	+	+	+	Акс*	Однокамерная
<i>Nebela militaris</i>	+	+	+	+	+	Акс*	Однокамерная
<i>Nebela lageniformis</i>	+	+	+	+	+	Акс*	Однокамерная
<i>Nebela collaris</i>	+	+	+	+	+	Акс*	Однокамерная
<i>Centropyxis vandeli</i>	+	+	+	+	+	Плк*	Двухкамерная
<i>Centropyxis platystoma</i>	+	+		+		Плк*	Двухкамерная
<i>Centropyxis cassis</i>	+	+		+		Плк*	Двухкамерная
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	+	+	+	+	+	Крк*	Двухкамерная
<i>Plagiopyxis intermedia</i>	+	+	+	+	+	Крк*	Двухкамерная

Примечание: *Акс – акростомный сжатый; Плк – плагиостомный простой; Ц – центростомный; Крк – криптостомный с козырьком.

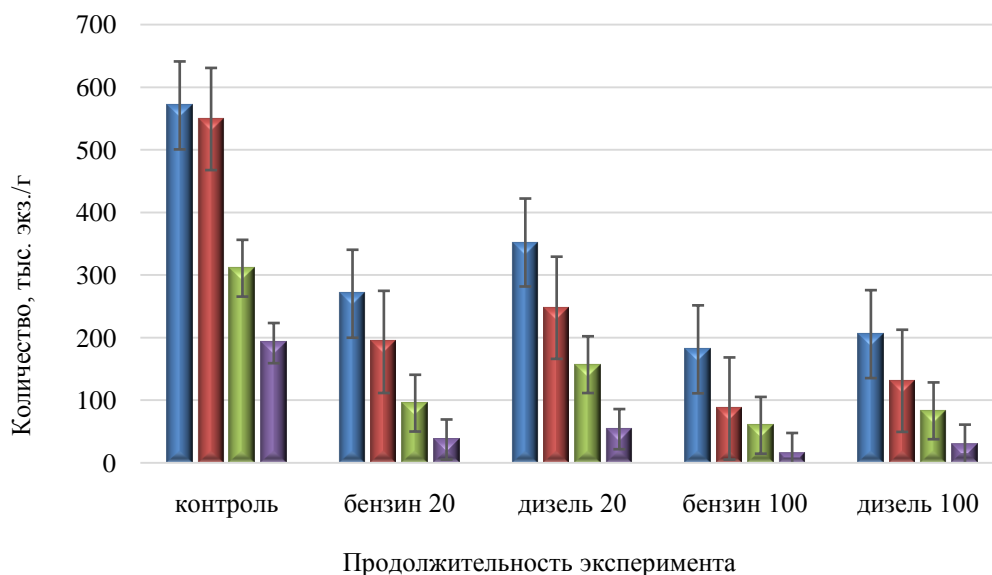


Рис. 1. Изменение общей численности раковинных амёб в зависимости от концентрации внесения бензина и дизельного топлива

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет заметить, что при исследуемой концентрации бензина происходит снижение численности сообществ раковинных амёб. Максимальная численность наблюдается у вида *Phryganella acropodia* в первую неделю исследований и составляет $51,6 \pm 1,7$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы, что в 1,8 раза меньше по сравнению с контролем. Минимальная численность наблюдается у вида *Centropyxis cassis* и

составляет $1,6 \pm 0,05$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы, в контрольной кювете численность *Centropyxis cassis* была выше в 4 раза. При действии бензина с концентрацией 20 г/кг элиминируются виды *Nebela militaris*, *Centropyxis platystoma* с третьей недели, виды *Chlamydohprys minor*, *Phryganella paradoxa*, *Cryptodiffugia compressa*, *Centropyxis vandeli*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Plagiopyxis intermedia* исчезают на четвертой неделе исследования.

Таблица 2

Изменение численности ракообразных амёб при концентрации бензина 20 г/кг почвы

Виды ракообразных амёб	Концентрация бензина 20 г/кг Длительность действия токсиканта			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Chlamydohrys minor</i>	$\frac{34 \pm 1,1}{11,6 \pm 0,4}$	$\frac{33,5 \pm 1,1}{5,4 \pm 0,1}$	$\frac{18,1 \pm 0,6}{1,7 \pm 0,05}$	$\frac{11,2 \pm 0,3}{0}$
<i>Phryganella acropodia</i>	$\frac{95,6 \pm 3,2}{51,6 \pm 1,7}$	$\frac{100,5 \pm 3,4}{40 \pm 1,3}$	$\frac{48,3 \pm 1,6}{17,3 \pm 0,5}$	$\frac{31,8 \pm 1}{8,8 \pm 0,3}$
<i>Phryganella paradoxa</i>	$\frac{27,6 \pm 0,9}{8,3 \pm 0,2}$	$\frac{25,7 \pm 0,8}{3,6 \pm 0,1}$	$\frac{14,1 \pm 0,4}{1,7 \pm 0,05}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$\frac{44,6 \pm 1,5}{23,3 \pm 0,8}$	$\frac{46,3 \pm 1,5}{16,3 \pm 0,5}$	$\frac{30,2 \pm 1}{6,9 \pm 0,2}$	$\frac{18,7 \pm 0,6}{0}$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$\frac{76,5 \pm 2,6}{39,9 \pm 1,3}$	$\frac{69,5 \pm 2,3}{32 \pm 1,1}$	$\frac{38,4 \pm 1,3}{12,1 \pm 0,4}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{5,2 \pm 0,1}$
<i>Nebela dentistoma</i>	$\frac{57,4 \pm 1,9}{28,3 \pm 0,9}$	$\frac{59,2 \pm 2}{23,7 \pm 0,8}$	$\frac{36,2 \pm 1,2}{19 \pm 0,6}$	$\frac{24,3 \pm 0,8}{7 \pm 0,2}$
<i>Nebela militaris</i>	$\frac{19,7 \pm 0,6}{6,6 \pm 0,2}$	$\frac{15,4 \pm 0,5}{1,8 \pm 0,06}$	$\frac{8 \pm 0,2}{0}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Nebela lageniformis</i>	$\frac{61,6 \pm 2,1}{33,2 \pm 1,1}$	$\frac{56,6 \pm 1,9}{23,6 \pm 0,8}$	$\frac{38,3 \pm 1,3}{13,8 \pm 0,4}$	$\frac{22,4 \pm 0,7}{8,8 \pm 0,3}$
<i>Nebela collaris</i>	$\frac{72,3 \pm 2,4}{41,6 \pm 1,4}$	$\frac{64,4 \pm 2,2}{30,9 \pm 1}$	$\frac{40,3 \pm 1,3}{17,3 \pm 0,5}$	$\frac{29,9 \pm 1}{7 \pm 0,2}$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$\frac{23,3 \pm 0,8}{0,8 \pm 0,2}$	$\frac{23,1 \pm 0,7}{3,6 \pm 0,1}$	$\frac{12 \pm 0,4}{1,7 \pm 0,06}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Centropyxis platystoma</i>	$\frac{10,6 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,1}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{1,8 \pm 0,06}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Centropyxis cassis</i>	$\frac{6,3 \pm 0,2}{1,6 \pm 0,05}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{0}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	$\frac{19,2 \pm 0,6}{6,7 \pm 0,2}$	$\frac{18 \pm 0,6}{5,4 \pm 0,1}$	$\frac{8 \pm 0,2}{1,7 \pm 0,05}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Plagiopyxis intermedia</i>	$\frac{21,2 \pm 0,7}{4,9 \pm 0,1}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{3,6 \pm 0,1}$	$\frac{10 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,06}$	$\frac{5,6 \pm 0,1}{0}$

Примечание: в числителе дроби – среднестатистическая численность вида в контроле, в знаменателе – в опыте.

Результаты, представленные в таблице 3, показывают, что доминантный вид *Phryganella acropodia* сохраняет свое положение и наблюдается в первую неделю исследования с численностью $37,4 \pm 1,2$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы. Минимальная численность отмечается у видов *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis* и составляет $1,7 \pm 0,05$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы на четвертой не-

деле исследования, в контрольной серии наблюдается превышение в 12–14 раз. Виды *Phryganella paradoxa*, *Centropyxis vandeli*, которые встречались в лабораторных кюветах с концентрацией 20 г/кг, элиминируются при концентрации бензина 100 г/кг. Виды *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis* не встречаются.

Таблица 3

Изменение численности раковинных амёб при концентрации бензина 100 г/кг почвы

Виды раковинных амёб	Концентрация бензина 100 г/кг Длительность действия токсиканта			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Chlamydohprys minor</i>	$\frac{34 \pm 1,1}{4,4 \pm 0,1}$	$\frac{33,5 \pm 1,1}{2,1 \pm 0,07}$	$\frac{18,1 \pm 0,6}{0}$	$\frac{11,2 \pm 0,3}{0}$
<i>Phryganella acropodia</i>	$\frac{95,6 \pm 3,2}{37,4 \pm 1,2}$	$\frac{100,5 \pm 3,4}{25,2 \pm 0,8}$	$\frac{48,3 \pm 1,6}{12,6 \pm 0,4}$	$\frac{31,8 \pm 1}{5,1 \pm 0,1}$
<i>Phryganella paradoxa</i>	$\frac{27,6 \pm 0,9}{2,2 \pm 0,07}$	$\frac{25,7 \pm 0,8}{0}$	$\frac{14,1 \pm 0,4}{0}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$\frac{44,6 \pm 1,5}{17,6 \pm 0,6}$	$\frac{46,3 \pm 1,5}{10,5 \pm 0,3}$	$\frac{30,2 \pm 1}{3,6 \pm 0,1}$	$\frac{18,7 \pm 0,6}{0}$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$\frac{76,5 \pm 2,6}{26,5 \pm 0,9}$	$\frac{69,5 \pm 2,3}{10,6 \pm 0,3}$	$\frac{38,4 \pm 1,3}{7,2 \pm 0,2}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{1,7 \pm 0,06}$
<i>Nebela dentistoma</i>	$\frac{57,4 \pm 1,9}{19,8 \pm 0,6}$	$\frac{59,2 \pm 2}{12,7 \pm 0,4}$	$\frac{36,2 \pm 1,2}{7,2 \pm 0,2}$	$\frac{24,3 \pm 0,8}{1,7 \pm 0,06}$
<i>Nebela militaris</i>	$\frac{19,7 \pm 0,6}{2,2 \pm 0,07}$	$\frac{15,4 \pm 0,5}{0}$	$\frac{8 \pm 0,2}{16,3 \pm 0,5}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Nebela lageniformis</i>	$\frac{61,6 \pm 2,1}{26,4 \pm 0,9}$	$\frac{56,6 \pm 1,9}{12,6 \pm 0,4}$	$\frac{38,3 \pm 1,3}{5,4 \pm 0,1}$	$\frac{22,4 \pm 0,7}{1,7 \pm 0,05}$
<i>Nebela collaris</i>	$\frac{72,3 \pm 2,4}{35,2 \pm 1,2}$	$\frac{64,4 \pm 2,2}{8,4 \pm 0,2}$	$\frac{40,3 \pm 1,3}{7,2 \pm 0,2}$	$\frac{29,9 \pm 1}{5,1 \pm 0,1}$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$\frac{23,3 \pm 0,8}{4,4 \pm 0,1}$	$\frac{23,1 \pm 0,7}{0}$	$\frac{12 \pm 0,4}{0}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Centropyxis platystoma</i>	$\frac{10,6 \pm 0,3}{0}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{0}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Centropyxis cassis</i>	$\frac{6,3 \pm 0,2}{0}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{0}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	$\frac{19,2 \pm 0,6}{2,2 \pm 0,07}$	$\frac{18 \pm 0,6}{2,1 \pm 0,07}$	$\frac{8 \pm 0,2}{0}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Plagiopyxis intermedia</i>	$\frac{21,2 \pm 0,7}{2,4 \pm 0,08}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{2,1 \pm 0,07}$	$\frac{10 \pm 0,3}{0}$	$\frac{5,6 \pm 0,1}{0}$

Примечание: в числителе дроби – среднестатистическая численность вида в контроле, в знаменателе – в опыте.

Анализ данных, представленных в таблице 4, позволяет заметить, что при исследуемой концентрации дизельного топлива происходит увеличение численности сообществ раковинных амёб по сравнению с численностью раковинных амёб при внесении концентрации бензина 20 тыс. экз./г абсолютно сухой почвы. Максимальная численность наблюдается у вида *Phryganella acropodia* в первую неделю исследований и составляет $75,9 \pm 2,6$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы, что в 1,2 раза меньше по сравнению с контролем и в 2 раза больше чис-

ленности в эксперименте с бензином. Минимальная численность наблюдается у нескольких видов: *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis* и составляет $2 \pm 0,07$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы, в то время как в контрольной кювете численность этих видов увеличивается почти в 3,8 раза. При дальнейшем наблюдении хода эксперимента было установлено, что все виды, кроме *Cryptodiffugia compressa*, исчезли.

Таблица 4

Изменение численности ракообразных амёб при концентрации дизельного топлива 20 г/кг почвы

Виды ракообразных амёб	Концентрация дизельного топлива 20 г/кг Длительность действия токсиканта			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Chlamydohprys minor</i>	$\frac{34 \pm 1,1}{13 \pm 0,4}$	$\frac{33,5 \pm 1,1}{8,1 \pm 0,2}$	$\frac{18,1 \pm 0,6}{4,1 \pm 0,1}$	$\frac{11,2 \pm 0,3}{0}$
<i>Phryganella acropodia</i>	$\frac{95,6 \pm 3,2}{75,9 \pm 2,6}$	$\frac{100,5 \pm 3,4}{54,7 \pm 1,8}$	$\frac{48,3 \pm 1,6}{31,3 \pm 1}$	$\frac{31,8 \pm 1}{12,3 \pm 0,4}$
<i>Phryganella paradoxa</i>	$\frac{27,6 \pm 0,9}{15,1 \pm 0,5}$	$\frac{25,7 \pm 0,8}{6 \pm 0,2}$	$\frac{14,1 \pm 0,4}{2,1 \pm 0,07}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$\frac{44,6 \pm 1,5}{34,7 \pm 1,1}$	$\frac{46,3 \pm 1,5}{22,3 \pm 0,7}$	$\frac{30,2 \pm 1}{12,5 \pm 0,4}$	$\frac{18,7 \pm 0,6}{2 \pm 0,07}$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$\frac{76,5 \pm 2,6}{43,4 \pm 1,4}$	$\frac{69,5 \pm 2,3}{40,5 \pm 1,3}$	$\frac{38,4 \pm 1,3}{27,2 \pm 0,9}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{6,1 \pm 0,2}$
<i>Nebela dentistoma</i>	$\frac{57,4 \pm 1,9}{32,5 \pm 1,1}$	$\frac{59,2 \pm 2}{30,4 \pm 1}$	$\frac{36,2 \pm 1,2}{27,1 \pm 0,9}$	$\frac{24,3 \pm 0,8}{14,4 \pm 0,4}$
<i>Nebela militaris</i>	$\frac{19,7 \pm 0,6}{6,5 \pm 0,2}$	$\frac{15,4 \pm 0,5}{2 \pm 0,07}$	$\frac{8 \pm 0,2}{0}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Nebela lageniformis</i>	$\frac{61,6 \pm 2,1}{39 \pm 1,3}$	$\frac{56,6 \pm 1,9}{22,3 \pm 0,7}$	$\frac{38,3 \pm 1,3}{16,7 \pm 0,5}$	$\frac{22,4 \pm 0,7}{8,2 \pm 0,2}$
<i>Nebela collaris</i>	$\frac{72,3 \pm 2,4}{56,4 \pm 1,9}$	$\frac{64,4 \pm 2,2}{38,5 \pm 1,3}$	$\frac{40,3 \pm 1,3}{25 \pm 0,8}$	$\frac{29,9 \pm 1}{10,3 \pm 0,3}$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$\frac{23,3 \pm 0,8}{8,6 \pm 0,2}$	$\frac{23,1 \pm 0,7}{6 \pm 0,2}$	$\frac{12 \pm 0,4}{2 \pm 0,07}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Centropyxis platystoma</i>	$\frac{10,6 \pm 0,3}{4,3 \pm 0,1}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{2 \pm 0,07}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Centropyxis cassis</i>	$\frac{6,3 \pm 0,2}{4,3 \pm 0,1}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{2 \pm 0,06}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	$\frac{19,2 \pm 0,6}{10,8 \pm 0,3}$	$\frac{18 \pm 0,6}{6,1 \pm 0,2}$	$\frac{8 \pm 0,2}{4,1 \pm 0,1}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Plagiopyxis intermedia</i>	$\frac{21,2 \pm 0,7}{6,6 \pm 0,2}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{6,1 \pm 0,2}$	$\frac{10 \pm 0,3}{4,1 \pm 0,1}$	$\frac{5,6 \pm 0,1}{0}$

Примечание: в числителе дроби – среднестатистическая численность вида в контроле, в знаменателе – в опыте.

Анализ данных, представленных в таблице 5, позволяет заметить, что доминантный вид *Phryganella acropodia* сохраняет свое положение и характеризуется численностью, равной $50,7 \pm 1,7$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы в первую неделю исследований. Минимальная численность наблюдается у вида *Cryptodiffugia compressa* на четвертой неделе исследования и составляет $1,9 \pm 0,06$ тыс. экз./г абсолютно сухой почвы и по сравнению с контрольной серией

снижается в 9,8 раз. При действии дизельного топлива с концентрацией 100 г/кг элиминируются виды *Chlamydohprys minor*, *Phryganella paradoxa*, *Centropyxis vandeli*, *Plagiopyxis intermedia* с третьей недели исследований, за исключением *Nebela militaris*, который наблюдается только в первую неделю. Виды *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis* наблюдаются только в контрольных кюветах.

Таблица 5

Изменение численности раковинных амёб при концентрации дизельного топлива 100 г/кг почвы

Виды раковинных амёб	Концентрация дизельного топлива 100 г/кг Длительность действия токсиканта			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Chlamydohyprys minor</i>	$\frac{34 \pm 1,1}{6,8 \pm 0,2}$	$\frac{33,5 \pm 1,1}{4,5 \pm 0,1}$	$\frac{18,1 \pm 0,6}{0}$	$\frac{11,2 \pm 0,3}{0}$
<i>Phryganella acropodia</i>	$\frac{95,6 \pm 3,2}{50,7 \pm 1,7}$	$\frac{100,5 \pm 3,4}{31,5 \pm 1}$	$\frac{48,3 \pm 1,6}{18,9 \pm 0,6}$	$\frac{31,8 \pm 1}{7,6 \pm 0,2}$
<i>Phryganella paradoxa</i>	$\frac{27,6 \pm 0,9}{6,8 \pm 0,2}$	$\frac{25,7 \pm 0,8}{4,5 \pm 0,1}$	$\frac{14,1 \pm 0,4}{0}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$\frac{44,6 \pm 1,5}{23 \pm 0,7}$	$\frac{46,3 \pm 1,5}{13,5 \pm 0,4}$	$\frac{30,2 \pm 1}{7 \pm 0,2}$	$\frac{18,7 \pm 0,6}{1,9 \pm 0,06}$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$\frac{76,5 \pm 2,6}{16,2 \pm 0,5}$	$\frac{69,5 \pm 2,3}{18,1 \pm 0,6}$	$\frac{38,4 \pm 1,3}{11,8 \pm 0,4}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{3,9 \pm 0,1}$
<i>Nebela dentistoma</i>	$\frac{57,4 \pm 1,9}{36,9 \pm 1,2}$	$\frac{59,2 \pm 2}{18 \pm 0,6}$	$\frac{36,2 \pm 1,2}{14,2 \pm 0,4}$	$\frac{24,3 \pm 0,8}{5,8 \pm 0,2}$
<i>Nebela militaris</i>	$\frac{19,7 \pm 0,6}{2,3 \pm 0,07}$	$\frac{15,4 \pm 0,5}{0}$	$\frac{8 \pm 0,2}{0}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Nebela lageniformis</i>	$\frac{61,6 \pm 2,1}{32,3 \pm 1,1}$	$\frac{56,6 \pm 1,9}{20,2 \pm 0,6}$	$\frac{38,3 \pm 1,3}{14,3 \pm 0,4}$	$\frac{22,4 \pm 0,7}{3,8 \pm 0,1}$
<i>Nebela collaris</i>	$\frac{72,3 \pm 2,4}{4,6 \pm 0,1}$	$\frac{64,4 \pm 2,2}{13,5 \pm 0,4}$	$\frac{40,3 \pm 1,3}{14,1 \pm 0,4}$	$\frac{29,9 \pm 1}{5,7 \pm 0,1}$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$\frac{23,3 \pm 0,8}{4,6 \pm 0,1}$	$\frac{23,1 \pm 0,7}{2,2 \pm 0,07}$	$\frac{12 \pm 0,4}{0}$	$\frac{7,4 \pm 0,2}{0}$
<i>Centropyxis platystoma</i>	$\frac{10,6 \pm 0,3}{0}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{0}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Centropyxis cassis</i>	$\frac{6,3 \pm 0,2}{0}$	$\frac{7,7 \pm 0,2}{0}$	$\frac{4 \pm 0,1}{0}$	$\frac{1,8 \pm 0,06}{0}$
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	$\frac{19,2 \pm 0,6}{16,1 \pm 0,5}$	$\frac{18 \pm 0,6}{4,5 \pm 0,1}$	$\frac{8 \pm 0,2}{2,3 \pm 0,08}$	$\frac{3,7 \pm 0,1}{0}$
<i>Plagiopyxis intermedia</i>	$\frac{21,2 \pm 0,7}{4,5 \pm 0,1}$	$\frac{20,6 \pm 0,7}{2,2 \pm 0,07}$	$\frac{10 \pm 0,3}{0}$	$\frac{5,6 \pm 0,1}{0}$

Примечание: в числителе дроби – среднестатистическая численность вида в контроле, в знаменателе – в опыте.

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– На исследуемых участках, загрязненных бензином и дизельным топливом с различной концентрацией, определено 14 видов раковинных амёб.

– Доминантный вид раковинных амёб сохраняется во всех сериях исследований – *Phryganella acropodia* Hopkinson.

– К субдоминантным видам можно отнести *Cyclopyxis aroelloides* Deflandre, *Cryptodif-*

flugia compressa Penard, *N. dentistoma* Penard, *N. lageniformis* Penard, *N. collaris* Leidy.

– Выявлены устойчивые к воздействию нефтепродуктов виды раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Plagiopyxis glyphostoma*.

– Показано снижение видовой разнообразия раковинных амёб при концентрации бензина 20 г/кг, проявляющееся в элиминации *Centropyxis cassis*, *Nebela militaris*.

– При концентрации дизельного топлива, равной 20 г/кг, установлена элиминация видов: *Nebela militaris*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*.

– При концентрации бензина, равной 200 г/кг, происходит снижение видового разнообразия сообщества раковинных амёб, снижение численности в опытной группе больше 50%, что является критическим уровнем выживания популяций раковинных амёб. Элиминирующими видами являются *Chlamydohprys minor*, *Phryganella paradoxa*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centro-*

pyxix cassis, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Plagiopyxis intermedia*.

– При концентрации дизельного топлива, равной 200 г/кг, исчезающие виды сохраняют то же положение, что и при воздействии бензина с концентрацией 200 г/кг. Элиминирующими видами являются *Chlamydohprys minor*, *Phryganella paradoxa*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Plagiopyxis intermedia*. По сравнению с контрольными данными, численность сообществ раковинных амёб в опытной группе ниже на 50%.

ЛИТЕРАТУРА

- Агротехнические методы исследования почв. 1965. М.: Наука.
 Гельцер Ю. Г., Корганова Г. А., Алексеев Д. А. 1985. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М.: Наука.
 Залялетдинова Н. А., Карташев А. Г. 2016. Влияние экологических факторов на сообщества почвенных инфузорий. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники.
 Карпов С. А. 2000. Система протистов. СПб.; Омск: ОмГПУ.
 Карташев А. Г. 2007. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. Томск: ТУСУР.
 Карташев А. Г., Смолина Т. В. 2011. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. Томск: В-Спектр.
 Карташев А. Г. 1999. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Томск: Водолей.
 Карташев А. Г., Смолина Т. В. 2006. Влияние нефтяного загрязнения на популяцию раковинных амёб // Известия Томского политехнического университета, Т. 309, № 8, 185–187.
 Bonnet L., Thomas R. 1960. Thécamoebiens du sol // Vie et Milieu. Suppl. 5, 1–113.
 Lechowicz M., Bell G. 1991. The ecology and genetics of fitness of forest plants. II. Microspatial heterogeneity of the edaphic environment // Journal of Ecology. Vol. 79, 687–696.

REFERENCES

- Agrotekhnicheskie metody issledovaniya pochv [Agricultural methods of soil studies]. M.: Nauka, 1965. (In Russian).
 Geltser Yu. G., Korganova G. A., Alekseev D. A. Pochvennye rakovinnnye ameby i metody ih izucheniya [Soil testae amoebae and methods of their study]. Moscow: Nauka, 1985. (In Russian).
 Zaljaltdinova N. A., Kartashev A. G. Vliyaniye ehkologicheskikh faktorov na soobshchestva pochvennykh infuzorij [Ecological factors impact on the communities of soil infusoria] Tomsk: Tomsk State University Of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2016. (In Russian).
 Karpov S. A. Sistema protistov [Protista system]. St. Petersburg-Omsk: OmGPU, 2000. (In Russian).
 Kartashev A. G. Ekologicheskie aspekty nefte dobyvayushchej otrasli Zapadnoj Sibiri [Ecological aspects of the oil extraction industry of Western Siberia] Tomsk: Tomsk State University Of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2007. (In Russian).
 Kartashev A. G., Smolina T. V. Vliyaniye neftezagryaznenij na pochvennykh bespozvonochnykh zhivotnykh. [Impact of oil contaminants on soil invertebrates]. Tomsk: V-Spektr, 2011. (In Russian).
 Kartashev A. G. Bioindikaciya ehkologicheskogo sostoyaniya okruzhayushchej sredy [Bioindication of the ecological state of the environment]. Tomsk: Vodolej. 1999. (In Russian).
 Kartashev A. G., Smolina T. V. In: Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Tomsk Polytechnic University]. Vol.309, No.8 (2006): 185–187. (In Russian).
 Bonnet L., Thomas R. Thécamoebiens du sol. In: Vie et Milieu. Suppl. No. 5 (1960): 1–113.
 Lechowicz M., Bell G. The ecology and genetics of fitness of forest plants. II. Microspatial heterogeneity of the edaphic environment. In: Journal of Ecology. Vol. 79 (1991): 687–696.

E. V. Kulyukina, A. G. Kartashev
 Tomsk, Russia

EFFECTS OF GASOLINE AND DIESEL FUEL ON TESTATE AMOEBAE COMMUNITIES

Abstract. This article presents the results of a study on the effects of gasoline and diesel fuel on the numerical and species composition of the community of testae amoebae in light gray forest soil. It has been shown that soil invertebrates can be used as bioindicators of the environment pollution level. The authors studied the effect of gasoline and diesel fuel on testae amoebae communities in laboratory conditions. Oil contaminants were added in concentrations of 20 and 100 g/kg of dry soil. The site without pollutants was considered to be a control plot. Counting and analysis of invertebrate organisms was carried with the help of BIOMED-2 microscope with an increase

of $\times 160$. The testae amoebae accounting was made by direct microscoping of the soil suspension. Oil contamination with the concentration of 200 g / kg has the greatest impact on the structure and size of the communities. On the study sites contaminated with gasoline and diesel fuel in different concentrations, 14 species of testae amoebae were identified i.e. *Phryganella acropodial*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Plagiopyxis intermedia*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Nebela militaris*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Centropyxis cassis*, *Phryganella paradoxa*, *Cryptodiffugia minor*. Testae amoebae resistant to oil products have been identified i.e. *Phryganella acropodia*, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Plagiopyxis glyphostoma*. Moreover, a decrease in the number and species diversity of testae amoebae communities was recorded under different concentrations of oil contaminants in the soil. The study data can be used by researchers, teachers and students specializing in biology, general ecology and nature management.

Key words: testate amoebae; soil invertebrates; oil products; gasoline; diesel fuel.

About the authors: Elena Viktorovna Kulyukina¹, Postgraduate at the Department of Radioelectronic Technologies and Ecological Monitoring Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics; Alexander Georgievich Kartashov², Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Radioelectronic Technologies and Ecological Monitoring.

Place of employment: ²Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics.

Кулюкина Е. В., Карташев А. Г. Влияние бензина и дизельного топлива на сообщества раковинных амёб // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 54–63.

Kulyukina E. V., Kartashev A. G. Effects of gasoline and diesel fuel on testate amoebae communities // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 54–63.

УДК 595.423:574.2

В. С. Андриевский, П. А. Барсуков
Новосибирск, Россия

ИЗМЕНЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ (ОРИБАТИД) В ПОЧВАХ ТАЗОВСКОГО ПОЛУОСТРОВА В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Аннотация. Проведено исследование влияния атмосферных выбросов от технологических объектов газодобывающего комплекса на население почвообитающих панцирных клещей (орибатид) на Тазовском полуострове (подзона южной тундры) Западной Сибири. Показано, что наиболее значительное влияние поллютантов на сообщество орибатид проявляется не на количественном, а на качественном уровне. Такой количественный параметр как видовое богатство почти не изменяется в зависимости от уровня нагрузки атмотехногенными поллютантами: 5–7 видов присутствует в каждом изученном биотопе независимо от степени загрязнения. В то же время, другой параметр – общая численность видов – даже увеличивается при высоких уровнях загрязнения, достигая значений 10–20 тыс. экземпляров на м² вблизи источников загрязнения по сравнению с 2–4 тыс. экз./м² вдали от них. На качественном уровне степень загрязнения отражается на экологической структуре сообщества панцирных клещей. При более высоком уровне загрязнения атмотехногенными поллютантами (вблизи объектов газодобывающего комплекса) доля мелких видов орибатид, хорошо адаптированных к различным стрессам окружающей среды, составляет 83–89% от общей численности клещей. При этом доля более крупных подстилочно-верхнепочвенных видов орибатид, более чувствительных к влиянию внешних негативных воздействий, очень мала в этих условиях – 11–17%. При низком уровне нагрузки атмотехногенными поллютантами это соотношение двух экологических групп видов орибатид меняется на противоположное.

Таким образом, в условиях загрязнения атмотехногенными поллютантами от объектов газодобывающего комплекса сообщество панцирных клещей остается жизнеспособным, меняя свою экологическую структуру и тем самым демонстрируя высокий восстановительный потенциал, который может быть реализован при прекращении действия стрессирующих абиотических факторов.

Ключевые слова: панцирные клещи; орибатиды; атмотехногенные поллютанты; тундровые почвы; Тазовский полуостров; Западная Сибирь.

Сведения об авторах: Владислав Семенович Андриевский¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Павел Анатольевич Барсуков², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник.

Место работы: ^{1,2}Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии Наук.

Контактная информация: ^{1,2}630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 8/2, тел. (383)3639011, e-mail: ¹vs@issa.nsc.ru; ²go2siberia@gmail.com.

Одним из способов оценки внешних воздействий на экосистему в целом является выявление реакции на них отдельных биотических компонентов – сообществ растений, животных, микроорганизмов, так называемых биоиндикаторов. Среди биоиндикаторов особый статус имеют представители животного мира. Зоологические параметры наиболее точно, быстро и разнообразно реагируют на изменение среды обитания. Для зооиндикации нарушений в природной среде могут быть использованы различные таксономические, размерно-функциональные или экологические группы животных (Гиляров 1965). В числе наиболее репрезентативных их представителей выделяется таксономическая группа панцирных клещей (орибатид), чьи индикационные достоинства определяются простотой сбора, высоким обилием, обитанием практически во всех ландшафтных зонах и типах почв, таксономическим и экологическим разнообразием, способностью выживать в экстремальных условиях (Криволицкий 1978; Gergocs, Hufnagel 2009).

Благодаря указанным свойствам группа почвообитающих панцирных клещей была использована в данной работе для зоотестирования влияния атмополлютантов технологических объектов газодобывающего комплекса на природные экосистемы, находящиеся в зоне его действия. Следует отметить малочисленность исследований влияния загрязнения природной среды на сообщества панцирных клещей в высокоширотных экосистемах: они касались преимущественно загрязнения нефтью (Мелехина 2007), тяжелыми металлами и другими токсикантами техногенного характера (Зенкова и др. 2011; Безкоровайная 2014). Сведений о влиянии атмосферных выбросов газодобывающей промышленности на сообщества орибатид в тундровых экосистемах в доступной нам литературе не обнаружено.

Целью нашей работы было выяснение характера и степени влияния таких выбросов на сообщество панцирных клещей в южной тундре Тазовского полуострова Западной Сибири.

Материалы и методы исследования

Изучение влияния атмосферных поллютантов на сообщество панцирных клещей (орибатид) проводили на территории ООО «Газпром добыча Ямбург» («ГД Ямбург»), которая находится на Тазовском полуострове в пределах Тазовской ландшафтной провинции Западно-Сибирской равнины. С точки зрения биогеографического районирования эта территория относится к подзоне южной тундры. Наиболее

значимыми источниками атмосферных поллютантов на территории «Газпром добыча Ямбург» являются установки комплексной подготовки газа, представляющие собой комплекс технологического оборудования и вспомогательных систем, обеспечивающих сбор и обработку природного газа и газового конденсата в соответствии с требованиями отраслевых и государственных стандартов. Сырьем установок комплексной подготовки газа является природный газ газовых и газоконденсатных месторождений. В качестве основного источника атмосферного загрязнения была выбрана старейшая установка комплексной подготовки газа, введенная в эксплуатацию в 1986 г. (далее по тексту – источник загрязнения [А]), и характеризующаяся близкими к максимальным значениям выбросами поллютантов среди других установок на территории «Газпром добыча Ямбург». Другие установки комплексной подготовки газа (источник загрязнения) были введены в эксплуатацию в следующие годы: [В] – в 1987 г., [С] – в 1989 г., [D] – в 1996 г., [Е] – в 1988 г. Основными атмосферными поллютантами (в форме газов, аэрозолей и пыли) являются CO, NO_x, CH₄, метанол, пары бензина, дизельного топлива и нефти, соединения Mn, флюориды, CrO_x, SO₂, пары сернистой кислоты, ацетон, ксилол, толуол, смесь ароматических углеводородов и некоторые другие вещества. Несмотря на большой список разнообразных загрязняющих веществ, их влияние на растительный покров, химический состав почв, поверхностных вод озер и донных отложений проявляется незначительно (Bashkin et al., 2017).

Обследование почвы на заселенность панцирными клещами было проведено на территории, подверженной воздействию атмосферных поллютантов от основного источника загрязнения [А], и находившейся в непосредственной близости от ряда других источников загрязнения: [В], [С], [D] и [Е].

Отбор почвенных образцов для анализа населения орибатид проводили в летний период (начало августа) в биотопах, с одной стороны, характеризующихся близкими свойствами почв и растительным покровом, а с другой стороны, расположенных на разной степени удаленности от основного источника загрязнения и в различных направлениях относительно сторон света, т.е. отличающихся по нагрузке загрязнения атмосферными поллютантами на единицу площади (табл. 1). Для биотопов {1}, {2}, {3}, {4} и {5} удаленность от основного

источника загрязнения [А] составляет, соответственно: 510 м, 220 м, 1 390 м, 5 270 м и 17 800 м. Эти биотопы расположены в следующих на-

правлениях от источника загрязнения: юго-восток – для биотопов {1} и {3}, северо-запад – для биотопов {2}, {4} и {5}.

Таблица 1

**Реестр почвенных образцов, отобранных для анализа населения панцирных клещей
вблизи источников загрязнения**

Условное обозначение места отбора образцов	Тип почвы	Фитоценоз	Условное обозначение источника загрязнения (ИЗ)	Удаленность от ИЗ, км	Направление от ИЗ, градусы
Биотоп {1}	Торфяно-глеезем мерзлотный	Зеленомошно-кустарничково-лишайниковый с примесью осоки	[А]	0,51	162
			[D]	5,26	120
			[С]	11,38	230
			[E]	13,31	292
			[B]	12,78	166
Биотоп {2}	Подбур оподзоленный глееватый криотурбированный грубогумусированный	Лишайниковый с осокой, морошкой и кустарничками	[А]	0,22	324
			[D]	5,87	125
			[С]	11,19	234
			[E]	13,83	294
Биотоп {3}	Торфяно-криозем потечно-гумусовый грубогумусированный	Кустарничково-осоково-лишайниковый	[А]	1,39	161
			[D]	4,64	113
			[С]	11,72	226
			[E]	12,75	289
Биотоп {4}	Торфяно-криозем	Лишайниковый с осокой, морошкой и кустарничками	[B]	11,91	166
			[А]	5,27	297
			[D]	10,91	120
Биотоп {5}	Торфяно-криозем грубогумусированный	Кустарничково-осоково-лишайниковый	[С]	14,27	72
Биотоп {5}	Торфяно-криозем грубогумусированный	Кустарничково-осоково-лишайниковый	[А]	17,80	249

Почвенные образцы для определения видового состава и численности панцирных клещей были отобраны из верхнего слоя 0–5 см, где обитает большая часть сообщества орибатид в тундровых почвах (Криволицкий 1966). Этот слой включал один или два горизонта почв. Верхние (до глубины 5 см) почвенные горизонты в различных биотопах были следующие:

– биотоп {1}: органический горизонт Т1 мощностью 0–10 см, сырой, по цвету от светлого до бурого и темно-бурого; ботанический состав комплексный, с моховой основой, переход по ботаническому составу и степени разложения ясный;

– биотоп {2}: органический горизонт О мощностью 0–2 см, торфяно-подстилочный, влажный, темно-бурый, средней степени разложения, состоит преимущественно из остатков лишайников и в меньшей мере кустарничков, имеет варьирующую в пространстве мощность, легко отделяется от нижележащего горизонта;

и грубогумусовый горизонт АО мощностью 2–4/6 см, влажный, состоит из механической смеси темно-серых с буроватым оттенком остатков растительности и отбеленных песчаных зерен, содержит в обилии корни, имеет изменяющуюся в пространстве мощность, содержание и дисперсность органического и минерального компонентов, а также степень их связанности;

– биотоп {3}: органический горизонт Т1 мощностью 0–12/14, влажный, в верхней части темно-бурый, ниже бурый, в пространстве характеризуется сильной переменчивостью ботанического состава и степени разложения;

– биотоп {4}: органический горизонт Т1 мощностью 0–9 см, сырой бурый торф, состоящий из остатков мхов, в верхней части – лишайников, степень разложения средняя, места низкая, переход резкий по окраске;

– биотоп {5}: органический горизонт Т1 мощностью 0–5 см, влажный темно-бурый торфяной горизонт, густо пронизан тонкими кор-

нями, имеет примесь песчаного материала, переход резкий по степени разложения.

Для анализа населения панцирных клещей отбирались пробы в семикратной повторности по общепринятой для микрофауны методике (Методы ... 1975). Пробы отбирали с помощью стандартного цилиндрического пробоотборника объемом 123 см³. Из отобранных проб клещи выгонялись по методу термоэлектации Берлезе-Туллгрена на эклекторных установках при свете электрических ламп мощностью в 40 ватт в пенициллиновые пузырьки с фиксирующей жидкостью (70%-ный C₂H₅OH). Из пенициллиновых пузырьков клещи были отобраны под микроскопом с помощью препаровальных игл, помещались на предметные стекла в клеящую жидкость Фора и покрывались покровными стеклами. Стекла помещались в сушильный шкаф и высушивались в течение 7 (и более) суток при температуре 45°C с получением постоянных препаратов. Экземпляры клещей на постоянных препаратах рассматривались под микроскопом при 200–500-кратном увеличении для определения их видовой принадлежности. Численности (обилие) клещей рассчитывались на 1 м² исходя из площади пробоотборника. Анализ распределения панцирных клещей по биотопам проведен

по таким количественным параметрам, как видовое богатство и численность (обилие), отражающим экологический статус живых организмов (Чернов 1991).

Результаты и обсуждение

На исследуемой территории обнаружено 13 видов панцирных клещей (табл. 2): *Moritzoppia praestans* (Gordeeva et Grishina 1991), *Oppiella nova* (Oudemans 1902), *Tectocephus velatus* (Michael 1880), *Moritzoppia microdentata* (Gordeeva et Grishina 1991), *Nothrus palustris* (C.L. Koch 1839), *Cultroribula bicultrata* (Berlese 1905), *Liacarus xylaria* (Schrank 1803), *Trichoribates novus* (Sellnick 1928), *Tectoribates ornatus* (Schuster 1958), *Scheloribates laevigatus* (C.L. Koch 1835), *Punctoribates minimus* (Shaldybina 1969), *Camisia horrida* (Hermann 1804), *Trhypochthonius cladonicola* (Willmann 1919).

Только один вид орибатид *Tectocephus velatus* встречается во всех пяти биотопах, два вида – *Cultroribula bicultrata* и *Trichoribates novus* – в четырех биотопах, и три вида – *Nothrus palustris*, *Liacarus xylaria* и *Tectoribates ornatus* – обнаружены только в одном биотопе из пяти (табл. 2). Остальные семь видов панцирных клещей были найдены в почве двух или трех биотопов.

Таблица 2

Распределение видов панцирных клещей в биотопах, различающихся по удаленности от источников загрязнения, средние арифметические численности по повторностям в экз./м²

№ п/п	Виды	Биотоп				
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	<i>Moritzoppia praestans</i>	4 929	4 457	0	0	0
2	<i>Oppiella nova</i>	2 057	6 000	0	0	0
3	<i>Tectocephus velatus</i>	1 986	6 000	6 000	600	600
4	<i>Moritzoppia microdentata</i>	814	200	0	0	0
5	<i>Nothrus palustris</i>	400	0	0	0	0
6	<i>Cultroribula bicultrata</i>	200	200	1 000	0	1 000
7	<i>Liacarus xylaria</i>	0	2 200	0	0	0
8	<i>Trichoribates novus</i>	600	1 000	1 800	0	600
9	<i>Tectoribates ornatus</i>	0	0	600	0	0
10	<i>Scheloribates laevigatus</i>	0	0	200	200	200
11	<i>Punctoribates minimus</i>	0	0	0	600	800
12	<i>Camisia horrida</i>	0	0	0	200	200
13	<i>Trhypochthonius cladonicola</i>	0	0	0	600	1 000
Общая численность (все виды в сумме)		10 986	20 057	9 600	2 200	4 400
Число видов		7	7	5	5	7

Населению панцирных клещей в тундровых экосистемах России посвящен ряд работ, но они выполнены преимущественно в тундрах Европейской части России и Урала (Криволуцкий 1966; Криволуцкий и др. 1999; Сидорчук 2009; Зенкова и др. 2011; Мелехина 2011 и др.). По сибирским тундрам имеется лишь неболь-

шое число публикаций, посвященных населению орибатид (Ананьева и др. 1973; Гришина 1985; Гришина, Мордкович 1996; Гришина и др. 1998; Grishina 2004; Козлов 2014), однако в них не рассматриваются вопросы, связанные с антропогенным влиянием на их сообщества.

В исследуемых нами почвах видовое богатство орибатид мало меняется в различных биотопах, составляя везде от пяти до семи видов. Низкое обилие видов, вероятно, связано с особенностями отбора образцов (ограниченная площадь для отбора). Практически такое же количество видов (шесть) было выявлено в тундровых почвах Западно-Сибирской равнины при сравнительном изучении видового состава панцирных клещей в ряде лесных, лесотундровых и тундровых биотопов Западной Сибири (Козлов 2014).

Общая численность панцирных клещей, приведенная в таблице 2, дает, на первый взгляд, парадоксальную картину: она наивысшая в двух биотопах, непосредственно примыкающих к источнику загрязнения [А] (биотопы {1} и {2}), а при удалении от источника загрязнения численность заметно снижается (биотопы {3}, {4} и {5}). То есть, если исходить только из показателя обилия орибатид, то влияние антропогенных поллютантов на сообщество панцирных клещей можно охарактеризовать как не угнетающее, чего можно было бы ожидать, а стимулирующее. Однако, это не совсем так. Вблизи источников загрязнения высокие показатели обилия имеют лишь некоторые виды орибатид. Феномен увеличения обилия, порой значительного, отдельных видов панцирных клещей при сильном техногенном загрязнении экосистем известен из некоторых публикаций. Например, это было обнаружено для лесных почв Скандинавии, подверженных влиянию атмополлютантов, где вид *Tectocephus velatus* увеличивает численность с ростом атмосферного загрязнения, и таким образом является его биоиндикатором (Hagvar 1984). Аналогичные данные были получены при анализе влияния выбросов городских промышленных предприятий города Новосибирска на сообщества орибатид, где некоторые виды панцирных клещей имели высокое обилие вблизи источников атмополлютантов (Andrievskii, Syso 2012). Возможно, этот не часто встречающийся феномен объясняется ослаблением конкурентного пресса на такие виды со стороны видов, более чувствительных к нарушениям среды обитания и исчезающих, или снижающих свое обилие при значительном проявлении различных нарушений / негативных воздействий. Это же предположение было сделано Hagvar (1988) при анализе сообществ панцирных клещей в лесных почвах Скандинавии. Следует отметить, что в отличие от изучаемого нами «мягкого» загрязнения, сильная степень загрязнения

тяжелыми металлами, серой и другими поллютантами, несомненно, будет оказывать ингибирующее действие на все виды орибатид, существенно снижая их общую численность в целом, как, например, было показано в работе И. Н. Безкоровайной (2014) при изучении загрязнения почвы вблизи «ГМК Норильский никель» в лесотундровых экосистемах Средней Сибири.

Из таблицы 2 видно, что основу населения панцирных клещей в непосредственной близости от источника загрязнения [А] (биотопы {1} и {2}) составляют преимущественно первые четыре вида, представленные в таблице 2. Три из этих видов – мелкие формы (размером 0,1-0,2 мм), отличающиеся высокой плодовитостью (две и более генерации за сезон) и способностью проникать в глубокие слои почвы, избегая, таким образом, неблагоприятных внешних воздействий на поверхности. Довольно широкое распространение мелких форм орибатид в экосистемах северных широт известно из литературы (Криволицкий 1994). В нашем исследовании такими видами являются *M. praestans*, *M. microdentata*, *O. nova*, которые относятся к экологической группе так называемых «глубокопочвенных» видов. Четвертый из этих видов – *T. velatus* – несколько крупнее остальных трех (его размер около 0,3 мм), и известен как эвритопный, полизональный, космополитический вид, крайне экологически пластичный и толерантный к экстремальным условиям среды самой разнообразной природы. Благодаря этим свойствам этот вид в данном случае экологически примыкает к трем выше-названным видам. Указанные особенности позволяют этим четырем видам значительно легче, чем другим (более крупным) видам, адаптироваться к любым изменениям среды обитания, в том числе экстремальным. Поэтому четыре упомянутых вида с достаточно высоким обилием (от 814 до 4 929 экз./м²) заселяют почву даже непосредственно вблизи основного источника загрязнения [А], где концентрация нагрузки антропогенных поллютантов на единицу площади почвы, очевидно, максимальна. В почве биотопов {1} и {2} четыре указанных вида составляют 83–89% орибатидного населения, и для дальнейшего анализа объединены в экологическую Группу 1.

В экологическую Группу 2 объединены остальные, более крупные виды (размером 0,7–1 мм), обычно обитающие преимущественно на поверхности почвы, в растительной подстилке, во мху, лишайниках ненарушенных тундровых

экосистем (так называемые «подстилочно-верхнепочвенные» виды), значительно более чувствительные к неблагоприятным внешним воздействиям, и, соответственно, менее адаптированные к ним. Вблизи основного источника загрязнения [А] (биотопы {1} и {2}) на Группу 2 приходится лишь 11–17% населения панцирных клещей. Это виды *N. palustris*, *C. bicultrata*, *L. xylaria*, *T. novus*.

На расстоянии ~ 750 м от источника загрязнения (биотоп {3}) соотношение меняется в сторону уменьшения доли видов Группы 1 (до ~ 62,5%) и увеличения доли видов Группы 2 (до ~ 37,5 %). При этом совсем исчезают три мелких вида (*M. praestans*, *M. microdentata*, *O. nova*), и остается только несколько более крупный вид *T. velatus*. На смену мелким видам Группы 1 в почве биотопа {3} появляются два новых представителя Группы 2, отсутствовавшие в биотопе {1}, хотя пока и в малых количествах: *T. ornatus* и *Sch. laevigatus*. Численность крупных видов *T. novus* и *C. bicultrata* из этой группы возрастает по сравнению с биотопом {1} в 3–5 раз. Таким образом, сообщество панцирных клещей реагирует сменой состава и количественных соотношений видов разных экологических групп на изменение уровня нагрузки атмополлютантов в зависимости от удаленности от источников загрязнения.

На значительном расстоянии от основного источника загрязнения [А] (~ 5000 м, биотоп {4}) ситуация меняется кардинально. Три вида (*M. praestans*, *M. microdentata*, *O. nova*) из четырех видов Группы 1, обильных вблизи источника загрязнения [А], отсутствуют, как и на расстоянии 750 м, а четвертый вид (*T. velatus*) снижает численность на порядок (с 6 000 до 600 экз./м²). Вместо них появляются три более крупных подстилочно-верхнепочвенных вида из Группы 2, характерных для естественных ненарушенных сообществ (*P. minimus*, *C. horrida*, *T. cladonicola*). Соотношение мелких (Группа 1) и крупных (Группа 2) видов становится ~ 27% к 73%, приближаясь к типичному для естественных сообществ панцирных клещей. Это позволяет заключить, что в ~ 5 000 м от источника загрязнения [А] его влияние на сообщество орибатид заметно ослабляется.

Отмеченная выше тенденция изменения населения орибатид проявляется еще более ярко при дальнейшем удалении от источника загрязнения (биотоп {5}, ~ 17 км от [А]). Здесь

соотношение видов орибатид Группы 1 к видам Группы 2 становится уже ~ 14% к 86%, т.е. практически обратным по отношению к имеющему место для биотопов, близлежащих к источнику загрязнения [А] (биотопы {1} и {2}). Такая экологическая структура сообщества панцирных клещей, по-видимому, близка к типичной структуре ненарушенных экосистем тундровой зоны исследуемой территории.

Проведенное исследование показало возможность использования таксономической группы панцирных клещей (орибатид) для зоотестирования (зооиндикации) влияния атмосферных выбросов технологических объектов газодобывающего комплекса на природные экосистемы в тундровой зоне Западной Сибири. Важнейшие изменения в сообществе орибатид под воздействием техногенного загрязнения происходят не на количественном, а на качественном уровне. Видовое богатство почти не меняется в зависимости от концентрации выбросов, а суммарное обилие при высоком уровне выбросов атмополлютантов даже достигает больших значений, чем при их низких концентрациях. В то же время трансформируется экологическая структура сообщества. Чем выше уровень атмосферного загрязнения, тем большую долю в населении орибатид занимают мелкие виды, легче адаптирующиеся к влиянию внешних факторов. При снижении уровня загрязнения структура сообщества меняется в сторону повышения в его составе доли крупных подстилочно-верхнепочвенных видов, составляющих основу естественных сообществ и более чувствительных к неблагоприятным внешним воздействиям. Даже при очень сильном атмосферном загрязнении угнетения сообщества панцирных клещей не происходит. Оно остается жизнеспособным, трансформируя свою видовую и экологическую структуру. Это свидетельствует о его высоком восстановительном потенциале, который может быть реализован при прекращении действия стрессирующих факторов.

Авторы признательны ООО «Газпром добыча Ямбург» за оказание всесторонней поддержки при проведении полевых исследований, а также сотрудникам лаборатории агрохимии Института почвоведения и агрохимии СО РАН – А. Г. Бацуку, П. А. Никитич и О. А. Русалимовой – за помощь в выполнении экспедиционных и химико-аналитических работ.

ЛИТЕРАТУРА

Ананьева С. И., Кривошук Д. А., Чернов Ю. И. 1973. Панцирные клещи (Oribatei) подзоны типичных тундр Западного Таймыра // Биогеоценозы Таймырской тундры и их продуктивность. Вып. 2, 148–151.

- Безкоровайна И. Н. 2014. Комплексы почвенных беспозвоночных лесотундры в условиях техногенного загрязнения // Сибирский экологический журнал 6, 1017–1024.
- Гиляров М. С. 1965. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука.
- Гришина Л. Г. 1985. Панцирные клещи севера Сибири // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 14–23.
- Гришина Л. Г., Бабенко А. Б., Чернов Ю. И. 1998. Панцирные клещи (Sarcoptiformes, Oribatei) западного побережья Таймыра // Вестник зоологии Т. 32, № 1–2, 116–118.
- Гришина Л. Г., Мордкович В. Г. 1996. К фауне панцирных клещей Таймырского заповедника // Миноранский В. А. (отв. ред.) Проблемы почвенной зоологии: Материалы докладов I Всероссийского совещания. Ростов-на-Дону: Изд-во облИУУ, 33–34.
- Зенкова И. В., Зайцев А. С., Зализ Л. В., Лисковская А. А. 2011. Почвообитающие панцирные клещи (*Acariformes*, *Oribatida*) таежной и тундровой зон Мурманской области // Труды Карельского научного центра РАН 1, 54–67.
- Козлов С. А. 2014. Особенности видового состава панцирных клещей – орибатид в биотопах Западно-Сибирской Арктики // Современные проблемы науки и образования 6, 1381.
- Криволицкий Д. А. 1966. Панцирные клещи в почвах тундры // *Pedobiologia*. Bd. 6, 3, 277–280.
- Криволицкий Д. А. 1978. Панцирные клещи как индикаторы почвенных условий // Итоги науки и техники. Сер. зоол. беспозвоночных. Почвенная зоология Т. 5, 70–134.
- Криволицкий Д. А. 1994. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука.
- Криволицкий Д. А., Зайцев А. С., Ласкова Л. М. 1999. География биоразнообразия панцирных клещей Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН.
- Мелехина Е. Н. 2007. Влияние нефтяных загрязнений на почвенную микрофауну тундровых сообществ крайнесеверной тайги // Экология человека 1, 16–23.
- Мелехина Е. Н. 2011. Таксономическое разнообразие и ареалогия орибатид (*Oribatei*) Европейского севера России // Известия Коми научного центра УрО РАН Вып. 2(6), 30–37.
- Методы почвенно-зоологических исследований. 1975 / Гиляров М. С. (ред.). М.: Наука.
- Сидорчук Е. А. 2009. К фауне панцирных клещей (*Acariformes*, *Oribatida*) Полярного Урала // Зоологический журнал Т. 88. 7, 1–9.
- Хогвар С. 1988. Влияние искусственных кислотных дождей и известкования на популяции лесных микроартропод // Биология почв Северной Европы. М.: Наука. 233–235.
- Чернов Ю. И. 1991. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи современной биологии Т. 111, 4, 499–507.
- Andrievskii V. S., Syso A. I. 2012. The Effect of Different Types of Anthropogenic Changes in Soils on Communities of Oribatids in Urban Ecosystems // *Contemporary Problems of Ecology* Vol. 5. 6, 574–579.
- Bashkin V. N., Barsukov P. A., Arabsky A. K. 2017. Specific Reaction of Biota to Environmental Pollution in Tundra Ecosystems // Bashkin V. (eds) *Biogeochemical Technologies for Managing Pollution in Polar Ecosystems*. Environmental Pollution, vol 26. Springer, Cham, 73–85.
- Gergocs V., Hufnagel L. 2009. Application of Oribatid mites as indicators (review) // *Applied Ecology and Environmental Research* Vol. 7. 1, 79–98.
- Grishina L. G. 2004. Landscape taxonomical analysis of Western Siberia fauna of oribatid mites (*Sarcoptiformes*, *Oribatei*) // Berlin. 5-th Sympos. Europ. Assoc. of Acarologists.
- Hagvar S. 1984. Six common species (*Acari*) in Norwegian coniferous forest soils: relations to vegetation type and soil characteristics // *Pedobiologia* 27, 355–364.

REFERENCES

- Anan'eva S. I., Krivolutskiy D. A., Chernov Yu. I. In: *Biotsenozy Taimyrskoi tundry i ih productivnost* [Biocoenoses of Taimyr tundra and their productivity]. Issue 2 (1973): 148–151. (In Russian).
- Безкоровайна И. Н. In: *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian Ecological Journal]. No. 6 (2014): 1017–1024. (In Russian).
- Гиляров М. С. *Zoologicheskiy metod diagnostiki pochv* [Zoological method of soil diagnostics]. Moscow: Nauka, 1965. (In Russian).
- Гришина Л. Г. *Pancirnye kleshchi severa Sibiri// Chlenistonogie Sibiri i Dalnego Vostoka* [Arthropoda of Siberia and Far East]. Novosibirsk: Nauka, 1985. Pp. 14–23. (In Russian).
- Гришина Л. Г., Бабенко А. Б., Чернов Ю. И. In: *Vestnik zoologii* [Bulletin of zoology]. Vol. 32(1-2) (1998): 116–118. (In Russian).
- Гришина Л. Г., Мордкович В. Г. In: *Problemy pochvennoi zoologii. Materialy dokladov Pervogo Vserossiyskogo soveshaniya* [Problems of soil zoology. The 1st all-Russian Conference Abstracts Book]. Ed by Minoranskii V. A. Rostov-on-Don: Izd-vo Oblastnoj institut usovershenstvovaniya uchitelej, 1996. Pp. 33–34. (In Russian).
- Зенкова И. В., Зайцев А. С., Зализ Л. В., Лисковская А. А., Чернов Ю. И. In: *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences]. No. 1(2011): 54–67. (In Russian).
- Козлов С. А. In: *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. No. 6 (2014): 1381. (In Russian).
- Криволицкий Д. А. In: *Pedobiologia* [Pedobiology]. Bd. 6. No. 3 (1966): 277–280. (In Russian).
- Криволицкий Д. А. In: *Itoги nauki i tehniki. Seriya zoologiya bespozvonochnyh. Pochvennaya zoologiya* [Resumes of science and technics. Series: Zoology of invertebrates. Soil zoology]. Vol. 5. (1978): 70–134. (In Russian).
- Криволицкий Д. А. *Pochvennaya fauna v ekologicheskom kontrole* [Soil fauna in ecological control] Moscow: Nauka, 1994. (In Russian).

- Krivolutskiy D. A., Zaitsev A. S., Laskova L. M.* Geografiya bioraznoobraziya pantsyrnyh kleshey Evropeiskogo Severa Rossii [Geography of oribatids biodiversity in European North of Russia] Petrozavodsk: KarNC RAN, 1999. (In Russian).
- Melehina E. N.* In: *Ekologiya cheloveka* [Human ecology]. No. 1 (2007): 16–23. (In Russian).
- Melehina E. N.* In: *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proceedings of Komi scientific center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. Issue 2(6) (2011): 30–37. (In Russian).
- Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovaniy* [Methods of soil-zoological researches] / Ed by Gilyarov M. S. Moscow: Nauka, 1975. (In Russian).
- Sidorchuk E. A.* In: *Zoologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Zoology]. Vol. 88. No. 7 (2009): 1–9. (In Russian).
- Hagvar S.* In: *Biologiya pochv Severnoi Evropy* [Soil Biology of the Northern Europe]. Moscow: Nauka (1988): 233–235. (In Russian).
- Chernov Yu. I.* In: *Uspehi sovremennoi biologii* [Advances in modern biology]. Vol. 3, Issue 4. (1991): 499–507. (In Russian).
- Andrievskii V. S., Syso A. I.* The Effect of Different Types of Anthropogenic Changes in Soils on Communities of Oribatids in Urban Ecosystems. In: *Contemporary Problems of Ecology* Vol. 5. No 6. (2012): 574–579.
- Bashkin V. N., Barsukov P. A., Arabsky A. K.* 2017. Specific Reaction of Biota to Environmental Pollution in Tundra Ecosystems. In: *Bashkin V. (eds) Biogeochemical Technologies for Managing Pollution in Polar Ecosystems. Environmental Pollution*, vol 26. Springer, Cham, 73–85.
- Gergocs V., Hufnagel L.* Application of Oribatid mites as indicators (review). In: *Applied Ecology and Environmental Research*. Vol. 7. № 1 (2009): 79–98.
- Grishina L. G.* Landscape taxonomical analysis of Western Siberia fauna of oribatid mites (Sarcoptiformes, Oribatei) // 5-th Sympos. Europ. Assoc. of Acarologists. – Berlin, 2004. Pp. 82.
- Hagvar S.* Six common species (Acari) in Norwegian coniferous forest soils: relations to vegetation type and soil characteristics. In: *Pedobiologia* No. 27 (1984): 355–364.

V. S. Andrievskii, P. A. Barsukov
Novosibirsk, Russia

CHANGES OF ORIBATID MITES POPULATION IN SOILS OF TAZOVSKIY PENINSULA UNDER CONDITIONS OF ATMOSPHERIC POLLUTION

Abstract. A study was made on the effect of atmospheric emissions from gas industry technological objects on the population of soil-inhabiting oribatid mites on the Tazovskiy peninsula (sub-zone of southern tundra) in West Siberia. It has been shown that the most important influence of atmospheric pollutants on oribatid mites community is observed on the qualitative level rather than on the quantitative one. Such quantitative parameter as the species richness practically does not change no matter what the atmotechnogenic pollutants level is. From 5 to 7 species are present in every studied biotope whatever is the level of contamination. At the same time another parameter - total abundance – even increases at high levels of contamination reaching 10–20 thousand individuals per m² near the source of pollution and 2–4 thousand individuals per m² far from it. Qualitatively the pollution level affects the ecological structure of oribatid mites population. At higher concentrations of atmotechnogenic pollutants near the objects of the gas producing complex the percentage of small species (well adapted to different stresses of the environment) is 83–89 % of all oribatid mites community. But for all that the number of larger litter-topsoil species more sensitive to the influence of external negative influences is very small in these conditions, just 11–17 %. Under the low level of atmotechnogenic pollutants the ratio of these two ecological groups of oribatid species changes to the opposite. Thus the contamination of atmosphere by emissions from gas industry in West Siberian tundra does not influence oppressively the oribatid mites population. It remains viable by changing its ecological structure demonstrating its high restoring potential which can be realized when there is no effect of stress factors.

Key words: moss mites, oribatids, atmotechnogenic pollutants, tundra soils, Tazovskiy peninsula, West Siberia.

About the authors: Vladislav Semenovich Andrievskii¹, Candidate of Biological Sciences, senior researcher; Pavel Anatol'evich Barsukov², Candidate of Biological Sciences, leading researcher.

Place of employment: ^{1,2}Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Андриевский В. С., Барсуков П. А. Изменение населения панцирных клещей (орибатид) в почвах Тазовского полуострова в условиях атмосферного загрязнения // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 63–70.

Andrievskii V. S., Barsukov P. A. Changes of oribatid mites population in soils of Tazovskiy peninsula under conditions of atmospheric pollution // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 63–70.

ХРОНИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СЕНОМАНСКИХ РАСТВОРОВ НА СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Аннотация. В естественных условиях изучено хроническое влияние сеноманских растворов на численность и структуру сообществ почвенных нематод. Разливы высокоминерализованных вод из сеноманских пластов, которые используются для поддержания пластового давления, опасны для окружающей среды. В результате аварий происходит засоление почв и деградация растительности. Для изучения выбран смешанный лес на правом берегу Томи. Установлена сезонная динамика численности почвенных нематод при воздействии высокоминерализованных растворов. Общая численность нематод за исследуемый период изменялась в широких диапазонах, минимальные значения зафиксированы в апреле 2016 г. – 1 347 экз./100 г почвы, максимальные значения – 14 554 экз./100 г почвы, достигались в мае, при загрязнении высокоминерализованными растворами с концентрацией 200 г/кг. Изучен таксонометрический состав сообществ нематод. В результате исследования обнаружено 26 родов, составляющих основу сообществ нематод в незагрязненных участках светло-серых лесных почв. Влияние сеноманских растворов приводит к элиминации нескольких родов нематод, количество таксонов изменялось от 20 до 21 в зависимости от концентрации растворов. Доминирующей группой почвенных нематод по количеству таксонов, как в контрольных участках, являются бактериотрофы. При воздействии сеноманских растворов на сообщества нематод элиминируют 3 рода бактериотрофов: *Prismatolaimus*, *Mesorhabditis*, *Acrobeles*. Ассоциированные с растением нематоды изменяются по численности, количество родов не изменяется в зависимости от концентраций внесенных сеноманских растворов. В результате исследования установлено негативное влияние высокоминерализованных растворов, изменяющее структуру сообществ почвенных нематод.

Ключевые слова: почвенные нематоды; биоиндикация; плотность популяции; антропогенное воздействие; высокоминерализованные растворы; сеноманские растворы.

Сведения об авторах: Светлана Александровна Калашникова¹, аспирант кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга; Александр Георгиевич Карташев², доктор биологических наук, профессор кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга.

Место работы: ²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

Контактная информация: ^{1,2}634062, Россия, Томская область, г. Томск, пр-т Ленина, д. 40, каб. 421, тел.: (3822)701506, e-mail: ¹svetik_antropova@mail.ru; ²tvi_retem@main.tusur.ru.

При разработке нефтяных месторождений Западной Сибири для поддержания пластового давления с 1960-х гг. широко применяются подземные воды сеноманского водоносного комплекса (Дьяконова 2012). Разливы высокоминерализованных вод из сеноманских пластов могут вызывать отрицательные последствия для растительности и почвенной фауны. Показано полное уничтожение растительного покрова в результате воздействия сеноманскими растворами (Косов 2005). Авторы указывают на отмирание древесного яруса, всех кустарничков, немногочисленных травянистых растений и сфагновых мхов в связи с загрязнением сеноманскими растворами (Лапшина 1999). При исследовании влияния солей на сообщества почвенных нематод выявлены неоднозначные результаты. Авторами отмечается, что при повышении засоленности почвы наблюдалась тенденция к снижению плотности нематод, иногда плотность нематод отдельных семейств может возрасти. На сильно засоленном участке на разной глубине преобладающими семействами выступают *Paratylenchidae*, *Rhabditidae*, *Cephalobidae*, *Aphelenchidae* (Савкина 2010). В исследованиях Ray и Das (1980) обнаружено,

что многие виды *Tylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus* и *Aphelenchoides* толерантны к слабосоленоватым почвенным условиям, в то время как виды *Helicotylenchus dihystra*, *Hirschmanniella gracilis* и *Macroposthenia ornata* благоприятно реагировали на засоление почв.

Материалы и методы

Отбор проб для настоящего исследования проводился в окрестностях г. Томска, в смешанном лесу. Для оценки влияния различных концентраций сеноманских растворов в естественных условиях были заложены модельные площадки. Площадки располагались на ровной поверхности, без кочек и ям, без подроста и подлеска. Почва представлена светло-серым лесным типом. Каждый выделенный квадрат равномерно загрязнялся высокоминерализованными растворами, одноразовым внесением, с концентрациями 50 г/кг, 100 г/кг и 200 г/кг. В качестве контрольных площадок использовались незагрязненные участки почвы в пределах выбранной модельной площадки. Сеноманские растворы использовались с апт-альб-сеноманского водоносного комплекса со Средне-Угугского месторождения. Основные характеристики воды: pH 7,4; плотность 1,013 г/см³; солевой

состав (мг/л) Na^+ – 6650, K^+ – 50, Ca^{2+} – 440, Mg^{2+} – 109, Cl^- – 11547, HCO_3^- – 220; содержание микроэлементов (мг/л) J – 12,7, Br – 46,8, Fe – 0,8. Отбор почвенных проб осуществляли ежемесячно в период с 25.04 по 10.10.2016 г. в пяти точках на каждом загрязненном участке и в контрольных участках. Из образцов почвы нематод выделяли вороночным методом Бермана, фиксировали с помощью ТАФ (триэтанолламин : формалин : вода в соотношении 2 : 7 : 91). Подсчет и анализ почвенных нематод проводился с использованием цифрового микроскопа Motic DM-BA 300 на временных глицериновых препаратах. Идентификацию почвенных нематод проводили до рода. Каждый таксон нематод относили к одной из шести эколого-трофических групп: бактериотрофы (Б), микотрофы (М), политрофы (П), хищники (Х), нематоды, ассоциирующие с растениями (Аср), и паразиты растений (Пр) (van Bezooijen 2006; Кулинич 1990; Сушук 2009; Yeates et al. 1993).

Результаты и обсуждения

В результате исследований хронического влияния высокоминерализованных растворов на сообщества почвенных нематод в естественных условиях выявлены изменения в трофической структуре сообществ и сезонной динамике численности. Минимальные значения общей численности отмечены в начале вегетации – 1 347 экз./100 г почвы, по сравнению с контролем – 1 166 экз./100 г почвы. Необходимо отметить, что после загрязнения почвы сеноманскими растворами значения общей численности нематод аналогичны численности в незагрязненных участках. Максимальные значения 14 554 экз./100 г почвы достигаются уже в мае, при загрязнении высокоминерализованными растворами с концентрацией 200 г/кг. В зависимости от концентрации внесенных сеноманских растворов и периода исследования количество таксонов почвенных нематод изменялось от 20 до 21. Значения индекса Шеннона H' в течение исследуемого периода изменяется в диапазоне значений от 2,5 до 2,85, что говорит о неоднородности сообществ. Таксонометрическое разнообразие почвенных нематод при действии сеноманских растворов представлено в таблице.

Анализ представленных в таблице данных позволяет заметить изменения в структуре сообществ. Происходит элиминация 5 родов почвенных нематод в загрязненной почве с концентрациями сеноманских растворов: 50 г/кг и 100 г/кг и 6 родов при 200 г/кг. Отклонения от контрольных значений находятся в

диапазоне от 20 до 23%. Доминирующей группой почвенных нематод по количеству таксонов, как и в контрольных участках, являются бактериотрофы. При воздействии сеноманских растворов на сообщества нематод элиминируют 3 рода бактериотрофов: *Prismatolaimus*, *Mesorhabditis*, *Acrobeles*. Рассматривая трофическую структуру нематод по численности каждой эколого-трофической группы, необходимо отметить доминирование 3 групп: бактериотрофов, нематод, ассоциированных с растениями, и микотрофов. Ассоциированные с растениями нематоды и политрофы изменяются по численности, но количество родов не изменяется в зависимости от концентраций внесенных сеноманских растворов. Элиминация 1 рода нематод (*Criconema*), паразитов растений происходит при загрязнении опытного участка с концентрацией 200 г/кг. Для остальных эколого-трофических групп характерна элиминация 1 рода при всех исследуемых концентрациях. Следовательно, в зависимости от устойчивости к высокоминерализованным растворам можно выделить следующую трофическую последовательность: нематоды, ассоциированные с растениями, бактериотрофы, политрофы, паразиты растений, микотрофы и хищники.

При загрязнении участков светло-серых лесных почв сеноманскими растворами различных концентраций отмечаются изменения в сезонной динамике общей численности почвенных нематод (рис. 1).

Рассматривая общую численность нематод (рис. 1) в загрязненных пробах почвы с концентрацией 50 г/кг, можно заметить снижение среднестатистических показателей общей численности. Снижение в июне от контрольных значений составляет 13–15%, в июле – 42–43%. При загрязнении концентрацией 100 г/кг высокоминерализованными растворами двухвершинный подъем численности сменяется одновершинным, с максимальным значением в августе 11 631 экз./100 г почвы, что говорит о стимуляции солей сообществ нематод. При внесении сеноманских растворов с концентрацией 200 г/кг на поверхность почвы наблюдаются двухвершинные подъемы численности нематод, превышающие значения контрольных в мае и июне. После внесения сеноманских растворов в апреле с концентрацией 200 г/кг наблюдается повышение общей численности почвенных нематод. В августе значения общей численности восстанавливаются до контрольных значений, с отклонением в пределах 10%.

Таблица 1

Рода почвенных нематод при различных концентрациях сеноманских растворов

Рода почвенных нематод	Эколого-трофические группы нематод (Yeates et al. 1993)	Концентрация внесенных сеноманских растворов, г/кг			
		0	50	100	200
<i>Coslenchus</i>	Аср	+	+	+	+
<i>Lelenchus</i>	Аср	+	+	+	+
<i>Filenchus</i>	Аср	+	+	+	+
<i>Plectus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Chiloplacus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Acrobeles</i>	Б	+	–	–	–
<i>Acrobeloides</i>	Б	+	+	+	+
<i>Panagrolaimus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Eucephalobus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Cephalobus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Aphelenchoides</i>	М	+	+	+	+
<i>Aphelenchus</i>	М	+	+	+	+
<i>Heterocephalobus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Mesodorylaimus</i>	П	+	+	+	+
<i>Eudorylaimus</i>	П	+	+	+	+
<i>Criconema</i>	Пр	+	+	+	–
<i>Paratylenchus</i>	Пр	+	+	+	+
<i>Cervidellus</i>	Б	+	+	+	+
<i>Mesorhabditis</i>	Б	+	–	–	–
<i>Wilsonema</i>	Б	+	+	+	+
<i>Prismatolaimus</i>	Б	+	–	–	–
<i>Diphtherophora</i>	М	+	–	–	–
<i>Tylencholaimus</i>	М	+	+	+	+
<i>Clarkus</i>	Х	+	–	–	–
<i>Mononchus</i>	Х	+	+	+	+
<i>Tylenchus</i>	Аср	+	+	+	+
Всего таксонов		26	21	21	20

Примечание: Аср – нематоды, ассоциированные с растениями, Б – бактериотрофы, М – микотрофы, Пр – паразиты растений, П – политрофы, Х – хищники (Yeates et al. 1993).

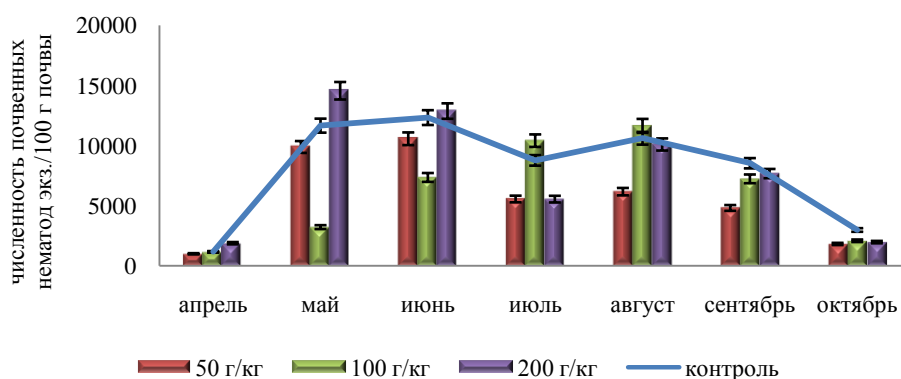


Рис. 1. Сезонная динамика общей численности почвенных нематод в весенне-осенний период при внесении сеноманских растворов на поверхность почвы

Сообщества почвенных нематод исследованы с помощью индекса зрелости, который характеризует экологическую сукцессию сообщества нематод (Bongers, Bongers 1998, Bongers, Ferris 1999). В загрязненных участках почвы обнаружены рода нематод с низкими значениями по с-р шкале Бонгера, что говорит

о присутствии нематод-колонизаторов с коротким жизненным циклом, с высокой плодовитостью и высокими колебаниями численности. Степень зрелости сообществ нематод ΣMI в загрязненных участках изменяется от 2,05 до 2,28. В контрольных участках индекс ΣMI составляет в среднем от 2,3 до 2,6.

Анализ данных (рис. 2) позволяет заметить высокую численность бактериотрофов во всех изучаемых образцах почвы. Для концентраций 50 г/кг и 200 г/кг сохраняется двухвершинный подъем сезонной численности нематод. Максимальные значения численности проявляются в июне, минимальные в июле. При загрязнении почвы растворами с концентрацией 100 г/кг отмечается одновершинный подъем численности с максимумом в августе. Для сообществ бактериотрофов в загрязненных участках почвы сеноманскими растворами концентрацией 200 г/кг характерно увеличение численности в июне и августе, превышающее контрольные значения с концентрацией 100 г/кг в июле и августе. Увеличение бактериотрофов в засоленных почвах происходит за счет нематод из семейства *Cephalobidae*, *Panagrolaimidae*,

многие авторы отмечают толерантность данных нематод к засолению. Рода нематод *Chiloplacus*, *Acrobeloides*, *Eucephalobus*, *Cephalobus*, *Heterocephalobus*, *Cervidellus* являются преобладающими в почвах при увеличении концентрации солей (Савкина 2010). Необходимо заметить благоприятное влияние сеноманских растворов с концентрацией 200 г/кг на сообщества бактериотрофов в первые месяцы после внесения солей в почву. Есть сведения о повышении численности рода нематод *Acrobeloides* после внесения в почву антропогенных поллютантов (Jovicic 1990; Kappers, Manger 1990; Yeates, Bamforth 1990; Voag et al. 1997). Элиминируются три рода неустойчивых к минерализации нематод: *Prismatolaimus*, *Mesorhabditis*, *Acrobeles*.

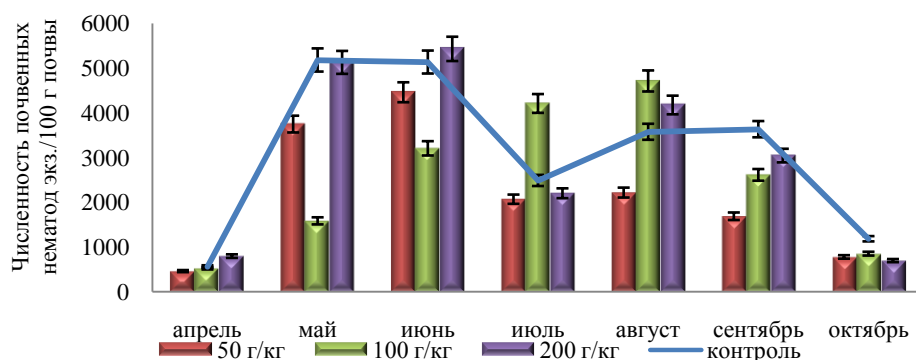


Рис. 2. Сезонная динамика численности нематод бактериотрофов в поверхностном слое светло-серых лесных почв в зависимости от концентрации сеноманских растворов

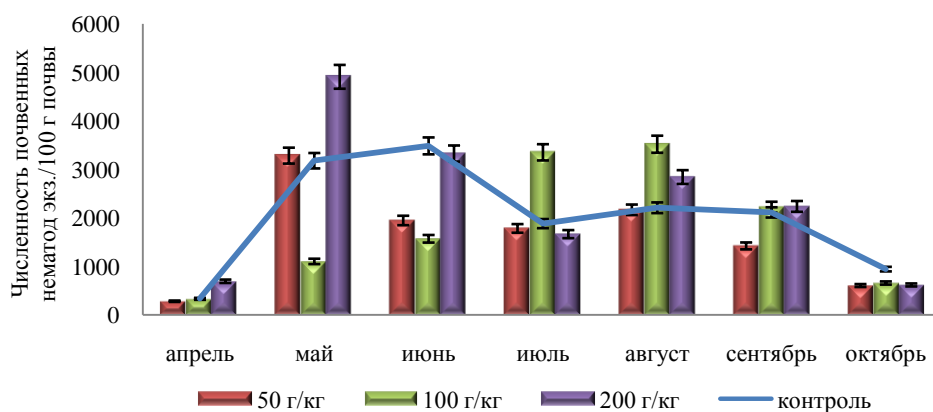


Рис. 3. Сезонная динамика численности нематод, ассоциированных с растениями, в поверхностном слое светло-серых лесных почв в зависимости от концентрации сеноманских растворов

При загрязнении концентрацией 50 г/кг в начале вегетации не наблюдаются изменения в численности ассоциированных с растениями нематод. Отклонение от контрольных значений происходит в среднем на 10%. В июне численность почвенных нематод снижается на 44% по сравнению с контрольным участком. В июле и

августе численность ассоциированных с растениями нематод восстанавливается до контрольных значений, в конце вегетации снижается на 30%. После внесения на поверхность почвы сеноманских растворов с концентрацией 100 г/кг в апреле численность нематод не изменилась. В течение вегетации наблюдается по-

степенный подъем численности нематод до максимальных значений в августе, равных 3 521 экз./100 г почвы и последующим спадом. Для концентрации 200 г/кг сеноманских растворов характерно повышение численности ассоциированных с растениями нематод после внесения поллютанта до максимальных значений 4 912 экз./100 г почвы, с последующим

восстановлением численности до контрольных значений. Другими авторами наблюдалась толерантность к поллютантам представителей отряда *Tylenchida*, к которым относятся рода нематод: *Coslenchus*, *Lelenchus*, *Filenchus*, *Tylenchus* из-за низкой проницаемости кутикулы (Суцук и др. 2008).

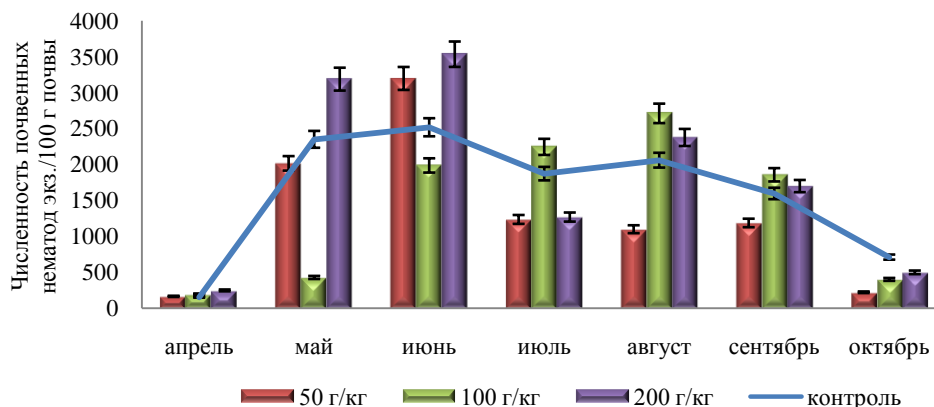


Рис. 4. Сезонная динамика численности нематод микотрофов в поверхностном слое светло-серых лесных почв в зависимости от концентраций сеноманских растворов

Для микотрофов характерно колебание численности в течение вегетации по сравнению с контрольными участками. Для концентрации после внесения сеноманских растворов на поверхность почвы (50 г/кг) в апреле, численность микотрофов не изменяется, к июню достигается максимум численности, что превышает контрольные значения на 20%. После достижения максимальной численности происходит снижение. При загрязнении почвы высокоминерализованными растворами с концентрацией 100 г/кг сезонная динамика численности микотрофов одновершинная, с максимумом 2 709 экз./100 г почвы в августе. Изменения сезонной динамики численности микотрофов при загрязнении концентрацией 200 г/кг сеноманскими растворами до августа аналогичны динамике численности при концентрации 50 г/кг. Высокая численность микотрофов наблюдается в мае, июне, снижение — в августе. В исследованиях ряда авторов отмечается устойчивость семейства нематод *Aphelenchidae* в сильно засоленных почвах. Есть сведения о повышении численности рода нематод *Aphelenchus* после внесения в почву антропогенных поллютантов (Jovicic 1990; Kappers, Manger 1990; Yeates, Vamforth 1990; Voag et al. 1997).

Численность одного рода нематод, который относится к паразитам растений, имеет выраженный угнетенный характер. При загрязнении с концентрацией 50 г/кг численность нема-

тод снижается с июня по сравнению с контрольными значениями. При загрязнении сеноманскими растворами концентрацией 200 г/кг в мае значения численности превышают контрольные показатели численности почвенных нематод. Динамика численности нематод политрофов аналогична динамике численности нематод паразитов растений с последующей элиминацией родов в октябре. Хищные рода нематод присутствовали с июля по сентябрь с невысокими значениями численности. В исследованиях других авторов имеются данные о чувствительности политрофов и хищников к загрязнению почвы.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно считать, что влияние высокоминерализованных растворов носит негативный характер, изменяет структуру сообществ почвенных нематод и приводит к элиминации 5 родов нематод. Таксонометрическая устойчивость почвенных нематод к сеноманским растворам представлена следующей последовательностью: нематоды ассоциированные с растениями, бактериофаги, политрофы, паразиты растений, микотрофы и хищники. Устойчивые к почвенной минерализации нематоды повышают численность к хроническому влиянию сеноманских растворов при концентрациях 100 г/кг и 200 г/кг. Наиболее неустойчивыми родами нематод к минерализации являются хищники.

ЛИТЕРАТУРА

- Дьяконова Д. В. 2012. Перспективы использования подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса Западной Сибири // Недропользование XXI век. 2 (33), 78–79.
- Косов А. В. 2005. Экологические проблемы нефтяной отрасли Западной Сибири // «Энергия молодых – экономике России». Труды VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 381–382.
- Кулинич О. А. 1990. Методические указания по выявлению, определению паразитических нематод лесных древесных пород и методы защиты от них. М.: Б. и.
- Лапишина Е. Д., Блойтин В. 1999. Типы нарушений и естественное восстановление растительности олиготрофных болот на нефтяных месторождениях Томской области // Krylovia. Сибирский ботанический журнал. Т. № 1, 129–140.
- Савкина Е. В. 2010. Почвенные нематоды в сероземах Южно-Казахстанской области // Почвоведение и агрохимия 3, 30–36.
- Сушук А. А. 2009. Почвенные нематоды трансформированных экосистем Карелии: Дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск.
- Сушук А. А., Груздева Л. И., Иешко Е. П. 2008. Воздействие тяжелых металлов на фитопаразитических нематод // Труды КарНЦ РАН. Вып. 13. 84–88.
- Boag B., Jefferies R. A., Vettraino L. M. 1997. Impact of diesel pollution on soil inhabiting nematodes // Abstr. II Intern. Nematol. Symp. of the Russ. Soc. of Nematol P. 4.
- Bongers T, Ferris H. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring // Trends in Ecology and Evolution. Vol. 14, 6. 224–228.
- Bongers T, Bongers M. 1998. Functional diversity of nematodes // Applied Soil Ecology. Vol. 10. 239–251.
- Jovicic D. 1990. Effects of industrial water population on soil nematodes // Nematologica. Vol. 36, 362–363.
- Kappers F. I., Manger R. 1990. Population dynamics of free-living nematodes in oil contaminated soil during the clean up with a microbiological restoration technique // Nematologica. Vol. 36, 4, 363.
- Ray S., Das S. N. 1980. Nematodes of saline soils in Orissa // Ind. J. Nematol. India, 231–235.
- van Bezooijen J. 2006. Methods and techniques for nematology. Wageningen, Netherlands: Wageningen Univ. Press, 112.
- Yeates G. W., Bongers T., de Goede R. G. M., Freckman D. W., Georgieva S. S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera: An outline for soil ecologists // J. of Nematology. V. 25. 3, 315–331.
- Yeates G., Bamforth S. S. 1990. Recolonization by nematodes of methyl bromide sterilized soil in forest and pasture // Nematologica. Vol. 36, 4, 402–403.

REFERENCES

- D'yakonova D. V. In: Nedropol'zovaniye XXI vek [Subsurface Use XXI century]. № 2(33) (2012): 78–79. (In Russian).
- Kosov A. V. In: Energiya molodykh – ekonomike Rossii. Trudy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh [Energy of the young – to the economy of Russia. Proceedings of the VI All-Russian scientific and practical conference of students and young researchers]. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2005. Pp. 381–382. (In Russian).
- Kulinich O. A. Metodicheskiye ukazaniya po vyyavleniyu, opredeleniyu paraziticheskikh nematod lesnykh drevesnykh porod i metody zashchity ot nih [Methodical instructions for the identification, determination of parasitic nematodes of forest tree species and methods of protection from them]. M.:B.i., 1990. (In Russian).
- Lapshina Ye. D., Bloyten V.. In: Krylovia. Sibirskiy botanicheskiy zhurnal [Krylovia. Siberian Botanical journal]. Vol. (1999): 129–140. (In Russian).
- Savkina Ye. V. In: Pochvovedeniye i agrokimiya [Soil Science and Agricultural Chemistry]. Vol. 3 (2010): 30–36. (In Russian).
- Sushchuk A. A. Pochvennyye nematody transformirovannykh ekosistem Karelii: Dis ... kand. biol. Nauk [Soil nematodes of transformed ecosystems of Karelia: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Petrozavodsk, 2009. (In Russian).
- Sushchuk A.A., Gruzdeva L.I., Iyeshko Ye.P. In: Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN. Vyp. 13 [Proceedings of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Is.13]. Petrozavodsk, 2008. Pp. 84–88. (In Russian).
- Boag B., Jefferies R. A., Vettraino L. M. Impact of diesel pollution on soil inhabiting nematodes // Abstr. II Intern. Nematol. Symp. of the Russ. Soc. of Nematol P. 1997. No. 4.
- Bongers T, Ferris H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring // In: Trends in Ecology and Evolution. Vol. 14, N 6. (1999): 224–228.
- Bongers T, Bongers M. Functional diversity of nematodes // In: Applied Soil Ecology. Vol. 10 (1998): 239–251.
- Jovicic D. Effects of industrial water population on soil nematodes // In: Nematologica. Vol. 36, № 4 (1990): 362–363.
- Kappers F. I., Manger R. Population dynamics of free-living nematodes in oil contaminated soil during the clean up with a microbiological restoration technique. In: Nematologica. Vol. 36, № 4 (1990): 363.
- Ray S., Das S. N. Nematodes of saline soils in Orissa. In: Ind. J. Nematol. India, 1980. Pp. 231–235.
- van Bezooijen J. Methods and techniques for nematology. Wageningen, Netherlands: Wageningen Univ. Press, 2006.
- Yeates G.W., Bongers T., de Goede R.G.M., Freckman D.W., Georgieva S.S. Feeding habits in soil nematode families and genera: An outline for soil ecologists. In: J. of Nematology. V. 25. № 3 (1993): 315–331.
- Yeates G., Bamforth S. S. Recolonization by nematodes of methyl bromide sterilized soil in forest and pasture. In: Nematologica. Vol. 36, N 4 (1990): 402–403.

S. A. Kalashnikova, A. G. Kartashev
Tomsk, Russia

LONG-TERM EFFECT OF CENOMANIAN SOLUTIONS ON COMMUNITIES OF SOIL NEMATODES IN LIGHT GRAY FOREST SOILS

Abstract. Long-term effect of Cenomanian solutions on the size and structure of soil nematodes communities were studied in natural conditions. Spills of highly mineralized waters from Cenomanian layers, which are used to maintain reservoir pressure, are dangerous for the environment. As a result of accidents there is salinization of soil and degradation of vegetation. For the study, the authors have chosen mixed forest on the right bank of the Tom River. The research estimated population dynamics of soil nematodes when exposed to highly mineralized solutions. The total number of nematodes during the study period changed over a wide range. The minimum of 1347 ind./100 g was registered in April while the maximum of 14554 ind./100 g was reached in May under the soil contamination by highly mineralized solutions with the concentration of 200 g/kg. Taxonomic composition of nematode communities was studied as well. The researchers have found 26 genera that form the basis of nematode communities in unpolluted areas of light-gray forest soils. The influence of the Cenomanian solutions leads to the elimination of several genera of nematodes. The number of taxa varied from 20 to 21 depending on the solution concentration. Bacteriotrophs are the dominant group of the soil nematodes according to the number of taxa in the reference area. When Cenomanian solutions influence the communities of nematodes, 3 types of bacteriotrophs eliminate i.e. *Prismatolaimus*, *Mesorhabditis* and *Acrobeles*. Plant associated nematodes vary in quantity, as for the number of genera it does not change regardless of the concentrations of Cenomanian solutions added to the soil. The study established a negative impact of highly mineralized solutions which change the structure of soil nematodes communities.

Key words: soil nematodes; bioindication; population density; human impact; highly mineralized solutions; Cenomanian solutions.

About the authors: Svetlana Aleksandrovna Kalashnikova¹, postgraduate student at the Department of Radioelectronic Technologies and Environmental Monitoring Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics; Alexandr Georgievich Kartashev², Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Radioelectronic Technologies and Environmental Monitoring.

Place of employment: ²Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics.

Калашникова С.А., Карташев А.Г. Хроническое влияние сеноманских растворов на сообщества почвенных нематод в светло-серых лесных почвах // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 71–77.

Kalashnikova S. A., Kartashev A. G. Long-term effect of cenomanian solutions on communities of soil nematodes in light gray forest soils // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 71–77.

УДК 582*475:58.073:591.5:599.735.31

Е. Н. Пилипко
Вологда, Россия

ТРОФИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЛОСЯ (*ALCES ALCES*, L.) НА ХВОЙНЫЙ ПОДРОСТ В ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ МОЛОДНЯКАХ 5–20 ЛЕТ

Аннотация. В статье приведены данные трофической деятельности самого крупного дендрофага Северо-Западного региона – лося (*Alces alces*, L.). В работе поставлена цель – дать оценку влияния лося на подрост хвойных пород – сосны, ели и можжевельника, как наиболее ценных в лесохозяйственном значении. Проблема «лось – лес» остается актуальной на протяжении 50 лет. Исследования проводились на территориях после сплошных рубок с естественным зарастанием лиственно-хвойного молодняка 5–25 лет. Вырубки различались по площади и составу хвойных пород. Проведен пересчет подроста и подлесочных пород, сделан учет различных видов механических повреждений, наносимых лосем по различным типам – обкусывание боковых побегов годичного прироста, скусывание верхушечных побегов, заломы стволов деревьев, погрызы коры. Также приведена оптимальная численность лося с учетом кормовой емкости угодий, сделан прогноз на основе повторных наблюдений о выживаемости поврежденных экземпляров сосны и можжевельника. В результате исследований было выявлено, что запас древесно-веточного корма на разных по площади молодняках с идентичным составом влияет на состояние хвойных пород, подвергшихся повреждению лосем. Наиболее предпочтительная из хвойных пород – сосна, затем можжевельник. Ель в качестве кормового объекта за все время наших исследований лося не интересовала. Большой процент ущерба сосне и можжевельнику был нанесен в лиственно-хвойных молодняках 5–20 лет незначительной площади (4,2 га), окруженной огромными территориями свежих сплошных рубок. На более значительных площадях в силу достаточного количества лиственных кормов не только на зарастающей вырубке, но и на примыкающей к ней территории, зна-

чительного ущерба обнаружено не было. Процент погибших экземпляров рассматриваемых пород небольшой. На малой пробной площади, по нашим прогнозам, со временем может произойти изменение породного состава соснового лесного биогеоценоза на еловый. Известно, что лось предпочитает мозаичность местообитаний, поэтому, с целью предотвращения полной затравленности хвойных пород лосем, необходимо стремиться к сохранению оптимальной площади рубок примыкающих территорий, которые впоследствии будут использоваться лосем как кормовые угодья.

Ключевые слова: лось (*Alces alces*, L.); вырубка; хвойные породы; повреждения; оптимальная численность; Вологодская область.

Сведения об авторе: Елена Николаевна Пилипко, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного хозяйства.

Место работы: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина.

Контактная информация. 160555, Россия, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2, e-mail: Karlovna@ukr.net.

Введение

Для лесного хозяйства на протяжении 50 лет одним из актуальных остается вопрос о влиянии животных-дендрофагов на хвойные породы как наиболее ценные в ресурсном и экологическом отношении. Известны исследования о зависимости численности животных и количества «затравленных» (поврежденных и уничтоженных) деревьев хвойных пород разного возраста (Абатуров 2005; Белов 2008; Кучерук 1985; Смирнов 2009; Феклистов 2002; Булахов 2003 и т.д.). В некоторых исследованиях приводятся данные по колоссальному, масштабному ущербу насаждениям от копытных животных (Трофимова, Мушникова 1991; Динесман 1959, 1961; Ровкач 2011; Мухуров 2009; Федоров 1983 и т.д.). Л. Г. Динесман (1961) отмечает, что из 50% продукции древесных видов, отторгаемых лосями (*Alces alces*, L.), только 5% приходится непосредственно на счет съеденного, остальные – прямой ущерб в виде нарушения роста поврежденных деревьев.

Также за последние 40 лет значительно возросло число работ, касающихся устойчивости растительности к воздействию фитофагов (Абатуров 1985). Однако результаты исследований, как правило, противоречивы, и проблема до сих пор остается нерешенной. Известно, что растительность неодинаково реагирует на изъятие фитомассы (или ее части), поэтому возможно как положительное, так и отрицательное влияние фитофагов на ее продуктивность. В частности, уже давно известна способность растительного покрова устойчиво переносить частичное удаление фитомассы (Гаевская, Краснополин 1956; Гордеева, Ларин 1965; Ellison 1960; Mueggler 1967; Neff 1964 и др.). Однако, устойчивость растительных организмов к повреждению зависит от ряда причин, таких, например, как количество световой энергии, возможность поступления влаги и тепла (Абатуров 1985). Устойчивость к отчужде-

нию в большей степени присуща для травянистых растений. На свойство адаптации и восстановления древесно-кустарниковой растительности, в отличие от травянистой, в большей степени влияют масштаб и виды повреждений.

Некоторые ученые утверждают, что в большинстве случаев эффект воздействия не идет в сравнение с долей изъятия, так как у многих растений развиваются компенсаторные (адаптивные) механизмы: увеличение интенсивности фотосинтеза в частично редуцированных тканях, перераспределение веществ внутри растения, увеличение освещенности через разреженный полог, редукция стареющих листьев, перераспределение гормонов роста, усиленное сохранение почвенной влаги, перераспределение и рециркуляция питательных веществ, выработка стимуляторов роста и т.п. (Mc Naughton 1979 а; Работнов 1983). Конечным эффектом этих адаптаций у некоторых видов растений может даже стать увеличение продуктивности.

По отношению к хвойным породам прямой связи между толщиной объединенных побегов и их развитием не отмечается, так как потребление хвои определяется не столько содержанием питательных веществ (которое выше, чем у побегов лиственных пород), сколько наличием в разных растениях ядовитых соединений и соотносительным количеством их в рационе животных (Мартынов и др. 2011). Улучшение условий их питания происходит также при экзогенных сукцессиях древостоев. Масштабы сукцессий особенно велики в хвойных лесах, которые подвержены лесозаготовительной деятельности.

Материалы и методы

В результате проведенных исследований была дана оценка степени поврежденности хвойных пород самым крупным дендрофагом Вологодской области – лосем. Нами проводи-

лась сравнительная оценка влияние лося на хвойные породы вырубок на разных типах пробных площадей (табл. 1).

Численность охотничьих животных считается оптимальной в том случае, когда она наиболее полно соответствует емкости угодий по кормовым, защитным и гнездопригодным свойствам, а кормовые ресурсы угодий не истощаются и отсутствуют какие-либо отрица-

тельные явления (Козлов 2010, 2012; Курхинен и др. 2006; Перовский 2003; Пилипко 2015, 2017). Как свидетельствует ряд авторов (Динесман 1959; Козловский 1959; Федоров 1983 и др.), нежелательные последствия присутствия лосей в сосновых молодняках находятся в допустимых пределах или не сказываются совсем, если на одно животное приходится не менее 20–30 га кормовых угодий.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей

№ п/п	Год рубки, (площадь, га)	Тип леса	Тип угодий	Подрост – кол-во, шт.	Подлесок – кол-во, шт./1 000 га (возраст, лет)	Живой напочвенный покров - процент проективного покрытия, %
1	2004 (24,3)	Сосняк черничный	Смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет	Сосна – 1 334 шт. (6 лет); Ель – 26 667 шт. (9–22 лет); Береза – 17 001 шт. (3–8 лет); Осина – 16 667 шт. (3–6 лет); Ольха серая – 667 (2 года)	Крушина – 3 837 шт. (2–4 года); Можжевельник – 32 37 шт. (2–12 лет); Рябина – 3 667 шт. (3–5 лет).	Черника – 5 брусника – 5 крупнотравье (таволга, дудник, аконит и др.) – 10 разнотравье (костяника, княженика) – 20 папоротники – 10 злаки – 20 хвощи – 10 сфагн. мхи – 5 лишайники – 5 зеленые мхи – 10
2	2006 (18,3)	Ельник кисличный	Смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет	Ель – 16 667 шт. (6–18 лет); Береза – 18 000 шт. (3–9 лет); Осина – 7 000 шт. (6–9 лет); Ива – 22 000 (1–12 лет)	Крушина – 9 000 шт. (4–6 лет); Рябина – 47 000 шт. (3–8 лет); Жимолость татарская – 4 667 шт. (4–6 лет)	Брусника – 25 кислица – 5 разнотравье (костяника, княженика) – 15 папоротники – 15 злаки – 5 хвощи – 5 зеленые мхи – 30
3	2004 (4,2)	Сосняк черничный	Смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет	Сосна – 1432 шт. (7 лет); Ель – 22 347 шт. (9–21 лет); Береза – 18 561 шт. (3–8 лет); Осина – 20 667 шт. (3–6 лет); Ольха серая – 767 (2 года)	Крушина – 3 537 шт. (2–4 года); Рябина – 4 667 шт. (6–12 лет). Можжевельник – 2 158 шт. (2–10 лет)	Черника – 15 брусника – 15 крупнотравье (таволга, дудник, аконит и др.) – 10 разнотравье (костяника, княженика) – 10 папоротники – 10 злаки – 10 хвощи – 5 сфагн. мхи – 5 лишайники – 10 зеленые мхи – 10

Площадь для каждого типа необходимо умножить на коэффициенты, приведенные в таблице ориентировочных запасов кормов по типам местообитаний (Основы охотоустройства 2012). Полученная цифра делится на утроенную годовую потребность одного животного в

древесно-веточных кормах (для лосей норма составляет 3 т). Годовая норма утраивается, т.к. допустимая повреждаемость деревьев составляет 30%. Плотность популяции определяется путем умножения показателя численности на

1 000 и деления на площадь свойственных данному виду местообитаний.

Нами были рассмотрены 3 основных типа вырубок, которые являлись постоянными пробными площадями.

Тип 1 (ПП 1) – смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет (в составе две хвойные породы – ель и сосна).

Тип 2 (ПП 2) – смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет (в составе одна хвойная порода – ель).

Для перечисленных выше двух типов вырубок характерны большие размеры (18–25 га) с прилегающими к ним зарастающими вырубками разных лет и спелым лесом, т.е. с соблюдением условий мозаичности местообитания для животных.

Тип 3 (ПП 3) – смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет (в составе сосна, ель, можжевельник), но с вырубками небольшого размера (3–5 га) островного характера, т.е. окруженные сплошными свежими вырубками, где полностью исключена кормовая база для фитофагов (рис. 1).

Все повреждения, причиняемые лосями древесным породам, делятся на 4 вида (Федоров 1983):

- обкусывание боковых побегов годовичного прироста;
- скусывание верхушечных побегов;
- заломы стволов деревьев;
- погрызы коры.



Рис. 1. Масштабность рубок, примыкающих к мелкой по площади вырубке с естественным возобновлением (ППЗ - год рубки 2004, S = 4,3 га)

Результаты и обсуждение

Животные, которые могут причинять существенный урон растительности, приурочены к определенным ландшафтам. Это, как правило, весьма бедные по продуктивности и неустойчивые экосистемы: тундры, аридные зоны. Также к категории ослабленных ландшафтов можно отнести антропогенно-нарушенные тер-

ритории, в частности, вырубки и гари. Каждый биогеоценоз может рассматриваться как кормовые угодья различного качества. Нами проведена оценка запаса древесно-веточных кормов (табл. 2) и допустимая плотность численности лося (табл. 3) на рассматриваемых пробных площадях.

Таблица 2

Запас древесно-веточных кормов на исследуемых территориях

Пробная площадь	Год рубки, площадь, га (S, га)	Тип угодий	Присутствие в составе хвойных пород	Средний запас древесно-веточных кормов, кг/га/всего на S	В том числе хвойных, кг/га/всего на S	Повреждение хвойных, %
ПП 1	2004 (24,3)	смешанные лиственно-хвойные молодняки 5–20 лет	Сосна, ель, можжевельник	1 500/36 450	2,9/70,5	1,5–42,6
ПП 2	2006 (18,3)		Ель	1 200/21 960	–	–
ПП 3	2004 (4,2)		Сосна, ель, можжевельник	1 500/6 300	2,8/11,8	60–90

Таблица 3

Допустимая плотность лося в смешанных лиственно-хвойных молодняках 5–20 лет

Тип леса до рубки, (ПП)	Год рубки, площадь, га	Коэффициент среднего запаса кормов, т/1 га	Допустимая плотность лося, особей
Сосняк черничный (ПП 1)	2004 (24,3)	1,20	3,24
Ельник кисличный (ПП 2)	2006 (18,3)	0,30	1,01
Сосняк черничный (ПП 3)	2004 (4,2)	1,20	0,6

Примечание: Коэффициент взят из таблицы ориентировочных запасов кормов по типам местообитаний (Основы охотоустройства, 2012)

Исходя из запаса кормов, смешанные лиственно-хвойные молодняки площадью 24,3 га, в состав которых входит сосна и можжевельник, способны прокормить в летний период 3 особи лосей без ущерба для древесно-кустарниковой растительности, в то время как такие же молодняки, но гораздо меньшего размера (4,2 га) не способны прокормить даже 1 особь.

Оценка повреждаемости хвойных пород. Вредная деятельность лосей сводится к порче молодых естественного возобновле-

ния и посадок. Наиболее часто от лосей страдают осина I–II и сосна I классов возраста. Повреждения этих пород отмечены на значительной территории Европейской части СССР (Динесман 1959). Практически все обследованные нами вырубki в той или иной степени подвергались влиянию лося в качестве его кормовой базы. В данной статье представлена динамика повреждения хвойных пород (табл. 4) как наиболее ценных в лесохозяйственном значении.

Таблица 4

Повреждаемость хвойных пород I–II класса возраста лосем в разных условиях среды обитания

Порода	Количество экземпляров, шт./га	Возраст, лет	Встречаемость, %	Количество неповрежденных экз., шт./га	Поврежденность, %	Повреждение		
						Обкусывание боковых побегов	Скусывание верхушечных побегов	Обгрыз коры
ПП 1 (рубка 2004, S = 24,3 га)								
Сосна	68	4–12	27,6	39	42,6	29		–
Ель	146	9–32	59,3	146	–	–		–
Можжевельник	32	2–12	13,1	26	18,8	4	2	–
ПП 2 (рубка 2007, S = 18,3 га)								
Ель	131	5–21	100	129	1,5	–	–	2
ПП 3 (рубка 2004, S = 4,2 га)								
Сосна	52	4–12	33,8	9	82,7	43		–
Ель	81	9–28	52,6	81	–	–		–
Можжевельник	21	2–10	13,6	6	71,4	9	6	–

Примечание: Заломы стволов у молодняка хвойных пород на данных территориях не наблюдались

На более масштабных территориях под вырубками (18–25 га) поврежденные экземпляры хвойных пород (сосна, ель и можжевельник) наблюдались в сравнительно незначительном количестве (1,5–42,6%). Степень повреждений также была не существенной (10–35%). Хвойные молодняки, как и лиственные, на этих вырубках не были подвержены сильному прессингу со стороны лося. Размеры вырубок и численность лося (не более 3 особей за время исследований) не нанесли значительного урона. В результате небольшого ущерба древесно-кустарниковые породы на крупных вырубках имеют неплохую адаптивную способность к восстановлению. Молодые растения в следую-

щий вегетационный период пустили свежие побеги, также нами было зафиксировано практически полное облиствение лиственных пород (исключение составляли усохшие заломы вершин, вместо которых деревья пустили новые побеги). Также небольшую затравленность данных территорий можно объяснить присутствием примыкающих разновозрастных лесных биогеоценозов, которые также охотно посещались животными. Обследованные поврежденные экземпляры хвойных пород признаны как удовлетворительные (70% поврежденных деревьев начали давать новые побеги).

На зарастающей вырубке маленького размера (ПП 3–4,2 га) весь лиственно-хвойный

молодняк пострадал в значительной степени. Повреждения сосны на данной пробной площади доходили до 90%, можжевельника – до 60% (рис. 2). В мае 2017 г. при повторном обследовании на данной вырубке маленького размера большинство поврежденных хвойных деревьев (сосна и можжевельник) отмечено как погибшие (93%).

Оставшиеся жизнеспособными сосна и можжевельник на ПП 3, скорее всего, подвергнутся новым «атакам» лося, так как территория является очень небольшой, окружена крупномасштабными свежими рубками, которые неинтересны для животных ни в качестве кормовой базы, ни как территории, несущие защитную функцию. Животные в поисках пищи вынуждены кормиться на данном маленьком островке неоднократно, оставаясь тут по несколько дней, что приводит к колоссальной затравленности не только сосны и можжевельника, но и, в первую очередь, лиственных молодняков подроста и подлесочных пород.

По нашим прогнозам, к осени 2017 г. практически все лиственно-хвойные молодняки I–II класса возраста на данной площади будут уничтожены лосем. Таким образом, размер повреждений, наносимых лосями некоторым видам древесно-кустарниковых пород на ПП 3, существенный, что со временем повлечет за собой выпадение такой породы как сосна из состава насаждений и приведет к изменению в будущем породного состава соснового лесного биогеоценоза на еловый, несмотря на первоначальный сосновый тип леса (до рубки).

Хвойные породы не являются основным древесно-веточным кормом лося. По нашим наблюдениям и в результате анализа многочисленных публикаций авторов, изучающих данный вопрос, нами выявлено, что лось предпочитает в первую очередь лиственные породы молодняков и подлесочные породы – рябину, осину, иву, березу, крушину. Молодняки сосны возрастом до 5 лет повреждались значительно. Однако наибольшую нагрузку несет сосна в

возрасте 6–10 лет, так как в ней сосредоточены основные запасы побегов и хвои, наиболее доступные животным.

Ель, по нашим наблюдениям, вообще не интересовала лося и оставалась нетронутой, в хорошем состоянии. Исключение составляет повреждение (погрыз) коры на нескольких деревьях, вышедших из возраста молодняков и находящихся в стене леса на примыкающей к вырубке территории. Так как ель не является приоритетной кормовой породой лося, то на ПП 3, несмотря на то, что до рубки типом лесорастительных условий являлся сосняк черничный, со временем произойдет замена типа леса с сосняка на ельник с небольшой примесью березы и ольхи (единично осины). Восстановление древесно-кустарниковой растительности на данной сильно поврежденной территории значительно затянется. Еловый подрост, лишенный защиты лиственного молодняка от заморозков и солнечной инсоляции, будет долго адаптироваться. Из 100% елового подроста выживет 60%, и то из того, которому больше 20 лет.

Наблюдения Е. К. Тимофеевой (1974), И. В. Александровой и Л. И. Красовского (1961) о том, что при небольшой плотности популяции лоси первую половину зимы существуют за счет излюбленных лиственных пород и только затем при недостатке кормов начинают интенсивно поедать сосну и можжевельник, нами полностью подтверждены. Там же, где преобладают сосновые леса и на 1000 га насчитывается не более 5–8 особей, лоси уже в начале зимы концентрируются в сосновых молодняках. В условиях Вологодской области вырубки, в основном, зарастают естественным образом лиственными и смешанными лиственно-хвойными молодняками, поэтому животные предпочитают в первую очередь лиственные древесно-кустарниковые породы, а уже потом сосновый подрост и в меньшей степени можжевельник.



**Поврежденная на 70% сосна.
К началу вегетационного периода следующего года
она погибнет**



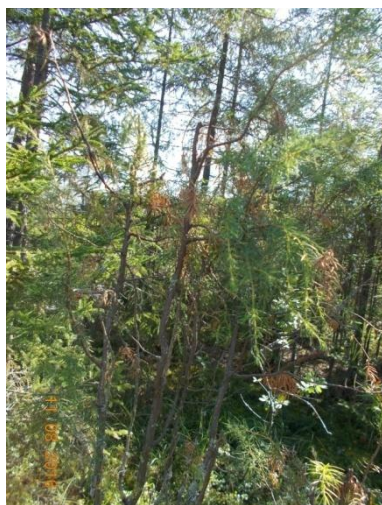
**Сосна 8-летнего возраста, поврежденная на 40%.
К следующему вегетационному периоду деревце
выжило, но находилось в ослабленном состоянии**



**Полностью затравленная (погибающая)
сосна I класса возраста**



**Сосна 12-летнего возраста, поврежденная на 85%.
В будущем это деревце погибнет**



**Сильно поврежденный лосем можжевельник (повреждение 50%), в следующем году деревце выжило,
но было ослаблено в значительной степени и по прогнозам погибнет**



Рис. 2. Степень повреждения хвойного подроста на вырубке малого размера – 4,2 га (ПП 3)

Нами было выявлено, что при скусывании побега на 2/3 от его длины или при повреждении ближайшей от скуса почки у хвойных пород 4–12-летнего возраста теряется способность поврежденного побега к дальнейшему росту. По утверждению С. П. Смелова (1966), в верхней части побега продуцируются гормоны роста, обуславливающие ростовые процессы. Вместе с ее удалением устраняются необходимые условия роста. Побег прекращает рост и отмирает (Смелов 1966). В другом случае почки удерживаются в покоем состоянии под влиянием гормонов, ауксинов, продуцируемых побегом, после скусывания побега вместе с удалением источника торможения почки приобретают способность к росту. Вместе с прекращением роста скусанных побегов происходит образование большого количества новых побегов, возникающих из ближней от скуса почки. Зачастую происходит эффект кущения новых побегов из почек на боковых ветвях (из одной почки появляется много новых побегов) (рис. 3). Скус побега вершины ствола также способствует появлению одного или нескольких новых побегов из спящей до этого почки, что приводит к искривлению ствола (в случае появления одного побега) или двувершинности (если побегов два). При скусывании побегов до 70% со спящей почкой у сосны 2–8 лет деревце, как правило, обречено на гибель. Таким образом, адаптивная способность к механическому воздействию (скус, погрыз, залом, обдир коры) и, следовательно, шансы на выживание у древесных пород напрямую зависят от возраста дерева и степени его повреждения.



Рис. 3. Кущение ранее поврежденных побегов

Также нужно отметить, что такой вид повреждения как залом верхушки в нашем случае не встречался вообще. Чаще всего объедались сосенки 0,5–3 м высотой в возрасте 4–12 лет.

Залом ствола наряду с объеданием боковых побегов считается самым тяжелым, так как, в основном, этот тип повреждений свойственен для 1 и 2 класса возраста лиственных пород 5–15 лет и хвойных 14–30 лет, т.е. когда они достигают в высоту 3 м.

Коэффициент восстановления (адаптация к повреждениям) сосны и можжевельника. Сосна является породой, которая с возрастом теряет адаптивные свойства к механическим повреждениям. Так, например, коэффициент восстановления с возрастом от 5 до 16 лет постепенно снижается. У можжевельника же коэффициент восстановления остается постоянным в возрастном диапазоне 2–12 лет (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициенты восстановления веточного корма в поясе потрав лосей (по Петровскому, 1982)

Порода деревьев или кустарников	Возраст, лет	Усредненный коэффициент восстановления
Сосна	5–7	0,30
	8–9	0,25
	10–12	0,15
	11–13	0,10
14–16	0,02	
Можжевельник	2–12	0,20

Таким образом, уязвимость сосны и можжевельника, кроме масштаба повреждений, зависит также от способности к восстановлению этих пород. В случае разовых повреждений способность к восстановлению – один из важных факторов, однако при многократных повреждениях эта способность значительно снижается. Существует предел, после которого наступает стадия полной затравленности, в результате чего растение погибает.

Выводы

На основании проведенных исследований можно заключить, что нормально функционирующие полноценные биогеоценозы достаточных размеров не подвержены вредному воздействию животных, находящихся в оптимальной численности. Такие биогеоценозы имеют адаптивные способности к повреждениям, вызванным одним из компонентов природной системы – зооценозом. На таких территориях количество и степень повреждений к общей массе хвойного молодняка незначительны. Повреждение достигает 42,6%, а степень повреждаемости не превышает 35%. Хвойные молодняки 12 и более лет при такой повреждаемости, как правило, выживают. Возможны последствия в виде снижения качества и приобретения пороков

древесины. Болезни и вредная энтомофауна не угрожают поврежденным хвойным породам из-за смолы. Вред могут причинить животные только ослабленным, бедным и неустойчивым ландшафтам. К такой категории относятся и вырубки как антропогенно-нарушенные территории. Лиственные, лиственно-хвойные и сосновые молодняки с примесью лиственных пород (5–20 лет) оптимальных размеров (15–25 га), наоборот, считаются сильными и устойчивыми биогеоценозами с точки зрения кормовой базы копытных животных.

Хвойные древесно-кустарниковые породы на вырубке 2004 года площадью 4,3 га оказались наиболее уязвимыми к механическому повреждению подроста и подлеска 1–2 класса возраста лосем в силу маленького масштаба вырубки и отсутствия кормовых угодий на примыкающих к вырубке территориях. Повреждаемость хвойных пород на данной вырубке достигала 60–90%.

Сильная затравленность древесно-кустарниковых пород связана не только с количеством животных, но и со свойствами среды обитания – площадью и продуктивностью кормовых угодий, которые в условиях антропогенной трансформации существенно сокращаются и не способны прокормить даже малое количество особей. В случае вытеснения животных с их кормовых станций значительное отрицательное воздействие наряду с малоценными лиственными породами испытывают и ценные хвойные, такие, например, как сосна.

Таким образом, с целью сокращения негативного воздействия трофической деятельности лося на ценные хвойные породы необходима не только регуляция численности животных, но и хозяйственно правильное, рациональное ведение лесозаготовительной деятельности с сохранением оптимальной площади рубок примыкающих территорий, которые впоследствии будут способны обеспечить необходимую емкость кормовых угодий для животных.

ЛИТЕРАТУРА

- Абатуров Б. Д., Лопатин В. Н. 1985. Влияние пастбищного удаления фитомассы на продуктивность растительности // Млекопитающие в наземных экосистемах. М.: Наука, 27–37.
- Абатуров Б. Д. 2005. Кормовые ресурсы, обеспеченность пищей и жизнеспособность популяций растительноядных млекопитающих // Зоологический журнал Т. 84, № 10. 1251–1271.
- Александрова И. В., Красовский Л. И. 1961. О зимнем питании лосей в Кировской области // Зоологический журнал Т. 40, № 8, 1246–1250.
- Белов Л. А. 2008. Влияние косули на естественное и искусственное лесовосстановление Джабык-Карагайского бора: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург.
- Булахов В. Л. 2003. Трофическая роль млекопитающих-фитофагов в лесных биогеоценозах Степного Приднестровья // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія 11, 142–146.
- Гаевская Л. С., Краснополин Е. С. 1956. Изменение растительного покрова овцеводческих пастбищ глинистой пустыни и предгорной полупустыни Средней Азии под влиянием выпаса // Бот. журн. Т. 41, 7. 962–975.
- Горбеева Т. К., Ларин И. В. 1965. Естественная растительность полупустыни Прикаспия как кормовая база животноводства. М.: Наука.
- Динесман Л. Г. 1959. Вредная деятельность копытных в лесхозах СССР. Роль диких копытных животных в лесном хозяйстве. Вып. 13. М.: Издательство Академии наук СССР, 5–24.
- Динесман Л. Г. 1961. Влияние диких млекопитающих на формирование древостоев. М.: Изд-во АН СССР.
- Козлов В. М. 2010. Влияние различных способов рубок леса на среду обитания и популяции охотничьих животных Европейской тайги: монография. Киров: Вятская ГСМХА.
- Козлов В. М. 2012. Типология охотничьих угодий с основами охотустройства: Уч. пособие. Киров: Вятская ГСХА.
- Козловский А. А. 1959. Повреждение лесных молодняков лосями // Охота и охотн. хоз-во 12, 18–20.
- Курхинен Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В. 2006. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука.
- Кучерук В. В. 1985. Травоядные млекопитающие в аридных экосистемах внетропической Евразии // Млекопитающие в наземных экосистемах. М.: Наука, 166–223.
- Мартынов Е. Н., Масайтис В. В., Гороховников А. В. 2014. Охотничье дело. Охотоведение и охотничье хозяйство / Под ред. Мартынова Е. Н. Изд. 2-е, испр. СПб.: Лань.
- Мухуров Л. И. 2009. Формирование породного состава сосновых молодняков, поврежденных лосем // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. Вып. XVII, 77–88.
- Основы охотустройства: методические указания. 2012 / сост.: Мартынов Е. Н., Гороховников А. В., Масайтис В. В. СПб.: СПбГЛТУ.
- Перовский М. Д. 2003. Методы управления популяциями охотничьих животных России. М.: Лион.
- Петровский М. Д., Канаков Е. С. 1982. Эколого-морфологические особенности и продуктивность европейских лосей // Повышение продуктивности звероводства и охотничье-промысловой фауны: труды ВСХИЗО. М., 36–58.
- Пилитко Е. Н. 2015. Кормовая емкость угодий лося (*Alces alces*, L) в Вологодском районе Вологодской области // Фундаментальные и прикладные науки сегодня: Материалы VI Международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 24–25 августа 2015 г. CreateSpace. 10–14.
- Пилитко Е. Н. 2017. Трофическое влияние лося (*Alces alces* L.) на территории смешанных и лиственных молодняков Вологодской области в летний период // Известия ВУЗов. Лесной журнал 2 (356), 52–66.

- Работнов Т. А. 1983. Фитоценология. М.: Изд-во МГУ.
- Ровкач А. И. 2011. Состояние сосновых культур в Негорельском учебно-опытном лесхозе, подверженных влиянию копытных, и мероприятия по его улучшению // Труды БГТУ. Серия Лесное хозяйство 1, 113–115.
- Смелов С. П. 1966. Теоретические основы луговодства. М.: Колос.
- Смирнов К. В. 2009. Плотность населения лося и косули и их влияние на лесовозобновление по природным зонам Челябинской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 24.
- Тимофеева Е. К. 1974. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л.: Ленингр. ун-т.
- Трофимов В. Н., Мушников А. А. 1991. Лось, ксилофаги и грибные болезни как факторы ослабления рекреационных ельников Московской области // Известия ВУЗов. Лесной журнал 2, 19–23.
- Федоров Ф. Ф. 1983. Влияние лося на лесовосстановительные процессы на вырубках в центральной части зоны хвойно-широколиственных лесов: Дис. ... канд. с.-х. наук. М.
- Феклистов П. А. 2002. Влияние популяций лосей Архангельской области на древесно-кустарниковую растительность // Бызова Н. М. (отв. ред.). География Европейского Севера. Проблемы природопользования, социально-экономические, экологические: сб. науч. трудов. Архангельск: ПГУ, 201–211.
- Ellison L. 1960. Influence of grazing on plant succession of range-land // Bot. Rev. V.26, 1. 1–78.
- Mc Naughton S. J. 1979. Grazing as an optimisation process: grass - ungulate relationship in Serengeti // Am. Nat. Vol. 113, 5. 691–703.
- Mueggler W. F. 1967. Response of mountain grassland vegetation to clipping in southwestern Montana // Ecology 48(6): 942–949.
- Neff D. J. 1964. What constitutes proper level of browse use // Proc. 3 rd Annu. Meet. North Mex. Ariz. Sess. Wildlife Soc. Sanford. 2. 435–451.

REFERENCES

- Abaturov B. D., Lopatin V. N. Vlijanie pastbishhnogo udalenija fitomassy na produktivnost' rastitel'nosti// Mlekopitayushchie v nazemnyh ehkositemah. [The effect of grazing removal of phytomass on vegetation productivity// Mammals in terrestrial ecosystems]. M.: Nauka, 1985. Pp. 27–37. (In Russian).
- Abaturov B. D. In: Zoologicheskij zhurnal [Russian Journal of Zoology]. Vol. 84. № 10 (2005): 1251–1271. (In Russian).
- Alexandrova I. V., Krasovskii, L. I. In: Zoologicheskij zhurnal [Russian Journal of Zoology]. Vol. 40, № 8. (1961): 1246–1250. (In Russian).
- Belov L. A. Vliyanie kosuli na estestvennoe i iskusstvennoe lesovosstanovlenie Dzhabyk-Karagayskogo bora [The Impact of deer on natural and artificial reforestation of the Dzhabyk-Karagai coniferous forest: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Yekaterinburg, 2008. (In Russian).
- Bulakhov V. L. In: Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Biologiya, ekologiyakij [Bulletin of Dnepropetrovsk University. Biology, ecology] Vol. 11 (2003): 142–146. (In Ukraine).
- Gaevskaya L. S., Krasnopolie E. S. In: Botanicheskij zhurnal [Botanicheskij Zhurnal]. Vol. 41, № 7 (1956): 962–975. (In Russian).
- Gordeeva T. K., Larin I. V. Estestvennaja rastitel'nost' polupustyni Prikaspija kak kormovaja baza zhivotnovodstva [Natural vegetation of Cis-Caspian semi-deserts as a food supply for livestock raising]. M.: Nauka, 1965. (In Russian).
- Dinesman L. G. Vrednaja dejatel'nost' kopytnyh v leshozah SSSR. Rol' dikih kopytnyh zhivotnyh v lesnom hozjajstve [Harmful activities of wild ungulates in forestry enterprises of the USSR. The role of wild ungulates in forestry]. M.: Izd-vo AN SSSR. Is. 13. (1959): 5–24. (In Russian).
- Dinesman L. G. Vlijanie dikih mlekopitajushhij na formirovanie drevostoev [The impact of wild mammals on the formation of forest stands]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. (In Russian).
- Kozlov V. M. Vlijanie razlichnyh sposobov rubok lesa na sredu obitaniya i populyacii ohotnich'ih zhivotnyh Evropejskoj tajgi: monografiya [Influence of different methods of logging on the habitat and populations of game animals of European taiga: monograph]. Kirov: Vyatskaya GSMHA, 2010. (In Russian).
- Kozlov V. M. Tipologiya okhotnichikh ugodij s osnovami okhotustroystva: Uchebnoe posobie [Typology of hunting grounds with the basics of huntingorganization: Course book]. Kirov: Vyatskaya GSHA, 2012. 245. (In Russian).
- Kozlovskiy A. A. In: Ohoty i ohotn. hoz-vo [Hunting]. № 12 (1959): 18–20. (In Russian).
- Kurhinen Yu. P., Danilov I. P., Ivanter E. V. Mlekopitayushchie Vostochnoy Fennoskandii v usloviyakh antropogennoy transformatsii taezhnykh ekosistem [Mammals of Eastern Fennoscandia under the conditions of anthropogenic transformation of taiga ecosystems]. Moscow: Nauka, 2006. 208. (In Russian).
- Kucheruk V. V. Travojadnye mlekopitajushhie v aridnyh jekositemah vnetropicheskoy Evrazii // Mlekopitayushchie v nazemnyh ehkositemah [Herbivorous mammals in arid ecosystems of extratropical Eurasia // Mammals in terrestrial ecosystems]. M.: Nauka, 1985. (In Russian).
- Martynov E. N., Masaitis, V. V., Gorohovnikov A. V. Ohotnich'e delo. Ohotovedenie i ohotnich'e hozjajstvo [Hunting. Game management and hunting industry] Ed. by Martynov E. N. SPb.: Lan', 2014. (In Russian).
- Mukhurov L. I. In: Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe hoz-vo, Vyp. XVII [Proceedings of BSTU. Ser. I, Forestry]. Is. XVII (2009): 77–88. (In Russian).
- Osnovy ohotoustroystva: metodicheskie ukazaniya/ sost.: Martynov E. N., Gorohovnikov A. V., Masaitis V. V. [The basics of hunting management: guidelines / Martynov E. N., Gorkovenko A. V. Masaitis V. V.]. SPb.: SPbGLTU, 2012. (In Russian).
- Perovsky M. D. Metody upravleniya populyatsiyami okhotnichikh zhivotnykh Rossii [Methods of managing of the game animals populations in Russia]. M.: Lion, 2003. (In Russian).
- Petrovskiy M. D., Kanakov E. S. In: Povyshenie produktivnosti zverovodstva i ohotnich'e-promyslovoj fauny: trudy VSKHIZO [Increase in productivity of fur farming and hunting and commercially exploited fauna: Proceedings of All-Union agrarian correspondence university]. M., 1982. Pp. 36–58. (In Russian).
- Pilipko E. N. In: Fundamental'nye i prikladnye nauki segodnya: Materialy VI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. [Fundamental and applied Sciences today. Proceedings of VI International scientific and practical conference, North Charleston, USA, 24–25 Aug., 2015]. CreateSpace, 2015. Pp. 10–14. (In Russian).

Pilipko E. N. In: Izvestiya VUZov. Lesnoj zhurnal [Bulletin of higher educational institutions. Lesnoj zhurnal (Forestry journal)] No. 2 (2017): 52–66. (In Russian).

Rabotnov T. A. Fitocenologiya [Phytosociology]. M.: Izd-vo Moscow State University, 1983. (In Russian).

Rovkach A. I. In: Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe hozyajstvo [Proceedings of Belarusian State Technological University. Ser.1 Forestry], 2011. Pp. 113–115. (In Russian).

Smelov S. P. Teoreticheskie osnovy lugovodstva [Theoretical Basics of Grassland Science]. Moscow: Kolos, 1966. (In Russian).

Smirnov K. V. Plotnost naseleniya losya i kosuli i ikh vliyanie na lesovozobnovlenie po prirodnyim zonom Chelyabinskoy oblasti [Population density of moose and roe deer and their impact on reforestation in the natural areas of Chelyabinsk region]. An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Ekaterinburg, 2009. (In Russian).

Timofeeva E. K. Los' (jekologiya, rasprostranenie, hozhajstvennoe znachenie) [Moose (ecology, distribution, economic importance)]. Leningr. un-t, 1974. (In Russian).

Trofimov V. N. Mushnikov A. A. In: Izvestiya VUZov. Lesnoj zhurnal [Bulletin of higher educational institutions. Lesnoj zhurnal (Forestry journal)]. № 2 (1991): 19–23. (In Russian).

Fedorov F. F. Vliyanie losja na lesovosstanovitel'nye processy na vyrubkah v central'noj chasti zony hvojnno-shirokolistvennyh lesov: Dis. ... kand. biol. Nauk [The impact of moose on forest regeneration processes on fellings in the central part of coniferous-broad-leaved forests zone]. The thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences, 1983. (In Russian).

Feklistov P. A. In: Geografiya Evropejskogo Severa. Problemy prirodnopol'zovaniya, social'no-ehkonomicheskie, ehkologicheskie: sb.nauch.trudo [Geography of the European North. Problems of natural resource management, socio-economic and environmental problems: collection of research papers] Ed. by Byzova N. M. Arkhangelsk: Pomor State University, 2002. Pp. 201–211. (In Russian).

Ellison L. Influence of grazing on plant succession of range-land. In: Bot. Rev. Vol. 26, № 1. (1960): 1–78.

Mc Naughton S. J. Grazing as an optimisation process: grass - ungulate relationship in Serengeti. In: Am. Nat. Vol. 113 No 5(1979): 691–703.

Mueggler W. F. Response of mountain grassland vegetation to clipping in southwestern Montana. In: Ecology 48(6). (1967): 942–949.

Neff D. J. 1964. What constitutes proper level of browse use. In: Proc. 3 rd Annu. Meet. North Mex. Ariz. Sess. Wildlife Soc. Sanford. 2. 435–451.

E. N. Pilipko
Vologda, Russia

TROPHIC EFFECT OF MOOSE (*ALCES ALCES*, L.) ON CONIFEROUS UNDERGROWTH IN 5–20 YEAR-OLD DECIDUOUS AND CONIFEROUS YOUNG FORESTS

Abstract. The article shows some data on the trophic activity of the moose (*Alces alces*, L.) as the largest denrophage of the North-West of Russia. The aim of the work is to assess the influence of moose on coniferous undergrowth i.e. pine, fir and juniper as the most valuable species for forest management. The 'moose-and-forest' problem remains urgent for 50 years. The studies were conducted on the territories of clear fellings with 5–25 year-old natural deciduous and coniferous undergrowth. The fellings varied in area and composition of coniferous species. The undergrowth and young forest species have been counted and various types of mechanical damage caused by the moose have been recorded such as tip breaking, bark browsing, annual lateral shoots biting and tree trunks breaking. Considering the forage capacity of the land the optimal number of moose is given. A forecast based on the repeated observations has been made on the survival of the damaged specimens of pines and junipers. As a result of the research, it has been revealed that the stock of woody forage in different areas of young forests with the same species composition affects the condition of the coniferous species damaged by the moose. Pine is the most preferred of the coniferous species, juniper is the next. During the studies the moose was not interested in spruce as in fodder. A greater percentage of damage to pine and juniper was found in 5–25 year-old deciduous and coniferous undergrowth of a small area (4.2 hectares) surrounded by vast territories of fresh clear fellings. In larger areas due to a sufficient amount of deciduous forage not only on the overgrown felling site but also in the land adjacent to it no significant damage was found. The percentage of lost trees of the considered species is moderate. According to our forecasts, on a small trial plot the species composition of forest biogeocenosis can eventually change from pine to spruce. The moose is known to prefer mosaic habitats, therefore, in order to prevent elimination of coniferous species, it is necessary to keep the optimal cutting area on adjoining territories which will eventually be used as fodder lands by the moose.

Key words: moose (*Alces alces*, L.); felling site; coniferous species; damage; optimal population; Vologda Oblast.

About the authors: Elena Nikolaevna Pilipko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Forestry.

Place of work: The Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy.

Пилипко Е. Н. Трофическое влияние лося (*Alces Alces*, L.) на хвойный подрост в лиственно-хвойных молодняках 5–20 лет // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 77–87.

Pilipko E. N. Trophic effect of moose (*Alces Alces*, L.) on coniferous undergrowth in 5–20 year-old deciduous and coniferous young forests // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 77–87.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНИЗМА ЖЕНЩИН, РАБОТАЮЩИХ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Исследовано 75 женщин, работающих инженерами в Сургутском научно-исследовательском промышленном институте нефти и газа («СургутНИПИнефть»). Работники были разделены на 2 возрастные группы: 21–35 лет, 36–60 лет и на 4 группы по длительности проживания на Севере: родившиеся в Ханты-Мансийском автономном округе, проживающие в условиях Севера до 10 лет, 11–20 лет, 21–30 лет. Выполнен анализ взаимосвязи компонентного состава массы тела и показателей качества жизни у женщин-инженеров, работающих в нефтегазовой отрасли в условиях северного региона. Проведена статистическая обработка данных. Выявлено ухудшение физического компонента качества жизни с увеличением возраста и продолжительности проживания на Севере. Установлена положительная корреляционная связь между содержанием жира в организме и длительностью проживания в условиях Крайнего Севера. Выявлено закономерное увеличение содержания висцерального жира и индекса массы тела с увеличением возраста и продолжительности проживания на Севере. Установлено, что женщины, родившиеся на Севере, имели наименьшую частоту встречаемости отклонений от нормы по индексу массы тела, выявлено также, что с увеличением продолжительности проживания на Севере более 11 лет, а также с увеличением возраста отклонение показателя индекса массы тела от нормы увеличивается. Показатели костной массы были в норме у представителей всех групп, за исключением женщин-инженеров, родившихся на Севере. Однако максимальный уровень костной массы был зарегистрирован в группе женщин, проживающих на Севере в среднем 11–20 лет. При оценке качества жизни работников, родившихся и проживающих на Севере не более 10 лет, было выявлено, что они чувствовали себя лучше в отношении физического компонента. Женщины в возрасте 36–60 лет субъективно чувствовали себя лучше в отношении психического компонента здоровья, обусловленного эмоциональным состоянием, чем женщины в возрасте 21–35 лет. Снижение физического компонента здоровья свидетельствует об утомлении работников и снижении их жизненного тонуса.

Ключевые слова: компонентный состав массы тела; качество жизни; адаптация; инженеры нефтегазовой отрасли; длительность проживания на Севере.

Сведения об авторах: Алена Анатольевна Говорухина¹, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности; Екатерина Николаевна Слюсарь², аспирант кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности.

Место работы: ¹Сургутский государственный педагогический университет.

Контактная информация: ^{1,2}628400, Россия, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 10/2, тел.: (3462)363166 (доб. 2-225), e-mail: ¹govalena@mail.ru; ²natural@surgpu.ru.

Известно, что наряду с биологическими задатками и образом жизни на функциональное состояние организма (ФСО) в условиях ХМАО – Югры влияют особые условия проживания и действие профессиональных факторов, которые могут повлечь за собой каскад дизадаптивных расстройств и со временем привести к развитию патологии. По мнению ряда авторов, адаптация к условиям Севера характеризуется взаимовлияющими приспособительными психоэмоциональными, метаболическими и другими реакциями, которые обеспечивают эффективное приспособление организма к экстремальным факторам среды (Хаснулин, Хаснулин 2012; Аверьянова и др. 2014: 12–19; Башкатова, Карпин 2014). Для здоровья женщин, работающих инженерами в нефтегазовой промышленности на территории ХМАО – Югры, помимо экстремальных климато-экологических воздействий, характерны следующие факторы риска:

дефицит двигательной активности, воздействие электромагнитного излучения, нарушение режима питания, а также психологическое напряжение. Все перечисленные факторы могут вызывать профессионально обусловленные заболевания, а также усугубить уже имеющиеся проблемы со здоровьем. В результате профессионального стресса возникают сердечно-сосудистые заболевания и депрессии, которые ведут к увеличению показателей продолжительной нетрудоспособности и отсутствия на рабочем месте (ВОЗ. Охрана здоровья на рабочем месте 2014; ВОЗ. Сердечно-сосудистые заболевания 2015). Многие авторы указывают на связь сердечно-сосудистых заболеваний с развитием психологических нарушений и наличием ожирения (Воденичаров и др. 2013: 86–94; Бардымова и др. 2011: 203–206). Резервное истощение организма является одной из причин возникновения и развития патологических

состояний, причем снижение адаптационных возможностей можно выявить до проявления его первых симптомов. Исходя из этого, целью исследования стало: изучение взаимосвязи параметров физического и психического здоровья и компонентного состава организма женщин, работающих в нефтегазовой отрасли, в аспекте оценки факторов риска профессиональной среды в условиях Севера.

Материалы и методы

Исследования проведены в период 2015–2016 гг. В исследовании приняли участие 75 женщин, работающих инженерами в Сургутском научно-исследовательском промышленном институте нефти и газа («СургутНИПИ-нефть»), которые были разделены на 2 возрастные группы: 21–35 лет, 36–60 лет и на 4 группы по длительности проживания на Севере: родившиеся в ХМАО, проживающие в условиях Севера до 10 лет, 11–20 лет, 21–30 лет. Исследования проведены на добровольной основе, все женщины-инженеры на момент проведения обследования были здоровы и не обращались за медицинской помощью в течение предшествующего месяца. От всех сотрудниц «СургутНИПИнефть» было получено информированное согласие на участие в исследовании.

Компонентный состав массы тела определяли с помощью прибора – анализатора тела (BC-601) (Николаев 2009: 392). Нормы количественных характеристик были взяты из методического руководства по эксплуатации весов-анализаторов Tanita BC-601 (Сертификат соответствия № РОСС JP.ME77.B08130). Для анализа субъективной оценки качества жизни (КЖ) использовали опросник MOS-SF-36. Опросник состоит из 8 шкал и 36 вопросов, которые отражают физический и психический компоненты здоровья. Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью программы StatPlus Pro, версия 5.0. Проверку ста-

тистических гипотез проводили при критическом уровне значимости $p < 0,05$ (Гланц 1998: 459). При оценке для распределения данных, отличного от нормального, применяли непараметрический метод: – критерий Манна-Уитни. Для выявления корреляций между отдельными показателями использовался параметрический коэффициент Пирсона и непараметрический коэффициент Спирмена.

Результаты исследование

Анализируя компонентный состав массы тела у женщин, принявших участие в исследовании, мы установили, что наименьшее содержание жира в организме было характерно для родившихся на Севере, в остальных группах оно закономерно повышалось с увеличением продолжительности проживания в условиях высоких широт (табл. 1), что подтверждает положительная корреляционная связь между содержанием жира в организме и длительностью проживания в условиях Севера ($r = 0,86$; $p < 0,05$). Также установлено, что женщины, проживающие на Севере длительное время (21–30 лет), и представительницы возрастной группы от 21 до 35 лет имеют наибольшее количество отклонений от нормы по содержанию жира (рис. 1). Влияние длительности проживания на Севере на содержание жира в организме статистически достоверно ($F = 4,7$, $p < 0,005$). К настоящему времени является установленным факт, что при адаптации человека к экстремальным природным условиям Севера происходит перестройка всех видов обмена, которая в высоких широтах может быть столь существенна, что приводит к формированию особого «полярного» (северного) метаболического типа. Известно, что уровень основного обмена у коренных жителей Севера повышен на 30% по сравнению с жителями умеренных широт (Снодграсс 2011: 1–14).

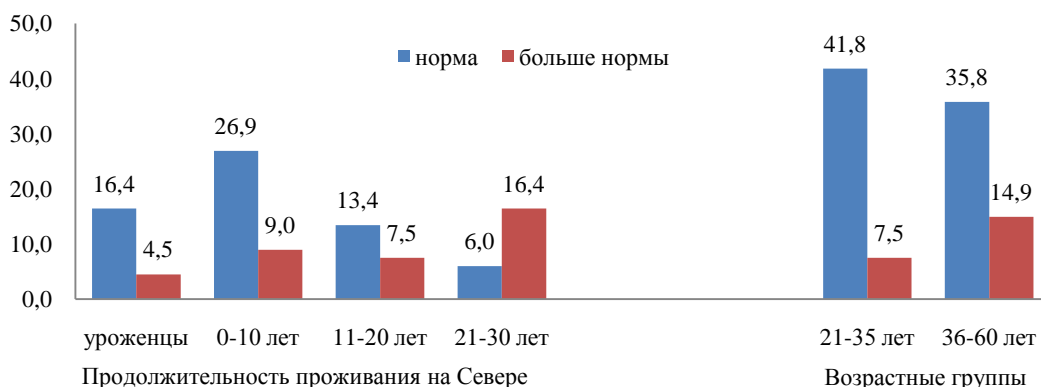


Рис. 1. Содержание жира в организме женщин-инженеров «СургутНИПИнефть» (%)

Оценка содержания висцерального жира играет существенную роль в прогнозировании патологических состояний, которые точно ассоциируются с явными признаками метаболического синдрома. Установлено (табл. 1) закономерное увеличение процентного содержания висцерального жира с увеличением длительности проживания на Севере ($r = 0,602$; $p < 0,05$). Различие процентного содержания висцерального жира у женщин, родившихся на Севере и проживающих более 21 года, статистически достоверно ($F = 4,2$, $p < 0,005$). Наименьший средний показатель содержания жира отмечен у родившихся на Севере, наибольший – у про-

живающих в условиях Севера 21–30 лет (рис. 2). Полученные результаты статистически достоверны ($F = 5,9$, $p < 0,001$). У лиц старшей возрастной группы отмечено закономерное увеличение процентного содержания жира по сравнению с их более молодыми коллегами. Достижение стадии резистентности или долговременной адаптации у жителей Севера связано с формированием у них наиболее целесообразного и экономного метаболического фона, или «северного» метаболического типа, сопровождающегося повышением содержания жира в организме (Панин 2010: 6–11).

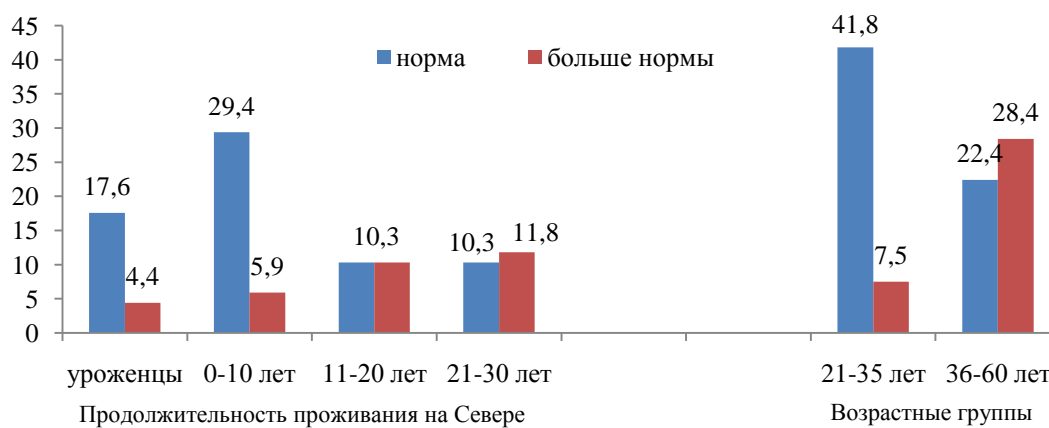


Рис. 2. Содержание висцерального жира в организме исследуемых женщин-инженеров «СургутНИПИнефть» (%)

ИМТ является одним из важнейших показателей компонентного состава массы тела. Установлено, что женщины, родившиеся на Севере, имели наименьшую частоту встречаемости отклонений от нормы по ИМТ, выявлено также, что с увеличением продолжительности проживания на Севере более 11 лет, а также с увеличением возраста отклонение показателя ИМТ от нормы увеличивается (рис. 3). Стоит отметить, для лиц старшей возрастной группы характерно наибольшее отклонение ИМТ (выше нормы на 41,8%). Таким образом, можно констатировать, что в результате длительного проживания в неблагоприятных условиях Севера ИМТ возрастает с увеличением пребывания в гипокомфортных условиях среды ($r = 0,680$; $p < 0,05$) (табл. 1), что может быть одним из предикторов высокого риска нарушенного обмена веществ.

Важно отметить, что многочисленные эпидемиологические исследования продемонстрировали связь повышенной заболеваемости и смертности с ИМТ > 30 кг/м² (Cornier 2011: 996–2019). Так, в наших исследованиях было

установлено, что 13% обследованных женщин-инженеров имели ИМТ выше 30 кг/м², из них почти 6% – это женщины, проживающие на Севере от 21 года и больше. Недавно проведенные исследования позволяют полагать, что люди с нормальным ИМТ подвержены опасности развития метаболического синдрома, резистентности к инсулину и увеличению смертности, если они имеют высокое содержание висцерального жира (Lloyd-Jones 2010: 948–954).

Далее в наших исследованиях (табл. 1) отмечено закономерное уменьшение содержания воды в организме с увеличением проживания на Севере ($r = -0,731$; $p < 0,05$). Но в целом в исследованных группах по продолжительности проживания на Севере средний показатель находится в норме (45–60%). Стоит отметить, что избыточное количество воды пагубно влияет на организм в целом, вымывая микро- и макроэлементы, в первую очередь натрий и калий, в результате страдает сердечно-сосудистая система и нервно-мышечная регуляция (Неумывакин 2010: 640).

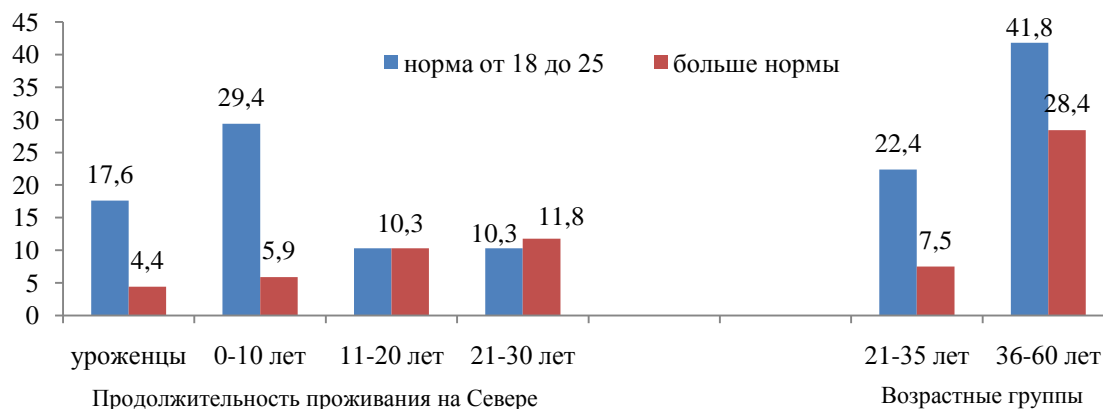


Рис. 3. Встречаемость нарушений массы тела среди женщин-инженеров «СургутНИИПнефть» (по ИМТ, %)

Таблица 1

**Компонентный состав массы тела организма женщин-инженеров
с разной продолжительностью проживания на Севере**

Показатели состава массы тела	М	min	max	б	SD
<i>Уроженцы</i>					
Содержание жира	26,62*	12,40	39,90	6,91	1,85
Водный баланс	52,55	43,20	60,90	5,15	1,38
Костная масса	2,21	1,80	2,50	0,20	0,05
Мышечная масса	41,17	33,90	47,60	3,81	1,02
Висцеральный жир	2,57**	1,00	6,50	1,95	0,52
Индекс массы тела	22,42	17,40	28,70	3,40	0,91
<i>0-10 лет</i>					
Содержание жира	28,36*	19,00	43,60	6,98	1,42
Водный баланс	50,08	4,10	59,60	10,64	2,17
Костная масса	2,26	2,00	3,10	0,24	0,05
Мышечная масса	42,37	36,70	58,50	4,94	1,01
Висцеральный жир	3,43	1,00	11,00	2,91	0,59
Индекс массы тела	22,92	17,60	33,60	4,34	0,89
<i>11-20 лет</i>					
Содержание жира	31,70*	16,20	46,20	7,97	2,13
Водный баланс	49,42	39,00	60,10	4,99	1,33
Костная масса	2,60	1,90	2,80	0,22	0,06
Мышечная масса	40,12	34,70	52,10	4,52	1,21
Висцеральный жир	5,06	1,00	10,50	2,68	0,72
Индекс массы тела	24,80	19,20	35,40	4,66	1,25
<i>21-30 лет</i>					
Содержание жира	35,80*	20,90	49,60	7,94	2,05
Водный баланс	46,40	37,20	54,40	4,87	1,26
Костная масса	2,23	1,90	2,70	0,22	0,06
Мышечная масса	41,60	35,20	50,10	4,01	1,04
Висцеральный жир	6,73**	1,50	15,00	3,91	1,01
Индекс массы тела	26,30	20,10	37,70	5,17	1,34

Примечание: М – среднее, min – минимальный балл, max – максимальный балл,

б – стандартное отклонение, SD – стандартная ошибка среднего. *, ** – $p < 0,05$.

Костная масса является главной детерминантой механических свойств костной ткани и на 75–80% определяет ее прочность. В норме в женском организме уровень костной массы, в зависимости от веса, не должен превышать 3 кг.

Показатели костной массы были в норме у представителей всех групп и составили 2–2,5, за исключением женщин-инженеров, родив-

шихся на Севере. Однако максимальный уровень костной массы был зарегистрирован в группе женщин, проживающих на Севере в среднем 11–20 лет.

Качество жизни позволяет оценить субъективное ощущение степени благополучия человека, которое отражает его физическую работоспособность и социальную активность. Ана-

лиз параметров КЖ показал, что женщины в возрасте 21–35 лет имеют высокие баллы по шкалам: физического (96,36±0,88), ролевого функционирования, интенсивности боли (83,00±4,84), обусловленной физическим состоянием (83,00±5,71). Аналогично, в возрастной группе 36–60 лет отмечены высокие баллы по шкалам: физического (92,4±1,96), ролевого функционирования (91,00±2,84), однако,

обусловленного эмоциональным состоянием (90,68±4,92) (табл. 2). Нарушения психического компонента здоровья отмечены у представительниц возрастной группы 21–35 лет (табл. 2). На фоне снижения показателей психического здоровья развиваются депрессивные и тревожные переживания, что может привести к психическому неблагополучию (Сирусина 2016: 28).

Таблица 2

Показатели качества жизни у женщин-инженеров разных возрастных групп

Показатели КЖ	21–35 лет					36–60 лет				
	М	min	max	Б	SD	М	min	max	Б	SD
PF	96,36	85	100	4,14	0,88	92,4	65	100	9,80	1,96
RP	83,86	20	100	26,77	5,71	91	50	100	14,22	2,84
BP	83,00	31	100	22,68	4,84	83,76	41	100	17,63	3,53
GH	56,64	15	97	17,99	3,83	57,48**	35	100	16,53	3,31
VT	57,05	5	100	22,76	4,85	66,2	40	90	15,56	3,11
SF	69,23	25	100	26,42	5,63	85,36**	25	100	21,31	4,26
RE	69,63**	0	100	39,74	8,47	90,68	0	100	24,58	4,92
MH	65,45	20	96	21,23	4,53	76,64	52	100	12,63	2,53

Примечание: М – среднее, min – минимальный балл, max – максимальный балл,

Б – стандартное отклонение, SD – стандартная ошибка среднего. ** – $p < 0,05$.

Здесь и далее: PF – физическое функционирование, RP – ролевое функционирование, BP – интенсивность боли, GH – общее состояние здоровья, VT – жизненная активность, SF – социальное функционирование, RE – ролевое функционирование, MH – психическое функционирование.

Корреляционный анализ выявил отрицательную взаимосвязь между северным стажем и физическим функционированием – PF ($r = -0,32$, $p < 0,05$), BP ($r = -0,35$, $p < 0,05$), что, в свою очередь, свидетельствует об утомлении работников и снижении их жизненного тонуса с увеличением пребывания в условиях Крайнего Севера (Тараненко, Малютин 2012, www.science-education.ru).

В наших исследованиях установлена положительная корреляционная связь между MH и GH ($r = 0,30$, $p < 0,05$). Выявлено, что в целом у женщин, родившихся на Севере, достоверно ($U = 2,68$, $p < 0,05$) ниже, чем у других обследованных групп, по всем параметрам, за исключением показателя PF (рис. 4). Напротив, для лиц, проживающих на Севере от 1 до 10 лет, по сравнению с другими группами, характерны достоверно высокие значения по всем параметрам ($U = 4,5$, $p < 0,005$). Корреляционный анализ показал обратную взаимосвязь PF и GH ($F = -0,675$, $p < 0,05$), положительную взаимосвязь между VT и SF ($F = 0,702$, $p < 0,05$), между GH и MH ($F = 0,414$, $p < 0,05$).

В ходе исследований выявлено снижение PF с увеличением продолжительности проживания на Севере. Значения показателей GH и SF с увеличением продолжительности проживания

в гипокомфортных условиях северного региона возрастают. Следует отметить, что наибольший дискомфорт в отношении психического функционирования испытывали обследованные женщины, родившиеся в данных климато-экологических условиях, по сравнению с другими исследованными группами.

Ниже мы привели данные физического и психического компонентов здоровья в целом (табл. 3). Физический компонент состоит из 4 шкал: физического и ролевого функционирования, интенсивности боли и общего состояния здоровья, психический компонент здоровья включает: психическое здоровье, ролевое и социальное функционирование, жизненную активность. Женщины-инженеры, родившиеся и проживающие на Севере до 10 лет, чувствовали себя лучше в отношении физического компонента здоровья ($F = -0,863$, $p < 0,05$), что подтверждают и результаты биоимпедантного анализа. С увеличением продолжительности проживания на Севере у исследованных работников укреплялся психический компонент здоровья, обусловленный эмоциональным состоянием, в свою очередь, возрастали отклонения средних показателей компонентного состава массы тела.

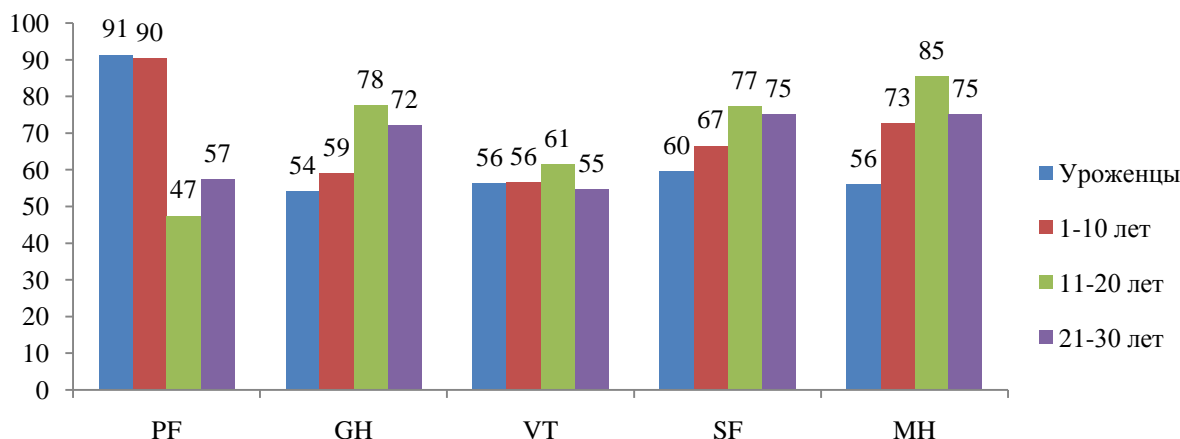


Рис. 4. Показатели качества жизни у женщин-инженеров с разной продолжительностью проживания на Севере (%)

Таблица 3

Физический и психический компоненты здоровья женщин-инженеров с разной продолжительностью проживания на Севере

Показатели	M	min	max	б	SD
<i>Уроженцы</i>					
PH sum	46,6	38,5	60,0	7,5	2,8
MH sum	40,2	19,3	59,8	12,9	4,9
<i>0–10 лет</i>					
PH sum	53,4	36,4	63,5	8,4	2,2
MH sum	43,4	20,4	63,4	15,0	3,9
<i>11–20 лет</i>					
PH sum	47,2	38,9	56,5	6,7	2,3
MH sum	56,5	47,3	65,6	7,1	2,3
<i>21–30 лет</i>					
PH sum	48,2	36,9	59,7	8,1	2,4
MH sum	51,3	29,6	63,5	10,6	3,9

Примечание: PH sum – физический компонент здоровья, MH sum – психический компонент здоровья.

Выводы

Таким образом, выявлена положительная корреляционная связь между содержанием жира в организме и длительностью проживания в условиях Крайнего Севера. Число отклонений от нормы по содержанию жира также увеличивается. Выявлено закономерное увеличение содержания висцерального жира и индекса массы тела с увеличением возраста и продолжительности проживания на Севере. Уровень водного баланса и показатель костной массы у обследованных лиц находились в норме. Тот факт, что КЖ характеризует условия жизнеобеспечения и состояние общего здоровья, позволяет сделать вывод о том, что женщины в возрасте 36–60 лет субъективно чувствовали себя лучше в отношении психического компо-

нента здоровья, чем женщины в возрасте 21–35 лет. Снижение физического компонента здоровья свидетельствует об утомлении работников и снижении их жизненного тонуса.

Полученные результаты исследований могут быть использованы для выявления факторов риска и дальнейшей разработки групповых и индивидуальных медико-профилактических работ по нарушению здоровья определенных профессиональных групп в гипокомфортных условиях северного региона.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ проект «Успешная адаптация пришлого населения ХМАО – Югры» № 15-16-86004/15.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянова И. В., Максимов А. Л., Вдовенко С. И. 2015. Морфофункциональные перестройки при длительных периодах адаптации у постоянных жителей внутриконтинентальной зоны севера-востока России // Экология человека 3, 12–19.

- Башкатова Ю. В., Карпин В. А.* 2014. Общая характеристика функциональных систем организма человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа // *Экология человека* 5, 9–16.
- Бардымова Т. П., Михалева О. Г., Березина М. В.* 2011. Ожирение: механизмы развития // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук* 5, 203–206.
- Воденичаров Е., Воденичарова А., Савова З.* 2013. Психологические факторы, провоцирующие нарушение режима питания // *Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири* 1–2, 86–94.
- ВОЗ. Охрана здоровья на рабочем месте. 2014 // Информационный бюллетень № 389 // www.who.int/mediacentre/factsheets/fs389/ru/ (2017. 13 марта).
- ВОЗ. Сердечно-сосудистые заболевания. 2015 // Информационный бюллетень № 317 // www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/ (2017. 11 марта).
- Васильева А. Ю.* 2013. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке движения вектора состояния организма человека при различных режимах трудовой деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сургут.
- Гланц С.* 1998. Медико-биологическая статистика. / Пер. с англ. М.: Практика.
- Николаев Д. В., Смирнов А. В., Бобринская И. Г., Руднев С. Г.* 2009. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука.
- Неумывакин И. П., Неумывакина Л. С.* 2010. Эндоекология здоровья. Изд. 2-е, перераб. и доп. СПб.: Изд-во «ДИЛЯ».
- Панин Л. Е.* 2010. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации) // *Бюллетень СО РАМН* Т. 30, № 3, 6–11.
- Симонова Г. И., Богатырев С. Н., Горбунова О. Г., Щербаклова Л. В.* 2006. Качество жизни населения Сибири (популяционное исследование) // *Бюллетень СО РАМН* Т. 26, № 4, 52–55.
- Сирусина А. В.* 2016. Региональные особенности качества жизни населения российского Севера: на материале социологического исследования Ханты-Мансийского автономного округа: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград.
- Снодграсс Д. Д., Роув В. Р., Тарская Л. А., Климова Т. М., Федорова В. И., Балтахинова М. Е., Кривошапкин В. Г.* 2011. Метаболическая адаптация якутов (САХА) // *Якутский медицинский журнал* 2, 1–14.
- Тараненко Л. А., Малютина Н. Н.* 2012. Качество жизни работников химического производства метанола и формальдегида // *Современные проблемы науки и образования* 2 // www.science-education.ru (2017. 12 марта).
- Филатова О. Е., Проворова О. В., Волохова М. А.* 2014. Оценка вегетативного статуса работников нефтегазодобывающей промышленности с позиции теории хаоса и самоорганизации // *Экология человека* 6, 16–19.
- Хаснулин В. И., Хаснулин П. В.* 2012. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // *Экология человека* 1, 3–11.
- Цгоева А. К., Крутикова У. В.* 2010. Социально-психологическая адаптация женщин, работающих на промышленных предприятиях в условиях Крайнего Севера // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* 5, 208–210.
- Cornier A.* 2011. Assessing Adiposity: a scientific statement from the American Heart Association // *Circulation*. Vol. 12, 1996–2019.
- Lloyd-Jones, D., Adams R. J., Brown T. M., et al.* 2010. Executive summary: heart disease and stroke statistics—2010 update: a report from the American Heart Association // *Circulation* 121, 948–954.
- Cornier M A, Despres J. P, Davis N, et al.* 2011. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association // *Circulation* 124(18). 1996–2019. doi:10.1161/CIR.0b013e318233bc6a.

REFERENCES

- Averyanova I.V., Maximov A. L., Vdovenko. I.* In: *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. No. 3 (2015): 12–19. (In Russian).
- Bashkatova V., Karpin V. A.* In: *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. No. 5 (2014): 9–16. (In Russian).
- Barlymova T. P., Mikhalev.G. M, Berezina M. V.* In: *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo ot-deleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk [Bulletin of Eastern Siberian Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]*. No. 5 (2011): 203–206. (In Russian).
- Vodnicharov E., Vodnicharov A. Z. Savov* 2013. In: *Vestnik po pedagogike i psihologii Yuzhnoj Sibiri [Bulletin of Pe-dagogy and Psychology of Southern Siberia]*. № 1–2 (2013): 86–94. (In Russian).
- ВОЗ. Охрана здоровья на рабочем месте. Информационный бюллетень [WHO (World Health Organization). Protecting workers' health. Fact sheet]. No. 389 (2014). Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs389/ru/> (Accessed on 13.03.2017). (In Russian).
- ВОЗ. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень. [WHO (World Health Organization). Cardiovascular diseases. Fact sheet] No. 317 (2015). Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/> (Accessed on 11.03.2017). (In Russian).
- Vasilyeva A. Yu.* *Matricy mezhattractornyh rasstoyaniy v ocenke dvizheniya vektora sostoyaniya organizma cheloveka pri razlichnyh rezhimah trudovoj deyatel'nosti: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Interattractor distances matrices in the motion estimation of the vector of human organism state under different modes of labor activity. An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]*. Surgut, 2013. (In Russian).
- Glants S.* *Mediko-biologicheskaja statistika [Biomedical statistics]* // *Trans. from English. M.: Praktika*, 1998. (In Russian).
- Nikolaev D. V., Smirnov A. V., Bobrinskaya I. G., Rudnev S. G.* *Bioimpedansnyj analiz sostava tela cheloveka [Bioelectrical impedance analysis (BIA) of body composition]*. M.: Nauka, 2009 (In Russian).
- Neumyvakin I. P., Neumyvagina L. S.* *Endoekologiya zdorov'ya. Izd. 2-e, pererab. i dop.[Endoecology of health. 2nd edition]* SPb.: Izd-vo «DILYA», 2010. (In Russian).

Panin L. E. In: Byulleten' SO RAMN [Bulletin of the Siberian Branch of the Academy of Medical Sciences], No. 3 (2010): 6–11. (In Russian).

Simonova G. I., Bogatyrev S. N., Gorbunova O.G. In Byulleten' SO RAMN [Bulletin of the Siberian Branch of the Academy of Medical Sciences] No. 4 (2006): 52–55. (In Russian).

Sirusina A. V. Regional'nye osobennosti kachestva zhizni naseleniya rossijskogo Severa: na materiale sociologicheskogo issledovaniya Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. [Regional peculiarities of life quality of the population of the Russian North: on the basis of a sociological study of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Medical Sciences]. 2016. Volgograd. (In Russian).

Snodgrass D. D., Rouv V. R., Tarskaya L. A., Klimova T. M., Fedorova V. I., Baltahinova M. E., Krivoshapkin V. G. In: Yakutskij medicinskij zhurnal [Yakut Medical Journal]. No. 2 (2011): 1–14. (In Russian).

Taranenko L. A., Malyutina N. N. In: Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. No. 2 (2012). Available at: // www.science-education.ru (Accessed on 12.03.2017). (In Russian).

Filatova O. E., Provorova O. V., Volokhova M. A. In: Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. No. 6 (2014): 16–19. (In Russian).

Hasnulin V. I. Hasnulin P. V. In: Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. No. 1 (2012): 3–11. (In Russian).

Tsgoeva A. K. Krutikova U. V. In: Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research] No. 5 (2010): 208–210. (In Russian).

Cornier A. Assessing Adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. In: Circulation. Vol. 12 (2011): 1996–2019.

Lloyd-Jones, D., R.J. Adams, T.M. Brown, et al. Executive summary: heart disease and stroke statistics - 2010 update: a report from the American Heart Association. In: Circulation. Vol. 121. (2010): 948–954.

Cornier M.A., Despres J. P., Davis N, et al.. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. In: Circulation. Vol. 124(18) (2011): 1996–2019. Available at: doi:10.1161/CIR.0b013e318233bc6a.

A. A. Govoruhina, E. N. Slyusar
Surgut, Russia

INTERDEPENDENCE OF PARAMETERS OF PHYSICAL AND MENTAL HEALTH AND COMPONENT COMPOSITION OF THE ORGANISMS OF WOMEN WORKING IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Abstract. 75 women-engineers working at Surgut Research Industrial Institute were examined.

The women were divided into 2 age groups of 21–35 and 36–60 and into 4 groups according to the length of residence in the North i.e. people born in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug, people living in the North up to 10 years, people living in the North from 11 to 20 years and those living in the North from 21 to 30 years. An analysis was made into the relationship between the component composition of the body mass and the indicators of life quality for women engineers working in the oil and gas industry in the northern region.

The statistics showed deterioration of the physical component of life quality as the age and length of residence in the North increase. A positive correlation has been established between the body fat content and the length of residence in the Far North. The study has identified an increase in the visceral fat content and the body mass index depending on the increase in age and length of residence in the North. It was found that women born in the North had the lowest frequency of deviations from the normal body mass index. It was also revealed that with the increase of the age and length of residence in the North for more than 11 years the deviation of the body mass index increases. Bone mass indexes were normal in all groups with the exception of the women engineers born in the North. However, the maximum level of bone mass was registered in the group of women living in the North for 11–20 years on average. When assessing the quality of life of the employees born and living in the North no more than 10 years, it was revealed that they had better physical health. At the same time, women aged 36–60 had better mental health than women aged 21–35 which is due to their emotional state. The deterioration of their physical health testifies to the employees fatigue and decreased vitality.

Keywords: component composition of the body mass; quality of life; adaptation; oil and gas industry engineers; the length of residence in the North.

Information about authors: Alena Anatolievna Govorukhina¹, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biomedical Sciences and Life Safety; Ekaterina Nikolaevna Slyusar², Postgraduate student of the Department of Biomedical Sciences and Life Safety, Surgut State Pedagogical University.

Place of work: ¹Surgut State Pedagogical University.

Говорукина А. А., Слюсарь Е. Н. Взаимосвязь параметров физического и психического здоровья и компонентного состава организма женщин, работающих в нефтегазовой отрасли // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 88–95.

Govoruhina A. A., Slyusar E. N. Interdependence of parameters of physical and mental health and component composition of the organisms of women working in the oil and gas industry // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 88–95.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЛИЧНОСТНОГО ТИПА Д СРЕДИ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Аннотация. Изучено наличие личностного типа Д (дистрессорный), который характеризуется склонностью к негативным эмоциям с одновременным подавлением их проявлений при социальном взаимодействии, у студентов бакалавриата первого и второго курсов технических, гуманитарных и медицинских специальностей высших учебных заведений России. Наличие данного личностного типа негативно влияет на число сердечно-сосудистых событий и прогноз течения сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, является одним из механизмов неблагоприятного прогноза развития мультифокального атеросклероза у больных с ишемической болезнью сердца. Среди возможных причин неблагоприятного влияния личностного типа Д на прогноз заболеваний выдвигаются психофизиологические и поведенческие факторы.

Было обследовано три группы (200 человек в группе) студентов бакалавриата первого и второго курсов технических, гуманитарных и медицинских специальностей высших учебных заведений России. Было выявлено высокое наличие дистресса у студентов технических специальностей (47,5%), среднее – у студентов медицинских специальностей (22%) и низкое – у студентов гуманитарных специальностей (7%). При этом личностный тип Д был обнаружен почти у половины студентов технических специальностей, тогда как у студентов медицинских и гуманитарных специальностей – менее, чем у четверти респондентов. Такие высокие показатели у студентов технических специальностей могут быть связаны с высокими нагрузками во время обучения. При этом низкие значения у студентов медицинских специальностей могут свидетельствовать об особенностях личности студентов-медиков. Вместе с тем, в исследовании участвовали студенты первого и второго курсов, т.е. только начавшие освоение профессии и не прошедшие профессиональную деформацию. Это позволяет предположить существование связи между наличием личностного типа Д и выбором профессии.

Полученные результаты могут стать инструментом при выявлении предрасположенности студента к сердечно-сосудистым заболеваниям (например, при диспансерном скрининге), а также помочь абитуриенту с выбором будущей специальности.

Ключевые слова: личностный тип Д; сердечно-сосудистые заболевания; стресс; студент.

Сведения об авторах: Владимир Александрович Горшков-Кантакузен¹, DSc(med), доктор медицинских наук, профессор, Академик RAMI (Королевская Медицинская Академия Ирландии) лауреат премии WHL (Всемирная Гипертензивная Лига) – 2017, эксперт WHL, Почетный профессор, директор, почетный профессор, директор; Андрей Андреевич Григорьев², младший научный сотрудник.

Место работы: ^{1,2}Папский Колледж св. Георгия (Российское Представительство, Фонд изучения гипертензии).

Контактная информация: ^{1,2}1395 США, штат Южная Дакота, г. Гранд-Форкс, Колумбия Авеню, e-mail: hypfoundation@gmail.com

Введение

Развитие науки и техники в XXI веке требует мультидисциплинарного подхода, который, согласно принятой ЮНЕСКО в 1998 г. «Всемирной Декларации о Высшем образовании для XXI века: подходы и практические меры», призван стать основополагающим способом решения сложных мировых проблем в XXI веке (UNESCO 1998). Данный подход предполагает работу на стыке научных направлений. Тенденция к междисциплинарности в медицине выдвигает на первый план трансляционную медицину, призванную сократить «пустыню» между наукой и клиникой. Этот курс в России был намечен президентом Российского кардиологического общества академиком Е.В. Шляхто еще в 2010 г. и особо отмечен на Российском национальном конгрессе кардиологов в 2015 г. (Шляхто 2010).

Особое место занимают исследования, связанные с патологиями сердечно-сосудистой системы, так как в России, согласно статистике, от сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно умирает 500 000 человек, что составляет 55% от общего числа умерших (Горшков-Кантакузен 2017). При этом, такой высокий показатель, согласно данным Всемирной организации здравоохранения, характерен только для некоторых стран Африки (ВОЗ 2013) и, соответственно, основными причинами развития сердечно-сосудистых патологий являются гипертензия, табакокурение, дислипидемия и, соответственно в перспективе, атеросклероз и ишемическая болезнь сердца (Ezzati 2002). Вместе с тем, психосоциальные факторы также вносят определенный вклад, причем их существенный вклад характерен именно для российских условий (Pedersen et al. 2011; Органов, Масленникова 2007). Это связано в первую очередь с осо-

бенностью социальных и культурных особенностей жизни в России, а также нежеланием отказываться от вредных привычек и менять, пусть и неправильный, но привычный образ жизни.

Материалы и методы

Выявление личностного типа Д проводилось по опроснику SD-14 (Denollet 2005).

В качестве испытуемых были выбраны студенты бакалавриата гуманитарных, технических и медицинских вузов 1 и 2 курсов, т.е. вчерашние школьники, не прошедшие профдеформации, а только начинающие постигать основы выбранной профессии. Всего участвовало 600 человек (382 юноши и 218 девушек), причем 200 человек (128 юношей и 82 девушки) были учащимися гуманитарных вузов, 200 человек (153 юноши и 18 девушек) – технических вузов и 200 человек (101 юноша и 63 девушки) – медицинских вузов. Средний возраст испытуемых составил 19 ± 2 лет.

С целью уменьшения статистической ошибки были в случайном порядке отобраны студенты разных вузов и специальностей, не имеющие выраженных психосоциальных нарушений поведения.

Результаты и обсуждение

В результате опроса 600 студентов были получены следующие результаты.

У студентов гуманитарных специальностей личностный тип Д был выявлен у 14 респондентов, что составило 7% от этой группы ($p = 0,05$). Из них 35,7% юноши и 64,3% девушки.

У студентов технических специальностей личностный тип Д был выявлен у 95 респондентов, что составило 47,5% от этой группы ($p = 0,05$). Из них 40% юноши и 60% девушки. Также у 2% респондентов отмечено пограничное состояние, которое в будущем может прогрессировать в психологический дистресс.

У студентов медицинских специальностей личностный тип Д был выявлен у 44 респондентов, что составило 22% от этой группы ($p = 0,05$). Из них 38,6% юноши и 61,4% девушки.

Кроме того, около половины респондентов, имеющих дистресс, имели показания артериального давления, соответствующие гипертензии I степени. Результаты представлены на рисунке.

Последние несколько лет имеется тенденция к активному изучению клинического значения дистрессорных черт личности, так называемого *личностного типа Д* (дистресса), который характеризуется склонностью к нега-

тивным эмоциям с одновременным подавлением их проявлений при социальном взаимодействии. Выявление личностного типа Д как нового личностного типа постиндустриального общества принадлежит проф. Йохану Деноллету.

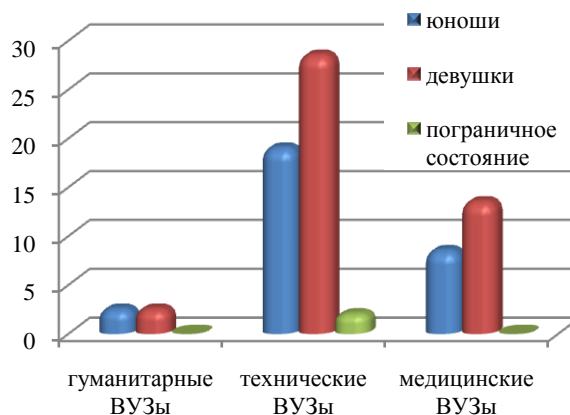


Рис. Распределение личностного типа Д среди студентов различных типов вузов, %

В ряде исследований показано негативное влияние данного личностного типа на число сердечно-сосудистых событий и прогноз сердечно-сосудистых заболеваний (Denollet et al. 2013). В частности, было показано, что наличие личностного типа Д является одним из механизмов неблагоприятного прогноза развития мультифокального атеросклероза у больных с ишемической болезнью сердца (Корок и др. 2015). При этом статистически значимых различий между мужчинами и женщинами обнаружено не было. Среди возможных причин неблагоприятного влияния личностного типа Д на прогноз заболеваний выдвигаются психофизиологические (например, повышенная стрессреактивность, изменения в метаболизме) и поведенческие факторы (Сумин и др. 2012; Howard et al. 2013; Svansdottir et al. 2013), которые, впрочем, могут заметно отличаться в силу культурных особенностей.

Все вышесказанное привело к изучению распространенности личностного типа Д среди населения и, в частности, у студентов гуманитарных, технических и медицинских вузов.

Заключение

Психологический дистресс у студентов бакалавриата технических вузов встречается чаще, чем у студентов бакалавриата гуманитарных и медицинских вузов и составляет 47,5%, 7% и 22% соответственно. Такая высокая распространенность психологического дистресса среди студентов технических специальностей может говорить о сложности освое-

ния технических наук и о высоком риске развития сердечно-сосудистых событий. Кроме того, следует особо отметить, что личностный тип Д чаще встречается среди девушек. При этом наличие относительно низких показателей дистресса у студентов-медиков может свидетельствовать либо об особенностях личности данной группы респондентов, либо о недостаточном погружении в профессию.

Таким образом, студенты технических вузов составляют группу повышенного риска и требуют более внимательного диспансерного обследования с целью ранней диагностики па-

тологий сердечно-сосудистой системы. Помимо этого, можно сделать вывод, что наличие данного личностного типа может определять склонность человека к определенному виду мышления и служить не только методом диспансерного скрининга, но и одной из методик выявления вида мышления, помочь абитуриенту с выбором будущей специальности.

Авторы благодарят научное общество почета «Sigma Xi» (штат Северная Каролина, США) за частичное финансирование данного исследования, а также всех участников данного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Всемирный атлас профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и борьбы с ними. Политика, стратегия и меры борьбы // www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/atlas_cvd/ru/ (2017. 20 авг.).

Горшков-Кантакузен В. А. 2017. Артериальная гипертензия: эпидемия национального масштаба // Мультидисциплинарный больной: сб. мат. I Всероссийской конференции молодых терапевтов (16-17 мая 2017 г., Москва). М.: ООО «КСТ Интерфорум», 26.

Корок Е. В., Сумин А. Н., Райх О. И., Гайфулин Р. А., Безденежных А. В., Барбараш О. Л. 2015. Психосоматические и гендерные особенности мультифокального атеросклероза у больных ишемической болезнью сердца // Российское кардиологическое общество в год борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями в России: мат-лы Российского национального конгресса кардиологов (22–25 сентября 2015). М.: Российское кардиологическое общество, 348–349.

Оганов Р. Г., Масленникова Г. Я. 2007. Демографическая ситуация и сердечно-сосудистые заболевания в России: пути решения проблемы // Кардиоваскулярная терапия и профилактика 6 (8), 7–14.

Сумин А. Н., Сумина Л. Ю., Барбараш Н. А. 2012. Стрессорные изменения гемодинамики при типе личности Д у здоровых лиц молодого возраста // Кардиоваскулярная терапия и профилактика 11 (3), 70–76.

Российский национальный конгресс кардиологов. Российское кардиологическое общество в год борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями. 2015 // Материалы конгресса (22–25 сентября 2015).

Трансляционная медицина. 2010. Шляхто Е. В. (отв. ред.): Сб. статей. СПб.: ФЦСКЭ им. В. А. Алмазова

Denollet J. 2005. DS14: Standard assessment of negative affectivity, social inhibition, and Type D personality // *Psychosomatic Medicine* 67, 89–97.

Denollet J., Pedersen S. S., Vrints C. J., Conraads V. M. 2013. Predictive value of social inhibition and negative affectivity for cardiovascular events and mortality in patients with coronary artery disease: the type D personality construct // *Psychosomatic Medicine* 75 (9), 873–81.

Denollet J., Tekle F.B., van der Voort P.H. et al. 2013. Agerelated differences in the effect of psychological distress on mortality: type D personality in younger versus older patients with cardiac arrhythmias // *Biomed. Res. Int.* 2013; 246035: 7 doi:10.1155/2013/246035.

Ezzati M, Lopez A. D., Rodgers A., et al. 2002. Selected major risk factors and global and regional burden of disease // *Lancet* 360, 1347–1360.

Higher education in the twenty-first century vision and action. 1998. ED-98/Conf.202/CLD/... / World conf. on higher education (5-9 Oct., Paris). Paris: UNESCO, 15.

Howard S., Hughes B. M. 2013 Type D personality is associated with a sensitized cardiovascular response to recurrent stress in men // *Biol. Psychol* 94 (2), 450–455.

Pedersen S. S., Kupper N., Denollet J. 2011a. Psychological impact and heart disease // *The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine Second Edition*. Ed. by Camm A. J., Lüscher T. F., Serruys P. W. Trans. from English ed. by Shljaheto E. V. M: GJeOTAR-Media, 1332–1352.

Pedersen S. S., Kupper N., Denollet J. 2011b. Психологические факторы и заболевания сердца // Кэмма А. Дж., Люшера Т. Ф., Серруиса П. В. (ред.). *Болезни сердца и сосудов. Руководство Европейского общества кардиологов*. Шляхто Е. В. (пер. с англ.). М: ГЭОТАР-Медиа, 1332–52.

Svansdottir E., Denollet J., Thorsson B. et al. 2013 Association of type D personality with unhealthy lifestyle, and estimated risk of coronary events in the general Icelandic population // *Eur. J. Prev. Cardiol* 20 (2), 322–30.

REFERENCES

Vsemirnyj atlas profilaktiki serdechno-sosudistyh zaboolevanij i bor'by s nimi. Politika, strategiya i mery bor'by [World atlas for the prevention and control of cardiovascular diseases. Policy, strategy and control measures]. Available at: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/atlas_cvd/ru/ (Accessed 2017, 20 Aug.). (In Russian).

Gorshkov-Cantacuzene V. A. In: *Multidisciplinarnyj bol'noj: sb. mat. I Vserossijskoj konferencii molodyh terapevtov (16–17 maya 2017 g., Moskva)* [Multidisciplinary patient: Proceedings of the I All-Russian Conference of Young Therapists (16-17 May 2017, Moscow)]. М.: «ООО КСТ Интерфорум». 2017. P. 26. (In Russian).

Korok E. V., Sumin A. N., Rajh O. I., Gajfulin R. A., Bezdenezhnyh A. V., Barbarash O. L. 2015. In: *Rossijskoe kardiologicheskoe obshchestvo v god bor'by s serdechno-sosudistymi zaboolevaniyami v Rossii: mat-ly Rossijskogo nacional'nogo kongressa kardiologov (22–25 sentyabrya 2015)* [Russian Cardiology Society in the Year of Combating Cardiovascular Diseases in

Russia. Proceedings of the Russian National Congress of Cardiologists (22–25 September 2015)] М: Rossijskoe kardiologicheskoe obshchestvo, Pp. 348–349. (In Russian).

Oganov R. G., Maslennikova G. Ya. In: Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika [Cardiovascular therapy and prevention]. 2007. 6 (8): 7–14. (In Russian).

Sumin A. N., Sumina L. Yu., Barbarash N. A. In: Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika [Cardiovascular therapy and prevention]. 2012. 11 (3): 70–76. (In Russian).

Denollet J. 2005. DS14: Standard assessment of negative affectivity, social inhibition, and Type D personality. In: Psychosomatic Medicine 67, 89–97.

Denollet J., Pedersen S. S., Vrints C. J., Conraads V. M.. Predictive value of social inhibition and negative affectivity for cardiovascular events and mortality in patients with coronary artery disease: the type D personality construct. In: Psychosomatic Medicine (9): 873–81.

Denollet J., Tekle F. B., van der Voort P. H. et al. 2013. Agerelated differences in the effect of psychological distress on mortality: type D personality in younger versus older patients with cardiac arrhythmias. In: Biomed. Res. Int. 2013; 246035: 7 doi:10.1155/2013/246035.

Ezzati M., Lopez A. D., Rodgers A., et al. 2002. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. In: Lancet 360, 1347–1360.

Higher education in the twenty-first century vision and action. 1998. ED-98/Conf.202/CLD/... / World conf. on higher education (5-9 Oct., Paris). Paris: UNESCO, 15.

Howard S., Hughes B. M. 2013 Type D personality is associated with a sensitized cardiovascular response to recurrent stress in men. In: Biol. Psychol; 94 (2): 450–455.

Pedersen S. S., Kupper N., Denollet J. 2011a. Psychological impact and heart disease // The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine Second Edition. Ed. by Camm A. J., Lüscher T. F., Serruys P. W. Trans. from English ed. by Shljahto E. V. M: GJeOTAR-Media, 1332–1352.

Pedersen S. S., Kupper N., Denollet J. 2011 b. Psihologicheskie faktory i zabolevaniya serdca // Kehmma A. Dzh., Lyushera T. F., Serruisa P. V. (red.). Bolezni serdca i sosudov. Rukovodstvo Evropejskogo obshchestva kardiologov. Shlyakhto E. V. (per. s angl.). [Psychological factors and heart disease // Kamma A. J., Luscher T. F., Serruys P. V. (ed.). Heart disease and blood vessels. The leadership of the European society of cardiology. Shlyakhto E. V. (transl. from eng.)] М: GEHOTAR-Media.

Svansdottir E., Denollet J., Thorsson B. et al. 2013 Association of type D personality with unhealthy lifestyle, and estimated risk of coronary events in the general Icelandic population. In: Eur. J. Prev. Cardiol 20 (2), 322–30.

V. A. Gorshkov-Cantacuzene, A. A. Grigorev
Grand Forks, United States

PREVALENCE OF TYPE D PERSONALITY AMONG UNDERGRADUATE STUDENTS

Abstract. The paper studies type D personality (distress type) characterized by a tendency to negative emotions with simultaneous suppression of their manifestations in social interaction in undergraduate students of the first and second years of technical, humanitarian and medical specialties of higher educational institutions of Russia. This personality type adversely affects the number of cardiovascular events and the prognosis for the course of cardiovascular diseases, e.g. it is one of the mechanisms of the unfavorable prognosis for the development of multifocal atherosclerosis in patients with ischemic heart disease. Psychophysiological and behavioral factors are put forward among the possible causes of the adverse influence of the type D personality on the disease prognosis. Three groups (200 people in each) of undergraduate students of the first and second years of technical, humanitarian and medical specialties of higher educational institutions of Russia were examined. Prevalence rate of distress was observed among the students of technical specialties (47.5%), students of medical specialties had middle degree distress (22%) and students of humanitarian specialties had low degree distress (7%). Type D personality was found in almost half of the students of technical specialties, as for the students of medical and humanitarian specialties it was found in less than a quarter of the respondents. Such high rates for students of technical specialties can be linked with high study loads during their training. However, the low rates for students of medical specialties can testify to personality traits of the students. At the same time, among the study participants there were first and second year students that is those who only started their career development and did not undergo any professional deformation. This suggests that there is a connection between type D personality and the choice of a profession. The obtained results can become a tool for revealing a student's predisposition to cardiovascular diseases (for example, at a dispensary screening), and also to help the applicant with the choice of the future specialty.

Key words: type D personality, cardiovascular diseases, stress, student.

About the authors: Vladimir Alexandrovich Gorshkov-Cantacuzene¹, Doctor of Science in Medicine, Professor, Fellow of the RAMI (Royal Academi of Medicine in Ireland), laureate of the WHL (World Hypertension League) Distinguished Award-2017, WHL expert, Honorary Professor, Director; Andrey Andreevich Grigoriev², Junior Researcher.

Place of work: ^{1,2}The Hypertension Research Foundation, The Russian Delegation of the Pontifical Georgian College.

Горшков-Кантакузен В. А., Григорьев А. А. Распространенность личностного типа Д среди студентов высших учебных заведений // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 96–99.

Gorshkov-Cantacuzene V. A., Grigorev A. A. Prevalence of type d personality among undergraduate students // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 96–99.

ВЛИЯНИЕ ПОЛУШАРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГА НА ПРОЦЕССЫ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ СЕВЕРНОГО ВУЗА

Аннотация. В статье представлены результаты исследования профиля латеральной асимметрии у студентов северного вуза, с последующей оценкой влияния полушарной организации головного мозга на процессы адаптации. Для оценки типа межполушарной функциональной асимметрии применялся прибор «Активациометр универсальный АЦ-6». В исследовании приняли участие 222 студента Нижневартовского государственного университета. Было выявлено, что чаще всего у юношей и девушек встречалось доминирование левого полушария головного мозга, в меньшей степени в выборке представлены обследуемые с превашированием функции правого полушария, их доля в структуре межполушарных различий составила 22,5%. Статистически значимых гендерных различий в структуре межполушарных взаимодействий выявлено не было. Увеличение доли обследуемых с удовлетворительным уровнем адаптации в группе студентов с доминирующей функциональной активностью правого полушария свидетельствует о более эффективной адаптации в сравнении с «левополушарными» юношами и девушками. Снижение функциональной активности правого полушария у студентов, проживающих и обучающихся в условиях Севера, является дополнительным фактором риска развития дезадаптации.

Ключевые слова: студенты; межполушарная функциональная асимметрия; профиль латеральной асимметрии; уровень адаптации; индекс функциональных изменений.

Сведения об авторах: Ирина Александровна Погоньшева¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Денис Александрович Погоньшев², кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Место работы: Нижневартовский государственный университет.

Контактная информация: ^{1,2}628605, Россия, г. Нижневартовск, ул. Ленина, д. 56, ¹e-mail: severina.i@bk.ru; ²e-mail: d.pogonyshv@mail.ru.

Введение

В настоящее время продолжают оставаться актуальными вопросы взаимосвязи межполушарной функциональной асимметрии и процессов срочной и долговременной адаптации. Данные исследований, проводимых в районах с гипоксическим и экстремальным климатом, свидетельствуют, что в реализации механизмов адаптации населения к меняющимся факторам природной среды значительную роль играет функциональная межполушарная асимметрия головного мозга. Получены весомые доказательства первостепенной роли правого полушария головного мозга в координации адаптационных возможностей организма к действию неблагоприятных факторов окружающей среды (Леутин и др. 1988, 2005, 2007; Погоньшева и др. 2016; Севостьянова, Хаснулин 2010, 2011; Филиппова 2000; Хаснулин и др. 2000, 2004).

Правое полушарие в большей степени контролирует и согласует механизмы биологической адаптации организма к условиям окружающей среды, левое полушарие преимущественно отвечает за социальные процессы адаптации. К неблагоприятным социальным факторам окружающей среды лучше адаптируются люди с доминирующим левым полушарием (правши), а к природным – с доминирующим правым (левши) (Леутин и др. 2007). Это под-

тверждают данные о постепенном «выбывании» из популяции пришлого населения Крайнего Севера и приравненных к нему территорий людей с недостаточной функциональной активностью правого полушария, а также лучшие показатели адаптационного потенциала у лиц с доминирующей функцией правого полушария мозга (Леутин, Николаева 1988; Филиппова 2000; Хаснулин и др. 2004). В регионах с гипоксическими и дискомфортными условиями проживания преимущество получают люди с синистральным латеральным фенотипом (левши и амбидекстры). Доказана более эффективная регуляция транспорта кислорода у синистральных лиц, особое значение это приобретает, когда организм находится в состоянии метаболической гипоксии, что характерно для северных территорий. Отмечается усиление активности правого полушария в процессе адаптации к новым условиям окружающей среды (Леутин, Николаева 2005; Погоньшева, Погоньшев 2015; Хаснулин и др. 2000).

По данным В. И. Хаснулина, у большинства коренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа, так же как и в других северных регионах, выявлено доминирование функции правого полушария, особенно в сравнении с пришлыми жителями. В группе обследуемых мигрантов с высокой функциональной активностью правого полушария и не снижен-

ной функциональной активностью левого полушария В. И. Хаснулин отмечал более низкие показатели психоэмоционального напряжения организма, меньшую степень усиления тормозных процессов, минимальное снижение умственной работоспособности и выносливости. После пятнадцати лет проживания в дискомфортных условиях, среди остающихся жить на Севере, у 17,9% людей повышается активность правого полушария, тогда как в момент приезда на Крайний Север доля таких мигрантов составляла лишь 6–8%. У северян с хроническими заболеваниями выявлено снижение функциональной активности правого полушария (Хаснулин и др. 2000, 2004). Таким образом жить в неблагоприятных условиях среды остаются в основном наиболее приспособленные к этому климату люди. Данные исследований свидетельствуют о том, что недостаточная функциональная активность правого полушария головного мозга приводит к рассогласованию основных гомеостатических механизмов адаптации к неблагоприятным климатогеофизическим условиям Севера.

Материал и методы

Целью исследования явилось определение типа функциональной асимметрии и влияния полушарной организации мозга на процессы адаптации студентов северного вуза. На добровольной основе с использованием информированного согласия были обследованы юноши (98 человек) и девушки (124 человека) в возрасте от 17 до 21 года – студенты факультета экологии и инжиниринга Нижневартковского государственного университета. Обследование проводилось на базе лаборатории физиологии и экологии человека в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования», с изменениями и дополнениями, внесенными в 2008 г. Все обследуемые родились на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и не имели жалоб на состояние здоровья в период проведения исследования. Критерием для исключения из выборки являлись дисфункции нервной, кардиореспираторной, эндокринной систем в анамнезе и острые воспалительные заболевания на момент обследования.

Для диагностики функциональной асимметрии полушарий (ФАП) головного мозга использовался прибор «Активациометр универсальный АЦ-6». Показатели активности левого

и правого полушария, полученные в ходе исследования, заносились в таблицу и обрабатывались на персональном компьютере согласно программе, составленной на основании расчетных формул по методике Ю. А. Цагарелли (Цагарелли 2009). Вычисляли деятельностно-стереотипный показатель по выполненным пяти замерам фоновых ФАП. Деятельностно-стереотипный показатель ФАП рассчитывается как среднеарифметическое число ряда показателей ФАП в процессе деятельности обследуемых. Далее из суммы левополушарных смещений вычитается сумма правополушарных смещений. Интерпретируя данные, учитывали знак и величину результата в процентах. Если полученный результат имеет знак «+», то делается вывод о доминировании левого полушария, знак «–» свидетельствует о преобладании правого.

Второй этап исследования предусматривал оценку влияния полушарной организации головного мозга на процессы адаптации студентов к условиям окружающей среды, которые определялись путем расчета индекса функциональных изменений (ИФИ). Он вычислялся в баллах по следующей формуле (Баевский и др. 2009):

$$\text{ИФИ} = 0,011 \cdot \text{ЧСС} + 0,014 \cdot \text{АДс} + 0,008 \cdot \text{АДд} + 0,014 \cdot \text{В} + 0,009 \cdot \text{МТ} - 0,009 \cdot \text{ДТ} - 0,27,$$

где: ИФИ – индекс функциональных изменений, баллы; В – возраст, лет; МТ – масса тела, кг; ДТ – длина тела, см; АДс – артериальное давление систолическое, мм рт.ст.; АДд – артериальное давление диастолическое, мм рт.ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту.

По мере снижения адаптационных возможностей организма величина ИФИ в баллах увеличивается. Оценка показателей: ИФИ < 2,59 балла свидетельствует об удовлетворительной адаптации, в диапазоне от 2,60 до 3,09 баллов – говорит о напряжении механизмов адаптации, от 3,10 баллов до 3,49 – неудовлетворительная адаптация, ИФИ > 3,50 расценивают как срыв адаптационных механизмов.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Excel, с вычислением среднего арифметического (M), ошибки средней (m). Полученные показатели проверялись на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Оценка значимости различий проводили по t-критерию Стьюдента, согласно выявленному нормальному распределению исходных значений. Вычисляли уровень

значимости (p). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Показатели функциональной асимметрии полушарий головного мозга (ФАП) юношей и девушек представлены в таблице 1.

В ходе исследования выявлено преобладание студентов с доминированием левого полушария – 71,6% от общего количества обследуемых. Учащиеся с межполушарной уравновешенностью и студенты с правополушарным доминированием составили 5,9% и 22,5% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функциональной асимметрии полушарий головного мозга, %

ФАП	От общего количества	Девушки	Юноши
Доминирование ЛП	71,6	72,6	70,4
Доминирование ПП	22,5	21,8	23,5
Межполушарная уравновешенность	5,9	5,6	6,1

Примечание: ЛП – левое полушарие головного мозга, ПП – правое полушарие головного мозга.

Сравнение распределения латеральных фенотипов в гендерном аспекте показало, что девушки с высокой функциональной активностью левого полушария (72,6%) в обследуемой выборке встречались чаще по сравнению с юношами (70,4%). Обследуемые женского пола с правополушарным доминированием составили 21,8%, их ровесники противоположного пола – 23,5%. Межполушарная уравновешенность была выявлена у 5,6% студенток и 6,1% обследуемых мужского пола. Таким образом, среди

юношей в большей степени встречались признаки синистральности. Статистически значимых гендерных различий в структуре межполушарных взаимодействий выявлено не было (табл. 1).

На втором этапе исследования юноши и девушки были разделены на группы в зависимости от типа функциональной межполушарной асимметрии: в 1 группу были отнесены студенты с высокой функциональной активностью правого полушария мозга, преобладающей над активностью левого (23 юноши и 27 девушек), во вторую группу – с доминированием функции левого полушария (69 юношей и 90 девушек) (табл. 2). Так как выборки лиц с межполушарной уравновешенностью в количестве 7 девушек и 6 юношей статистически незначительны, их параметры не учитывались.

Для сравнения уровня адаптации в группах обследуемых был рассчитан индекс функциональных изменений (ИФИ) (Баевский и др. 2009). Среднее значение индекса функциональных изменений в 1 группе у юношей было равно $2,58 \pm 0,14$, у девушек – $2,57 \pm 0,11$ баллов, что свидетельствует об удовлетворительном уровне адаптации. У обследуемых 2 группы среднестатистические показатели ИФИ составили: у студенток – $2,84 \pm 0,09$ баллов, у их ровесников противоположного пола – $2,93 \pm 0,07$ баллов, что соответствует напряжению механизмов адаптации. Полученные результаты согласуются с положением о роли правого полушария в процессах повышения эффективности адаптации в гипокомфортных условиях окружающей среды (Севостьянова, Хаснулин 2010, 2011). Статистически значимых гендерных различий по индексу функциональных изменений у обследуемых обеих групп выявлено не было.

Таблица 2

Уровень адаптации студентов в зависимости от типа функциональной межполушарной асимметрии, %

Уровень адаптации	Обследуемые с доминирующей функцией правого полушария		Обследуемые с доминирующей функцией левого полушария	
	юноши	девушки	юноши	девушки
удовлетворительная адаптация	82,6	77,8	52,2	52,2
напряжение механизмов адаптации	17,4	22,2	39,1	44,5
неудовлетворительная адаптация	–	–	8,7	3,3

Удовлетворительный уровень адаптации был выявлен у 82,6% юношей и 77,8% девушек с доминирующей функцией правого полушария, в группе обследуемых с преобладанием функции левого полушария удовлетворительные механизмы адаптации отмечены у 52,2%

студентов и 52,2% студенток. Напряжение адаптационных механизмов зарегистрировано у 22,2% студенток и 17,4% их ровесников противоположного пола – представителей 1 группы. Во второй группе обследуемые с напряжением процессов адаптации встречались чаще и со-

ставили 39,1% среди юношей и 44,5% у девушек. Неудовлетворительный уровень адаптации был выявлен у 8,7% юношей и 3,3% девушек 2 группы, среди обследуемых 1 группы таковые не встречались. Студентов со срывом механизмов адаптации зарегистрировано не было (табл. 2).

Заключение

В результате проведенного исследования было выявлено, что чаще всего у студентов встречалось доминирование левого полушария головного мозга, в меньшей степени в выборке встречались обследуемые с превалированием функции правого полушария, их доля в структуре межполушарных различий составила 22,5%. Увеличение доли обследуемых с удовлетворительным уровнем адаптации в группе

«правополушарных» студентов свидетельствует о больших резервах адаптивных процессов в сравнении с «левополушарными». Снижение функциональной активности правого полушария у студентов северного вуза является дополнительным фактором риска развития дезадаптации (Хаснулин и др. 2000, 2004), более эффективными механизмами адаптации к неблагоприятным природным факторам северных территорий обладают люди с высокой функциональной активностью правого полушария и не сниженной функциональной активностью левого полушария. Кроме того, увеличение синистральных признаков в популяции северян рассматривается как фактор, способствующий успешному преодолению гипоксических состояний.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ФАП – Функциональная асимметрия полушарий
ИФИ – Индекс функциональных изменений
ЛП – Левое полушарие
ПП – Правое полушарие

ЛИТЕРАТУРА

- Баевский Р. М., Берсенева А. П., Лучицкая Е. С., Слеченкова И. Н., Черникова А. Г. 2009. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. М.: Слово.
- Леутин В. П., Николаева Е. И. 1988. Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга. Новосибирск: Наука СО.
- Леутин В. П., Николаева Е. И. 2005. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. СПб.: Речь.
- Леутин В. П., Николаева Е. И., Фомина Е. В. 2007. Асимметрия мозга и адаптация человека // Асимметрия 1 (1), 71–73.
- Погонышева И. А., Погонышев Д. А. 2015. Распределение латеральных фенотипов у студентов, занимающихся спортом в условиях Севера // Пашенко Л. Г. (отв. ред.). Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 20-летию факультета физической культуры и спорта Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та. С. 229–233.
- Погонышева И. А., Ермошкина Е. А., Гурьева А. В. 2016. Особенности профиля функциональной сенсомоторной асимметрии студентов, занимающихся спортом // Пашенко Л. Г. (отв. ред.). Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та. С. 341–344.
- Севостьянова Е. В., Хаснулин В. И. 2010. Влияние типа функциональной межполушарной асимметрии головного мозга на формирование устойчивости организма человека к экстремальным геоэкологическим факторам // Бюллетень СО РАМН 5 // <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipa-funktsionalnoy-mezhpolusharnoy-asimmetrii-golovnogo-mozga-na-formirovanie-ustoychivosti-organizma-cheloveka-k> (2017. 07 сент.).
- Севостьянова Е. В., Хаснулин В. И. 2011. Гендерные различия устойчивости к природным факторам молодых жителей Сибири в зависимости от типа функциональной межполушарной асимметрии // Экология человека 1 // <http://cyberleninka.ru/article/n/gendernye-razlichiya-ustoychivosti-k-prirodnym-faktoram-molodyh-zhiteley-sibiri-v-zavisimosti-ot-tipa-funktsionalnoy-mezhpolusharnoy> (2017. 07 сент.).
- Цагарелли Ю. А., Сулейманова Р. Ф. 2009. Системная психологическая диагностика с помощью прибора «Активациометр». Казань: Познание.
- Филиппова С. Н. 2000. Механизмы адаптации пришлого населения к экологическим условиям Заполярья: Влияние латерального фенотипа на метаболизм и физиологические процессы: Дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск.
- Хаснулин В. И., Шургая А. М., Хаснулина А. В., Севостьянова Е. В. 2000. Кардиометеопатии на Севере. Новосибирск: СО РАМН.
- Хаснулин В. И., Вильгельм В. Д., Воевода М. И., Зырянов Б. Н., Селятицкая В. Г., Куликов В. Ю., Хаснулин П. В., Егорова Г. М. 2004. Медико-экологические основы формирования, лечения и профилактики заболеваний у коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа. Новосибирск: СО РАМН.

REFERENCES

- Baevskij R. M., Berseneva A. P., Luchitskaja E. S., Slepchenkova I. N., Chernikova A. G. Otsenka urovnya zdorovia pri issledovanii prakticheski zdorovykh lyudey [Health assessment in healthy people]. Moscow: Slovo, 2009. (In Russian).

Leutin V. P., Nikolaeva E. I. Psikhofiziologicheskiye mekhanizmy adaptatsii i funktsionalnaya asimmetriya mozga [Psychological and physiological mechanisms of adaptation and functional asymmetry of the brain]. Novosibirsk: Nauka SO, 1988. (In Russian).

Leutin V. P., Nikolaeva E. I. Funktsionalnaya asimmetriya mozga: mify i deystvitelnost [Functional asymmetry of the brain: myths and facts]. St. Petersburg: Rech, 2005. (In Russian).

Leutin V. P., Nikolaeva E. I. In: Asimmetriya [Asymmetry]. Vol 1. N. 1 (2007):71–73. (In Russian).

Pogonyshva I. A., Pogonyshv D. A. In: Perspektivnyye napravleniya v oblasti fizicheskoy kultury, sporta i turizma. Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 20-letiyu fakulteta fizicheskoy kultury i sporta Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Future directions in physical training, sports and tourism. Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 20 year anniversary of the Faculty of Physical Training and Sports of Nizhnevartovsk State University]. Ed. by. Pashchenko L. G. Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk State University, 2015. Pp. 229–233. (In Russian).

Pogonyshva I. A., Ermoshkin E. A., Gurjeva A. V. In: Perspektivnyye napravleniya v oblasti fizicheskoy kultury, sporta i turizma. Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem [Future directions in physical training, sports and tourism. Proceedings of the V National scientific and practical conference with international participation]. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevartovsk State University, 2015. Pp. 341–344. (In Russian).

Sevostjanova E. V., Hasnulin V. I. In: Bjulleten' SO RAMN 5 [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences 5] Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tipa-funktsionalnoy-mezhpolusharnoy-asimmetrii-golovnoy-mozga-na-formirovanie-ustoychivosti-organizma-cheloveka-k> (Accessed on 07.09.2017). (In Russian).

Sevostjanova E. V., Hasnulin V. I. In: Ekologiya cheloveka 1 [Human Ecology 1] Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/gendernye-razlichiya-ustoychivosti-k-prirodnym-faktoram-molodyh-zhiteley-sibiri-v-zavisimosti-ot-tipa-funktsionalnoy-mezhpolusharnoy> (Accessed on 07.09.2017). (In Russian).

Tsagarelli Yu. A., Sulejmanova R. F. Sistemnaya psikhologicheskaya diagnostika s pomoshchyu pribora «Aktivatsiometr» [Systematic psychological testing by means of “Aktivatsiometr”]. Kazan: Poznanie, 2009. (In Russian).

Filippova S. N. Mekhanizmy adaptatsii prishlogo naseleniya k ekologicheskim usloviyam Zapolyaria: Vliyaniye lateralnogo fenotipa na metabolism i fiziologicheskiye protsessy: Dis... dokt. biol. nauk. [Adaptation mechanisms of the newcomers to the environmental conditions of the polar regions: influence of the lateral phenotype on metabolism and physiological processes: Thesis for the Degree of Doctor of Biological Sciences]. Novosibirsk, 2000. (In Russian).

Hasnulin V. I., Shurgaja A. M., Hasnulina A. V., Sevostjanova E. V. Kardiometeopatii na Severe [Cardiological issues caused by meteorological conditions of the North]. Novosibirsk: SO RAMN, 2000. (In Russian).

Hasnulin V. I., Vilgelm V. D., Voevoda M. I., Zyryanov B. N., Selyatickaya V. G., Kulikov V. Yu., Hasnulin P. V., Egorova G. M. Mediko-ekologicheskiye osnovy formirovaniya lecheniya i profilaktiki zabolevaniy u korennoy naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga [Medical and ecological basis for formation, treatment and prevention of diseases of indigenous peoples of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug]. Novosibirsk: SO RAMN, 2004. (In Russian).

I. A. Pogonyshva, D. A. Pogonyshv
Nizhnevartovsk, Russia

INFLUENCE OF HEMISPHERIC NATURE OF THE BRAIN ON THE ADAPTATION OF NORTHERN UNIVERSITY STUDENTS

Abstract. The article presents the results of a study of the lateral asymmetry profile in students of a northern university and the assessment of the influence of hemispheric brain structure on students adaptation processes. In order to determine the type of functional interhemispheric asymmetry, the «Aktivatsiometr AC-6» system was used. 222 students of Nizhnevartovsk State University participated in the study. The study revealed that most of the young people are left brain dominant, while only 22,5% of them are right brain dominant. There were no statistically significant gender differences in the structure of interhemispheric interactions. An increase in the number of students with a satisfactory level of adaptation among those with right brain dominance points to a more effective adaptation in comparison with «left-brain» boys and girls. Decrease of the functional activity of the right hemisphere among students living and studying in the north is an additional risk factor for maladaptation.

Key words: students; interhemispheric asymmetry; lateral asymmetry profiles; adaptation level; index of functional changes.

About the authors: Irina Aleksandrovna Pogonyshva¹, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology; Denis Aleksandrovich Pogonyshv², Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology.

Place of employment: Nizhnevartovsk State University^{1,2}.

Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. Влияние полушарной организации мозга на процессы адаптации студентов северного вуза // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 100–104.

Pogonyshva I. A., Pogonyshv D. A. Influence of hemispheric nature of the brain on the adaptation of northern university students // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 100–104.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА ЛЕСНЫМИ УЧАСТКАМИ БАЙТУГАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Экологический потенциал лесов оценивается как эффективность выполнения лесообразующими видами растений основных экологических функций. Лесные массивы выполняют первостепенную экологическую роль – депонирование углерода в зонах с интенсивным уровнем развития промышленности, в частности, нефтегазодобычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов. В настоящее время, в связи со значительным увеличением загрязнения атмосферы оксидами углерода, диоксидом азота, диоксидом серы, формальдегидом, бенз(а)пиреном и другими веществами, все большее развитие получают вопросы всестороннего изучения сорбирующей и депонирующей функции лесов.

Принимая во внимание возросший уровень аэротехногенного воздействия на лесные фитоценозы естественного и искусственного происхождения в районе Байтуганского месторождения, становится важным изучение объемов поглощения углерода древесно-кустарниковой растительностью. В работе поставлена задача: оценить экологическую нагрузку на лесные фитоценозы, составить прогноз и выработать действенные механизмы сохранения, повышения жизнестойкости лесной растительности, с целью минимализации аэротехногенного загрязнения окружающей природной среды. С целью оценки экологического потенциала лесопокрываемых участков проведен расчет общего запаса фитомассы древесной, кустарниковой растительности и распределение покрытых лесом площадей по основным лесообразующим породам и группам возраста деревьев на территории района исследования. Проведена оценка ежегодного прироста запаса фитомассы древесных и кустарниковых пород и количества ежегодно депонируемого углерода.

Ключевые слова: экологический потенциал; депонирование углерода; фитомасса; древостой; возрастные группы древостоя; эколого-биологические особенности вида.

Сведения об авторах: Мария Владимировна Рябухина¹, кандидат биологических наук, инженер кафедры ботаники и физиологии растений; Ася Вячеславовна Филиппова², доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии, природопользования и экологической безопасности; Равиль Анварович Майский³, кандидат технических наук, доцент кафедры математики.

Место работы: ¹Оренбургский государственный педагогический университет, ²Оренбургский государственный аграрный университет, ³Уфимский государственный нефтяной технический университет.

Контактная информация: ¹460014, Россия, г. Оренбург, ул. Советская, д. 19, e-mail: marija-rjabuhina@mail.ru; ²460014, Россия, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, e-mail: kassio-67@yandex.ru; ³450062, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, тел. 83472428715, e-mail: ravanmai@mail.ru.

Введение

Районы нефтегазодобычи традиционно входят в число территорий со значительным уровнем аэротехногенного загрязнения окружающей среды (Халикова, Майский 2016). В Оренбургской области эксплуатируется ряд нефтегазовых месторождений на территории лесопокрываемых земель, в частности, Байтуганское нефтяное месторождение. Одним из действенных способов снижения загрязнения атмосферы является изучение депонирующей функции лесопокрываемых территорий и применение результатов исследования на практике (Колодина и др. 2016).

Целью данной работы стала оценка экологического потенциала и объемов депонирования органического углерода в фитомассе лесных насаждений.

Впервые в условиях Оренбургской области проведены комплексные исследования экологического потенциала древесно-кустарнико-

вых насаждений с учетом углерододепонирующей функции леса, в районе с развитой инфраструктурой нефтедобычи, на примере Байтуганского месторождения нефти Северного района Оренбургской области.

Актуальность оценки баланса углерода подтверждается принятием Рамочной конвенции ООН об изменении климата (1992) и Киотского протокола (1997). Наравне с сокращением выбросов парниковых газов данные документы призывают «к защите и поддержанию источников депонирования и хранилищ парниковых газов» и «воплощению в жизнь практических методов воспроизводства лесов».

Методы исследования

В настоящей работе осуществлены расчеты запаса и годичного депонирования углерода в фитомассе лесной растительности на территории Байтуганского нефтяного месторождения (Рябинина, Князев 2009; Хусаинова, Кулагин 2016) Северного района Оренбургской области,

базирующиеся на анализе материалов Государственного учета лесов (ГУЛ).

Вторым информационным источником служила компьютерная база данных «Биологическая продуктивность лесных экосистем» с изменениями и дополнениями.

Оценка фитомассы древостоев и запаса углерода проводилась на основе информации об объемах стволовой древесины на корню и использования конверсионных коэффициентов фитомасса/запас древесины на корню. Конверсионные коэффициенты рассчитывались для основных лесообразующих пород с учетом возрастных групп по следующим фракциям фитомассы: стволы, ветви, корни, листья (Чураков, Манякина 2012).

Запас углерода рассчитывали из величин полной фитомассы при допущении, что 1 кг сухой массы стволов, ветвей и корней содержит 0,5 кг углерода, 1 кг сухой массы хвои, листьев и растений нижних ярусов – 0,45 кг.

Оценка годичного депонирования углерода, расчет годичного депонирования углерода в живой фитомассе лесных экосистем базировались на динамике площадей и средних запасов древостоев основных лесообразующих пород.

Общая характеристика района исследования

Байтуганское месторождение нефти залегает западнее села Староборискино Северного района Оренбургской области.

Район исследования имеет хорошо развитую инфраструктуру нефтепроводов, газопроводов, этанопроводов, топливпроводов, нефтяные скважины, обслуживаемые Северным ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Самара», Абдулинским ЛПУ МГ, Бугурусланским районным нефтедобывающим управлением, ООО «Байтекс», ЗАО «Алоил», ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, ЗАО «Оренбургнефтеотдача», а также автозаправочные станции: ОАО «Оренбургнефтепродукт» Бугурусланской нефтебазы: № 18 в с. Северное, № 118, № 119, АЗС «Техкомплект», ООО «Лукойл – Уралнефтепродукт», АЗС ООО «Трансоил», автогазозаправочные станции ООО «Пропан».

Лесопокрываемые участки Байтуганского месторождения территориально относятся к Северному лесничеству Оренбургской области. Согласно приказу МПР РФ № 68 от 28 марта 2008 г. «Об утверждении Перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации», территория расположения Северного лесничества отнесена к лесостепной зоне лесостепного района Европейской части Российской Федерации (табл. 1).

На севере и северо-востоке лесничество граничит с Республикой Татарстан, на юге и юго-востоке – с Бугурусланским и Абдулинским лесничеством, на западе – с Самарской областью. Лесистость территории расположения лесничества составляет 18,8%.

Таблица 1

Общие сведения о лесничестве района исследования

Наименование показателя	Ед. изм.	Значения показателя
Общая площадь лесного фонда, в том числе:	га	40 374
защитные	га	40 374
эксплуатационные	га	–
резервные	га	–
Площадь лесных земель, в том числе:	га	37 849
покрытые лесной растительностью	га	36 234
не покрытые лесной растительностью, из них:	га	1 615
фонд лесовосстановления	га	1 280
Расчетная лесосека	тыс. куб. м	27,500
Фактическое использование ежегодного допустимого объема изъятия древесины	тыс. куб. м	2,250 (8,2%)
<i>Итого:</i>	га	40 374

При создании лесных насаждений на не покрытых лесом землях и лесосеках на территории исследования в соответствии с лесохозяйственным регламентом в качестве основных видов предусматриваются сосна, ель и береза. Выбор древесных пород обусловлен эколого-биологическими особенностями вида и лесорастительными условиями.

Важную роль в определении экологического потенциала лесных участков играют мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов. Лесовоспроизводство, лесоохрана и лесозащита относятся к числу важнейших задач в области лесного хозяйства, которые обеспечивают выполнение экологических и природно-хозяйственных функций лесными массивами

(Кулагин и др. 2015). Сохранение и увеличение ресурсного и экологического потенциала лесов степной зоны возможно обеспечить лишь за счет: применения системы научно обоснованных рубок и воспроизводства лесов, улучшения их породного состава; создания и эффективного использования постоянной лесосеменной базы; ухода за лесом, включая рубки ухода и санитарные рубки (Кулагин, Николаева 2014).

Депонирование углерода лесопокрытыми участками района исследования

В фитомассе лесов Байтуганского месторождения нефти (Северное участковое лесничество Оренбургской области) – запасы стволовой древесины, ветви, корни, листья, общий объем которых составляет около 1 974 173 тонн углерода, находящегося в постоянно связанном состоянии.

Кроме того, леса района исследования ежегодно поглощают из атмосферы около 50 675 тонн углерода, при этом наиболее углеродоемкими являются молодые, интенсивно растущие насаждения.

Площадь лесопокрытых участков молодых (мол1) насаждений (естественное и искусственное лесовосстановление) осины равна 1 829 га, общий объем фитомассы равен 46 643 т, следовательно, общий объем депонируемого углерода равен 3 642 т (табл. 2).

Второе место по площади среди молодого (мол1) древостоя занимают насаждения сосны (1 196 га), общий объем фитомассы равен 51 214 т, следовательно, общий объем депонируемого углерода равен 3 194 т (табл. 2).

На третьем месте по площади молодые насаждения липы (мол1) – 546 га, общий объем фитомассы равен 16 319 т, следовательно, общий объем депонируемого углерода равен 1 016 т.

Оценка объема фитомассы и депонируемого углерода в зависимости от группы возраста древостоя и занимаемой площади показала, что в районе исследования наибольшую площадь имеют средневозрастные насаждения (12678 га), однако наибольший прирост в год и максимальное депонирование углерода (т/год) имеют молодые (мол1) насаждения (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость депонирования углерода от возрастных групп древостоя и занимаемой площади

Возр. группы	Площадь	Запас, кбм	прир/год	Ф/м полн, т	С всего, т	Деп. С, т/год
молодняки 1 класса	4 385	138 000	19 347	144 095	70 655	9 089
молодняки 2 класса	3 292	294 300	17 900	280 886	138 782	7 797
средневозрастные	12 678	1 802 300	13 761	1 522 457	756 498	5 368
приспевающие	7 590	1 226 900	8 532	905 813	451 078	2 907
спелые	5 901	1 054 500	1 199	967 581	482 311	579
перестойные	631	104 200	0	90 450	45 056	0

В этой связи подтверждается положение, что с экологической точки зрения наиболее полезными для оздоровления атмосферы от негативных выбросов, и в первую очередь от выбросов окиси углерода, являются молодые, растущие леса.

Большое значение в депонирование углерода имеет породный состав древесных культур, например, ель и лиственница одной возрастной группы накапливают различное количество фитомассы в единицу времени и, следовательно, депонирование углерода происходит в различных объемах.

На территории Байтуганского месторождения насаждения ели и лиственницы примерно равны и составляют около 5 га, представленные насаждения в большинстве случаев одновозрастные с доминированием молодняков 1 класса и средневозрастных насаждений (рис. 1).

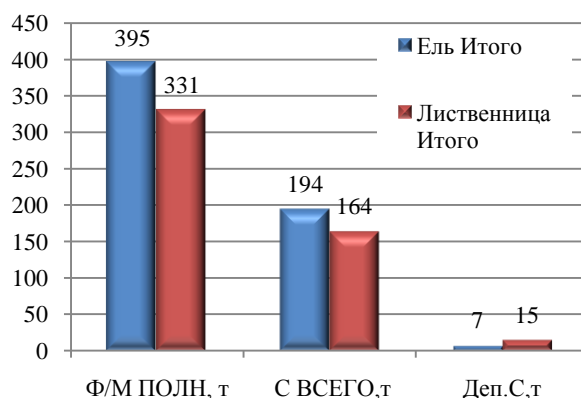


Рис. 1. Накопление фитомассы и депонирование углерода различными породами хвойных насаждений на территории месторождения (т)

В ходе исследования было выявлено, что одновозрастной древостой, равный по площади, отличается по объему депонирования углерода в зависимости от биологических особен-

ностей вида. Так, в частности, в ходе исследования сравнивались объемы фитомассы и депонирующий потенциал дуба высокоствольного и низкоствольного, а также березы, осины и липы (рис. 2).

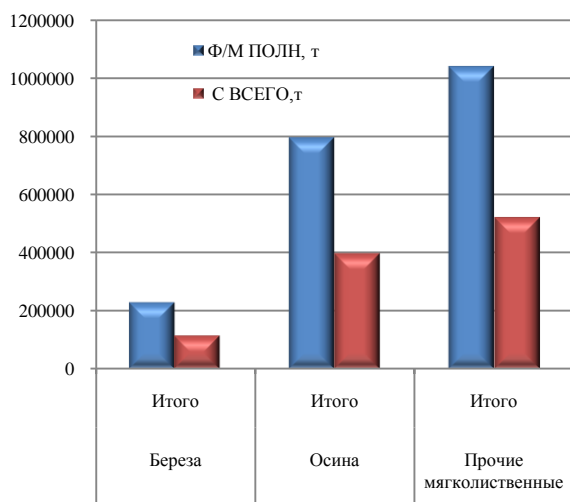


Рис. 2. Накопление фитомассы и углерода мягколиственными насаждениями на территории месторождения (т)

Нами было установлено, что молодняки (мол1) дуба высокоствольного на площади, равной 1 га, за один год депонируют порядка двух тонн углерода, в то время как аналогичные по возрасту и площади насаждения дуба низкоствольного депонируют 2,65 тонны углерода в год, березы – 1,22 тонны в год, осины –

1,99 тонны в год, липы – 1,86 тонны углерода в год. Становится очевидным, что на территории Байтуганского месторождения среди лиственных пород деревьев наиболее перспективными по поглощению углерода являются насаждения дуба низкоствольного, однако стоит отметить, что данная культура относится к медленно растущим, в связи с чем создание разновидовых насаждений будет более эффективно с точки зрения устойчивости насаждения, образования годового объема фитомассы и депонирования углерода.

Накопление фитомассы и депонирование углерода также зависит от экологической группы насаждения. Проведенные исследования показывают, что участки, покрытые кустарниковой растительностью на территории исследования, значительно отстают в объемах накопления фитомассы и углерода в сравнении с древесными насаждениями (Рябинина, Князев 2009; Рябухина 2015) В частности, один гектар средневозрастной и припевающей кустарниковой растительности депонирует порядка 0,26 тонн углерода.

Результаты выполненных исследований сведены в таблицу 3, где отражены абсолютные величины запасов ствольной древесины в кубометрах (запас), запасов фитомассы в тоннах (фитомасса), запасов углерода в тоннах (С полн.), и депонирования углерода в тоннах в год (Деп. С) на территории площадей исследования и в целом по всему району исследования.

Таблица 3

Обобщенные данные результатов исследования

Культура	Площадь	Запас, кубм	Ф/м полн., т	С всего, т	Деп. С, т/год
Итого хвойные	1 713	113 500	126 270	61 601	3 908
Итого твердолиственные	12 328	1 620 800	1 722 192	856 934	2 311
Итого мягколиственные	20 393	2 885 300	2 062 051	1 025 474	18 366
Итого кустарники	37	300	511	242	4

Принимая во внимание, что территория Байтуганского месторождения с развитой сетью сопутствующей инфраструктуры практически полностью покрывает площадь Северного района Оренбургской области, нами были произведены расчеты лесопокрытых земель, которые включали: несомкнувшиеся лесные культуры, редины, гари, вырубки, пустыри; в расчет лесонепокрываемых участков были приняты: пашни, сенокосы, пастбища, дороги, усадьбы (табл. 4).

Расчеты показали, что помимо лесопокрытых участков с сомкнувшимся древостоем в образовании фитомассы и депонировании углерода принимают участие территории несомкнувшегося древостоя (3 471 га), который образует порядка 31 858 тонн углерода и депонирует 5 593 тонны углерода в год, а также редины площадью 650 га, депонирующие 5 593 тонны углерода в год. Вырубки вносят наименьший вклад в общий объем образования фитомассы и депонирования углерода (табл. 4).

Таблица 4

Обобщенные данные земельного фонда района исследования

Категория	Площадь	Запас, кмб	Прир/год	Ф/м полн, т	С всего, т	Деп. С, т/год
Итого ЛП земель	34 477	4 620 200	60 769	3 911 283	1 944 379	24 582
Несомкнувшиеся лесные культуры	3 471		10 921	81 247	31 858	5 593
Редины	650	17 440	229	26 268	12 516	93
Вырубки	854		1 344	11 918	5 363	688
Прогалины, пустыри	922			20 983	10 492	
Всего ЛП земель	34 477	4 620 200		3 911 283	19 444 379	24 582
Всего ЛНП земель	5 697	29 514		140 416	67 229	6 374
Всего лесных земель	40 374	4 650		40 511 699	16 541	50 675
Всего нелесных земель	2 135	0		35 146	1 974 173	0
Всего земли	42 509	4 632 274		40 546 845	1 974 173	50 675

На территории исследования наибольшую депонирующую функцию выполняют лесопокрываемые участки с доминированием мягколиственных культур, это обусловлено эколого-биологическими особенностями видов, а также возрастными группами и площадью насаждений (Рябухина и др. 2015; Майский и др. 2017).

Улучшение качества атмосферного воздуха района исследования возможно при эффективном ведении лесного хозяйства; наращивании лесных территорий с доминированием

видов, обладающих высоким адаптивным потенциалом, образующих большое количество фитомассы, депонирующих значительное количество углерода и других поллютантов. Необходимо также соблюдение технологических режимов в нефтегазовой отрасли и наращивание доли экологических технологий, минимизирующих аэротехногенное загрязнение при геологоразведке, строительстве и эксплуатации скважин и сопутствующей инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

Колодина М. В., Михайлова Е. С., Рябухина М. В. 2016. Совершенствование механизмов правоприменения и управления в сфере охраны и защиты лесов в условиях финансового кризиса. Оренбург: ООО ИПК «Университет». 232.

Кулагин А. А., Ганеев И. Г., Сухова С. В., Зиганин З. У. 2015. Опыт проращивания семян древесно-кустарниковых растений на нефтезагрязненных почвогрунтах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 17, № 5, 127–131.

Кулагин А. А., Николаева В. В. 2014. Определение возможности использования дуба черешчатого (*Quercus Robur* L.) для выполнения санитарно-гигиенических функций на территории г. Уфы (Республика Башкортостан) // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки Т. 19, № 5, 1521–1523.

Майский Р. А., Рябухина М. В., Додова М. И. 2017. Эколого-экономическое моделирование эффективности ликвидации энтомофагов в хвойных лесах Оренбургской области // Вестник Башкирского государственного аграрного университета 1 (41), 101–103.

Рябинина З. Н., Князев М. С. 2009. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М.: Товарищество научных изданий КМК.

Рябухина М. В. 2015. Экологические риски и фиторемедиация аэротехногенного воздействия загрязнения окружающей среды // Колесников Е. Ю. (отв. ред.). Анализ риска – 2015: проблемы теории и практики: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (27 мая 2015 г., г. Йошкар-Ола) // Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет.

Рябинина М. В., Сафонов Д. Н., Рябинина З. Н. 2015. Современное состояние лесостепных фитоценозов Оренбургского Предуралья подверженных длительному техногенному воздействию // Экология и безопасность жизнедеятельности: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (13 ноября 2015 г., Комсомольск-на-Амуре). Комсомольск-на-Амуре: АмГПУ, 97–102.

Халикова Р. Р., Майский Р. А. 2016. Управление нефтегазовыми ресурсами в условиях нестабильной экономики // Лейберт Т.Б. (отв. ред.). Современные тенденции в экономике и финансах: Сборник научных трудов по материалам VI Всероссийской заочной научно-практической интернет-конференции. Уфа: Изд-во УГНТУ, 256–259.

Хусаинова Л. Р., Кулагин А. А. 2016. Анализ влияния деятельности горно-обогатительных комбинатов городов Учалы, Сибай, Белорецк на древесно-кустарниковую и травянистую растительность // Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 18, 2 (2), 563–566.

Чураков Б. П., Манякина Е. В. 2012. Депонирование углерода разновозрастными культурами сосны // Ульяновский медико-биологический журнал 1, 125–129.

REFERENCE

Kolodina M. V., Mikhailova E. S., Ryabukhina M. V. Sovershenstvovanie mekhanizmov pravoprimeneniya i upravleniya v sfere ohrany i zashchity lesov v usloviyah finansovogo krizisa [Improvement of mechanisms for enforcement and management in the sphere of forest protection in the financial crisis]. Orenburg: ООО ИПК «Университет», 2016. (In Russian).

Kulagin A. A., Ganeev, I. G., Sukhov S. V., Ziganshin Z. U. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoi akademii nauk [Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 17, No. 5 (2015): 127–131. (In Russian).

Kulagin A. A., Nikolaeva V. V. In: Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Bulletin of Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences]. Vol. 19. Vol. 5 (2014): 1521–1523. (In Russian).

Maiskii R. A., Rjabukhina M. V., Dodova M. I. In: Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Bashkir State Agrarian University]. No. 1 (41) (2017): 101–103. (In Russian).

Rjabinina Z. N., Knyazev M. S. Opredelitel' sosudistykh rastenij Orenburgskoj oblasti [Vascular plants of the Orenburg region]. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009. (In Russian).

Rjabukhina M. V. In: Analiz riska – 2015: problemy teorii i praktiki: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii (27 maya 2015 g., g. Yoshkar-Ola) [Analysis of risk – 2015: problems of theory and practice: Proceedings of All-Russian Research And Practice Conference (27 May 2015, Yoshkar-ola)]. Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology, 2015. (In Russian).

Rjabukhina M. V., Safonov D. N., Rjabinina Z. N. In: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii (13 noyabrya 2015, Komsomol'sk-na-amure) [Ecology and life safety: proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference (13 November 2015, Komsomol'sk-on-Amur)]. Komsomol'sk-on-Amur: AmGPGU, 2015. 97–102. (in Russian).

Khalikova, R. R., Maiski R. A. In: Sovremennye tendencii v ehkonomie i finansah: Sbornik nauchnykh trudov po materialam VI Vserossijskoj zaochnoj nauchno-prakticheskoi internet-konferencii [Modern trends in economy and Finance. Proceedings of the VI All-Russian Correspondence Research And Practice Internet-Conference] Ed. by Leibert T. B. Ufa: UGNTU, 2016. Pp. 256–259. (In Russian).

Khusainova L. R., Kulagin A. A. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 18, № 2 (2) (2016): 563–566. (In Russian).

Churakov B. P., Manekina E. V. In: Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal [Ulyanovsk Medico-Biological Journal]. No. 1 (2012): 125–129. (In Russian).

M. V. Rjabukhina, A. V. Filippova, R. A. Maiski
Orenburg¹, Ufa², Russia

ECOLOGICAL POTENTIAL AND CARBON SEQUESTRATION OF FOREST AREAS OF BAITUGAN OIL FIELD IN ORENBURG REGION

Abstract: Ecological potential of forests is assessed as the efficiency of basic ecological functions implementation by forest-forming plant species. Forests perform a primary ecological role in carbon dioxide sequestration in the areas with intensive industrial development particularly in the areas of oil and gas production and transportation of oil and oil products. At present, as a result of the significant increase in air pollution by carbon oxides, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, formaldehyde, benz(a)pyrene and other substances, the issues of comprehensive studies of the sorbing and sequestrating functions of forests are developing more and more.

Taking into account the increased level of aerial technogenic impact on forest communities of natural and artificial origin in the area of Baitugan oilfield, it becomes important to study the volumes of carbon sequestration by trees and shrubs. The task of the work was to assess the environmental impact on the forest communities, make a forecast and work out effective mechanisms for preservation and enhancing of forest vegetation resilience with the aim of minimizing aerial technogenic pollution of natural environment. To assess the ecological potential of the forest sites, the authors estimated the total trees and shrubs phytomass stocks and classified the woodlands in accordance with the major forest-forming species and age groups of trees in the study area. The annual increase in the stock of phytomass of tree and shrubby species and the annual stocks of deposited carbon have been estimated.

Key words: ecological potential; carbon sequestration; phytomass; forest stand; age groups of forest stand; ecological and biological characteristics of the species.

About the authors: Marija Vladimirovna Rjabukhina¹, Candidate of Biological Sciences, engineer at the Department of Botany and Plant Physiology; Asya Vyacheslavovna Filippova², Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology, Nature Management and Ecological Security; Ravil Anvarovich Maiskii³, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Mathematics.

Place of employment: ¹Orenburg State Pedagogical University, ²Orenburg State Agricultural University, ³Ufa State Petroleum Technological University.

Рябухина М. В., Филиппова А. В., Майский Р. А. Экологический потенциал и депонирование углерода лесными участками Байтуганского нефтяного месторождения Оренбургской области // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 105–110.

Rjabukhina M. V., Filippova A. V., Maiski R. A. Ecological potential and carbon sequestration of forest areas of Baitugan oil field in Orenburg region // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 105–110.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОДЕГРАДАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Ежегодно существенно возрастает объем производства и применения в различных отраслях народного хозяйства полимерных композиционных материалов (ПКМ), что в конечном итоге приводит к возникновению экологической проблемы современного общества – утилизации отходов композиционных материалов. Одним из решений данной проблемы является создание полимерных композиционных материалов с установленным сроком службы и способностью сохранения эксплуатационных свойств в течение периода их использования, с последующей деструкцией в условиях окружающей среды без образования токсичных веществ. В литературных источниках недостаточно изучены данные по оценке процесса биоразложения композиционных материалов в окружающей природной среде, в связи с чем исследования в данном направлении представляют собой актуальную экологическую задачу.

Цель работы заключалась в оценке возможности биологической деградации полимерных композиционных материалов. В работе представлен анализ методов оценки биологической деструкции полимерных композиционных материалов, на основании которого был выбран метод, изложенный в ГОСТ 9.049-91 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов». Исследования проводились на стеклопластиках на основе модифицированной фенолоформальдегидной смолы и стекловолокна (марки АГ – 4В и ДСВ), органопластике (марки ОП-ЖА) на основе эпоксидного связующего и органоволокна Армос и углепластиках (УП-Урал-Тр-СФ, УТЗФ2УМН, ЭПАН-2Б), которые имеют широкое применение в авиационной промышленности.

В результате проведенных исследований из нефтезагрязненной почвы были выделены микроскопические грибы *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Paecilomyces sp.*, являющиеся основными биодеструкторами полимерных композиционных материалов.

Для оценки биодegradации композиционных материалов образцы были заражены спорами культур плесневых грибов согласно стандартной методике ГОСТ 9.049-91. По окончании инкубационного периода (28 дней) было установлено, что все полимерные композиционные материалы способны использоваться в качестве источника питания микроскопическими грибами, такими как *Aspergillus niger* и *Penicillium sp.*, однако данные образцы являются грибостойкими к росту микромицета *Paecilomyces sp.*

В ходе эксперимента образцы композитов постоянно находились в условиях высокой влажности и повышенной температуры. Высокие показатели водопоглощения материалов УП-Урал-Тр-СФ и УТЗФ2УМН способны повысить биодоступность для микроорганизмов, вследствие чего обеспечить более интенсивную биодegradацию материалов.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы; биодegradация; микромицеты; биодеструкция.

Сведения об авторах: Екатерина Сергеевна Белик¹, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды; Лариса Васильевна Рудакова², доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны окружающей среды; Юлия Владимировна Куликова³, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды; Маргарита Вячеславовна Бурмистрова⁴, магистрант кафедры охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета; Наталья Николаевна Слюсарь⁵, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды.

Место работы: ^{1,2,3,5}Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Контактная информация: ¹⁻⁵614000, Россия, г. Пермь, Комсомольский пр-т, д. 29, e-mail: ¹zhdanova-08@mail.ru; ²larisa@eco.pstu.ac.ru; ³kulikova.pnpu@gmail.com; ⁴karino4ko@mail.ru; ⁵nnslyusar@gmail.com.

Введение

Благодаря своим механическим и физико-химическим свойствам, которые можно регулировать в зависимости от состава, полимерные композиционные материалы (ПКМ) используются в различных отраслях промышленности, таких как строительство, машиностроение, медицина, авиационная и ракетно-космическая техника, судостроение, мостостроение и т.д.

Объем производства ПКМ ежегодно увеличивается, и по данным некоторых специалистов, к 2020 г. может составить более 115 тыс. тонн, а их потребление на душу населения воз-

расти до 0,8 кг/чел. (Петров и др. 2015). В связи с ростом объемов производства произойдет увеличение образования объемов отходов композиционных материалов, в связи с чем их утилизация становится значимой экологической проблемой современного общества.

Одним из решений данной проблемы является создание полимерных композиционных материалов с установленным сроком службы и способностью сохранения эксплуатационных свойств (прочность, жесткость, стойкость и т.д.) в течение периода их использования, с последующей деструкцией в условиях окружаю-

шей среды без образования токсичных веществ. Перспективным направлением для получения биодegradуемых материалов является совмещение синтетических полимеров с природными, которые обеспечивают разложение всего композита.

В литературных источниках недостаточно данных о кинетике процесса биоразложения композиционных материалов в окружающей природной среде, в связи с чем исследования в данном направлении представляют актуальную экологическую задачу (Замышляева 2012; Ка-

рамова и др. 2012; Абрамова и др. 1981; Масталыгина 2015).

Для оценки способности полимерных композиционных материалов к деструкции применяются модельные эксперименты, соответствующие реальным условиям деградации в окружающей среде, с воздействием на материал ограниченного количества факторов, таких как температура, влажность, доступ кислорода и т.д. Анализ наиболее часто применяемых методов оценки биологической деструкции ПКМ приведен в таблице 1.

Таблица 1

Методы оценки биологической деструкции полимерных композиционных материалов [4, 6]

Метод	Сущность метода	Время эксперимента	Условия эксперимента	Применяемые культуры	Стандарт
Микологический тест	Определение устойчивости материала к воздействию культур плесневых грибов	28 суток	1) Температура 29±2 °С 2) Влажность более 90% 3) Освещенность 200–300 лк	Плесневые и микроскопические грибы	ISO 846 ASTM G 21-96 ГОСТ 9.049-91
Бактериальный тест	Определение устойчивости материала к воздействию культур бактерий	—	1) Температура 20 °С 2) Влажность воздуха 58% 3) Освещенность 200–300 лк	Бактериальные клетки	ISO 846 ASTM G 22-76
Биоразлагаемость нерастворимых веществ	Определение количества O ₂ , поглощенного при аэробной деградации	4 месяца	1) Анаэробные условия 2) Буферная минеральная среда 3) Твердая среда	Инокулянт из активного ила или сточной воды	ISO 10708 OECD 301 D
Тест в свободном пространстве при 25/50 °С	Определение количества CO ₂ , выделившегося при инкубации материала	48 дней	1) Температура 25–50 °С 2) Влажность 60–70% 3) Освещенность 200–300 лк 4) Анаэробная среда	Смешанная популяция микроорганизмов	ASTM D5988-96 OECD 301 A
Метод Штурма	Определение выделившегося CO ₂ в процессе деградации материала	6 месяцев	1) Температура 20–25 °С 2) Освещенность 200–300 лк 3) Водный раствор 4) Аэробная среда	Грибная или бактериальная флора	ISO 9439 ISO 14852 DIN EN 29439 ASTM D 5209
Определение выделившегося CO ₂ (аэробный тест в компосте)	Определение выделившегося CO ₂ в процессе деградации материала в компосте	6 месяцев	1) Аэробная среда 2) Компост на основе органической фракции твердых коммунальных отходов	Аэробные бактерии	ISO 14855 ASTM D 6400
Определение степени разложения в компосте	Определение степени разложения материала в модельном промышленном компосте	90 дней	1) Температура 58±2 °С 2) Воздухообмен 3) Темнота или рассеянный свет 4) Промышленный компост	Инокулянт, термофильные бактерии	ISO 16929 ISO 20200 BS EN 14045
Почвенный тест	Определение поглощенного O ₂ или выделившегося CO ₂ в процессе деградации материала в природной почве верхнего слоя полей	6 месяцев	1) Температура 28±2 °С 2) Влажность почвы 30 ± 5% 3) pH – 7,5 4) Коэффициент биологической активности почвы 0,65–1,5	Почвенные микроорганизмы	ISO 17556 DIN 53739 ГОСТ 9.060-75

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что существует широкий спектр лабораторных методов исследования биодеструкции полимерных композиционных материалов, которые отличаются длительностью экспериментальных исследований, условиями проведения процесса (температура, влажность, освещенность и пр.), применяемыми культурами микроорганизмов (бактерии, грибы и т.д.).

На основании проведенного литературного анализа для оценки биодеструкции ПКМ был выбран микологический тест, позволяющий ускорить процесс оценки биодegradации объектов исследования благодаря созданию оптимальных условий, таких как температура, влажность, наличие биодеструкторов – микромицетов.

Цель работы заключалась в оценке возможности биологической деградации полимерных композиционных материалов.

Экспериментальная часть

Методы исследования. Биодеструкцию полимерных материалов оценивали согласно ГОСТ 9.049-91 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов».

Для проведения экспериментальных исследований были отобраны пробы нефтезагрязненных грунтов с технологических площадок биоремедиации. Отбор проб осуществлялся из поверхностного слоя до глубины 0,3 м методом «конверта» (смешанная проба на площади 20-25 м²) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83. (Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб) и ГОСТ 17.4.4.02-84. (Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа).

Количество клеток микроорганизмов в исследуемой почве определяли высевом на плотные питательные среды (метод Коха) согласно стандартным в микробиологической практике методикам. Количество клеток в 1 мл исследуемого субстрата вычисляли по формуле:

$$M = \frac{a \times 10^n}{V} \quad (1)$$

где M – количество клеток в 1 мл; а – среднее число колоний, выросших после посева из дан-

ного разведения; V – объем суспензии, взятый для посева, мл; 10ⁿ – коэффициент разведения (Нетрусов и др. 2005).

Идентификацию выделенных микроскопических грибов проводили на основе культурально-морфологических признаков с использованием стандартных определителей (Литвинов 1967; Билай и др. 1984).

Предварительно образцы материалов очищают от внешних загрязнений, протирая бязевым тампоном, смоченным этиловым спиртом. Подготавливают суспензию спор грибов с концентрацией спор каждого вида гриба 1–2 млн/см³. После этого материал заражают спорами микроскопических грибов с двух сторон.

Испытания проводят при температуре (29±2) °С и относительной влажности воздуха более 90%. В эксикаторе и камере не допускается конденсация влаги и воздействие прямого естественного или искусственного освещения.

Продолжительность испытаний при оценке грибостойкости материалов по степени развития грибов составляет 28 суток с промежуточными осмотрами через 7 и 14 суток.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием компьютерной программы Excel 2007, рассчитывая среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего. Достоверность различий между средними величинами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента для уровня значимости α = 0,05 (Боровиков 2001).

Экспериментальные исследования

Объектами исследования являются полимерные композиционные материалы, представленные в таблице 2.

Основные технические характеристики полимерных композиционных материалов приведены в таблице 3.

По своим техническим характеристикам представленные ПКМ являются прочными материалами, широко используемыми в авиационной промышленности.

Для выделения микроскопических грибов использовали почву, отобранную с технологических площадок биоремедиации с содержанием нефтепродуктов 33±8,3 г/кг (табл. 4). Особенностью нефтезагрязненных почв является изменение численности и видового разнообразия педобионтов.

Таблица 2

Характеристика полимерных композиционных материалов

№	Материал	Описание	Состав
1	Стеклопластик АГ – 4ВГОСТ 20437	Волокнит на основе стеклянных нитей	1. Стеклянные нити 2. Феноло-формальдегидное связующее
2	Стеклопластик ДСВ ГОСТ 17478	Дозирующийся стекловолокнит на основе комплексных стеклянных нитей, пропитанных модифицированным фенолоформальдегидным связующим	1. Стеклянные нити 2. Фенолформальдегидное связующее
3	Органоластик ОП-ЖА	Органоволокно на основе жгута арамидного типа и эпоксидного связующего	1. Органожгут Армос 2. Эпоксидное связующее
4	Углепластик УП-Урал-Тр-СФ	Композиция на основе углеродного трикотажного материала с фенолоформальдегидным связующим	1. Углеродный трикотаж 2. Фенолоформальдегидное связующее
5	Углепластик УТЗФ2УМН	Композиция на основе углеткани и фенолоформальдегидного связующего	1. Углеродная ткань 2. Фенолоформальдегидное связующее
6	Углеволокнит ЭПАН-2Б	Композиция на основе углеродных волокон и фенолоформальдегидного связующего с минеральными добавками	1. Углеродное волокно 2. Фенолформальдегидное связующее

Таблица 3

Технические характеристики полимерных композиционных материалов

Показатель	АГ-4В	ДСВ (неокрашенный) с длиной гранул			ОП-ЖА	УП-Урал-Тр-СФ	УТЗФ2УМН	ЭПАН-2Б
		6 мм	10 мм	18 или 20 мм				
Плотность, кг/м ³	1 400–1 500	1 800–2 000			1 320–1 350	650	1 340	1 300
Разрывная нагрузка, Н не менее	–	–	–	–	–	882	900	–
Изгибающее напряжение при разрушении, МПа, не менее	158	157	236	296	450–550	90–220	–	66–85
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа, не менее	130	127	127	127	70–210	–	400–800	110–140
Ударная вязкость кДж/м ² , не менее	69	44	69	79	315	–	–	55
Массовая доля связующего, %	36+/-4	38+/-2	38+/-2	38+/-2	–	2	–	–
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	2,5–5,5	1,5–3,0	1,5–3,0	1,5–3,0	–	1,5–5,0	0,5–2,0	4,5–5,6

Согласно проведенным исследованиям, в почве присутствуют тяжелые металлы (кадмий, медь, ртуть, свинец, цинк) в концентрациях в пределах ПДК, также отмечено превышение содержания хрома до 147 мг/к. Избыток хрома в почве приводит к изменению микробиоценоза и биологической активности почвы, влияя на численность, видовой состав и жизнедеятельность почвенной микробиоты, ингибируя процессы минерализации и синтеза различных веществ в почвах, подавляя дыхание почвенных

микроорганизмов и вызывая микростатический эффект (Федоров и др. 1980). Микробиологическая характеристика почвы представлена в таблице 4.

В результате микробиологических исследований почвы были выделены *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Paecilomyces sp.*, являющиеся основными биодеструкторами различных материалов, в том числе полимерных (рис. 1).

Таблица 4

Микробиологическая характеристика почвы

Питательная среда	Показатель	Значение
МПА	Сапрофитные микроорганизмы	$(1,5 \pm 0,1) \cdot 10^9$ КОЕ/г
Чапекка	Микроскопические грибы	$(6,0 \pm 1,1) \cdot 10^5$ КОЕ/г
Красильникова	Микроскопические грибы	$(6,35 \pm 0,7) \cdot 10^8$ КОЕ/г

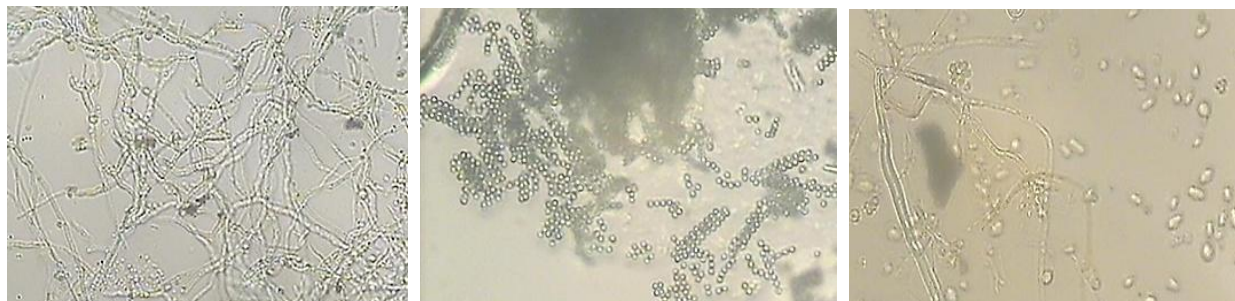


Рис. 1. Микроскопические грибы, выделенные из почв

Обсуждение результатов

Для оценки биодegradации композиционных материалов были подготовлены образцы по ГОСТ 9.048. Испытание предусматривало заражение образцов спорами культур плесневых грибов без использования дополнительной питательной среды. В качестве контроля выступали образцы ПКМ без обработки микроскопическими грибами.

Биоразлагаемость композиционных материалов оценивали по степени развития мицелия плесневелых грибов на поверхности образцов при их выдерживании в эксикаторе при температуре 28 ± 1 °C в течение 28 суток с периодическим осмотром через 7 и 14 суток.

После инкубационного периода интенсивность биообращения композиционных материалов, вызванного ростом плесневых грибов, определяли визуально при освещенности 200–300 лк. Степень развития плесневых грибов на поверхности каждого образца оценивали по 6-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 9.048 (табл. 5).

Обнаружено, что на первой неделе инкубации происходит начальный рост плесневелых культур с образованием очагов мицелия и формирование спороношения. В течение дальнейшего периода происходит активный рост колоний микромицетов, в результате которого материал покрывается плесневелыми грибами, что свидетельствует о наличии доступного субстрата в системе и подтверждает биодоступность композита для различных родов микроскопических грибов.

Обрастание образцов можно наблюдать уже на 14-е сутки заражения, однако процесс роста грибов на некоторых композиционных

материалах продолжался и после. Оценка грибостойкости материалов была получена на 28-й день эксперимента.

Таблица 5

Оценка грибостойкости ПКМ в баллах

Микромицет Образцы ПКМ	<i>Aspergillus niger</i>		<i>Penicillium sp.</i>		<i>Paecilomyces sp.</i>	
	14 суток	28 суток	14 суток	28 суток	14 суток	28 суток
	Баллы					
АГ-4В	3	3	5	5	2	2
ДСВ	4	5	4	5	2	2
ОП-ЖА	4	4	4	5	1	1
УП-Урал-Тр-СФ	5	5	5	5	–	–*
УТЗФ2УМН	5	5	5	5	–	–
ЭПАН-2Б	3	3	5	5	2	2

* «–» означает, что не обрабатывали данным микромицетом

По окончании инкубационного периода было установлено, что все полимерные композиционные материалы способны использоваться в качестве источника питания микроскопическими грибами, такими как *Aspergillus niger* и *Penicillium sp.*, однако данные образцы являются грибостойкими к росту микромицета *Paecilomyces sp.*

Показано, что для всех композитов наблюдается рост мицелия плесневых грибов с развитием спороношения. Следовательно, материалы содержат достаточное количество питательных веществ, которые обеспечивают развитие грибов. Однако, отмечается разница в интенсивности развития микромицетов на по-

верхности материалов в зависимости от микромицета.

Воздействие на образцы композитов плесневелых грибов со временем приведет к изменению таких свойств как разрушающее

напряжение, характеристическая вязкость, прочность и деформация при разрыве.

Динамика биообрастания полимерного композиционного материала УП-Урал-Гр-СФ микроскопическим грибом *Penicillium sp.* через 28 дней представлена на рисунке 2.

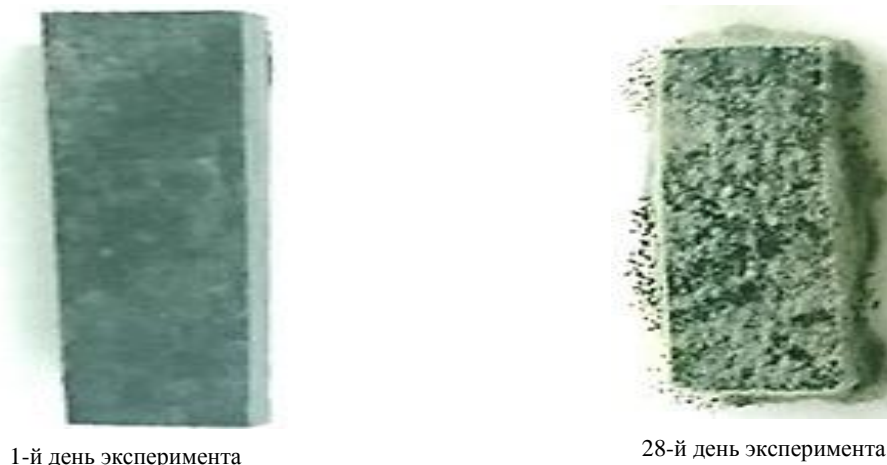


Рис. 2. Динамика биообрастания полимерного композиционного материала УП-Урал-Гр-СФ микроскопическим грибом *Penicillium sp.*

В ходе эксперимента образцы композитов находились в условиях высокой влажности и повышенной температуры в течение 28 суток. По истечению срока образцы извлекали из среды, отмывали от культуры и дополнительно протирали спиртом, высушивали на воздухе и взвешивали. Исходя из этого, была определена масса исследуемых образцов ПКМ. Увеличение массы полимерных композиционных образцов представлено на рисунке 3.

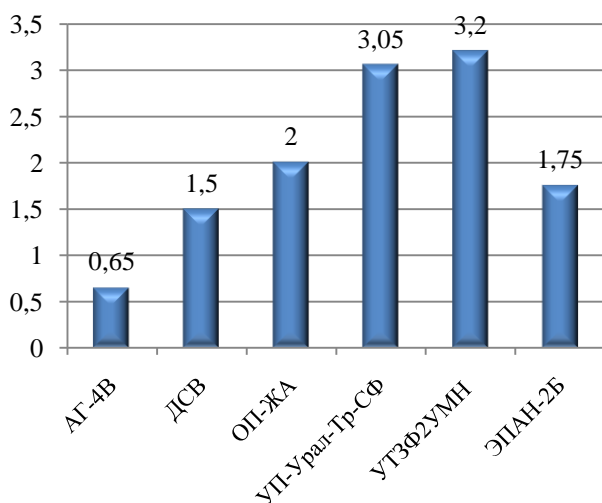


Рис. 3. Показатели увеличения массы полимерных композиционных образцов (%)

Согласно полученным данным, наименьшее изменение массы наблюдалось у образца

АГ-4В, а наибольшее зафиксировано у образцов УП-Урал-Гр-СФ и УТЗФ2УМН. Увеличение массы материалов УП-Урал-Гр-СФ и УТЗФ2УМН на 3% можно объяснить условиями проведения эксперимента (влажность, повышенная температура), а также свойствами самих материалов (плотность меньше, чем у других), склонных к водопоглощению. В результате происходит вспучивание образцов, которое способно повысить биодоступность для микроорганизмов и более интенсивную биodeградацию материалов.

Высокие показатели водопоглощения материалов облегчают проникновение продуктов жизнедеятельности микроорганизмов (кислот и ферментов) в материалы, что приводит к гидролизу компонентов наполнителей. При этом продукты гидролиза, имеющие низкую молекулярную массу и более высокий коэффициент диффузии, могут уходить из образцов, что, в свою очередь, приведет к снижению веса материалов при кондиционировании в почве (Масталыгина 2015).

Кроме того, от степени гидрофильности поверхности материала будет зависеть количество адсорбированных клеток микроорганизмов на поверхности композита (Новый справочник химика и технолога 2002). Поэтому наблюдается сильное (5 баллов) и быстрое (менее 7 дней) биообрастание микромицетами на образцах УП-Урал-Гр-СФ и УТЗФ2УМН.

Выводы

В результате проведенных исследований из нефтезагрязненной почвы были выделены микроскопические грибы *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Paecilomyces sp.*, являющиеся основными биодеструкторами полимерных композиционных материалов.

В качестве объектов исследования использовали композиционные полимерные материалы – Стеклопластик АГ– 4В по ГОСТ 20437; Стеклопластик ДСВ по ГОСТ 17478; Органопластик ОП-ЖА; Углепластик УП-Урал-Тр-СФ; Углепластик УТЗФ2УМН; Углеволокнит ЭПАН-2Б, которые имеют широкое применение в авиационной промышленности.

Для оценки биодegradации композиционных материалов образцы были заражены спорами культур плесневых грибов согласно стандартной методике ГОСТ 9.049-91 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов».

По окончании инкубационного периода (28 дней) было установлено, что все полимер-

ные композиционные материалы способны использоваться в качестве источника питания микроскопическими грибами, такими как *Aspergillus niger* и *Penicillium sp.*, однако данные образцы являются грибостойкими к росту микромицета *Paecilomyces sp.*

В ходе эксперимента образцы композитов постоянно находились в условиях высокой влажности и повышенной температуры. Высокие показатели водопоглощения материалов УП-Урал-Тр-СФ и УТЗФ2УМН способны повысить биодоступность для микроорганизмов и более интенсивную биодegradацию материалов.

Результаты, представленные в статье, были получены в ходе выполнения государственного задания Министерства образования и науки РФ в рамках мероприятия «Инициативные научные проекты», код заявки 5.9729.2017/8.9.

The results presented in the article were obtained during the execution of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the «Initiative Scientific Projects» event, application code 5.9729.2017/8.9.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Н. Ф., Шкулова Г. А., Астахова Л. С., Шашалович М. П. 1981. Влияние старения на грибостойкость пластмасс // Материалы 2-й Всесоюзной конференции по биоповреждениям. Горький, 35–37.
- Билай В. И., Элланская И. А., Кириленко Т. С. и др. 1984. Микромицеты почв. Киев: Наук. думка.
- Боровиков В. П. 2001. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер.
- Замышляева О. Г. 2012. Методы исследования современных полимерных материалов. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет.
- Карамова Н. С., Надеева Г. В., Багаева Т. В. 2014. Методы исследования и оценки биоповреждений, вызываемых микроорганизмами: Учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет.
- Кряжев Д. В. 2014. Экологические основы диагностики процессов биодеструкции природных и синтетических полимерных материалов в условиях воздействия ряда абиотических факторов внешней среды: Дис. ... д-ра биол. наук, Нижний Новгород.
- Литвинов М. А. 1967. Определитель микроскопических почвенных грибов: (Порядок Moniliales, за исключением подсемейства Aspergillae). Ленинград: Наука.
- Масталыгина Е. Е. 2015. Структура, свойства и биоразлагаемость тройных композиций – полипропилен, полиэтилен низкой плотности и природные наполнители: Дис. ... канд. хим. наук. М.
- Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. 2005. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия».
- Петров А. В., Дориomedов М. С., Скрипачев С. Ю. 2015. Технологии утилизации полимерных композиционных материалов (обзор) // Труды ВИАМ 8 // dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2015-0-8-9-9.
- Федоров К. Н., Стасюк Н. В., Скворцова И. Н., Часовников В. А., Серебренникова Л. Н. 1980. Влияние тяжелых металлов на свойства почв // Биологические науки. Сер. Почвоведение 7, 96–98.

REFERENCES

- Abramova N. F., Shkulova G. A., Astakhova L. S., Shashalovich M. P. In: Materialy 2-j Vsesoyuznoj konferencii po biopovrezhdeniyam [Proceedings of the Second All-Russian Conference on Biodeteriorations]. Gorky, 2008. p.35-37. (In Russian).
- Bilai V. I., Ellanskaya I. A., Kirilenko T. S. et al. Mikromicety pochv [Micromycetes of soils]. Kiev: Nauk. Dumka, 1984. (In Russian).
- Borovikov V. P. Statistica: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere [Statistica: the art of data analysis on the computer]. SPb: Piter, 2001. (In Russian).
- Zamyshlyayeva O. G. Metody issledovaniya sovremennyh polimernyh materialov [Methods of research of modern polymeric materials]. Nizhniy Novgorod: Nizhny Novgorod State University by N. I. Lobachevskogo, 2012. (In Russian).
- Karamova N. S., Nadeeva G. V., Bagaeva T. V. Metody issledovaniya i ocnki biopovrezhdenij, vyzyvaemykh mikroorganizmami: Uchebno-metodicheskoe posobie [Methods of research and assessment of biodeterioration caused by microorganisms: Study guide]. Kazan: Kazan University, 2014. (In Russian).

Kryazhev D. V. Ekologicheskie osnovy diagnostiki processov biodestrukcii prirodnyh i sinteticheskikh polimernykh materialov v usloviyah vozdeystviya ryada abioticheskikh faktorov vneshej sredy [Ecological bases for diagnostics of biodegradation of natural and synthetic polymeric materials under the influence of certain abiotic factors of the environment: An author's abstract of the thesis for the degree of Doctor of Biological Sciences]. Nizhniy Novgorod, 2014. (In Russian).

Litvinov M. A. Opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov: (Poryadok Moniliales, za islyucheniem podsemejstva Aspergillae) [The determinant of microscopic soil fungi: (Order Moniliales, except for Aspergillae subfamily)]. Leningrad: Nauka, 1967. (In Russian).

Mastalygina E. E. Struktura, svoystva i biorazlagaemost' trojnykh kompozicij – polipropilen, poliehtilen nizkoj plotnosti i prirodnye napolniteli [Structure, properties and biodegradability of ternary compositions – polypropylene, low-density polyethylene and natural fillers: Thesis for the degree of Candidate of Chemical Sciences]. Moscow, 2015. (In Russian).

Netrusov A. I., Egorova M. A., Zaharchuk L. M. Praktikum po mikrobiologii [Laboratory manual on Microbiology]. Moscow: Publishing center "Academy", 2005. (In Russian).

Petrov A. V., Doriomedov M. S., Skripachev S. Yu. In: Trudy VIAM [Proceedings of VIAM], No. 8, 2015. Available at: dx.doi.org/10.18577/2307-6046-2015-0-8-9-9.

Fedorov K. N., Stasyuk N. V., Skvortsova I. N., Chasovnikov V. A., Serebrennikova L. N. In: Biologicheskie nauki, ser. pochvovedenie [Biological Sciences, Series: Soil Sciences]. 1980. No. 7 (1980): 96-98. (In Russian).

E. S. Belik, L. V. Rudakova, Yu. V. Kulikova, M. V. Burmistrova, N. N. Slyusar
Perm, Russia

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS BIODEGRADATION

Abstract. Annually, the volume of production and application of polymeric composite materials (PCM) in various sectors of the national economy is increasing substantially, this will ultimately lead to the emergence of an ecological problem i.e. composite waste disposal. One of the solutions to this problem is the creation of polymer composite materials with a fixed service life and the ability to maintain performance properties during the period of their use, with subsequent destruction in the environment without formation of toxic substances. In special literature there is lack of data concerning evaluation of composite materials biodegradation process in the natural environment, that is why any research in this field is an urgent environmental problem.

The aim of the work was to assess the possibility of biological degradation of polymer composite materials. The paper presents an analysis of methods for assessment of the biological degradation of polymeric composite materials. On the basis of the analysis the authors have chosen the method described in GOST 9.049-91 «Unified System for Protection against Corrosion and Aging (ESPC). Polymer materials and their components. Laboratory test methods for resistance to the impact of mold fungi».

Studies were conducted on glass fiber polymers (AG-4V and DSV), organic fiber polymer (OP-ZhA) and carbon fiber polymers (UP-Ural-Tr-SF, UTZF2UMN, EPAN-2B), which have a wide application in the aircraft industry. As a result of the studies, microscopic *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.* and *Paecilomyces sp.* fungi, were discovered in oil contaminated soils. The fungi are the main biodecomposer of polymeric composite materials.

In order to assess the biodegradation of composite materials, the samples were infected with spores of mold fungus cultures in accordance with GOST 9.049-91. At the end of the incubation period (28 days), it was found that all polymeric composite materials can be used as a food source for microscopic fungi, such as *Aspergillus niger* and *Penicillium sp.*, although these samples are fungi-resistant to the growth of *Paecilomyces sp.* Micromycete.

In the experiment, the composites samples were constantly in the conditions of high humidity and high temperature. High water absorption rates of UE-Ural-Tr-SF and UTZF2UMN materials can increase bioavailability for microorganisms and, as a result, provide more intensive biodegradation of materials.

Key words: polymeric composite materials, biodegradation, micromycetes.

About the authors: Ekaterina Sergeevna Belik¹, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Environment Protection; Larisa Vasilievna Rudakova², Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Environment Protection; Yuliya Vladimirovna Kulikova³, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Environment Protection; Margarita Vyacheslavovna Burmistrova⁴, Master student of the Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University; Natalia Nikolaevna Sliusar⁵, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Environment Protection.

Place of employment: ^{1,2,3,5}Perm National Research Polytechnic University.

Белик Е. С., Рудакова Л. В., Куликова Ю. В., Бурмистрова М. В., Слюсарь Н. Н. Оценка эффективности биодegradации полимерных композиционных материалов // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 111–118.

Belik E. S., Rudakova L. V., Kulikova Yu. V., Burmistrova M. V., Slyusar N. N. Assessment of efficiency of polymer composite materials biodegradation // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 111–118.

УДК 574.24; 582.521.43

М. Е. Морозова, Т. В. Сторчак
Нижевартовск, Россия**ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
НА СИНТЕЗ ПРОЛИНА *LEMNA MINOR* L.**

Аннотация. Оценка степени загрязнения воды – важная составляющая мониторинга загрязнений. Реки загрязняются стоками предприятий, часто уровень загрязнения и токсичности полученных вод трудно оценить. Химические методы исследования трудоемки и затратны. Использование методов биотестирования и биоиндикации может дать быстрый и точный ответ о токсичности вод. В настоящее время требуется использование комплексных методов для оценки уровня загрязнения и токсичности воды водоемов, особенно в регионах с хорошо развитой промышленностью, где есть реки, испытывающие антропогенное загрязнение. Особое внимание во многих исследованиях уделяется изучению низкомолекулярных антиоксидантов как биохимических индикаторов загрязнения окружающей среды, а также как биомаркеров физиологического состояния растений, произрастающих в стрессовых условиях среды. Интересным и доступным к использованию в качестве тест-объекта является растение ряски, которое имеет широкое распространение, легко культивируется и чувствительно к загрязнению тяжелыми металлами.

В цели работы входило выявление особенностей воздействия солей тяжелых металлов (Zn, Cd, Ni, Co, Cu, Fe, Sr) на культуру *Lemna minor* L. для оценки возможности использования растения *Lemna minor* в качестве тест-объекта. Растения ряски подвергали обработке и выращивали на питательной среде Штейнберга. В условиях вегетационного опыта выращивали растения ряски малой (*Lemna minor*) в растворах солей металлов в концентрациях 0,05 мкмоль/л; 0,5 мкмоль/л; 5 мкмоль/л; 25 мкмоль/л в трех биологических повторностях. Содержание свободного пролина в растениях определяли с помощью кислого нингидринового реактива по методу Бейтса с соавт. (Bates et al. 1973). Было установлено, что при концентрациях солей тяжелых металлов от 0,05 до 0,5 и 5 мкмоль/л содержание пролина в листьях увеличивается, концентрации металлов 25 мкмоль/л вызывают резкое увеличение содержания пролина в растениях *Lemna minor*. Концентрация пролина в растениях, выращенных в растворах, содержащих 0,05 мкмоль/л кадмия и стронция, превосходила контрольный вариант. При концентрациях 5 мкмоль/л наивысшее содержание пролина отмечено у растений, испытывающих воздействие никеля, цинка и стронция. Концентрация ионов металлов 25 мкмоль/л давала высокое содержание пролина в растениях в случаях культивации в растворах с кобальтом, стронцием, медью и никелем. Результаты исследований дают основание рекомендовать *Lemna minor* в качестве тест-организма, используя значения содержания пролина как биомаркера физиологического состояния растений.

Ключевые слова: *Lemna minor*; ряска; пролин; тяжелые металлы; биомониторинг; биотестирование; биоиндикация.

Сведения об авторах: Мария Евгеньевна Морозова¹, лаборант химического анализа; Татьяна Викторовна Сторчак², кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Место работы: ¹АО «Самотлорнефтегаз»; ²Нижевартовский государственный университет.

Контактная информация: ^{1,2}628605, Россия, г. Нижевартовск, ул. Дзержинского, д. 11, ^{1,2}тел.: (3466) 436586, e-mail: ¹eco@nvsu.ru, ²tatyanastorchak@yandex.ru.

Проблема загрязнения пресных водоемов продолжает оставаться весьма актуальной. К числу наиболее опасных химических загрязняющих веществ относятся тяжелые металлы. Попадая в водотоки вследствие антропогенной деятельности, тяжелые металлы долгое время могут оставаться в экосистеме, претерпевая трансформационные изменения, аккумулируясь растениями и животными, вызывая необратимые изменения и нарушения жизненно важных функций у большинства организмов (Waisberg et al. 2003).

Особое значение приобретает проблема очистки сточных вод и вод естественных и искусственных водоемов от большого количества загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов (ISO 8288-1986). Высшие водные растения являются неотъемлемыми компонентами многих гидрофитоценозов и играют существ-

венную роль в очистке водоемов от поллютантов (Абдуллаев, Мадалиева 1976). В настоящее время уже разработаны и активно применяются на практике методики использования нескольких растений-гидробионтов, но важно расширить перечень используемых растений для очистки водоемов, в том числе и от тяжелых металлов (Жиров 2009).

Изучению механизма воздействия металлов на растительный организм посвящено большое количество исследований. Стратегии поведения растительного организма в ответ на повышенное содержание металлов в окружающей среде зависит от многих факторов, прежде всего от вида и его экологии, особенностей физиологических и биохимических механизмов адаптации. Избыток тяжелых металлов в окружающей среде, как правило, приводит к их повышенному накоплению растительными орга-

низмами, при этом величина и характер поглощения у разных видов растений имеет свою специфику. Выделяют виды «индикаторы»; «аккумуляторы»; «исключители» (Барсукова 1997; Baker 1981).

Водные растения быстро дают ответную реакцию на присутствие в воде тяжелых металлов. Металлы вызывают ряд изменений – в морфологии, анатомии, физиологических и биохимических процессах клеток растений. Для оценки степени токсичности металлов обычно используют параметры выживаемости и скорости роста растений, прежде всего гидрофитов (Попов, Браяловская 2000). Недостаточно используются параметры состояния физиолого-биохимических процессов в клетке. Биохимические изменения являются первичными в этой цепочке и могут служить биомаркером воздействия тяжелых металлов на растения. В этой связи многие водные растения можно использовать для биотестирования и биоиндикации загрязнения металлами, а растения, способные накапливать тяжелые металлы, – применять для биоремедиации и в очистке сточных вод (Abbasi et al. 1999; Kadlec et al. 2000; Kara et al. 2005).

Особое внимание во многих исследованиях уделяется изучению низкомолекулярных антиоксидантов как биохимических индикаторов загрязнения окружающей среды, а также как биомаркеров физиологического состояния растений, произрастающих в стрессовых условиях среды (Кравченко 2012; Духовский и др. 2003; Аренте и др. 1993; Шорнинг и др. 1999). Важным механизмом защиты является синтез осмолитов – пролина (Bassi, Sharma 1993; Schat et al. 1997; Chen et al. 2001; Шевякова и др. 2003) и полиаминов (Groppa et al. 2001). Применение биоиндикационных методов на уровне метаболических реакций автотрофных организмов необходимо для ранней диагностики экологического неблагополучия (Кравченко и др. 2012).

Lemna spp. – широко распространенное свободноплавающее водное растение. Растение быстро воспроизводится и легко приспосабливается к различным водным условиям. Может расти в широком диапазоне pH (3,5–10,5) и температурой в пределах от 7 до 35°C, с оптимальным ростом между 20–31°C. *Lemna minor* L. широко используется в фитоиндикации. Растения *Lemna minor* чувствительны к загрязнению воды при содержании в ней до 10 мкг/мл ионов Ba, Cu, Mg, Fe, Co (Галактионов, Юдин 1980). На каждый загрязнитель у видов рясок

проявляется специфическая реакция (Гербхард с соавт. 1990; Цаценко, Малугоа 1998). На медь (0,1–0,25 мг/мл) листочки реагируют полным рассоединением из групп и изменением окраски с зеленой на голубую; реакция проявляется через 4 часа после воздействия. На цинк (0,025 мг/мл) реакция заключается в изменении окраски листочка: с насыщенно зеленой до бесцветной, где зелеными остаются только точки роста; барий (0,1–0,25 мг/мл) вызывает полное рассоединение листочков, отпадание корней и изменение окраски с зеленой на молочно-белую; кобальт (0,25–0,0025 мг/мл) – полную приостановку роста и потерю окраски (Малугоа и др. 1996).

Материал и методы

Целью работы стало выявление особенностей воздействия солей тяжелых металлов (Zn, Cd, Ni, Co, Cu, Fe, Sr) на культуру водоросли *Lemna minor* для оценки возможности использования растения *Lemna minor* в качестве тест-объекта.

Растения ряски подвергали обработке и выращивали на питательной среде Штейнберга. В 2017 г. в условиях вегетационного опыта выращивали растения ряски малой в чашках Петри в растворах с различной концентрацией солей металлов: ZnSO₄·7H₂O, CdSO₄·8H₂O, NiSO₄·7H₂O, CoSO₄·7H₂O, CuSO₄·5H₂O, FeSO₄·7H₂O, SrSO₄: 0,05 мкмоль/л; 0,5 мкмоль/л; 5 мкмоль/л; 25 мкмоль/л в трех биологических повторностях. Одновременно с модельными опытами была заложена линия контрольного эксперимента. Опыт проводился в течение 7 дней с момента закладки последнего модельного эксперимента, снятие происходило на восьмые сутки. В растениях определяли содержание свободного пролина с помощью кислого нингидринового реактива по методу Бейтса с соавт. (Bates et al. 1973). Установленную навеску растительной ткани растирали в 10 мл 3,0%-го раствора сульфосалициловой кислоты для осаждения протеинов. Гомогенат фильтровали. К 2,0 мл фильтрата приливали 2,0 мл нингидринового реактива, приготовленного без нагревания (1,25 г нингидрина, 30 мл ледяной уксусной кислоты, 20 мл 6 М раствора H₃PO₄), и 2,0 мл ледяной уксусной кислоты. Реакционную смесь инкубировали в течение 1 ч на водяной бане при 100°C., по окончании — быстро охлаждали до комнатной температуры и переносили в делительную воронку с 4,0 мл толуола, встряхивали. Верхний окрашенный слой (хромофор) колориметрировали против толуола при длине волны

$\lambda = 520$ нм. Калибровочную кривую строили по кристаллическому пролину. Содержание пролина в образцах листьев рассчитывали на сырую массу ($\mu\text{моль/г}$).

Результаты и обсуждение

Концентрация пролина у опытных растений изменялась в диапазоне от 0,47 $\mu\text{моль/г}$ до 13,61 $\mu\text{моль/г}$. Динамика изменения концентрации пролина при воздействии растворов солей металлов на растения *Lemna minor* очень похожа (см. рисунок). Практически все графики близки в точке с концентрацией солей 5 $\mu\text{моль/л}$ ($\text{min} - 1,94$, $\text{max} - 4,79$).

При низких концентрациях солей металлов (0,05 $\mu\text{моль/л}$) самое высокое содержание пролина было отмечено у растений, выращенных в присутствии солей кадмия и стронция. У растений, растущих в растворах с никелем и кобальтом, концентрация пролина увеличилась в два раза по сравнению с контрольным вариантом, остальные металлы стимулировали выработку пролина медленнее.

Содержание пролина у растений, растущих в растворах кадмия и стронция при концентрации 0,5 $\mu\text{моль/л}$, также было самым высоким. Такая концентрация солей металлов вызывает увеличение синтеза пролина в 2–5 раз по сравнению с контрольным вариантом, исключением является раствор цинка, который не дает значительного роста количества пролина в растениях *Lemna minor*.

У опытных растений *Lemna minor* концентрации солей металлов 5 $\mu\text{моль/л}$ вызывали значительное увеличение пролина по сравнению с контролем: Cu, Fe – в 4 раза; Cd, Co – в 6 раз, Zn, Sr – в 7 раз, Ni – в 10 раз.

Концентрация солей металлов 25 $\mu\text{моль/л}$ является критической для растения *Lemna minor*. Данная концентрация кадмия дает 100%-ную смертность растений. При воздействии растворов большинства солей металлов (Ni, Co, Cu, Fe, Sr) в концентрациях 25 $\mu\text{моль/л}$ отмечается значительный рост содержания пролина у растений *Lemna minor*, выработка пролина возрастает в 12–28 раз по сравнению с контрольным вариантом (см. рисунок).

Таким образом, при воздействии солей металлов в концентрациях от 0,05 до 0,5 и 5 $\mu\text{моль/л}$ на растения *Lemna minor* содержание пролина увеличивается постепенно. Концентрации металлов 25 $\mu\text{моль/л}$ вызывают резкое увеличение содержания пролина в растениях *Lemna minor*, что говорит о токсичных концентрациях и включении защитных механизмов. Важно отметить, что при невысоких концентрациях металлов порядка 0,05 $\mu\text{моль/л}$ концентрация пролина в растениях превосходила значительно контрольный вариант для кадмия и стронция. При концентрациях 5 $\mu\text{моль/л}$ наивысшее содержание пролина отмечено у растений, испытывающих воздействие никеля, цинка и стронция.

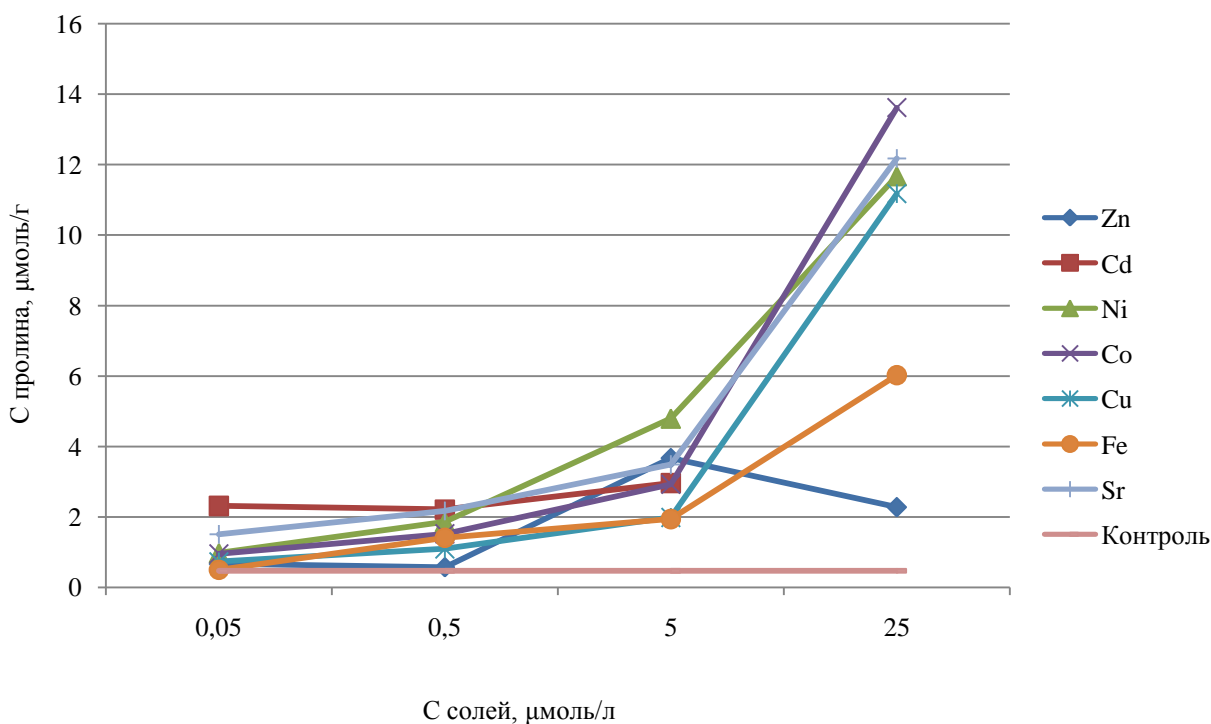


Рис. Изменение содержания пролина в растениях *Lemna minor* при воздействии солей тяжелых металлов

Концентрация ионов металлов 25 мкмоль/л давала высокое содержание пролина в растениях в случаях культивации в растворах с кобальтом, стронцием, медью и никелем. Это свидетельствует о высокой токсичности данных металлов и особой реакции ряски на воздействие солей никеля и меди, что требует дальнейшего исследования.

Вывод

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что соли Cd^{2+} , Co^{2+} и Sr^{2+}

оказывают влияние на механизм выработки пролина и дают основание рекомендовать *Lemna minor* в качестве тест-организма, т.е. возможно использование показателя содержания пролина как биомаркера физиологического состояния растений, произрастающих в стрессовых условиях среды (воздействие тяжелых металлов).

ЛИТЕРАТУРА

- Абдуллаев Д. Мадалиева Г. К. 1976. О роли высшей водной растительности в самоочищении водоемов // Физиолого-биохимические аспекты культивирования водорослей и высших водных растений в Узбекистане: сборник статей. Ташкент: Фан, 28–43.
- Аренте Г. Б., Лайнис Ю. Я. 1993. Изучение действия ионизирующей радиации на содержание витамина С в растениях с различным обменом веществ // Теоретические и практические вопросы рационального использования животных и растений. Рига: Зинатне, 5–7.
- Барсукова В. С. 1997. Физиолого-генетические аспекты устойчивости растений к тяжелым металлам: Аналитический обзор. СО РАН; ГПНТБ; Ин-т почвоведения и агрохимии. Новосибирск.
- Гербхард А., Четвериков А. Г., Герасименко В. В., Цоглин Л. Н. 1990. Действие ионов ртути на растения ряски // Физиология растений Т. 37. Вып. 2, 349–354.
- Духовский П., Юкнис Р., Бразайтите А., Жукаускайте И. 2003. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений. Т. 50, 2, 165–173.
- Жиров В. К. 2009. О новых исследованиях взаимодействия загрязняющих веществ с макрофитами в связи с изучением их фиторемедиационного потенциала // Вода: технология и экология 1. 72–74.
- Кравченко И. В., Шепелева Л. Ф., Филимонова М. В., Ганюшкин Л. В. 2012. Распределение кислот системы аскорбата в растениях нефтезагрязненных участков Сургутского района // Вестник Томского государственного университета. Биология. 3 (19), С. 110–121.
- Попов А. Н. Бряловская В. Л. 2000. Применение водных макрофитов для очистки поверхностных вод от ионов металлов // Водное хозяйство России Т. 2. № 3, 268–274.
- Цаценко Л. В., Малюга Н. Г. 1998. Чувствительность различных тестов на загрязнение воды тяжелыми металлами и пестицидами с использованием ряски малой *Lemna minor* L. // Экология 5, 407–409.
- Шевякова Н. И., Нетронина И. А., Аронова Е. Е., Кузнецов В. В. 2003. Распределение Cd и Fe в растениях *Mesembryanthemum crystallinum* при адаптации к Cd-стрессу // Физиология растений Т. 50, № 5, 756–763.
- Шорнинг Б. Ю., Полещук С. В., Горбатенко И. Ю., Ванюшин Б. Ф. 1999. Действие антиоксидантов на рост и развитие растений // Известия РАН. Сер. биол. 1, 30–38.
- Abbasi A. S., Ramasami E. 1999. Biotechnological methods of pollution control. Universities Press: Hyderabad. 168.
- Baker A. I.M. 1981. Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals // J. Plant.Nutr. Vol.3. 1-4, 643–654.
- Bassi R., Sharma S. S. 1993. Proline accumulation in wheat seedlings exposed to zinc and copper // Phytochemistry. V. 33, 1339–1342.
- Bates L. E., Waldren R. P., Teare I. D. 1973. Rapid determination of free proline for waterstress studies. Plant and soil, 39 (1), 205–207.
- Chen S. L., Kao C. H. 1995. Cd induced changes in proline level and peroxidase activity in roots of rice seedlings // Plant Growth Regul. V. 17, 67–71.
- Groppa M. D., Tomaro M. L., Benavides M. P. 2001. Polyamines as protectors against cadmium or copper-induced oxidative damage in sunflower leaf discs // Plant Sci. V. 161, 481–488.
- ISO 8288-1986. 1986. Water quality; Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead; Flame atomic absorption spectrometric methods. Publ.date: 01. 01.1986. Geneva: International Organization for Standardization.
- Kadlec R. H., Knight R. L., Vymazal J., Brix H., Cooper R. and Habert R., 2000. Constructed Wetlands for Pollution Control // Control Processes, Performance, Design and operation. London: IWA pub.
- Kara Y., Kara I. 2005. Removal of cadmium from water using Duckweed (*Lemna trisulca* L.). // Int J Agric Biol, Vol. 7, 660–662.
- Schat H., Sharma S. S., Vooijs R. 1997. Heavy metal-induced accumulation of free proline in a metal-tolerant and a nontolerant ecotype of *Silene vulgaris* // Physiol Plantarum. V. 101, 477–482.

REFERENCES

- Abdullaev D. Madaliev G. K. In: Fiziologo-biohimicheskie aspekty kul'tivirovaniya vodoroslej i vysshih vodnyh rastenij v Uzbekistane [Physiological and biochemical aspects of cultivating algae and higher aquatic plants in Uzbekistan]. Tashkent: Fan, 1976. Pp. 28–43. (In Russian).
- Arente G. B., Lains Yu. Ya. In: Teoreticheskie i prakticheskie voprosy racional'nogo ispol'zovanija zhivotnyh i rastenij [Theoretical and practical questions of rational use of animals and plants]. Riga: Zinatne, 1993. Pp. 5–7. (In Russian).

- Barsukova B. C.* Fiziologo-geneticheskie aspekty ustojchivosti rastenij k tyazhelym metallam: Analit. Obzor / SO RAN, GPNTB, In-t pochvovedeniya i agrohimii [Physiological and genetic aspects of plant resistance to heavy metals: Analytical Review, Institute of Soil Science and Agrochemistry]. Novosibirsk, 1997. Pp. 63. (In Russian).
- Gerbhard A., Chetverikov A. G., Gerasimenko V. V., Tsoglin L. N.* In: Fiziologiya rastenij [Physiology of Plants]. Vol. 37. Is. 2 (1990): 349–354. (In Russian).
- Dukhovskiy P., Yuknis R., Brazaityte A., Zhukauskaitė I.* In: Fiziologiya rastenij [Physiology of Plants]. Vol. 50. Is. 2 (2003): 165–173. (In Russian).
- Zhirov V. K.* In: Voda: tehnologija i ekologija [Water: technology and ecology]. Vol.1 (2009): 72–74. (In Russian).
- Kravchenko I. V., Shepeleva L. F., Filimonova M. V., Ganyushkin L. V.* In: Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Bulletin of Tomsk State University. Biology]. Vol. 3 (19) (2012): 110–121. (In Russian).
- Popov A. N., Brayalovskaya V. L.* In: Vodnoe hozjajstvo Rossii [Water Sector of Russia]. Vol. 2. 3 (2000): 268–274. (In Russian).
- Tsatsenko L. V., Malyuga N. G.* In: Ekologiya [Ecology]. № 5 (1998): 407–409. (In Russian).
- Shevyakova N. L., Netronina I. A., Aronova E. E., Kuznetsov V. V.* In: Fiziologiya rastenij [Physiology of Plants]. Vol. 50. №5 (2003): 756–763. (In Russian).
- Shorning B. Yu., Poleshchuk S. V., Gorbatenko I. Yu., Vanyushin B. F.* 1999. In: Izvestiya RAN. Ser. biol. [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Ser. Biol.]. №1 (1999): 30–38.
- Abbasi A. S., Ramasami E.* Biotechnological methods of pollution control. Universities Press, Hyderabad. 1999. 168.
- Baker A. I. M.* Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals. In: J. Plant.Nutr. Vol. 3, Is.1–4 (1981): 643–654.
- Bassi R., Sharma S. S.* Proline accumulation in wheat seedlings exposed to zinc and copper. In: Phytochemistry. Vol. 33 (1993): 1339–1342.
- Bates L. E., Waldren R. P., Teare I. D.* Rapid determination of free proline for waterstress studies. In: Plant and soil. Vol.39 (1) (1973): 205–207.
- Chen S. L., Kao C. H.* Cd induced changes in proline level and peroxidase activity in roots of rice seedlings. In: Plant Growth Regul. V. 17 (1995): 67–71.
- Groppa M. D., Tomaro M. L., Benavides M. P.* Polyamines as protectors against cadmium or copper-induced oxidative damage in sunflower leaf discs. In: Plant Sci. 2001. V. 161(2001): 481–488.
- ISO 8288-1986.* Water quality; Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead; Flame atomic absorption spectrometric methods. Publ.date: 01.01.1986. Geneva: International Organization for Standardization.
- Kadlec R. H., Knight R. L., Vymazal J., Brix H., Cooper R., Habert R.* 2000. Constructed Wetlands for Pollution Control // Control Processes, Performance, Design and operation. IWA pub. London. 164.
- Kara Y., Kara I.* Removal of cadmium from water using Duckweed (*Lemna trisulca* L.). In: Int J Agric Biol. Vol. 7 (2005): 660–662.
- Schat H., Sharma S. S., Vooijs R.* Heavy metal-induced accumulation of free proline in a metal-tolerant and a nontolerant ecotype of *Silene vulgaris*. In: Physiol Plantarum. V. 101 (1997): 477–482.

M. E. Morozova, T. V. Storchak
Nizhnevartovsk, Russia

EFFECTS OF HEAVY METALS SALTS ON THE PROLINE SYNTHESIS IN *LEMNA MINOR* L.

Abstract. Assessment of the level of water pollution is an important component of pollution monitoring. Rivers are polluted by sewage from enterprises and it is often difficult to assess the level of pollution and toxicity of the surface waters. Usually chemical methods of research are time-consuming and expensive. Methods of biotesting and bioindication can give a quick and accurate answer about the toxicity of waters. Nowadays, integrated methods are needed to assess the level of water pollution and water toxicity, especially in regions with a well-developed industry, where there are rivers that experience anthropogenic pollution. In many researches special attention is given to the study of low-molecular antioxidants as biochemical indicators of environmental pollution as well as biomarkers of the physiological condition of the plants growing under stressful environmental conditions. *Lemna minor* is an interesting plant which is available as a bioassay. It is widely spread, can be easily cultivated and is sensitive to contamination by heavy metals.

The purpose of the work was to identify the specific effects of heavy metal salts (Zn, Cd, Ni, Co, Cu, Fe, Sr) on the *Lemna minor* L. culture in order to assess the possibility of using *Lemna minor* as a bioassay. The duckweed plants were grown on Steinberg nutrient medium. *Lemna minor* was grown in heavy metal solutions of different concentrations (0.05; 0.5; 5.0 and 25 $\mu\text{M/l}$) in three biological replications. Content of free proline in plants was determined with acid ninhydrin reagent by Bates' method. (Bates et al., 1973). It has been established that heavy metals concentration of 0.05 to 0.5 and 5 $\mu\text{mol/l}$ gradually increases the concentration of proline in leaves. While the concentration of metals of 25 $\mu\text{mol/l}$ causes drastic increase of proline content in *Lemna minor* plants. Concentration of proline in the plants grown in the solutions containing 0.05 $\mu\text{mol/l}$ of cadmium and strontium surpassed the control option. The highest content of proline was observed in plants under the concentration of 5 $\mu\text{mol/l}$ for nickel, zinc and strontium. The concentration of metal ions 25 $\mu\text{mol/l}$ gave a high content of proline in plants cultivating in solutions with cobalt, strontium, copper and nickel.

The results of the researches give grounds to recommend *Lemna minor* as a test organism, using proline content as a biomarker of the physiological state of plants.

Key words: *Lemna minor*, duckweed, proline, heavy metals, biomonitoring, biotesting, bioindication.

About the authors: Maria Evgen'evna Morozova¹, laboratory assistant of chemical analysis; Tatiana Viktorovna Storchak², Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology.

Place of employment: ¹АО «Samotlorneftegaz»; ²Nizhnevartovsk State University

Морозова М. Е., Сторчак Т. В. Влияние солей тяжелых металлов на синтез пролина *Lemna minor* L. // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 119–124.

Morozova M. E., Storchak T. V. Effects of heavy metals salts on the prolin synthesis in *Lemna minor* L. // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 119–124.

УДК 502.52

М. В. Мавлетова-Чистякова, А. В. Щербаков,
В. Б. Иванов, Э. Р. Юмагулова, И. Ю. Усманов
Уфа¹, Нижневартовск², Россия

ПУЛЬСИРУЮЩАЯ МОЗАИЧНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Аннотация. Исследовали пространственную и временную изменчивость концентрации химических элементов в различных ландшафтах Южного Зауралья. Показана высокая изменчивость концентраций каждого из исследованных элементов и их соединений в почвах во всех вариантах наблюдений. Содержание кальция в образцах исследованных проб почв варьировало в 12,7, титана и цинка – в 10,7, а оксида двухвалентного железа – в 28,7 раз. Другая принципиальная особенность исследования – обнаружены слабые и неустойчивые корреляционные связи между рядами изменчивости отдельных элементов. В корнеобитаемой зоне выщелоченных черноземов между показателями содержания основных тяжелых металлов было реализовано только 7% корреляционных связей от теоретически возможного. Слабая корреляция почвенных лимитов между собой характеризует возможность образования в почве любых их комбинаций. Разнонаправленные механизмы перераспределения почвенных элементов в реальных условиях проявляют признаки стохастического процесса. Делается заключение, что в экологически сходных ландшафтных и почвенных условиях формируется почвенная биогеохимическая мозаичность, определяемая стохастическими процессами перераспределения и перемещения химических элементов. Местообитание отдельных растений можно рассматривать как неповторимую индивидуальную многомерную пульсирующую нишу растений.

Ключевые слова: индивидуальная ниша растений; миграция почвенных элементов; мозаичность почвенных параметров; местообитание; стохастический процесс.

Сведения об авторах: Мария Владимировна Мавлетова-Чистякова¹, соискатель; Аркадий Владимирович Щербаков², кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник; Вячеслав Борисович Иванов³, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры экологии; Эльвира Рамилевна Юмагулова⁴, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии; Искандер Юсуфович Усманов⁵, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник.

Место работы: ¹ООО «ЛабХимСнаб», г. Уфа, ²Башкирский государственный аграрный университет, ^{3,4,5}Нижневартковский государственный университет, ⁵Уфимский государственный нефтяной технический университет.

Контактная информация: ¹450038, Россия, г. Уфа, ул. Кремлевская, д. 28, тел. 89177696814, e-mail: sairrotarr@gmail.com; ²450001, Россия, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, д. 34, тел. 89174301703, e-mail: humanist314@rambler.ru; ³628609, Россия, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, каб. 314, тел. 83466436586, e-mail: karatazh@mail.ru; ^{4,5}628609, Россия, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, каб. 317, тел. 83466436586, ⁴e-mail: elvirau2009@yandex.ru, ⁵e-mail: iskander.usmanov@mail.ru.

Введение

Выживание растений определяется их способностью адаптироваться к конкретным условиям участка, на котором данное растение укоренилось и функционирует. Одним из ключевых параметров экологической ниши является наличие критических факторов (засуха, засоление, дефицит элементов питания и др.), значения которых могут входить или не входить в границы толерантности данного вида к данному фактору. В рамках данной модели ни-

ши можно путем последовательного исключения отдельных факторов в эксперименте выявить «главный» регулирующий (лимитирующий) фактор.

Однако накопилось много фактов, указывающих на то, что отдельные параметры реальных микроучастков почв могут меняться разнонаправленно в пространстве и в сложной временной динамике. Соли различных металлов мигрируют с разной скоростью как по горизонтали, так и по вертикали в ходе процессов

эрозии, выветривания и в результате биологического переноса (Федоровский 1979; Кабата-Пендиас 2005; Семенова и др. 2012; Аитов, Иванов 2013; Иванов, Оберемченко 2016; Иванов и др. 2017). Возможность перманентного поддержания пульсирующего независимого режима перераспределения химических элементов может являться причиной стохастического формирования микрозоичности почв (Розенберг 2013; Усманов и др. 2016). Размеры почвенных микрозоичек могут быть сопоставимы с корнеобитаемым объемом отдельного растения. Таким образом, «размываются» представления о наличии одного «главного» лимитирующего фактора в организации корнеобитаемой среды.

В реальных почвенных условиях постоянно происходят изменения напряженности сразу многих параметров, что позволяет констатировать непрерывный процесс смены лимитирующих факторов. Смена лимитов происходит под влиянием различных климатических, погодных процессов, по-разному влияющих на физико-химические свойства почв (Milne 1991; Andreson, Mc Brantey 1995; Martin 2005; Walch-Liu et al. 2006).

Объекты и методы исследования

Характеристика района проведения исследований. Территория, на которой находились объекты исследования, располагается в Баймакском и Хайбуллинском районах Республики Башкортостан. Почвы с территорий опорных точек представлены черноземами южного типа. Данная территория представлена двумя геохимическими провинциями (Опекунов, Опекунова 2013), различающимися по составу металлов подпочвенных материнских пород – Баймак-Бурибаевская смешанно-меднорудная и Красноуральско-Сибай-Гайская меднорудная провинции.

Растительность исследуемой территории. Основным классом растительности является класс *Festuco-Brometea* Вг.-Вл. et Тх. ex Соó 1947, характерный для ксеротермных и гемиксеротермных степей западной палеоарктики. Также встречается растительность послелесных лугов – класс *Molinio-Arrhenatheretea* R.Тх. 1937 em. R.Тх. 1970 (Миркин, Наумова 2012).

Методика исследований. Отбор почв проводили с глубины 10 см (горизонт А1) согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 и ГОСТ 17.4.3.01-83. С каждой пробной площадки методом конверта

были взяты объединенные пробы с 10 опорных точек с выровненным почвенным покровом. Вес одной объединенной пробы 1 кг. Анализ химического состава почв проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Определение рН солевой вытяжки проводили по ГОСТ 26483, а водной вытяжки почвы – по ГОСТ 26423-85. Валовое содержание P_2O_5 и K_2O определяли согласно ГОСТ 26261-84. Определение подвижных форм К и Р проводили по ГОСТ 26205-91. Содержание гумуса определяли фотоколориметрически с бихроматом калия. Гидролитическую кислотность для органических горизонтов почв определяли по ГОСТ 26212. Валовый молибден, подвижные соединения меди, цинка и кобальта определяли по ГОСТ Р 50683-94, ГОСТ Р 50686-94. Определение марганца проводили окислением его соединений с перекисью свинца и азотной кислотой колориметрически. Обменный алюминий определяли по ГОСТ 26485-85. Определение общей щелочности почв (ОН) проводили по методике Сеницыной (Сеницына 2012). Определение оксида кремния производили желатиновым методом; оксидов Са и Mg в пересчете на их оксиды производили титрованием с трилоном Б; оксида титана – пероксидным колориметрическим методом; двух и трехвалентного железа – колориметрически с дипиридином и трилоном Б соответственно. Общую засоленность определяли кондуктометрически по ГОСТ 27753.4-88.

В работе рассматриваются режимы изменчивости почвенных мозаик во времени и пространстве. В качестве опорных исследовали участки разных масштабов от 120 км до 10–200 м между крайними точками.

Результаты и обсуждение

Пробная площадь 1. Изменчивость в случайных точках равнинного Зауралья. Расстояние между площадками – 120 км с севера на юг и 15 км с запада на восток. Отбор почв в ареале распространения кл. *Festuco-Brometea* Вг.-Вл. et Тх. ex Соó 1947 в 10 различных точках в корнеобитаемой зоне растений на территории Башкирского Зауралья (Усманов и др. 2014; 2015).

Абсолютные значения почвенных показателей представлены в таблице 1. Показатели содержания веществ даны в мг/кг почвы. Уравнения описывают изменения соответствующих параметров между точками.

Таблица 1

Средние значения концентраций исследованных соединений

Параметр	Statistics					
	Mean	Stand. dev	Min	Max	Equation	r ²
pH (KCl)	6,19	0,55	5,01	6,99	$Y = 0,09x + 5,67$	0,27
СПО, мг*экв. на кг	254,9	145,5	96,8	494,6	$Y = 0,46x + 22,95$	0,01
P ₂ O ₅ , мг/кг	946,2	130,2	733,8	1119,07	$Y = -0,58x + 97,8$	0,02
K ₂ O, мг/кг	1068,2	169,9	758,9	1214,1	$Y = 1,18x + 100$	0,04
Hг, мг экв/кг	64,9	26,1	32,5	102,01	$Y = 0,07x + 6,1$	0,01
P, мг/кг	269,7	102,8	143,8	474,1	$Y = 0,87 + 22,17$	0,07
K, мг/кг	217,3	50,4	142,5	276,4	$Y = -0,37x + 23,76$	0,05
Гумус, %	5,96	0,76	4,18	6,79	$Y = -0,1x + 6,05$	0,15
ОН, мг/кг	5,72	2,62	1,4	10,1	$Y = -0,16x + 6,59$	0,03
B, мг/кг	1,45	0,56	0,33	2,21	$Y = 0,05x + 1,17$	0,07
Mo, мг/кг	0,03	0,01	0,02	0,06	$Y = 0,001x + 0,03$	0,03
Co, мг/кг	1,04	0,32	0,67	1,49	$Y = 0,003x + 1,02$	0,001
Zn, мг/кг	0,2	0,12	0,04	0,43	$Y = 0,003x + 0,188$	0,006
Cu, мг/кг	1,23	0,12	1,07	1,45	$Y = 0,01x + 1,17$	0,07
Mn, мг/кг	56,62	13,4	33,6	78,1	$Y = -0,03x + 56,79$	0,00
SiO ₂ , мг/г	550,52	14,5	34,07	88,87	$Y = 2,4x + 540,28$	0,25
Al ₂ O ₃ , мг/г	132,2	3,14	9,64	19,52	$Y = 0,41x + 132,94$	0,16
Fe ₂ O ₃ , мг/кг	38,5	16,2	15,3	61,2	$Y = -0,09x + 4,36$	0,03
FeO, мг/кг	0,69	0,41	0,05	1,43	$Y = -0,03x + 0,86$	0,06
Ti, мг/кг	0,12	0,072	0,024	0,258	$Y = 0,05x + 0,64$	0,14
Ca, мг/кг	10,89	7,23	1,92	24,35	$Y = 0,9x + 7,1$	0,07
Mg, мг/кг	2,02	0,77	1,38	3,97	$Y = 0,137x + 1,57$	0,105

Примечание: СПО – сумма подвижных оснований; Hг – гидролитическая кислотность;

r² – уравнения линейной регрессии, описывающие распределение элементов и их значимость;

ОН – общая щелочность почвы.

Как видно из таблицы 1, разброс значений концентраций очень велик и может превышать 10-кратную разницу: см. Zn, FeO, CaO. В то же время распределения соединений в разной степени зависят от точки сбора образцов: значимые коэффициенты при переменных членах уравнений регрессии выявляются только для суммы оснований, содержания подвижного калия и общего фосфора. Во всех остальных случаях уравнения регрессии представляют собой линии, параллельные оси «х», т.е. уравнения нечувствительны к точке сбора образцов. Имеются лишь отдельные экстремальные значения.

Методом корреляционного анализа выявлена слабая связь между распределениями элементов: из 171 возможных корреляций значимы только 25%. Это также указывает на слабую связь между процессами перераспределения

химических соединений в почве (Щербаков 2013).

Это является еще одним аргументом в пользу мозаичного характера распределения соединений.

При переходе к круговым гистограммам, описывающим относительную изменчивость содержания элементов (рис. 1), становится очевидной мозаичность распределения элементов в каждом отдельном местообитании. На круговых диаграммах для каждого показателя за 1 принято максимальное зарегистрированное его значение. Остальные значения показателей представлены в долях от максимума. Установлено, что практически нет одинаковых комбинаций исследованных элементов. Данное обстоятельство может рассматриваться как дополнительный аргумент в пользу мозаичного характера распределения соединений.

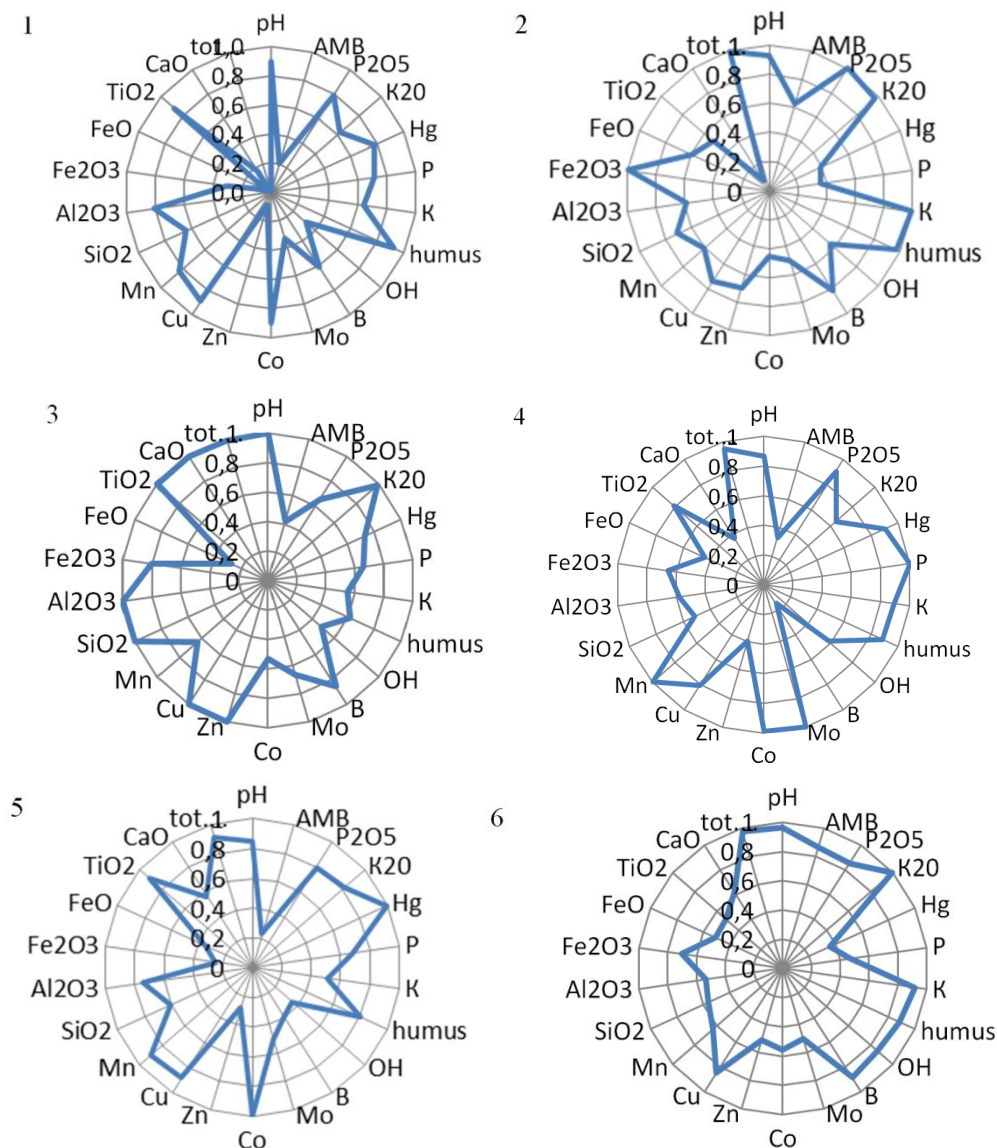


Рис. 1. Относительное содержание химических элементов в образцах почв (ось для каждого элемента в интервале 0–100% концентрации относительно абсолютных значений таблицы 1)

Представленные на рисунке 1 образцы значительно различаются по характеру почвенных условий, что подтверждается различными значениями коэффициента сходства Жаккара. Данный показатель варьирует от 0 (образцы 2 и 5) до 0,6 (пары образцов 2 и 6; 4 и 6). В целом же значение коэффициента Жаккара варьирует в диапазоне 0,2–0,4, что позволяет говорить о низком сходстве между выборками.

Пробная площадь 2. Западный склон хребта Ирландык. Проанализировано 3 ряда местоположений растений *Juniperus sabina* у подножья склона, в середине и в верхней трети склона. В каждой горизонтали было проанализировано по 10 точек, расположенных в прикорневой зоне растений *Juniperus sabina*. Тип растительности – горная степь с контагиозно

расположенными куртинами этого растения. Ранее было показано, что ростовые и биохимические параметры растений весьма изменчивы (Баширова и др. 1998).

Результаты исследования показывают, что по мере изменения высоты расположения опорных точек почвенные показатели могут варьировать по-разному.

При этом показатель pH почвы более консервативен по сравнению с показателем почвенной засоленности (рис. 2).

Установлено, что на фоне высокой пластичности почвенных условий у растений *Juniperus sabina* в значительной мере меняются ростовые и биохимические показатели (табл. 2 и 3).

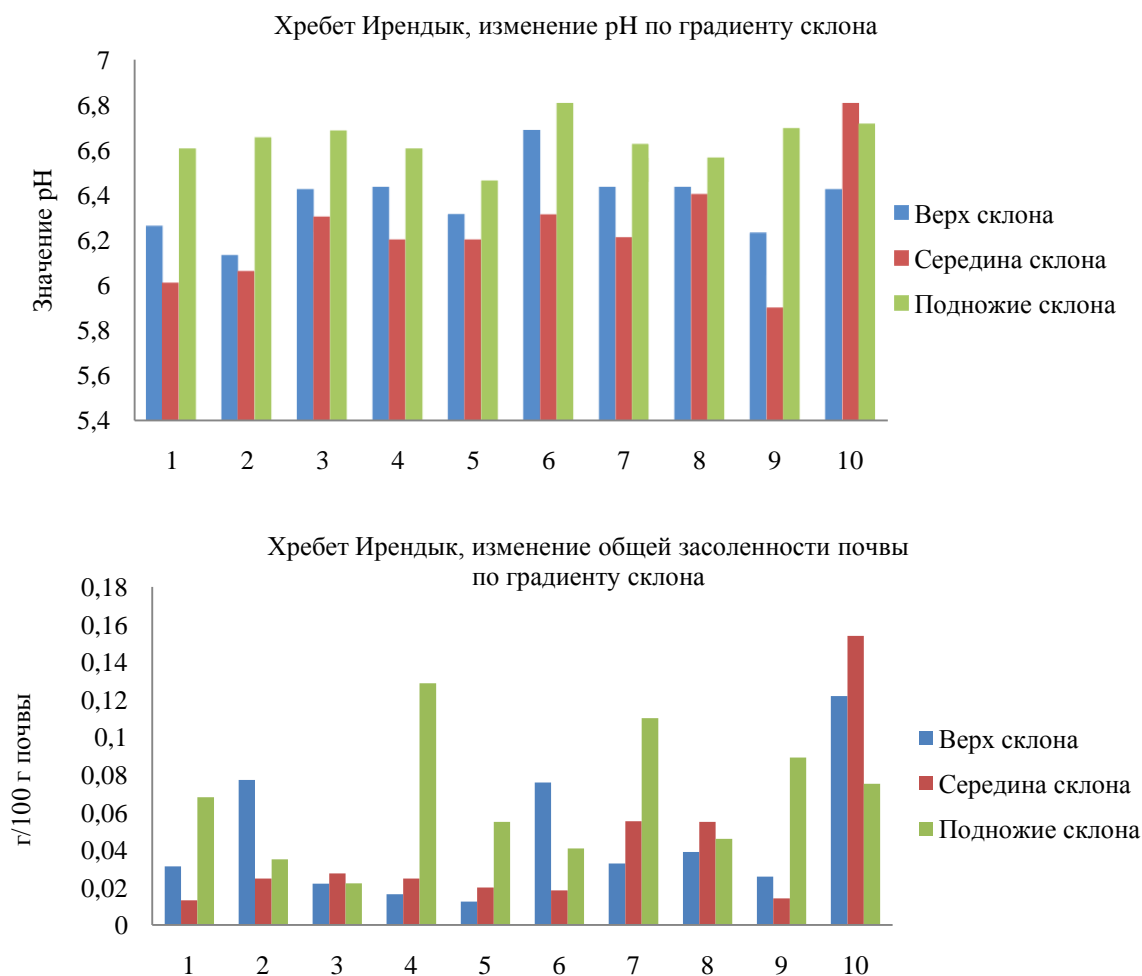
Рис. 2. Изменчивость почвенных условий в местобитаниях *Juniperus sabina*

Таблица 2

Средние значения и доверительный интервал почвенных и ростовых показателей *Juniperus sabina*

Положение на склоне	рН	Засоленность, г/100 г почвы	Толщина годовичного кольца, мм	Площадь растений, м ²	Высота растений, м	Количество хроматографических пиков
Верхняя треть склона	6,37±0,15	0,045±0,035	0,38±0,14	37,2±27,1	0,39±0,14	19,2±5,5
Середина склона	6,23±0,25	0,04±0,043	0,37±0,13	46,3±26,4	0,35±0,06	20,2±4,5
Подножие склона	6,64±0,09	0,067±0,034	0,33±0,07	28,5±28,5	0,34±0,11	18,4±3,5

Таблица 3

Отношение максимум/минимум для почвенных и ростовых показателей *Juniperus sabina*

Положение на склоне	рН	Засоленность, г/100 г почвы	Толщина годовичного кольца, мм	Площадь растений, м ²	Высота растений, м	Количество хроматографических пиков
Верхняя треть склона	1,09	9,73	2,52	7,32	3,05	1,57
Середина склона	1,15	11,70	3,00	4,47	1,96	1,46
Подножие склона	1,05	5,80	2,13	14,29	2,82	1,23

Как видно из результатов исследования, местоположение *Juniperus sabina* на склоне не сказывается как на общей мозаичности почвенных параметров, так и на ростовых и биохимических характеристиках растения.

Пробная площадь 3. Изменения почв в точках зарастания растениями Juniperus sabina. На рисунке 3 представлены динамика рН и

показатели общего засоления почв за период исследования (2009 и 2016 гг.) для ценопопуляции *Juniperus sabina* с территории Верхнемамбетово.

За 7 лет, прошедших между двумя замерами на данной территории, уровень рН сдвинулся в более кислую сторону, общая концентрация солей уменьшилась в 6–8 раз.

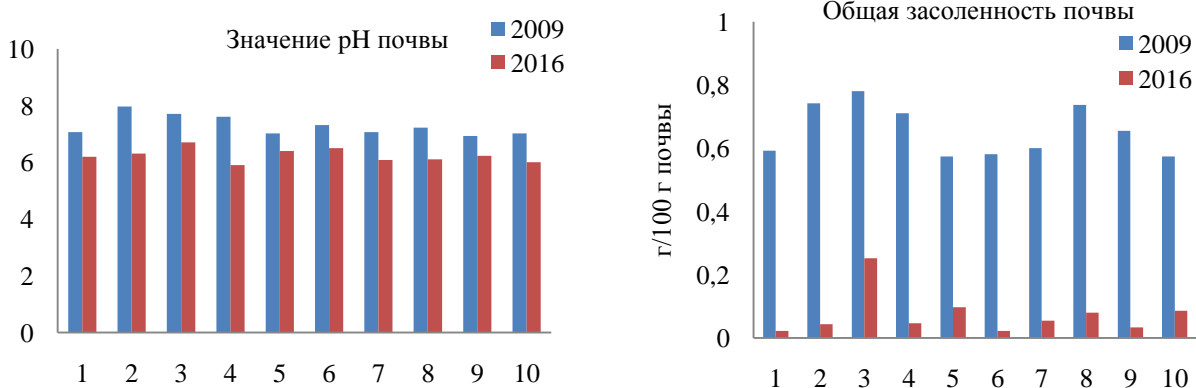


Рис. 3. Изменчивость показателей рН и засоленности почвы по мере зарастания склона ценопопуляцией *Juniperus sabina*

Пробная площадь 4. Суточная подвижность солей в почве. Расстояние между крайними точками исследования – 12 м. Учитывали изменения напряженности факторов во времени. Трансекта – «солончак–травостой». Мас-

штаб участка – 12 м, от солевого пятна с шагом 1 м (рис. 4, 5).

Для всех пар значений показателей концентрации солей и значений рН значимых корреляций не выявлено.

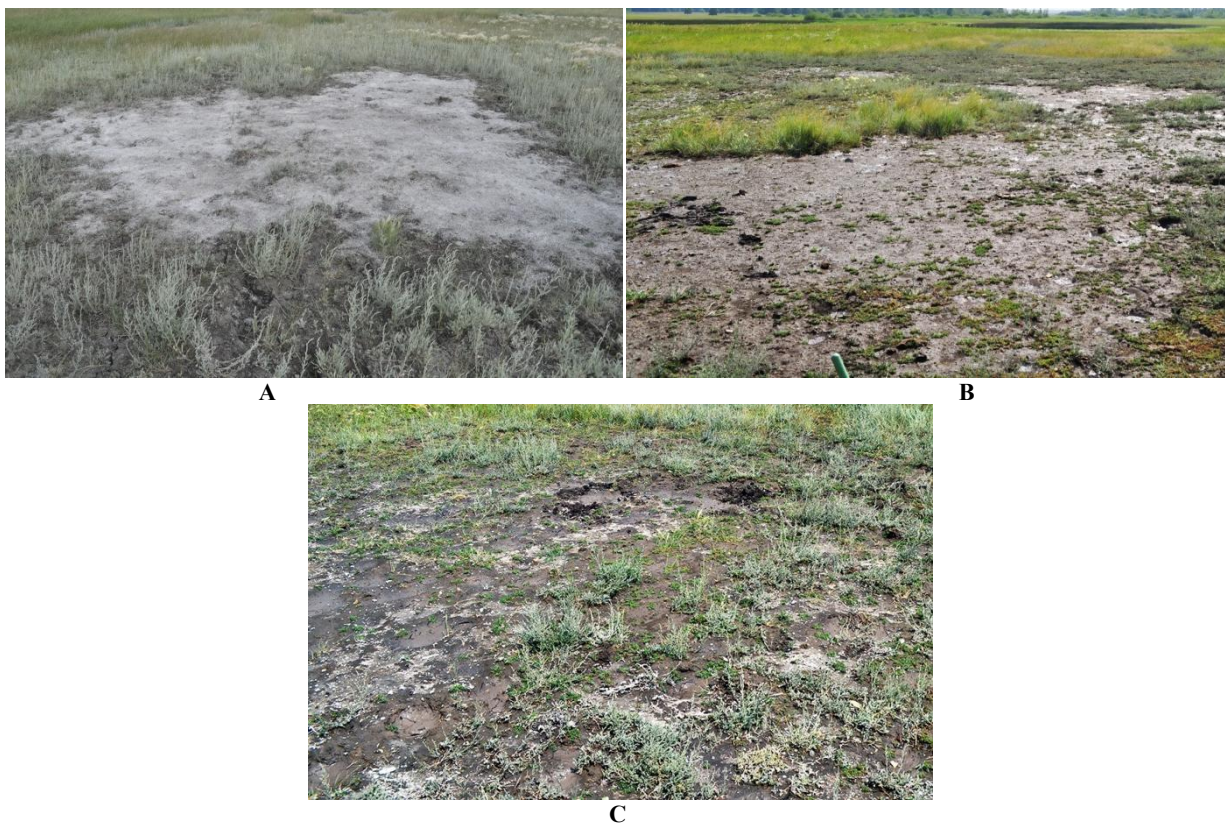


Рис. 4. Фотографии солончаков территории исследования

А – хлоридно-сульфатный бессточный солончак на солонцеватых черноземах Баймакского района Республики Башкортостан. Белое пятно – соль на поверхности.

В – после дождя поверхностной соли не видно. Соли опустились вниз вместе с гравитационной водой и переместились по горизонта-

ли по ходу формирования границ луж. На фото блестит поверхность воды.

С – через двое суток после дождей видны точечные высолы на поверхности (мелкие белые пятна). Подъем солей проходит в составе капиллярного раствора, который подтягивается вверх по мере просыхания поверхности.

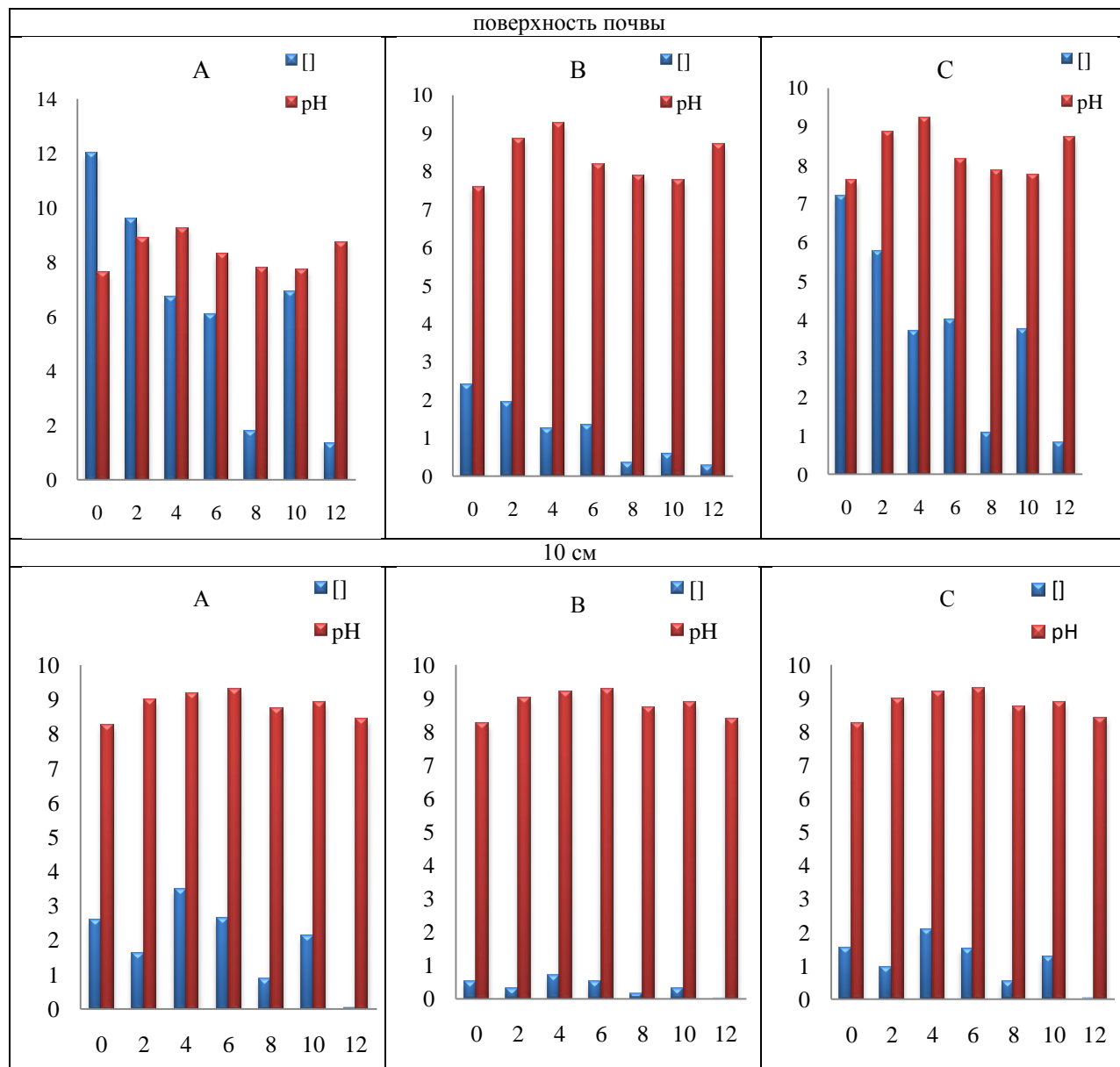


Рис. 5. Динамика изменений концентрации солей в почве хлоридно-сульфатного солончака.

Оценка числа возможных комбинаций физиологически значимых параметров почв
(А – сухая почва, В – сразу после дождя, С – через 2 суток после окончания дождя;
0,2, 4, 6, 8, 10, 12 – расстояние до центра солончака, м)

Если при анализе состава почв уйти от «усредненных» проб, получаемых в результате смешивания нескольких образцов, то можно выявить, что каждый из этих параметров в соседних пробах может меняться в 5–10–100 раз (Федоровский 1979; Усманов и др. 2014; Golo-

vin и др. 2004; Saniego и др. 2005). На нескольких пробных площадях нами зарегистрирована широкая изменчивость концентраций солей в почвах Южного Зауралья. Таким образом, для ряда солей в границах природной изменчивости

определяется как физиологический дефицит, так и избыток их содержания (табл. 1).

Заключение

Совокупность разнонаправленных механизмов перераспределения почвенных элементов в реальных условиях проявляет все признаки стохастического процесса. Перекомбинации почвенных лимитов слабо коррелируют между собой, т.е. анализируемые соединения в почве могут составлять любые комбинации. Ранее мы приводили расчеты (Усманов 1987; Усманов и др. 2014; Usmanov et al. 2016), показывающие, что количество вариантов сочетаний лимитов возрастает в геометрической прогрессии от числа проанализированных параметров. Таким образом, получены дополнительные доказа-

тельства гипотезы о независимой стохастической пульсации почвенных параметров (Усманов и др. 2014; 2016). Постоянные изменения концентраций физиологически активных соединений в корнеобитаемой среде должны вызывать у растений эквивалентные адаптивные реакции. Выявление особенностей адаптаций растений к пульсирующей мозаичности почвенных параметров является целью наших дальнейших исследований.

Работа была поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 15-44-00028 и инициативным научным проектом № 5.7590.2017/БК Министерства образования и науки России.

ЛИТЕРАТУРА

- Аитов И. С., Иванов В. Б. 2013. Трансформация почвогрунтов на лицензионных участках нефтедобывающих компаний // Региональная экологическая политика в условиях существующих приоритетов развития нефтегазодобычи: Материалы III съезда экологов нефтяных регионов. Новосибирск: Профикс, 158–168.
- Баширова Р. М., Усманов И. Ю., Ломаченко Н. В. 1998. Вещества специализированного обмена растений (классификация, функции): уч. пособие. Уфа: БашГУ.
- Иванов В. Б., Оберемченко А. А. 2016. Эколого-химический анализ состояния почвенных ресурсов на территории лицензионного участка // Коричко А. В. (отв. ред.) Восемнадцатая Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 1074–1077.
- Иванов В. Б., Усманов И. Ю., Александрова В. В., Иванов Н. А., Болотин К. И., Иванова Л. Г., Копылов Е. О. 2017. Количественные и качественные критерии преобразования и самовосстановления природных комплексов в результате загрязнения нефтепродуктами // В мире научных открытий Т. 9, № 1–2, 56–65. / DOI: 10.12731/wsd-2017-1-2-66-71.
- Кабата-Пендиас А. 2005. Проблемы современной биохимии микроэлементов // Российский химический журнал Т. XLIX, № 3, 15–19.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г. 2012. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ, «Гилем».
- Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г. 2013. Геохимия техногенеза в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения // Записки горного института 203, 196–204.
- Розенберг Г. С. 2013а. Введение в теоретическую экологию: в 2 томах. Тольятти: Изд-во «Кассандра» Т. 1.
- Розенберг Г. С. 2013б. Введение в теоретическую экологию: в 2 томах. Тольятти: Изд-во «Кассандра» Т. 2.
- Синицына Н. Е., Павлова Т. И., Холкина Т. В. 2012. Физико-химические свойства почв (интерактивный курс): уч. пособие. Саратов: Научная книга.
- Семенова И. Н., Суюндуков Я. Т., Ильбулова Г. Р. 2012. Биологическая активность почв как индикатор их экологического состояния в условиях техногенного загрязнения тяжелыми металлами. Уфа: Гилем.
- Усманов И. Ю. 1987. Аутэкологические адаптации растений к изменениям азотного питания. Уфа: Изд-во БФАН СССР.
- Усманов И. Ю., Семенова И. Н., Щербаков А. В., Суюндуков Я. Т., Усманов Ю. И. 2014. Эндемичные экологические ниши Южного (Башкирского) Зауралья: многомерность и флуктуирующие режимы // Вестник БГАУ 1(29), 16–21.
- Усманов И. Ю., Овечкина Е. С., Шаяхметова Р. И. 2015. Распространение влияния нефтяного шлама // Вестник Нижневартовского гос. ун-та 3, 84–94.
- Усманов И. Ю., Щербаков А. В., Мавлетова М. В., Юмагулова Э. Р., Иванов В. Б., Александрова В. В. 2016. Пульсирующая многомерная экологическая ниша растений: расширение объема понятия // Изв. Самарского научного центра РАН Т. 18, № (2-2), 525–529.
- Федоровский Д. Б. 1979. Микрораспределение питательных веществ в почвах. М.: Наука.
- Щербаков А. В. 2013. Пластичность корреляционных связей между показателями основного и специализированного метаболизма растений как ответная реакция на непредсказуемость среды обитания // Изв. Самарского научного центра РАН Т. 15, № 3(1), 366–371.
- Andreson A. N., Mc Brantey A. B. 1995. Soil Aggregates as mass fractals // Australian J. Soil Research 33, 757–772.
- Caniego F. J., Espejo R., Martin M. A., San Jose F. 2005. Multifractal scaling of soil spatial variability // Ecol. Model 182, 291–303.
- Golovin A., Krinochkin L., Pevzner V. 2004. Geochemical specialization of bedrock and soil as indicator of regional geochemical endemicity // Geologija 48, 22–28.
- Martin M. A., Pachepsky Y. A., Perfect E. 2005. Scaling, fractals and diversity in soils and ecohydrology // Ecol. Model. 182, 217–220.
- Milne B. T. 1991. The utility of fractal geometry in landscape design // Landscape Ecol. 21.

Usmanov I. Yu., Yumagulova E. R., Ovechkinina E. S., Ivanov V. B., Shcherbakov A. B., Aleksandrova V. V., Ivanov N. A. 2016. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Polustris Pers* in oligotrophic Swamps of Western Siberia // *Vegetos* 29:1 // <http://dx.doi.org/10.4172/2229-4473.1000101>.

Walch-Liu P., Ivanov I. I., Filleur S., Gan Y., Remans T., Forge B. G. 2006. Nitrogen Regulation of Root Branching // *Annals of Botany* 97 (5), 875–881.

REFERENCES

Aitov I. S., Ivanov V. B. In: Regionalnaya ekologicheskaya politika v usloviyah suschestvuyuschih prioritetrov razvitiya neftegazodobyichi: Materialy III s'ezda ekologov neftyanyih regionov [Regional ecological policy under existing priorities of oil extraction: Proceedings of the 3rd meeting of ecologists from oil regions]. Novosibirsk: Izd-vo Profiks, 2013. Pp. 158–168. (In Russian).

Bashirova R. M., Usmanov I. Yu., Lomachenko N. V. Veshchestva spetsializirovannogo obmena rastenii (klassifikatsiia, funktsii): uchebnoe posobie [Substances of specialized plant exchange: study guide]. Ufa: BashGU, 1998. (In Russian).

Ivanov V. B., Oberemchenko A. A. In: Vosemnadtsataia Vserossiiskaia studencheskaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [18th Student Research and Practice Conference at Nizhnevartovsk State University] Ed. by Korichko A. V. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevartovsk State University, 2016. Pp. 1074–1078. (In Russian).

Ivanov V. B., Usmanov I. Yu., Aleksandrova V. V., Ivanov N. A., Bolotin K. I., Ivanova L. G., Kopylov E. O. In: V mire nauchnykh otkrytii [In the World of Scientific Discoveries]. Vol. 9 (1-2) (2017): 56–65. Available at: DOI: 10.12731/wsd-2017-1-2-66-71. 2017. (In Russian).

Kabata-Pendias A. In: Rossiiskii khimicheskii zhurnal [Russian journal of Chemistry]. Vol. XLIX (3) (2005): 15. (In Russian).

Mirkin B. M., Naumova L. G. Sovremennoe sostoiianie osnovnykh kontseptsii nauki o rastitelnosti [Current state of scientific concepts on vegetation]. Ufa: AN RB, «Gilem», 2012. (In Russian).

Opekunov A. Ju., Opekunova M. G. In: Zapiski gornogo instituta [Journal of Mining Institute]. Vol. 203 (2013): 196–204. (In Russian).

Rozenberg G. S. Vvedenie v teoreticheskuiu ekologiiu: v 2-h tomah [Introduction to theoretical ecology: in 2 vols.]. To-lyatti: Izd-vo «Kassandra», 2013a. Vol. 1. (In Russian).

Rozenberg G. S. Vvedenie v teoreticheskuiu ekologiiu: v 2-h tomah [Introduction to theoretical ecology: in 2 vols.]. To-lyatti: Izd-vo «Kassandra», 2013b. Vol. 2. (In Russian).

Sinitynina N. E., Pavlova T. I., Holkina T. V. Fiziko-himicheskie svoystva pochv (interaktivnyi kurs): uchebnoe posobie [Physical and Chemical Properties of Soils (interactive course): study guide]. Saratov: Nauchnaya Kniga, 2012. (In Russian).

Semenova I. N., Suyundukov Y. T., Ibulova G. R. Biologicheskaiia aktivnost pochv kak indikator ih ekologicheskogo sostoiianiia v usloviakh tekhnogennoho zagriazneniia tiazhelymi metallami [Biological activity of soils as an indicator of their ecological state in the conditions of heavy metals technogenic pollution]. Ufa: Gilem, 2012. (In Russian).

Usmanov I. Yu. Autekologicheskie adaptatsii rastenii k izmeneniyam azotnogo pitaniya [Autecological adaptations of plants to nitrogen changes]. Ufa: Izd-vo BFAN SSSR, 1987. (In Russian).

Usmanov I. Yu., Semenova I. N., Scherbakov A. B., Sujundukov Y. T., Usmanov I. Yu. In: Vestnik BGAU [Bulletin of Bashkir State Agrarian University]. Vol. 1 (29) (2014): 16–21. (In Russian).

Usmanov I. Yu., Ovechkinina E. S., Shayahmetova R. I. In: Vestnik Nizhnevartovskogo gos. un-ta. [Bulletin of Nizhnevartovsk State University]. Vol. 3 (2015): 84–94. (In Russian).

Usmanov I. Yu., Scherbakov A. B., Mavletova M. V., Yumagulova E. R., Ivanov V. B., Aleksandrova V. V. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Bulletin of Samara Research Centre of Russian Academy of Science]. Vol. 18 (2–2) (2016): 525–529. (In Russian).

Fedorovsky D. B. Mikroraspredelenie pitatel'nykh veshchestv v pochvakh [Microdistribution of nutrients in soils]. M.: Nauka, 1979. (In Russian).

Scherbakov A. V. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Bulletin of Samara Research Centre of Russian Academy of Science]. Vol. 15 No 3(1) (2013): 366–371. (In Russian).

Andreson A. N., McBrantey A. B. Soil Aggregates as mass fractals. In: *Australian J. Soil Research* 33 (1995): 757–772.

Caniego F. J., Espejo R., Martin M. A., San Jose F. Multifractal scaling of soil spatial variability. In: *Ecol. Model* 182 (2005): 291–303.

Golovin A., Krinochkin L., Pevzner V. Geochemical specialization of bedrock and soil as indicator of regional geochemical endemicity. In: *Geologija* 48 (2004): 22–28.

Martin M. A., Pachepsky Y. A., Perfect E. Scaling, fractals and diversity in soils and ecophysiology. In: *Ecol. Model* 182 (2005): 217–220.

Milne B. T. The utility of fractal geometry in landscape design. In: *Landscape Ecol.* 21. 1991.

Usmanov I. Yu., Yumagulova E. R., Ovechkinina E. S., Ivanov V. B., Shcherbakov A. B., Aleksandrova V. V., Ivanov N. A. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Polustris Pers* in oligotrophic Swamps of Western Siberia. In: *Vegetos* 29:1. Available at: <http://dx.doi.org/10.4172/2229-4473.1000101>.

Walch-Liu P., Ivanov I. I., Filleur S., Gan Y., Remans T., Forge B. G. Nitrogen Regulation of Root Branching. In: *Annals of Botany* 97 (5) (2006): 875–881.

*M. V. Mavletova-Chistuakova, A. V. Scherbakov, V. B. Ivanov,
E. R. Yumagulova, I. Yu. Usmanov*
Ufa¹, Nizhnevartovsk², Russia

PULSING MOSAIC OF SOILS IN THE SOUTHERN TRANSURAL REGION

Abstract. The authors have studied the space and time changes variability of chemical elements concentration in different landscapes of the Southern Transurals. The results show that all the studied elements and their compounds demonstrate a lot of changes in concentration in all types of tests and observations. Calcium content in the soil samples varied up to 12.7 times, titanium and zinc content up to 10.7 times and that of ferrous oxide up to 28.7. Another outcome of the study is the discovery of weak and unstable correlations between variability series of different elements. Only 7% of correlations between the contents of main heavy metals were detected in the root layer of leached chernozems. Weak correlation of soil limits implies that any combination of the limits can be formed in the soil. Differently directed mechanisms of redistribution of soil elements demonstrate signs of stochastic process. It is possible to make a conclusion that biogeochemical mosaic forms in ecologically similar landscapes and soil conditions. It is defined by stochastic processes of redistribution and movement of chemical elements. Habitat of certain plants can be considered as a unique individual multidimensional pulsating plants niche.

Key words: plants individual niche; migration of soil elements; mosaic of soil parameters; habitat; stochastic process.

About the authors: Maria Vladimirovna Mavletova-Chistyakova¹, applicant; Arkadii Vladimirovich Scherbakov², Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Researcher; Vyacheslav Borisovich Ivanov³, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology; Elvira Ramilevna Yumagulova⁴, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology; Iskander Yusufovich Usmanov⁵, Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher.

Place of employment: «LabHimSnab» LLC¹, Bashkir State Agrarian University², Nizhnevartovsk State University^{3,4,5}, Ufa State Petroleum Technological University⁵.

Мавлетова-Чистякова М. В., Щербakov А. В., Иванов В. Б., Юмагулова Э. Р., Усманов И. Ю. Пульсирующая мозаичность параметров почв Южного Зауралья // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 124–133.

Mavletova-Chistuakova M. V., Scherbakov A. V., Ivanov V. B., Yumagulova E. R., Usmanov I. Yu. Pulsing mosaic of soils in the Southern Transural region // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 4. P. 124–133.

Уважаемые коллеги!

Нижевартовский государственный университет приглашает ученых, преподавателей, сотрудников научно-исследовательских институтов и лабораторий, аспирантов, соискателей опубликовать результаты своих исследований в области биологических, педагогических, гуманитарных наук.

«Вестник Нижевартовского государственного университета» — периодическое научное издание. Журнал выходит ежеквартально.

Журнал выходит в трех тематических выпусках, отражающих следующие научные направления:

- **Биологические науки.**
03.02.08 Экология.
- **Гуманитарные науки.**
07.00.02 Отечественная история.
07.00.03 Всеобщая история.
- **Педагогические науки**
13.00.04 Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры.
13.00.08 Теория и методика профессионального образования

Тематические выпуски скомплектованы в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 (в ред. Приказов Минобрнауки РФ от 11.08.2009 № 294, от 10.01.2012 № 5), и таблицей соответствия направлений (аспирантура), утвержденной приказом Минобрнауки России от 06.11.2013 № АК-2589/05.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, утвержденный ВАК РФ.

«Вестник Нижевартовского государственного университета» зарегистрирован в ISSN реестре: ISSN 2311-1402 (печатная версия журнала); ISSN 2311-4444 (электронная версия журнала).
Публикация в журнале бесплатная.

В журнале публикуются результаты оригинальных научных исследований по наиболее актуальным проблемам гуманитарных, педагогических и биологическим наукам. Предоставляемые в журнал статьи должны излагать новые, еще не опубликованные результаты научных исследований; статьи не должны находиться на рассмотрении для публикации где-либо еще; публикации должны быть одобрены всеми соавторами.

Статья, регистрационная форма, договор на печать статьи в журнале¹ (в 2 экз.) и отзыв научного руководителя (для аспирантов и соискателей) направляются либо ответственному редактору соответствующего Вашей тематике выпуска журнала, либо по адресу uni@nvsu.ru (управление научных исследований НВГУ).

Статья направляется на рецензирование. При положительной рецензии работа публикуется в ближайшем выпуске, соответствующем тематике статьи. В случае отказа в публикации автору направляется мотивированный отказ.

1. Оформление статьи:

1.1. Формат листа — А4, поля вокруг текста — 2 см, гарнитура — Times New Roman, размер шрифта — 12 пт, межстрочный интервал — одинарный, абзацный отступ — 1 см.

1.2. При наличии текстов на древних языках рекомендуется использовать шрифты типа Unicode. При использовании автором других шрифтов для древних языков, их следует предоставить в редакцию журнала.

1.3. Ссылки на иллюстрации помещаются в круглые скобки; в случае, если ссылка дается на отдельные позиции рисунка, их номера отделяются от номера рисунка двоеточием и пробелом и выделяются курсивом. Например: (рис. 1: 3, 5, 7—9).

1.4. Сноски должны иметь сквозную нумерацию по всей статье и располагаются внизу страницы.

1.5. Структура статьи:

1. Код УДК;
 2. Имя, отчество, фамилия автора(ов);
 3. Название статьи;
 4. Аннотация;
 5. Ключевые слова (отделяются друг от друга точкой с запятой);
 6. Сведения об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень (аспиранты, соискатели указывают вуз и кафедру), место работы (город, организация, подразделение), должность;
- Пункты 2—6 указываются также и на английском языке
7. Контактная информация: включает почтовый адрес, телефон и e-mail;
 8. Текст статьи;
 9. Иллюстрации и подписи к ним с подробным отражением названия, датировки и проч.;
 10. Список сокращений;
 11. Литература (на русском и английском языке)

¹ См. на сайте журнала: <http://vestnik.nvsu.ru/avtoram>.

Рекомендации по составлению аннотации научной статьи.

Текст аннотации должен излагаться простым языком, иметь четкую структуру. В одном или двух абзацах, которые отражают содержание статьи, нужно описать предмет, тему, цель работы; метод или методологию проведения работы; результаты работы; область применения результатов; выводы.

Методы в аннотации только называются. Результаты работы следует описать детально: привести основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом следует акцентировать внимание читателя на новых результатах и выводах, которые, по мнению автора статьи, имеют практическое значение. Также следует указать пределы точности и надежности данных (источников) и степень их обоснования. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, описанными в статье.

В среднем текст аннотации должен быть объемом не менее 300-350 слов (1800 знаков).

2. Оформление списка литературы:

Общий порядок	Фамилия и инициалы авторов (выделяются курсивом), год выхода работы, название работы, название издания, где она была опубликована (отделяется от названия работы двойной косой чертой). Для монографий и сборников после названия указывается место выхода, а затем издательство, перед названием сборника обязательно указывается имя ответственного редактора. Для продолжающихся и периодических изданий указывается номер (отделяется от названия издания пробелом без точек и запятым). Для статей необходимо также указывать страницы (в конце после запятой).
Монографии	<i>Яценко С. А.</i> 2001. Знаки-тамги иранозычных народов древности и раннего средневековья. М.: Восточная литература. <i>Sestini D.</i> 1831. Descrizione d'alcune medaglie greche del Museo del signore barone Stanislas di Chaudoir. Firenze: Presso Guglielmo Piatti.
Статьи в сборниках	<i>Жеребцов Е. Н.</i> 2009. Раскопки базилики 1935 г. в Херсонесе // Беляев С. А. (отв. ред.). Очерки по истории христианского Херсонеса. Т. 1. Вып. 1: Херсонес Христианский. СПб.: Алетейя, 139—149. <i>von Kohler H. K. E.</i> 1822a. Medailles Grecques // Serapis oder Abhandlungen betreffend das Griechische und Romische Alterthum. Theil I. St. Petersburg: Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1—29.
Статьи в продолжающихся периодических изданиях со сквозной нумерацией томов	<i>Даниленко В. Н.</i> 1966. Просопография Херсонеса IV—II вв. до н.э. (по эпиграфическим данным Северного Причерноморья) // АДСВ 4, 136—178. <i>Nadel B.</i> 1977. Literary Tradition and Epigraphical Evidence: Constantine Porphyrogenitus' Information on the Bosphoran Kingdom in the Time of Emperor Diocletian Reconsidered // Dialogues d'histoire ancienne 25, 87—114.
Диссертации и авторефераты диссертаций	<i>Шаров О. В.</i> 2009. Боспор и варварский мир Центральной и Восточной Европы в позднеримскую эпоху (середина II — середина IV вв. н. э.): Дис. ... д-ра ист. наук. СПб. <i>Кутимов Ю. Г.</i> 2009. Происхождение и пути распространения катакомбного погребального обряда (по материалам могильников бронзового века): Автореф. дис. ... канд. ист. наук. СПб.
Ссылки на интернет-страницы	При оформлении ссылок на материалы из интернета нужно по возможности максимально следовать тем же требованиям, что и при оформлении библиографии печатных работ, обязательно указывая полный электронный адрес материала, включая название сайта и, если есть, дату публикации. Например: <i>Konnev A. B.</i> Античное гражданское общество // История Древнего Рима // www.rome.webzone.ru (2008. 24 февр.). При использовании отсканированных, но не переведенных в текстовый формат вариантов бумажных книг (т.е. при просмотре электронных изображений бумажной книги) ссылка на интернет-ресурс, где можно загрузить книгу, необязательна.

Ссылки на литературу помещаются в круглые скобки и оформляются следующим образом:

- если у работы один автор — (Фролова 1997: 215);
- если у работы два автора — (Smith, White 2004);
- если у работы более двух авторов — (Оверман и др. 1997: 59, рис. 1; Smith et al. 2007: fig. 33);
- на архивные материалы — (РГИА. Ф. 297. Оп. 2. Д. 90. Л. 15—16). Запятая между фамилией автора и годом выхода работы не ставится; в случае указания страниц они отделяются от года двоеточием и пробелом.

Контактная информация

Адрес: 628600, Россия, г.Нижевартовск, ул.Ленина, д.56, Нижевартовский государственный университет, управление научных исследований (каб. 219).

Телефон: (3466) 451820

E-mail: uni@nvsu.ru

Web: www.nvsu.ru

Куратор: Чореф Михаил Михайлович, начальник управления научных исследований.

Информационное письмо

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие **23-24 марта 2018 г.** в VIII Всероссийской научно-практической конференции «**Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма**».

К участию в конференции приглашаются: специалисты в области физической культуры и спорта, педагоги общего, дополнительного и профессионального образования, руководящие и управленческие кадры, научные работники, молодые ученые.

Направления работы конференции:

- Социально экономические и гуманитарные аспекты физической культуры, спорта и туризма;
- Теоретико-методические и психолого-педагогические аспекты физической культуры и спорта;
- Современные технологии физкультурного образования населения;
- Совершенствование подготовки спортивного резерва и квалифицированных спортсменов;
- Медико-биологические проблемы совершенствования физкультурно-спортивной деятельности;
- Перспективы развития адаптивной физической культуры и адаптивного спорта;
- Современные проблемы и перспективы развития туризма в России.

По итогам конференции будет издан сборник научных трудов в печатном и электронном виде (с присвоением индексов ББК, ISBN). Сборники научных трудов конференции размещаются постатейно в Научной электронной библиотеке **eLibrary.ru** с регистрацией в наукометрической базе **РИНЦ**: договор № 1131-05/2014К.

Для участия в конференции необходимо в срок **до 25 февраля 2018 года** зарегистрироваться (онлайн-регистрация на сайте <http://konference.nvsu.ru/konf/328>) и отправить статью (файл с текстом статьи загружается во время регистрации).

Участие в конференции и публикация статьи – бесплатно.

При необходимости авторы могут заказать печатный вариант сборника статей конференции. Тогда оплата составит: 300 руб. за каждую страницу статьи + стоимость рассылки Почтой России – 350 руб.

Оплата производится только после подтверждения оргкомитетом принятия материалов к публикации. Реквизиты для оплаты высылаются авторам по электронной почте, указанной в заявке.

Оплата производится авторами в срок **до 10 марта 2018 года**.

Правила оформления статей

Оформление текста:

- текстовый редактор: Microsoft Office Word;
- размер страницы (формат бумаги) – А4, ориентация листа – «книжная»;
- поля страницы: верхнее, нижнее, левое, правое – 2 см;
- Шрифт Times New Roman, размер шрифта: для текста – 12 пт., для таблиц – 10 пт., для сносок – 9 пт;
- междустрочный интервал – одинарный;
- без переносов;
- абзацный отступ, одинаковый по всему тексту – 1 см.

Структура текста:

- по левому краю – код УДК;
- по правому краю строчными буквами – инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, должность, город и организация;
- через один интервал по центру прописными буквами печатается название статьи;
- аннотация статьи (250–300 знаков);
- ключевые слова;
- через один интервал с красной строки печатается текст статьи;
- список литературы (строго в алфавитном порядке – по ГОСТ Р 7.0.5.-2008).

Оформление сносок:

Сноски к цитатам размещают в квадратных скобках в конце предложения, указывая первым номер источника по списку литературы, затем, через запятую, номер страницы, точка в конце предложения ставится после квадратных скобок (например, [1, с. 12]).

Объем материалов: 3–6 страниц.

Оргкомитет конференции: (3466) 41–24–48, деканат факультета, E-mail: ffkisnvconf@mail.ru

Web: www.konference.nvsu.ru, www.nvsu.ru.