



СОДЕРЖАНИЕ

Уважаемые читатели!.....3

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Дубовик И. Е., Проскуракова А. В., Шарипова М. Ю.*
Таксономический и экологический состав напочвенных цианопрокариотно-водорослевых макроскопических разрастаний г.Уфы и ее окрестностей6
- Свириденко Б. Ф., Мурашко Ю. А., Свириденко Т. В.*
Результаты гидрохимического и гидробиотанического изучения водных объектов участка бассейна реки Казым в природном парке «Нумто»13
- Таран Г. С., Тюрин В. Н.*
Режим затопления лопарскоивняков реки Оби (*Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993, *Alnetea glutinosae*) за 1979–2016 гг.26

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

- Кулюкина Е. В., Карташев А. Г.*
Влияние сеноманских вод на сообщества раковинных амёб35
- Карташев А. Г., Шкарупо А. П., Кочеткова В. И.*
Влияние нефтезагрязнений на пресноводных моллюсков42
- Ибрагимова Д.В., Наконечный Н.В.*
Сравнительный анализ зараженности гельминтами *Rana Arvalis* Nils., 1842 Среднего Приобья49
- Кондратьева А. М., Аксёненко Е. В., Голуб В. Б.*
Дополнение к фауне полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия).....54

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

- Бельская Л. В., Григорьев А. И., Шалыгин С. П.*
Вариации биохимического состава слюны человека в зависимости от региона проживания61
- Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А.*
Особенности морфофункциональных параметров организма молодых людей, проживающих в разных климатогеофизических условиях окружающей среды68
- Говорухина А. А., Веткалова Н. С.*
Особенности функционального состояния респираторной системы пловцов на разных этапах спортивной подготовки74
- Ковязина О. Л., Елифанов А. В., Лепунова О. Н.*
Оценка уровня физического развития и функционального состояния организма школьников 11–13 лет сельской местности79
- Говорухина А. А., Мальков О. А., Благородова Л. Д., Новоселова А. А.*
Адаптационные возможности и морфо-функциональные особенности студентов, проживающих в Югре85

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

- Шепелева Л. Ф., Шепелев А. И., Кравченко И. В.*
Реакция среды и содержание тяжелых металлов в аллювиальных почвах поймы реки Большой Юган.....94
- Хасанова Р.Ф., Суюндукоев Я.Т., Семенова И.Н.*
Оценка экологического состояния почв степных агроэкосистем по показателям биологической активности103
- Елизарьева Е. Н., Янбаев Ю. А., Кулагин А. Ю., Усманов И. Ю.*
Зависимость аккумуляции растениями никеля и кадмия от их концентрации109
- Макарова Т. А., Макаров П. Н.*
Мониторинг фитопатологического состояния зеленых насаждений города Сургута117
- Шайхутдинова А. А., Маркова О. С.*
Экологический мониторинг снежного покрова в окрестностях предприятия топливно-энергетического комплекса.....127

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

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

Ерохин В. Н., доктор исторических наук, доцент
(г. Нижневартовск)

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

Grabowska Magdalena, доктор экономики (Ph.D)
(г. Плоцк, Польша)

Kludacz Magdalena, доктор экономики (Ph.D) (г. Плоцк, Польша)

Krzetowska Agnieszka, доктор экономики (Ph.D)

(г. Плоцк, Польша)

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

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

Михайлова О. Ю., доктор психологических наук, профессор
(г. Нижневартовск)

Медведев С. С., доктор биологических 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

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

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

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

Grabowska Magdalena, Ph.D. in Economics
(Plock, Poland)

Kludacz Magdalena, Ph.D. in Economics (Plock, Poland)

Krzetowska Agnieszka, Ph.D. in Economics

(Plock, Poland)

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

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

Mikhailova O. Yu., Doctor of Psychological Sciences, Professor
(Nizhnevartovsk)

Medvedev S. S., Doctor of Biological 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 20.03.2017
Формат 60×84 1/8. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 12. Тираж 1000 экз.
Заказ 1829

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, 2016

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Перед Вами очередной выпуск журнала «Вестник Нижневартковского государственного университета», в котором представлены статьи по специальности «Экология». Это второй выпуск по данному направлению и специальности.

Позвольте начать с маленького экскурса по истории нашего журнала. «Вестник НВГУ» был образован в 2008 г., и идейным вдохновителем и основным его организатором стал доктор физико-математических наук, профессор Сергей Иванович Горлов, ныне наш главный редактор журнала и ректор университета.

Прошло сравнительно немного времени, но уже сейчас «Вестник Нижневартковского государственного университета» включен в авторитетные зарубежные и российские базы и репозитории, размещается в нескольких крупнейших библиотеках. Эволюцию изданий журнала можно проследить по всем его публикациям и качеству их редакции.

В статьях журнала отражены, в основном, результаты научных исследований по актуальным региональным вопросам, но география авторов расширяется, и все большее количество ученых уже из других регионов публикуют свои работы. Закономерно увеличивается и представление научных организаций – это академические центры и ведущие университеты России. На долю публикаций по экологии (биологические науки) приходится около 12% всех публикаций, довольно небольшой показатель. Объяснение простое – этот тематический выпуск (направление – биологические науки) стал самым молодым из всех выпусков, его история начинается с 2016 г. Ранее статьи по экологии и биологии публиковались в естественнонаучном тематическом выпуске «Вестника НВГУ», и если подходить неформально к истории организации публикаций по этому направлению, то она начинается с 2008 г.

И не удивительно ли то, что именно в 2017 г., согласно графику выхода и очередности изданий на выпуски по биологическому направлению, специальности Экология, выпадает честь представления 2-х изданий – первого и четвертого. Эти выпуски журнала начинают и заканчивают календарный год! А этот год, 2017 г., объявлен Указом Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. Годом экологии, целью которого является привлечение внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности.

Территория Ханты-Мансийского автономного округа всегда представляла интерес для биологов и экологов. Основная часть работ ученых посвящена изучению природного богатства Югры – растений, животного населения и анализу их потенциала, исследовались изменения биоты при нарушениях биотопов, связанных с промышленным освоением и нефтяным загрязнением. Проведенные исследования не только способствуют познанию видового разнообразия и особенностей жизнедеятельности организмов, но и порождают вопросы, которые требуют дальнейшего изучения. Появляется необходимость в решении природоохранных проблем и т.д. Экологические проблемы региона и России связаны. Так же, как и во всем мире, существует проблема с размещением и захоронением отходов, проблема загрязнения вод и атмосферного воздуха, организации природоохранных территорий и т.д. Все эти вопросы всегда находят отражение в статьях, которые публикуются в нашем журнале. И новый выпуск не является исключением.

Все этапы в развитии «Вестника Нижневартковского государственного университета» оказываются значительными и знаменательными. Но они не случайны, – это работа большого коллектива, прежде всего, преподавателей и сотрудников издательства уни-

верситета, которые долгие годы делали все для улучшения качества публикуемых работ и качества самого издания.

Вся работа по формированию изданий по экологии проводится преподавателями кафедры экологии. Это первая кафедра экологии на территории Ханты-Мансийского автономного округа–Югры в первом высшем учебном заведении округа.

Кафедра была основана в 1998 году и имела название – кафедра естествознания и экологии. Первым ее заведующим был доктор биологических наук, профессор Юрий Владимирович Титов. Юрий Владимирович был приглашен в Нижневартовск для создания естественнонаучного направления в педагогическом институте, учитывая огромный опыт работы в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН, затем – в Санкт-Петербургской лесотехнической академии (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет).

В разное время кафедрой руководили д-р геогр. наук, проф. Ф. Н. Рянский, канд. биол. наук, проф. Н. А. Иванова, д-р техн. наук, проф. А. В. Нехорошева, канд. биол. наук, доцент И. Е. Клемина, канд. биол. наук, доцент Т. В. Сторчак. С сентября 2015 года кафедрой руководит канд. биол. наук, доцент Д. А. Погоньшев.

Преподаватели кафедры совместно со студентами осуществляют научную деятельность по следующим направлениям: «Эколого-физиологические механизмы адаптации растений», «Адаптация человека в условиях северных территорий», Биологическое разнообразие и биологические ресурсы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, «Экологическая безопасность нефтегазовых регионов», «Экологический мониторинг территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры».

В рамках данных направлений преподаватели кафедры экологии получали гранты губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры за проекты: «Экология северного города», «Эколого-физиологические механизмы адаптации и типы стратегии сосудистых растений верховых болот», «Экология человека», «Адаптация человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». По материалам этих исследований изданы монографии, представляющие особый интерес для исследователей региона.

Профессорско-преподавательский состав кафедры экологии имеет публикации, в ведущих реферируемых научных российских и зарубежных журналах, включенных в базы данных: РИНЦ, Web of Science, Scopus, ВИНТИ РАН, World Cat, AGRIS, Index Copernicus и др.

Кафедра поддерживает устойчивые связи с университетами и научно-исследовательскими институтами России, ближнего и дальнего зарубежья. Участвует в международных проектах, финансируемых при поддержке Европейской Комиссии: «ЕЗМ «Оценка качества сотрудничества в образовательной экосистеме как механизм формирования профессиональных компетенций», в состав консорциума проекта также вошли 11 партнеров из Финляндии, Испании, Австрии, Бельгии, России; Программа Erasmus+, проект Жан Монне: «Исследование взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека. Опыт стран Евросоюза».

Детальное изучение территории Югры начинается именно с работ преподавателей кафедры экологии Нижневартовского государственного университета. Именно они организовывали и проводили первые полевые экспедиции в труднодоступные районы, ставили эксперименты в полевых и лабораторных условиях и внесли весомый вклад в развитие научных исследований по флоре и растительности Среднего Приобья, адаптационным механизмам растений и человека в условиях Севера.

Значительный вклад в изучение региона внесли также и преподаватели Сургутского государственного университета. Работы по экологии растений и животных представлены почти в каждом выпуске нашего журнала.

Все происходящие изменения в структуре и содержании, а также в организационных преобразованиях «Вестника НВГУ», способствуют росту авторитета журнала и его признания в России и за рубежом. Развитие журнала продолжается, и в настоящее время активно идет работа по организации включения журнала в такие базы как Scopus и Web of Science. Что необходимо для этого? Если формально – цитирование в журналах, которые уже включены в эти базы, тех публикаций, которые представлены в нашем журнале, а если по сути – то работа по качеству представляемых работ. Содержательные и высокого качества исполнения статьи, всегда найдут своих читателей и будут использованы учеными в дальнейшем. Порой авторы забывают, что основная цель публикаций – это не сам факт издания, а именно – обнародование или опубликование. Материал, представленный в статье, всегда должен быть востребованным. И для улучшения качества цитирования всех публикаций, представленных в журнале, начиная с этого выпуска, после каждой статьи даются ссылки на нее на русском и английском языке. Мы убедительно просим авторов обратить на это внимание, так как от того, каким образом оформлена ссылка, будет зависеть дальнейшая «судьба» вашей публикации и реальное отражение востребованности Ваших исследований.

В настоящем выпуске журнала опубликованы работы 44 авторов из 11 городов, 16 организаций. Все работы выполнены на основе сборов полевого материала и экспериментальных исследований, отличаются высокой оригинальностью.

Мы очень надеемся, что все представленные работы будут оценены по достоинству и конечно станут интересны в научном мире.

Благодарим всех авторов за труд, вложенный в Ваши публикации, и надеемся на дальнейшее сотрудничество. Спасибо Вам!

Овечкина Е.С., Погоньшев Д.А.

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 582.26

И. Е. Дубовик, А. В. Проскуракова, М. Ю. Шарипова
Уфа, РоссияТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАПОЧВЕННЫХ
ЦИАНОПРОКАРИОТНО-ВОДОРΟΣЛЕВЫХ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ
РАЗРАСТАНИЙ г. УФЫ И ЕЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ

Аннотация. Изучена эколого-таксономическая характеристика и структура цианопрокариотно-водорослевых макроскопических разрастаний на территории города Уфы (промышленная зона) и в Уфимском районе (пос. Юматово – контроль).

При исследовании использовали классические методы, используемые в альгологии.

В макроскопических напочвенных разрастаниях на территории промышленной зоны и в контрольной зоне выявлено 75 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей. Преобладают представители отдела Cyanoprokaryota. Наиболее часто в роли доминантов выступают безгетероцитные цианопрокариоты. Обращает внимание наличие в пос. Юматово в напочвенных разрастаниях представителей отдела Xanthophyta. Число доминантов в разрастаниях колеблется в пределах 1–4 видовых и внутривидовых таксонов в разных сочетаниях.

Основную долю цианопрокариотно-водорослевых ценозов (ЦВЦ) в напочвенных макроскопических разрастаниях двух сравниваемых зон составляют виды родов: *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*. Коэффициент сходства Сёрнсена между детерминантами консорциев различных зон составляет 21%. Отличительной особенностью макроскопических разрастаний в контроле является наличие нитчатой желтозеленой водоросли в роли детерминанта консорции – *Heterothrix exilis*. Наиболее часто в составе доминантов разрастаний на исследованных участках встречались: *Leptolyngbya boryana* и *Phormidium autumnale*. *Leptolyngbya angustissima* и *Nostoc pruniforme* доминировали в промышленной зоне, *Chlorosarcina stigmatica* и *Crucigenia quadrata* – в контрольной. Хотя в промышленной и контрольной зонах наблюдается почти одинаковое видовое разнообразие и обилие цианопрокариот и водорослей, изученные ЦВЦ различаются таксономической и экологической структурой.

В промышленной зоне в спектре жизненных форм ЦВЦ лидирующие позиции занимают формы отличающиеся устойчивостью к экстремальным условиям городского существования. В таксономической структуре доминантов ЦВЦ контрольной зоны присутствуют 7 представителей отдела Cyanoprokaryota, 5 – Chlorophyta и 1 – Xanthophyta. Тогда как в промышленной – 13 представителей отдела Cyanoprokaryota и 3 – Chlorophyta.

Ключевые слова: водоросли; цианопрокариоты; макроскопические разрастания.

Сведения об авторах: Ирина Евгеньевна Дубовик¹, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и ботаники; Арина Викторовна Проскуракова², аспирант кафедры экологии и ботаники Башкирского государственного университета; Марина Юрьевна Шарипова³, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и ботаники.

Место работы:^{1,3} Башкирский государственный университет.

Контактная информация:^{1,2,3} 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32, ¹e-mail: dubovikie@mail.ru; ²e-mail: arina-pro2010@yandex.ru; ³e-mail: sharipovamy@mail.ru.

Введение. Возросшее антропогенное влияние на окружающую среду стимулирует разработку новых и совершенствование существующих способов оценки качества ее основных компонентов: почвы, воздуха, воды. Групповой анализ сообществ цианопрокариот и водорослей «цветения» почвы – принципиально новый подход к биоиндикации с помощью фототрофных микроорганизмов (Ашихмина и др. 2006).

Групповой анализ сообществ цианопрокариот и водорослей «цветения» почвы основан на выявлении группового состава формирующих пленки «цветения» (Ашихмина и др. 2006). Наиболее ярко экологически значимые их функции проявляются при «цветении» почвы (Домрачева и др. 2013). Цианопрокариоты и водоросли-пленкообразователи (*Nostoc*, *Microcoleus* и др.) относятся к выносливым и широко распространенным (Кузяхметов 1987).

Зачастую цианопрокариоты и водоросли, в большинстве характеризующиеся микроскопическими размерами, дают макроскопические разрастания, хорошо различимые невооруженным глазом. В этом случае эти организмы могут выступать в роли детерминантов консорциев (Дубовик и др. 2008).

Макроскопические разрастания цианопрокариот и водорослей характерны для всех видов почв: сельскохозяйственных, целинных, городских. В городские почвы от различных источников поступают самые разнообразные вещества: тяжелые металлы, органические отходы, синтетические соединения, соли, пластмассы и т.д. (Домрачева и др. 2013). Основная масса металлов автотранспортного происхождения очень быстро попадает на поверхность почвы. Среди тяжелых металлов свинец считается одним из наиболее опасных загрязнителей природной среды. Сгорание этилированного топлива – основной источник свинца (Криворотов, Букарева 2005).

Используя групповой анализ макроскопических наземных разрастаний цианопрокариот и водорослей, можно судить о биологическом благополучии почв. Критерием неблагополучия биологического состояния почвы является монофикация сообществ с выпадением отдельных групп фототрофных микроорганизмов (Ашихмина и др. 2006). Показано, что альгоценозы нефтезагрязненных почв характеризуются унификацией видового состава, уменьшением численности клеток и биомассы цианопрокариот и водорослей, упрощением спектра экологических групп (Киреева и др. 2011).

Наиболее устойчивыми к городским поллютантам являются отдельные виды безгетероцистных цианопрокариот, которые в перспективе являются биоагентами-ремедиаторами. Также актуальна разработка методов биотестирования с использованием азотфиксирующих цианопрокариот (Домрачева и др. 2013; Дабах и др. 2013). Так, например, многовидовая структура биопленок *Nostoc commune* обеспечивает их полифункциональность и перспективы использования в качестве биоремедиаторов техногенно загрязненных почв (Домрачева и др. 2007).

Материалы и методы

Целью исследования явилось изучение структурных особенностей наземных цианопрокариотно-водорослевых макроскопических разрастаний в Орджоникидзевском районе

г. Уфы и его окрестностях на юго-западе (пос. Юматово). Для оценки техногенной нагрузки на почву был выбран Орджоникидзевский район Уфы, в котором сосредоточено 220 крупных и средних предприятий района. Контрольный район – пригород Уфы – пос. Юматово, расположенный в 25 км от центра города. Разрастания цианопрокариот и водорослей («цветение») обнаруживали визуально на поверхности почвы. Пробы отбирались и анализировались по общепринятой в альгологии методике (Кузяхметов, Дубовик 2001; Шарипова, Дубовик 2012). Использовали прямой учет цианопрокариот и водорослей в разрастаниях и культивирование изучаемых объектов на жидкой и агаризированной (1,5%) среде Громова № 6. Также применяли метод чашечных культур со «стеклами обрастания» (Шарипова, Дубовик 2012).

Результаты и обсуждение

Видовой состав цианопрокариот и водорослей почв г. Уфы и Уфимского района

Промышленный и контрольный районы в местах сбора образцов (вдоль дороги, на газонах или во дворах домов) имеют дерново-карбонатный тип почвы.

В результате проведенных исследований нами обнаружено 75 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, относящихся к 42 родам, 22 семействам, 12 порядкам и 6 классам из четырех отделов: Cyanophyta, Chlorophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta (табл. 1). Ведущая роль в сложении почвенных ЦВЦ принадлежит отделам Cyanophyta и Chlorophyta, на долю которых приходится 59% и 28% от общего числа выявленных видов почвенных цианопрокариот и водорослей. Меньшее число видов отмечалось в отделах Bacillariophyta и Xanthophyta – 9% и 4% соответственно (рис. 1).

Восемь семейств, наиболее крупных по числу видов, разновидностей и форм, включают 53 видовых и внутривидовых таксона. Из цианопрокариот богатством видов отличаются 4 семейства (Phormidiaceae, Nostocaceae, Pseudanabaenaceae, Microcystaceae), из зеленых ведущая позиция наблюдалась у 3-х (Chlorococcaceae, Chlamydomonadaceae, Ulotrichaceae). У диатомовых водорослей по числу таксонов доминирует одно семейство – Naviculaceae. На

остальные 14 семейств приходится 22 таксона (29,3%), к одновидовым относятся 8 семейств.

Желтозеленые водоросли включают два семейства – *Heterotrichaceae* и *Pleurochloridaceae*.

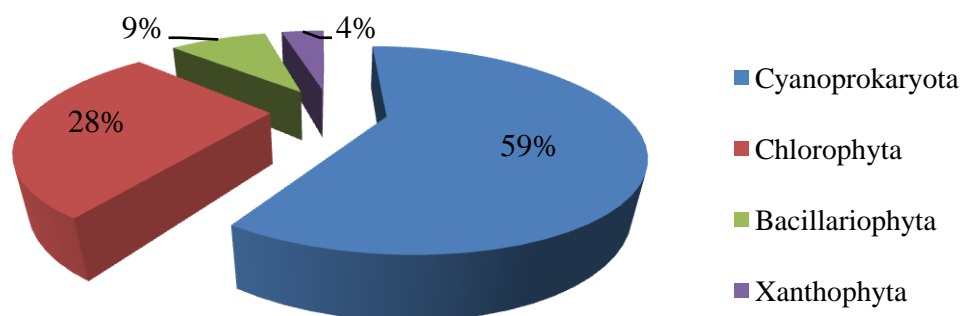


Рис. 1. Распределение видовых и внутривидовых таксонов почвенных цианопрокариот и водорослей по отделам

Таблица 1

Таксономический спектр ЦВЦ

Число	Отдел				Всего
	Cyanoprokaryota	Chlorophyta	Bacillariophyta	Xanthophyta	
Классов	1	2	1	2	6
Порядков	3	6	1	2	12
Семейств	9	9	2	2	22
Родов	20	15	4	3	42
Всего видов *	44	21	7	3	75

Примечание. * – здесь и далее термин «вид» включает и внутривидовые таксоны

Наибольшим числом таксонов представлены порядки *Oscillatoriales* – 30 видовых и внутривидовых таксонов, *Chlorococcales* – 8, *Raphales* – 7, *Nostocales* – 6.

Лидирующее положение по видовому разнообразию в почвенных цианопрокариотно-водорослевых ценозах (ЦВЦ) занимает семейство *Phormidiaceae* (21 вид и внутривидовой таксон). В число ведущих, кроме указанного, попадают 7 семейств: *Nostocaceae*, *Pseudanabaenaceae*, *Microcystaceae*, *Chlorococcaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Ulotrichaceae*, *Naviculaceae*. Они составляют 70,7% от сводного списка, остальные семейства содержат менее 4-х видов.

Основную долю ЦВЦ (42,7%) двух сравниваемых зон составляют виды родов: *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*, *Navicula*, *Oscillatoria*. Остальные содержат менее 3 видов. Так, шесть родов в исследованной альгофлоре являются двувидовыми, а большинство обнаруженных родов (31) – одновидовыми.

Проведенные сравнительные исследования в городе и пригороде показали, что по количеству видов ЦВЦ практически не отличались. В контрольной зоне (К) был обнаружен 51 вид цианопрокариот и водорослей, относя-

щихся к 31 роду, 19 семействам, 11 порядкам и 5 классам из четырех отделов: *Cyanoprokaryota* – 27 (52,9%), *Chlorophyta* – 14 (27,5%), *Bacillariophyta* – 7 (13,7%), *Xanthophyta* – 3 (5,9%). Ведущими семействами являлись *Phormidiaceae* (14 видов и внутривидовых таксонов), *Nostocaceae* (4), *Chlamydomonadaceae* (4), *Naviculaceae* (4), *Pseudanabaenaceae* (3), *Chlorococcaceae* (3), *Oscillatoriaceae* (3), *Nitzschiaceae* (3).

В промышленной зоне (П) было обнаружено 49 видов и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, относящихся к 30 родам, 19 семействам, 11 порядкам и 5 классам из четырех отделов *Cyanoprokaryota* – 27 (55,1%), *Chlorophyta* – 14 (28,6%), *Bacillariophyta* – 6 (12,2%), *Xanthophyta* – 2 (4,1%). Ведущими семействами являлись *Phormidiaceae* (12), *Pseudanabaenaceae* (4), *Microcystaceae* (4), *Ulotrichaceae* (4), *Naviculaceae* (3), *Nitzschiaceae* (3).

В почвах исследованных зон было выявлено 25 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, общих для промышленной и контрольной зон. Коэффициент сходства Сёренсена составляет 50%. В контрольной и промышленной зонах в формировании ядра ЦВЦ принимают участие как общие виды (*Leptolyngbya boryana*, *Phormidium*

autumnale, *Ph. breve*, *Hantzschia amphioxys* var. *amphioxys*, *H. amphioxys* var. *capitata*, *Navicula mutica* var. *mutica*, *N. pelliculosa*), так и различные. В контрольной зоне – *Chlorosarcina stigmatica*, *Oscillatoria jenensis*, *Chlorococcum infusioinum*, *Radiosphaera dissecta*; в промышленной – *Leptolyngbya angustissima*, *L. foveolarum*, *Navicula mutica* var. *ventricosa*, *Chlorochormidium flaccidum* var. *nitens*.

Обращает внимание довольно высокое разнообразие и встречаемость диатомей, которые весьма приспособлены к неблагоприятным факторам окружающей среды. Наиболее часто в составе сопутствующих видов в промышленной и контрольной зонах встречались: *Navicula mutica* var. *ventricosa*, *Navicula mutica* var. *mutica*, *Navicula pelliculosa*, *Hantzschia amphioxys* var. *amphioxys*, *Hantzschia amphioxys* var. *capitata*. Также в пос. Юматово в число часто сопутствующих видов входят *Phormidium breve*, *Oscillatoria jenensis* и *Radiosphaera dissecta*.

Необходимо отметить *Hantzschia amphioxys*, которая в Орджоникидзевском районе имеет 100% встречаемости в разрастаниях просмотренных проб, а в пос. Юматово – 90%. Это можно объяснить высокой устойчивостью к антропогенной нагрузке по сравнению с другими представителями диатомей (Кондакова, Домрачева 2007; Киреева и др. 2011; Фазлутдинова, Суханова 2014).

По результатам наших исследований к классу устойчивых к загрязнению можно отне-

сти следующие виды цианопрокариот и водорослей: *Phormidium autumnale*, *Leptolyngbya boryanum*, *Leptolyngbya angustissima*, *Hantzschia amphioxys* var. *amphioxys*, *Hantzschia amphioxys* var. *capitata*, *Navicula mutica* var. *mutica*, *Navicula pelliculosa*. Полученные нами данные совпадают с результатами исследований И. Е. Дубовик и др. (2008), И. П. Климиной (2011), Л. И. Домрачевой и др. (2013).

Экологический анализ позволил выявить общую формулу спектра экобиоморф для изученных организмов:

$\text{Hydr}_{15}\text{P}_{12}\text{Ch}_{11}\text{C}_8\text{V}_6\text{amph}_6\text{H}_5\text{CF}_5\text{M}_3\text{X}_3\text{PF}_1$. Для Орджоникидзевского района характерен спектр экобиоморф

$\text{ЦВЦ}_9\text{Hydr}_8\text{Ch}_6\text{V}_6\text{H}_5\text{C}_4\text{M}_3\text{amph}_3\text{CF}_2\text{X}_2\text{PF}_1$, а для пос. Юматово –

$\text{Hydr}_{11}\text{Ch}_8\text{P}_7\text{V}_6\text{C}_6\text{amph}_4\text{CF}_4\text{H}_3\text{M}_1\text{X}_1$.

Исследование представителей ЦВЦ, образующих пленки и разрастания (детерминанты консорции), позволило обнаружить 26 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, они составляют 15 родов, 11 семейств, 6 порядков и 3 класса из трех отделов: *Cyanoprokaryota*, *Chlorophyta*, *Xanthophyta* (табл. 2). Ведущая роль принадлежит отделу *Cyanoprokaryota* (65%) – на долю безгетероцитных ЦП приходится 50%, а гетероцитных ЦП – 15% от общего числа выявленных видов почвенных цианопрокариот и водорослей. Меньшее число видов принадлежит водорослям отделов *Chlorophyta* и *Xanthophyta* – 31% и 4% соответственно (рис. 2).

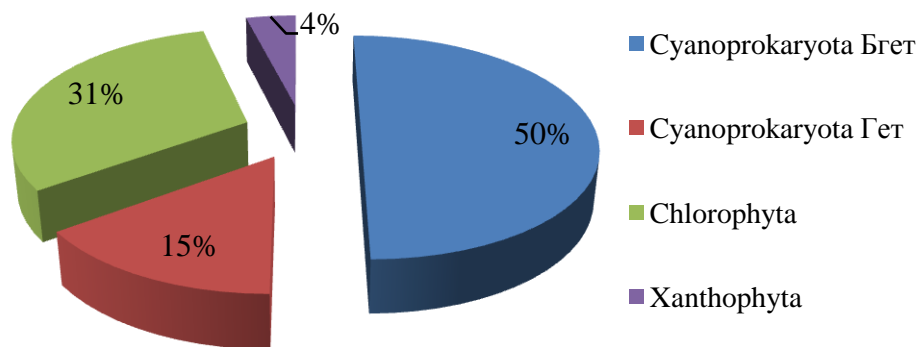


Рис. 2. Распределение детерминантов консорции напочвенных цианопрокариот и водорослей по отделам

Пять семейств, наиболее разнообразных по числу видов, разновидностей и форм, включают 20 таксонов ниже рода. Из цианопрокариот богатством видов отличаются семейства: *Phormidiaceae* (9 видов и внутривидовых таксонов), *Nostocaceae* (4 вида), *Pseudanabaenaceae* (3 вида) – они составляют 61,5% от сводного списка, остальные семейства содержат менее

3 видов. Из зеленых ведущая позиция наблюдалась у 2-х семейств – *Chlorococcaceae* (2 вида) и *Ulotrichaceae* (2 вида). На остальные 6 семейств (одновидовые) приходится 6 таксонов (23%), к которым относится и единственное семейство *Heterotrichaceae* отдела желтозеленых водорослей.

Наибольшим числом таксонов представлены порядки Oscillatoriales – 13 видовых и внутривидовых таксонов, Nostocales – 4, Chlorococcales – 4.

Основную долю ЦВЦ в напочвенных макроскопических разрастаниях (50%) двух сравниваемых зон составляют виды родов: *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*, остальные содержат менее 3-х видов: род *Microcoleus* в исследованной альгофлоре являются двувидовым, а большинство обнаруженных родов (11) – одновидовыми. В одном макроскопическом разрастании ЦП и водорослей могут участвовать от 1 до 4 видов доминантов. Коэффициент сходства Сёрнсена между детерминантами консорциев различных зон составляет 21%.

Отличительной особенностью макроскопических разрастаний в контроле является наличие нитчатой желтозеленой водоросли в роли детерминанта консорции – *Heterothrix exilis*. Известно, что представители этого отдела наиболее чувствительны к загрязнению и их присутствие указывает на чистоту почвы (Штина и др. 1998; Ашихмина и др. 2006).

Наиболее часто в составе доминантов разрастаний на исследованных участках встречались: *Leptolyngbya boryana* и *Phormidium autumnale*. Так же *Leptolyngbya angustissima* и *Nostoc pruniforme* доминировали в Орджоникидзевском районе, *Chlorosarcina stigmatica* и *Crucigenia quadrata* – в пос. Юматово.

Таблица 2

Состав доминирующих цианопрокариот и водорослей в разрастаниях

Места отбора проб	Отделов	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видов
Орджоникидзевский район	2	2	4	6	8	16
Пос. Юматово	3	3	5	9	11	13

Сравнение спектра экобиоморф ЦВЦ для доминантов макроскопических разрастаний контрольной ($CF_3CH_3P_2Hydr_1amph_1M_1X_1H_1$) и промышленной зон ($P_6Hydr_3M_2H_2Ch_1amph_1CF_1$) показало их значительное различие. Так, в загрязненной зоне в спектре жизненных форм лидирующие позиции занимают безгетероцитные представители Р-формы, отличающиеся устойчивостью к экстремальным условиям городского существования. В наземных разрастаниях при «цветении» почвы, включая феномен зимнего «цветения», именно цианопрокариоты являются доминирующими в различных зонах антропогенного загрязнения города и пригорода (Дубовик и др. 2008; Домрачева и др. 2013). В нашем исследовании выявлено, что детерминантами консорциев в различных зонах антропогенного загрязнения являются цианопрокариоты: в Орджоникидзевском районе они составляют 81,2%, в пос. Юматово их количество уменьшилось до 54%. Также в «цветении» почвы в промышленном районе участвуют доминирующие виды цианопрокариот и водорослей из отделов: Суанопрокариота и Chlorophyta, тогда как в пос. Юматово – трех отделов: Суанопрокариота, Chlorophyta и Xanthophyta.

По результатам нашего исследования можно констатировать, что пос. Юматово является более чистым в экологическом отношении по сравнению с промышленным районом и менее подвержен городским поллютантам.

Заключение

В макроскопических напочвенных разрастаниях на территории города Уфы (промышленная зона) и ее окрестностей (пос. Юматово – контрольная зона) выявлено 75 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей. Преобладают представители отдела Суанопрокариота.

Хотя в промышленной и контрольной зонах наблюдается почти одинаковое видовое разнообразие и обилие цианопрокариот и водорослей, изученные ЦВЦ различаются таксономической и экологической структурой.

Так, в промышленной зоне в спектре жизненных форм ЦВЦ лидирующие позиции занимают формы, отличающиеся устойчивостью к экстремальным условиям городского существования, в первую очередь засухоустойчивостью. В таксономической структуре доминантов ЦВЦ контрольной зоны присутствуют 7 представителей отдела Суанопрокариота, Chlorophyta – 5, Xanthophyta – 1. В промышленной зоне 13 представителей отдела Суанопрокариота и 3 – Chlorophyta.

По морфотипам в макроскопических разрастаниях в различных районах исследования преобладают нитчатые формы цианопрокариот и водорослей. Наиболее часто в роли детерминантов консорциев выступают цианопрокариоты, доля которых в промышленной зоне города составляет 81,2%, в контрольной зоне – 54%. Заслуживает внимания наличие в пос. Юматово

в напочвенных разрастаниях желтозеленых водорослей. В одном макроскопическом разрастании могут участвовать от 1 до 4 видов доминантов цианопрокариот в разных сочетаниях.

ЛИТЕРАТУРА

- Ашихмина Т. Я., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Калинин А. А., Вараксина А. И., Огородникова С. Ю. 2006. Эколого-аналитический мониторинг антропогенно-нарушенных почв // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 14, 153–169.
- Дабах Е. В., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Злобин С. С. 2013. Альго-микологическая оценка состояния почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Почвоведение. 2, 187–194.
- Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Пегушина О. А., Фокина А. И. 2007. Биоплёнки *Nostoc commune* – особая микробная сфера // Теоретическая и прикладная экология. 1, 15–19.
- Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Зыкова Ю. Н., Ефремова В. А. 2013. Цианобактерии городских почв // Принципы экологии. Т. 4. Вып. 2, 10–27.
- Дубовик И. Е., Киреева Н. А., Закирова З. Р., Климина И. П. 2008. Макроскопические разрастания водорослей и сопутствующие им микромицеты // Альгология. Т. 18, Вып 1, 51–56.
- Киреева Н. А., Дубовик И. Е., Якупова А. Б. 2011. Влияние различных способов биоремедиации на альгоценозы нефтесеквестрированных почв // Почвоведение. 11, 1375–1385.
- Климина И. П. 2011. Эпифитные сообщества цианопрокариот, водорослей и микроскопических грибов древесных растений г. Уфы и возможность их использования в биоиндикации: Дис. ... канд. биол. наук. Уфа.
- Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. 2007. Флора Вятского края. Часть 2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: ОАО «Кировская областная типография».
- Криворотов С. Б., Букарева О. В. 2005. Почвенные водоросли как биоиндикаторы загрязнения почв охраняемых территорий северо-западного Кавказа тяжелыми металлами // Успехи современного естествознания. 11, 12–15.
- Кузьяхметов Г. Г. 1987. О стратегиях жизни почвенных водорослей // Актуальные проблемы современной альгологии: тез. докл. I Всесоюз. конф. Киев: Наукова думка.
- Кузьяхметов Г. Г., Дубовик И. Е. 2001. Методы изучения почвенных водорослей: учебное пособие. Уфа: Изд-во БашГУ.
- Фазлутдинова А. И., Суханова Н. В. 2014. Состав диатомовых водорослей в зоне влияния нефтепромысловых компонентов // Экология. 3, 197–203.
- Шарипова М. Ю., Дубовик И. Е. 2012. Современные методы альгологии: учебное пособие. Уфа: Изд-во БашГУ.
- Штина Э. А., Зенова Г. М., Манучарова Н. А. 1998. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. 12, 1449–1461.

REFERENCES

- Ashikhmina T. Y., Domracheva L. I., Kondakova L. V., Dabagh E. V., Cantor G. Y., Kalinin A. A., Varaksina A. I. Ogorodnikov S. Yu. In: Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Vyatka State University]. Vol. 14 (2006): 153–169. (In Russian).
- Dabagh E. V., Domracheva L. I., Kondakova L. V., Zlobin S. S. In: Pochvovedenie [Soil sciences]. Vol. 2 (2013): 187–194. (In Russian).
- Domracheva L. I., Kondakova L. V., Pegushin O. A., Fokina A. I. In: Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya [Theoretical and applied ecology]. Vol. 1 (2007): 15–19. (In Russian).
- Domracheva L. I., Kondakova L. V., Zyкова Yu. N., Efremova V. A. In: Principy jekologii [Environmental principles]. Vol. 4(2) (2013): 10–27. (In Russian).
- Dubovik I. E., Kireeva N. A., Zakirova Z. R., Klimina I. P. In: Al'gologija [Algology]. Vol. 18(1) (2008): 51–56. (In Russian).
- Kireeva N. A., Dubovik I. E., Yakupov A. B. In: Pochvovedenie [Soil sciences]. Vol. 11 (2011): 1375–1385. (In Russian).
- Klimina I. P. Ehpifitnye soobshchestva cianoprokariot vodoroslej i mikroskopicheskikh gribov drevesnykh rastenij g ufy i vozmozhnost ih ispolzovaniya v bioindikacii: Diss. ... kand. biol. nauk. [Epiphytic community cyanoprocaryot, algae and microscopic fungi woody plants in Ufa and the possibility of their use in bioindication: A Thesis for the degree of the Candidate of Biological Sciences]. Ufa, 2011. (In Russian).
- Kondakova L. V., Domracheva L. I. Flora vyatskogo kraja. Chast 2. Vodorosli. Vidovoj sostav, specifika, vodnyh i pochvennyh biocenozov [Flora of Vyatka region. Part 2. Algal.]. Kirov: Kirov Publ. House, 2007. (In Russian).
- Krivorotov S. B., Bukareva O. V. In: Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya [Successes of modern science]. Vol. 11 (2005): 12–15. (In Russian).
- Kuzyahmetov G. G. In: Aktualnye problemy sovremennoj algologii: tezisy dokladov pervoy vsesojuznoi konferencii [Actual problems of modern algology: reports of the first all-union conference]. Kiev: Naukova Dumka Publ. House, 1987. (In Russian).
- Kuzyahmetov G. G., Dubovik I. E. Metody izucheniya pochvennykh vodoroslej: uchebnoe posobie [Methods for studying soil algae: Textbook]. Ufa: Bashkir State University Publ. House, 2001. (In Russian).
- Fazludinova A. I., Sukhanov, N. V. 2014. In: Ekologija [Ecology]. Vol. 3 (2014): 197–203. (In Russian).
- Sharipova M. Y. u., Dubovik I. E. Sovremennye metody al'gologii: uchebnoe posobie [Modern methods algology: Textbook] Ufa: Bashkir State University Publ. House, 2012. (In Russian).
- Shtina E. A., Zenova G. M., Manucharova N. A. In: Pochvovedenie [Soil sciences]. Vol. 12 (1998): 1449–1461. (In Russian).

I. E. Dubovik, A. V. Proskuryakova, M. Y. Sharipova
Ufa, Russia

TAXONOMIC AND ECOLOGICAL COMPOSITION OF SURFACE SOIL CYANOPROCARIOTIC-ALGAL MACROSCOPIC EXPANSIONS IN THE CITY OF UFA AND ITS SURROUNDINGS

Abstract. The ecological and taxonomic characteristics as well as the structure of cyanoprocaryotic-algal macroscopic expansions on the territory of Ufa (industrial zone) and in Ufa region (village Yumatovo-control zone) have been studied.

The study is based on classical algology methods.

In macroscopic surface soil expansions on the territory of the industrial zone and in the control zone 75 specific and intraspecific taxons of cyanoprocaryotes and algae have been identified. The representatives of the group Cyanoprocaryota predominate. Heterocyte-free cyanoprocaryotes act as dominants most often. The presence of the representatives of Xanthophyta group in surface soil expansions in Yumatovo is noteworthy. The number of dominants in the expansions vary in the range of 1 to 4 for specific and intraspecific taxons in different combinations.

The main part of cyanoprocaryotic-algal cenoses (CAC) in soil macroscopic expansions of the two zones compared are the species of the families *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*. The coefficient of similarity of Sørensen between the determinants of consortium of different zones is 21%. A distinctive peculiarity of macroscopic expansions in the control zone is the presence of thread-like yellow-green algae acting as the consortium determinant - *Heterothrix exilis*. *Leptolyngbya boryana* and *Phormidium autumnale* occurred most often as a component part of expansions dominants on the territories studied. *Leptolyngbya angustissima* and *Nostoc pruniforme* predominated in the industrial zone while *Chlorosarcina stigmatica* and *Crucigenia quadrata* in the control zone. Although nearly the same species diversity and the abundance of cyanoprocaryota and algae are observed in the industrial and control zones, the CAC investigated differ in their taxonomic and ecological structure.

Thus, in the industrial zone in the spectrum of CAC life forms the leading positions belong to the forms characterized by stability to extreme conditions of the city life. In the taxonomic structure of CAC dominants of the control zone there are 7 representatives of the group Cyanoprocaryota, 5 – of Chlorophyta, 1 – of Xanthophyta. In the industrial zone there are 13 representatives of the Cyanoprocaryota group and 3 – of Chlorophyta.

Key words: algae; cyanoprocaryotes; macroscopic expansions.

About the authors: Irina Evgenievna Dubovik¹, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor at the Department of Ecology and Botany; Arina Victorovna Proskuryakova², postgraduate at the Department of Ecology and Botany Bashkir State University; Marina Yurevna Sharipova³, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor at the Department of Ecology and Botany.

Place of employment: ^{1,3}Bashkir State University.

Дубовик И. Е., Проскурякова А. В., Шарипова М. Ю. Таксономический и экологический состав напочвенных цианопрокариотно-водорослевых макроскопических разрастаний г. Уфы и ее окрестностей // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 6–12.

Dubovik I. E., Proskuryakova A. V., Sharipova M. Y. Taxonomic and ecological composition of surface soil cyanoprocaryotic-algal macroscopic expansions in the city of Ufa and its surroundings // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 6–12.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО И ГИДРОБОТАНИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ УЧАСТКА БАСЕЙНА РЕКИ КАЗЫМ В ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «НУМТО»

Аннотация. Приведены результаты изучения водной среды и видового состава гидромакрофитов в 21 водном объекте природного парка «Нумто» (бассейн реки Казым, Белоярский район, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область). Исследованные водные объекты имели гидрокарбонатно-кальциевую, ультрапресную, мягкую воду. Минерализация воды составляла 0,01–0,07 г/дм³, жёсткость – 0,04–0,76 мг-экв/дм³, рН = 5,5–7,3, цветность – 13–226 градусов по хром-кобальтовой шкале, общая щёлочность – 0,04–0,88 ммоль/дм³. Содержание растворимых форм свинца в воде находилось в пределах 0,07–1,04 мкг/дм³, никеля – 0,09–1,93 мкг/дм³, кадмия – 0,03–0,07 мкг/дм³, хрома – 0,22–0,83 мкг/дм³, цинка – 3,89–37,60 мкг/дм³, меди – 0,13–0,63 мкг/дм³, марганца – 2,07–36,82 мкг/дм³, железа – 7,91–2215,50 мкг/дм³. Содержание нефтяных углеводородов не превышало 0,05 мг/дм³. Всего в водных объектах отмечен 51 вид гидромакрофитов. Впервые для флоры природного парка приведены *Batrachospermum moniliforme*, *Spirogyra decimina*, *S. gracilis*, *S. hassallii*, *S. inflata*, *S. insignis*, *S. tenuissima*, *S. varians*, *Mougeotia genuflexa*, *Zygonium ericetorum*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Stigeoclonium tenue*, *Nitella flexilis*. Отмеченные новые местонахождения *Polytrichastrum pallidisetum*, *Isoëtes setacea* являются самыми северными в Сибири. Установлено контрастное несходство формационных составов растительности долинных и водораздельных озёр, обусловленное экологическими различиями этих двух типов водных объектов. Для оценки влияния недропользования на водные экосистемы рекомендованы мониторинговые озёра, в которых выявлены популяции следующих индикаторных видов: *Nitella flexilis*, *Batrachospermum moniliforme*, *Zygonium ericetorum*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. obtusum*, *S. subfulvum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Polytrichastrum pallidisetum*, *Warnstorfia exannulata*, *Isoëtes setacea*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Sagittaria natans*, *Sparganium minimum*.

Ключевые слова: гидромакрофиты; водные экотопы; минерализация; жёсткость; активная реакция; тяжёлые металлы; нефтяные углеводороды; фитомониторинг; индикаторные виды; природный парк «Нумто»; Ханты-Мансийский автономный округ.

Сведения об авторах: Борис Фёдорович 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, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22; тел. 8(3462)763098; e-mail: bosviri@mail.ru¹; e-mail: murashko.yu@mail.ru²; e-mail: tatyanasv29@yandex.ru³.

В июле 2016 г. на территории природного парка «Нумто» (Белоярский р-н, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская обл.) было выполнено гидрохимическое и гидробиотаническое изучение 21-го водного объекта. Работы выполнены на участке бассейна р. Казым, расположенном с юга на север от 63°28' с.ш. до 63°51' с.ш., и с запада на восток от 70°29' в.д. до 70°56' в.д. Всего обследовано 17 долинных озёр, 3 водораздельных озера на коренных берегах долины р. Казым, а также участок р. Казым протяженностью до 50 км (рис. 1). Целью работы являлось изучение экологической толерантности видов гидромакрофитов к ведущим параметрам водной среды в связи с разработкой системы фитоиндикации экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины на основе инфор-

мации об индикационных свойствах гидрофильных растений из различных систематических групп (Свириденко и др. 2011; Свириденко, Мамонтов 2012; Свириденко и др. 2015; Свириденко и др. 2016).

Методика исследований. Гидрохимический анализ проб заключался в исследовании основных физико-химических показателей воды, катионного и анионного состава водной среды, содержания в ней нефтепродуктов и тяжёлых металлов. Отбор проб воды в обследованных водных объектах проводили из верхнего горизонта водной толщи с глубины 30–100 см. В число показателей, которые определялись для всех проб воды, входили: цветность, водородный показатель (рН), щёлочность, качественный и количественный ионный состав, массовые концентрации тяжёлых металлов

(Fe, Pb, Ni, Zn, Cd, Cr, Cu, Mn) и нефтяных углеводородов (нефтепродуктов).

Цветность воды определяли в градусах цветности относительно хром-кобальтовой шкалы фотометрическим методом с использованием светофильтра с длиной волны 413 нм в кварцевых кюветах (Цветность... 2008). Для измерения водородного показателя использовали анализатор воды «Анион 7000» из переносной комплект-лаборатории «Обь» с электрохимической ячейкой, состоящей из стеклянного и хлорсеребряного электродов. Настройку электродной системы проводили по стандартному набору буферных растворов, приготовленных из стандарт-титров (Количественный... 2004). Щелочность определяли методом, основанным на измерении потенциала электрохимической ячейки, состоящей из ионселективного стек-

лянного электрода, и электрода сравнения в точке эквивалентности при титровании исследуемой воды соляной кислотой до заданного значения pH (Вода... 2008, 2009). 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 (Сборник... 2012). Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щелочности и общей щелочности, применяя соотношения и расчетные формулы (Вода... 2008, 2009).

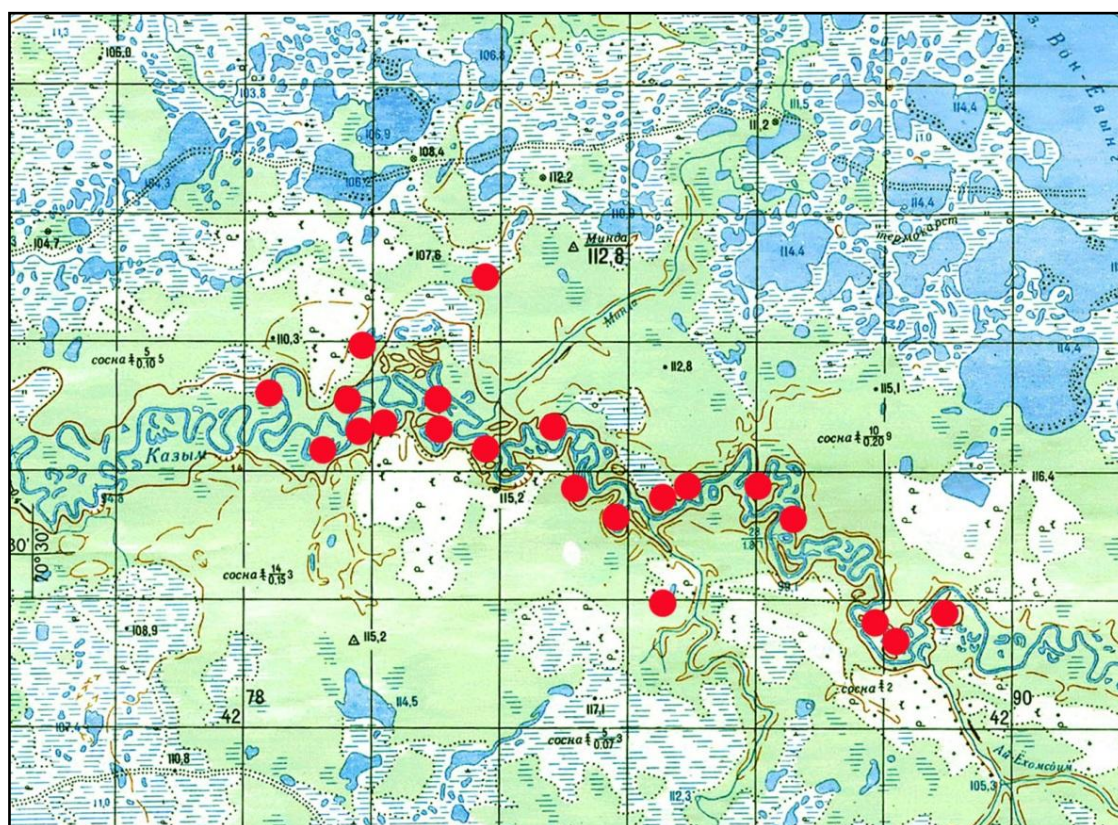


Рис. 1. Местонахождение изученных водных объектов на участке бассейна р. Казым

Определение тяжелых металлов в пробах воды выполняли методом атомной абсорбции на спектрометре МГА-915 МД (Количественный... 2013). Суммарное содержание нефтепродуктов в пробах воды определяли на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М» флуориметрическим методом в гексановом экстракте (Количественный... 2012).

Гидрботаническое изучение выполнено по общепринятым методикам (Корчагин 1976;

Катанская 1981). Для сохранения образцов растений в таксономической коллекции применялась гербаризация и влажная фиксация в этаноле.

Изучение таксономической принадлежности собранных образцов растений в лабораторных условиях выполнялось с использованием микроскопов Альтами СПМ 0880, Levenhuk, Альтами Био-1 с 80–1000-кратным увеличением. Фотографии талломов и их фрагментов, гаметангиев, зигоспор, ооспор и других репро-

дуктивных структур макроскопических водорослей получены с помощью цифровых видеоокуляров DCM и CMOS 5100 KPA. Измерения клеток и гаметангиев выполнялись с применением программы Score Photo. Образцы видов высших гидрофитов и макроскопических водорослей определены по соответствующим руководствам (Определитель... 1951–1983; Абрамова и др. 1961; Wood, Imahori 1964, 1965; Савич-Любицкая, Смирнова 1968, 1970; Kadlubowska 1984; Флора... 1988–2003; Krause 1997; Рундина 1998; Игнатов, Игнатова 2003, 2004; Свириденко, Свириденко 2010; Свириденко, Мамонтов 2012). Авторы признательны научным сотрудникам Ботанического института РАН О. М. Афоной, Е. Ю. Кузьминой и Ю. А. Мамонтову за помощь в определении некоторых образцов печеночников и мхов. Латинские названия видов макроскопических водорослей приведены в статье согласно «Определителю пресноводных водорослей СССР» (Определитель... 1951–1983), видов гидрофильных мхов – по работе М. С. Игнатова и О. М. Афоной (1992), видов сосудистых гидрофитов – по работе С. К. Черепанова (1995). Классификация водной макрофитной растительности выполнена в соответствии с эколого-физиономическим методом, в основе которого учитываются такие диагностические признаки растительных группировок, как состав доминантов-эдификаторов, их экологическая толерантность, степень флористической насыщенности, преобладающие биоморфы, ярусное сложение, условия гидроэкотопов (Свириденко 2000).

Результаты и их обсуждение

Гидрохимический анализ проб воды позволил отметить, что исследованные водные объекты имели почти исключительно гидрокарбонатно-кальциевую (редко хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевую), ультрапресную, мягкую воду: общая минерализация составляла 0,01–0,07 г/дм³, общая жесткость – 0,04–0,76 мг-экв/дм³. Водородный показатель pH варьировал в пределах 5,5–7,3, цветность воды менялась от 13 до 226 градусов по хром-кобальтовой шкале, общая щелочность – от 0,04 до 0,88 ммоль/дм³. Содержание растворимых форм некоторых тяжелых металлов в воде было ниже значений ПДК, установленных для рыбохозяйственных водоемов (Приказ... 2010). Например, содержание свинца составляло 0,07–1,04 мкг/дм³ (ПДК 6 мкг/дм³), никеля –

0,09–1,93 мкг/дм³ (ПДК 10 мкг/дм³), кадмия – 0,03–0,07 мкг/дм³ (ПДК 5 мкг/дм³), хрома – 0,22–0,83 мкг/дм³ (ПДК 20 мкг/дм³), меди – 0,13–0,63 мкг/дм³ (ПДК 1 мкг/дм³). В очень широком диапазоне варьировало содержание растворимых форм железа – 7,9–2215,5 мкг/дм³ (ПДК 100 мкг/дм³), т.е. максимальная концентрация превышала ПДК в 22 раза. Превышение ПДК в отдельных водных объектах отмечено также для цинка – 3,89–37,60 мкг/дм³ (ПДК 10 мкг/дм³) и марганца – 2,07–36,82 мкг/дм³ (ПДК 10 мкг/дм³). Суммарное содержание нефтяных углеводородов (нефтепродуктов) в обследованных водных объектах соответствовало фоновым значениям для природных водных объектов лесной зоны Тюменской области и по абсолютной величине составляло 0,01–0,05 мг/дм³, т.е. не превышало норматив, утвержденный Государственным комитетом РФ по рыболовству (0,05 мг/дм³) (Приказ... 2010).

Всего за период экспедиционных работ в изученных водных объектах отмечен 51 вид гидромакрофитов из 31 рода, 27 семейств, 8 отделов (табл. 1). Ведущими отделами по числу видов являются Magnoliophyta (23 вида, 14 родов, 12 семейств), Bryophyta (11 видов, 6 родов, 4 семейства) и Chlorophyta (11 видов, 5 родов, 5 семейств). На долю этих 3 отделов приходится почти 90% всех отмеченных видов. В составе флоры гидромакрофитов территории исследований в перечень ведущих семейств по числу видов включены *Spirogyraceae* (7 видов), *Sphagnaceae* (5 видов), *Potamogetonaceae* (5 видов), *Cyperaceae* (5 видов), *Amblystegiaceae* (4 вида), объединяющие 49% всех видов.

Для природного парка «Нумто» ранее было приведено 28 видов гидрофильных высших растений: *Sagittaria natans*, *Cicuta virosa*, *Calla palustris*, *Subularia aquatica*, *Callitriche palustris*, *Carex acuta*, *C. aquatilis*, *C. chordorrhiza*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. rotundata*, *C. vesicaria*, *Eleocharis palustris*, *Eriophorum polystachion*, *E. russeolum*, *Equisetum fluviatile*, *Utricularia intermedia*, *U. minor*, *U. vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Nuphar lutea*, *N. pumila*, *Glyceria maxima*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton tenuifolius* (форма *Potamogeton alpinus*), *Caltha palustris*, *Comarum palustre* (Валеева и др. 2008). Кроме того, в оз. Танаешлор было известно местонахождение редкого на Западно-Сибирской равнине плауна *Isoetes setacea* (Красная книга... 2013).

Таблица 1

Таксономический состав водной макрофитной флоры изученного участка бассейна р. Казым

Отделы	Семейства	Виды
1. Rhodophyta	1. <i>Batrachospermaceae</i>	1. <i>Batrachospermum moniliforme</i>
2. Chlorophyta	2. <i>Spirogyraceae</i>	2. <i>Spirogyra decimina</i>
		3. <i>Spirogyra gracilis</i>
		4. <i>Spirogyra hassallii</i>
		5. <i>Spirogyra inflata</i>
		6. <i>Spirogyra insignis</i>
		7. <i>Spirogyra tenuissima</i>
		8. <i>Spirogyra varians</i>
	3. <i>Mougeotiaceae</i>	9. <i>Mougeotia genuflexa</i>
	4. <i>Zygnemataceae</i>	10. <i>Zygonium ericetorum</i>
	5. <i>Cladophoraceae</i>	11. <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>
	6. <i>Chaetophoraceae</i>	12. <i>Stigeoclonium tenue</i>
3. Charophyta	7. <i>Nitellaceae</i>	13. <i>Nitella flexilis</i>
4. Marchantiophyta	8. <i>Scapaniaceae</i>	14. <i>Scapania paludicola</i>
	9. <i>Cephaloziaceae</i>	15. <i>Cladopodiella fluitans</i>
5. Bryophyta	10. <i>Sphagnaceae</i>	16. <i>Sphagnum cuspidatum</i>
		17. <i>Sphagnum fallax</i>
		18. <i>Sphagnum obtusum</i>
		19. <i>Sphagnum squarrosum</i>
		20. <i>Sphagnum subfulvum</i>
	11. <i>Polytrichaceae</i>	21. <i>Polytrichastrum pallidisetum</i>
	12. <i>Bryaceae</i>	22. <i>Pohlia wahlenbergii</i>
	13. <i>Amblystegiaceae</i>	23. <i>Calliergon giganteum</i>
		24. <i>Calliergon megalophyllum</i>
		25. <i>Drepanocladus aduncus</i>
		26. <i>Warnstorfia exannulata</i>
6. Lycopodiophyta	14. <i>Isoëtaceae</i>	27. <i>Isoëtes setacea</i>
7. Equisetophyta	15. <i>Equisetaceae</i>	28. <i>Equisetum fluviatile</i>
8. Magnoliophyta	16. <i>Nymphaeaceae</i>	29. <i>Nymphaea tetragona</i>
		30. <i>Nuphar pumila</i>
	17. <i>Polygonaceae</i>	31. <i>Persicaria amphibia</i>
	18. <i>Rosaceae</i>	32. <i>Comarum palustre</i>
	19. <i>Haloragaceae</i>	33. <i>Myriophyllum verticillatum</i>
	20. <i>Menyanthaceae</i>	34. <i>Menyanthes trifoliata</i>
	21. <i>Lentibulariaceae</i>	35. <i>Utricularia intermedia</i>
		36. <i>Utricularia vulgaris</i>
	22. <i>Callitrichaceae</i>	37. <i>Callitriche palustris</i>
	23. <i>Alismataceae</i>	38. <i>Sagittaria natans</i>
	24. <i>Potamogetonaceae</i>	39. <i>Potamogeton alpinus</i>
		40. <i>Potamogeton berchtoldii</i>
		41. <i>Potamogeton gramineus</i>
42. <i>Potamogeton obtusifolius</i>		
43. <i>Potamogeton pusillus</i>		
25. <i>Cyperaceae</i>	44. <i>Eriophorum polystachion</i>	
	45. <i>Carex aquatilis</i>	
	46. <i>Carex lasiocarpa</i>	
	47. <i>Carex rostrata</i>	
	48. <i>Carex rhynchophysa</i>	
26. <i>Araceae</i>	49. <i>Calla palustris</i>	
27. <i>Sparganiaceae</i>	50. <i>Sparganium emersum</i>	
	51. <i>Sparganium minimum</i>	

Полученные нами материалы дополнили информацию о гидрофильных видах растений природного парка «Нумто», в частности, были отмечены новые местонахождения видов высших растений, распространенных в водных объектах лесной и лесотундровой ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины: *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton bertholdii*, *P. gramineus*, *P. obtusifolius*, *P. pusillus*, *Sparganium emersum*, *S. minimum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. obtusum*, *S. squarrosum*, *S. subfulvum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Calliergon giganteum*, *C. megalophyllum*, *Drepanocladus aduncus*, *Warnstorfia exannulata*, *Scapania paludicola*, *Cladopodiella fluitans*. Помимо того, находка мха *Polytrichastrum pallidisetum* в природном парке «Нумто» является самой северной в Сибири, поскольку этот вид известен только в южных районах (Игнатов, Игнатова 2003). Новое местонахождение плауна *Isoetes setacea* является вторым из известных в природном парке «Нумто», третьим – в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (Красная книга... 2013), самым северным в Сибири (Флора Сибири 1988). Этот вид-индикатор высокого качества поверхностных вод должен стать объектом мониторинга на территории природного парка, где активно ведется нефтедобыча.

Впервые для флоры водных объектов природного парка «Нумто» приведены красная водоросль *Batrachospermum moniliforme* и зеленые водоросли *Spirogyra decimina*, *S. gracilis*, *S. hassallii*, *S. inflata*, *S. insignis*, *S. tenuissima*, *S. varians*, *Mougeotia genuflexa*, *Zygonium ericetorum*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Stigeoclonium tenue*. В одном из озер была обнаружена стабильная популяция *Nitella flexilis* – представителя харовых водорослей, проникающего в лесотундровую и тундровую ботанико-географические зоны Западно-Сибирской равнины (Свириденко, Свириденко 2016б). Этот редкий в Ханты-Мансийском автономном округе вид, обнаруженный вблизи северной границы ареала, заслуживает включения в следующий выпуск региональной Красной книги. Необходимо также организация мониторинга состояния популяции *Nitella flexilis* в долине р. Казым и поиск новых популяций этого вида в природном парке «Нумто».

Всего с учетом опубликованных данных в природном парке «Нумто» насчитывается 65 видов гидрофильных макроскопических растений, что не превышает 29% видов от состава

этой габитуально-экологической группы в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (Свириденко, Свириденко 2015). Относительная бедность водной макрофитной флоры природного парка «Нумто» определяется низкой экологической емкостью гидроэкоотопов этой территории. В числе лимитирующих факторов можно отметить малую обеспеченность водной и грунтовой сред минеральными соединениями, необходимыми для развития гидрофильных растений, низкую температуру и прозрачность воды в короткий вегетационный период, промерзание многих гидроэкоотопов до дна в зимние сезоны.

Изученная территория находится в пределах ледниковой части Западно-Сибирской равнины, освободившейся от ледового покрова к началу голоцена. В связи с этим в ходе естественного расселения на эту территорию еще не проникли многие широкоареальные виды, в том числе *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Lemna trisulca*, *L. minor*, распространенные во внеледниковой части Западно-Сибирской равнины. Данная биогеографическая закономерность отмечалась и для других природных парков Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Свириденко, Свириденко 2006, 2009а, 2009б, 2016а). В настоящее время эти виды активно расселяются по ледниковой части благодаря антрополической деятельности, проникая вдоль коммуникаций (автомобильных и железных дорог, линий электропередач, нефте- и газопроводов) даже значительно севернее природных парков «Нумто» и «Сибирские Увалы», например, в Ямало-Ненецком автономном округе (Ефремов и др. 2013). В связи с этим высока вероятность их инвазии в ближайшее время также и в экосистемы природного парка «Нумто», что будет служить индикатором значительной антропогенной трансформации его флоры.

Особенностью флоры водных объектов изученного участка бассейна р. Казым также является отсутствие видов гидрофильных мхов *Fontinalis antipyretica* и *F. hypnoides*, обычных в реках и озерах лесной, лесотундровой и тундровой ботанико-географических зон Западно-Сибирской равнины. Эти виды, например, являются постоянными компонентами водных экосистем природного парка «Сибирские Увалы» в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Свириденко, Свириденко 2009а, 2009б).

В 2016 г. в природном парке «Нумто» был отмечен дефицит весенних и летних осадков. Сумма осадков с января по июль 2016 г. составила по данным метеостанции Казым 249 мм. Малая увлажненность территории, вызванная этой климатической причиной, повлияла на уровеньный режим водных объектов. Во многих обследованных долинных озерах, связанных с р. Казым общим стоком, максимальная глубина не превышала 1 м, в некоторых озерах составляла меньше 0,5 м. Маловодье отразилось на физико-химических условиях водной среды, в том числе была отмечена малая прозрачность воды из-за выпадения бурого осадка гидроксида трехвалентного железа (рис. 2). Этот естественный процесс является типичным для северной части всей Западно-Сибирской равнины, не связанным с антропоической деятельностью. Низкая прозрачность воды в таких долинных озерах отрицательно повлияла на развитие гидромакрофитов, зависящих от условий освещения. В результате в долинных озерах было обнаружено относительно небольшое число видов при их слабом количественном (продукционном) развитии.

В растительном покрове долинных озер и заливов р. Казым участвовали группировки с доминированием цветковых гидрофитов *Carex aquatilis*, *Comarum palustre*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria natans*, *Nuphar pumila*, *Potamogeton alpinus*, *P. obtusifolius*, *Utricularia vulgaris*, *Callitriche palustris*, в единственном долинном озере доминантом-эдификатором на ограниченной акватории являлась харовая водоросль *Nitella flexilis*. Большинство отмеченных стабильных растительных группировок представляли собой фрагменты фитоценозов, так как занимали малые площади. Значительная доля исследованных группировок имела несбалансированный состав и структуру. Такие группировки (проценозы) рассматривались как начальные стадии развития водной макрофитной

растительности во вновь сформированных гидроэктопах (после периода пересыхания). Часто они состояли из видов макроскопических зеленых нитчатых водорослей *Spirogyra decimina*, *S. varians*, *S. inflata*, *S. insignis*, *Mougeotia genulflexa*. Иногда с незначительным участием в такие группировки входили цветковые гидрофиты *Callitriche palustris*, *Sparganium emersum*, *Utricularia vulgaris*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona* и зеленые водоросли *Spirogyra gracilis*, *S. hassallii*, *S. tenuissima*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Stigeoclonium tenue*. Всего в составе растительности долинных водных объектов территории исследований было выделено 11 формаций, объединенных в 9 групп, 3 класса, 1 подтип и 1 тип растительности (табл. 2).

Водораздельные озера, котловины которых расположены на равнинных поверхностях междуречий, имели глубину до 1,5–3,5 м и прозрачность воды до дна (рис. 3).

В таких озерах развитие гидромакрофитов было более значительным, доминантами и субдоминантами стабильных растительных группировок (фитоценозов) являлись цветковые гидрофиты *Carex rostrata*, *C. rhynchophysa*, *C. lasiocarpa*, *Nuphar pumila*, *Menyanthes trifoliata*, *Sparganium minimum*, а также мхи *Sphagnum cuspidatum*, *Warnstorfia exannulata* и зеленая водоросль *Zygonium ericetorum*. В составе растительных группировок водораздельных озер были отмечены также другие гидромакрофиты из разных систематических групп: *Isoetes setacea*, *Eriophorum polystachion*, *Persicaria amphibia*, *Utricularia vulgaris*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Sphagnum subfulvum*, *S. obtusum*, *Polytrichastrum pallidisetum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Batrachospermum moniliforme*. Всего в составе водной макрофитной растительности водораздельных озер исследованного участка бассейна р. Казым выделено 8 формаций, объединенных в 7 групп, 3 класса, 1 подтип и 1 тип растительности (табл. 3).



Рис. 2. Долинное озеро с малой прозрачностью воды из-за осадка гидроксида железа (бассейн р. Казым)

Таблица 2

**Ценотический состав водной макрофитной растительности
долинных озер изученного участка бассейна р. Казым**

Тип 1. Континентальноводная макрофитная растительность		
Подтип 1. Пресноводная макрофитная растительность		
Классы формаций	Группы формаций	Формации
1. Гелофитные формации (надводная растительность)	1. Формации гипогенно-корневищных розеточных (полурозеточных) травянистых цветковых гелофитов	1. <i>Cariceta aquatilis</i>
	2. Формации эпигенно-корневищных длиннопобеговых кустарничковых цветковых гелофитов	2. <i>Comareta palustris</i>
2. Плейстофитные формации (наводная растительность)	3. Формации эпигенно-корневищных розеточных травянистых цветковых плейстофитов	3. <i>Nuphareta pumilae</i>
	4. Формации столонно-клубневых розеточных (полурозеточных) травянистых цветковых плейстофитов	4. <i>Sparganieta emersi</i> 5. <i>Sagittarieta natantis</i>
3. Гидатофитные формации (подводная растительность)	5. Формации столонных длиннопобеговых травянистых цветковых гидатофитов	6. <i>Potamogetoneta alpini</i>
	6. Формации турионовых (укореняющихся) длиннопобеговых травянистых цветковых гидатофитов	7. <i>Potamogetoneta obtusifoliae</i>
	7. Формации однолетних укореняющихся длиннопобеговых травянистых цветковых гидатофитов	8. <i>Callitricheta palustris</i>
	8. Формации прикрепленных (факультативно безризидных) харовых водорослей	9. <i>Nitellata flexilis</i>
	9. Формации свободноплавающих нитчатых зеленых водорослей	10. <i>Spirogyreta deciminae</i> 11. <i>Spirogyreta varians</i>



Рис. 3. Водораздельное озеро с высокой прозрачностью воды (бассейн р. Казым)

Таблица 3

**Ценотический состав водной макрофитной растительности водораздельных озер
изученного участка бассейна р. Казым**

Тип 1. Континентальноводная макрофитная растительность		
Подтип 1. Пресноводная макрофитная растительность		
Классы формаций	Группы формаций	Формации
1. Гелофитные формации (надводная растительность)	1. Формации гипогенно-корневищных розеточных (полурозеточных) травянистых цветковых гелофитов	1. <i>Cariceta rostratae</i>
	2. Формации эпигенно-корневищных розеточных травянистых цветковых гелофитов	2. <i>Cariceta rhynchophysae</i>
2. Плейстофитные формации (наводная растительность)	3. Формации эпигенно-корневищных розеточных травянистых цветковых плейстофитов	3. <i>Menyanthes trifoliatae</i>
	4. Формации столонно-клубневых розеточных (полурозеточных) травянистых цветковых плейстофитов	4. <i>Nupheta pumilae</i>
3. Гидатофитные формации (подводная растительность)	5. Формации свободноплавающих сфагновых мхов	5. <i>Sparganium angustifolium</i>
	6. Формации свободноплавающих бриевых мхов	6. <i>Sphagneta cuspidatae</i>
	7. Формации свободноплавающих нитчатых зеленых водорослей	7. <i>Warnstorfieta exannulatae</i>
		8. <i>Zygonia ericetorum</i>

Было установлено контрастное различие долильных и водораздельных озер по формационному составу водной макрофитной растительности. Коэффициент сходства Сёренсена–Чекановского (Трасс 1976), рассчитанный для формационных составов растительности долильных и водораздельных озер, не превышает 0,12. Такое существенное несходство определяется качественно различными экологическими условиями в этих двух типах водных объектов. В частности, установлены следующие существенные гидрохимические различия: в долильных озерах зарегистрированы более высокие значе-

ния концентрации растворенных форм железа и свинца в сравнении с водораздельными озерами (рис. 4), а также более высокие значения pH водной среды и повышенное содержание гидрокарбонатов (рис. 5).

Эти гидрохимические, флористические и фитоценотические различия должны быть приняты во внимание при организации фитомониторинга экологического состояния водных объектов природного парка «Нумто», расположенных на территориях лицензионных участков недропользователей и в зонах их влияния. Особо информативными объектами фитомонито-

ринга в долинных озерах природного парка «Нумто» следует считать растительные группировки, относящиеся к формациям *Nupharetta pumilae*, *Sagittarieta natantis* и *Nitellata flexilis*. В

водораздельных озерах объектами фитомониторинга должны стать группировки, относящиеся к формациям *Nupharetta pumilae*, *Sparganieta minimi*, *Zygonieta ericetori*.

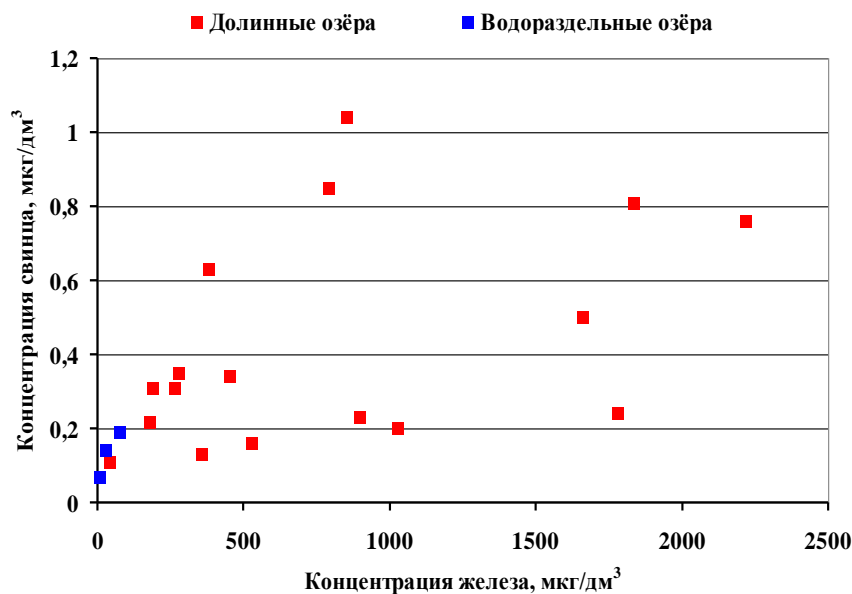


Рис. 4. Концентрация растворенных форм железа и свинца в воде озер исследованного участка бассейна р. Казым

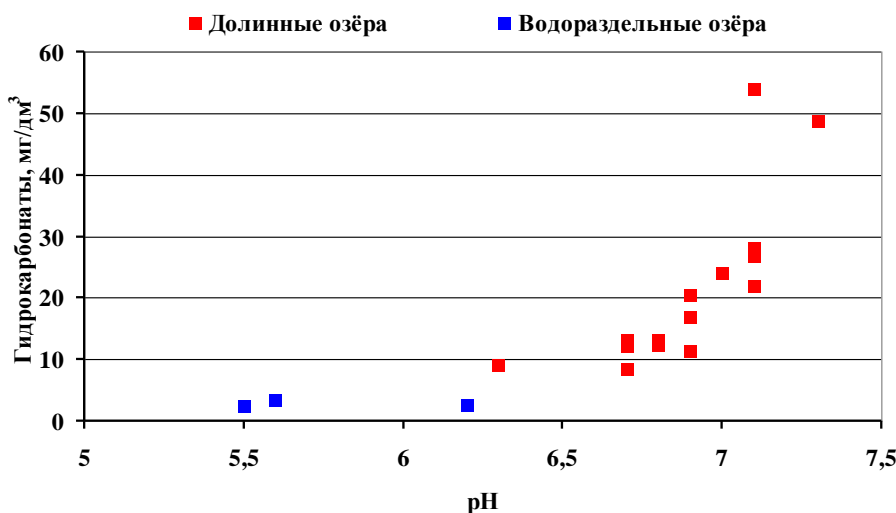


Рис. 5. Активная реакция воды (pH) и концентрация гидрокарбонатов в озерах исследованного участка бассейна р. Казым

По скорости изменения состава и структуры этих растительных сообществ, их отдельных компонентов (видов-индикаторов) можно объективно оценить степень негативного воздействия предприятий-недропользователей на экосистемы естественных водных объектов природного парка «Нумто».

В качестве мониторинговых водных объектов по результатам исследований предложены 4 озера в бассейне р. Казым (табл. 4). Реко-

мендуемые для фитомониторинга озера расположены вблизи переходов через р. Казым крупных технических объектов, связанных с недропользованием на территории природного парка «Нумто» (автодорога, линия электропередач, нефтепровод, газопровод), поэтому влияние хозяйственной деятельности может проявиться в изменении состава и структуры экосистем этих озер в первую очередь.

Таблица 4

Виды-индикаторы устойчивого состояния водных экосистем мониторинговых озер в бассейне р. Казым

№	Географические координаты	Виды-индикаторы устойчивого состояния экосистемы
1	63°30'56" с.ш., 70°36'37" в.д.	<i>Nitella flexilis</i> , <i>Sagittaria natans</i> , <i>Nuphar pumila</i> , <i>Nymphaea tetragona</i>
2	63°32'03" с.ш., 70°38'27" в.д.	<i>Batrachospermum moniliforme</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Polytrichastrum pallidisetum</i> , <i>Warnstorfia exannulata</i> , <i>Nuphar pumila</i> , <i>Sparganium minimum</i>
3	63°31'32" с.ш., 70°36'16" в.д.	<i>Zygonium ericetorum</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Scapania paludicola</i> , <i>Pohlia wahlenbergii</i> , <i>Sphagnum subfulvum</i> , <i>Isoetes setacea</i> , <i>Sparganium minimum</i>
4	63°29'16" с.ш., 70°41' 47" в.д.	<i>Zygonium ericetorum</i> , <i>Sphagnum obtusum</i>

Рекомендуемые виды-индикаторы *Nitella flexilis*, *Batrachospermum moniliforme*, *Zygonium ericetorum*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. obtusum*, *S. subfulvum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Polytrichastrum pallidisetum*, *Warnstorfia exannulata*, *Isoetes setacea*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Sagittaria natans*, *Sparganium minimum* являются стенотопными растениями, обитающими в узких диапазонах ведущих факторов водной среды (рН, общая минерализация,

общая жесткость, содержание нефтяных углеводородов, содержание растворимых форм железа и свинца, прозрачность). Наличие популяций этих видов вблизи объектов инфраструктуры недропользования свидетельствует об отсутствии прямого негативного влияния на водные экосистемы в настоящее время. Однако именно в мониторинговых гидроэкосистемах виды-индикаторы первыми будут реагировать на изменения среды их обитания в случаях возможных отрицательных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова А. Л., Савич-Любичкая Л. И., Смирнова З. И. 1961. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.; -Л.: Изд-во АН СССР.
- Валеева Э.И., Московченко Д. В., Арефьев С. П. 2008. Природный комплекс парка «Нумто». Новосибирск: Наука.
- ГОСТ Р 51232-98. 2008. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. М.: Стандартинформ.
- ГОСТ Р 52963-2008. 2009. Вода. Методы определения щёлочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. М.: Стандартинформ.
- Ефремов А. Н., Пликина Н. В., Самойлова Г. В., Свириденко Б. Ф., Евженко К. С., Переладова Ю. А. 2013. Флористические находки в Омской области и Ямало-Ненецком автономном округе // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 118. Вып. 3, 81–84.
- Игнатов М. С., Афонина О. М. 1992. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. Т. 1 (1–2), 1–86.
- Игнатов М. С., Игнатова Е. А. 2003. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. *Sphagnaceae* – *Hedwigiaceae*. М.: Изд-во КМК.
- Игнатов М. С., Игнатова Е. А. 2004. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. *Fontinalaceae* – *Amblystegiaceae*. М.: Изд-во КМК.
- Катанская В. М. 1981. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука.
- Количественный химический анализ вод. 2004. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации.
- Количественный химический анализ вод. 2012. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. М.: Люмэкс-маркетинг.
- Количественный химический анализ вод. 2013. ПНД Ф 14.1:2.253-09. М.: Люмэкс-маркетинг.
- Корчагин А. А. 1976. Строение растительных сообществ. Полевая геоботаника. Т. 5. Л.: Наука.
- Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. 2013 / Васин А. М., Васина А. Л. (ред.). Екатеринбург: Баско.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. 1951–1983 / Голербах М. М. (ред.). Л.: Наука. ТТ. 1–14.
- Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». 2010 // Российская газета. Федеральный выпуск. № 5125 от 5 марта 2010 г.
- Рундина Л. А. 1998. Зигнемовые водоросли России (*Chlorophyta: Zygnematoephyceae, Zygnematales*). СПб.: Наука.

- Савич-Любичская Л. И., Смирнова З. Н.* 1968. Определитель сфагновых мхов СССР. Л.: Наука.
- Савич-Любичская Л. И., Смирнова З. Н.* 1970. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. Л.: Наука.
- Сборник методик выполнения измерений. 2012. М.: Аквилон.
- Свириденко Б. Ф.* 2000. Флора и растительность водоёмов Северного Казахстана. Омск: ОмГПУ.
- Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С.* 2012. Гидрофильные мхи Западно-Сибирской равнины: учебное пособие. Сургут: ИЦ СурГУ.
- Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В.* 2011. Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора.
- Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В.* 2013. Экологические таблицы для целей фитоиндикации состояния водных объектов при инженерно-экологических изысканиях на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Северный регион: наука, образование, культура. 1 (27), 40–70.
- Свириденко Б. Ф., Мурашко Ю. А., Свириденко Т. В., Ефремов А. Н.* 2016. Толерантность гидромакрофитов к активной реакции, минерализации и жёсткости воды в природных и техногенных водных объектах Западно-Сибирской равнины // Вестник Нижневартковского гос. ун-та. Биологические науки. 2, 8–17.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2006. Флора и растительность водоёмов долины реки Глубокий Сабун // Кукуричкин Г.М. (отв. ред.). Биологические ресурсы и природопользование. Сборник науч. трудов. Вып. 9. Сургут: Дефис, 109–144.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2010. Макроскопические водоросли Западно-Сибирской равнины: учебное пособие. Сургут: ИЦ СурГУ.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2015. Гидромакрофиты Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Тюменская область) // Гидробиотаника 2015: Материалы VIII Всеросс. конф. Ярославль: Филлигрань, 217–220.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А., Кравченко И. В.* 2015. Содержание тяжёлых металлов и нефтепродуктов в экотопах гидромакрофитов лесной и лесостепной зон Западно-Сибирской равнины // Вестник Сургутского гос. ун-та. 3(9), 53–60.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2009а. Фитомониторинг водных объектов природного парка «Сибирские Увалы» // Багашёв А. Н. (отв. ред.). Человек и Север. Антропология, археология, экология. Материалы Всеросс. конф. Т. 1. Тюмень: Института проблем освоения Севера СО РАН, 271–275.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2009б. Итоги изучения растительного покрова водных объектов долины реки Глубокий Сабун в пределах природного парка «Сибирские Увалы» // Коркин С. Е. (отв. ред.). Эколого-географические исследования восточной части Сибирских увалов: сб. научных трудов. Вып. 4. Нижневартовск: Изд-во Нижневартковского гос. гуманитар. ун-та. 62–83.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В.* 2016а. Ценотический состав и пространственная организация растительности водных объектов природного парка «Кондинские озёра» (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область) // Вестник Сургутского гос. ун-та. Вып. 3, 5–13.
- Свириденко Т. В., Свириденко Б. Ф.* 2016б. Харовые водоросли (Charophyta) Западно-Сибирской равнины. Омск: ООО «Амфора».
- Трасс Х. Х.* 1976. Геоботаника. История и современные тенденции развития. Л.: Наука.
- Флора Сибири. 1988–2003. Новосибирск: Наука. ТТ. 1–14.
- Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами. РД 52.24.497-2005. 2008 // Экологические ведомости. № 7, 25–37.
- Черепанов С. К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мирисемья.
- Kadlubowska J. Z.* 1984. Freshwater flora of Central Europe. Chlorophyta, VIII. Conjugatophyceae, I: Zygnemales. Stuttgart – N.Y.: Gustav Fischer Publishers, Vol. 16.
- Krause W.* 1997. Freshwater Flora of Central Europe. Charales (Charophyceae). Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm: Gustav Fischer Verlag. V. 18.
- Wood R. D., Imahori K.* 1964. Iconograph of the Characeae (Revision of the Characeae). Weinheim: Verlag von J. Cramer.
- Wood R. D., Imahori K.* 1965. Monograph of the Characeae. Weinheim: Verlag von J. Cramer.

REFERENCES

- Abramova A. L., Savich-Lyubitskaya L. I., Smirnova Z. I.* Opredelitel listostebelnykh mkhov Arktiki SSSR [Guide to leafy mosses of the USSR Arctic region]. Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences, 1961. (In Russian).
- Valeeva E. I., Moskovchenko D. V., Aref'ev S. P.* Prirodnyj kompleks parka «Numto» [The natural habitat of the Numto Park]. Novosibirsk: Nauka, 2008. (In Russian).

Voda pitevaya. Obshchie trebovaniya k organizatsii i metodam kontrolya kachestva [Potable water. General requirements to the quality control organization and methods]. In: GOST R 51232-98 [GOST R 51232-98]. Moscow: Standarsinform, (2008): 221–241. (in Russian).

Voda. Metody opredeleniya shchelocnosti i massovoy kontsentratsii karbonatov i gidrokarbonatov [Water. Methods of the determination of alkalinity and mass concentration of carbonates and bicarbonates] In: GOST R 52963-2008 [GOST R 52963-2008]. Moscow: Standarsinform, (2009): 362–392. (in Russian).

Efremov A.N., Plikina N.V., Samoiloa G.V., Sviridenko B.F., Evzhenko K.S., Pereladova Yu. A. In: Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskoy [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Department of biology]. Vol. 118 (3) (2013): 81–84. (In Russian).

Ignatov M. S., Afonina O. M. In: Arctoa: Briologicheskyy zhurnal [Arctoa. A briological journal]. Vol. 1 (1–2) (1992): 1–86 (In Russian).

Ignatov M. S., Ignatova E. A. Flora mkhov sredney chasti evropeyskoy Rossii. [Moss flora in the middle zone of European Russia]. Vol. 1 (2003). (In Russian).

Ignatov M. S., Ignatova E. A. 2004. Flora mkhov sredney chasti evropeyskoy Rossii. [Moss flora in the middle zone of European Russia]. Vol. 2 (2004). (In Russian).

Katanskaja V.M. Vysshaya vodnaya rastitelnost kontinentalnykh vodoemov SSSR [Higher aquatic vegetation of the inland water bodies of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1981. (In Russian).

Kolichestvennyy khimicheskyy analiz vod. Metodika vypolneniya izmereniy pH v vodakh potentsiometricheskim metodom. PND F 14.1:2:3:4.121–97 [Quantitative chemical analysis of waters. The potentiometric method of pH measurements in waters. PND F 14.1:2:3:4.121–97]. Moscow: Department of Environment and Natural Resources of the Russian Federation, 2004. (In Russian).

Kolizhestvennyy khimicheskyy analiz vod. PND F 14.1:2:4.128–98 [Quantitative chemical analysis of waters. PND F 14.1:2:4.128–98]. Moscow: Lumex-marketing, 2012. (In Russian).

Kolizhestvennyy khimicheskyy analiz vod. PND F 14.1:2.253–09 [Quantitative chemical analysis of waters. PND F 14.1:2.253–09]. Moscow: Lumex-marketing, 2013. (In Russian).

Korchagin A.A. Stroenie rastitelnykh soobshchestv. Polevaya geobotanika. Tom 5. [Structure of phytocoenoses. Field Geobotany. Volume 5]. Leningrad: Nauka, 1976. (In Russian).

Krasnaya kniga Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Ugry [The Red Book of the Khanty-Mansiysk Autonomous District—Ugra]. Ekaterinburg: Basko, 2013. (In Russian).

Opredelitel presnovodnykh vodorosley SSSR [Guide to freshwater algae of the USSR]. Vol. 1–14. Leningrad: Nauka, 1951–1983. (In Russian).

Prikaz Federalnogo agentstva po rybolovstvu ot 18 yanvarya 2010 g. № 20 [Order of the Federal Agency for Fishery dated 18 January, 2010, No. 20]. In: Rossiiskaya gazeta. Federalnyi vypusk. № 5125 ot 5 marta 2010 g. [Russian Newspaper. Federal issue No. 5125 dated 5 March, 2010]. (In Russian).

Rundina L. A. Zignemovye vodorosli Rossii (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales) [Zygnemataceous algae of Russia (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales)]. St. Petersburg: Nauka, 1998. (In Russian).

Savich-Lyubitskaya L. I., Smirnova Z. I. Opredelitel sfagnovykh mchov SSSR [Guide to sphagnum mosses growing in the USSR]. Leningrad: Nauka, 1968. (In Russian).

Savich-Lyubitskaya L. I., Smirnova Z. I. Opredelitel listostebelnykh mkhov SSSR. Verkhoplodniye mkhi [Guide to leafy mosses growing in the USSR. Acrocarpous mosses]. Leningrad: Nauka, 1970. (In Russian).

Sbornik metodik vypolneniya izmereniy [Collection of measurement methods]. Moscow: Akvilon, 2012. (In Russian).

Sviridenko B. F. Flora i rastitelnost vodoyemov Severnogo Kazakhstana [Flora and vegetation of the water bodies of the North Kazakhstan]. Omsk: Omsk State Pedagogical University, 2000. (In Russian).

Sviridenko B. F., Mamontov Yu. S. Gidrofilnye mkhi Zapadno-Sibiskoy ravniny: uchebnoye posobiye [Hydrophilic mosses of the West Siberian Plain: A study guide]. Surgut: Surgut State University Publishing, 2012. (In Russian).

Sviridenko B. F., Mamontov Yu. S., Sviridenko T. V. Ispolzovaniye gidromakrofitov v kompleksnoi otsenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh objektov Zapadno-Sibiskoy ravniny [The use of hydromacrophytes in a comprehensive evaluation of the ecological condition of water bodies of the West Siberian Plain]. Omsk: Amfora, 2011. (In Russian).

Sviridenko B. F., Mamontov Yu. S., Sviridenko T. V. In: Severniy region. Nauka, obrazovaniye, kultura [Northern Region. Science, Education, Culture]. Vol. 1 (27) (2013): 40–70. (In Russian).

Sviridenko B. F., Murashko Yu. A., Sviridenko T. V., Efremov A. N. In: Vestnik Nizhnevartovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologicheskkiye nauki [Bulletin of Nizhnevartovsk State University. Biological Sciences]. Vol. 2, (2016): 8–17. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Biologicheskkiye resursy i prirodopolzovanie [Biological resources and nature management]. Surgut: Surgut State University Publishing, Vol. 9 (2006): 109–144. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. Makroskopicheskiye vodorosli Zapadno-Sibiskoy ravniny: uchebnoye posobiye [Macroscopic algae of the West Siberian Plain: A study guide]. Surgut: Surgut State University Publishing, 2010. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Gidrobotanika – 2015. Materialy VIII vserossiyskoy konferentsii [Hydrobotany–2015. Proceedings of the 8th National Conference]. (2015): 217–220. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V., Murashko Yu. A., Kravzhenko I. V. In: Vestnik SurGU. Biologicheskiye nauki [Bulletin of Surgut State University. Biological Sciences]. Vol. 3(9), (2015): 53–60. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Chelovek i Sever. Antropologiya arkheologiya, ekologiya [The man and the North. Anthropology, archeology, ecology]. Vol. 1 (2009a): 271–275. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Ekologo-geograficheskie issledovaniya vostochnoy chasti Sibirskikh uvalov [Environmental and geographical studies of the eastern part of the Sibirskie Uvaly]. Vol. 4. (2009b): 62–83. (In Russian).

Sviridenko B. F., Sviridenko T. V. In: Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologicheskiye nauki [Bulletin of Surgut State University. Biological Sciences]. Vol. 3 (2016a): 5–13. (In Russian).

Sviridenko T. V., Sviridenko B. F. Kharoviye vodorosli (Charophyta) Zapadno-Sibirskoy ravniny [Charophyta of the West Siberian Plain]. Omsk: Amfora, 2016b. (In Russian).

Trass Ch. Ch. Geobotanika. Istoriya i sovremennye tendentsii razvitiya [Geobotany. Geobotany. History and current trends]. Leningrad: Nauka, 1976. (In Russian).

Flora Sibiri [Flora of Siberia]. Vol. 1–14. Novosibirsk: Nauka, 1988–2003. (In Russian).

Tsvetnost poverkhnostnykh vod sushy. Metodika vipolneniya izmereniy fotometricheskimi i visualnym metodami. RD 52.24.497-2005 [Color of land surface waters. Photochemical and visual measurement procedures. RD 52.24.497-2005]. In: Ekologicheskiye vedomosti [Ecological Bulletin]. Vol. 7 (2008): 25–37 (In Russian).

Cherepanov S. K. Sosuditye rasteniya Rossii i sopredelch gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR) [Vascular plants of Russia and adjacent countries (within the former USSR)]. St. Petersburg: Mir i semjya, 1995. (In Russian).

Kadlubowska J. Z. Freshwater flora of Central Europe. Chlorophyta, VIII. Conjugatophyceae, I: Zygnemales. Stuttgart – N.Y.: Gustav Fischer Publishers, Vol. 16, 1984. (In German).

Krause W. Freshwater Flora of Central Europe. Charales (Charophyceae). Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm: Gustav Fischer Verlag. V. 18. 1997. (In German).

Wood R. D., Imahori K. Iconograph of the Characeae (Revision of the Characeae). Weinheim: Verlag von J. Cramer. 1964.

Wood R. D., Imahori K. Monograph of the Characeae. Weinheim: Verlag von J. Cramer. 1965.

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

RESULTS OF A HYDROCHEMICAL AND HYDROBOTANICAL STUDY OF THE WATER BODIES IN AN AREA OF THE KAZYM RIVER BASIN IN THE NUMTO NATURAL PARK

Abstract. The paper discusses the results of a study of the aquatic environment and the aquatic macrophyte species composition in 21 water bodies of the Numto Natural Park (the basin of the Kazym River, Beloyarsky District, Khanty-Mansiysk Autonomous District—Ugra, Tyumen Region). The studied water samples contained bicarbonate calcium, sweet soft, low-hardness water. The mineralization of water was 0.01–0.07 g/dm³, hardness 0.04–0.76 meq/dm³, pH = 5.5–7.3, color 13–226 degrees of chromium cobalt scale, general alkalinity 0.04–0.88 mmol/dm³. The content of soluble forms of lead in water was between 0.07 to 1.04 µg/dm³, that of nickel between 0.09 to 1.93 µg/dm³, cadmium between 0.03 to 0.07 µg/dm³, chromium between 0.22 to 0.83 µg/dm³, zinc between 3.89 to 37.60 µg/dm³, copper between 0.13 to 0.63 µg/dm³, manganese between 2.07 to 36.82 µg/dm³, iron between 7.91 to 2215.50 µg/dm³. The content of petroleum hydrocarbons was within 0.05 µg/dm³. Overall in the water bodies, 51 aquatic macrophyte species have been found. For the first time for the flora of the Natural Park, *Batrachospermum moniliforme*, *Spirogyra decimina*, *S. gracilis*, *S. hassallii*, *S. inflata*, *S. insignis*, *S. tenuissima*, *S. varians*, *Mougeotia genuflexa*, *Zygogonium ericetorum*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Stigeoclonium tenue*, *Nitella flexilis* have been found. The newly found habitats of *Polytrichastrum pallidisetum*, *Isoetes setacea* are the northernmost ones in Siberia. A contrasting difference has been established between the formation compositions of the vegetation of the valley and the dividing lakes due to the environmental differences between these two types of water bodies. To evaluate the effect of subsurface resources management on the aquatic ecosystems, some monitoring lakes have been recommended where populations of the following indicator species were found: *Nitella flexilis*, *Batrachospermum moniliforme*, *Zygogonium ericetorum*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Sphagnum cuspidatum*, *S. obtusum*, *S. subfulvum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Polytrichastrum pallidisetum*, *Warnstorfia exannulata*, *Isoetes setacea*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Sagittaria natans*, *Sparganium minimum*.

Key words: aquatic macrophytes; aquatic ecotopes; mineralization; hardness; active reaction; heavy metals; petroleum hydrocarbons; phytomonitoring; indicator species; Numto Natural Park; Khanty-Mansiysk Autonomous District.

About the authors: Boris Fedorovich Sviridenko¹, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor, Senior Researcher; Yury Aleksandrovich Murashko², Candidate of Chemical Sciences (PhD), 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., Мурашко Ю. А., Свириденко Т. В. Результаты гидрохимического и гидрботанического изучения водных объектов участка бассейна реки Казым в природном парке «Нумто» // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 13–26.

Sviridenko B. F., Murashko Yu. A., Sviridenko T. V. Results of a hydrochemical and hydrobotanical study of the water bodies in an area of the Kazym river basin in the Numto natural park // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 13–26

УДК 581.55(571.122)

Г. С. Таран¹, В. Н. Тюрин²
Новосибирск¹; Сургут², Россия

РЕЖИМ ЗАТОПЛЕНИЯ ЛОПАРСКОИВНЯКОВ РЕКИ ОБИ (*CARICI AQUATILIS-SALICETUM LAPPONUM* TARAN 1993, *ALNETEA GLUTINOSAE*) ЗА 1979–2016 ГГ.

Аннотация. В статье приведена синтаксономическая и гидрологическая характеристика лопарскоивняков (*Salix lapponum*), распространенных в пойме Оби в подзоне средней тайги. Они изучены в Сургутском (у г. Сургута) и Нижневартковском (низовья р. Ермаковский Еган) районах Ханты-Мансийского автономного округа. Эти ивняки входят в ассоциацию *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993 (класс *Alnetea glutinosae*), разделяясь на 2 субассоциации: болотную (субасс. *Carici aquatilis-Salicetum lapponum typicum* Taran 1993, варианты *typicum* и *Carex lasiocarpa*) и лугово-болотную (субасс. *Carici aquatilis-Salicetum lapponum juncetosum filiformis* Taran, Tyurin et Dyachenko 2016). Подсургутские **болотные** лопарскоивняки (вар. *Carex lasiocarpa*) располагаются на торфяной залежи мощностью 144–164 см на высоте 682–692 см над нулем сургутского гидропоста, погодичная частота их затопления за 1979–2016 гг. – 51–59%, максимальный срок затопления (2007 г.) – 73–75 дней, средний срок затопления за годы, когда затоплялись лопарскоивняки (хотя бы только их нижние уровни) – 38–43 дня. Максимальная высота затопления – 187–197 см над поверхностью почвы, средняя высота затопления – 48–57 см. Подсургутские **лугово-болотные** лопарскоивняки располагаются на высоте 604–619 см над нулем сургутского гидропоста, погодичная частота их затопления за 1979–2016 гг. – 86–95%, максимальный срок затопления за этот период – 94–96 дней (2007 г.), средний срок затопления – 52–57 дней. Максимальная высота затопления за все годы – 255–270 см над поверхностью почвы, средняя высота затопления – 84–98 см. **Болотные** лопарскоивняки Ермаковского Егана (вар. *typicum*) располагаются на маломощной (45–75 см) торфяной залежи на высоте 754–789 см над нулем гидропоста г. Нижневартовска. По частоте и продолжительности затопления они занимают промежуточное положение между болотными и лугово-болотными лопарскоивняками из окрестностей Сургута: погодичная частота затопления за 1979–1993 гг. – 80–87%, максимальный срок затопления – 72–77 дней (1979 г.), средний срок затопления – 44–57 дней. Лопарскоивняки Ермаковского Егана затопляются на большую высоту, нежели их аналоги под Сургутом: максимальная высота затопления – 281–316 см над поверхностью почвы, средняя высота затопления в годы, когда затоплялись лопарскоивняки – 84–117 см.

Ключевые слова: синтаксономия; кустарниковые ивняки; *Salix lapponum*; пойменные болота; половодья; подзона средней тайги.

Сведения об авторах: Таран Георгий Семенович¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Тюрин Валерий Николаевич², кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Место работы: ¹Западно-Сибирское отделение Института леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; ²Сургутский государственный университет.

Контактные данные: ¹630082, г. Новосибирск, ул. Жуковского, д. 100/1, тел. 8 3832273330, ¹e-mail: gtaran@mail.ru; ²628400, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, тел. 8 3462763158, ²e-mail: tyurin_vn@mail.ru.

Введение. Эколого-флористическая ассоциация *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Таран 1993 объединяет сообщества ивы лопарской (*Salix lapponum* L.), распространенные в Западной Сибири в подзоне средней тайги. В классификации растительности по методу Брун-Бланке ассоциация входит в союз *Salicion cinereae* Th. Müller et Görs ex Passarge 1961, порядок *Salicetalia auritae* Doing 1962 и класс *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1943 (Таран 1993; Титов, Овечкина 2000; Тюрин, Титов 2001; Таран, Тюрин 2006; Таран и др. 2016).

Среднетаежные лопарскоивняки в Западной Сибири слабо изучены. Лишь в одной из публикаций им дана развернутая характеристика (Таран и др. 2016). Все известные местонахождения ассоциации *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* связаны с поймами Оби и ее таяжных притоков, но подробных сведений об особенно-

стях поемного режима этих ивняков в литературе до сих пор не имелось. Цель статьи – дать детальное геоботаническое описание обских лопарскоивняков на отрезке Сургут – Нижневартовск и охарактеризовать режим их затопления за 1979–2016 гг.

Методы. Исследования проведены в Сургутском и Нижневартовском районах Ханты-Мансийского автономного округа. В природном отношении этот отрезок обской поймы располагается в подзоне средней тайги (Ильина и др. 1985). Болотные лопарскоивняки изучались в 0,5–1 км к востоку от дамбы водохранилища Сургутской ГРЭС и на приустьевом отрезке Ермаковского Егана, левого притока Оби, лугово-болотные – в 9 км к югу от Сургута на обширном болотистом безлесном массиве, Большом Соре, примыкающем с юга к останцу Каменный Мыс (рис. 1).

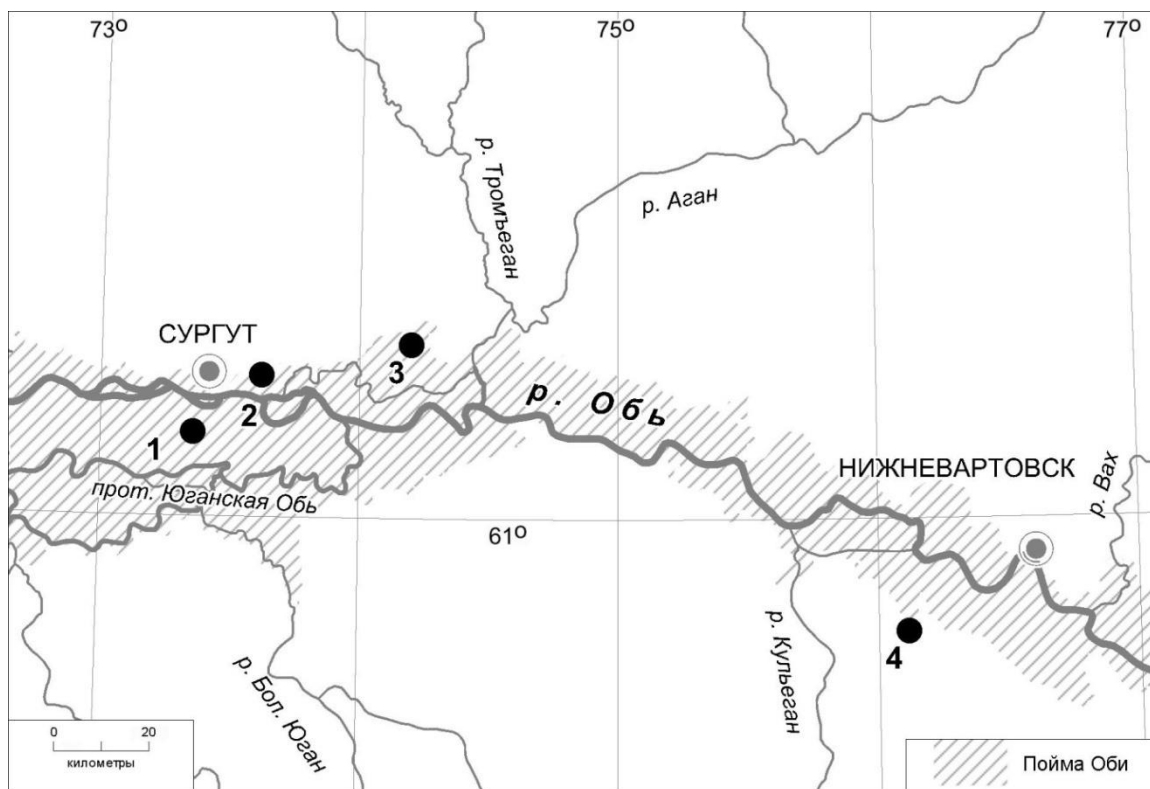


Рис. 1. Асс. *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* в пойме р. Оби на отрезке Сургут–Нижневартовск: 1 – Большой Сор; 2 – окрестности Сургутской ГРЭС; 3 – Ягмуньягунский ключевой полигон (Таран и др. 2016); 4 – низовья р. Ермаковский Еган

Геоботанические описания (оп.) в окрестностях Сургута сделаны в 1998–2002 гг., в окрестностях Нижневартовска – в 2015 г. Стан-

дартная площадь описаний – 100 м². Проективное покрытие (ПП) видов определялось в процентах, для низких значений – в баллах: «г» –

ПП не более 0,01%; «+» – более 0,01, но менее 0,3%. На трех учетных площадках (УП) авторами собраны мхи, которые определила О.Ю. Писаренко (Таран и др. 2005). На одной из УП образцы мохообразных собрали и определили бриологи из Ботанического института РАН (Чернядьева, Кузьмина 2002). Виды сосудистых растений и мохообразных приводятся по общепринятым у геоботаников источникам (Черепанов 1995; Ignatov et al. 2006; Konstantinova et al. 2009).

Мощность торфяной залежи под болотными лопарскоивняками определялась шестом, который втыкался до упора в минеральный грунт. Для определения уровня грунтовых вод (УГВ) в лугово-болотных лопарскоивняках делались прикопки.

Уровень затопления ивняков в период половодий выявлялся по косвенным признакам (высоте расположения в кронах ив принесен-

ной половодьем ветоши, меткам ила на установленных в пойме столбах ЛЭП), а также прямыми наблюдениями на пике половодий на ранее изученных УП. Учетные площадки подсургутских лопарскоивняков располагаются неподалеку от створа гидропоста г. Сургута. Данные гидропоста о ежедневных уровнях воды в р. Оби использованы для общей оценки погодичной динамики затопления лопарскоивняков за 1979–2016 гг. Обеспеченность уровней затопления указывается по В. Ф. Усачеву с соавт. (1985).

Результаты и обсуждение. Описания ивняков с доминированием ивы лопарской разделяются на три группы (табл. 1): болотные ценозы из поймы Ермаковского Егана (оп. 1–2) и окрестностей Сургутской ГРЭС (оп. 3–7), лугово-болотные ценозы Большого Сора (оп. 8–9).

Таблица 1

Асс. *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* в пойме р. Оби: субасс. *C. a.-S. l. typicum*, вар. *typicum* (1–2), субасс. *C. a.-S. l. typicum*, вар. *Carex lasiocarpa* (3–7), субасс. *C. a.-S. l. juncetosum filiformis* (8–9)

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полевой номер	7.15	9.15	3.98	4.98	85.99	86.99	8.00	11.02	12.02
Год описания	2015	2015	1998	1998	1999	1999	2000	2002	2002
Дата, день.месяц	27.8	28.8	12.8	12.8	15.9	15.9	9.8	6.9	6.9
Площадь описания, м ²	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ОПП подроста березы, %	0	0	+	+	+	5	0,5	0	0
Высота ивы средняя, м	1,7	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5	1,4	1,9	2,0
ОПП ивы, %	30	30	20	25	30	20	30	70	70
ОПП травостоя, %	60	65	50	60	40	35	25	25	7
ОПП зеленых мхов, %	0,5	2	10	8	5	17	2	1	r
ОПП сфагнов, %	0	r	20	12	15	43	48	0	0
Число видов сосудистых	7	9	14	14	11	15	12	28	24
Число видов мохообразных	нд	нд	нд	нд	12	13	21	>2	4
Толщина торфа, см	45	75	144	145	164	153	161	3	5
УГВ, см	27	2–3	8	8	2	5	0	55	60
Д.в. асс. <i>Carici aquatilis-Salicetum lapponum</i>									
В <i>Salix lapponum</i>	30	30	20	25	30	20	30	70	70
<i>Carex aquatilis</i>	30	15	5	2	3	10	5	5	.
Д.в. вар. <i>Carex lasiocarpa</i>									
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	5	10	0,3	3	3	.	.
<i>Carex rostrata</i>	.	.	20	5	2	2	2	.	.
Д.в. субасс. <i>C.a.-S.l. juncetosum filiformis</i>									
<i>Juncus filiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Д.в. <i>Alnetea glutinosae</i>									
<i>Comarum palustre</i>	40	60	15	20	35	20	15	2	1
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>	5	3	10	4	1	0,5	2	+	r
<i>Galium palustre</i>	r	.	0,5	3	+	+	r	+	r

Окончание таблицы 1

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Equisetum fluviatile</i>	+	+	r	.	r	r	+	.	r
В <i>Betula pubescens</i>	.	.	+	+	+	5	0,5	.	.
<i>Carex acuta</i>	.	3	.	.	.	.	.	+	2
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	5	.	.	.	.	+	+
<i>Carex cinerea</i>	.	.	r	+	.	+	.	.	.
<i>Carex juncella</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.
Прочие виды сосудистых									
<i>Calamagrostis neglecta</i>	.	.	r	2	+	.	r	r	+
<i>Stellaria palustris</i>	.	.	r	3	+	+	.	.	r
<i>Calamagrostis purpurea</i>	.	.	1	10	.	+	r	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	r	2	r
<i>Lythrum salicaria</i>	.	0,3	.	.	.	.	.	0,5	3
<i>Veronica longifolia</i>	+	7	+
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	r	.	.	.	r	+
<i>Thalictrum flavum</i>	.	.	.	r	.	.	.	1	.
<i>Ranunculus repens</i>	7	r
<i>Senecio tataricus</i>	2	r
<i>Caltha palustris</i>	0,7	r
<i>Lathyrus palustris</i>	+	r
<i>Ranunculus reptans</i>	+	r
<i>Rorippa amphibia</i>	r	r
Мхи и печеночники напочвенного яруса									
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	10	1	20	.	.
<i>Sphagnum squarrosum</i>	2	1	25	.	.
<i>Sphagnum subsecundum</i>	2	1	3	.	.
<i>Sphagnum obtusum</i>	1	1	+	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	3	1	+	.	.
<i>Calliergon cordifolium</i>	1	1	+	.	.
<i>Calliergonella lindbergii</i>	+	1	1	.	.
<i>Helodium blandowii</i>	0,5	1	+	.	.
<i>Climacium dendroides</i>	+	1	+	.	.
<i>Pseudobryum cinclidioides</i>	+	1	+	.	.
<i>Polytrichum longisetum</i>	+	.	1	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	1	+	.	.
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	+	.	r
<i>Marchantia polymorpha</i>	+	r
<i>Riccia cf. fluitans f. terrestris</i>	+	r

Примечание. Только в одном из описаний отмечены: сосудистые растения – *Alisma plantago-aquatica* 8(r); *Calamagrostis epigeios* 6(+); *Cardamine pratensis* 8(r); *Carex cf. omskiana* 2(+); *Eleocharis palustris* 9(r); *Myosotis cespitosa* 8(+); *Oxycoccus palustris* 6(r); *Poa pratensis* 9(r); *Potentilla anserina* 9(r); *Ptarmica cartilaginea* 8(0,5); *Ranunculus lingua* 8(+); *Sium latifolium* 8(r); *Sparganium emersum* 8(r); *Stachys palustris* 9(r); печеночник – *Chiloscyphus polyanthos* 7(+); мхи – *Brachythecium salebrosum* 5(+); *Bryum pseudotriquetrum* 7(+); *Callicladium haldanianum* 7(+); *Calliergon stramineum* 7(+); *Drepanocladus aduncus* 7(+); *Drepanocladus polygamus* 7(+); *Isopterygiopsis pulchella* 6(1); *Leptodictyum riparium* 9(1); *Pohlia bulbifera* 7(+); *Pohlia* sp. 5(+); *Polytrichum commune* 6(1); *Sanionia uncinata* 7(+). «Д. в.» – диагностические виды синтаксонов; «В» – кустарники и подрост березы. Авторы описаний: 1–4, 6, 7, 9 – В. Н. Тюрин; 5, 8 – Г. С. Таран. Виды мохообразных к оп. 7 определили И. В. Чернядьева и Е. Ю. Кузьмина (2002), к оп. 5, 6 и 9 – О. Ю. Писаренко (Таран и др. 2005).

Охарактеризуем местообитания всех трех групп лопарскоивняков.

Ширина поймы **Ермаковского Егана** на обследованном участке варьирует от 2 до 3 км. В растительном покрове преобладают осоково-сабельниковые (*Comarum palustre*) болота, занимающие центральную зону поймы. Внутрипойменные протоки окаймляются водноосоковыми (*Carex aquatilis*) болотистыми лугами. Местами, на повышенных участках центральной зоны, лопарскоивняки образуют скопления мелкоконтурных ценозов (оп. 1). В притеррасной зоне поймы хорошо выражен пояс лопарскоивняков (оп. 2), отделяющий центральную (лугово-болотную) зону от лежащего выше пояса притеррасных осоково-пурпурновейниково-сфагновых березняков.

В поясе притеррасных лопарскоивняков по обеим сторонам от оп. 2 располагаются два столба ЛЭП. Половодье 2015 г. оставило на них метки максимального уровня воды на высоте 272 и 307 см над поверхностью почвы. Несмотря на столь высокое затопление, лопарскоивняки Ермаковского Егана в 2015 г. после схода полых вод находились в очень хорошем состоянии. В 2015 г. высота половодья в створе гидропоста г. Нижневартовска составила 1061 см, что позволяет определить высоту поверхности почвы в лопарскоивняках, окружающих УП с оп. 2: 754–789 см над нулем Нижневартовского гидропоста.

Лопарскоивняки, найденные **к востоку от дамбы Сургутской ГРЭС** (оп. 3–7), имеют вид широкой полосы, размещенной в притеррасной зоне обской поймы. Со стороны Оби лопарскоивняки предваряются болотистыми осоковыми лугами и осоково-сабельниковыми болотами, со стороны надпойменной террасы, на чуть более высоких поверхностях, – торфяными болотами, залесенными березой.

В 2007 г. на пике половодья в этих ивняках замерены уровни стояния воды и определена высота УП над нулем сургутского гидропоста: оп. 5 – 682–687 см (в среднем – 684), оп. 6 – 687–692 (среднее – 688), оп. 7 – 687–692 см (среднее – 690). Таким образом, поверхности УП 5–7 располагаются в диапазоне 682–692 см над нулем гидропоста. В 2015 г. половодье достигало отметки 829 см (обеспеченность затоп-

ления – 10%), следовательно, УП 5–7 покрывались водой на высоту 137–147 см.

В 9 км к югу от Сургута на крупном переувлажненном участке поймы (Большом Соре) изучены два ценоза лугово-болотных лопарскоивняков (оп. 8–9). Они занимали невысокие гривы среди обширных пространств болотистых лугов и имели четко очерченные границы. Средняя высота ив составляла 1,9–2,0 м, половодная ветошь на кронах располагалась на высоте 165 (оп. 8) и 180 см (оп. 9). На нижней границе распространения ивы лопарской рядом с оп. 8 половодная ветошь также располагалась на высоте 180 см.

Половодье 2002 г. было высоким (обеспеченность – 20%) и долгим. На пойме установились транзитные течения, при этом максимальные и субмаксимальные уровни удерживались в течение двух недель. За это время уровень затопления в створе сургутского гидропоста выровнялся по всей ширине поймы. Вычитая из максимального уровня половодья (784 см) высоту затопления лопарскоивняков (165 и 180 см), можно определить высоту поверхности УП относительно нуля гидропоста: 604 (оп. 8) и 619 см (оп. 9). В 2015 г. лугово-болотные лопарскоивняки на Большом Соре затоплялись на высоту 210–225 см над поверхностью почвы, общая продолжительность затопления составила 78–81 день. Как показало повторное обследование в 2016 г., такие высота и длительность затопления не ухудшили жизненного состояния этих ивняков.

Знание высотного положения подсургутских лопарскоивняков над нулем сургутского гидропоста в сопоставлении с доступными нам данными о ежедневных уровнях воды в русле Оби за 1979–2016 гг. позволило нарисовать картину их погодичного затопления (табл. 2).

В дни, когда выполнялись оп. 6 и 7 (табл. 1), высота воды в Оби была ниже поверхности УП на 483 и 451 см соответственно. При этом на обеих УП вода находилась у поверхности почвы (УГВ 5 и 0 см соответственно). Следовательно, после схода полых вод лопарскоивняки, расположенные у СурГРЭС, питаются грунтовыми водами, поступающими с надпойменной террасы.

Таблица 2

**Характеристика режима затопления лопарскоивняков на учетных площадках (УП)
в окрестностях г. Сургута за 1979–2016 гг.**

Номер колонки	1	2
Субассоциация (вариант)	<i>typicum</i> (var. <i>Carex lasiocarpa</i>)	<i>juncetosum filiformis</i>
Высота поверхности УП над нулем гидропоста, см	682–692	604–619
Интервал наблюдений за уровнями воды в Оби, годы	1979–2016	1979–2016
Год, по которому нет данных	1994	1994
Число лет с доступными авторам данными гидропоста	37	37
Число лет, когда УП затапливались*	19–22	32–35
Погодичная частота затопления, %	51–59	86–95
Максимальный срок затопления (2007 г.), дни	73–75	94–96
Средний срок затопления за 37 лет, дни	22–26	49–54
Средний срок затопления только за годы затоплений лопарскоивняков, дни	38–43	52–57
Максимальная высота затопления УП (1979 г.), см	182–192	255–270
Средняя высота максимального затопления за 37 лет, см	28–34	79–93
Средняя высота максимального затопления УП только за годы затоплений лопарскоивняков, см	48–57	84–98

Примечание. *Здесь и далее первое число характеризует режим затопления местообитаний ивняков на их верхней границе, второе – на нижней. Средние показатели по годам затоплений приведены к числу лет, когда затапливался хотя бы нижний уровень лопарскоивняков. Если в год затопления заливался только нижний уровень, показатели верхнего уровня приравнивались к нулю.

В день, когда выполнялись оп. 8 и 9 (табл. 1), высота воды в Оби была ниже уровня поверхности УП на 304–319 см. При этом УГВ составлял 55–60 см, т.е. был выше уровня воды в русле Оби на 244–264 см. Можно предположить, что УГВ под лугово-болотными лопарскоивняками поддерживается благодаря водам, запасенным в озерах Большого Сора.

Доступные нам сведения по ежедневным уровням воды в русле Оби в створе Нижневартовского гидропоста весьма фрагментарны. Наиболее полный ряд данных охватывает интервал за 1979–1993 гг. Чтобы корректно сравнить особенности затопления лопарскоивняков под Сургутом и в низовьях Ермаковского Егана, следует использовать показатели уровней только за этот период (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнение характеристик затопления лопарскоивняков в пойме Оби у г. Сургута
и в низовьях Ермаковского Егана за 15 лет (1979–1993 гг.)**

Номер колонки	1	2	3
Субассоциация (вариант)	<i>typicum</i> (var. <i>Carex lasiocarpa</i>)	<i>typicum</i> (var. <i>typicum</i>)	<i>juncetosum filiformis</i>
Число лет, когда лопарскоивняки затапливались*	9–10	12–13	13–14
Погодичная частота затопления, %	60–67	80–87	87–93
Максимальный срок затопления (1979 г.), дни	70–72	72–77	80–81
Средний срок затопления за 15 лет, дни	22–25	38–49	51–53
Средний срок затопления только за годы затоплений лопарскоивняков, дни	33–38	44–57	55–57
Максимальная высота затопления (1979 г.), см	182–192	281–316	255–270
Средняя высота максимального затопления за 15 лет, см	28–34	72–102	83–96
Средняя высота максимального затопления только за годы затоплений лопарскоивняков, см	42–50	84–117	89–103

Примечание. Местонахождение лопарскоивняков: 1 – г. Сургут, к востоку от СурГРЭС; 2 – низовья р. Ермаковский Еган; 3 – г. Сургут, Большой Сор.

* См. примечание к табл. 2.

Как видим (табл. 3), болотные лопарскоивняки низовьев Ермаковского Егана по частоте затопления и его максимальной продолжительности, а также по средней продолжительности затопления, определенной на 15-летнем интервале, занимают промежуточное положение между подсургутскими болотными (колонка 1) и лугово-болотными (колонка 3) лопарскоивняками.

Средние погодичные высоты затопления лопарскоивняков Ермаковского Егана изменяются в более широком диапазоне, нежели на Большом Соре: на верхнем уровне они ниже (72 и 84 см), на нижнем – выше (102 и 117 см).

При этом в лопарскоивняках Ермаковского Егана отмечаются более высокие максимальные и средние многолетние уровни затопления. Пойма Оби в Нижневартовском районе в 1,7 раза уже, чем в Сургутском (Васильев, Седых 1984). Это вызывает больший подъем волны половодья при прохождении ею Нижневартовского отрезка обской поймы.

Заключение. В статье дана детальная синтаксономическая характеристика лопарскоивняков ассоциации *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993, входящей в союз *Salicion cinereae* Th. Müller et Görs ex Passarge 1961, порядок *Salicetalia auritae* Doing 1962 и класс *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1943. Ассоциация разделяется на 2 субассоциации: *Carici aquatilis-Salicetum lapponum typicum* Taran 1993 (варианты *typicum* и *Carex lasiocarpa*) и *Carici aquatilis-Salicetum lapponum juncetosum filiformis* Taran, Tyurin et Dyachenko 2016.

Впервые в Западной Сибири охарактеризован поемный режим ивняков с доминированием *Salix lapponum*. В ходе наших исследований выяснилось, что подсургутские болотные (притеррасные) лопарскоивняки, сформированные на торфяной залежи мощностью

144–164 см (субасс. *typicum*, var. *Carex lasiocarpa*), по сравнению с лугово-болотными аналогами занимают более высокое положение в рельефе. Их погодичная частота затопления за 37 лет (1979–2016 гг.) составила 51–59%, максимальная высота затопления в 2015 г. – 137–147 см над поверхностью почвы. С наступлением осенней межени в притеррасных лопарскоивняках даже в сентябре сохраняется высокий (0–10 см) уровень грунтовых вод за счет их постоянного подтока с надпойменной террасы.

Подсургутские лугово-болотные лопарскоивняки (субасс. *juncetosum filiformis*) занимают более низкие участки; погодичная частота их затопления за 37 лет наблюдений составляет 86–95%. В годы сильных половодий они затопливаются на высоту 210–225 см над поверхностью почвы (2015 г.) и выше, что не приводит к их отмиранию. В сентябре уровень грунтовых вод под такими лопарскоивняками падает до 55–60 см (2002 г.) и ниже. Он поддерживается за счет вод, запасенных в соседних озерах.

Болотные лопарскоивняки, изученные в низовьях р. Ермаковский Еган (субасс. *typicum*, var. *typicum*), по частоте и продолжительности затопления за все 15 лет (1979–1993) занимают промежуточное положение между болотными и лугово-болотными лопарскоивняками из окрестностей Сургута. Обеспеченность затоплений за 1979–1993 гг. составила 80–87%.

На Ермаковском Егане отмечена наибольшая высота затопления лопарскоивняков. В 2015 г. она составила 272–307 см над поверхностью почвы. УГВ под лопарскоивняками Ермаковского Егана в сентябре на разных участках значительно варьирует (в 2015 г. – 2–27 см). Таким образом, он поддерживается как за счет подтока грунтовых вод с надпойменной террасы, так и за счет вод, запасенных в окружающих пойменных озерах.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев С. В., Седых В. Н. Пойма Оби на аэрокосмических снимках. 1984. Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР.
- Ильина И. С., Лапина Е. И., Лавренко Н. Н., Мельцер Л. И., Романова Е. А., Богоявленский Б. А., Махно В. Д. 1985. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука.
- Таран Г. С. 1993. Синтаксономический обзор кустарниковой растительности поймы средней Оби (Александровский отрезок) // Сибирский биологический журнал. 6, 79–84.
- Таран Г. С., Писаренко О. Ю., Тюрин В. Н. 2005. Бриофлора сургутской поймы в пространстве синтаксонов классификации Браун-Бланке // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 8, 32–65.
- Таран Г. С., Тюрин В. Н. 2006. Очерк растительности поймы Оби у города Сургута // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 9, 3–54.
- Таран Г. С., Тюрин В. Н., Дьяченко А. П. 2016. Новое местонахождение лопарскоивняков (*Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993, *Alnetea glutinosae*) в Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 3(35), 74–91.

Титов Ю. В., Овечкина Е. С. 2000. Растительность поймы реки Вах. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та.

Тюрин В. Н., Титов Ю. В. 2001. Эколого-морфологическая характеристика пойменных кустарниковых ивняков Среднего Приобья // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 4, 38–51.

Усачев В. Ф., Прокачева В. Г., Бородулин В. В. 1985. Оценка динамики озерных льдов, снежного покрова и речных разливов дистанционными средствами (практ. пособие). Ленинград: Гидрометеоздат.

Черепанов С. К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья-95.

Чернядьева И. В., Кузьмина Е. Ю. 2002. Мхи окрестностей города Сургут (Западная Сибирь) // Новости систематики низших растений 36, 254–269.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A. A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M.G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zhelezнова G. V., Zolotov V. I. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa 15, 1–130.

Konstantinova N. A., Bakalin V. A., Andrejeva E. N., Bezgodov A. G., Borovichev E. A., Dulin M. V., Mamontov Yu. S. 2009. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // Arctoa 18, 1–64.

REFERENCES

Vasiliev S. V., Sedykh V. N. Poyma Obi na aerokosmicheskikh snimkakh [The Ob floodplain in aerial and space views]. Krasnoyarsk: Institute of Forest and Wood, Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1984. (In Russian).

Ilyina I. S., Lapshina E. I., Lavrenko N. N., Mel'tser L. I., Romanova E. A., Bogoyavlenskii B. A., Makhno V. D. Rastitel'nyy pokrov Zapadno-Sibirskoy ravniny [Vegetation cover of West-Siberian plain]. Novosibirsk: Nauka, 1985. (In Russian).

Taran G. S. In: Sibirskiy biologicheskiy zhurnal [Siberian Journal of Biology]. No. 6 (1993): 79–84. (In Russian).

Taran G. S., Pisarenko O. Yu., Tyurin V. N. In: Biologicheskie resursy i prirodopol'zovanie [Biological resources and nature management]. Vol. 8 (2005): 32–65. (In Russian).

Taran G. S., Tyurin V. N. In: Biologicheskie resursy i prirodopol'zovanie [Biological resources and nature management]. Vol. 9 (2006): 3–54. (In Russian).

Taran G. S., Tyurin V. N., Dyachenko A. P. In: Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Tomsk State University Journal of Biology]. No. 3 (35) (2016): 74–91. (In Russian).

Titov Yu. V., Ovechkina E. S. Rastitel'nost' poymy reki Vakh [Vegetation of the Vakh River floodplain]. Nizhnevarтовск: Nizhnevarтовск Pedagogical Institute, 2000. (In Russian).

Tyurin V. N., Titov Yu. V. In: Biologicheskie resursy i prirodopol'zovanie [Biological resources and nature management]. Vol. 4 (2001): 38–51. (In Russian).

Usachev V. F., Prokacheva V. G., Borodulin V. V. Otsenka dinamiki ozernykh l'dov, snezhnogo pokrova i rechnykh razlivov distantsionnymi sredstvami [Evaluation of dynamics of lake ice, snow cover and river floods by remote means]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985. (In Russian).

Czerepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR) [Vascular plants of Russia and adjacent states (within the limits of the former USSR)]. Moscow: World and Family-95, 1995. (In Russian).

Czernyadjeva I. V., Kuzmina E. Yu. In: Novosti sistematiki nizshikh rasteniy [Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium]. Vol. 36 (2002): 254–269. (In Russian).

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A. A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M.G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zhelezнова G. V., Zolotov V. I. Arctoa. Vol. 15 (2006): 1–130.

Konstantinova N. A., Bakalin V. A., Andrejeva E. N. [et al.] Arctoa. Vol. 18 (2009): 1–64.

G. S. Taran¹, V. N. Tyurin²
Novosibirsk¹, Surgut², Russia

FLOODING REGIME OF THE OB RIVER DOWNY WILLOW SCRUBS (*CARICI AQUATILIS-SALICETUM LAPPONUM* TARAN 1993, *ALNETEA GLUTINOSAE*) FOR 1979–2016

Abstract. Syntaxonomical and hydrological characteristic of downy willow (*Salix lapponum*) scrubs spread on the Ob River floodplain within the limits of middle taiga subzone is given. The willow scrubs are studied in Surgut (near Surgut) and Nizhnevartovsk (the Yermakovsky Yogan River lower course) districts of Khanty-Mansi Autonomous Area, Russia. The willow scrubs belong to association *Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993 (*Alnetea glutinosae*). They are divided into 2 subassociations: boggy (subass. *typicum*, var. *typicum* and *Carex lasiocarpa*) and meadow-boggy (*Carici aquatilis-Salicetum lapponum juncetosum filiformis* Taran, Tyurin et Dyachenko 2016). Near-Surgut boggy downy willow scrubs (var. *Carex lasiocarpa*) are located on peats with thickness 144–164 cm and on height 682–692 cm above Surgut gauge zero. Their yearly flood frequency for 1979–2016 is 51–59%, maximum flood duration – 73–75 days (2007), mean flood duration for years when the willow scrubs were flooded (even if their lower levels only) is 38–43 days. Maximum flood height for the years is 182–192 cm, mean flood height – 48–57 cm above soil surface. Near-Surgut meadow-boggy downy willow scrubs are located on height 604–619 cm above Surgut gauge zero. Their yearly flood frequency for 1979–2016 is 86–95%, maximum flood duration for the period – 94–96 days (2007), mean flood duration is 52–57 days. Maximum flood height for the years is 255–270 cm, mean flood height – 84–98 cm above soil surface. The Yermakovsky Yogan boggy downy willow scrubs (var. *typicum*) are located on peats with thickness 45–75 cm and on height 754–789 cm above Nizhnevartovsk gauge zero. In flood frequency and duration respect, they occupy intermediate position between boggy and meadow-boggy downy willow scrubs from Surgut vicinities: yearly flood frequency for 1979–1993 is 80–87%, maximum flood duration – 72–77 days (1979), mean flood duration is 44–57 days. The Yermakovsky Yogan boggy downy willow scrubs are flooded on bigger height than near Surgut: maximum submersion height is 281–316 cm, mean submersion height for years when the willow scrubs were flooded is 84–117 cm above soil surface.

Key words: syntaxonomy; willow scrubs; *Salix lapponum*; floodplain bogs; floods; middle taiga subzone.

About the authors: Taran Georgy Semenovich¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Senior Researcher; Tyurin Valery Nikolaevich², Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor at the Department of Ecology.

Place of employment: ¹West-Siberian Division of Sukachev Institute of Forest, the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Branch of Federal Research Centre Krasnoyarsk Scientific Centre Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; ²Surgut State University.

Таран Г. С., Тюрин В. Н. Режим затопления лопарскоивняков реки Оби (*Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993, *Alnetea glutinosae*) за 1979–2016 гг. // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 26–34.

Taran G. S., Tyurin V. N. Flooding regime of the Ob River downy willow scrubs (*Carici aquatilis-Salicetum lapponum* Taran 1993, *Alnetea glutinosae*) for 1979–2016 // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 26–34.

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

УДК 574.21

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

ВЛИЯНИЕ СЕНОМАНСКИХ ВОД НА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования по воздействию сеноманских вод 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 сеноманских вод апт-сеноманского водоносного комплекса на сообщества раковинных амёб в лабораторных условиях. Сеноманские воды вносились в концентрациях 50, 100, 200 г/кг сухой почвы, в качестве контроля рассматривался участок без внесения концентрации. Загрязнение производилось искусственно сеноманскими водами (Среднеугутского месторождения), имеющей следующие характеристики: величина минерализации 19,3 г/л., общая жесткость составляет 29,1 мг – экв/дм³, хлор имеет показатель (11347,3–12431,3 г – экв/дм³), натрий – (6650,2–7400,3 г – экв/дм³), ионы кальция – (44,0–53,7 г – экв/дм³) ионы магния – (0,9–12,7 г – экв/дм³), гидрокарбонат – ионы присутствуют в количестве 1,8–5,4 г – экв/дм³. 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. Было выявлено, что раковинные амёбы родов *Phryganella*, *Cryptodiffugia*, *Cyclopyxis*, *Nebela* наиболее устойчивые к сеноманским водам, а раковинные амёбы родов *Euglypha*, *Chlamydohprys*, *Centropyxis*, *Plagiopyxis* менее устойчивые к воздействию. Также в результате исследования установлено снижение численности и видового разнообразия сообществ раковинных амёб при внесении различной концентрации сеноманских вод в почву. Материал по проведенному исследованию может быть использован для научных сотрудников, преподавателей и студентов, специализирующихся в области общей экологии и природопользования.

Ключевые слова: раковинные амёбы; почвенные беспозвоночные; сеноманские воды; пластовые воды.

Сведения об авторах: Елена Викторовна Кулюкина¹, аспирант кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники; 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}634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 40, тел.: 634034, ¹e-mail: kuljukinaelena@rambler.ru, ²e-mail: kartag@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. Высокотоксичные буровые отходы складированы в непосредственной близости от водоемов, что приводит к их долговременному загрязнению. Снеговые и дождевые воды способствуют распространению токсических веществ и негативному влиянию их на растительные и животные сообщества (Борисович 1985: 43).

Разливы высоко полиминерализованных сеноманских вод приводят к деградации биоценозов на площадях в десятки квадратных

километров. В зависимости от типа экосистемы, количеств нефтезагрязнений и площади разливов, можно выделить различные уровни деградации экосистем с характерными комплексами биоиндикационных показателей. Степень нарушенности растительного покрова зависит от глубины проникновения сеноманских вод в почвенный слой. Наиболее чувствительными являются растения с поверхностным типом корневой системы, к наиболее устойчивым относятся многолетние кустарники и деревья. Деградация поверхностного слоя приводит к существенному изменению плодородия почв и сообществ беспозвоночных животных (Карташев 2007: 218). Состояние сообществ почвенных простейших при воздействии нефти изменяется в зависимости от уровня деграда-

ции почв (Залялетдинова, Карташев 2016; Карташев, Смолина 2011). В естественных условиях сложно выявить зависимость трансформации биосистем от концентрации нефтезагрязнения и длительности его воздействия.

Для мониторинга почв наиболее широко используемым методом остается анализ уровней концентраций токсичных соединений с использованием физико-химических методов. Для получения наиболее точных данных, включая весь комплекс воздействующих факторов, необходимо использовать не только химический анализ, но и внедрять новые подходы. К таковым относятся биоиндикационные методы, позволяющие определить состояние среды по изменению состояния живых существ (Шмарев, Шорина 2009: 642–645). Биоиндикационные методы в настоящее время широко используются в экологических исследованиях. К наиболее чувствительным биоиндикаторам относятся почвенные микроорганизмы, в том числе и раковинные амёбы (Биоиндикация ... 1988).

Раковинные амёбы среди почвенных простейших являются одним из самых удобных объектов для почвенно-зоологических исследований, что связано с наличием твердой раковинки, сохраняющейся в почве даже после отмирания самой амёбы и дающей сведения не только о таксономическом статусе организма, но и о составе жизненных форм и экологических групп в локальной фауне. Сообщества раковинных амёб распространены достаточно широко во всех влажных почвах и устойчивы к нефтезагрязнениям. В то же время недостаточная изученность влияния сеноманских вод на сообщества раковинных амёб не позволяет перейти к комплексной биоиндикационной оценке уровня деградации почв при нефтедобыче. Целью исследований являлось изучение изменений сообществ раковинных амёб в зависимости от концентрации сеноманских вод природных комплексов.

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 сеноманских вод на раковинных амёб, относящихся к 11 видам: *Euglypha anodonta*, *Chlamydohprys minor*, *Phry-*

ganella acropodial, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela militaris*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Centropyxis vandeli*, *Plagiopyxis glyphostoma*.

Исследования проводились в контролируемых лабораторных условиях в течение четырех недель с концентрациями внесения сеноманских вод: 50, 100, 200 г/кг почвы при параллельном контроле. Опыты проводились в пластиковых кюветах с размерами: 0,5×0,2×0,15 м. В лабораторные кюветы помещалась смешанная проба гумусового слоя (А1, 0–20 см) серых лесных почв зернисто-комковатой структуры влажностью 35–40%, по килограмму почвы в каждой кювете. 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 высокополиминерализованных сеноманских вод на сообщества раковинных амёб использовались минеральные, подземные воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса нижнего гидрогеологического этажа Среднеугутского месторождения. Воды относятся к классу соленых, с величиной минерализации 19,3 г/л. Они сохраняют хлоридный натриевый состав и хлоркальциевый тип, имеют пластовую температуру от 28 до 35 °С (Сулин 1935: 174). Водородный показатель варьирует от 5,5 до 7,6 и изменяется от слабокислых до слабощелочных. Хлор является доминирующим ионом в общем химическом облике и в ряду катионов стоит на первом месте и составляет 11347,3–12431,3 г-экв/дм³, натрий стоит на втором месте и составляет 6650,2–7400,3 г-экв/дм³, ионы кальция (44,0–53,7 г-экв/дм³) превалирует над ионами магния (0,9–12,7 г-экв/дм³). Гидрокарбонат-ионы присутствуют в количестве 1,8–5,4 г-экв/дм³. Воды очень жесткие, диапазон проявлений общей жесткости неширок и составляет 29,1 мг-экв/дм³.

Анализ численности раковинных амёб и видового состава производился прямым микроскопированием водной почвенной суспензии в чашках Петри в определенном количестве полей зрения (Гельцер и др. 1985: 79; Гельцер 1980: 154–165). Почвенные образцы грунта, доведенные до воздушно-сухого состояния, распределялись тонким слоем на ровной поверхности, отбирались крупные корешки и мелкие корешки растений. Водная суспензия приготавливалась из 200 мг почвы и 20 мл дистиллированной воды. Взвесь отстаивали в те-

чение суток, надосадочную 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 (Соколов, Аскинази 1965). Виды амёб определяли при помощи руководств (Bonnet, Thomas 1960; Lechowicz M., Bell. 1991; Ettema, Wardle 2002; Bonnet 1975: 378).

Результаты и обсуждения

Видовой спектр раковинных амёб в зависимости от разной концентрации сеноманских вод неоднороден. Основное количество видов раковинных амёб в лабораторных исследованиях составляют представители семейств *Phryganella* – до четырех видов, остальные семейства представлены по одному виду.

Раковинки обнаруженных видов раковинных амёб относятся к четырем морфологическим типам, имеющим 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: *Euglypha anodonta*, *Nebela dentistoma*, *Nebela militaris*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*. Плагиостомный тип характеризуется эксцентричным расположением раковинки на вентральной стороне и полость не разделена на брюшко и козырек: *Chlamydohprys minor*, *Cryptodiffugia compressa*, *Centropyxis vandeli*. К циклостомному типу относятся *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis aroelloides*, 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* (Мазей, Цыганов 2006). Изменение видового разнообразия раковинных амёб при внесении различной концентрации сеноманских вод в период исследований представлено в таблице 1.

Таблица 1

Изменение видового состава раковинных амёб при внесении различной концентрации сеноманских вод в период исследований

Виды раковинных амёб	Концентрации растворов, г/кг				Особенности строения	
	0	50	100	200	Морфотип	Раковинка
<i>Euglypha anodonta</i>	+				Акс*	Однокамерная
<i>Chlamydohprys minor</i>	+	+		+	Плк*	Однокамерная
<i>Phryganella acropodia</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>Plagiopyxis glyphostoma</i>	+				Крк*	Двухкамерная

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

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволяет заметить, что с увеличением концентрации сеноманских вод происходит гибель раковинных амёб. Вид *Chlamydohprys*

minor отсутствует только при концентрации сеноманских вод 100 г на кг почвы, *Euglypha anodonta* и *Plagiopyxis glyphostoma* наблюдаются только в контрольной пробе, при внесении

загрязнителя не встречаются, что свидетельствует о низкой устойчивости к химическим не-

органическим загрязнениям двух видов рако-
винных амёб.

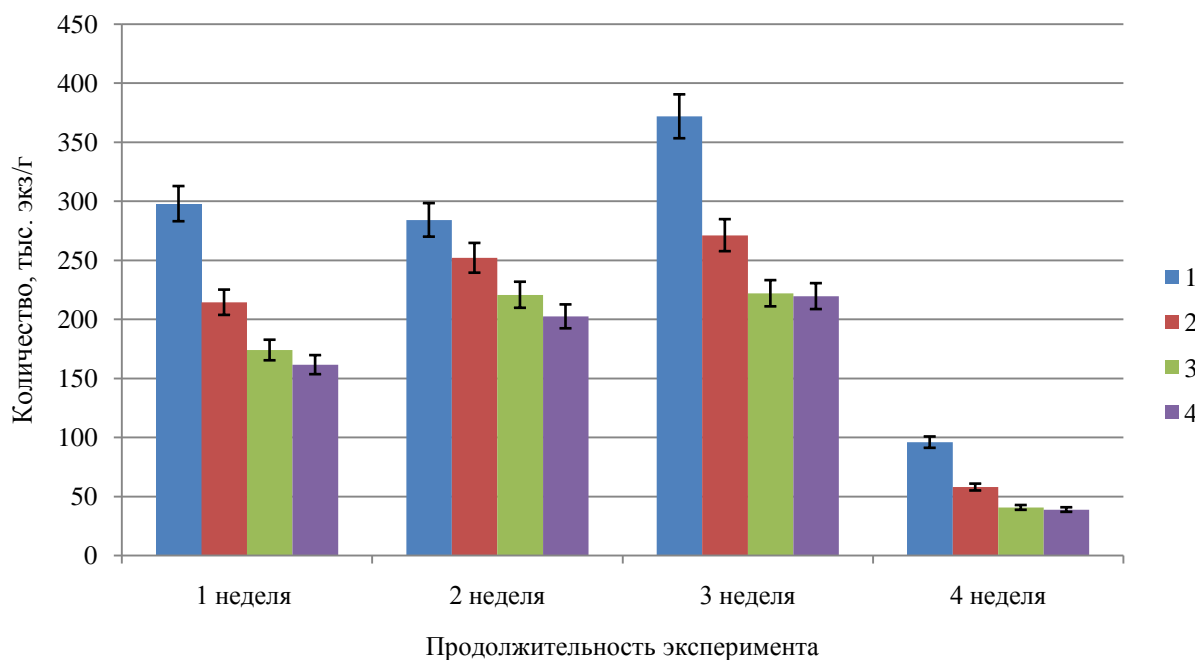


Рис. 1. Изменение общей численности рако-
винных амёб в зависимости от концентрации внесения
сеноманских вод: 1 – контроль; 2 – при концентрации 50 г сеноманских вод на 1 кг почвы,
3 – 100 г на 1 кг почвы; 4 – 200 г на 1 кг почвы

Таблица 2

Изменение численности рако-
винных амёб при концентрации сеноманских растворов 50 г/кг почвы

Виды рако- винных амёб	Концентрация сеноманского раствора 50 г/кг			
	Длительность действия токсиканта			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
Euglypha anodonta	$\frac{8,3 \pm 0,2}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Chlamydohprys minor	$\frac{3,3 \pm 0,1}{1,5 \pm 0,1}$	$\frac{1,6 \pm 0,1}{0}$	$\frac{0}{1,8 \pm 0,04}$	$\frac{0}{0}$
Phryganella acropodia	$\frac{76,9 \pm 1,6}{53,9 \pm 1,9}$	$\frac{41,9 \pm 0,6}{35,5 \pm 2,6}$	$\frac{46,1 \pm 3,2}{32,2 \pm 1,3}$	$\frac{8,7 \pm 0,4}{6,6 \pm 0,7}$
Cryptodiffugia compressa	$\frac{5,1 \pm 0,8}{0}$	$\frac{27,4 \pm 1,3}{25,3 \pm 1,6}$	$\frac{34 \pm 2}{20,8 \pm 1,9}$	$\frac{9,5 \pm 0,4}{5,3 \pm 0,2}$
Cyclopyxis aroelloides	$\frac{41,8 \pm 0,9}{34,9 \pm 1,6}$	$\frac{32,2 \pm 1}{27 \pm 1,9}$	$\frac{53,4 \pm 1,2}{34,1 \pm 2,7}$	$\frac{14,8 \pm 0,4}{11,3 \pm 1,3}$
Nebela dentistoma	$\frac{48,4 \pm 1,6}{38,1 \pm 1,1}$	$\frac{48,5 \pm 0,8}{45,6 \pm 1,3}$	$\frac{70,4 \pm 6}{53 \pm 3,7}$	$\frac{18,3 \pm 0,5}{10,6 \pm 0,4}$
Nebela militaris	$\frac{41,9 \pm 2,6}{31,7 \pm 4}$	$\frac{33,8 \pm 1,1}{32,1 \pm 1,6}$	$\frac{48,6 \pm 1,5}{34,1 \pm 2,2}$	$\frac{11,3 \pm 1,3}{6,6 \pm 0,2}$
Nebela lageniformis	$\frac{41,8 \pm 1}{33,3 \pm 1,6}$	$\frac{40,3 \pm 1,1}{35,5 \pm 1,7}$	$\frac{51 \pm 1,2}{47,4 \pm 0,8}$	$\frac{15,6 \pm 1,5}{8,6 \pm 0,2}$
Nebela collaris	$\frac{25 \pm 1,5}{17,4 \pm 2,3}$	$\frac{48,4 \pm 0,7}{45,6 \pm 1,3}$	$\frac{60,7 \pm 1,3}{43,6 \pm 2}$	$\frac{16,5 \pm 1,1}{8,6 \pm 0,1}$
Centropyxis vandeli	$\frac{5 \pm 0,05}{3,1 \pm 0,03}$	$\frac{6,4 \pm 0,1}{5 \pm 0,9}$	$\frac{7,2 \pm 0,5}{3,7 \pm 0,6}$	$\frac{0,8 \pm 0,01}{0}$
Plagiopyxis glyphostoma	$\frac{0}{0}$	$\frac{3,2 \pm 0,1}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$

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

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 третью неделю исследования в контрольной пробе. Минимальная численность амёб отмечается в четвертую неделю исследований при концентрации сеноманских вод 100–200 г на 1 кг почвы. Снижение общей численности на 50% относительно контрольных значений свидетельствует о критическом уровне выживания сообществ раковинных амёб при действии сеноманских растворов.

Анализ представленных в таблице 2 данных позволяет заметить, что при исследуемой концентрации сеномана происходит снижение численности сообществ раковинных амёб. Максимальная численность наблюдается у вида *Phryganella acropodia* в первую неделю исследований и составляет $53,9 \pm 1,9$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы, что в 1,4 раза меньше по сравнению с контролем. Минимальная численность наблюдается у вида *Chlamydohprys minor* и составляет $1,5 \pm 0,1$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы, в то время как в контрольной кювете численность превышает в 2 раза. Виды *Euglypha anodonta*, *Plagiopyxis glyphostoma* при действии сеноманских вод с концентрацией 50 г/кг элиминируются.

Таблица 3

Изменение численности раковинных амёб при концентрации сеноманских растворов 100 г/кг почвы

Виды раковинных амёб	Концентрация растворов 100 г/кг почвы			
	Длительность влияния сеноманских растворов			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Euglypha anodonta</i>	$8,3 \pm 0,2$ 0	0 0	0 0	0 0
<i>Chlamydohprys minor</i>	$3,3 \pm 0,1$ 0	$1,6 \pm 0,1$ 0	0 0	0 0
<i>Phryganella acropodia</i>	$76,9 \pm 1,6$ $39,9 \pm 0,6$	$41,9 \pm 0,6$ $29,6 \pm 0,7$	$46,1 \pm 3,2$ $27,9 \pm 1,2$	$8,7 \pm 0,4$ $3,8 \pm 0,1$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$5,1 \pm 0,8$ $9,9 \pm 1,3$	$27,4 \pm 1,3$ $19,1 \pm 1$	34 ± 2 $20,5 \pm 1$	$9,5 \pm 0,4$ $4,3 \pm 0,1$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$41,8 \pm 0,9$ $27 \pm 1,4$	$32,2 \pm 1$ $24,3 \pm 1$	$53,4 \pm 1,2$ $20,6 \pm 1,1$	$14,8 \pm 0,3$ $8,2 \pm 0,3$
<i>Nebela dentistoma</i>	$48,4 \pm 1,6$ $45,6 \pm 1,6$	$48,5 \pm 0,8$ $41,6 \pm 1,6$	$70,4 \pm 6$ $46,6 \pm 1,4$	$18,3 \pm 0,5$ $7,6 \pm 0,2$
<i>Nebela militaris</i>	$41,9 \pm 2,6$ $5,7 \pm 0,4$	$33,8 \pm 1,1$ $29,5 \pm 1,2$	$48,6 \pm 1,5$ $29,8 \pm 0,7$	$11,3 \pm 1,3$ $4,9 \pm 0,1$
<i>Nebela lageniformis</i>	$41,8 \pm 1$ $19,9 \pm 0,8$	$40,3 \pm 1,1$ $29,5 \pm 1,3$	$51 \pm 1,2$ $39,1 \pm 1$	$15,6 \pm 1,5$ $5,4 \pm 0,2$
<i>Nebela collaris</i>	$25 \pm 1,5$ $25,6 \pm 1,3$	$48,4 \pm 0,7$ $43,4 \pm 1,5$	$60,7 \pm 1,3$ $35,4 \pm 1$	$16,5 \pm 1,1$ $6 \pm 0,09$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$5 \pm 0,05$ 0	$6,4 \pm 0,1$ $3,4 \pm 0,08$	$7,2 \pm 0,5$ $1,8 \pm 0,06$	$0,8 \pm 0,01$ 0
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	0 0	$3,2 \pm 0,1$ 0	0 0	0 0

Примечание. В числителе дроби – среднестатистическая численность вида раковинных амёб в контроле, в знаменателе – в опыте.

Представленные в таблице 3 результаты показывают замещение по степени устойчивости к раствору вида *Phryganella acropodia*, наблюдаемого в первую неделю исследования, видом *Nebela dentistoma* с максимальной численностью $46,6 \pm 1,4$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы. Минимальная численность отмечается у вида *Centropyxis vandeli* и составляет $1,8 \pm 0,06$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы, в контроль-

ной серии наблюдается превышение в 4 раза. Вид *Chlamydohprys minor* встречался в лабораторных кюветах с концентрацией 50 г/кг и элиминируется при концентрации сеноманских растворов 100 г/кг. Виды *Euglypha anodonta*, *Plagiopyxis glyphostoma* не встречаются.

Анализ представленных в таблице 4 данных позволяет заметить, что доминантный вид *Nebela dentistoma* сохраняет свое положение и

характеризуется численностью, равной $44,7 \pm 1$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы в третью неделю исследований. Минимальная численность наблюдается у вида *Chlamydohrpys minor* в первую неделю исследования и составляет $1,7 \pm 0,4$ тыс. экз/г абсолютно сухой почвы

и по сравнению с контрольной серией снижается в 1,9 раз. Вид встречается только в первую неделю исследования. Виды *Plagiopyxis glyphostoma*, *Euglypha anodonta* наблюдаются только в контрольных кюветах.

Таблица 4

Изменение численности раковинных амёб при концентрации сеноманских растворов 200 г/кг почвы

Виды раковинных амёб	Концентрация растворов 200 г/кг			
	Длительность влияния сеноманских растворов			
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
<i>Euglypha anodonta</i>	$8,3 \pm 0,2$	0	0	0
	0	0	0	0
<i>Chlamydohrpys minor</i>	$3,3 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	0	0
	$1,7 \pm 0,4$	0	0	0
<i>Phryganella acropodia</i>	$76,9 \pm 1,6$	$41,9 \pm 0,6$	$46,1 \pm 3,2$	$8,7 \pm 0,4$
	$37,4 \pm 1,2$	$25 \pm 1,1$	$29,1 \pm 1,4$	$3,8 \pm 0,7$
<i>Cryptodiffugia compressa</i>	$5 \pm 0,8$	$27,4 \pm 1,3$	34 ± 2	$9,5 \pm 0,4$
	$10,2 \pm 0,7$	$19,2 \pm 1,9$	$20,1 \pm 0,6$	$2,2 \pm 0,1$
<i>Cyclopyxis aroelloides</i>	$41,8 \pm 0,9$	$32,2 \pm 1$	$53,4 \pm 1,2$	$14,8 \pm 0,3$
	$30,6 \pm 1,6$	$17,3 \pm 0,8$	$22,3 \pm 1,4$	$7,6 \pm 0,2$
<i>Nebela dentistoma</i>	$48,4 \pm 1,6$	$48,5 \pm 0,8$	$70,4 \pm 6$	$18,3 \pm 0,5$
	$25,5 \pm 0,6$	$38,5 \pm 1,2$	$44,7 \pm 1$	$8,3 \pm 0,1$
<i>Nebela militaris</i>	$41,9 \pm 2,6$	$33,8 \pm 1,1$	$48,6 \pm 1,5$	$11,3 \pm 1,3$
	$13,6 \pm 1,8$	$26,9 \pm 0,3$	$33,5 \pm 2,5$	$4,5 \pm 0,1$
<i>Nebela lageniformis</i>	$41,8 \pm 1$	$40,3 \pm 1,1$	$51 \pm 1,2$	$15,6 \pm 1,5$
	$18,7 \pm 1,1$	$28,9 \pm 0,9$	$33,7 \pm 1,7$	$5,3 \pm 0,2$
<i>Nebela collaris</i>	$25 \pm 1,5$	$48,4 \pm 0,7$	$60,7 \pm 1,3$	$16,5 \pm 1,1$
	$23,8 \pm 1,3$	$44,3 \pm 0,8$	$33,5 \pm 1,7$	$6,8 \pm 0,1$
<i>Centropyxis vandeli</i>	$5 \pm 0,05$	$6,4 \pm 0,1$	$7,2 \pm 0,5$	$0,8 \pm 0,01$
	0	$1,9 \pm 0,04$	$2,2 \pm 0,01$	0
<i>Plagiopyxis glyphostoma</i>	0	$3,2 \pm 0,1$	0	0
	0	0	0	0

Примечание. В числителе дроби – среднестатистическая численность вида раковинных амёб в контроле, в знаменателе – в опыте.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Выявлены устойчивые к сеноманским водам виды раковинных амёб: *Phryganella acropodial*, *Cryptodiffugia compressa*, *Cyclopyxis aroelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela militaris*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*.

Показано снижение видового разнообразия раковинных амёб при концентрации сеноманских вод (50 г/кг), проявляющееся в элиминации *Euglypha anodonta*, *Plagiopyxis glyphostoma*.

При концентрации сеноманских растворов, равных 100 г/кг, установлена элиминация видов: *Euglypha anodonta*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Chlamydohrpys minor* и снижение численности устойчивых видов амёб.

При концентрации 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.

ЛИТЕРАТУРА

- Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. 1988 / Шуберт Р. (ред.). М.: Мир.
 Борисович Т. В. 1985. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных простейших // Матер. докл. IX Междунар. коллоквиума по почвенной зоологии. Вильнюс.
 Гельцер Ю. Г. 1980. Методы изучения почвенных простейших // Почвенные простейшие. Серия Протоzoология. Вып. 5. Л.: Наука, 154–165.

Гельцер Ю. Г., Корганова Г. А., Алексеев Д. А. 1985. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М.: Наука.

Залаялетдинова Н. А., Карташев А. Г. 2016. Влияние экологических факторов на сообщества почвенных инфузорий. Томск: ТУСУР.

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.

Мазей Ю.А., Цыганов А. Н. 2006. Пресноводные раковинные амёбы. Москва: Товарищество научных изданий КМК.

Соколов А. В., Аскинази Д. Л. 1965. Агротехнические методы исследования почв. М.: Наука.

Сулин В.А. 1935. Воды нефтяных месторождений СССР. М.; Л.: ОНТИ НКТП.

Шмараяев, А.В., Шорина Т. С. 2009. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды // Вестник Оренбургского государственного университета. 6 (112), 642–645.

Bonnet L. 1975. Types morphologiques, ecologie et evolution de la thegue chez les Thecamoebiens // Protistologica 11/3, 303–378.

Bonnet L., Thomas R. 1960. Thécamoebiens du sol // Vie et Milieu. Suppl. 5, 1–113.

Ettema Ch., Wardle D. 2002. Spatial soil ecology // Trends in ecology and evolution. 17, 177–183.

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

Bioindikatsiya zagryazneniya nazemnyh ekosistem [Bioindication of pollution of land ecosystems]. Ed. by R. Schubert, D. A. Krivolutsky. Moscow: Mir, 1988. (In Russian).

Borisovich T. V. In: Materialy dokladov IX mezhdunarodnogo kollokviuma po pochvennoj zoologii [Proceedings of the IX International Academic Conference on soil zoology]. Vilnius, 1985. (In Russian).

Geltser Yu. G. In: Pochvennye prostejshie. Seriya Protozoologiya [Soil protozoa. Series protozoology]. Vol. 5. (1980): 154–165. (In Russian).

Geltser Yu. G., Korganova G. A., Alekseev D. A. Pochvennye rakovinnye ameby i metody ih izucheniya [Soil rakovinnye amoebas and methods of their studying]. Moscow: Science, 1985. (In Russian).

Zalyaletdinova N. A., Kartashev A. G. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na soobshchestva pochvennykh infuzorij [Influence of ecological factors on communities of soil infusorians]. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2016. (In Russian).

Kartashev A. G. Ekologicheskie aspekty nefte dobyvayushchej otrasli Zapadnoj Sibiri [Ecological aspects of oil-extracting of Western Siberia]. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2007. (In Russian).

Kartashev A. G., Smolina T. V. Vliyanie neftezagryaznenij na pochvennykh bespozvonochnykh zhivotnykh [Influence of petroleum pollution on soil invertebrate animals]. Tomsk: V-Spektr, 2011. (In Russian).

Mazey Yu. A., Tsyganov A. N. Presnovodnye rakovinnye ameby [Fresh-water rakovinnye amoebas]. Moscow: Association of scientific publications KMK, 2006. (In Russian).

Sokolov A. V., Askinazi D. L. Agrotehnicheskie metody issledovaniya pochv [Agrotechnical methods of a research of soils]. Moscow: Science, 1965. (In Russian).

Sulin V. A. Vody neftyanykh mestorozhdenij SSSR [Waters of oil fields of the USSR]. Moscow; Leningrad: United technical Publishing of People's Commissariat of Heavy Industry, 1935. (In Russian).

Shmarayev, A. V., Shorina T. S. In: Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. No. 6(112) (2009): 642–645. (In Russian).

Bonnet L. Types morphologiques, ecologie et evolution de la thegue chez les Thecamoebiens. In: Protistologica. Vol. 11, No. 3 (1975): 303–378.

Bonnet L., Thomas R. Thécamoebiens du sol. In: Vie et Milieu. Suppl. No. 5 (1960): 1–113.

Ettema Ch., Wardle D. Spatial soil ecology. In: Trends in ecology and evolution. No. 17 (2002): 177–183.

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

THE INFLUENCE OF CENOMANIAN WATER ON TESTATE AMOEBAE COMMUNITY

Abstract. This article presents the results of a study on the effects of Cenomanian water on the numerical and species composition of testate amoebae community in a light gray forest soil. It was shown that soil invertebrates can be used as bioindicators of the pollution of the environment. We investigated the effect of water Cenomanian Aptian-Cenomanian water-bearing complex in the community of testate amoebae in the laboratory. Cenomanian water were made at concentrations of 50, 100 and 200 g/kg dry soil as control was considered the site without any concentration. Pollution produced artificially Cenomanian water (Sredneuralskie field) having the following characteristics: the amount of salinity of 19.3 g/l, total hardness is 29.1 mg – EQ/dm³., chlorine has an index (11347,3–12431,3 g – EQ/dm³), sodium (6650,2–7400,3 g – EQ/dm³) calcium ions – (44,0–53.7 g – EQ/dm³) magnesium ions – (0,9–12,7 g – EQ/dm³), hydrogen carbonate ions present in the amount of 1,8–5,4 g – EQ/dm³. Calculation and analysis of invertebrate organisms was performed using the microscope BIOMED–2 at magnification ×160. Accounting testate amoebae was carried out by direct microscopy of soil suspensions. The greatest impact on the structure and strength of the community have an oil concentration of 200 g/kg. It was found that testate amoebae of the genera Phryganella, Cryptodifflugia, Cyclopyxis, Nebela most resistant to Cenomanian waters, and testate amoebae of the genera Euglypha, Chlamydohprys, Centropyxis, Plagiopyxis less resistant to impact. Also the study showed a decrease in abundance and species diversity of testate amoebae communities in making various concentrations of Cenomanian water in the soil. Material for the study can be used for researchers, teachers and students specializing in the field of General ecology and environmental management.

Key words: testate amoebae; soil invertebrates; Cenomanian water; formation water.

About the authors: Elena Viktorovna Kulyukina¹, graduate of the Department of radioelectronic technologies and environmental monitoring of Tomsk state University of control systems and Radioelectronics; Alexander Georgievich Kartashev², doctor of biological Sciences (Grand PhD), Professor of Department of radio electronic technologies and environmental monitoring.

Place of employment:² Tomsk state University of control systems and Radioelectronics.

Кулюкина Е. В., Карташев А. Г. Влияние сеноманских вод на сообщества раковинных амёб // Вестник Нижегородского государственного университета. 2017. № 1. С. 35–42.

Kulyukina E. V., Kartashev A. G. The influence of cenomanian water on testate amoebae community // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 35–42.

УДК 574.24

А. Г. Карташев, А. П. Шкаруно, В. И. Кочеткова
Tomsk, Russia

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ

Аннотация. В современном обществе одной из наиболее важных проблем является загрязнение водной среды, связанные с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов. Актуальным становится разработка новых методов оценки загрязнения водных объектов. Метод биоиндикации дает возможность выявить закономерности изменений сообществ организмов, подверженных антропогенному воздействию, и позволяет прогнозировать состояние экосистемы при изменении внешних факторов. В миграции веществ огромная роль отводится живым организмам, накапливающим в себе микроэлементы, вовлекая их в трофический круговорот. Моллюски высокочувствительны к нефтяному загрязнению и являются основным фактором, повышающим самоочищение водных экосистем. В работе представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию нефтезагрязнений на развитие моллюсков вида *Planorbarius corneus* в экспериментальных условиях. В результате исследования описаны изменения поведения, выявлены критичные концентрации нефти, приводящие к изменениям онтогенеза моллюсков. Установлено, что выживаемость моллюсков в загрязненной воде нефтью изменяется в зависимости от концентрации внесения, в качестве защитной стресс-реакции можно рассматривать плотное закрытие створок раковин моллюсков. Выявлена возрастная устойчивость моллюсков к нефтезагрязнениям и адаптация к неблагоприятным условиям.

Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать использовать моллюсков в качестве биоиндикационных показателей экологического состояния водоемов.

Ключевые слова: моллюски; нефть; концентрация; онтогенез; трохофора; велигер.

Сведения об авторах: Александр Георгиевич Карташев¹, доктор биологических наук, профессор кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга; Анастасия Петровна Шкарупо², аспирант кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга Томского государственного университета систем управления и радиотехники; Валентина Ивановна Кочеткова³, аспирант кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга.

Место работы: ¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

Контактная информация: ^{1,2,3}634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 40, тел.: 634034, ¹e-mail: kartag@rambler.ru; ²e-mail: schkarupo.anastasia@yandex.ru; ³e-mail: korotina@tusur.ru.

Нефтезагрязнения оказывают комплексное негативное влияние на состояние биосистем (Карташев 2007). Нефть является сложной смесью парафиновых, циклопарафиновых, ароматических углеводородов с простыми и разветвленными цепями. Содержит соединения серы и азота, органические кислоты, микроэлементы, нафтеновые кислоты и фенольные соединения, хлороформенные битумоиды и полиароматические углеводороды (Кузин, Яковлев 1993). В воде нефть испаряется, растворяется, эмульгируется, окисляется, агрегируется и биодеградируется (Егоров, Шипулин 1998).

Малакофауна чувствительна к загрязнению вод токсикантами и принимает активное участие в аккумуляции и переносе химических веществ в водоемах. Сообщества моллюсков можно рассматривать в качестве биоиндикаторов изменений, происходящих в водной среде под влиянием загрязнителей (Бедова, Колупаев 1998; Романова др. 2008; Карташев 2014; Воробьев 2006). Загрязнения нефтью водоемов Западной Сибири стимулировало проведение исследований по влиянию нефтезагрязнений на пресноводных моллюсков *Planorbarius corneus*.

Объектом исследований являлись пресноводные моллюски семейства *Planorbarius corneus* и их эмбриональное развитие.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на моллюсках семейства роговая катушка (*Planorbarius corneus*) (Определитель ... 2004). Представители вида распространены в пресных водоемах Европы и Центральной Азии. Тело моллюска коническое, удлиненное. Передвижение осуществляется с помощью плоской широкой ноги. Раковина улитки достигает диаметра 3,5 см и толщины до 1 см. Форма раковины – круглая с приплюснутыми спиралями, обороты раковины лежат в одной плоскости. У катушки оплодотворение внутреннее. Оплодотворенные яйца улитки откладывают в виде клейких коконов по 20–100 яиц в каждом на листьях и стеблях водных растений. В каждом коконе личинки раз-

виваются синхронно. Внутри яйца зародыш проходит стадии развития: дробление, образование трохофоры, велигера, затем проходит метаморфоз и молодая улитка выходит наружу (Жадин 1952; Долгин 2009). В природе моллюски *Planorbarius corneus* питаются в основном водорослями и бактериями.

Исследования по влиянию нефтезагрязнений на выживаемость и эмбриональное развитие моллюсков проводились в лабораторных условиях, на фоне естественной суточной ритмики температурного режима (22–25 °С) и освещенности. Исследования проводились на взрослых особях и икре при параллельном контроле. В качестве загрязнителя использовали сырую нефть Лугинецкого месторождения, плотность которой составляет 0,7754 г/см³. По своему составу нефть содержит: 0,3% серы общей, 0,14% массовой доли воды, 2,8% массовой доли парафина, менее 2,0 ppm массовой доли сероводорода и менее 1,0 ppm органических хлоридов.

В первой серии исследований опытная группа половозрелых моллюсков содержалась в воде с концентрацией нефти: 1 мл/л, 2 мл/л, 4 мл/л, 8 мл/л в течение 14 дней при параллельном контроле.

Во второй серии исследовались адаптации моллюсков к хроническому действию нефтезагрязнений при ежедневном внесении в опытные группы 0,5 мл/л поллютанта.

В третьей серии исследований кладки икры моллюсков помещались в чашки Петри объемом воды 25 см³ с разной концентрацией загрязнителя: 0,5 мл/л, 1 мл/л, 4 мл/л, 8 мл/л. Контролем служила кладка икры без добавления нефти. Наблюдение за развитием икринок проводилось в течение 14 дней.

В четвертой серии провели сравнение длительности эмбрионального развития при концентрации загрязнителя 0,5 мл/л кладок, отложенных в условиях предварительного загрязнения среды нефтью, и кладок, перенесенных из аквариума с хроническим загрязнением

нефтью взрослых особей данной же концентрации.

Подсчет и анализ развития икры проводился с использованием цифрового микроскопа Motic DMBA 300. Ежедневно кладки икры моллюсков просматривались под микроскопом для определения стадий развития личинок.

Статистическая обработка данных наблюдений по влиянию нефти на выживаемость и эмбриональное развитие моллюсков проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждения

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволяет считать, что при концентрации 1 мл/л не наблюдаются существенных изменений в поведении улиток. На 30-й минуте нефтяные пятна светло-оранжевого оттенка покрыли всю поверхность воды. При концентрации 2 мл/л на 30-й минуте вся поверхность воды

покрыта нефтяной пленкой светло-оранжевого цвета. На 15-й минуте увеличилась дыхательная активность моллюсков, наблюдалось увеличение потребности в кислороде, что стимулировало их двигательную активность. Потребность в еде не была ключевым показателем, влияющим на активность. На 10-е сутки при концентрации 1 мл/л происходят незначительные изменения численности моллюсков, при концентрации 2 мл/л начиная с 3-го дня численность не изменялась (рис. 1). Значительные изменения в поведении и численности моллюсков отмечены на 2-е, 6-е и 8-е сутки.

Сравнительный анализ полученных в лабораторных условиях данных о влиянии нефтезагрязнений на пресноводных моллюсков, приведенный в таблицах 2–5, при концентрациях 4,8 мл/л выявил изменения в численности и в поведении.

Таблица 1

Выживаемость пресноводных моллюсков в зависимости от концентрации нефтезагрязнений

Концентрация нефти	Смертность моллюсков (<i>Planorbis corneus</i>)													
	1-е сут.	2-е сут.	3-е сут.	4-е сут.	5-е сут.	6-е сут.	7-е сут.	8-е сут.	9-е сут.	10-е сут.	11-е сут.	12-е сут.	13-е сут.	14-е сут.
Контроль (0 мл/л)	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1
1 мл/л	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	6±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1
2 мл/л	6±1	6±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1	5±1
4 мл/л	5±1	4±1	4±1	4±1	4±1	3±1	3±1	3±1	3±1	2±2	2±2	2±1	2±1	1±2
8 мл/л	5±2	3±2	1±1	1±1	1±1	1±1	1±1	0	0	0	0	0	0	0

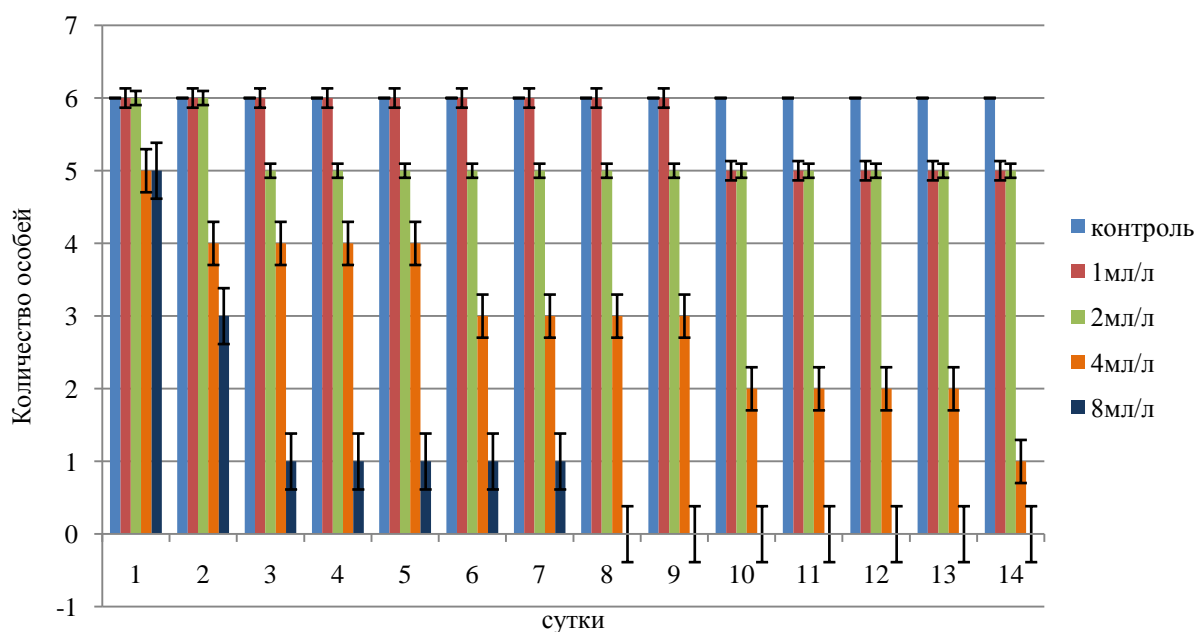


Рис. 1. Выживаемость пресноводных моллюсков в зависимости от концентрации нефтезагрязнений

Таблица 2

Изменения в поведении моллюсков в первые сутки после внесения нефти: 4 мл/л и 8 мл/л

Концентрация	Поведенческие реакции моллюсков при действии нефтезагрязнений
Контроль (0 мл/л)	Повышенная активность, крепкое сцепление со стенками аквариума, поиск пузырьков воздуха в верхней толще воды, фильтрация воды, свободное передвижение, обособленность видов.
4 мл/л	Слабовыраженная активность, слабое сцепление со стеклом, пребывание в донной толще. Через 15 минут после действия нефти повышается дыхательная и двигательная активность. В поисках кислорода моллюски группируются и выползают на поверхность воды и распределяются по всей толще. Через час наблюдений активность моллюсков снижается. У некоторых особей отмечено покраснение мантии.
8 мл/л	У 40% улиток наблюдается выпадение и покраснение мягких тканей из раковины через 15 минут, через 30 минут ткани возвращаются в раковины до полного закрытия. Остальные особи обособлены друг от друга и собирают пузырьки с воздухом. Через 30 минут активность остальных 60% улиток снижается до минимума.

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет считать, что при концентрации нефти в воде 4 мл/л наблюдается повышение потребности в кислороде, что стимулирует их двигательную активность. Потребность в еде не была ключевым показателем, влияющим на активность. При концентрации 8 мл/л отмечается снижение двигательной активности и выпадение из раковин мягких тканей моллюсков, что свидетельствует о необратимых изменениях физиологических процессов.

Анализ данных, представленных в таблице 3, свидетельствует о том, что при концентрации нефти 4 мл/л происходит снижение двигательной активности. Постоянное пребывание в верхних слоях воды является показателем нехватки кислорода. Зафиксировано ЛД50 при концентрации 8 мл/л на вторые сутки исследования.

Анализ данных, приведенных в таблице 4, показывает, что при концентрации 4 мл/л улитки испытывают дефицит кислорода. Токсическое влияние нефти проявляется в закрытии створок раковины. При концентрации 8 мл/л мягкие ткани моллюсков частично или полностью отделены от раковины, что свидетельствует о гибели организмов.

На восьмые сутки нефть с концентрацией 8 мл/л привела к гибели всех моллюсков (табл. 5).

Необходимо отметить, что при попадании моллюсков в токсичную среду, наблюдается развитие стрессовой реакции, проявляющейся в плотном закрытии створок раковины.

При постепенном хроническом внесении нефти исследовалась адаптация моллюсков к нефтезагрязнениям (рис. 2).

Результаты постепенного увеличения концентраций нефти на 0,5 мл/л за сутки, представленные на рисунке 2, свидетельствуют о развитии адаптивных реакций в течение 3-х суток. Элиминация неадаптированных особей происходила на 4-е сутки после внесения нефти. При постепенном повышении концентраций нефти увеличивается период выживаемости моллюсков. Вымирание особей наблюдается только на 7-е сутки. Гибель всех особей отмечается на 10-е сутки без внесения дополнительного количества нефти. Следовательно, при постепенном внесении нефти влияние на организм моллюсков менее токсично, чем при изначально высокой концентрации.

Таблица 3

Изменения в поведении моллюсков на вторые сутки после нефтезагрязнений: 4 мл/л и 8 мл/л

Концентрация	Поведенческие реакции моллюсков при действии нефтезагрязнений
Контроль (0 мл/л)	Изменения в поведении не отмечены.
4 мл/л	Группирование парами, слабая активность, снижение количества экскрементов. Часть моллюсков питаются растительностью, загрязненной нефтью, на поверхности водной толщи, другие остаются на дне аквариума.
8 мл/л	У 50% особей наблюдается выпадение тканей из раковины, нет признаков жизни. Отмечены следы на кромке нефти, оставленные улитками в процессе поиска кислорода. Экскременты не наблюдаются.

Таблица 4

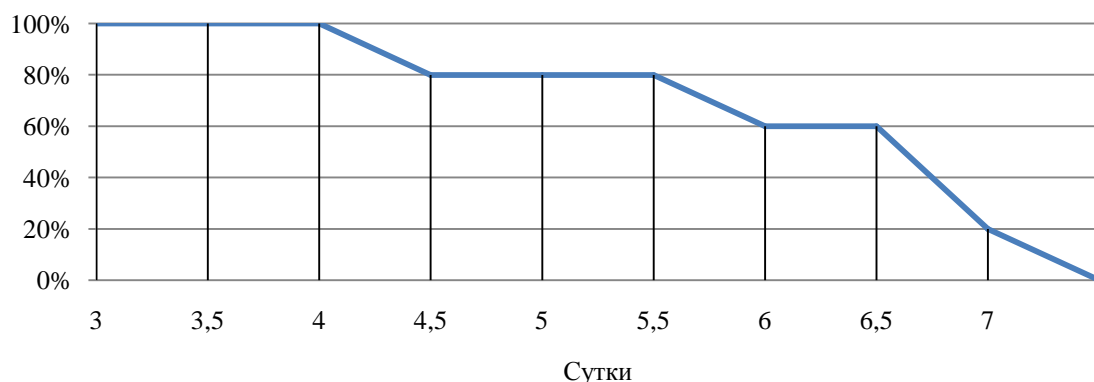
Изменения в поведении моллюсков на шестые сутки после нефтезагрязнений: 4 мл/л и 8 мл/л

Концентрация	Поведенческие реакции моллюсков при действии нефтезагрязнений
Контроль (0 мл/л)	Изменения в поведении не отмечены.
4 мл/л	Признаки жизни отмечаются у 50% особей, которые перемещаются на поверхности воды с закрытыми крышечками раковины обособленно друг от друга. Низкая двигательная активность. Часть улиток с закрытыми створками на дне.
8 мл/л	У большинства особей мягкие ткани полностью отделены от раковины. Особи находятся на дне, реакция заторможенная.

Таблица 5

Изменения в поведении моллюсков на восьмые сутки после нефтезагрязнений: 4 мл/л и 8 мл/л

Концентрация	Поведенческие реакции моллюсков при действии нефтезагрязнений
Контроль (0 мл/л)	Изменения в поведении не отмечены. Наблюдается большее количество экскрементов, чем у моллюсков с загрязненной водой.
4 мл/л	Состояние улиток критическое, находятся обособленно друг от друга на дне аквариума и передвигаются с низкой двигательной активностью. Наблюдается осаждение нефтяной пленки с растительностью.
8 мл/л	Вымирание всех особей.

**Рис. 2. Выживаемость моллюсков при ежедневном внесении 0,5 мл/л нефти, %**

Проведено две серии исследований влияния нефтезагрязнений на онтогенез моллюсков. В первой серии опытов определялись границы возможных для онтогенеза моллюсков концентраций нефти, во второй серии исследовались концентрации нефти в области толерантности онтогенеза моллюсков.

Результаты первой серии исследований представлены в таблице 6 и позволяют заметить, что онтогенез моллюсков сохраняется при концентрации нефти 0,5 мл/л. При повышении концентрации нефти в водной среде развитие моллюсков замедляется и прекращается.

Результаты исследования длительности эмбрионального развития моллюсков в области концентрации нефти: 0,5 мл/л, 1 мл/л, 4 мл/л и 8 мл/л представлены в таблице 7.

Анализ полученных данных позволяет заметить, что концентрация нефти 0,5 мл/л не оказывает существенного влияния на длительность развития эмбрионов. Концентрация нефти 1 мл/л замедляет процесс развития эмбриона на стадиях эмбриогенеза. Концентрации нефти 4 мл/л и 8 мл/л являются критичной для развития эмбриона.

Таблица 6

Влияние нефтезагрязнений на эмбриональное развитие моллюсков при различной концентрации

Концентрация загрязнителя	Образование трохофоры	Образование велигера	Оседание в яйце	Выход молоди из яйца
Контроль (0 мл/л)	+	+	+	+
0,5 мл/л	+	+	+	+
1 мл/л	+	+	—	—
4 мл/л	+	—	—	—
8 мл/л	+	—	—	—

Таблица 7

Длительность развития стадий онтогенеза при различных концентрациях нефтезагрязнений

Концентрация загрязнителя	Сутки (24 ч.)			
	Образование трохофоры	Образование велигера	Оседание в яйце	Выход молоди из яйца
Контроль (0 мл/л)	4±1	5±1	9±1	14±1
0,5 мл/л	3±1	6±1	9±1	14±1
1 мл/л	4±1	7±1	0	0
4 мл/л	4±1	0	0	0
8 мл/л	3±1	0	0	0

Примечание. $X \pm$ – среднестатистические значения длительности стадий развития с 95% уровнем достоверности.

Таблица 8

Длительность эмбрионального развития моллюсков при концентрации нефти 0,5 мл/л

Концентрация загрязнителя	Общая плодовитость		Выход молоди	
	Число яиц в кладке	Пустые капсулы	Шт.	%
Контроль (0 мл/л)	16	1	14	87,5
0,5 мл/л	19	2	16	84,21
0,5* мл/л	17	4	9	52,94

Примечание. * Кладка перенесена из аквариума с хроническим загрязнением нефтью взрослых особей данной же концентрации.

Исследовалось эмбриональное развитие моллюсков, кладки которых были отложены в нефтезагрязненных условиях. Анализ данных, представленных в таблице 8, отражает зависимость длительности эмбрионального развития от концентраций нефти. В контрольных условиях из 16 отложенных капсул на 17-й день было выведено 13 моллюсков. Концентрация нефти, равная 0,5 мл/л, не оказала влияние на период развития моллюсков: как и в контрольной кладке, первый выход молодых моллюсков наблюдается на 17-й день.

При хроническом влиянии нефти на моллюсков процесс развития от нереста до выхода из кладки личинки отличался: из всей кладки (17 икринок) 4 капсулы оказались пустыми. По окончании формирования эмбриона жизнеспособными остались 9 особей. Следует отметить, что количество отложенных кладок и число содержащихся в них капсул меньше контрольных. Интервал между кладками затянута на 7–10 дней по сравнению с контролем. Различие кладок 0,5 мл/л и 0,5 мл/л*, вероятно, вызвано повышенной уязвимостью личинок при хроническом влиянии нефти.

На основании проведенных исследований о влиянии нефтезагрязнений на пресноводных моллюсков можно сделать следующие выводы:

1. При нефтезагрязнениях изменяется поведение моллюсков.

2. В качестве защитной к нефти стресс-реакции можно рассматривать плотное закрытие створок раковин моллюсков.

3. Выживаемость моллюсков *Planorbis corneus* в загрязненной нефтью воде изменяется в зависимости от концентрации внесения. Максимальное токсическое влияние оказывает нефть с концентрацией 8 мл/л, приводящая к гибели 50% моллюсков на 2-е сутки.

4. При постепенном увеличении концентрации нефти моллюски адаптируются к неблагоприятным условиям.

5. Выявлена возрастная устойчивость моллюсков к нефтезагрязнениям: к токсическому влиянию нефти наиболее устойчивы взрослые особи, наименее устойчивы – эмбриональные стадии развития.

6. Концентрация 0,5 мл/л не вызвала существенных изменений в онтогенезе моллюсков. При концентрации нефти 1 мл/л выявлено снижение плодовитости и торможение на всех стадиях эмбриогенеза. Концентрация нефти 8 мл/л приводит к летальности эмбрионов и взрослых моллюсков.

ЛИТЕРАТУРА

- Бедова П. В., Колупаев Б. И. 1998. Использование моллюсков в биологическом мониторинге состояния водоемов // Экология. 5, 410–411.
- Воробьев Д. С. 2006. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Известия Томского политехнического университета. Т. 309. № 3, 42–44.
- Долгин В. Н. 2009. К изучению пресноводных моллюсков Сибири // Вестник Томского государственного педагогического университета. 11, 174–178.
- Егоров Н. Н., Шипулин Ю. К. 1998. Особенности загрязнения природных вод и грунтов нефтепродуктами // Водные ресурсы. Т. 25. № 5, 598–602.
- Жадин В. И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР.
- Карташев А. Г. 2007. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. Томск: ТУСУР.
- Карташев А. Г. 2014. Адаптация животных к хроническим факторам. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Кузин И. Л., Яковлев О. Н. 1993. Характер загрязнения окружающей среды при разведке нефтегазоконденсатных месторождений на севере Западной Сибири // Многоцелевые гидрогеохимические исследования в связи с поиском полезных ископаемых и охраной подземных вод. Томск.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2004 / Цалохин С.Я. (ред.). Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука.
- Романова Е. М., Индирактова О. А., Куранова А. П. 2008. Перспективность использования моллюсков в биоиндикации загрязнения водных объектов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Т. 4. № 20-1, 157–159.

REFERENCES

- Bedova P. V., Kolupaev B. I. In: *Ekologiya* [Ecology]. No. 5 (1998): 410–411. (In Russian).
- Vorob'ev D. S. In: *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tomsk Polytechnic University]. Vol. 309 (3) (2006): 42–44. (In Russian).
- Dolgin V. N. In: *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Tomsk State Pedagogical University]. No. 11 (2009): 174–178. (In Russian).
- Egorov N. N., Shipulin Yu. K. In: *Vodnye resursy* [Water Resources]. Vol. 25(5) (1998): 598–602.
- Zhadin V. I. *Mollyuski presnykh i solonovatykh vod SSSR* [Shell-fish of of fresh and brakish waters in the USSR]. Moscow: Academy of Sciences of USSR Publ. house, 1952. (In Russian).
- Kartashev A. G. *Ekologicheskie aspekty nefte dobyvayushchei otrasli Zapadnoi Sibiri* [Ecological concerns of oil extraction field in Western Siberia]. Tomsk: TSUCSR Publ. house, 2007. (In Russian)
- Kartashev A. G. *Adaptatsiya zhiivotnykh k khronicheskim faktoram* [Adjustment of animals to chronic factors]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. (In Russian)
- Kuzin I. L., Yakovlev O. N. In: *Mnogotsel'evye gidrogeokhimicheskie issledovaniya v svyazi s poiskom poleznykh iskopaemykh i okhranoi podzemnykh vod tez. dokl. vseros. soveshaniya*. [Multipurpose hydrochemical studies in the light of mineral exploration and environmental protection of underground waters, report of the All-Union meeting]. Tomsk: 1993. (In Russian).
- Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 6 Mollyuski, Polikhety, Nemertiny [Determiner of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories. Vol. 6 Mollusk, Polychaete, Nemertea]. Ed. by S.Ya. Tsalolokhin. Saint-Petersbourg: Nauka, 2004. (In Russian).
- Romanova E. M., Indiryakova O. A., Kuranova A. P. In: *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Orenburg State Agrarian University]. Vol. 4(20-1) (2008): 157–159. (In Russian).

A. G. Kartashev, A. P. Skorupa, V. I. Kochetkova
Tomsk, Russia

THE IMPACT OF OIL POLLUTION ON FRESHWATER MOLLUSCS

Abstract. In modern society, one of the most important problems is water pollution related to spills of oil and oil products. It is important to devise new methods of assessing pollution of water bodies. The method of bioindication allows us to reveal the regularities of changes in communities of organisms exposed to anthropogenic impact, and allows to predict the state of the ecosystem under changing external factors. The migration of substances a huge role for living organisms, accumulate in itself the trace elements, involving them in the trophic cycle. Shellfish are highly sensitive to oil pollution and are a major factor in enhancing the self-purification of aquatic ecosystems. The paper presents the results of experimental researches on influence of oil pollution on the development of shellfish species *Planorbis corneus* in experimental conditions. The study describes the behavior changes identified critical concentration of oil resulting in changes in the ontogeny of molluscs. It is established that the survival of shellfish in

contaminated water with oil changes depending on the concentration of the depositing, as a protective stress-response can be considered tight closing of the valves of shells. The age resistance of mollusks to pollution and adaptation to adverse conditions.

The obtained results allow to recommend the use of molluscs as indicators of ecological status of water bodies.

Key words: clams; oil; concentration; ontogeny; trochophore; veliger.

About the authors: Alexander Georgievich Kartashev¹, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor of Department of Radio electronic technologies and environmental monitoring; Anastasia Petrovna Skarupa², post-graduate student of the Department of radio electronic technologies and environmental monitoring of Tomsk state University of control systems and Radioelectronics; Valentina Ivanovna Kochetkova³, postgraduate student of the Department of Radio electronic Technologies and Environmental Monitoring of Tomsk state University of control systems and Radioelectronics.

Place of employment:¹Tomsk state University of control systems and Radioelectronics.

Карташев А. Г., Шкарупо А. П., Кочеткова В. И. Влияние нефтезагрязнений на пресноводных моллюсков // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 42–49.

Kartashev A. G., Skorupa A. P., Kochetkova V. I. The impact of oil pollution on freshwater molluscs // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 42–49.

УДК 597.851: 591.69

Д. В. Ибрагимова, Н. В. Наконечный
Сургут, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТАМИ *RANA ARVALIS* NILS., 1842 СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

Аннотация. В настоящее время биологи уделяют большое внимание изучению паразитоценозов. Однако подобные исследования проводятся, в основном, на сельскохозяйственных и промысловых животных. Амфибии и рептилии, как малоценные для человека виды, изучены слабо. Паразитоценозы амфибий Ханты-Мансийского автономного округа вообще не исследовались. В статье рассматривается общая зараженность гельминтами внутренних органов остромордой лягушки Среднего Приобья. Исследования проводили на территории ХМАО-Югры в мае-июне 2016 г. в окрестностях д. Юган, г. Сургуте и окрестностях г. Нижневартовска. Методом неполного гельминтологического вскрытия изучено 123 особи *R. arvalis*. Определены общепринятые показатели численности паразитов. Уставлена высокая экстенсивность инвазии легких и желудочно-кишечного тракта остромордой лягушки, тогда как печень, сердце и почки слабо заражены гельминтами, а в селезенках и гонадах паразитические черви не выявлены. На территории ХМАО-Югры между исследованными популяциями остромордой лягушки, достоверных различий в экстенсивности инвазии гельминтами не установлено. Несмотря на то, что в г. Сургуте показатели численности гельминтов у остромордой лягушки самые высокие, в сравнении с контрольной территорией (окрестности д. Юган). Причиной тому может быть обедненный видовой состав гельминтов в городе и отсутствие конкуренции между видами. Половых различий в инвазированности лягушек не выявлено.

Ключевые слова: остромордая лягушка; гельминты; экстенсивность инвазии; интенсивность инвазии; индекс обилия; Среднее Приобье.

Сведения об авторах: Динара Владимировна Ибрагимова¹, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры зоологии и экологии животных; Николай Владимирович Наконечный², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института экологии Севера.

Место работы:^{1,2}Сургутский государственный университет

Контактная информация:¹628412, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, каб. 611, тел. 89224191034, e-mail: DV_Ibragimova@mail.ru; ²628412, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, каб. 522, тел. 89224203634, e-mail: Yyd@list.ru.

Введение. Дикie животные являются резервуарами очагов тяжелых инфекций человека и домашних животных, в том числе и гельминтозов. Амфибии, являясь обитателями двух сред, могут быть переносчиками представите-

лей различных классов паразитических червей. Несмотря на это среди них редко встречаются паразиты человека и домашнего скота (Тарасовская 2009).

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре паразитические черви амфибий не изучены. Есть отрывочные сведения по гельминтам отдельных видов (Жигилева и др. 2002; Ибрагимова 2012; Ibragimova, Chihlyayev 2016).

Остромордая лягушка – широко распространенный в округе вид амфибий – населяет разнообразные местообитания, численность ее сравнительно высока, как правило, она обычна или многочисленна. Это практически единственный из представителей класса амфибий, способный относительно успешно обитать в сильно урбанизированной среде (Ибрагимова, Стариков 2013). В связи с этим *Rana arvalis* является удобным объектом для паразитологических исследований.

Материалы и методы

Исследования проводили на территории ХМАО-Югры в мае – июне 2016 г. в окрестностях д. Юган Сургутского района (контрольная территория), г. Сургута и окрестностях г. Нижневартовска. Методом неполного гельминтологического вскрытия изучено 123 особи *R. arvalis*. Желудочно-кишечный тракт и легкие лягушек просматривали методом последовательного промывания; печень, сердце, почки, гонады и селезенку – компрессорным способом. Гельминтов фиксировали в жидкости Барбагалло (круглых червей) и в 70-% этиловом спирте (плоских червей) (Аниканова и др. 2007). Задача выявления видовой принадлежности гельминтов в данной работе не ставилась.

Определяли общепринятые показатели численности паразитов.

Экстенсивность инвазии, или встречаемость паразитов, есть процент зараженных хозяев конкретным видом или группой паразитов:

$$P = \frac{N_p}{n} \times 100\%,$$

где N_p – число зараженных хозяев; n – общее число хозяев.

Критерий достоверности разностей двух оценок экстенсивности инвазии устанавливали по формуле:

$$t_{dif} = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1 \times M_2 + P_2 \times M_1}{M}}};$$

$$M = \frac{P \times (100 - P)}{n},$$

где P_1, P_2 – сравниваемые показатели экстенсивности инвазии, %; M_1, M_2 – их ошибки; n – число исследованных лягушек. Полученные величины сравнивали с табличными распределениями Стьюдента t ($\alpha = 0,05, df = n_1 + n_2 - 2$).

Интенсивность инвазии – среднеарифметический показатель числа паразитов, приходящийся на одну зараженную особь хозяина:

$$ИИ = \frac{Par}{N_p},$$

где Par – число обнаруженных паразитов у N_p зараженных этим паразитом хозяев.

Индекс обилия – средняя численность определенного вида или группы паразитов у всех особей хозяина (включая незараженных):

$$ИО = \frac{Par}{n},$$

где Par – число обнаруженных паразитов у n обследованных животных.

Достоверность половых различий в зараженности гельминтами устанавливали с помощью метода хи-квадрат в пакете статистических программ StatPlus 2007 Professional.

Результаты и обсуждение

Общая экстенсивность инвазии гельминтами остромордой лягушки увеличивалась при движении с запада на восток округа (табл. 1). У остромордой лягушки исследованных местообитаний селезенки и гонады лишены паразитов. Зараженность ЖКТ и легких паразитическими червями выше в местообитаниях г. Сургута, тогда как в окрестностях г. Нижневартовска наиболее высока ЭИ печени и сердца, а легких и почек минимальна. Лягушки окрестностей д. Юган имеют самые низкие показатели ЭИ всех органов (сердце и почки свободны от гельминтов). Рядом авторов отмечены конкурентные взаимоотношения между разными систематическими группами гельминтов в организме амфибий (Буракова 2008; Тарасовская 2010). По данным некоторых авторов, в городских местообитаниях сообщества гельминтов обеднены (Буракова 2008; Ручин и др. 2008). В связи с этим между видами гельминтов нет сильной конкуренции. Тогда как в менее трансформированных местообитаниях (как, например, в окрестностях д. Юган) видовой состав паразитов, скорее всего, будет выше и, соответственно, ЭИ, вследствие конкуренции, будет ниже. Есть и противоположные сведения (Зарипова и др. 2008), что в антропогенно нарушенных местообитаниях видовой состав гельминтов выше. Однако на территории ХМАО-Югры между исследованными популяциями остромордой лягушки достоверных различий в экстенсивности инвазии гельминтами не установлено (табл. 2).

Таблица 1

Показатели численности гельминтов популяции *Rana arvalis* Среднего Приобья

Территория	Показатель численности	В общем	Орган				
			ЖКТ	Печень	Сердце	Легкие	Почки
Окрестности д. Юган	ЭИ,%	61,54	44,23	5,77	0,00	34,62	0,00
	ИИ	6,31	4,04	1,33	0,00	6,00	0,00
	ИО	3,94	1,79	0,08	0,00	2,08	0,00
г. Сургут	ЭИ,%	82,00	76,00	8,00	4,00	60,00	2,00
	ИИ	11,80	7,82	1,00	1,00	5,97	2,00
	ИО	9,68	5,94	0,08	0,04	3,58	0,04
Окрестности г. Нижневартовска	ЭИ,%	76,19	71,43	19,05	9,52	23,81	0,00
	ИИ	6,03	3,40	2,25	1,00	7,80	0,00
	ИО	4,81	2,43	0,43	0,10	1,86	0,00

Таблица 2

Критерий достоверности экстенсивности инвазии гельминтами трех популяций *Rana arvalis* Среднего Приобья

Территория	Критерий достоверности (t)			
	В общем	ЖКТ	Печень	Легкие
г. Сургут – окрестности д. Юган	0,004	0,006	0,013	0,010
г. Сургут – окрестности г. Нижневартовска	0,001	0,001	0,013	0,003
окрестности д. Юган – окрестности г. Нижневартовска	0,002	0,004	0,020	0,003

Общее число паразитов, приходящихся на одну особь хозяина, снижается в ряду г. Сургут – окрестности г. Нижневартовска – окрестности д. Юган. Интенсивность инвазии кишечника лягушек наибольшая в г. Сургуте (обнаружено от 1 до 66 паразитов в одной лягушке), тогда как легких – минимальная (от 1 до 34); в окрестностях г. Нижневартовска картина противоположная: в ЖКТ от 1 до 8 паразитов, в легких – от 1 до 13. Лягушки из окрестностей д. Юган характеризовались средними показателями интенсивности инвазии: в ЖКТ от 1 до 13, в легких от 1 до 32. Индекс обилия гельминтов также высок в популяции остромордой лягушки г. Сургута. Несмотря на то что интенсивность инвазии легких лягушек высока в окрестностях г. Нижневартовска, индекс обилия здесь самый низкий.

Как отмечают Ф. Ф. Зарипова и А. И. Файзулин (2014), видовой состав гельминтов не отражает прямого антропогенного воздействия на местообитания амфибий. В условиях градиента возрастания антропогенного пресса увеличивается экстенсивность инвазии одними видами гельминтов и снижается – другими. Состав гельминтов и характер зараженности ими хозяина обуславливаются специфической экологической нишей последнего. Определяющим фактором является образ жизни и характер жизнедеятельности хозяина (Чихляев

2008). На экстенсивность инвазии гельминтами амфибий и на качественное разнообразие их эндопаразитов значительно влияют типологические особенности местообитаний амфибий. Это влияние наиболее четко прослеживается на примере эврибионтных видов (Булахов, Константинова 1978), таких как остромордая лягушка.

Большинство паразитов остромордой лягушки – это биогельминты, поэтому решающее значение в становлении ее гельминтофауны в любом местообитании имеют биотические факторы. К таковым относятся: 1) наличие и высокая численность зараженных паразитами промежуточных и дополнительных хозяев – беспозвоночных (моллюсков, насекомых, ракообразных); 2) наличие окончательных хозяев – позвоночных (рептилий, птиц, млекопитающих); 3) наличие плотных популяций самих земноводных (Ручин, Чихляев 2012).

В целом в г. Сургуте остромордая лягушка обычна (Ибрагимова, Стариков 2013), в окрестностях д. Юган многочисленна (Ибрагимова, Аслямова 2016). В рассмотренных популяциях распределение полов смещено в сторону самок, но незначительно: в окрестностях д. Юган ♂ (46,2%), ♀ (53,8%), $\chi^2_{(1)} = 0,075$; в г. Сургуте ♂ (32%), ♀ (68%), $\chi^2_{(1)} = 1,674$; в окрестностях г. Нижневартовска ♂ (38,1%), ♀ (61,9%), $\chi^2_{(1)} = 0,302$. Показатели численности

гельминтов у самок и самцов *R. arvalis* сравнительно сходны (табл. 3). Несколько завышены значения по экстенсивности инвазии легких у самок из окрестностей д. Юган и окрестностей г. Нижневартовска. Однако сравнение экстенсивности инвазии между полами в популяциях остромордой лягушки Среднего Приобья достоверных различий не выявило, кроме инвазии

окрестностей легких лягушек окрестностей г. Нижневартовска (достоверно выше у самок). Рассчитанные значения критерия хи-квадрат следующие: в окрестностях д. Юган – по ЖКТ $\chi^2_{(1)} = 0,002$; по легким $\chi^2_{(1)} = 0,600$; в г. Сургуте – по ЖКТ $\chi^2_{(1)} = 0,014$; по легким $\chi^2_{(1)} = 0,014$; в окрестностях г. Нижневартовска – по ЖКТ $\chi^2_{(1)} = 0,013$; по легким $\chi^2_{(1)} = 5,250$.

Таблица 3

Показатели численности гельминтов у самок и самцов *Rana arvalis* Среднего Приобья

Территория	Показатель численности	ЖКТ		Легкие	
		♂	♀	♂	♀
Окрестности д. Юган	ЭИ,%	68,42	66,67	57,89	90,00
	ИИ	3,77	4,40	4,91	4,11
	ИО	2,58	2,93	2,84	2,47
г. Сургут	ЭИ,%	90,00	96,43	70,00	75,00
	ИИ	9,22	8,30	5,43	6,29
	ИО	8,30	8,00	3,80	4,71
Окрестности г. Нижневартовска	ЭИ,%	100,00	90,00	0,00	50,00
	ИИ	3,17	3,56	0,00	7,80
	ИО	3,17	3,20	0,00	3,90

Выводы

1) Показатели численности гельминтов в популяциях остромордой лягушки Среднего Приобья выше в городских местообитаниях, вопреки результатам большинства исследований подобного рода, где зараженность гельминтами и их обилие с ростом антропогенной нагрузки снижается.

2) Установлено, что гонады и селезенки обследованных лягушек свободны от гельминтов.

3) Менее всего поражены гельминтами почки, сердце и печень остромордой лягушки что, скорее всего, связано с нарушением биотических связей в сообществах (недостаточность промежуточных хозяев этих паразитов).

4) Статистически значимых различий в зараженности кишечными и легочными гельминтами у самок и самцов остромордой лягушки не выявлено, за исключением гельминтов в легких лягушек из окрестностей г. Нижневартовска (ими были заражены исключительно самки). Вероятно, это обусловлено численным преобладанием самок остромордой лягушки над самцами.

Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры зоологии и экологии животных СурГУ доктору биологических наук, профессору В. П. Старикову и кандидату биологических наук, доценту К. А. Берникову за помощь в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Аниканова В. С., Бугмырин С. В., Иешко Е. П. 2007. Методы сбора и изучения гельминтов мелких млекопитающих: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.
- Булахов В. Л., Константинова Н. Ф. 1978. Влияние биогеоценотических факторов на зараженность гельминтами амфибий лесных экосистем Приднестровья // I Всесоюзный съезд паразитологов: в 2 ч. Ч. 1. Киев: Наукова думка, 59–61.
- Буракова А. В. 2008. Особенности морфофизиологических индексов и показателей паразитарной инвазии *Rana arvalis* в зонах с разным уровнем антропогенной нагрузки // Веселкин Д. В., Антонова Е. В., Кшнясев И. А. (отв. ред.). Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее. Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Голицынский», 33–39.
- Жигилева О. Н., Сурель О. В., Злобина Л. С. 2002. Паразитарные сообщества остромордой лягушки на юге Западной Сибири // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 3. Тюмень: Изд-во ин-та проблем освоения Севера СО РАН, 63–69.
- Зарипова Ф. Ф., Баирамгулова Г. Р., Юмагулова Г. Р., Янтурин С. И. 2008. Гельминтофауна амфибий в условиях Башкирского Зауралья // Вестник Оренбургского государственного университета/ 12, 86–88.

Зарипова Ф. Ф., Файзулин А. И. 2014. Особенности видового состава и показатели зараженности гельминтами озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* в условиях трансформации местообитаний Южного Урала // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 16. № 5(5), 1675–1679.

Ибрагимова Д. В. 2012. Гельминты *Rana arvalis* Nils., 1842 города Сургута // Мурунов Е. Ю. (отв. ред.). Наука и инновации XXI века: материалы I Всерос. конф. молодых ученых. Т. 2. Сургут: изд-во «Таймер», 43.

Ибрагимова Д. В., Аслямова А. И. 2016. Оценка состояния популяций амфибий окрестностей д. Юган // Бодрова Е.В. (техн. ред.). Север России: стратегии и перспективы развития. Материалы II Всерос. научно-практ. конф. Т. IV. Сургут: Изд-во СурГУ, 237–241.

Ибрагимова Д. В., Стариков В. П. 2013. Итоги трехлетнего мониторинга амфибий в г. Сургуте // Северный регион: наука, образование, культура. № 1(27), 135–149.

Ручин А. Б., Лукиянов С. В., Рыжов М. К., Чихляев И. В. 2008. Биология остромордой лягушки *Rana arvalis* в Мордовии. Сообщение 3. Гельминты и хищники // Биологические науки Казахстана. № 3, 20–29.

Ручин А. Б., Чихляев И. В. 2012. К гельминтофауне остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilson, 1842) из разных местообитаний // Современная герпетология. Том 12. Вып. 1–2, 61–68.

Тарасовская Н. Е. 2009. Значение бесхвостых амфибий в оздоровлении пастбищ и околородных биотопов от гельминтов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 10 (60), 76–79.

Тарасовская Н. Е. 2010. Внутривидовые взаимодействия нематоды *Oswaldocruzia filiformis* от остромордой лягушки их влияние на размеры гельминтов // Наука и образование. 3 (16), 97–104.

Чихляев И. В. 2008. Влияние образа жизни на гельминтофауну бесхвостых земноводных (Amphibia, Anura) Среднего Поволжья // Паразитология в XXI веке – проблемы, методы, решения: Матер. IV Всерос. съезда паразитол. о-ва РАН. Т. 3. СПб.: «Лема», 208–211.

Ибрагимова Д. В., Чихлыяев И. В. 2016. Helminth infection of Moor frog *Rana arvalis* Nils., 1842 in the floodplains of the Ob river in the city of Surgut // Principles of the ecology. Vol. 5. No. 3 (19), 52.

REFERENCES

Anikanova V. S., Bugmyrin S. V., Iyeshko Ye. P. Metody sbora i izucheniya gel'mintov melkikh mlekopitayushchikh: uchebnoye posobiye [Methods of collection and study of tapeworms of small mammals]. Petrozavodsk: Karelia Science Centre of Russian Academy of Sciences, 2007. (In Russian).

Bulakhov V. L., Konstantinova N. F. In: I Vsesoyuznyy s"yezd parazitotsenologov [1st All-Union Conference of parasite researchers]. Vol. 1 (1978): 59–61. (In Russian).

Burakova A. V. In: Biosfera Zemli: proshloye, nastoyashcheye i budushcheye. Mat-ly konf. molodykh uchenykh [Biosphere of the Earth: past, present and the future. Materials of the conference for young researchers]. Yekaterinburg: Goshchitskiy, 2008. P. 33–39. (In Russian).

Zhigileva O. N., Surel' O. V., Zlobina L. S. In: Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya [Bulletin of ecology, forest studies and landscape studies]. Vol. 3 (2002): 63–69. (In Russian).

Zaripova F. F., Bairamgulova G. R., Yumagulova G. R., Yanturin S. I. In: Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Orenburg State University]. Vol. 12 (2008): 86–88. (In Russian).

Zaripova F. F., Fayzulin A. I. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Bulletin of Samara Science Centre of Russian Academy of Sciences]. Vol. 16 (5,5) (2014): 1675–1679. (In Russian).

Ибрагимова Д. В. In: Nauki i innovatsii XXI veka: mat-ly I Vseros. konf. molodykh uchenykh [Science and innovation XXI century: proceedings of the first national conference of young researchers]. Vol. 2 (2012): 43. (In Russian).

Ибрагимова Д. В., Аслямова А. И. In: Sever Rossii: strategii i perspektivy razvitiya. Mat-ly II Vseros. nauchno-prakt. konf. [Northern Russia: strategies and perspectives of development. Proceedings of the 2nd national conference]. Vol. 5 (2016): 237–241. (In Russian).

Ибрагимова Д. В., Стариков В. П. In: Severnyy region: nauka, obrazovaniye, kul'tura. Nauchnyy i kul'turno-prosvetitel'skiy zhurnal [Northern region: science, education and culture]. Vol. 1(27) (2013): 135–149. (In Russian).

Ruchin A. B., Lukiyanov S. V., Ryzhov M. K., Chikhlyayev I. V. In: Biologicheskiye nauki Kazakhstana [Biological sciences of Kazakhstan]. Vol. 3 (2008): 20–29. (In Russian).

Ruchin A. B., Chikhlyayev I. V. In: Sovremennaya gerpetologiya [Modern herpetology]. Vol. 12(1–2) (2012): 61–68. (In Russian).

Tarasovskaya N. Ye. In: Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Altai State Agrarian University]. Vol. 10 (60) (2009): 76–79. (In Russian).

Tarasovskaya N. Ye. In: Nauka i obrazovaniye [Science and education]. Vol. 3 (16) (2010): 97–104. (In Russian).

Chikhlyayev I. V. In: Parazitologiya v XXI veke – problemy, metody, resheniya. Materialy VI Vserossiyskogo s"yezda Parazitologicheskogo obshchestva Rossiyskoy akademii nauk [Parasitology in XXI century – issues, methods, solutions. Proceedings of the VI national convention of parasitologists of Russian Academy of Sciences]. Saint-Petersbourg: Lema, 2008. P. 208–211. (In Russian).

Ibragimova D. V., Chihlyayev I. V. 2016. Helminth infection of Moor frog *Rana arvalis* Nils., 1842 in the flood-plains of the Ob river in the city of Surgut // Principles of the ecology. Vol. 5. No. 3 (19), 52.

D. V. Ibragimova, N. V. Nakonechny
Surgut, Russia

COMPARATIVE ANALYSIS OF HELMINTHS INVASION OF *RANA ARVALIS* NILS., 1842 OF THE MIDDLE OB

Abstract. At present biologists are finding great attention to the study of parasitocenosis. However such research is carried out mainly in the agricultural and producers animals. Amphibians and reptiles are poorly understood, as the low value species for the human. In general parasitic cenosis of amphibians in Khanty-Mansiysk Autonomous Area have not been investigated. The article discusses the common helminth infection of internal organs of moor frog of Middle Ob. Investigations were carried out on the Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Ugra in May-June 2016 in the environs of Yugan village, in the Surgut city and in the surrounding of Nizhnevartovsk city. Were studied 123 individuals of *R. arvalis* with application of incomplete helminthological method. Were defined generally accepted indicators of the parasite population. Were determined of high extent of infestation of the lungs and gastrointestinal tract of moor frog, whereas the liver, heart and kidneys faintly contaminated with worms, and in the spleen and the gonads parasitic worms are not revealed. Significant differences in the extensiveness of worms infestation between populations of moor frog on the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Area -Ugra is not established. Despite the fact that in the Surgut city in index of abundance of worms of moor frog was highest, compared with the control area (the environs of Yugan village). The reason for this may be poor species composition of helminths in the city and the for lack of competition between species. Sex differences in worm invasion of frogs have been exposed.

Key words: moor frog; helminths; extensiveness of invasion; intensity of invasion; index of abundance; Middle Ob.

About the authors: Dinara Vladimirovna Ibragimova¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Lecturer at the Department of Zoology and Animal Ecology; Nikolaj Vladimirovich Nakonechny², Candidate of Biological Sciences (PhD), Senior Researcher at the Research Center of Ecology of Natural Complexes.

Place of employment: ^{1,2}Surgut State University

Ибрагимова Д. В., Наконечный Н. В. Сравнительный анализ зараженности гельминтами *Rana arvalis* nils., 1842 Среднего Приобья // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 49–54.

Ibragimova D. V., Nakonechny N. V. Comparative analysis of helminths invasion of *Rana arvalis* nils., 1842 of the Middle Ob // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 49–54.

УДК 595.754

А. М. Кондратьева, Е. В. Аксёненко, В. Б. Голуб
Воронеж, Россия

ДОПОЛНЕНИЕ К ФАУНЕ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (НЕТЕРОПТЕРА) ЗАПОВЕДНИКА «ВОРОНИНСКИЙ» (ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Аннотация. В статье приводятся данные о полужесткокрылых насекомых фауны заповедника «Воронинский». Сбор и камеральная обработка материала проведены стандартными методами, включающими кошение энтомологическим сачком, лов на свет и ручной сбор с поверхности почвы. В общей сложности в ходе проведенных исследований на территории заповедника в различных его участках-кластерах был обнаружен 31 вид полужесткокрылых насекомых из 10 семейств (*Saldidae*, *Berytidae*, *Stenocephalidae*, *Rhopalidae*, *Alydidae*, *Coreidae*, *Cydnidae*, *Plataspidae*, *Scutelleridae*, *Pentatomidae*). 12 видов полужесткокрылых отмечены на данной территории впервые: *Saldula arenicola*, *Saldula palustris*, *Neides tipularius*, *Berytinus minor*, *Berytinus crassipes*, *Dicranocephalus albipes*, *Rhopalus conspersus*, *Stictopleurus viridicatus*, *Chorosoma schillingii*, *Myrmus miriformis*, *Neottiglossa leporina*, *Stagonomus bipunctatus*. В материале преобладают мезофильные и мезо-ксерофильные виды клопов. В основном это широкие олигофитофаги, трофически связанные со злака-

ми. Для каждого вида указаны данные о местонахождении, биотопах и распространении. Преобладающая часть обнаруженных видов отличается широкими типами ареалов.

Ключевые слова: Heteroptera; Saldidae; Berytidae; Stenocephalidae; Rhopalidae; Alydidae; Coreidae; Cydnidae; Plataspididae; Scutelleridae; Pentatomidae; фауна; заповедник «Воронинский»; Тамбовская область.

Сведения об авторах: Кондратьева Анна Михайловна¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии, молекулярной генетики и физиологии; Аксёненко Евгений Васильевич², кандидат биологических наук, преподаватель кафедры зоологии и паразитологии; Голуб Виктор Борисович³, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и систематики беспозвоночных животных.

Место работы: Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии¹; Воронежский государственный университет^{2,3}.

Контактная информация: ¹394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105, тел.: 9507767964, e-mail: kondratyeva_anya@mail.ru; ^{2,3}394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1, e-mail: entoma@mail.ru.

Видовой состав наземных полужесткокрылых (Heteroptera) среднерусской лесостепи изучен, главным образом, по материалам, собранным на территории Воронежской (Голуб, Драполук 2005; Кондратьева 2012; Кондратьева и др. 2013; Аксёненко и др. 2014; Kondratyeva et al. 2015) и Липецкой областей (Скуфьин 1968; Кондратьева, Голуб 2011). Список видов полужесткокрылых Тамбовской области, включая Государственный природный заповедник «Воронинский», намного беднее по сравнению с фаунистическими списками других территорий среднерусской лесостепи. Ранее для территории заповедника нами были проведены исследования фауны клопов из семейств Nabidae, Anthosoridae, Tingidae и Lygaeidae (Kondratyeva et al. 2016; Кондратьева и др. 2016). Данная работа является продолжением исследований и содержит новые данные по другим семействам отряда Heteroptera.

Материал, послуживший основой данной работы, был собран в летний период 2014 г. на территории заповедника «Воронинский». Указанная особо охраняемая природная территория находится на востоке Тамбовской области и состоит из ряда разрозненных участков-кластеров. Отлов и первичная камеральная обработка клопов проводились стандартными методами (Голуб и др. 2012). Помимо кошениа энтомологическим сачком нами также были проведены отлов полужесткокрылых на свет и произведен ручной сбор с поверхности почвы. Общий объем выборки составил более 320 экземпляров клопов из 10 семейств. Новые для территории заповедника виды отмечены звездочкой (*).

Для каждого вида приводятся данные о количестве собранных экземпляров, местах сбора и биотопах, также указывается тип ареала. Название таксонов и их распространение даны в соответствии с «Каталогом полужестко-

крылых Палеарктики» (Catalogue... 1995, 2001, 2006) и «Каталогом полужесткокрылых азиатской части России» (Винокуров и др. 2010). Типы ареалов описываются согласно схеме зоогеографического деления суши, предложенной А. Ф. Емельяновым (1974).

В статье приняты следующие сокращения и условные обозначения пунктов сбора материала: **БК** – пос. Березовый куст, **И** – пос. Инжавино, **Ин** – с. Иноковка-1, **К** – пос. Кипец, **КС** – с. Карай-Салтыково, **О** – дер. Орловка, **П** – с. Паревка, **Р** – с. Рамза.

Семейство SALDIDAE

1. **Saldula arenicola arenicola* (Scholtz, 1847)

Материал. **П:** берег р. Ворона, 7.VIII.2014, 6 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический; Афротропический регион.

Экология. Гигро-мезофит; эпигеобионт; зоофаг.

2. *Saldula opacula* (Zetterstedt, 1838)

Материал. **И:** сбор на свет, 7.08.2014, 1 экз.; **П:** берег р. Ворона, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Голарктический бореально-субтропический.

Экология. Гигро-мезофит; эпигеобионт; зоофаг.

3. **Saldula palustris* (Douglas, 1874)

Материал. **П:** берег р. Ворона, 7.VIII.2014, 28 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический; Афротропический регион.

Экология. Гигро-мезофит; эпигеобионт; зоофаг.

Семейство BERYTIDAE4. **Neides tipularius* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике панатлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

5. **Berytinus (Berytinus) minor minor* (Herrich-Schaeffer, 1835)

Материал. **П:** пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Голарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

6. **Berytinus (Lizinus) crassipes* (Herrich-Schaeffer, 1835)

Материал. **Р:** луг над озером, 5.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-суббореальный.

Экология. Мезо-ксерофил; герпетобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство STENOCEPHALIDAE7. **Dicranocephalus albipes* (Fabricius, 1781)

Материал. **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 8 экз.

Распространение. В Палеарктике панатлантический суббореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; узкий олигофитофаг.

Семейство RHOPALIDAE8. **Rhopalus (Rhopalus) conspersus* (Fieber, 1837)

Материал. **И:** луг, 4.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

9. *Rhopalus (Rhopalus) parumpunctatus* Schilling, 1829

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3–4.VIII.2014, 5 экз., луг, 4.VIII.2014, 14 экз., солончаковый луг, 4.VIII.2014, 1 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 2 экз.; **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 1 экз.; **О:** склон СВ экспозиции, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; полифитофаг.

10. *Rhopalus (Rhopalus) subrufus* (Gmelin, 1790)

Материал. **О:** СВ склон над прудом, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

11. *Stictopleurus abutilon* (Rossi, 1790)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 1 экз., луг, 7.VIII.2014, 1 экз.;

БК: остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 1 экз.;

К: злаково-полынный луг, 5.VIII.2014, 2 экз.;

Р: берег озера Рамза, 5.VIII.2014, 2 экз.;

Ин: СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 1 экз.;

П: пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

12. *Stictopleurus punctatonervosus* (Goeze, 1778)

Материал. **П:** остепненный участок с гарями, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

13. **Stictopleurus viridicatus* (Uhler, 1872)

Материал. **И:** луг, 4.VIII.2014, 2 экз.

Распространение. Голарктический суббореальный.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

14. **Chorosoma schillingii* (Schilling, 1829)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Западно-центральнопалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

15. **Myrmus miriformis miriformis* (Fallén, 1807)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 5 экз., луг, 4.VIII.2014, 3 экз., луг, 7.VIII.2014, 1 экз.;

БК: остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 7 экз.;

К: берег озера, 5.VIII.2014, 1 экз.;

Ин: СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 1 экз.;

П: В остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 17 экз.;

О: склон СВ экспозиции, 7.VIII.2014, 2 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство ALYDIDAE

16. *Alydus calcaratus* (Linnaeus, 1758)

Материал. **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Голарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; герпето-хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство COREIDAE

17. *Coreus marginatus marginatus* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** берег реки, 3.VIII.2014, 4 экз.; **К:** берег озера, 5.VIII.2014, 1 экз.; **Р:** берег озера, 5.VIII.2014, 6 экз.; **П:** пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство CYDNIDAE

18. *Legnotus picipes* (Fallén, 1807)

Материал. **О:** СВ склон над прудом, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-суббореальный.

Экология. Мезо-ксерофил; герпето-хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство PLATASPIDAE

19. *Coptosoma scutellatum* (Geoffroy, 1785)

Материал. **О:** склон СВ экспозиции, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство SCUTELLERIDAE

20. *Eurygaster testudinaria testudinaria* (Geoffroy, 1785)

Материал. **И:** берег реки, 3.VIII.2014, 2 экз., луг, 7.VIII.2014, 3 экз.; **К:** берег озера, 5.VIII.2014, 1 экз.; **П:** берег р. Ворона, 7.VIII.2014, 1 экз., пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический.

Экология. Гигро-мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

Семейство PENTATOMIDAE

21. *Aelia acuminata* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3–4.VIII.2014, 24 экз., луг, 4.VIII.2014, 3 экз., солончаковый луг, 4.VIII.2014, 3 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 9 экз.; **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 1 экз.; **Р:** луг над озером, 5.VIII.2014, 1 экз.; **П:** В остепненный склон, 7.VIII.2014, 3 экз., пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.; **О:** берег пруда, 7.VIII.2014, 1 экз.; **Ин:** СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 9 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический; Пакистан.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

22. *Aelia rostrata* Boheman, 1852

Материал. **И:** солончаковый луг, 4.VIII.2014, 1 экз.; **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 7 экз.

Распространение. В Палеарктике панатлантический суббореально-субтропический.

Экология. Мезо-ксерофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

23. **Neottiglossa leporina* (Gmelin, 1790)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3–4.VIII.2014, 7 экз., луг, 4.VIII.2014, 3 экз., солончаковый луг, 4.VIII.2014, 2 экз.; **КС:** ЮЗ склон над р. Ворона, 5.VIII.2014, 1 экз.; **О:** берег пруда, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический суббореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

24. *Carpocoris (Carpocoris) fuscispinus* (Boheman, 1851)

Материал. **Ин:** СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический; Индия, Пакистан.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

25. *Carpocoris (Carpocoris) purpureipennis* (De Geer, 1773)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3–4.VIII.2014, 2 экз., берег реки, 3.VIII.2014, 4 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 2 экз., луг, 7.VIII.2014, 1 экз.; **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 4 экз.; **Ин:** СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический; Пакистан.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

26. *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** берег реки, 3.VIII.2014, 1 экз., луг, 4.VIII.2014, 1 экз., солончаковый луг, 4.VIII.2014, 1 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 1 экз., луг, 7.VIII.2014, 1 экз.; **БК:** остепненный участок с гарями, 5.VIII.2014, 2 экз.; **П:** пойменный луг, 7.VIII.2014, 3 экз.; **О:** берег пруда, 7.VIII.2014, 1 экз., склон СВ экспозиции, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. Транспалеарктический бореально-субтропический; Индия, Пакистан.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

27. *Palomena prasina* (Linnaeus, 1761)

Материал. **И:** берег реки, 3.VIII.2014, 10 экз., луг, 4.VIII.2014, 1 экз., лиственный лес, 4.VIII.2014, 1 экз., берег реки, 7.VIII.2014, 1 экз.; **К:** берег озера, 5.VIII.2014, 2 экз.; **Р:** луг над озером, 5.VIII.2014, 1 экз.; **П:** берег р. Ворона, 7.VIII.2014, 1 экз., пойменный луг, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хорто-тамнодендробионт; полифитофаг.

28. **Stagonomus (Dalleria) bipunctatus* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 4.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике панатлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; полифитофаг.

29. *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794)

Материал. **И:** лиственный лес, 4.VIII.2014, 1 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 1 экз.; **Р:** луг над озером, 5.VIII.2014, 1 экз.; **Ин:** СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 6 экз.; **П:** В остепненный склон, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический суббореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хорто-тамнодендробионт; широкий олигофитофаг.

30. *Eurydema (Eurydema) oleracea* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 3 экз., луг, 4.VIII.2014, 1 экз.; **КС:** ЮЗ склон над р. Ворона, 5.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

31. *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758)

Материал. **И:** Ю остепненный склон оврага, 3.VIII.2014, 2 экз., луг, 4.VIII.2014, 13 экз., опушка леса, 4.VIII.2014, 1 экз., луг, 7.VIII.2014, 1 экз.; **Ин:** СЗ остепненный склон холма, 7.VIII.2014, 5 экз.; **П:** 7.VIII.2014, 4 экз., В остепненный склон, 7.VIII.2014, 9 экз.; **О:** СВ склон над прудом, 7.VIII.2014, 1 экз.

Распространение. В Палеарктике суператлантический бореально-субтропический.

Экология. Мезофил; хортобионт; широкий олигофитофаг.

Таким образом, в данной работе нами указывается 31 вид Heteroptera из 10 семейств: Saldidae – 3, Berytidae – 3, Stenocephalidae – 1, Rhopalidae – 8, Alydidae – 1, Coreidae – 1, Cydnidae – 1, Plataspidae – 1, Scutelleridae – 1, Pentatomidae – 11. Приведено 12 видов, ранее не отмечавшихся на территории заповедника.

Больше половины из собранных в заповеднике видов полужесткокрылых имеют широкие бореально-субтропические ареалы (77,4%). В долготном направлении доминируют виды клопов с суператлантическими (38,7%) и транспалеарктическими (32,3%) типами ареала. В экологической структуре преобладают мезофильные и мезо-ксерофильные виды, которые встречаются в травянистом ярусе открытых биотопов с достаточной степенью освещенности. Трофическую структуру главным образом формирует комплекс растительноядных видов. Среди представителей этой группы фитофагов значительную часть составляют широкие олигофаги, трофически связанные с злаковыми растениями.

Авторы благодарны администрации и сотрудникам заповедника «Воронинский» за возможность проведения исследований и оказанную поддержку в ходе полевых работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 15-04-02326-а).

ЛИТЕРАТУРА

Аксёненко Е. В., Кондратьева А. М., Голуб В. Б. 2014. Заметки к фауне и распространению клопов-хищнецов (Heteroptera: Reduviidae) Воронежской области (Россия) // Кавказский энтомологический бюллетень Т. 10. № 2, 205–206.

Винокуров Н. Н., Канюкова Е. В., Голуб В. Б. 2010. Каталог полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) Азиатской части России. Новосибирск: Наука.

Голуб В. Б., Драполок И. С. 2005. Отряд Heteroptera // Негроров О. П. (ред.). Кадастр беспозвоночных животных Воронежской области. Воронеж: Воронежский государственный университет, 276–316.

Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А. А. 2012. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Товарищество научных изданий КМК.

Емельянов А. Ф. 1974. Предложения по классификации и номенклатуре ареалов // Энтомологическое обозрение. Т. 53. Вып. 3, 497–522.

Кондратьева А. М. 2012. Полужесткокрылые насекомые (Heteroptera) прибрежных экотонов лесных озёр юго-западной части Усманского бора (Воронежская область) // Проблемы региональной экологии. 5, 116–118.

Кондратьева А. М., Аксёненко Е. В., Голуб В. Б. 2016. Заметки к фауне и распространению полужесткокрылых (Heteroptera: Nabidae, Anthocoridae, Tingidae) заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2, 56–59.

Кондратьева А. М., Голуб В. Б. 2011. К изучению фауны комплекса полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) прибрежных участков Липецкой области // Любимцевские чтения – 2011. Современные проблемы эволюции: сборник материалов международной конф. Ульяновск: УлГПУ, 333–337.

Кондратьева А. М., Голуб В. Б., Аксёненко Е. В. 2013. Полужесткокрылые семейства Rhopalidae (Heteroptera) прибрежных экотонов юго-востока среднерусской лесостепи // Фундаментальные исследования. № 10. Ч. 14, 3098–3101.

Скуфьин К. В. 1968. К изучению фауны насекомых заповедных участков Галичьей горы (Липецкая область) // Охрана природы Центрально-Черноземной полосы. Вып. 6, 176–195.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 2001. / В. Aukema, Chr. Rigier (eds.). Vol. 4. Pentatomomorpha I. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 2006. / В. Aukema, Chr. Rigier (eds.). Vol. 5. Pentatomomorpha II. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. 1995. / В. Aukema, Chr. Rigier (eds.). Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society

Kondratyeva A. M., Golub V. B., Aksenenko E. V. 2015. Contribution to the coreid bugs (Heteroptera, Coreidae) of coastal ecotones of the Middle-Russian Wood-and-Steppe // Українська ентомофауністика. Т. 6. № 1, 51–53.

Kondratyeva A. M., Aksenenko E. V., Golub V. B. 2016. New records of Lygaeidae (Heteroptera) of the State Nature Reserve «Voronskiy» (Tambov Region, Russia) // Українська ентомофауністика. Т. 7, № 4, 57–58.

REFERENCES

Aksenenko E. V., Kondratyeva A. M., Golub V. B. Kavkazskij entomologicheskij byulleten' [Caucasian Entomological Bulletin]. Vol. 10. № 2 (2014): 205–206 (In Russian).

Vinokurov N. N., Kanjukova E. V., Golub V. B. Katalog poluzhestkokrylykh nasekomykh (Heteroptera) Aziatskojchasti Rossii [Catalogue of the Heteroptera of Asian part of Russia]. Novosibirsk: Nauka, 2010. (In Russian).

Golub V. B., Drapoljuk I. S. In: Kadastr bespozvonochnykh zhyvotnykh Voronezhskoj oblasti [National Inventory of Invertebrates]. Voronezh: Voronezh State University, 2005. Pp. 276–316 (In Russian).

Golub V. B., Tsurikov M. N., Prokin A. A. Kollektcii nasekomykh: sbor, obrabotka i khraneniye materiala [Collection of Insects: collection, processing, storage]. Moscow: Association of scientific publications KMK, 2012. (In Russian).

Emeljanov A. F. In: Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. Vol. 53 (3) (1974): 497–522. (In Russian).

Kondratyeva A. M. In: Problemy regionalnoj ekologii [Issues of Regional Ecology]. Vol. 5 (2012): 116–118. (In Russian).

Kondratyeva A. M., Aksenenko E. V., Golub V. B. In: Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya [Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmaceuticals]. Vol. 2. (2016): 56–59. (In Russian).

Kondratyeva A. M., Golub V. B. In: Lyubishchevskiye chteniya – 2011. Sovremennyye problemy evolyutsii: sbornik materialov mezhdunarodnoj konfrentsii [Ljubishev Readings – 2011. Current problems of Evolution: Proceedings of the International Conference]. Ulyanovsk, 2011. Pp. 333–337 (In Russian).

Kondratyeva A. M., Golub V. B., Aksenenko E. V. In: Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental Research]. Vol. 10 (14) (2013): 3098–3101. (In Russian).

Skufin K. V. In: Okhrana prirody Tsentralno-Chernozemnoy polosy [Nature conservation of Central Black Earth Region]. Vol. 6 (1968): 176–195. (In Russian).

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. 1995. // B. Aukema, Chr. Rigier eds. Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 2001. // B. Aukema, Chr. Rigier eds. Vol. 4. Pentatomomorpha I. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 2006. // B. Aukema, Chr. Rigier eds. Vol. 5. Pentatomomorpha II. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society.

Kondratyeva A. M., Golub V. B., Aksenenko E. V. In: Ukrainskaja entomofaunistika [Ukrainian Entomofauna]. Vol. 6 (1) (2015): 51–53. (In Russian).

Kondratyeva A. M., Aksenenko E. V., Golub V. B. In: Ukrainskaja entomofaunistika [Ukrainian Entomofauna]. Vol. 7 (4) (2016): 57–58. (In Russian).

A. M. Kondratyeva, E. V. Aksenenko, V. B. Golub
Voronezh, Russia

ADDITIONS TO THE HETEROPTERAN FAUNA OF THE RESERVE «VORONINSKIY» (TAMBOV REGION, RUSSIA)

Abstract. The work is based on material collected in the territory of the State Nature Reserve «Voroninsky». Bugs were collected according to standard procedures. List of heteropteran species of 10 families (Saldidae, Berytidae, Stenocephalidae, Rhopalidae, Alydidae, Coreidae, Cydnidae, Plataspidae, Scutelleridae, Pentatomidae) from Reserve «Voroninsky» are provided. For fauna Reserve «Voroninsky» indicated 31 heteropteran species. 12 species of bugs (*Saldula arenicola arenicola*, *Saldula palustris*, *Neides tipularius*, *Berytinus minor*, *Berytinus crassipes*, *Dicranocephalus albipes*, *Rhopalus conspersus*, *Stictopleurus viridicatus*, *Chorosoma schillingii*, *Myrmus miriformis*, *Neottiglossa leporina*, *Stagonomus bipunctatus*) are recorded for the first time in that territory. Almost all species are preferred to habitats with moderate moisture and sufficient insolation. For each species information on the location and area is provided. Most of the species are characterized by broad types of areas.

Key words: Heteroptera; Saldidae; Berytidae, Stenocephalidae; Rhopalidae, Alydidae, Coreidae, Cydnidae, Plataspidae, Scutelleridae, Pentatomidae, fauna, Reserve «Voroninsky», Tambov Region.

About the authors: Anna Mikhailovna Kondratyeva¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Researcher of the Biochemistry, Molecular Genetics and Physiology Laboratory; Evgeniy Vasilyevich Aksenenko², Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant of Zoology and Parasitology Department; Victor Borisovich Golub³, Doctor of Biological Sciences (Sh.D.), Professor of Systematic and Ecology of Invertebrates Department.

Place of employment: ¹All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology; ^{2,3}Voronezh State University.

Кондратьева А. М., Аксёненко Е. В., Голуб В. Б. Дополнение к фауне полужесткокрылых насекомых (*Heteroptera*) заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия) // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 54–60.

Kondratyeva A. M., Aksenenko E. V., Golub V. B. Additions to the Heteropteran fauna of the reserve «Voroninskiy» (Tambov region, Russia) // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 54–60.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 612.313.1, 612.313.6

Л. В. Бельская¹, А. И. Григорьев², С. П. Шалыгин³
г. Москва¹, г. Омск^{1,2,3}, Россия

ВАРИАЦИИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЛЮНЫ ЧЕЛОВЕКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕГИОНА ПРОЖИВАНИЯ

Аннотация. Известно, что нарушение экологического благополучия региона отражается на состоянии здоровья. Для определения показателей, характеризующих физиологическое состояние организма, использовали слюну человека. Ранее показано, что нормальные значения большинства показателей биохимического состава слюны существенно зависят от половозрастных особенностей и динамики суточных колебаний. Однако зависимость биохимического состава слюны от региона проживания до настоящего времени широко не обсуждалась. В связи с этим целью настоящего исследования являлось изучение влияния региональных особенностей на биохимический состав слюны. В исследовании принимали участие 50 здоровых добровольцев, проживавших в течение последних 5 лет на территории городов Омска, Кургана, Республики Казахстан и ХМАО (Ханты-Мансийск, Нижневартовск, Сургут, Лангепас). Проведено исследование pH, концентрации ионов кальция, фосфора, хлоридов, содержания альбумина, имидазольных соединений и активности щелочной фосфатазы в слюне. Показано, что региональные различия концентраций определяемых компонентов статистически достоверны, что характеризует особенности протекания обменных процессов и должно учитываться как при определении нормальных значений, так и в процессе адаптации людей, мигрирующих в регион проживания, во избежание возникновения патологических процессов.

Ключевые слова: слюна; биохимический состав; региональные особенности.

Сведения об авторах: Людмила Владимировна Бельская¹, кандидат химических наук, доцент кафедры химической технологии и биотехнологии, директор по науке; Аркадий Иванович Григорьев², доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования; Сергей Петрович Шалыгин³, кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

Место работы: ¹Омский государственный технический университет, ¹Общество с ограниченной ответственностью «ХимСервис»; ²Омский государственный педагогический университет; ³Омский государственный медицинский университет.

Контактные данные: ¹644050, г. Омск, Проспект Мира, 11, тел.: 89136413577, e-mail: ludab2005@mail.ru; ²644043, г. Омск, ул. Набережная Тухачевского, д. 14, тел.: 8(3812)23-37-14, e-mail: grigoriev@omgpu.ru; ³644099, г. Омск, ул. Ленина, д. 12, тел.: 8(3812)23-03-66, e-mail: sh.sergej.p@mail.ru.

Воздействие загрязненной окружающей среды на состояние здоровья населения и уровень адаптации к этим условиям, а также к условиям, меняющимся в связи с переездом на новое место жительства, необходимо оценивать с учетом территориальных признаков. К признакам территориальной принадлежности относятся: климатическая зона, рельеф местности, наличие либо отсутствие водных ресурсов, степень антропогенных нагрузок, плотность населения и многие другие. Отсюда следует, что заболеваемость человека напрямую зависит от состояния окружающей среды, уровня и характера ее загрязнения. Рядом авторов сделан вывод о прямой связи между структурой патологических процессов среди населения и эколого-географической характеристикой региона про-

живания (Карпин и др. 2003; Гудков и др. 2012; Агаджанян и др. 2013).

Территория Российской Федерации объединяет девять федеральных округов, протяженность и площадь которых значительно отличаются. Публикации экологической и медико-экологической направленности посвящены в основном Центральному и быстроразвивающемуся в последние 3–5 лет Дальневосточному федеральным округам (Нифонтова 2006). Однако экология Южного Урала, Западной Сибири и прилегающего к ним Северного Казахстана, входящих в число наиболее промышленно развитых, а потому проблемных в экологическом смысле территорий проживания населения, в научной литературе рассматривается ограниченно. На этих территориях сформирована

крупнейшая база отечественной металлургии, электроэнергетики и машиностроения.

Нарушение экологического благополучия региона отражается на состоянии здоровья, особенно на показателях минерального обмена, состоянии иммунной системы (Скальный 2004; Кожин, Владимирский 2013; Луговая и др. 2015).

В качестве показателей, характеризующих физиологическое состояние организма и связанных с ним адаптационных показателей, можно использовать клиничко-биохимические параметры организма, которые обычно определяются по крови, однако более перспективным является использование слюны (Носков 2008; Бельская 2015). Исследование слюны по многим клиничко-биохимическим показателям имеет преимущества по сравнению с рутинными методами лабораторной диагностики с использованием крови, полученной из пальца или из вены. Этот биоматериал широко используется не только в клинической практике, но и при гигиенических и токсикологических исследованиях, а также для изучения фармакодинамики лекарственных средств и в специальных научных целях (Кочурова, Козлов 2014). При использовании слюны в качестве биоматериала в клинической лабораторной диагностике необходимо учитывать тот факт, что нормальные значения большинства показателей биохимического состава слюны существенно зависят от половозрастных особенностей (Nagler, Hershovich 2005; Бельская и др. 2014) и динамики суточных колебаний (Бельская 2014). Однако зависимость биохимического состава слюны от региона проживания до настоящего времени широко не обсуждалась (Ушницкий и др. 2014).

Цель настоящего исследования – изучить влияние региональных особенностей на биохимический состав слюны.

Материалы и методы

В исследовании принимали участие 50 здоровых добровольцев – студентов 1-го курса Омского государственного медицинского университета (25 мужчин, 25 женщин, возраст $18,71 \pm 0,62$ лет), проживавших в течение последних 5 лет на территории г. Омска, г. Кургана, Республики Казахстан и ХМАО (Ханты-Мансийск, Нижневартовск, Сургут, Лангепас). Количество образцов, принадлежащих каждой региональной группе, составило 17,9; 39,3; 10,7 и 32,1% соответственно.

Пробы слюны собирали в утренние часы (время максимальной секреции) в течение 10 минут, после чего центрифугировали при 7000 об/мин. Во всех образцах определяли pH, концентрацию ионов кальция, фосфора, хлоридов, содержание альбумина, имидазольных соединений и активность щелочной фосфатазы (Камышников 2009; Бельская и др. 2015).

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft). Рассчитывали среднюю арифметическую величину (M), стандартную ошибку от средней арифметической (m). В зависимости от формы распределения применяли два вида статистических критериев: параметрические (t – критерий Стьюдента) и непараметрические (U – критерий Вилкоксона). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

На первом этапе исследования проводили определение показателей минерального обмена, а именно: концентрации ионов кальция, неорганического фосфора и хлоридов (табл. 1).

Таблица 1

Показатели минерального обмена в зависимости от региона проживания

Параметр	Р. Казахстан	г. Курган	г. Омск	ХМАО
pH	$6,56 \pm 0,14$	$6,73 \pm 0,33^*$	$6,10 \pm 0,07^{**}$	$6,63 \pm 0,16$
Кальций, ммоль/л	$0,92 \pm 0,06^{**}$	$1,41 \pm 0,14$	$1,54 \pm 0,36^*$	$0,95 \pm 0,23$
Фосфор, ммоль/л	$4,73 \pm 0,42$	$4,76 \pm 0,86$	$6,85 \pm 1,01^*$	$3,86 \pm 0,71^{**}$
Хлориды, ммоль/л	$18,60 \pm 1,91^{**}$	$24,47 \pm 3,31$	$25,68 \pm 1,94^*$	$24,32 \pm 2,36$
Ca/P	$0,195 \pm 0,014^{**}$	$0,296 \pm 0,016^*$	$0,224 \pm 0,036$	$0,246 \pm 0,032$

Примечание. * – максимальное значение, ** – минимальное значение.

Как видно из приведенных данных (табл. 1), минеральный состав слюны существенно варьирует в зависимости от региона проживания добровольцев. Наблюдаются локальные минимумы и максимумы значений

изучаемых показателей, причем они неравномерно распределены по исследуемым группам. Так, максимальное значение кислотности среды отмечено для жителей Кургана, минимальное – для жителей Омска. Показатели минерального

состава выше в г. Омске по содержанию кальция, фосфора и хлоридов, тогда как минимальные значения не сгруппированы по региональному признаку: минимальный уровень кальция и хлоридов характерен для жителей Республики Казахстан, фосфора – для ХМАО.

Для диагностики различных патологических состояний большое значение имеет установление количественного соотношения между содержанием кальция и неорганического фос-

фора. Показано (табл. 1), что данное соотношение также существенно отличается в региональных пределах, причем отличия между группами с минимальным и максимальным значением данного показателя составляют 51,8% ($p < 0.05$).

Дальнейший эксперимент включал определение содержания альбумина, имидазольных соединений и активности щелочной фосфатазы (табл. 2).

Таблица 2

Биохимические показатели слюны в зависимости от региона проживания

Параметр	Респ. Казахстан	г. Курган	г. Омск	ХМАО
Альбумин, ммоль/л	0,294±0,126	0,144±0,040**	0,333±0,099*	0,204±0,082
Имидазольные соединения, ммоль/л	0,508±0,045*	0,392±0,069	0,267±0,064**	0,303±0,035
Щелочная фосфатаза, Е/л	20,3±1,6**	53,0±3,2*	31,5±2,1	26,6±1,4

Примечание. * – максимальное значение, ** – минимальное значение.

Установлено, что для жителей Республики Казахстан отмечен максимальный уровень имидазольных соединений и минимальная активность щелочной фосфатазы, для г. Кургана – минимальное содержание альбумина на фоне максимальной активности фосфатазы (табл. 2). В слюне жителей г. Омска содержание альбумина максимально, тогда как уровень имидазольных соединений понижен. Для ХМАО не отмечено экстремумов ни по одному из исследуемых параметров.

Региональные особенности биохимического состава слюны подтверждаются методами многомерной статистики (дискриминантный анализ, Statistica 6.0). На диаграмме рассеяния канонических значений (рис. 1) выделяются поля, соответствующие выбранным для изучения регионам, при этом наиболее выражены различия между добровольцами г. Кургана и остальными группами, поскольку наблюдается смещение точек соответствующих групп по разные стороны относительно вертикальной оси (относительно 0). Смещение по разные стороны относительно горизонтальной оси позволяет провести дифференциацию между жителями г. Омска и Р. Казахстан от жителей ХМАО. Дифференцировать между собой доб-

ровольцев г. Омска и Р. Казахстан не представляется возможным с использованием перечня параметров, определяемых в данном исследовании.

По результатам обработки дискриминантным анализом можно сформировать соответствующие функции классификации (табл. 3).

Показано, что функции классификации включают одинаковое количество переменных (параметров) для каждой группы, однако коэффициенты регрессии в каждой функции различны (табл. 3). Каждая функция позволяет вычислить вес классификации при подстановке значений соответствующих параметров, и по максимальному весу соответственно определить, к какой группе наиболее вероятно может быть отнесен объект. Таким образом, это определяет возможность дифференциации данных групп между собой. Обоснованность включения определяемых параметров слюны в формирование функций классификации подтверждается данными расчета уровня значимости. Показано, что значение всех коэффициентов соответствует $p < 0,05$, что свидетельствует об избыточности данных переменных для предложенной модели дискриминации.

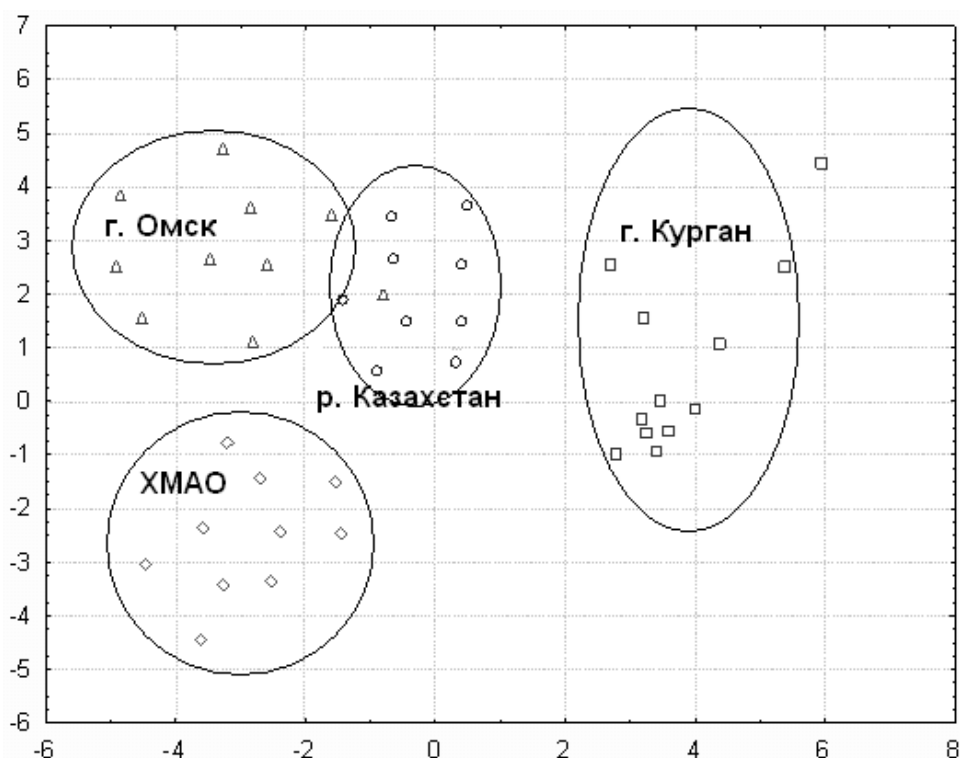


Рис. 1. Результаты сравнения биохимического состава образцов слюны в зависимости от региона проживания

Таблица 3

Функции классификации в зависимости от региона проживания

Параметр	Коэффициенты регрессии				p-уровень
	Р. Казахстан	г. Курган	г. Омск	ХМАО	
pH	625,5	647,41	619,48	590,36	0,0014
Кальций, ммоль/л	96,54	108,36	91,15	97,44	0,0052
Фосфор, ммоль/л	30,30	31,15	30,76	28,50	0,0052
Хлориды, ммоль/л	62,63	68,57	59,78	62,18	0,0076
Альбумин, ммоль/л	-969,79	-1041,20	-654,67	-934,12	0,0007
Имидазольные соединения, ммоль/л	1539,28	1598,54	1496,25	1441,87	0,0002
Щелочная фосфатаза, Е/л	-0,97	-0,63	-1,10	-0,72	0,0173
Константа	-2766,47	-2994,72	-2702,32	-2482,21	0,0014

Обсуждение результатов

Перечень определяемых показателей выбран таким образом, чтобы получить максимально полную оценку биохимических особенностей организма добровольцев. Так, кальцию принадлежит важная роль в осуществлении процессов жизнедеятельности: он влияет на проницаемость биологических мембран, участвует в нервно-мышечной проводимости, формировании костей и хряща, воздействует на обмен веществ в клетках, секрецию гормонов, биологически активных веществ, является важным фактором свертывания крови. Неорганический фосфор представляет собой один из компонентов кислоторастворимой фракции фосфора, включающей в себя также пирофос-

фаты (АТФ, АДФ и др.), гексозо-, глицерофосфаты и т.д. Ионы хлора являются наиболее важными осмотически активными ионами плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости, клеточного содержимого. Альбумин выполняет три основные функции: создает коллоидно-осмотическое давление плазмы (и других биологических жидкостей), служит богатым и быстро реализуемым резервом белка и транспортным средством, благодаря альбумину во многом регулируется как водный, так и минеральный обмен. Щелочная фосфатаза – фермент, присутствующий в каждом органе, – локализуется в клеточной мембране и участвует в процессе транспорта биологически важных соединений. Имидазольные производные включают аминокислоту гистидин и ее метаболиты

(гистамин, уроканиловая кислота и др.) и характеризуют протеолиз белков слюны и протекание воспалительных процессов.

Из литературных данных известны средние значения перечисленных выше параметров, определенные без учета региональных особенностей (Бельская и др. 2014). В частности, нормальное значение рН слюны составляет $6,92 \pm 0,16$ единицы для женщин, $6,82 \pm 0,22$ – для мужчин. При сравнении с полученными данными видно, что соответствующие значения для г. Курган и ХМАО близки к норме, тогда как для г. Омска значения понижены. Результатом смещения рН слюны в более кислую область является изменение ее минерального состава. Так, при подкислении растет растворимость эмали зубов, что может привести к росту концентрации кальция и неорганического фосфора в слюне, что и наблюдается для жителей г. Омска. При смещении рН в более щелочную область наблюдается обратная тенденция. Для добровольцев г. Кургана характерно максимальное значение кислотности среды, что соответствует максимальному минерализующему потенциалу, который косвенно оценивается по соотношению Са/Р. Минимальный минерализующий потенциал соответствует самому низкому содержанию кальция и приходится на жителей Р. Казахстан. Следует отметить, что нормальный уровень кальция в слюне охватывает диапазон $1,0$ – $2,0$ ммоль/л, средние значения $1,16 \pm 0,13$ и $1,22 \pm 0,22$ ммоль/л для женщин и мужчин соответственно. В связи с чем видно, что для жителей ХМАО и Р. Казахстан содержание кальция находится ниже нормы и, вероятно, нуждается в коррекции. Тогда как уровень кальция жителей Омска и Кургана соответствует норме. Для неорганического фосфора диапазон нормальных значений шире ($3,2$ – $8,1$ ммоль/л), поэтому результаты его определения во всех исследуемых регионах находятся в пределах нормы. Однако для ХМАО уровень фосфора близок к нижней границе нормы, на что следует обратить внимание при планировании профилактических мероприятий. То же самое можно отнести и к содержанию хлорид-ионов, нормальным считается диапазон концентраций $11,3$ – $28,3$ ммоль/л. Тем не менее, видны отличия по содержанию хлоридов между субъектами Российской Федерации и Р. Казахстан.

Можно предположить, что причину отличий биохимического состава слюны следует искать в экологической обстановке, а также

климатических особенностях регионов проживания. Так, например, вода, потребляемая жителями Кургана, имеет высокую степень природной минерализации, а также превышение ПДК по марганцу, железу, цинку, сульфатам, хлоридам, нитратам, нефтепродуктам (Природные ресурсы... 2015; Доклад об экологической ситуации ... 2015). Аналогично для г. Омска наблюдается устойчивая загрязненность воды р. Иртыш трудно- и легко окисляемыми органическими веществами, соединениями меди и железа, неустойчивая загрязненность соединениями цинка, отмечены единичные случаи превышения ПДК азота аммонийного, соединений марганца и фенолов (Доклад об экологической ситуации... 2015). В связи с этим для городов Омска и Кургана характерен более высокий уровень содержания минеральных веществ в слюне. Одной из причин более низкого содержания кальция в слюне жителей ХМАО можно считать меньшее употребление в пищу продуктов, богатых кальцием, а также климатические особенности, способствующие меньшему его усвоению.

Нормальное содержание альбумина составляет $0,110$ – $0,480$ ммоль/л, и для всех регионов полученные значения попадают в данный диапазон. При этом существенно выделяется г. Курган, для которого концентрация альбумина минимальна. В целом, уровень альбумина характеризует резервы организма, поэтому низкое содержание может являться результатом интенсивного воздействия на организм факторов окружающей среды. Известно, что уровень загрязнения атмосферы в г. Кургане характеризуется как высокий и определяется значением СИ (стандартный индекс, наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого вещества, деленная на ПДК), равным $10,0$ для бенз(а)пирена; НП (наибольшая повторяемость, процент превышения любым веществом в городе), равной $16,6\%$ для формальдегида и 83% для бенз(а)пирена. Дополнительным фактором является изменение места жительства, в связи с чем напряжение адаптивных систем еще больше снижает данный показатель. Жители г. Омска не задействуют резервы альбумина для адаптации, поэтому содержание альбумина в данной группе максимально, хотя и не превышает верхние границы нормы.

По содержанию имидазольных производных следует выделить жителей Р. Казахстан, остальные группы близки между собой, однако

минимальное содержание отмечено в г. Омске. По-видимому, наиболее существенное изменение климатических факторов при переезде из Р. Казахстан в г. Омск приводит к интенсификации воспалительных процессов, особенно в период межсезонья, когда были проведены исследования. Минимальное содержание имидазольных веществ совпадает с группой, не нуждающейся в адаптации, поэтому данный параметр можно использовать для мониторинга процесса адаптации иногородних студентов.

Одним из чувствительных индикаторов действия факторов стресса являются ферменты, отражающие физиологическое и биохимическое состояние организма и его адаптационные возможности. Ферменты, в частности щелочная фосфатаза, являются одним из быстро реагирующих звеньев биохимического гомеостаза на действие внешних факторов, в качестве которых можно рассматривать переезд на новое место жительства. Наименьшая активность щелочной фосфатазы отмечена для жителей Р. Казахстан, что коррелирует с максимальным уровнем имидазольных соединений. Вероятной причиной является большее стрессовое воздействие, связанное с адаптацией, культурными и языковыми различиями, что требует дополнительного напряжения. С учетом действия климатических факторов активность ферментов может снижаться до критического минимума. Максимальная активность щелочной фосфатазы отмечена для жителей г. Кургана, что свиде-

тельствует о большем запасе энергетических ресурсов, обеспечивающих адаптацию. Если принять во внимание, что для данной группы характерен самый низкий уровень альбумина, можно предположить, что более высокий адаптивный потенциал добровольцев данной группы обусловлен использованием резервов организма. Несмотря на удовлетворительную адаптацию организм студентов из г. Кургана нуждается в поддержке и восстановительных мероприятиях. Жители ХМАО в связи с переездом в климатически более благоприятную зону адаптируются более легко, что видно по отсутствию экстремальных значений исследуемых биохимических параметров и их максимальной близости к соответствующим значениям для жителей г. Омска.

Таким образом, несмотря на то, что значения определяемых биохимических параметров соответствуют диапазону нормальных величин, наблюдаются локальные минимумы и максимумы для отдельных групп, что необходимо учитывать при формировании критериев нормы и патологии в том или ином регионе. Перспективным направлением является определение минерального состава слюны, активности ряда ферментов, уровня альбумина и имидазольных соединений для оценки адаптационного потенциала людей, меняющих регион проживания, во избежание возникновения патологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян Н. А., Скальный А. В., Детков В. Ю. 2013. Элементарный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации // Экология человека. 11, 3–12.
- Бельская Л. В. 2014. Суточные вариации минерального состава слюны человека // Современная биология: актуальные вопросы. 2, 6–8.
- Бельская Л. В. 2015. Слюна как объект клинической лабораторной диагностики. Омск: Омскбланкиздат.
- Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К. 2015. Биохимия слюны: методы исследования. Омск: Омскбланкиздат.
- Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К., Титов А. В., Шалыгин С. П. 2014. Половозрастные особенности биохимического состава слюны человека // Бутлеровские сообщения. 39 (7), 122–126.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». 2015. М. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
- Гудков А. Б., Попова О. Н., Лухманова Н. Б. 2012. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов севера // Экология человека. 1, 12–17.
- Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2014 год / Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. 2015. Омск: Стивэс.
- Камышников В. С. 2009. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М.: МЕД пресс-информ.
- Карпин В. А., Гудков А. Б., Катюхин В. Н. 2003. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 3, 3–5.
- Кожин А. А., Владимирский Б. Н. 2013. Микроэлементы в патологии человека экологической этиологии // Экология человека. 9, 56–64.

Кочурова Е. В., Козлов С. В. 2014. Диагностические возможности слюны // Клиническая лабораторная диагностика. 1, 13–16.

Луговая Е. А., Максимов А. Л., Степанова Е. М. 2015. Региональные особенности содержания химических элементов в организме лиц старших возрастных групп города Магадана // Экология человека. 2, 13–15.

Нифонтова О. Л. 2006. Эколого-географическая характеристика Среднего Приобья // Экология человека. 9, 3–7.

Носков В. Б. 2008. Слюна в клинической лабораторной диагностике // Клиническая лабораторная диагностика. 6, 14–17.

Природные ресурсы и охрана окружающей среды Курганской области в 2014 году. Доклад. 2015. Курган. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Курганской области.

Скальный А. В. 2004. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: ОНИКС 21 век.

Ушницкий И. Д., Роголева А. С., Бельчусова Е. А., Аммосова В. Н., Петрова Н. Н., Шеина Н. Е. 2013. Состав и свойства смешанной слюны у лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в высоких широтах // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 10(3), 127–131.

Nagler R. M., Hershkovich O. 2005. Age-related changes in unstimulated salivary function and composition and its relations to medications and oral sensorial complaints // Aging Clinical and Experimental Research. 17 (5), 358–366.

REFERENCES

Agadzhanjan N.A., Skal'nyj A. V., Detkov V. Ju. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. No. 11 (2013): 3–12. (In Russian).

Bel'skaja L. V. In: Sovremennaya biologiya: aktual'nye voprosy [Modern Biology: Current Issues]. No. 2 (2015): 6–8. (In Russian).

Bel'skaja L. V. Slyuna kak objekt klinicheskoy laboratornoj diagnostiki [Saliva as an object of clinical diagnostic]. Omsk: Omskblankizdat, 2015. (In Russian).

Bel'skaja L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K. Biohimija sljunny: metody issledovaniya [Biochemistry of saliva: research methods]. Omsk: Omskblankizdat, 2015. (In Russian).

Bel'skaja L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K., Titov A. V., Shalygin S. P. In: Butlerovskie soobshheniya [Butlerov News]. No. (7) (2014): 122–126. (In Russian).

Doklad O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federatsii v 2014 godu [Report on the Environment of Russian Federation]. Moscow: Ministry of Natural Resources and Environment, 2015. (In Russian).

Gudkov A. B., Popova O. N., Luhmanova N. B. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. Vol. 1 (2012): 12–17. (In Russian).

Doklad obj ekologicheskoy situacii v Omskoj oblastiza 2014 god. [Report on the ecological state of Omsk region in 2014] Omsk: Stives, 2015. (In Russian).

Kamyshnikov V. S. Spravochnik po kliniko-biohimicheskim issledovaniyam i laboratornoj diagnostike [Reference book on clinical biochemical research and lab diagnostics]. Moscow: MEDpress-inform, 2009.

Karpin V. A., Gudkov A. B., Katjuhin V. N. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. No. 3 (2003): 3–5. (In Russian).

Kozhin A. A., Vladimirskij B. N. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. No. 9 (2013): 56–64. (In Russian).

Kochurova E. V., Kozlov S. V. In: Klinicheskaya laboratornaya diagnostika [Clinical lab diagnostics]. No. 1 (2014): 13–16. (In Russian).

Lugovaja E. A., Maksimov A. L., Stepanova E. M. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. No. 2 (2015): 13–15. (In Russian).

Nifontova O. L. In: Jekologija cheloveka [Human Ecology]. Vol. 9 (2006): 3–7. (In Russian).

Noskov V. B. In: Klinicheskaya laboratornaya diagnostika [Clinical lab diagnostics]. No. 6 (2008): 14–17. (In Russian).

Prirodnye resursy i ohrana okruzhayushchej sredy Kurganskoj oblasti v 2014 godu. Doklad. [Report on natural resources and environment protection in Kurgan region in 2014]. Kurgan: Department of Natural Resources and Environment Protection, 2015. (In Russian).

Skal'nyj A. V. Himicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka [Chemical elements om human physiology and ecology]. Moscow: ONIKS 21 vek, 2004. (In Russian).

Ushnickij I. D., Rogaleva A.S., Bel'chusova E.A., Ammosova V.N., Petrova N.N., Sheina N. E. In: Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova [Bulletin of North-Eastern Federal University oin Yakutsk]. No. 10 (3) (2013): 127–131. (In Russian).

Nagler R. M., Hershkovich O. Age-related changes in unstimulated salivary function and composition and its relations to medications and oral sensorial complaints. In: Aging Clinical and Experimental Research. 17 (5) (2005): 358–366.

L. V. Belskaya¹, A. I. Grigoriev², S. P. Shalygin³
Moscow¹, Omsk^{1,2,3}, Russia

VARIATIONS IN BIOCHEMICAL COMPOSITION OF HUMAN SALIVA DEPENDING ON THE REGION OF ACCOMMODATION

Abstract. It is known that the violation of environmental well-being of the region is reflected in the health status. Human saliva was used to determine the parameters that characterize the physiological state of the body. Previously shown that normal values of most indicators of the biochemical composition of saliva depend essentially on the age and gender characteristics and dynamics of the daily fluctuations. However, the dependence of the biochemical composition of saliva from the region of residence so far has not been widely discussed. In this connection, the aim of this study was to investigate the impact of regional features on the biochemical composition of saliva. The study involved 50 healthy volunteers who lived the last 5 years in the city of Omsk, Kurgan, Republic of Kazakhstan and the Khanty-Mansiysk Autonomous Area – Yugra (Khanty-Mansiysk, Nizhnevartovsk, Surgut, and Langepas). Investigation of pH, calcium ion concentration, phosphorous, chloride, albumin, imidazole compounds and alkaline phosphatase activity conducted in saliva. It is shown that regional differences in the concentrations of the test components are statistically significant. It describes the special features of the metabolic processes and should be considered when determining a normal range, and in the process of adaptation of people, changing the region of residence, in order to avoid occurrence of pathological processes.

Key words: saliva; biochemical composition; regional features.

About the authors: Ludmila Vladimirovna Belskaya¹, Candidate of Chemical Sciences (PhD), Associate Professor of Department of chemical technology and biotechnology, Director of science; Arkady Ivanovich Grigoriev², Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), professor, the Head for the Department of Ecology and Environmental Management; Sergey Petrovich Shalygin³, Candidate of Chemical Sciences (PhD), Associate Professor Chemistry.

Place of employment: ¹Omsk State Technical University; ¹KhimServis Limited Liability Company; ²Omsk State Pedagogical University; ³Omsk State Medical University.

Бельская Л. В., Григорьев А. И., Шалыгин С. П. Вариации биохимического состава слюны человека в зависимости от региона проживания // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 61–68.

Belskaya L. V., Grigoriev A. I., Shalygin S. P. Variations in biochemical composition of human saliva depending on the region of accommodation // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 61–68.

УДК 612.062

И. А. Погоньшева, Д. А. Погоньшев
Нижневартовск, Россия

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗМА МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗНЫХ КЛИМАТОГЕОФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. Проведено функциональное обследование учащейся молодежи проживающей в условиях Северного Кавказа и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, с определением антропометрических показателей, параметров сердечно-сосудистой, дыхательной систем и степени насыщения артериальной крови кислородом. Значения частоты сердечных сокращений и частоты дыхания у обследуемых обоего пола, проживающих в горной местности, находились в пределах нормы, были ниже, чем у их ровесников ХМАО-Югры, отражая экономизацию функций кардиореспираторной системы. Величины жизненной емкости легких молодых людей обоего пола, проживающих в условиях Северного Кавказа, были выше чем у северян, находились в пределах физиологической нормы, у их ровесников ХМАО-Югры ниже нормативных значений. Показатели сатурации крови кислородом у учащейся молодежи, проживающей в условиях горной гипоксии, были выше чем у юношей и девушек Приобского Севера. Функциональное состояние кардиореспираторной системы обследуемых было обусловлено особенностями климатогеофизических факторов окружающей среды, полученные результаты расширяют представления о функционировании сердечно-сосудистой и дыхательной систем молодых людей в условиях Севера и горного климата.

Ключевые слова: адаптация; север; высокогорье; морфофункциональные параметры; кардиореспираторная система; жизненная ёмкость легких; сатурация крови кислородом; горная гипоксия.

Сведения об авторах. Погоньшева Ирина Александровна¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Погоньшев Денис Александрович², кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Место работы: Нижневартковский государственный университет.

Контактная информация: ^{1,2}628605, г. Нижневартковск, ул. Ленина, д. 56, ¹тел. 89226558158, ¹e-mail: severina.i@bk.ru; ²тел. 89226556830, ²e-mail: d.pogonyshv@mail.ru².

Введение. Исследования адаптационных механизмов в различных климатогеофизических условиях окружающей среды включены в раздел приоритетных медико-экологических научных направлений. Факторы окружающей среды обуславливают развитие морфофункциональных особенностей популяций человека, длительное время проживающих на определенной территории, что наиболее отчетливо проявляется в регионах с экстремальными условиями среды обитания.

Результаты многолетних фундаментальных исследований, проведенных Т. И. Алексеевой (1998), Н. А. Агаджаняном с соавт. (1983, 2009), В. С. Соловьевым с соавт. (2008, 2010), В. И. Хаснулиным с соавт. (2004), свидетельствуют о существовании функциональных особенностей реакций индикаторных систем организма на воздействие экстремальных и гипоксических факторов в различных условиях среды обитания.

Исследования адаптационных возможностей кардиореспираторной системы человека в основном проводились в экстремальных условиях севера и высокогорья (Миррахимов 1981; Казначеев, Казначеев 1986; Рошевский 2006; Чанчаева и др. 2007; Ишеков, Мосягин 2009; Сухова, Куликова 2009; Кагазежева 2012; Арабова и др. 2012; Хаснулин и др. 2004; Соловьев и др. 2008, 2010; Погоньшева, Погоньшев 2015).

Изучение механизмов влияния горного климата и условий Крайнего Севера на организм человека продолжает оставаться одной из актуальных проблем физиологии и экологии человека, практическая значимость которой обусловлена адаптацией вновь прибывшего контингента населения. Отсутствие работ, включающих сравнительное изучение адаптивных особенностей организма молодых людей Северного Кавказа и Приобского Севера, послужило основанием для проведения нашего эколого-физиологического исследования.

Как в горной местности, так и на территориях, приравненных к Крайнему Северу, человек подвергается воздействию комплекса факторов окружающей среды, в том числе и

экстремальных. С поднятием на высоту параметры атмосферного давления, температуры воздуха и влажности уменьшаются, а космическая, световая, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация возрастают (Гора 2007). Усиленная солнечная радиация, перепады параметров влажности и температуры, ландшафтные и рельефные особенности, микроэлементозы относятся к неблагоприятным условиям горных территорий (Вондимтека и др. 2014). Однако определяющим для человеческого организма фактором окружающей среды горной местности является уменьшение парциального давления кислорода, обусловленное снижением атмосферного давления, вызывающим у неадаптированного человека гипоксемию.

Для регионов Крайнего Севера и приравненных территорий характерны: продолжительная и суровая зима, короткое холодное лето; космические излучения и геомагнитные возмущения (более сильные, чем в средних широтах, корпускулярное и волновое излучения); нарушение обычной фотопериодичности; повышенная изменчивость метеоэлементов погоды; пустынность и однообразие ландшафта; бедность флоры и фауны; дефицит витаминов и микроэлементов; промышленная интоксикация, усиливающая воздействие на организм человека неблагоприятных климатогеофизических факторов. Распространенное мнение населения о нехватке кислорода в воздушной среде Севера является мифом. Парциальное давление кислорода на Земле снижено в условиях высокогорья, что не характерно для северных широт. Гипоксия на Крайнем Севере носит характер метаболический и связана с нарушением активности дыхательных ферментов под действием экстремальных метеогеофизических факторов (Хаснулин и др. 2004).

Контингент и методы исследования

На добровольной основе с использованием информированного согласия проведено определение параметров кардиореспираторной системы учащейся молодежи (от 18 до 20 лет), проживающей в условиях горной местности

(с. Борзой) – 1-я группа и Приобского Севера (г. Покачи) – 2-я группа. Все обследуемые были адаптированы к условиям анализируемого климата. Обследование проводилось в летний период 2015 г. Село Борзой находится в Шатойском районе Чеченской Республики, высота над уровнем моря 827 м (низкогорье), климат континентальный. Покачи – город в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре – территории, приравненной к Крайнему Северу.

У обследуемых определяли основные антропометрические показатели – длина, масса тела, окружность грудной клетки (ОГК) – с использованием ростомера, весов и сантиметровой ленты. С помощью автоматического тонометра измеряли показатели систолического (АДС, мм.рт.ст.) и диастолического (АДД, мм.рт.ст.) артериального давления, частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л) определялась с использованием сухого спирометра. Уровень насыщения гемоглобина артериальной капиллярной крови кислородом (SpO_2) измерялся прибором пульсоксиметром ОП-31.1 «Тритон».

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета программ Microsoft Excel, раздел «Анализ данных». Средние значения параметров представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее выборочное, m – стандартная ошибка среднего. Полученные показатели проверялись на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Так как было выявлено нормальное распределение исходных данных, оценку достоверности различий для сравниваемых групп проводили по t-критерию Стьюдента. Вычисляли уровень значимости (p). Достоверными считали различия между сравниваемыми средними величинами со степенью доверительной вероятности 95% и выше ($p < 0,05$).

Обсуждение результатов исследования

Сравнительный анализ антропометрических показателей тела юношей и девушек вы-

явил ряд соматических особенностей (табл. 1). Показатели длины тела юношей, проживающих в условиях Северного Кавказа ($181,4 \pm 1,16$ см) были выше по сравнению с их ровесниками из ХМАО-Югры ($177,1 \pm 1,45$). Длина тела девушек первой ($169,3 \pm 1,95$ см) и второй ($168,8 \pm 1,06$) групп практически не отличалась. Тенденция увеличения антропометрических параметров у обследуемых, проживающих в условиях горного климата, сохранялась и применительно к массе тела. Масса тела юношей и девушек первой группы ($78,4 \pm 0,76$ и $61,2 \pm 0,66$ кг) была больше, чем у их ровесников второй группы ($73,4 \pm 0,75$ и $59,8 \pm 0,96$ кг), хотя статистически значимых различий выявлено не было (табл. 1).

Параметры объема грудной клетки молодых людей с. Борзой были достоверно выше, чем у юношей г. Покачи и составляли $92,4 \pm 0,14$ см и $84,2 \pm 0,26$ см соответственно. Статистически значимых различий по ОГК между девушками первой ($76,1 \pm 0,61$ см) и второй ($74,3 \pm 0,56$) групп выявлено не было.

Известно, что физиологические показатели определяют уровень функциональной устойчивости и отражают индивидуальную норму гомеостатических систем организма. Исследования функциональных параметров организма позволяют охарактеризовать диапазон адаптивных резервов обследуемых. Значения функциональных параметров молодых людей представлены в таблице 2.

Показатели частоты сердечных сокращений у обследуемых обоего пола, проживающих на Северном Кавказе, находились в пределах нормы, были достоверно ниже, чем у их ровесников г. Покачи и составляли $64,42 \pm 0,61$ уд/мин у юношей и $66,36 \pm 0,15$ уд/мин у девушек. ЧСС у молодых людей второй группы находилась на верхней границе физиологической нормы, у обследуемых женского пола – $78,12 \pm 0,34$ уд/мин, у их ровесников противоположного пола – $79,31 \pm 0,21$ уд/мин (табл. 2).

Таблица 1

Антропометрические показатели обследуемых, ($M \pm m$)

	Рост, см	Масса тела, кг	ОГК, см
Северный Кавказ (1-я группа)			
Юноши	$181,4 \pm 1,16$	$78,4 \pm 0,76$	$92,4 \pm 0,14^*$
Девушки	$169,3 \pm 1,95$	$61,2 \pm 0,66$	$76,1 \pm 0,61$
Приобский Север (2-я группа)			
Юноши	$177,1 \pm 1,45$	$73,4 \pm 0,75$	$84,2 \pm 0,26$
Девушки	$168,8 \pm 1,06$	$59,8 \pm 0,96$	$74,3 \pm 0,56$

Примечание. * – статистически значимые различия между группами при $p < 0,05$.

Таблица 2

Показатели кардиореспираторной системы обследуемых, (M±m)

Пол	ЧСС, уд/мин	АДС, мм.рт.ст.	АДД, мм.рт.ст.	ЖЕЛ,мл.	ЧД, дых.дв/мин	SpO ₂ ,%
Северный Кавказ (1 группа)						
Юноши	64,42±0,61*	120,45±1,74	80,16±0,87	4900±6,86*	14,2±0,15	98,1±1,2
Девушки	66,36±0,15*	117,81±1,26	78,56±0,45	3400±7,96*	14,6±0,12	98,9±1,7
Приобский Север (2 группа)						
Юноши	79,31±0,21	126,95±1,45	82,34±0,39	3600±8,54	17,4±0,11	96,4±1,3
Девушки	78,12±0,34	123,11±1,79	83,23±0,86	2900±9,21	16,5±0,16	96,8±0,9

Примечание. * – статистически значимые различия между группами при $p < 0,05$.

Н. А. Агаджанян (1983), описывая особенности функционирования организма горцев, отмечал умеренное снижение частоты сердечных сокращений и гипотонию.

При анализе параметров артериального давления учащейся молодежи значимых различий выявлено не было. Среднее значение АДС у юношей с. Борзой составило 120,45±1,74, АДД – 80,16±0,87 мм.рт.ст. У их односельчанок АДС – 117,81±1,26, АДД – 78,56±0,45 мм.рт.ст. АДС у юношей г. Покачи было равно 126,95±1,45, АДД – 82,34±0,39 мм.рт.ст. У девушек ХМАО-Югры АДС соответствовало 123,11±1,79, АДД – 83,23±0,86 мм.рт.ст (табл. 2).

Анализ показателей системы органов дыхания (табл. 2) выявил, что величина ЖЕЛ у юношей второй группы была равна 3600±8,54 мл, у их ровесников с Северного Кавказа достоверно выше и составляла 4900±6,86 мл. У девушек г. Покачи ЖЕЛ соответствовала 2900±9,21 мл, у их ровесниц с. Борзой была выше (3400±7,96 мл), отмечались значимые различия. Аналогичные показатели респираторной системы зарегистрированы В. А. Анзоровым и С. В. Морякиной (2016), которые обследовали студентов – жителей горных районов Чеченской Республики (низкогорье), по опубликованным данным ЖЕЛ девушек составляла 3,41±0,117 л, юношей – 4,28±0,167 л.

По литературным данным, увеличение жизненной емкости легких и составляющих ее объемов у населения, проживающего в условиях горного климата, происходит за счет усиления тонуса мышц вдоха. Отмечено, что у коренных жителей гор расширяется грудная клетка, примерно на 10% повышается жизненная емкость легких по сравнению с населением других регионов (Агаджанян 1983; Анзоров, Морякина 2016).

Значения частоты дыхания у обследуемых обоего пола, проживающих на Северном

Кавказе, находились в пределах нормы, были ниже, чем у северян, и составляли 14,2±0,15 дых.дв/мин у юношей и 14,6±0,12 дых.дв/мин у девушек. ЧД у обследуемых второй группы женского пола была равна 16,5±0,16 дых.дв/мин, у юношей – 17,4±0,11 дых.дв/мин, значимых различий между группами выявлено не было.

Параметры сатурации крови кислородом у обследуемых с. Борзой были выше, чем у их ровесников г. Покачи, но статистически значимых отличий между обследуемыми обоего пола выявлено не было, средние значения SpO₂ находились в пределах нормы в обеих группах. Процент гемоглобина, перешедшего в оксигемоглобин в крови юношей с. Борзой, был равен 98,1±1,2, девушек – 98,9±1,7%. У молодых людей ХМАО-Югры – 96,4±1,3% и 96,8±0,9% соответственно.

Это согласуется с результатами, полученными В. А. Анзоровым и С. В. Морякиной (2016), которые выявили, что проживание учащейся молодежи в условиях горной гипоксии приводит к повышению процента гемоглобина, перешедшего в оксигемоглобин, авторы отмечают следующие параметры SpO₂: у девушек – 98,0±0,63%, у юношей – 98,2±0,37%.

Заключение

Параметры частоты сердечных сокращений и частоты дыхания у обследуемых обоего пола, проживающих на территории с горным климатом, находились в пределах нормы, были ниже, чем у их ровесников из ХМАО-Югры, отражая экономизацию функций кардиореспираторной системы. Степень насыщения артериальной крови кислородом у учащейся молодежи, проживающей в условиях горной гипоксии выше, чем у юношей и девушек Приобского Севера. Значения жизненной емкости легких молодых людей обоего пола с Северного Кавказа были больше, чем у северян, находились в пределах физиологической нормы, у их ровес-

ников из г. Покачи – ниже нормативных значений. Это согласуется с результатами полученных ранее исследований, в ходе которых было установлено, что у адаптированной группы населения, проживающей в горной местности, определяются высокие показатели жизненной емкости легких и усиленное насыщение крови кислородом (Миррахимов 1981; Агаджанян 1983; Алексеева 1998; Чанчаева 2011).

Таким образом, функциональное состояние кардиореспираторной системы обследуемых было обусловлено особенностями климатогеофизических факторов окружающей среды. Полученные результаты расширяют представления о функционировании сердечно-сосудистой и дыхательной систем молодых людей в условиях Севера и горной местности.

ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян Н. А. 1983. Адаптация и резервы организма. М.: ФиС.
- Агаджанян Н. А., Батоцыренова Т. Е., Семенов Ю. Н. 2009. Эколого-физиологические и этнические особенности адаптации человека к различным условиям среды обитания. Владимир: Изд-во ВГУ.
- Алексеева Т. И. 1998. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли (биологические аспекты). М.: МНЭПУ.
- Анзоров В. А., Морякина С. В. 2016. Адаптация респираторной системы студентов к горной гипоксии // Перспективы науки 1(76), 19–24.
- Арапова З. У., Шукуров Ф. А., Мальшева Е. В., Гулин А. В. 2012. Оценка параметров оксигенации в условиях высокогорья // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Т. 17. № 4, 1282–1284.
- Вондимтека Т. Д., Шаов М. Т., Пшикова О. В. 2014. Изменение адаптационного потенциала организма в условиях высокогорья и субтропического климата под воздействием физических упражнений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 5, 291–294.
- Гора Е. П. 2007. Экология человека: учебное пособие. М.: Дрофа.
- Ишеков А. Н., Мосягин И. Г. 2009. Динамика показателей кардиореспираторной системы у студентов при адаптации к нормобарической гипоксической гипоксии на европейском Севере России // Экология человека. 1, 38–42.
- Кагазежева Н. Х. 2012. Кислородный обмен у подростков в условиях высокогорий // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2, 71–75.
- Казначеев В. П., Казначеев С. В. 1986. Адаптация и конституция человека. Новосибирск: Наука.
- Миррахимов М. М. 1981. Сердечно-сосудистая система в условиях высокогорья. Л.: Наука.
- Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. 2015. Факторы риска снижения устойчивости к кислородной недостаточности у студентов в условиях Среднего Приобья // Вестник Нижневартовского государственного университета. 3, 78–84.
- Роцевский М. П. 2006. Человек на Севере: демография, здоровье, экология. Сыктывкар: Изд-во Коми науч. центра УрО РАН.
- Соловьев В. С., Погоньшева И. А., Овечкина Е. С., Погоньшев Д. А. 2008. Экология человека. Ханты-Мансийск: Полиграфист.
- Соловьев В. С., Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А., Соловьева С. В. 2010. Адаптация человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Ханты-Мансийск: Печатное дело.
- Сухова М. Г., Куликова Н. В. 2009. Влияние экстремальных условий горного климата на адаптацию человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 1, 116–120.
- 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: Изд-во Сибирского отделения РАН.
- Чанчаева Е. А., Айзман Р. И. 2011. Особенности морфофункциональной, психофизиологической и биохимической адаптации человека к условиям горного Алтая // Экология человека. 9, 24–30.
- Чанчаева Е. А., Курушина О. Г., Суксекова С. А. 2007. Физическая работоспособность студентов в условиях высокогорья // Мир науки, культуры, образования. 3, 37–39.

REFERENCES

- Agadzhanian N. A. Adaptatsiya i rezervy organizma [Adaptation and body reserves]. Moscow: FiS, 1983. (In Russian).
- Agadzhanian N. A., Batotsyrenova T. E., Semenov Yu. N. 2009. Ekologo-fiziologicheskie i etnicheskie osobennosti adaptatsii cheloveka k razlichnym usloviyam sredy obitaniya [Ecological and physiological ethnical differences in human adjustment to environment]. Vladimir: VSU Publ. House, 2009. (In Russian).

Alekseeva T. I. Adaptatsiya cheloveka v razlichnykh ekologicheskikh nishakh Zemli (biologicheskie aspekty) [Human adjustment in different environments of the Earth (biological aspects)]. Moscow: MNEPU Publ. House, 1998. (In Russian).

Anzorov V.A., Moryakina S.V. 2016. In: Perspektivy nauki [Science Prospects]. No. 1(76) (2016): 19–24. (In Russian).

Arabova Z. U., Shukurov F. A., Malysheva E. V., Gulin A. V. In: Vestnik Tambovskogo universiteta. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Bulletin of Tambov University. Natural and Technical Sciences]. No. 17(4) (2012): 1282–1284. (In Russian).

Vondimteka T. D., Shaov M. T., Pshikova O. V. In: Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [News-bulletin of Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences]. No. 5 (2014): 291–294. (In Russian).

Gora E. P. Ekologiya cheloveka: uchebnoe posobie [Human Ecology: Textbook] Moscow: Drofa, 2007. (In Russian).

Ishkov A. N., Mosyagin I. G. In: Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. No. 1 (2009): 38–42. (In Russian).

Kagazezheva N. Kh. In: Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki [Bulletin of Adyghe State University. Mathematical and technical sciences]. No. 2 (2012): 71–75. (In Russian).

Kaznacheev V. P. Adaptatsiya i konstitutsiya cheloveka [Adjustment and constitution of humans]. Novosibirsk: Nauka Publ. House, 1986. (In Russian).

Mirrakhimov M. M. Serdechno-sosudistaya sistema v usloviyakh vysokogor'ya [Cardiovascular system in high mountain conditions]. L.: Nauka Publ. House, 1981. (In Russian).

Pogonysheva I. A., Pogonyshv D. A. In: Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Nizhnevartovsk State University]. No. 3 (2015): 78–84. (In Russian).

Roshchevskii M. P. Chelovek na Severe: demografiya, zdorov'e, ekologiya. Syktyvkar [People in the North: demography, health, ecology]. Syktyvkar: Komi Science centre Publ. House, 2006. (In Russian).

Solov'ev V. S., Pogonysheva I. A., Ovechkina E. S., Pogonyshv D. A. Ekologiya cheloveka: monografiya [Human Ecology: Monograph]. Khanty-Mansiisk: Poligrafist Publ. House, 2008. (In Russian).

Solov'ev V. S., Pogonysheva I. A., Pogonyshv D. A., Solov'eva S. V. Adaptatsiya cheloveka v usloviyakh Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga – Yugry. [Human adjustment in the conditions of Khanty-Mansiysky Okrug – Yugra]. Khanty-Mansiisk: Pechatnoe delo Publ. House, 2010. (In Russian).

Sukhova M. G., Kulikova N. V. In: Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Ecologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Bulletin of Russian University of People's Friendship. Ecology and Human Safety]. No. 1 (2009): 116–120. (In Russian).

Khasnulin V. I., Vil'gel'm V. D., Voevoda M. I., Zyryanov B. N., Selyatitskaya V. G., Kulikov V. Yu., Khasnulin P.V., Egorova G.M. Mediko-ekologicheskie osnovy formirovaniya, lecheniya i profilaktiki zabolevaniy u korenogo naseleniya Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga – Yugry [Medical and ecological issues concerning developing of illnesses and their treatment and prevention among indigenous people of Khanty-Mansiysky Okrug – Yugra]. Novosibirsk: Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ. House, 2004. (In Russian).

Chanchaeva E. A., Aizman R. I. In: Ecologiya cheloveka [Human Ecology]. No. 9 (2011): 24–30. (In Russian).

Chanchaeva E. A., Kurushina O. G., Suksekova S. A. In: Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of science, culture, education]. No. 3 (2007): 37–39. (In Russian).

I. A. Pogonysheva, D. A. Pogonyshv
Nizhnevartovsk, Russia

SPECIAL CHARACTERISTICS OF MORPHOFUNCTIONAL PARAMETERS OF BODIES OF YOUNG ADULTS LIVING IN CLIMATICALLY AND GEOGRAPHICALLY DIFFERENT ENVIRONMENTS

Abstract. The paper presents the results of the functional study of anthropometric parameters, cardiovascular parameters, and level of oxygen blood saturation in young adult students living in North Caucasus and in Khanty Mansiysk Autonomous Area. Heart rate and respiratory rate of people both genders living in North Caucasus were within normal limits and were lower than those of their peers living in Khanty Mansiysk Autonomous Area. These results reflect saving capacity of their cardiorespiratory system. Lung capacity of young adults from North Caucasus is higher than that of young adults living in Khanty Mansiysk Autonomous Area and stays within normal limits. Lung capacity of people from Siberia is below the normal limits. Oxygen blood saturation is higher in the groups of people living in the conditions of mountain hypoxia. Functional state of cardiorespiratory system reflects the climate and geographical characteristics of the environment in which people live. The results of this research allow a better understanding of the way cardiovascular and respiratory systems function in people living in Siberia or mountain climate.

Key words: adaptation; north; high mountain region; morphofunctional parameters; cardiorespiratory system; lung capacity; oxygen blood saturation; mountain hypoxia.

About the authors. Irina Aleksandrovna Pogonyшева¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor at the Department of Ecology; Denis Aleksandrovich Pogonyшев², Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor at the Department of Ecology.

Place of employment: ^{1,2}Nizhnevartovsk State University.

Погонышева И. А., Погонышев Д. А. Особенности морфофункциональных параметров организма молодых людей, проживающих в разных климатогеофизических условиях окружающей среды // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 68–74.

Pogonysheva I. A., Pogonyshv D. A. Special characteristics of morphofunctional parameters of bodies of young adults living in climatically and geographically different environments // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 68–74.

УДК 796.01:612:796.012.412.7

А. А. Говорухина¹, Н. С. Веткалова²
Сургут¹, Ханты-Мансийск², Россия

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПЛОВЦОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация. Изучение особенностей физического развития и адаптационных резервов спортсменов-пловцов представляет большой интерес для современного научного и спортивного общества. В статье проведен обзор имеющихся в литературе данных об особенностях функционального состояния респираторной системы пловцов на разных этапах спортивной подготовки. Выявлено, что развитие респираторной системы является одним из основных факторов, лимитирующих работоспособность спортсмена, которая напрямую зависит, как от количества поступающего кислорода, так и от способности организма его усваивать. Уровень развития этих механизмов зависит от возрастных, индивидуальных особенностей организма (биологическая зрелость), направленности тренировочного процесса и условий внешней среды.

Определено, что у спортсменов-пловцов дыхательная система характеризуется высокой функциональной мощностью и экономичностью и превосходит по многим показателям уровень развития дыхательной системы лиц, не занимающихся спортом и спортсменов других специализаций. Отмечено, что это превосходство обусловлено регулярным выполнением пловцами больших объемов циклической работы, требующей постоянной функциональной активности систем, обеспечивающих питание кислородом работающих мышц, и влиянием особых условий, в которых выполняется эта работа, в первую очередь – гидростатическое давление, высокая теплоемкость воды, горизонтальное положение тела.

Ключевые слова: пловцы; функциональное состояние; респираторная система; адаптация.

Сведения об авторах: Алена Анатольевна Говорухина¹, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности; Наталья Сергеевна Веткалова², тренер-преподаватель.

Место работы: ¹Сургутский государственный педагогический университет; ²МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 4».

Контактная информация: ¹628400, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 4/1, тел.: 89222582208, e-mail: govalena@mail.ru; ²628002, г. Ханты-Мансийск, ул. Уральская, д. 4, e-mail: natalyn4ik@mail.ru.

Высокий уровень конкуренции, рост результатов в современном спорте обуславливают необходимость непрерывного поиска путей совершенствования физической и психологической подготовленности атлетов. В циклических видах спорта уровень физической работоспособности, наряду с уровнем развития физических качеств и специальной работоспособности спортсмена, адаптации организма к нагрузкам и

другими составляющими, вносит значительный вклад в конечный спортивный результат.

Спортивная подготовка в плавании предполагает выполнение больших по объему и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок. Функциональная подготовленность спортсменов-пловцов в большой степени обуславливается мощностью функционирования, функциональной экономичностью, моби-

лизационными возможностями физиологических систем, уровнем развития функций дыхания и кровообращения (Горбанева 2008; Солопов 2010).

Вследствие выполнения большого объема нагрузок и детерминации дыхания техникой плавания у высококвалифицированных пловцов формируется мощная и обладающая высокой выносливостью дыхательная система, которая позволяет при выполнении значительных физических нагрузок форсировать дыхание, повышая его продуктивность. В связи с этим снижение функции внешнего дыхания может являться одним из факторов, лимитирующих работоспособность спортсменов. Таким образом, динамика показателей функции внешнего дыхания позволяет оценивать адаптацию организма к различным тренировочным воздействиям и степень активизации восстановительных процессов (Нарский и др. 2016).

Закономерно, что интерес ученых к вопросам повышения функциональной подготовленности спортсменов за счет развития респираторной системы, а также повышения устойчивости организма к гипоксической нагрузке был велик в прошлом и продолжает расти в настоящее время (Нарский и др. 2016; Рязанов, Берговина 2011; Московенко 2011; Булгакова, Попов 2009).

Целью данной работы является анализ имеющихся в современной литературе сведений об особенностях и закономерностях развития (адаптации) респираторной системы спортсменов-пловцов.

Дыхательная и сердечно-сосудистая системы образуют эффективную систему транспорта кислорода в ткани организма и выведение из них диоксида углерода. Легочная вентиляция и диффузия (газообмен между легкими и кровью) – два процесса, которые называют внешним дыханием. Внешнее и внутреннее дыхание связаны друг с другом системой кровообращения.

А. А. Васильков в своих исследованиях (2005) показывает устойчивость показателей соотношении частоты сердечных сокращений к частоте дыхания и тесную взаимосвязь между ними в возрастном-половой динамике от рождения до 18 лет.

Многочисленными исследованиями установлено, что чем больше способность организма усваивать кислород, тем выше физическая работоспособность человека (Рубцова и др. 2007).

Для достижения высоких спортивных результатов в плавании недостаточно иметь высокие величины показателей внешнего дыхания (среди которых ведущее место занимает жизненная емкость легких), немаловажным является также умение эффективно использовать свои потенциальные возможности при выполнении работы различной интенсивности (Нарский и др. 2016).

Спортивная деятельность в условиях водной среды (плавание) имеет ряд физиологических особенностей, отличающих ее от физической работы в обычных условиях воздушной среды. Эти особенности определяются механическими факторами, связанными с движением в воде, горизонтальным положением тела и большой теплоемкостью воды (Коц 1998; Булгакова 2002).

При плавании дыхание согласовано с движениями конечностями. Как правило, на один цикл движений руками выполняется не более чем один вдох и выдох. Большая затрата энергии вызывает большую потребность в кислороде, и поэтому пловец стремится как можно полнее использовать каждый вдох. Давление воды на грудную клетку способствует более полному выдоху и в то же время содействует развитию мышц, расширяющих грудную клетку. Все это приводит к увеличению жизненной емкости легких (у квалифицированных пловцов данный показатель достигает 6,5–8 и более литров) и повышению функциональных возможностей дыхательной системы пловца.

Изучение возрастных особенностей физического развития и функционального состояния организма пловцов свидетельствует о взаимосвязи пиков приростов функциональных показателей и скачкообразности прироста соматических признаков (Булгакова, Попов 2009).

На начальных этапах подготовки резервы системы внешнего дыхания изменяются незначительно, находясь в пределах нормы для детей, не занимающихся спортом. В процессе занятий плаванием у детей формируется устойчивость к утомлению дыхательной мускулатуры и гипоксическим воздействиям (Рязанов, Берговина 2011; Московенко 2011).

Важно понимать, что юные пловцы с разным типом биологического созревания могут иметь выраженные различия в динамике возрастного физического развития, возрастных зонах наибольших темпов прироста, а также уровнях матурации соматических, силовых и

функциональных показателей, лимитирующих скорость плавания.

Контроль за уровнем биологической зрелости особенно важен для определения сроков начала интенсивной силовой и функциональной тренировки в средних возрастных группах (Булгакова, Попов 2009).

Наибольшее практическое значение в спортивной практике имеют величины жизненной емкости легких (ЖЕЛ), дыхательного объема (ДО), минутной вентиляции легких (МВЛ). Изменение этих показателей происходит, в основном, согласно возрастным и приспособительно-адаптационным закономерностям, увеличиваясь в соответствии с изменяющимся объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок.

Прямым показателем функциональных возможностей системы внешнего дыхания и косвенным показателем максимальной площади дыхательной поверхности легких, где происходит диффузия кислорода и углекислоты, служит величина ЖЕЛ.

Динамика показателей ЖЕЛ и МВЛ, с ними и развитие аэробного механизма энергообеспечения у пловцов характеризуются значительными приростами в период с 14 до 17 лет (Булгакова, Попов 2009).

До этого возраста приспособительные реакции кардио-респираторной системы пловцов к физическим нагрузкам малоэффективны, характеризуются значительным напряжением при выполнении этих нагрузок (Погодина 2006).

В исследованиях А. М. Вагаповой (2009) наибольшие изменения по показателям жизненной емкости легких у пловцов определены в 10–11-летнем возрасте, у детей, не занимающихся спортом, – в 14–15-летнем возрасте. Таким образом, мы наблюдаем неоднозначные результаты исследований у разных авторов и можем заключить, что траектории развития ЖЕЛ у спортсменов-пловцов в возрастной динамике индивидуальны и могут значительно отличаться.

Достижение оптимального приспособительного эффекта на разных этапах онтогенеза происходит за счет формирования определенных типов взаимосвязей между компонентами кардио-респираторной системы, а также за счет различной степени вовлечения этих компонентов в обеспечение максимального приспособительного результата (Погодина 2006). Устойчивая связь между значениями жизненной емко-

сти легких и спортивными результатами наблюдается с 16 до 22 лет.

В качестве одного из наиболее надежных показателей физической работоспособности человека рекомендуется использовать величину максимального потребления кислорода (МПК или VO_{2Max}), которая является интегральным показателем аэробной производительности организма.

Для здорового человека, не занимающегося спортом, МПК составляет 3200–3500 мл/мин, у тренированных лиц МПК достигает 6000 мл/мин.

Изучая индивидуальные и средние данные многолетней динамики максимального потребления кислорода у пловцов, Н. Ж. Булгакова и О. И. Попов (2009) показали, что с 11 до 13 лет величина показателя изменяется незначительно, затем начинается быстрый прирост (до 15 лет). Однако индивидуальные траектории развития отличаются заметно.

Имеются данные, что уровень МПК, а также степень зрелости показателей функциональных возможностей $ExhCO_2$ и ЛВ в 11–13 лет значительно уступают показателям физического развития (длине и массе тела, ЖЕЛ) (Булгакова, Соломатин 2010).

Особенности развития дыхательной системы, так же как и всего организма в целом, обусловлены способом плавания и длиной дистанции, на которой специализируется спортсмен. Пловцы, специализирующиеся на длинные дистанции (стайеры), более рационально используют свою респираторную систему, чем спринтеры, что заключается в меньшем количестве дыхательных циклов в единицу времени при более глубоком дыхании. Пловцы-стайеры превосходят спринтеров по показателям жизненной емкости легких, обладают более высокими показателями вентиляции легких. Имеются данные, что пловцы, специализирующиеся в плавании способом кроль на груди, обладают более высокими показателями ЖЕЛ.

Вполне закономерными являются данные, что спортсмены-пловцы превосходят по показателям развития респираторной системы не только школьников, не занимающихся спортом, но и представителей других видов спорта, причем это превосходство проявляется уже в юношеском возрасте. В исследованиях П. Н. Чайникова (2016) показано, что в 14–15 лет пловцы имеют более высокие показатели адаптации кардиореспираторной системы к ги-

поксии и гипоксемии в сравнении с баскетболистами, что свидетельствует о высоком уровне функционального состояния дыхательной системы. Квалифицированные пловцы 17–20 лет при сравнительном анализе показателей, отражающих экономичность/эффективность и сопряженность функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной и двигательной систем, значительно превосходят легкоатлетов и футболистов (Горбанева, Власов 2011).

Результаты пловца во многом зависят от степени развития дыхательного аппарата, поэтому овладение правильным дыханием – важный процесс, требующий самого пристального внимания (Нарский 2016).

Знания в области изучения функционального состояния респираторной системы имеют первостепенное значение для специалистов физической культуры и спорта, так как позволяют решать вопросы профессиональной ориентации и отбора, допуска к оздоровительным и тренировочным занятиям, планировать режим двигательной нагрузки исходя из уровня физической подготовленности и состояния здоровья занимающихся (Рязанов 2011).

Выводы

1. Развитие респираторной системы является одним из основных факторов, лимитирующих работоспособность спортсмена, которая напрямую зависит как от количества поступающего кислорода, так и от способности организма его усваивать. Уровень развития этих механизмов зависит от возрастных, индивиду-

альных особенностей организма (биологическая зрелость), направленности тренировочного процесса и условий внешней среды.

2. У спортсменов-пловцов дыхательная система характеризуется высокой функциональной мощностью и экономичностью и превосходит по многим показателям уровень развития дыхательной системы лиц, не занимающихся спортом и спортсменов других специализаций. Это превосходство обусловлено регулярным выполнением пловцами больших объемов циклической работы, требующей постоянной функциональной активности систем, обеспечивающих питание кислородом работающих мышц, и влиянием особых условий, в которых выполняется эта работа, в первую очередь – гидростатического давления, высокой теплоемкости воды, горизонтального положения тела.

3. Изучение особенностей развития и адаптационных резервов респираторной системы спортсменов-пловцов представляет большой интерес для современного научного и спортивного общества, что обусловлено как личными интересами отдельных специалистов, так стратегиями развития государства в области здравоохранения – сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни граждан, и в области физической культуры и спорта – достижение высоких спортивных результатов на мировой арене и формирование мощного спортивного резерва.

ЛИТЕРАТУРА

- Булгакова Н. Ж. 2002. Познакомьтесь – плавание. М.: Издательство Астрель.
- Булгакова Н. Ж., Попов О. И. 2009. Возрастная динамика и биологическая зрелость показателей физического развития и специальной работоспособности, лимитирующих скорость плавания // Новые исследования. 4 (21), 15–22.
- Булгакова Н. Ж., Соломатин В. Р. 2010. Учет возрастных закономерностей развития морфологических, функциональных и силовых показателей в спортивном отборе и многолетней подготовке юных пловцов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 4(62), 97–102.
- Вагапова А. М. 2009. Влияние способов плавания на показатели насосной функции сердца юных пловцов: Дис ... канд. биол. наук. Казань.
- Васильков А. А. 2005. Возрастно-половая динамика показателей частоты сердечных сокращений и частоты дыхания // Вестник Южно-Уральского государственного университета. № 4(44), 198–200.
- Горбанева Е. П. 2008. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменов. Саратов: Научная Книга.
- Горбанева Е. П., Власов А. А. 2011. Специфические особенности функциональной устойчивости у спортсменов с различным характером двигательных актов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 8(78), 51–56.
- Исаев А. П., Личагина С. А., Эрлих В. В. 2005. Особенности адаптации морфофункциональных показателей и системы внешнего дыхания у пловцов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 4 (44), 180–186.
- Коц Я. М. 1998. Спортивная физиология. М.: Физкультура и спорт.

Московенко А. В. 2011. Особенности дыхательной функции и аэробная производительность у пловцов 11–12 лет на этапе базовой подготовки // Шебеко К. К. (ред.). Здоровье для всех: материалы III Международной научно-практической конференции. Пинск: ПолесГУ, 124–127.

Нарский А. Г., Мельников С. В., Врублевский Е. П., Костюченко В. Ф., Орехов Е. Ф. 2016. Эффективность использования жизненной емкости легких у пловцов различной специализации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2(132), 135–139.

Плавание: Учебник для вузов. 2001 / Булгаковой Н. Ж. (ред.). М.: Физкультура и спорт.

Погодина С. В. 2006. Возрастные особенности реакции кардио-респираторной системы пловцов в процессе адаптации к специфическим физическим нагрузкам // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». Т. 19(59). № 1, 86–92.

Рубцова И. В., Кубышкина Т. В., Алаторцева Е. В., Готовцев Я. В. 2007. Оптимальная двигательная активность: Воронеж, ИПЦ ВГУ.

Рязанов М. О., Берговина М. Л. 2011. Изучение функционального состояния дыхательной системы мальчиков, занимающихся плаванием // Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике: X Всероссийская молодежная научная конференция Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. Сыктывкар: Учреждение Российской академии наук Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 192–194.

Солопов И. Н. 2010. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов. Волгоград: Волгоградская гос. акад. физ. культуры.

Чайников П. Н. 2016. Особенности физического развития и функционального состояния юных спортсменов циклических и игровых видов спорта // Пермский медицинский журнал. Т. XXXIII. № 2, 104–111.

REFERENCES

Bulgakova N. Zh. Poznakom'tes' — plavanie [Get introduced to swimming]. Moscow: Astrel' Publ. House, 2002. (In Russian).

Bulgakova N. Zh., Popov O. I. In: Novye issledovaniya [New research]. No. 4(21) (2009): 15–22. (In Russian).

Bulgakova N. Zh., Solomatina V. R. In: Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta [Proceedings of the University of P. Lesgaft]. No. 4(62) (2010): 97–102. (In Russian).

Vagapova A. M. Vliyanie sposobov plavaniya na pokazateli nasosnoi funktsii serdtsa yunyh plovtsov: Dis ... kand. biol. Nauk [Influence of swimming styles on heart pump function among young swimmers: An author's abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Kazan', 2009. (In Russian).

Vasil'kov A. A. In: Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of South Ural State University]. No. 4 (44) (2005): 198–200. (In Russian).

Горбанева Е. П. 2008. Качественные характеристики функциональной готовности спортсменов [Quality characteristics of functional readiness of athletes]. Saratov: Nauchnaya Kniga Publ. house, 2008. (In Russian).

Горбанева Е. П., Власов А. А. In: Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta [Proceedings of the University of P. Lesgaft]. No. 8(78) (2011): 51–56. (In Russian).

Isaev A. P., Lichagina S. A., Erlikh V. V. In: Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdorookhraneniye, fizicheskaya kul'tura [Bulletin of South Ural State University: Education, Healthcare, Physical Education]. No. 4 (44) (2005): 180–186. (In Russian).

Kots Ya. M. Sportivnaya fiziologiya: Uchebnik dlya institutov fizicheskoi kul'tury [Sport physiology: Textbook for sports students]. Moscow: Physical Education and Sports, 1998. (In Russian).

Moskovenko A. V. In: Zdorov'e dlya vseh: materialy tret'ei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Health for Everyone: Proceedings of the 3rd International scientific conference]. (2011): 124–127. (In Russian).

Narskiy A. G., Mel'nikov S. V., Vrublevskiy E. P., Kostyuchenko V. F., Orekhov E. F. In: Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta [of the University of P. Lesgaft]. No. 2 (132) (2016): 135–139. (In Russian).

Плавание: Учебник для вузов [Swimming: Textbook for Universities]. Ed. by Bulgakova N. Zh. Moscow: Physical Education and Sports, 2001. (In Russian).

Pogodina S. V. In: Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya i khimiya». [Proceedings of Tavrida National V.I. Vernadsky University. Series «Biology and chemistry»]. Vol. 19(59, 1) (2006): 86–92. (In Russian).

Rubtsova I. V., Kubysheva T. V., Alatorseva E. V., Gotovtsev Ya. V. Optimal'naya dvigatel'naya aktivnost': uchebno-metodicheskoe posobie dlya VUZov [Optimal physical activity: Textbook]. Voronezh: VSU Publ. house, 2007. (In Russian).

Ryazanov M. O., Bergovina M. L. In: Fiziologiya cheloveka i zhivotnykh: ot eksperimenta k klinicheskoi praktike. X vserossiyskaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya instituta fiziologii komi nauchnogo centra uralskogo otdeleniya RAN [Human and animal physiology: from experiment to clinical practice]. Syktvkar: Komi institute of Physiology of Russian Academy of Sciences, 2011. P. 192–194. (In Russian).

Solopov I. N. Fiziologicheskie osnovy funktsional'noi podgotovki sportsmenov [Physiological foundation of functional readiness of athletes]. Volgograd: Volgograd State Academy of Sports Publ. house, 2010. (In Russian).

Chainikov P. N. In: Permskii meditsinskii zhurnal [Perm medical journal]. Vol. 33 (2) (2016): 104–111. (In Russian).

A. A. Govorukhina¹, N. S. Vetkalova²
Surgut¹, Khanty-Mansiysk², Russia

FUNCTIONAL STATE OF RESPIRATORY SYSTEM OF SWIMMERS AT DIFFERENT STAGES OF SPORTS TRAINING

Abstract. Currently, the study of peculiarities of physical development and adaptation of swimmers is of interest to scientists. The article reviewed the available literature data on the functional status of respiratory system of swimmers at different stages of sports training. Revealed that the development of the respiratory system is one of the factors limiting the performance of the athlete, which depends on the number of incoming oxygen and the body's ability to digest. The development of these mechanisms depends on the age, individual characteristics of the organism (biological maturity), orientation of the training process and environment.

Indicates that the swimmers respiratory system functionally powerful and economical and exceeds the development of the respiratory system of persons not involved in sports and athletes of other specializations. It is noted that this superiority is due to the large amounts of cyclic operation, requiring constant functional activity of systems that supply oxygen to working muscles, and the influence of special conditions in which the work is done in the first place – hydractiniidae pressure, high heat capacity of water, the horizontal position of the body.

Key words: athletes of swimmers; functional status; respiratory system; adaptation.

About the authors: Alena Anatolevna Govorukhina¹, Doctor of Biological Sciences, Professor (Grand PhD), Head of Department of Biomedical Sciences and life safety; Natalia Sergeevna Vetkalova², coach-teacher.

Place of employment: Surgut State Pedagogical University¹; High School №4².

Говорухина А. А., Веткалова Н. С. Особенности функционального состояния респираторной системы пловцов на разных этапах спортивной подготовки // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 74–79.

Govorukhina A. A., Vetkalova N. S. Functional state of respiratory system of swimmers at different stages of sports training // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 74–79.

УДК 616.2:612.017.2

О. Л. Ковязина, А. В. Елифанов, О. Н. Лепунова
Тюмень, Россия

ОЦЕНКА УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ШКОЛЬНИКОВ 11–13 ЛЕТ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Аннотация. Изучены антропометрические показатели и параметры кардиореспираторной системы детей, постоянно проживающих в сельской местности. Определен тип саморегуляции кровообращения. Показано, что фактические показатели жизненной емкости легких у всех обследованных школьников были значительно ниже должных величин и свидетельствовали о снижении вентиляционных способностей легких.

Величины АДД большими были у мальчиков 11 и 13 лет по сравнению с 12-летними. Фактическая частота сердечных сокращений превышала должные значения у большинства обследованных детей, что свидетельствовало о повышении тонической активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и подтверждалось положительными величинами вегетативного индекса Кердо. Симпатическая регуляция заметнее превалировала у мальчиков 11 и 13 лет и девочек 12 лет. Закономерного снижения симпатических влияний с возрастом не выявлено. Минутный объем крови у большего числа детей превышал должный показатель и преобладал гиперкинетический тип саморегуляции кровообращения. Встречаемость благоприятного эукинетического типа была меньшей. Изменения ЧСС, АДС, АДД после физической нагрузки говорили о большей встречаемости неблагоприятного типа реакции сердечно-сосудистой системы. Величины ин-

декса функциональных изменений свидетельствовали о том, что с увеличением возраста обследованных подростков происходило увеличение встречаемости удовлетворительной адаптации, и снижение встречаемости напряжения механизмов адаптации, неудовлетворительной адаптации. Значения индекса функциональных изменений указывали на напряжение механизмов адаптации и неудовлетворительную адаптацию, что свидетельствовало о существовании определенных компенсаторных механизмов, позволяющих сохранять оптимальный уровень физического развития и функций организма обследованных детей.

Ключевые слова: кардиореспираторная система; физическое развитие; школьники сельской местности.

Сведения об авторах: Ольга Леонидовна Ковязина¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека и животных; Андрей Васильевич Елифанов², кандидат биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека и животных; Ольга Николаевна Лепунова³, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека и животных.

Место работы: ^{1,2,3}Институт биологии Тюменского государственного университета.

Контактная информация: ^{1,2,3}625043, г. Тюмень, ул. Пирогова, д. 3, ^{1,2,3}e-mail: biologia.91@mail.ru.

Введение

Изучение возрастных механизмов функционирования организма подростков 11–13 лет актуально в связи со значительными сдвигами морфофункциональных параметров всех систем организма в начальном периоде пубертата. Кроме того, увеличение частоты крайних физиологических вариантов в этом возрасте может являться фактором риска для здоровья подростков. Известно, что возрастные механизмы, с одной стороны, являются одними из важных механизмов приспособления подростка к окружающей среде, а с другой – служат универсальным критерием функционального состояния растущего организма, его благополучия. Изменения социальных и экологических условий жизни, внедрение компьютерных диагностических систем также диктует необходимость проведения исследований с целью изучения функционального состояния организма подростков в современных условиях (Физиология роста и развития ... 2006; Антонов и др. 2012).

Адаптация как динамический процесс тесно связана с функциональным состоянием организма. Через изменения функционального состояния организма подростков может быть оценена «физиологическая цена» приспособительных процессов. Текущее функциональное состояние человека выступает в качестве одного из ведущих факторов в определении уровня устойчивости к стрессу (Шайхелисламова и др. 2009; Шквирина и др. 2014).

В связи с вышесказанным целью данного исследования явилась оценка уровня физического развития и функционального состояния организма школьников 11–13 лет, постоянно проживающих в сельской местности Тюменской области.

Материал и методы исследования

В исследовании принимали участие школьники 11–13 лет Упоровского района Тюменской области. Всего было обследовано 60 подростков (28 девочек и 32 мальчика), которые были разделены на группы в зависимости от пола и возраста. Обследование проводилось в первой половине дня, на момент исследования дети были практически здоровы.

Изучение антропометрических показателей и параметров кардиореспираторной системы проведено с использованием стандартного комплекса методов: оценка показателей физического развития по общепринятой антропометрической методике; определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) методом спирометрии; измерение и регистрация ЧСС по интервалу R-R электрокардиограммы во 2-м стандартном отведении; измерение уровня артериального давления (АД) по методу Н. С. Короткова. Рассчитывали индекс Вервека–Воронцова (ИВВ); систолический (СО) и минутный (МОК) объемы крови; вегетативный индекс Кердо (ВИК); индекс функциональных изменений (ИФИ). Определяли тип саморегуляции кровообращения в покое (Воронцов 1985; Аринчин и др. 1986; Инструментальные методы исследования ... 1986; Гуминский и др. 1990; Баевский, Берсенева 1997).

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка физического развития показала закономерно большие ($P < 0,01$) показатели длины тела у детей старших возрастных групп. Максимальные значения массы тела зарегистрированы у школьников в возрасте 12 лет (табл. 1). Окружность грудной клетки (ОГК) в зависимости от пола и возраста не отличалась.

Интегральным показателем здоровья, отражающим санитарно-гигиеническую характе-

ристику окружающей среды и социально-экономические особенности условий жизни как индивида, так и коллектива, является физическое развитие, при оценке показателей которого нами были выявлены достоверные различия по длине тела: закономерно бóльшие по-

казатели имели мальчики 13 лет по сравнению с мальчиками 11 и 12 лет. В группах девочек однозначной динамики изучаемого параметра не выявлено. Так, бóльший показатель имели 12-летние школьницы (табл. 1).

Таблица 1

Антропометрические показатели обследованных подростков ($M \pm m$)

Показатели Группы	Длина тела, см	Масса тела, кг	Окружность грудной клетки, см	Индекс Вервека–Воронцова, усл.ед
Мальчики				
I (n = 10) 11 лет	142,80+1,59	42,70+1,79	82,52+2,00	0,88+0,19
III (n = 13) 12 лет	157,80+3,98 ++	55,90+3,88 ++	88,46+4,10	0,82+0,09
V (n = 9) 13 лет	157,40+4,32	52,30+4,62	85,88+3,42	0,84+0,15
Девочки				
II (n = 8) 11 лет	148,10+2,72	39,12 + 1,39	81,70+1,68	0,90+0,17
IV (n = 10) 12 лет	159,30+2,21 ++	50,00 + 2,70 ++	84,50+1,99	0,86+0,22
VI (n = 10) 13 лет	153,75+3,20	44,75+3,60	83,50+2,04	0,96+0,16

Примечание. + – достоверность различий по сравнению с предыдущей возрастной группой.

Масса тела человека генетически менее детерминирована, чем его длина. Это более лабильный показатель, легко меняющийся в зависимости от питания, режима дня, от задержки или усиления выведения воды из организма и, наконец, от общего состояния человека, это показатель общего состояния. В наших исследованиях достоверно бóльшую массу тела имели 12-летние школьники обоего пола по сравнению с 11- и 13-летними.

Окружность грудной клетки в зависимости от возраста и пола достоверных отличий не имела.

Проведенные исследования в ряде регионов России показывают, что темпы роста, развития детей и подростков изменяются, в частности, наблюдается прекращение увеличения соматометрических показателей, а в ряде случаев их снижение (Сабириянова и др. 2006).

Важное значение имеют не только колебания абсолютных размеров тела, но и его пропорции. Гармоничность телосложения оценивали по индексу Вервека–Воронцова (ИВВ), значения которого у большинства обследованных детей свидетельствовали о мезоморфном типе телосложения. Исключение составили мальчики 12 и 13 лет, у которых отмечена умеренная брахиморфия.

Состояние органов дыхания характеризует величина жизненной емкости легких. У всех обследованных мальчиков и девочек 11 и 12 лет фактический показатель был значительно ниже должных величин, что свидетельствовало о снижении вентиляционных способностей легких (табл. 2).

Большинство специалистов признает, что физическая нагрузка является универсальным тестовым средством, с помощью которого могут быть оценены функциональные возможности организма, его скрытые резервы (Рахимов 2015). Нами была проведена проба Мартине–Кушелевского: 20 приседаний за 30 секунд. Результаты этой пробы свидетельствовали об увеличении ЖЕЛ у всех обследованных подростков, что является физиологически обоснованным, т.к. во время физической нагрузки дыхательный объем возрастает за счет использования резервов вдоха и выдоха.

Артериальное давление и частота сердечных сокращений являются важнейшими показателями системы кровообращения. Известно, что у детей артериальное давление, помимо наследственной обусловленности, связано с длиной и массой тела, степенью развития скелетной мускулатуры, с видом деятельности, психологическим климатом в семье и школе.

Таблица 2

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) обследованных детей (М+м)

Показатели Группы	Фактическая ЖЕЛ, л		Должная (ДЖЕЛ), л	% ЖЕЛ от ДЖЕЛ (норма + 15%)
	покой	нагрузка		
Мальчики				
I (n = 10) 11 лет	2,00+0,14###	2,31+0,15	2,89+0,09	71,23+3,67
III (n = 13) 12 лет	2,58+0,20###	2,72+0,22+	3,34+0,20	77,47+4,29**
V (n = 9) 13 лет	2,86+0,20##	3,00+0,22	3,61+0,25	81,13+3,14**
Девочки				
II (n = 8) 11 лет	1,64+0,15###	1,69+0,18**	2,40+0,13	79,88+3,16
IV (n = 10) 12 лет	2,44+0,15	2,61+0,19+++	2,61+0,10	95,71+2,35+++
VI (n = 10) 13 лет	2,16+0,21##	2,46+0,21*	2,76+0,11	113,36+4,64++

Примечание. n – объем выборки; + – достоверность различий по сравнению с предыдущей возрастной группой; * – в зависимости от пола; # – по сравнению с должной величиной.

В наших исследованиях закономерных достоверных различий в зависимости от возраста и пола по уровню АДС выявлено не было. Величина АДД большей была у мальчиков 11 и 13 лет по сравнению с 12-летними. В группах девочек достоверных различий по данному параметру в зависимости от возраста и пола не установлено.

Физическая нагрузка приводила к увеличению АДС во всех возрастных группах и незначительному повышению АДД у девочек 12 лет и мальчиков 13 лет, составляя в покое у девочек 61,09+2,50 и 63,00+1,77 мм рт.ст. у мальчиков; после нагрузки 66,00±0,85 и 68,88+1,78 мм рт.ст. соответственно, что говорит о неблагоприятном типе реакции сердечно-сосудистой системы, свидетельствующим о напряжении регуляции сосудистого компонента. Преобладание этого типа у большего числа обследованных подростков 11 лет подтверждалось замедленным возвращением этих параметров к исходному уровню (более 3–5 минут).

Учащение сердечных сокращений у здорового человека бывает связано не только с физической работой, но также с нервно-эмоциональным возбуждением. Это сопровождается ослаблением поддерживающих влияний со стороны блуждающих нервов на сердце, с усилением влияния симпатической системы.

В наших исследованиях у большинства обследованных детей фактическая частота сердечных сокращений была достоверно выше должной величины, что свидетельствовало о повышении тонической активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и подтверждалось положительными величинами вегетативного индекса Кердо у всех обследованных учащихся. Симпатическая регуляция заметнее превалировала у мальчиков 11 и 13 лет и девочек 12 лет. Закономерного снижения симпатических влияний с возрастом не выявлено (табл. 3).

Таблица 3

Вегетативный индекс Кердо (ВИК) и индекс функциональных изменений (ИФИ) у обследованных детей (М+м)

Показатели	Группы	ВИК, %	ИФИ, усл.ед.
11 лет	I – мальчики (n = 10)	32,08+2,08	2,24+0,21
	II – девочки (n = 8)	21,11+3,58 **	1,84+0,23
12 лет	III – мальчики (n = 13)	26,99+4,00	1,94+0,19
	IV – девочки (n = 10)	28,02+2,99	1,85+0,26
13 лет	V – мальчики (n = 9)	27,48+3,71	1,95+0,11
	VI – девочки (n = 10)	21,83+4,75	1,80+0,18

Примечание. n – объем выборки; * – достоверность различий в зависимости от пола; нормы ИФИ (Антропова и др. 2000).

Исключительно важной переменной величиной сердечно-сосудистой системы является минутный объем крови (МОК), который постоянно регулируется таким образом, чтобы система кровообращения могла удовлетворить

транспортные потребности организма в конкретный момент времени.

В наших исследованиях у большего числа детей фактический показатель минутного объема крови превышал должный и преобладаю-

щим типом саморегуляции кровообращения был гиперкинетический – от 60 до 80%. Встречаемость благоприятного эукинетического типа была меньшей (5–7%). Увеличение минутного объема крови и преобладание гиперкинетического типа саморегуляции позволяет транспортировать большее количество кислорода тканям и свидетельствует о развитии приспособительных реакций аппарата кровообращения при изменяющихся условиях среды. Были также выявлены дети с гипокинетическим (2%), самым неблагоприятным типом саморегуляции кровообращения.

По мнению многих исследователей, изменения со стороны системы кровообращения детей позволяют говорить об ее напряжении, обусловленном выполнением специфических функций по обеспечению адекватного кровотока в соответствии с метаболическими потребностями организма.

По рекомендации Р. М. Баевского и А. П. Берсеновой (1997), в качестве критерия адаптационных возможностей организма опре-

деляли индекс функциональных изменений (ИФИ). В старших возрастных группах увеличивалось количество детей с состоянием удовлетворительной адаптации, а случаев напряжения механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптации регистрировалось меньше.

Таким образом, выявленные отклонения в функциональном состоянии организма подростков свидетельствуют о повышенной чувствительности еще не сформировавшегося организма и незрелости защитно-приспособительных механизмов. В настоящее время среди основных причин, объясняющих такое состояние детей и подростков, можно рассматривать как внутренние факторы, так и средовые – изменение образа жизни, неправильное питание, гиподинамия, связанная с тем, что для современных детей характерно длительное позное состояние в школе и дома, где они много времени проводят перед компьютером или телевизором, что не только усугубляет гиподинамию, но является стрессовым фактором для организма ребенка.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД – артериальное давление
 АДД – диастолическое артериальное давление
 АДС – систолическое артериальное давление

ДМОК – ДОЛЖНЫЙ МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ КРОВИ

- ЖЕЛ – жизненная емкость легких
 ИВВ – индекс Вервека–Воронцова
 ИФИ – индекс функциональных изменений

МОК – МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ КРОВИ

- СО – ударный, или систолический объем крови
 ТСК – тип саморегуляции кровообращения
 ЧСС – частота сердечных сокращений

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов О. В., Богачева Е. В., Антонова И. В., Вельматова А. А., Кузьмина А. Л., Филиппов Г. П., Мурашев Е. В. 2012. Оценка и анализ физического развития детей и подростков // Сибирский медицинский журнал. Т. 27. 4, 20–24.
- Антропова М. В., Бородкина Г. В., Кузнецова Л. М., Манке Г. Г., Паракичева Т. М. 2000. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10–11 лет // Физиология человека. Т. 26. № 1. 56–61.
- Аринчин Н. И., Володько Я. Т., Недвецкая Г. Д., Цыхун Г. Ф., Ефимова, Л. А., Гирдюк, Ю. И., Ярошевич С. А. 1987. Становление и развитие периферических «сердец» в онтогенезе. Минск: Наука и техника.
- Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство. 2006 / Баранова А. А., Щеплягиной Л. А. (ред.). Т. 2. М.: ГЭОТАР-Медиа.
- Баевский Р. М., Берсенова А. П. 1997. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина.
- Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. Справочник. 1986 / Виноградовой Т.С. (ред.). М.: Медицина.
- Воронцов И. М. 1986. Закономерности физического развития детей и методы его оценки. Ленинград: Наука.
- Гуминский А. А., Леонтьева Н. Н., Маринова К. В. 1980. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. М.: Просвещение.

Рахимов М. И. 2015. Особенности хронотропной реакции сердца детей и подростков на физическую нагрузку // *Фундаментальные исследования*. 2, 3536–3538.

Сабирьянова А. Р., Сабирьянова Е. С., Возницкая О. Э. 2006. Современные особенности морфофункционального состояния сельских и городских детей младшего школьного возраста // *Педиатрия* 5, 105–107.

Шайхелисламова М. В., Ситдииков Ф. Г., Дикопольская Н. Б. 2009. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей в пре- и пубертатный периоды развития // *Физиология человека*. Т. 35. 6, 103–110.

Шквирина О. И., Трохимчук Л. Ф., Хасанова Н. Н., Мецгерюк Ю. В., Линева Т. А. 2014. Динамика функционального состояния организма подростков 12–13 лет как критерий адаптации к образовательной среде // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки*. 1 (133), 56–63.

REFERENCES

Antonov O. V., Bogacheva E. V., Antonova I. V., Vel'matova A. A., Kuz'mina A. L., Filippov G. P., Mura-shov E. V. In: *Sibirskijmeditsinskijzhurnal [Siberianmedicaljournal]*. Vol. 27 (4) (2012): 20–24. (In Russian).

Antropova M. V., Borodkina G. V., Kuznetsova L. M., Manke G. G., Parakicheva T. M. In: *Fiziologiya cheloveka [Human Physiology]*. Vol. 26 (1) (2000): 56–61. (In Russian).

Arinchin N. I., Volodko Y. T., Nedvetskaya G. D., Tsykhun G. F., Efimova L. A., Girduyuk Yu. I., Yaroshevich S. A. Stanovlenie i razvitie perifericheskikh «serdets» v ontogeneze [The formation and development of peripheral «hearts» in ontogenesis]. Minsk: Nauka i tekhnologija, 1987. (In Russian).

Fiziologiya rosta i razvitiya detej i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy): prakticheskoe rukovodstvo. Tom 2 [Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues): textbook. Volume 2]. Ed. by A. A. Baranov, L. A. Shalygina. Moscow: GEOTAR – Media, 2006. (In Russian).

Baevsky R. M., Berseneva A. P. Otsenka adaptatsionnyh vozmozhnostej organizma i risk razvitiya zabolevanij [Estimation of adaptable opportunities of the organism and risk of diseases]. Moscow: Medicina, 1997. (In Russian).

Instrumental'nye metody issledovaniya serdechno-sosudistoj sistemy. Spravochnik. [Instrumental methods of investigation of cardiovascular system: Handbook]. Ed. by T. S. Vinogradova. Moscow: Medicina, 1986. (In Russian).

Vorontsov I. M. Zakonomernosti fizicheskogo razvitiya detej i metody ego otsenki [Patterns of physical development of children and methods of its evaluation]. Leningrad: Nauka, 1986. (In Russian).

Guminsky A. A., Leontiev N. N., Marinova K. V. Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam po obshchej i vozrastnoj fiziologii [Guide to laboratory classes in General and developmental physiology]. Moscow: Obrazovaniye, 1980. (In Russian).

Rakhimov M. I. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. Vol. 2 (2015): 3536–3538. (In Russian).

Sabiryanova A. R., Sabiryanova E. S., Wozniczka O. E. In: *Pediatrics*. Vol. 5 (2006): 105–107. (In Russian).

Shayelislamova M. V., Sitdikov F. G., Dikopolskaya N. B. Fiziologiya cheloveka [Human Physiology]. Vol. 35 (6) (2009): 103–110. (In Russian).

Shewirina O. I., Trokhimchuk L. F., Khasanova N. N. In: *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvenno-matematicheskie i tehnicheckie nauki [Bulletin of the Adyge State University. Series: Natural mathematical and technical sciences]*. Vol. 1(133) (2014): 56–63. (In Russian).

O. L. Kovazina, A. V. Elifanov, O. N. Lepunova
Tyumen, Russia

ASSESSMENT OF LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL STATE OF THE ORGANISM OF SCHOOLCHILDREN 11–13 YEARS THE COUNTRYSIDE

Abstract. Anthropometric indicators and parameters of cardiorespiratory system of children residing in rural areas were studied. The type of self-regulation of blood circulation was determined. It is shown that the actual indicators of vital capacity of lungs in all the surveyed students were significantly below expected values and showed a decrease in ventilation abilities of the lungs. Diastolic blood pressure value was greater among boys 11 and 13 years old compared to 12 – year-old. The actual heart rate exceeds a proper value for the majority of the surveyed children, testified to the increase in the tonic activity of the sympathetic division of the autonomic nervous system and was confirmed by the positive values of vegetative Cerdo index. Sympathetic regulation noticeable prevailed in boys 11 and 13 years and girls 12 years of age. Natural reduction of sympathetic influences with age was not revealed. Minute volume of blood at a greater number of children must exceed the rate and the prevailing type of self-regulation of blood circulation was hyperkinetic. The occurrence of favorable eukinetic type was smaller. Changes in heart rate, systolic blood pressure, diastolic blood pressure after exercise were talking about the occurrence of adverse type of reaction of the cardiovascular system. The value of the index of functional changes indicated that

with increasing age adolescents surveyed, there was an increase in the occurrence of a satisfactory adaptation, and reduce the occurrence of tension of adaptation mechanisms, poor adaptation. The values of the index of functional changes pointed to the tension of mechanisms of adaptation and poor adaptation, indicating the existence of some compensatory mechanisms to maintain an optimal level of physical development and body functions of the examined children.

Key words: the cardiorespiratory system; physical development; students of rural areas.

About the authors: Olga Leonidovna Kovazina¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor, Department of Anatomy and Physiology Human and Animal Institute of Biology; Andrey Vasilyevich Elifanov², Candidate of Biological Sciences (PhD), Professor, the Head of the Department for Anatomy and Physiology of Human Body and Animals; Olga Nikolaevna Lepunova³, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor, Department for Anatomy and Physiology of Human Body and Animals.

Place of employment:^{1,2,3} Tyumen State University, Institute of Biology.

Ковязина О. Л., Елифанов А. В., Лепунова О. Н. Оценка уровня физического развития и функционального состояния организма школьников 11–13 лет сельской местности // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 79–85.

Kovazina O. L., Elifanov A. V., Lepunova O. N. Assessment of level of physical development and functional state of the organism of schoolchildren 11–13 years the countryside // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 79–85.

УДК 57.017.4

А. А. Говорухина, О. А. Мальков, Л. Д. Благородова, А. А. Новоселова
Сургут, Россия

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТУДЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ЮГРЕ

Аннотация. Представлены результаты изучения функционального состояния и адаптационных возможностей организма студентов, проживающих на Севере. Для реализации исследования были использованы следующие методы: антропометрия (расчет индекса массы тела), динамометрия, спирометрия (определение должных значений жизненной емкости легких), регистрация параметров гемодинамики. Измерение адаптационного потенциала по формуле Р.М. Баевского. Статистическая обработка результатов и систематизация материала проводилась с помощью программ MicrosoftExcel, 2007, «Биостатистика 4.03», корреляционный анализ выполняли по методу Ч.Э. Спирмена.

Установлено, что неблагоприятные факторы Севера, а также высокие интеллектуальные и эмоциональные нагрузки вызывают нарушение морфо-функционального состояния организма студентов, которые чаще встречаются у юношей. Обнаружена избыточная масса тела у 7,5% юношей и 30% девушек, а также повышенное содержание жира у 20% юношей и 12,9% девушек. Выявлены функциональные перестройки в системе внешнего дыхания у студентов, проявляющиеся в отклонении значений жизненной емкости легких от должных величин более чем на 80% (у 18,5% девушек и 20% юношей). Также, необходимо отметить, что у 33,3% девушек и 26,6% юношей показатели ЖЕЛ превышали должное значение. Показатели артериального давления юношей превышали аналогичные у девушек, в группе юношей встречались лица с высоким нормальным артериальным давлением (6,7%) и артериальной гипертензией 1 степени (6,7%).

Определено, что эффективным критерием выявления нарушений в состоянии здоровья является изучение адаптационных возможностей. Установлено, что адаптационные возможности девушек выше, чем у юношей. Девушки в большей степени характеризовались удовлетворительным уровнем адаптации (77,7%), тогда как у 53,3% юношей встречалось напряжение механизмов адаптации.

Полученные результаты позволяют расширить представления об особенностях функционального состояния и адаптационных возможностей организма в гипокомфортных климатических условиях ХМАО-Югры. Результаты исследования используются в процессе мониторинга состояния здоровья студентов Сургутского государственного педагогического университета.

Ключевые слова: адаптация; морфо-функциональное состояние.

Сведения об авторах: Алена Анатольевна Говорухина¹, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности; Олег Алексеевич Мальков², доктор медицинских наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности; Лидия Дмитриевна Благородова³, кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности; Анна Андреевна Новоселова⁴, младший научный сотрудник лаборатории «Основы безопасности образовательного пространства».

Место работы:^{1,2,3,4} Сургутский государственный педагогический университет.

Контактная информация: ¹628400, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 4/1, тел.: 89222582208, e-mail: govalena@mail.ru; ²628403, г. Сургут, ул. 30 лет Победы, д. 60, тел.: 89226547717, e-mail: docom@mail.ru; ³628403, г. Сургут, протект Мира, д. 55, тел.: 89128164752, e-mail: lidiablagodrova@gmail.com; ⁴628403, г. Сургут, ул. 30 лет Победы, д. 60, тел.: 89227644767, e-mail: novoselova16@mail.ru.

На сегодняшний день благоприятное состояние здоровья молодежи считается необходимым условием для эффективного развития общества, а также экономического и социально-политического благополучия страны. Ухудшение здоровья и рост заболеваемости среди студенческой молодежи отражается на успешности учебной деятельности, оказывает негативное влияние на качество усвоения ими знаний, умений и навыков приобретаемой профессии.

Адаптация к особенностям студенческого образа жизни, в том числе к постоянным нервно-эмоциональным перегрузкам, а также и условиям среды, требует выраженного напряжения адаптационных механизмов, что может приводить к ухудшению здоровья в период обучения в вузе (Бондарь и др. 2014). Особенно актуальна эта проблема для северных регионов нашей страны, где студенты наряду с традиционными учебными стрессами испытывают жесткий экологический прессинг. Известно, что от индивидуальных возможностей адаптационных систем организма зависит уровень здоровья. Поэтому не случайно в качестве интегрального критерия здоровья все чаще рассматривают адаптационные возможности организма, которые отражают степень его динамического равновесия со средой (Ялаева и др. 2015).

Население Ханты-Мансийского автономного округа сформировано в основном мигрантами первого и второго поколений, поэтому студенты, обучающиеся в вузах Югры, не обладают генетически закрепленными адаптационными механизмами, даже если родились на территории ХМАО.

Цель исследования: оценить адаптационные возможности и морфофункциональные особенности студентов, проживающих и обучающихся в Югре.

Материалы и методы

Исследование выполнено в 2015 г. в Сургутском государственном педагогическом университете при финансовой поддержке РГНФ (проект «Успешная адаптация пришлого населения ХМАО-Югры» № 15-16-86004/15). Всего было обследовано 84 студента (54 девушки и 30 юношей), средний возраст которых составил $19,5 \pm 0,24$ лет. Все обследуемые студенты некоренной национальности, мигранты 1–2 поколения, со средней продолжительностью северного стажа $17,6 \pm 0,49$ лет.

Антропометрические показатели определяли общепринятыми методами. Интерпретация значений индекса массы тела (ИМТ) представлена в таблице 1.

Таблица 1

Интерпретация значений ИМТ, рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения для людей старше 18 лет

Индекс массы тела	Соответствие между массой человека и его ростом
≤ 16	Выраженный дефицит массы тела
16–18,5	Недостаточная (дефицит массы тела)
18,5–24,99	Норма
25–30	Избыточная масса тела (предожирение)
30–35	Ожирение первой степени
35–40	Ожирение второй степени
≥ 40	Ожирение третьей степени (морбидное)

Для определения жизненной емкости легких использовали сухой портативный спирометр. Должную величину ЖЕЛ – ДЖЕЛ рассчитывали, используя уравнения Болдуина: юноши – ДЖЕЛ (л) = $P(27,63 - 0,112 A)$; девушки – ДЖЕЛ (л) = $P(21,78 - 0,101 A)$, где P – рост (см), A – возраст (лет). Артериальное давление регистрировали по стандартной методике при помощи автоматического измерителя артериального давления (тонометра) фирмы «A@D Medical», Япония, модель UA-777. На основании регистрируемых показателей АД рассчитывали пульсовое давление (ПД). Для определения систолического объема применяли формулу Старра: $CO = [(40 + 0,5 * ПД) - (0,6 * ДАД)] + 3,2 * A$, мл, где CO – систолический объем (мл), $ПД$ – пульсовое давление (мм рт.ст.), $ДАД$ – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); A – возраст испытуемого (лет). Минутный объем крови рассчитывали по формуле: $МОК = CO * ЧСС$, мл/мин, где $МОК$ – минутный объем крови (мл); $ЧСС$ – частота сердечных сокращений (уд./мин). Сердечный индекс (СИ) рассчитывали по формулам: $СИ = МОК : S$, мл/м², где $СИ$ – сердечный индекс (л/мин м²); $МОК$ – минутный объем крови (мл/мин); S – площадь поверхности тела (м²) (Николаев 2011).

Об уровне адаптации судили по величине адаптационного потенциала (АП). Величина

$АП < 2,1$ свидетельствует об удовлетворительной адаптации, от 2,11 до 3,2 – о напряжении механизмов адаптации, от 3,21 до 4,3 – о неудовлетворительной адаптации. Адаптационный потенциал рассчитывали по формуле Р. М. Баевского (Баевский и др. 2001):

$АП = 0,011 (ЧСС) + 0,014 (САД) + 0,008 (ДАД) + 0,014 (В) + 0,009 (МТ) - 0,009 (Р) - 0,27$, у.е., где $ЧСС$ – частота сердечных сокращений (уд./мин); $САД$ – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.); $ДАД$ – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); $В$ – возраст (лет); $МТ$ – масса тела (кг); $Р$ – рост (см).

Статистическая обработка результатов и систематизация материала проводилась с помощью программ Microsoft Excel 2007, «Биостатистика 4.03», корреляционный анализ выполняли по методу Ч. Э. Спирмена.

Результаты и обсуждение

Средние значения показателей функционального состояния организма студентов представлены в таблице 2.

Известно, что одним из показателей здоровья человека является соотношение массы и длины тела, поскольку как избыток, так и недостаток массы тела в равной степени опасны для здоровья, являясь причиной многих заболеваний (Ясько 2014).

Таблица 2

Функциональное состояние организма студентов, $M \pm m$

Показатель	Значение	
	Девушки	Юноши
Рост (см)	162,85±0,81	179,87±1,04***
Вес (кг)	54,16±0,86	77,87±2,05***
ИМТ (кг/м ²)	20,41±0,31	24,2±0,79***
% жира	27,19±1,31	19,5±1,28***
ЖЕЛ (мл)	3400±432,1	4000,1±208,84
ДЖЕЛ (мл)	3225,92±16,74	4586,77±25,91***
ЖЕЛ/ДЖЕЛ, %	104,74±12,78	93,84±2,18

Примечание. Различия между группами юношей и девушек статистически достоверны: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,005$; *** – $p \leq 0,001$.

Для более глубокого изучения мы определили частоту встречаемости нарушений массы тела среди студентов (рис. 1).

Установлено, что значения ИМТ большинства обследуемых студентов находились в пределах нормы, однако у 18,5% обследуемых девушек выявлена недостаточная масса тела, возможно, это объясняется стремлением девушек соответствовать общепринятым эталонам красоты или высокой активностью симпатической нервной системы, стимулирующей расще-

пление жира. Обнаружено, что 7,5% девушек и 30% юношей имели избыточную массу тела. Кроме того, 3,3% юношей имели ожирение 2-й степени.

Установлено, что в целом среднее содержание процента жира в организме студентов соответствовало нормам, половым и возрастным особенностям: для девушек (19–20 лет) 0–18% – недостаточное содержание, 18–33% – норма, 33–38% – повышенное содержание, более 38% – полнота; для юношей (19–20 лет) 0–

9% – недостаточное содержание, 9–20% – норма, 21–25% – повышенное содержание, более 25% – полнота.

Распределение студентов в зависимости от содержания жира в организме представлено на рисунке 2.

Установлено, что у 20% юношей и 12,9% девушек выявлено повышенное содержание жира в организме, а также наличие полноты у 13,5% юношей. Таким образом, установлено, что частота встречаемости нарушений содержания жира в организме у юношей выше, чем у девушек. Высокий процент содержания жира может быть следствием как неправильного питания, так и развития психосоматических нарушений у студентов.

Показатели динамометрии соответствовали возрастным особенностям физического развития студентов (Борисов 2016). Средние значения силы кисти юношей превышали аналогичные значения у девушек, что вполне закономерно.

Известно, что высокая реактивность кардиореспираторной системы позволяет обеспечить приспособление к различным факторам, влияющим на адаптационные реакции.

Многие исследователи отмечают, что у жителей Севера респираторная система работает в состоянии функционального напряжения. Система внешнего дыхания у северян испытывает морфологические и функциональные перестройки, которые регистрируются в виде различных отклонений от должных величин. Некоторые из них следует рассматривать как «плату за адаптацию» к суровым климатогеографическим условиям Севера и как фактор пульмонологического риска возможного формирования хронической легочной патологии

(Ефимова, Попова 2012). Средние значения ЖЕЛ представлены в таблице 2.

Для оценки дыхательной системы мы определили должные значения жизненной емкости легких (рис. 3).

Установлено, что 18,5% девушек и 20% юношей имели показатели ЖЕЛ, отклоняющиеся от нормы более чем на 80%. Также необходимо отметить, что у 33,3% девушек и 26,6% юношей показатели ЖЕЛ превышали должное значение. Увеличение ЖЕЛ является компенсаторной адаптивной реакцией, позволяющей улучшить параметры кондиционирования вдыхаемого воздуха (Попова 2009).

Таким образом, мы установили, что в процессе адаптации к средовым воздействиям северного региона в системе внешнего дыхания у студентов происходят функциональные перестройки, которые проявляются в виде различных отклонений от должных величин.

Основные гемодинамические параметры организма студентов представлены в таблице 3.

Установлено, что значения систолического (САД), диастолического (ДАД) артериального давления в группе юношей превышали аналогичные у девушек. В свою очередь, значения минутного объема крови (МОК) и систолического объема (СО) были выше в группе девушек. Это свидетельствует о том, что сердечно-сосудистая система девушек более пластична и лучше адаптирована к воздействию неблагоприятных факторов среды.

На основе регистрируемых параметров нами были определены уровни артериального давления (рис. 4) и типы кровообращения у студентов (рис. 5)

Таблица 3

Показатели гемодинамики организма студентов, М±m

Показатель	Значение	
	Девушки	Юноши
САД (мм рт.ст.)	106,91±1,28	115,6±3,66**
ДАД (мм рт.ст.)	64,19±0,97	72,47±2,47***
ЧСС (уд./мин)	80,28±1,82	78,4±4,06
ПД (мм рт.ст.)	42,72±1,16	43,13±5,25
СДД (мм рт.ст.)	82,42±0,95	90,88±1,58***
СО (мл)	85,31±1,08	78,88±3,81*
МОК (мл/мин)	6855,19±182,83	6138,21±369,31*
СИ (мл/м ²)	2,65±0,08	1,86±0,11***

Примечание. Различия между группами юношей и девушек статистически достоверны: * – p≤0,05; ** – p≤0,005; *** – p≤0,001.

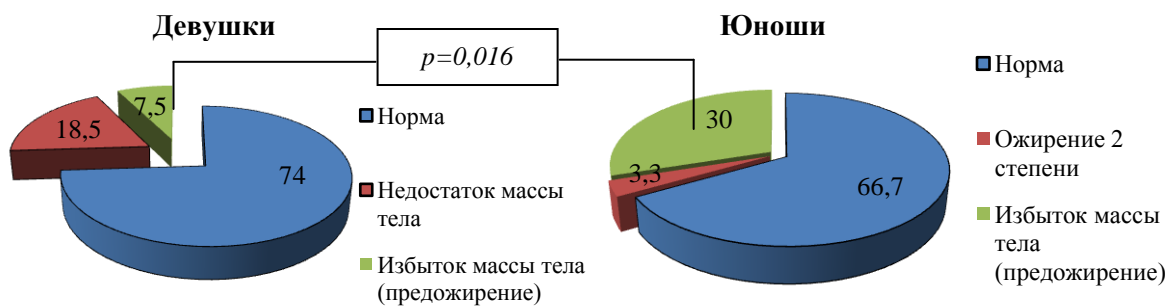


Рис. 1. Индекс массы тела студентов, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: норма – z=0,457, p=0,647; избыток массы тела – z=2,413, p=0,016.

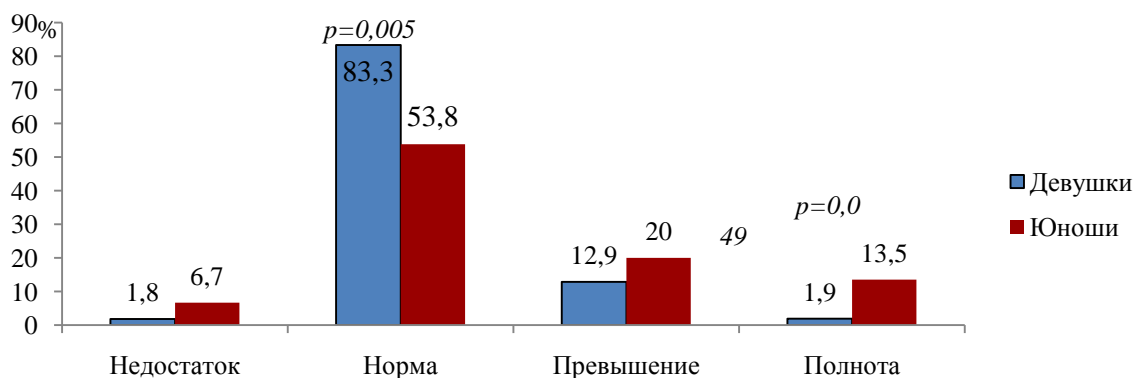


Рис. 2. Содержание жира в организме студентов, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: недостаток – z=0,548, p=0,584; норма – z=2,664, p=0,005; превышение – z=0,548, p=0,584; полнота – z=1,899, p=0,049.

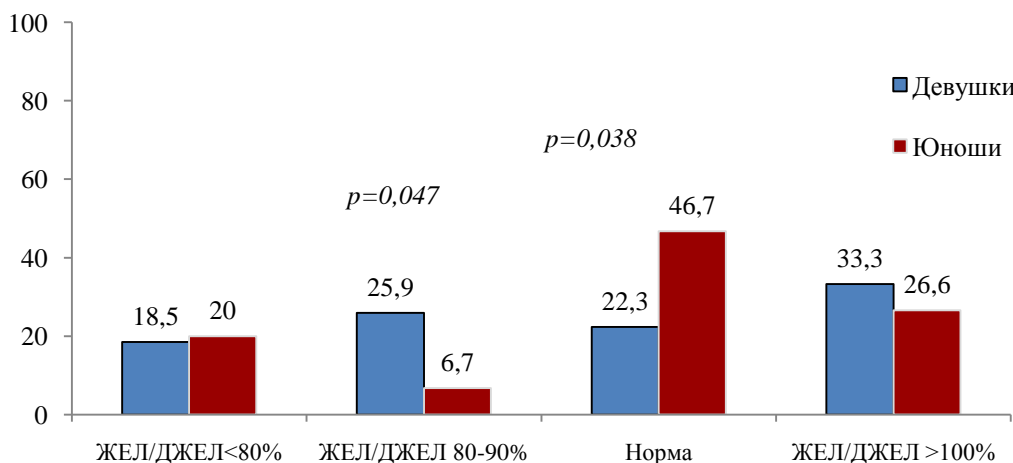


Рис. 3. Отношение жизненной емкости легких к должному значению, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: ЖЕЛ/ДЖЕЛ <80% – z=-0,122, p=0,903; ЖЕЛ/ДЖЕЛ 80–90% – z=1,957, p=0,047; норма – z=2,070, p=0,038; ЖЕЛ/ДЖЕЛ >100% – z=0,390, p=0,696.

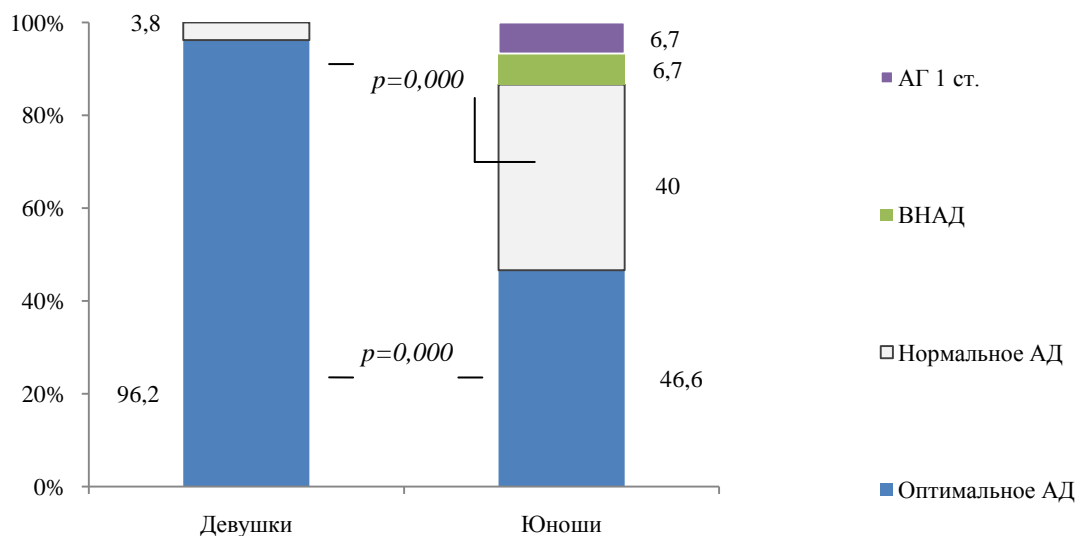


Рис. 4. Распределение студентов по уровню артериального давления, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: оптимальное АД – $z=5,024$, $p=0,000$; нормальное АД – $z=3,954$, $p=0,000$.

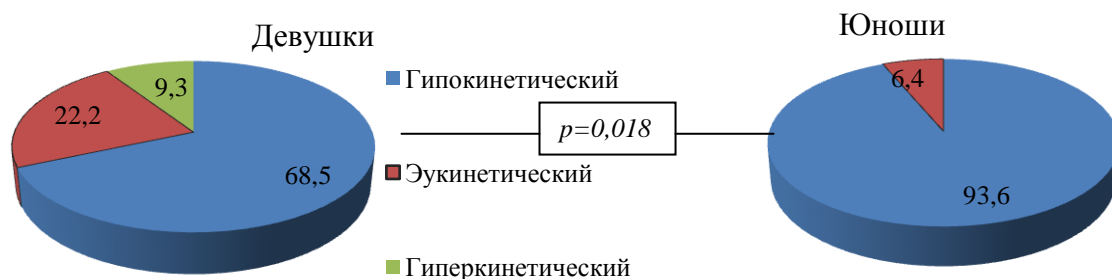


Рис. 5. Распределение студентов по типу кровообращения, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: гипокинетический – $z=2,366$, $p=0,018$; эукинетический – $z=1,560$, $p=0,119$.

Установлено, что для наибольшего числа студентов характерен оптимальный уровень артериального давления, однако в группе юношей встречались лица с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) и артериальной гипертензией 1-й степени (АГ 1 ст.). Возможно, высокая частота встречаемости нарушений артериального давления среди юношей объясняется распространенностью избыточной массы тела, а также низкой мощностью механизмов саморегуляции, и может служить благоприятным фоном для развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

По величине СИ, который является ведущим в характеристике кровообращения, мы выделили типы кровообращения (рис. 4). Различные типы кровообращения обладают своеобразием адаптационных возможностей. Сердечный индекс в среднем у взрослого человека составляет $2,20 \pm 0,30$ л/мин m^2 .

Обнаружено преобладание гипокинетического типа кровообращения (СИ равен величине менее $2,75$ л/мин m^2) у студентов обоего пола. При таком типе гемодинамики сердечно-сосудистая система обладает большим динамическим диапазоном и деятельность сердца наи-

более экономична, что можно рассматривать как результат адаптации к условиям Севера. Следует отметить, что в группе девушек процент лиц с эукинетическим типом кровообращения, при котором сердце работает в среднем режиме, выше, чем в группе юношей. Гиперкинетический тип кровообращения, который характеризуется наименее экономичным режимом работы сердца, наблюдался у 9,3% обследуемых девушек, что может быть связано с высоким вкладом симпатического отдела вегета-

тивной нервной системы в регуляцию сердечного ритма.

Изучение адаптационного потенциала позволяет оценить функциональное состояние организма и уровень его адаптационных возможностей в период, когда еще отсутствуют явные признаки заболеваний (Мартынюк 2015).

Частота встречаемости различных уровней адаптации среди студентов представлена на рисунке 6.

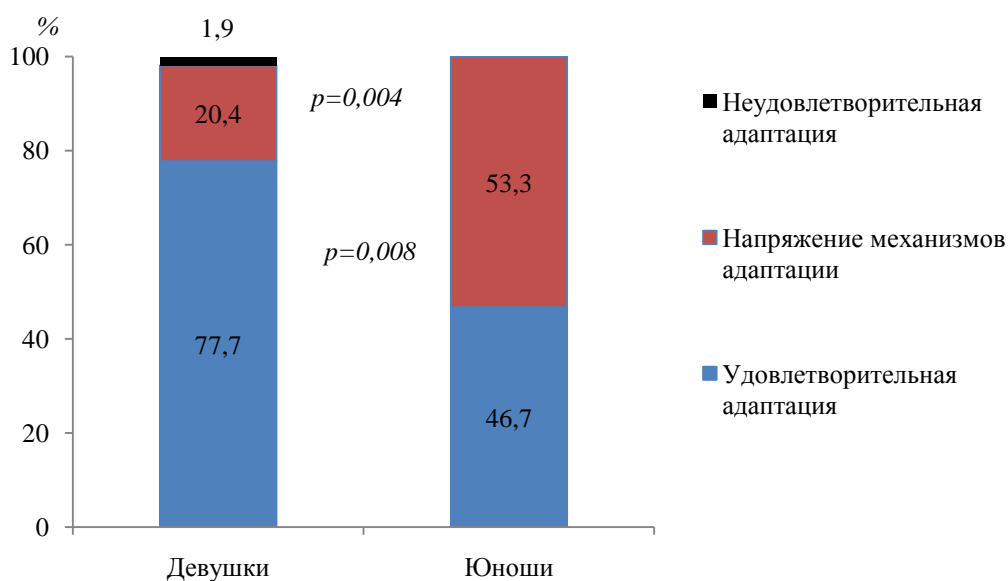


Рис. 6. Распределение студентов по уровню адаптационного потенциала, %

Примечание. Достоверность различий между группами девушек и юношей: удовлетворительная адаптация – $z=2,646$, $p=0,008$; напряжение механизмов адаптации – $z=2,850$, $p=0,004$.

Установлено, что девушки в большей степени характеризовались удовлетворительным уровнем адаптации (77,7%), тогда как у 53,3% юношей встречалось напряжение механизмов адаптации, свидетельствующее о меньшей устойчивости организма юношей к умственным нагрузкам и неблагоприятным факторам среды.

Таким образом, выявлено, что морфофункциональные нарушения чаще встречались среди юношей и проявлялись в нарушении содержания жира в организме, работы сердечно-сосудистой системы и снижении адаптационного потенциала. Изучение адаптационных возможностей может служить критерием выявления последующих нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

- Баевский Р. М., Максимов А. Л., Берсенева А. П. 2001. Основы экологической валеологии человека. Магадан: СВНЦ ДВО РАН.
- Бондарь Т. П., Губарева Л. И., Ермолова Л. С. 2014. Корреляционный анализ показателей липидного обмена, индекса массы тела, склонности к риску и стрессоустойчивости у студентов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 1 (40), 71–74.
- Борисов А. С. Инструментальные методы диагностики. Динамометрия // Все о лечении нервной системы // <http://neurosys.ru/diagnostika/instrumentalnie-metodi> (2016 09 янв.).
- Гапон Л. И., Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С., Губин Д. Г. 2009. Артериальная гипертензия в условиях Тюменского Севера. Десинхронизация и гиперреактивность как факторы формирования болезни. М.: Медицинская книга.

Ефимова, Н. В., Попова О. Н. 2012. Адаптивные реакции внешнего дыхания у здоровых студентов в годовом цикле на Европейском Севере // Экология человека. 3, 23–27.

Мартынюк О. В., Виланский В. Н. 2015. Оценка уровня здоровья студенческой молодежи по показателям адаптационного потенциала, биологического возраста и по резервам биоэнергетики организма // Физическое воспитание студентов. 3, 20–28.

Николаев К. Ю., Николаева А. А., Отева Э. А., Гичева И. М. 2011. Проблемы артериальной гипертензии в условиях Сибирского региона. Обзор литературы // Сибирский медицинский журнал. Т. 26 3 (1), 14–18.

Попова О. Н. 2009. Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей европейского севера: Автореф. дис. ... док. мед. наук. М.

Ялаева Э. Т., Зулкарнаева А. Т., Ахмадуллин У. З. 2015. Гигиенические подходы к изучению адаптационного потенциала личности учащихся // Современные проблемы науки и образования. 1–1, 1289–1296.

Ясько Л. В. 2014. Оценка индекса массы тела у студентов специальной медицинской группы в процессе физического воспитания // Слободжанский научно-спортивный вестник. 2 (40), 135–138.

REFERENCES

Baevsky R. M., Maksimov A. L., Berseneva A. P. Osnovy ehkologicheskoy valeologii cheloveka [Fundamentals of Environmental valeology person]. Magadan: SVNTS FEB RAS, 2001. (In Russian).

Bondar T. P., Gubarev L. I., Yermolov L. S. In: Vestnik Severo-Kavkazkogo federal'nogo universiteta [Bulletin of the North Greater Caucasus Federal University]. Vol. 1(40) (2014): 71–74. (In Russian).

Borisov A. S. Instrumental'nye metody diagnostiki. Dinamometriya // Vse o lechenii nervnoj sistemy [Instrumental methods of diagnosis. Dynamometry // All about the treatment of the nervous system]. Available at <http://neurosys.ru/diagnostika/instrumentalnie-metodi> (Accessed on Sept. 1, 2016). (In Russian).

Gapon L. I., Shurkevich N. P., Vetoshkin A. S., Gubin D.G. Arterial'naya gipertenziya v usloviyah Tyumenskogo Severa. Desinhronoz i giperreaktivnost' kak faktory formirovaniya bolezni [Hypertension in Tyumen North. Desynchronization and hyperreactivity as the factors of the disease: Monograph]. Moscow: Medical Book Publ. House, 2009. (In Russian).

Efimova N. V., Popova O. N. In: Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. Vol. 3 (2012): 23–27. (In Russian).

Martynuk O. V., Vilyansky V. N. In: Fizicheskoe vospitanie studentov [Physical education students]. Vol. 3 (2015): 20–28. (In Russian).

Nikolaev K. Y., Nikolaeva A. A., Oteva E. A., Gicheva I. M. In: Sibirskij medicinskij zhurnal [Siberian Journal of Medicine J]. Vol. 26 3(1) (2011): 14–18. (In Russian).

Popova O. N. 2009. Kharakteristika adaptivnyh reakcij vneshnego dyhaniya u molodyh lic trudospobnogo vozrasta, zhitelej evropejskogo severa: Diss. ... doc. med. nauk. [Characterization of adaptive reactions of external breathing in young people of working age population of the European North: Abstract of the Thesis for the degree of the Doctor of Medical Sciences]. Moscow, 2009. (In Russia).

Yalaeva E. T., Zulkarnaeva A. T., Akhmadullin U. Z. In: Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Contemporary problems of science and education]. Vol. 1(1) (2015): 1289–1296. (In Russian).

Jasko L. V. In: Slobozhanskij nauchno-sportivnyj vestnik [Slobozhanskiy scientific and sports bulletin]. Vol. 2(40) (2014): 135–138. (In Russian).

A. A. Govorukhina, O. A. Malkov, L. D. Blagorodova, A. A. Novoselova
Surgut, Russia

ADAPTIVE CAPACITY AND MORPHOFUNCTIONAL PECULIARITIES OF STUDENTS LIVING IN UGRA

Abstract. The results of the study of the functional state and the body's adaptive capabilities of students living in the North. To implement the study were used the following methods: anthropometry (body mass index), dynamometry, spirometry (should definitely vital capacity values), the registration of hemodynamic parameters. Measurement of adaptive capacity according to the Baevsky index. Statistical analysis and systematization of the material was carried out using Microsoft Excel programs 2007 «Biostatistics 4.03», a correlation analysis was performed by the method of Charles E. Spearman.

It has been established that the unfavorable factors of the North, as well as the high intellectual and emotional stress cause the violation of the morpho-functional state of an organism of students who are found more often in boys. Overweight was detected in 7.5% of boys and 30% girls, as well as an increased fat content in 20% of boys and 12.9% girls. Revealed functional changes in the system of external breath at students, manifested in the rejection of the values of vital capacity of the proper values by more than 80% (18.5% of girls and 20% boys). Also, it should be noted that 33.3% of girls and 26.6% of boys VC performance exceeded due importance. Indicators boys blood pressure exceeded those girls in the group of young men meet people with high normal blood pressure (6.7%) and hypertension 1 degree (6.7%).

It was determined that an effective criterion for detecting violations in the state of health is the study of adaptation options. It was found that the adaptive capacity of girls is higher than boys. Girls are more characterized by a satisfactory level of adaptation (77.7%), whereas 53.3% of boys met strain of adaptation mechanisms.

The results allow to expand the understanding of the features of the functional state of the organism and adaptive capabilities not comfortable climates Khanty-Mansiysk Autonomous Area – Yugra. The research results are used in the process of monitoring the state of health of students of the Surgut State Pedagogical University.

Key words. adaptation; morpho-functional state.

About the authors: Alena Anatolevna Govoruhina¹, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Associate Professor, Head of the Department of Biomedical sciences and life safety; Oleg Alekseevich Malkov², Doctor of Medical Sciences (Grand PhD), professor of medical and biological sciences and life safety; Lydia Dmitrievna. Blagorodova³, Candidate of Biological Sciences (PhD), assistant professor of medical and biological sciences and life safety; Anna Andreevna Novoselova⁴, Junior Research Associate, Laboratory for Biological Basis of the Security of the Educational Space.

Place of employment: ^{1,2,3,4} Surgut State Pedagogical University.

Говорухина А. А., Мальков О. А., Благородова Л. Д., Новоселова А. А. Адаптационные возможности и морфо-функциональные особенности студентов, проживающих в югре // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 85–93.

Govorukhina A. A., Malkov O. A., Blagorodova L. D., Novoselova A. A. Adaptive capacity and morphofunctional peculiarities of students living in Ugra // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 85–93.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 504.73.064 (571.122)

Л. Ф. Шепелева, А. И. Шепелев, И. В. Кравченко
Сургут, Россия

РЕАКЦИЯ СРЕДЫ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ПОЙМЫ РЕКИ БОЛЬШОЙ ЮГАН

Аннотация. В статье изучены закономерности накопления тяжелых металлов и биологически активных веществ (пигментов фотосинтеза) у пойменных видов луговых растений. Исследования проводились в четырех фитоценозах: разнотравно-злаковый закустаренный луг, разнотравно-канареечниковый закустаренный луг, осинник закустаренный разнотравный, ивняк осоковый в окрестностях деревни Юган Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. На пробных площадях производился сбор растений для определения содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b*, каротиноидов) и тяжелых металлов. Объектом исследования послужили 7 видов растений: *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Carex acuta* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Carex vesicaria* L., *Carex rostrata* Stokes., *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. В фитоценозах производился отбор образцов изучаемых растений (корни, листья), а также образцов почвы. Корни растений очищали от земли и отмывали в проточной воде. Пробы отбирались в 5 повторностях. Эксперименты проводили на высушенном сырье. Свежесобранные растения, очищенные и отмытые от остатков почвы, разбирались в лаборатории от посторонних примесей, высушивались и взвешивались на электронных весах. Содержание подвижной формы элементов в почвенных и растительных образцах проводилось атомно-абсорбционным методом. Определение пигментов фотосинтеза (хлорофиллов и каротиноидов) в сухом веществе растений проводилось спектрофотометрическим методом. Для определения рН солевой и водной вытяжки почвы применяли потенциометрический метод. В ходе работы было выявлено, что в корнях луговых растений содержание тяжелых металлов больше чем в листьях примерно в 3 раза. Проявилась видовая специфичность в отношении поглощения тяжелых металлов растениями и их адаптации к факторам среды. Установлено отрицательное влияние высоких концентраций свинца и кадмия на содержание пигментов фотосинтеза в листьях осоки острой, тогда как влияние меди в целом положительное. У всех изученных пойменных луговых видов растений (*Carex rostrata*, *Carex acuta*, *Elytrigia repens*, *Phalaroides arundinacea*, *Carex aquatilis*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex vesicaria*) по отношению к меди и свинцу коэффициент биологического поглощения меньше единицы, что свидетельствует о наличии биохимического барьера, особенно по отношению к свинцу. Однако осоки активно поглощают токсичный кадмий, коэффициент биологического поглощения часто больше единицы. Полученные результаты могут использоваться в биоиндикации нефтяного загрязнения, а также при изучении продукционных процессов луговых фитоценозов.

Ключевые слова: тяжелые металлы; фотосинтетические пигменты; почвы; луговые растения; пойма; коэффициент биологического поглощения; коэффициент транслокации; Сургутский район.

Сведения об авторах: Людмила Федоровна Шепелева¹, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники и экологии растений; Александр Игоревич Шепелев, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник; Инесса Вячеславовна Кравченко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник.

Место работы: Институт естественных и технических наук Сургутского государственного университета¹; Научно-исследовательский институт экологии Севера Сургутского государственного университета^{2,3}.

Контактная информация: ^{1,2,3}628412, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, ¹тел.: 89128120997, ¹e-mail: shepelevalf@mail.ru; ²тел.: 89824181522, e-mail: landscape_ecology@yandex.ru; тел.: 89527067652, ³e-mail: kravinessa@mail.ru.

Нефтедобывающая отрасль в Западной Сибири является основным фактором, оказывающим разностороннее влияние на отдельные компоненты и ландшафты. Большое количество работ, выполненных на территории Ханты-Мансийского автономного округа, посвящено проблеме нефтяного загрязнения среды, однако вопросы накопления тяжелых металлов (ТМ) в

растениях рассмотрены лишь в единичных работах (Шепелева, Филимонова 2008). Наши исследования выполнены на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

В ряде работ (Ильин, Степанова 1981; Борисков 2000; Кудряшова 2003) установлены закономерности распределения тяжелых метал-

лов в различных органах растений. Так, максимальное накопление отмечается авторами в корнях, затем в вегетативных органах, наименьшей аккумуляцией металлов отличаются генеративные органы. По мнению Г. А. Евдокимовой, Е. Е. Кислых, Н. П. Мозгова (1984), корни растений до определенного предела обеспечивают защиту наземных органов, однако, несмотря на это, поллютант проникает в стебли и листья растения и само растение способно ограничить его поступление в репродуктивные органы. Н. А. Черных и Л. Л. Ефремова (1988) отметили, что по мере увеличения содержания тяжелых металлов в почве до очень высокого уровня концентрация их в различных органах возрастает, но при этом сохраняется соотношение между содержанием тяжелых металлов в корнях, стеблях, листьях и репродуктивных органах.

Известно, что для большинства ТМ более кислая среда способствует увеличению подвижности (Головина и др. 1988; Обухов, Плеханова 1991), а при высоких значениях рН доступность ТМ снижается (Химия тяжелых металлов 1985). Органическое вещество почвы также играет большую роль в снижении доступности ТМ для растений (Добровольский

1997). Органическим веществом активнее закрепляются медь и свинец и значительно слабее цинк и кадмий (Рэуце, Кырстя 1986).

Актуальность. Для территории Сургутского района ХМАО-Югры в настоящее время имеются лишь единичные работы, касающиеся изучения геохимического фона почв и донных отложений (Сорокина и др. 2006). Полученные нами результаты исследований накопления тяжелых металлов в почвах и пойменных луговых растениях представляют поэтому большой интерес.

Цель исследования – изучение закономерностей накопления тяжелых металлов у пойменных видов луговых растений.

В задачи исследования входило: определение содержания тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd) в растениях и почве; изучение влияния реакции среды почв на поглощение тяжелых металлов растениями.

Материалы и методы исследования

Для изучения содержания тяжелых металлов почвенный и растительный материал был собран на территории Сургутского района в окрестностях деревни Юган (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения мониторинговых участков: 1 – Усть-Балыкское месторождение; 2 – Южно-Сургутское месторождение, 3 – пойма р. Юган

Объектом исследования послужили 7 видов растений: *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Carex acuta* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Carex vesicaria* L., *Carex rostrata* Stokes., *Elytrogia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Phalaroides*

arundinacea (L.) Rausch. В фитоценозах производился отбор образцов изучаемых растений (корни, листья), а также образцов почвы. Пробы отбирались в пяти повторностях. Корни растений очищали от почвы и отмывали в проточ-

ной воде. Эксперименты проводили на высушенном сырье.

Содержание тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии в экстракте с 5М азотной кислотой (ГОСТ 30178-96 2010; Русак и др. 2012), на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915 МД. Для измерения водородного показателя (рН) в почвенных вытяжках использовали прибор «Экотест-2000» (ГОСТ 26483-85 1985). Определение хлорофиллов и каротиноидов в сухом веществе растений проводилось на спектрофотометре СФ-56 по методике А. Т. Мокроносова (1994).

Исследование выполнено на базе научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды НИИ экологии Севера и на кафедре ботаники и экологии растений Сургутского государственного университета ХМАО-Югры.

Статистическая обработка полученных результатов анализов проведена с помощью пакета Microsoft Office Excel. Рассчитывались следующие показатели: среднее (M), стандартное отклонение (σ), стандартная ошибка (m), доверительный интервал $p=0,95$ (с погрешностью 0,05).

Для оценки накопления тяжелых металлов растениями использовали показатель отношения их содержания в надземной части растений и в почве (Перельман 1961) – коэффициент поглощения биологического (КПБ, %). Как известно, если коэффициент биологического поглощения больше 1, тогда можно говорить о способности растения аккумулировать тот или иной элемент. Расчет производился исходя из содержания тяжелых металлов в корнях и надземной массе растений и в верхнем слое почв (0–20 см).

На основе полученных данных был рассчитан также транслокационный коэффициент (ТК). Он отражает способность растений транспортировать те или иные элементы из корней в надземную часть и представляет собой отношение содержания элемента в надземной части растений к его содержанию в корнях. Чем он выше, тем в большей степени растение подходит для целей ремедиации, поскольку корни сложно извлечь из почвы.

Результаты исследований и их обсуждение

Показатель рН используется для выражения степени кислотности – щелочности почв. Его величина, как правило, колеблется от 3,5 до 8,5. При нейтральных значениях 6,5–7,0 ед. – тяжелые металлы находятся связанными в почве, и только лишь их крайне незначительная часть усваивается растениями и накапливается. Напротив, в кислых почвах с низкими значениями рН железо, марганец и алюминий находятся в подвижной форме в виде соединений, ядовитых для растений. Кислая среда является благоприятным условием для накопления в растениях тяжелых металлов. При возрастании рН почвы подвижность ТМ понижается. Концентрации ТМ в почвенных растворах в щелочных и нейтральных почвах ниже, чем в легких кислых почвах.

В суглинистых почвах с рН более 6 ед. тяжелые металлы накапливаются в верхних горизонтах. При снижении рН ниже 6 подвижность кадмия повышается; если рН ниже 5, увеличивается подвижность цинка. Свинец и медь почти всегда остаются в верхних горизонтах почвы. С увеличением кислотности почвы миграционная способность почти всех тяжелых металлов возрастает (Стрнад, Золотарева 1988).

Проведено определение рН солевой и рН водной вытяжки почв и содержания свинца, меди и кадмия в почвах (табл. 1).

Выяснилось, что реакция среды почв (рН_{вв.}) слабокислая, почвы характеризуются высокой обменной кислотностью (табл. 1), что означает увеличение подвижности тяжелых металлов, которые могут легко проникать в растения. В почве, взятой под ивняком осоковым, рН верхнего слоя почв (0–10 см) выше, чем в почвах из других фитоценозов.

Почва накапливает больше свинца и меди, содержание кадмия характеризуется меньшими значениями. По данным Г. М. Иванова (1989), в почвах тяжелого гранулометрического состава, как правило, обнаруживаются более высокие концентрации ТМ. В наших почвенных образцах свинец накапливается преимущественно в суглинистых почвах, глеевом горизонте. Для меди и кадмия прослеживается связь накопления только с суглинистыми горизонтами.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов (мкг/г) и реакция среды в почвенных образцах д. Юган

Место сбора, № разреза	Почва	Название пробы	Pb	Cu	Cd	pH _{вв.}	pH _{св.}
Разнотравно злаковый закустаренный луг (разрез 1)	Аллювиальная дерново-суглинистая слоистая супесчаная	A1 5–18 см песок	19,19	12,37	0,47	5,72	3,95
		B 18–26 см песок	21,57	13,83	0,20	5,78	4,03
		C 26–75 см легкий суглинок	18,09	13,73	1,15	5,83	3,9
		C1 75–80 см средний суглинок	45,40	19,12	0,56	5,76	4,05
Разнотравно-канареечниковый закустаренный луг (разрез 2)	Дерново-глеевая	Aq 0–5 см легкий суглинок	–	22,02	0,84	5,23	4,11
		A1 5–12 см легкий суглинок	26,45	21,34	0,43	5,47	3,76
		Глей 12–49 см	48,99	21,08	0,16	5,87	4,15
Осинник закустаренный разнотравный (разрез 3)	Аллювиальная дерновая слоистая на песках	A1 6–26 см легкий суглинок	20,47	9,17	0,30	5,57	3,62
		B 26–59 см песок	14,67	10,85	0,32	5,66	3,93
Ивняк осоковый (разрез 4)	Дерновая слоистая песчаная	A1 0–1 см песок	10,08	8,36	0,13	6,04	5,7
		B 1–10 см песок	17,87	11,60	0,27	5,94	5,28

Меньше всего тяжелых металлов обнаружено в почве, развитой под ивняком осоковым, расположенным уже в притеррасной части поймы, затапливаемой к тому же не ежегодно. Также и pH здесь максимально близка к нейтральной (табл. 1). Почва под ивняком имеет более высокие показатели pH, но более низкое

содержание тяжелых металлов в сравнении с другими почвенными образцами.

Было определено содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Cd) у растений поймы р. Юган (табл. 2), взятых из тех фитоценозов, где были отобраны образцы почв.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в растительных образцах поймы реки Юган, мкг/г

Точки сбора	Название растений	Фракции	Pb	Cu	Cd
Разнотравно-злаковый закустаренный луг	<i>Carex rostrata</i>	листья	0,18	3,04	0,12
		корни	0,75	3,67	0,27
	<i>Carex acuta</i>	листья	0,19	3,43	0,53
		корни	0,34	3,85	1,38
	<i>Elytrigia repens</i>	листья	0,7	3,4	0,17
		корни	1,11	3,26	0,38
Разнотравно-канареечниковый закустаренный луг	<i>Carex acuta</i>	листья	0,32	7,84	0,51
		корни	0,67	6,2	0,66
	<i>Phalaroides arundinacea</i>	листья	1,65	1,2	0,04
		корни	0,76	5,73	0,14
Осинник закустаренный	<i>Carex acuta</i>	листья	0,07	1,3	0,39
		корни	0,57	7,29	0,81
	<i>Calamagrostis purpurea</i>	листья	0,44	2,31	0,04
		корни	1,44	1,52	0,29
Ивняк осоковый	<i>Carex aquatilis</i>	листья	0,1	0,74	0,29
		корни	0,16	6,33	0,63
	<i>Carex vesicaria</i>	листья	0,24	0,74	0,12
		корни	0,32	0,43	0,98
	<i>Carex acuta</i>	листья	0,19	0,65	0,14
		корни	0,48	0,92	0,72

Проведенный анализ свидетельствует, что растения в своих органах накапливают кадмия и свинца меньше чем меди. Практически у всех видов содержание ТМ больше в корнях, чем в листьях. Кроме того, согласно расчетам КПБ (табл. 3), у некоторых видов растений (*Carex acuta*, *Carex aquatilis*) отсутствует барьеры, препятствующие попаданию тяжелых металлов (Cd) в листья.

Чтобы понять влияние реакции среды почв на накопление тяжелых металлов у растений, мы рассмотрели содержание тяжелых металлов в корнях и листьях осоки острой (*Carex*

acuta), которая была взята из разных точек поймы р. Юган (табл. 2).

В листьях *Carex acuta* разнотравно-канареечникового фитоценоза содержание меди и свинца выше, чем у этого вида из других сообществ.

Вероятно, это связано с пониженным положением разнотравно-канареечникового закустаренного фитоценоза в мезорельефе поймы и, соответственно, более высоким содержанием тяжелых металлов в почве.

Таблица 3

Коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов растениями на различных точках поймы р. Юган

Точки сбора	Название растений	Фракции	Pb	Cu	Cd
Разнотравно-злаковый закустаренный луг	<i>Carex rostrata</i>	листья	0,009	0,24	0,25
		корни	0,04	0,30	0,57
	<i>Carex acuta</i>	листья	0,01	0,28	1,13
		корни	0,02	0,31	2,94
	<i>Elytrigia repens</i>	листья	0,04	0,27	0,36
		корни	0,06	0,26	0,81
Разнотравно-канареечниковый закустаренный луг	<i>Carex acuta</i>	листья	0,01	0,37	1,19
		корни	0,03	0,29	1,54
	<i>Phalaroides arundinacea</i>	листья	0,06	0,06	0,09
		корни	0,03	0,27	0,33
Осинник закустаренный	<i>Carex acuta</i>	листья	0,003	0,14	1,3
		корни	0,03	0,79	2,7
	<i>Calamagrostis purpurea</i>	листья	0,02	0,25	0,13
		корни	0,07	0,17	0,97
Ивняк осоковый	<i>Carex aquatilis</i>	листья	0,006	0,06	1,07
		корни	0,009	0,55	2,33
	<i>Carex vesicaria</i>	листья	0,01	0,06	0,44
		корни	0,02	0,04	3,63
	<i>Carex acuta</i>	листья	0,01	0,06	0,52
		корни	0,03	0,08	2,67

В корнях *Carex acuta* содержание меди выше, чем кадмия и свинца. Возможно, медь лучше поглощается растениями, поскольку этот микроэлемент необходим для фотосинтеза, тогда как свинец и кадмий не входят в число необходимых для растений элементов.

В корнях *Carex acuta* из осинника закустаренного присутствует больше меди, чем в образцах осоки из других точек поймы р. Юган, тогда как на разнотравно-злаковом лугу содержание кадмия в корнях осоки острой выше, чем на других точках.

Корни растения *Carex acuta*, взятого из ивняка осокового, развитого на почвах с более высоким рН, имеют низкие показатели содержания тяжелых металлов. Так, в ивняке осоковом, где рН_{вв.} почвы 5,94–6,04, рН_{св.} 5,28–5,7 (табл. 1), осока острая содержит всего 0,1 мкг/г меди, 0,08 мкг/г свинца и 0,01 мкг/г кадмия (табл. 2). Это, очевидно, связано с тем, что при возрастании рН подвижность многих тяжелых металлов в почве понижается, и они с меньшей интенсивностью проникают в растения. На других почвах с более низкой рН растения, как

правило, имеют высокие значения содержания тяжелых металлов в своих корнях.

Согласно анализу коэффициента КПБ (табл. 3) лучше всего пойменными растениями поглощается кадмий. *Carex acuta* и *Carex vesicaria* накапливают кадмий наиболее активно. Коэффициенты биологического поглощения других видов сравнительно низкие. У *Carex vesicaria* выявлен высокий КПБ кадмия для корней, тогда как для листьев этот показатель довольно низкий, что указывает на наличие биохимического барьера. В отличие от этого вида, для *Carex acuta* большие значения КПБ характерны и для корней, и для листьев, что свидетельствует об отсутствии такого барьера.

Чтобы понять влияние тяжелых металлов на растения, мы рассмотрели коэффициенты транслокации осоки острой и связь между содержанием фотосинтетических пигментов и ТМ (рис. 2, 3). Что касается коэффициентов транслокации, выяснилось, что для осоки острой всех изученных фитоценозов они наиболее высокие для меди (табл. 4). Данный результат указывает на высокую потребность осоки острой в этом элементе.

Таблица 4

Коэффициенты транслокации тяжелых металлов осоки острой на различных точках поймы р. Юган

Место сбора	Pb	Cu	Cd
Разнотравно-злаковый закустаренный луг	0,5	0,8	0,4
Разнотравно-канареечниковый закустаренный луг	0,5	1,3	0,7
Осинник закустаренный разнотравный	0,1	0,2	0,5
Ивняк осоковый	0,40	0,70	0,19

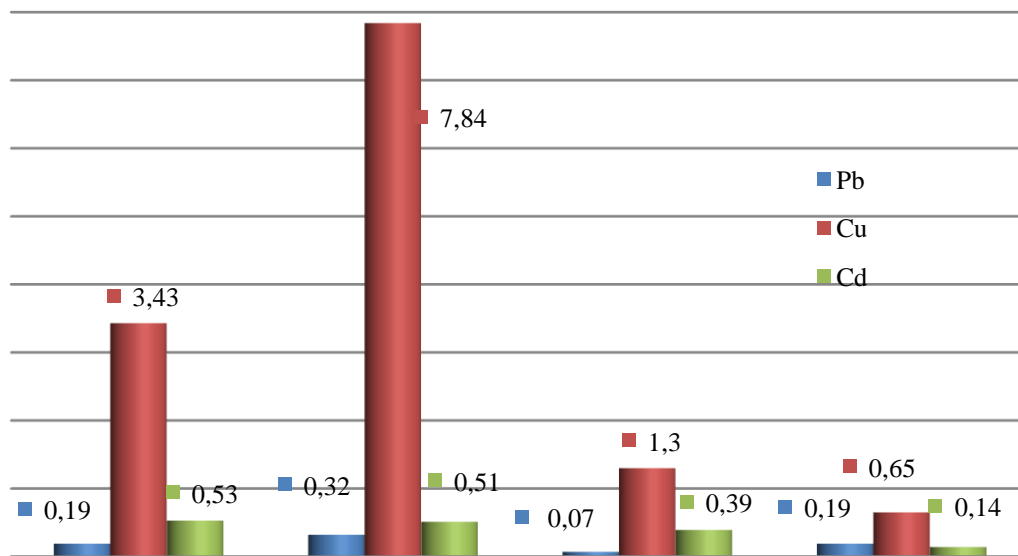


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в листьях *Carex acuta*, мкг/г

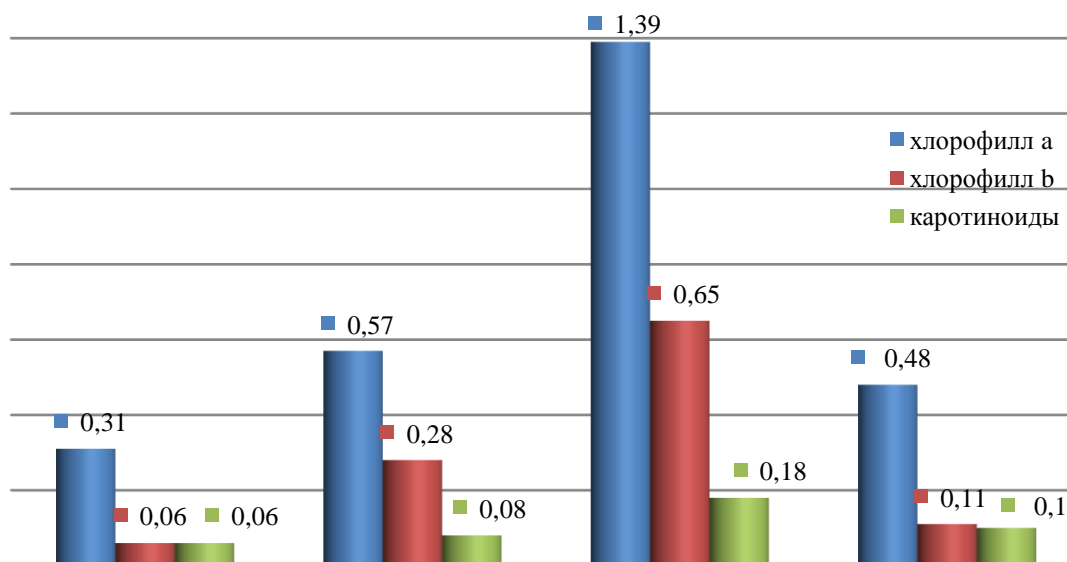


Рис. 3. Содержание пигментов фотосинтеза в листьях *Carex acuta*, мг/г

Из рисунков 2, 3 видно, что в листьях осоки острой из осинника закустаренного более высока концентрация всех фотосинтетических пигментов, но меньше меди и свинца, чем в образцах, взятых в других фитоценозах. Также

невелико значение содержания кадмия. В образцах осоки острой из других фитоценозов значения концентрации хлорофиллов и каротиноидов в листьях ниже, а содержание тяжелых металлов – выше. Вероятно, на понижение со-

держания фотосинтетических пигментов больше влияют кадмий и свинец, так как данные тяжелые металлы являются особо опасными и проявляют признаки токсичности даже при низком содержании в растении, а медь – важный элемент для растений, он стабилизирует хлорофилл, предохраняет его от разрушения, что подтверждают результаты нашего исследования.

ВЫВОДЫ

1. В почве с реакцией среды, близкой к нейтральной, подвижность свинца, меди и кадмия снижается, вследствие чего растения не накапливают большие количества тяжелых металлов. В корнях луговых растений содержание тяжелых металлов больше, чем в листьях.

2. У всех изученных пойменных луговых видов растений (*Carex rostrata*, *Carex acuta*,

Elytrigia repens, *Phalaroides arundinacea*, *Carex aquatilis*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex vesicaria*) по отношению к меди и свинцу КБП меньше единицы, что свидетельствует о наличии биохимического барьера, особенно по отношению к свинцу. Однако осоки активно поглощают токсичный кадмий, КПБ осок часто больше единицы.

3. В естественных условиях поймы р. Юган проявляется видоспецифичность в отношении поглощения тяжелых металлов растениями и их адаптации к факторам среды.

4. На примере осоки острой установлено отрицательное влияние высоких концентраций свинца и кадмия на содержание пигментов фотосинтеза, тогда как влияние меди в целом является положительным.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ТМ – тяжелые металлы
 КПБ – коэффициент поглощения биологического
 ТК – транслокационный коэффициент
 рН_{вв}. – водная вытяжка
 рН_{св}. – солевая вытяжка

ЛИТЕРАТУРА

- Борисков Д. Е. 2000. Причины и закономерности техногенного загрязнения тяжелыми металлами системы почва-растение в условиях лесостепной зоны Зауралья: Дис. ... канд с.-х. наук. Курган.
- Головина Л. П., Лысенко М. Н., Кисель Т. И., Матвеев В. Б. 1988. Микроэлементы в почвах западной провинции Украинского полесья // Агрохимия и почвоведение. 51, 54–61.
- ГОСТ 26483-85. 1985. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО: сб. ГОСТов. М.: Издательство стандартов.
- ГОСТ 30178-96. 2010. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М.: Стандартинформ.
- Добровольский В. В. 1997. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почвы // Почвоведение. 4, 431–441.
- Евдокимова Г. А., Кислых Е. Е., Мозгова Н. П. 1984. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние.
- Иванов Г. М. 1989. Биогеохимия микроэлементов в ландшафтах Западного Забайкалья // Остроумов В. М. (отв. ред.). Почвенные ресурсы Забайкалья: сборник научных трудов. Новосибирск, 115–122.
- Ильин В. Б., Степанова М. Д. 1981. О фоновом содержании тяжелых металлов в растениях // Известия Сибирского отделения Академии наук СССР. Серия Биологические науки. 5/1, 26–32.
- Кудряшова В. И. 2003. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими растениями: Дис. ... канд. биол. наук. Саранск.
- Мокроносов А. Т. 1994. Малый практикум по физиологии растений : учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ.
- Обухов А. И., Плеханова И. О. 1991. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Перельман А. И. 1961. Геохимия ландшафта. М.: Географгиз.
- Русак С. Н., Кравченко И. В., Филимонова М. В., Башкатова Ю. В. 2012. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: метод. рекомендации. Сургут: ИЦ СурГУ.
- Руэце К., Кырстя С. 1992. Борьба с загрязнениями почвы. М.: Агропромиздат.
- Сорокина Е. П., Батрак И. Е., Дмитриева Н. К. 2006. Характеристика геохимического фона природной среды при геоэкологических исследованиях в Сургутском районе // Кукуричкин Г. М. (ред.). Биологические ресурсы и природопользование: сборник науч. трудов. Вып. 9: Сургут: Дефис, 270–295.

Стрнад В., Золотарева В. Н. 1988. Взаимодействие фульватных комплексов свинца, кадмия, меди и цинка с минералами и почвами // Экологическая кооперация. 1, 53–55.

Химия тяжелых металлов, As и Mo в почвах. 1985 / Зырин Н. Г., Садовникова Л. К. (отв. ред.). М.: Изд-во Моск. ун-та.

Черных Н. А., Ефремова Л. Л. Защита почв и растений от загрязнения тяжелыми металлами // Тез. докл. всесоюз. научно-техн. конференции «Проблемы повышения плодородия почв в условиях интенсивного земледелия». М., 1988. С. 28–29.

Шепелева Л. Ф., Филимонова М. В. 2008. Биохимия растительного сырья в условиях техногенных ландшафтов ХМАО: синтез низкомолекулярных антиоксидантов и накопление микроэлементов. Томск: ТМЛ-Пресс.

REFERENCES

Boriskov D. E. Prichiny i zakonomernosti tehnogenogo zagryazneniya tyazhelymi metallami sistemy pochva-rastenie v usloviyah lesostepnoj zony Zaural'ya: Dis. ... kand s.-h. nauk [The reasons and regularities of technogenic pollution by heavy metals of system soil-plant in conditions of forest-plain zone of Post-Ural area: A Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences]. Kurgan, 2000. (In Russian).

Golovina L. P., Lysenko M. N., Kissel T. I., Matveenko V. B. In: Agrohimiya i pochvovedenie [Agrochemistry and soil science]. Vol. 51 (1988): 54–61. (In Russian).

Pochvy. Opredelenie rN soley vytyazhki, obmennoj kislotnosti, obmennykh kationov, soderzhaniya nitratov, obmennogo ammoniya i podvizhnoj sery metodami TSINAO [Soils. Determination of pH salt extract, exchange acidity, exchange cations, content of nitrates, exchange of ammonium and mobile sulfur by CINAO methods]. In: GOST 26483-85 [GOST 26483-85]. Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1985. (In Russian).

Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbtsionnyj metod opredeleniya toksichnykh elementov [Raw materials and foodstuff. Atomic and absorbing method of determination of toxic elements]. In: GOST 30178-96 [GOST 30178-96]. Moscow: Standardinform, 2010. (In Russian).

Dobrovolsky V. V. In: Pochvovedeniye [Soil science]. Vol. 4 (1997): 431–441. (In Russian).

Evdokimova G. A., Kislich E. E., Mozgov N. P. Biologicheskaya aktivnost' pochv v usloviyah aerotehnogenogo zagryazneniya na Krajnem Severe [Biological activity of soils in conditions of aero technogenic pollution on Far North]. Leningrad: Science, Leningrad department, 1984. (In Russian).

Ivanov G. M. In: Pochvennye resursy Zabajkal'ya: sbornik nauchnykh trudov [Soil resources of Transbaikal. Collection of Research Papers]. Ed. by Ostroumov V. M. Novosibirsk, 1989. Pp. 115-122. (In Russian).

Ilyin V. B., Stepanova M. D. In: Izvestiya sibirskogo otdeleniya Akademii nauk SSSR. Seriya Biologicheskie nauki [Bulletin of Siberian branch of Academy of Sciences of USSR. Series Biological sciences]. Vol. 5 (1) (1981): 26–32. (In Russian).

Kudryashova V. I. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov dikorastushchimi rasteniyami: Dis. ... kand. biol. nauk [Accumulation of heavy metals in wild-growing plants: A Thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences]. Saransk, 2003. (In Russian).

Mokronosov A. T. Malyy praktikum po fiziologii rastenij: ucheb. posobie [Small edition on physiology of plants: reference]. Moscow: Moscow State University Publ. House, 1994. (In Russian).

Obukhov A. I., Plekhanova I. O. Atomno-absorbtsionnyj analiz v pochvenno-biologicheskikh issledovaniyah [The atomic and adsorptive analysis in soil and biological research]. Moscow: Moscow publishing house, 1991. (In Russian).

Perelman A. I. Geohimiya landshafta [Landscape geochemistry]. Moscow: Geografiz, 1961. (In Russian).

Rusak S. N., Kravchenko I. V., Filimonova M. V., Bashkatova Yu. V. Ekologicheskaya biokhimiya rastenij: himicheskie i biokhimicheskie metody analiza: metod. Rekomendatsii [Ecological biochemistry of plants: chemical and biochemical methods of analysis: method. Recommendations]. Surgut: Surgut State University Publ. House, 2012. (In Russian).

Ruetsa K., Cirstea S. Bor'ba s zagryazneniyami pochvy [Fight against pollution of the soil]. Moscow: Agropromizdat, 1992. (In Russian).

Sorokina E. P., Batrakov I. E., Dmitriyeva N. K. In: Biologicheskie resursy i prirodopol'zovanie: sbornik nauch. trudov [Biological resources and environmental management: Collection of Research Papers]. Vol. 9 (2006): 270–295. (In Russian).

Strnad V., Zolotareva V. N. In: Ekologicheskaya kooperatsiya [Ecological cooperation]. Vol. 1 (1988): 53–55. (In Russian).

Himiya tyazhelykh metallov, As i Mo v pochvah [Chemistry of heavy metals, As and Mo in soils]. Ed. by N. G. Zyrin, L. K. Sadovnikova. Moscow: Moscow University Publ. house, 1985. (In Russian).

Chernych N. A., Efremov L. L. Zashchita pochv i rastenij ot zagryazneniya tyazhelymi metallami [Protection of soils and plants against pollution by heavy metals] // Tез. dokl. vsesoюз. nauchno-tekhn. konferentsii «Problemy povysheniya plodorodiya pochv v usloviyakh intensivnogo zem-ledeliya». М., 1988. P. 28–29. (In Russian).

Shepeleva L. F., Filimonova M. V. Biohimiya rastitel'nogo syr'ya v usloviyah tehnogenykh landshaftov Khanty-Mansijskogo Avtonomnogo Okruga: sintez nizkomolekulyarnykh antioksidantov i nakoplenie mikroelementov [Biochemistry of vegetable raw materials in conditions of technogenic landscapes of Khanty-Mansijsk Autonomous Okrug: synthesis of low-molecular antioxidants and accumulating of minerals]. Tomsk: TML-Press, 2008. (In Russian).

L. F. Shepeleva, A. I. Shepelev, I. V. Kravchenko
Surgut, Russia

REACTION OF THE ENVIRONMENT AND CONTENT OF HEAVY METALS IN ALLUVIAL SOILS IN THE PLAIN OF THE RIVER BIG YUGAN

Abstract: The article deals with the regularities of accumulating of heavy metals and biologically active agents (photosynthesis pigments) in inundated types of meadow plants. Research was conducted in four plant communities: a mixed herbs-cereal shrubby meadow, a mixed-herbs-canary shrubby meadow, an aspen forest shrubby meadow, an osier-bed sedge in the neighborhood of the village of Yugan, Surgut District, Khanty-Mansiysk Autonomous Area – Yugra. Collection of plants was made for determination of the content of photosynthetic pigments (chlorophylls *a*, *b*, carotinoids) and heavy metals on the trial areas. 7 types of plants served as an object of our research: *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Carex acuta* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Carex vesicaria* L., *Carex rostrata* Stokes., *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. In plant communities we conducted the sampling of the studied plants (roots, leaves) and also soil sampling was made. Roots of plants were cleared from soil and washed in flowing water. Samples were selected 5 times. Experiments were conducted on the dried-up raw materials. The freshly-gathered plants cleared and washed from soil were also sterilized in the laboratory from foreign impurities, they were dried up and weighed on electronic scales. The mobile form of elements in soil and vegetable samples were kept by an atomic and absorbing method. Determination of pigments of photosynthesis (chlorophyll and carotinoids) in solid of plants was carried out by spectral and photometric method. An electrometric method was applied for determination of pH in salt and water extract of the soil. During the working progress we revealed that the content of heavy metals in roots of meadow plants is 3 times more than in leaves. Specific features concerning absorption of heavy metals by plants and their adaptations to environmental factors appeared. Negative influence of a high concentration of lead and cadmium on the content of pigments of photosynthesis in leaves of sedge was revealed, whereas copper influence was generally positive. All the studied inundated meadow types of plants (*Carex rostrata*, *Carex acuta*, *Elytrigia repens*, *Phalaroides arundinacea*, *Carex aquatilis*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex vesicaria*) showed the coefficient of absorption less than 1 in relation to copper and lead which demonstrates availability of a biochemical barrier, especially in relation to lead. However sedges actively absorb toxic cadmium, the coefficient of biological absorption is often more than 1. The acquired results can be used in bioindication of oil pollution, and also during the study of production processes of meadow plant communities.

Key-words: heavy metals; photosynthetic pigments; soils; meadow plants; flood plain; coefficient of biological absorption; translocation coefficient; Surgut district.

About the authors: Lyudmila Fyodorovna Shepeleva¹, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor, Head of the Department of Botany and Plant Ecology; Alexander Igorevich Shepelev², Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Professor, leading researcher; Inessa Vyacheslavovna Kravchenko³, Candidate of Biological Sciences (PhD), leading researcher.

Place of employment: Institute of Natural and Technical sciences¹; Scientific Research Institute of Ecology of the North, Surgut State University^{2,3}.

Шепелева Л. Ф., Шепелев А. И., Кравченко И. В. Реакция среды и содержание тяжелых металлов в аллювиальных почвах поймы реки большой Юган // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 94–102.

Shepeleva L. F., Shepelev A. I., Kravchenko I. V. Reaction of the environment and content of heavy metals in alluvial soils in the plain of the river big Yugan // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 94–102.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СТЕПНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация. Изучена ферментативная и микробиологическая активность почв на агроценозах и приведена интегральная оценка их биологического состояния в условиях степного Зауралья Республики Башкортостан.

Ферментативная активность почв изучалась по следующим методам: каталазная активность – по А. Ш. Галстяну (1974); целлюлозоразлагающая – методом аппликаций, протеолитическая – по уменьшению массы азотосодержащих веществ желатины, уреазная по учета количества аммиака, при разложении мочевины. Для оценки экологического состояния почв агроэкосистем был использован интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБС). Численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов устанавливали методом посева почвенной суспензии из разведений на агаризованные питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА), крахмало-аммиачный агар (КАА), голодный агар (ГА), агаризованную почвенную вытяжку (ПА). Характеристику структуры микробного сообщества проводили по коэффициентам: иммобилизации минерального азота ($K_{\text{имм}}$), коэффициент олиготрофности ($K_{\text{олиг}}$).

На основе данных анализа ферментативной активности чернозема обыкновенного степного Зауралья на разных угодьях можно заключить, что пахотное использование почв отрицательно воздействует на уровень гидролитических ферментов. Снижение интегрального показателя биологической активности пахотных почв под зерновыми культурами может свидетельствовать о нарушении их информационных, а также биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций.

Специфическая структура микробных сообществ в почвах под целиной препятствует выносу азота за пределы экосистемы. Сельскохозяйственное использование почв приводит к активизации минерализационных процессов и, соответственно, к снижению содержания азота в экосистеме. Возделывание многолетних трав улучшает биологическое состояние почв, что, несомненно, отражается на их плодородии. Полученные результаты подтверждают, что представленные в работе показатели ферментативной и микробиологической активности можно рекомендовать в качестве индикаторов благополучия почвенной среды, отражающих функциональное состояние почвенной биоты.

Ключевые слова: ферментативная активность; микрофлора; агроценоз; чернозем обыкновенный.

Сведения об авторах: Резеда Фиргатовна Хасанова¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; Яلیل Тухватович Суяндукров², доктор биологических наук, профессор, начальник научно-исследовательского центра; Ирина Николаевна Семенова³, доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник.

Место работы: ^{1,2,3}Институт стратегических исследований Республики Башкортостан.

Контактная информация: ^{1,2,3}453830, Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Кутузова, д. 1, ¹тел.: 89276360952, ¹e-mail: rezeda78@mail.ru; ²тел.: 89273053750, ²e-mail: yalil_s@mail.ru; ³тел.: 89273146567, ³e-mail: alexa-94@mail.ru.

Исследованиями многих ученых доказана тесная взаимозависимость между численностью, составом почвенной микробиоты и интенсивностью биологических процессов. Микроорганизмы, населяющие почвенную толщу, обладают мощным ферментативным аппаратом, способствующим их участию в почвообразовании, в кругообороте биогенных элементов и в поддержании плодородия почв. Существует взаимосвязь между биологической активностью почв, во многом определяющей жизнедеятельностью населяющих их микроорганизмов, и продуктивностью многолетних трав (Киреева и др. 2011). Следовательно, биологическая активность почвы, являющаяся одной из

важнейших характеристик интенсивности микробиологических процессов, также выступает в роли информативного индикатора экологического состояния агроценозов (Ананьева и др. 2002; Семенова, Ильбулова 2011; Ros et al. 2003).

Цель данной работы – интегральная оценка биологического состояния почв агроценозов на основе изучения их микробиологической и ферментативной активности.

Исследования проводились в условиях степного Зауралья Республики Башкортостан. Морфологические и агрохимические особенности профиля почв изучаемых территорий позволяют отнести их к чернозему обыкновенно-

му, среднемошному, тяжелосуглинистому на элювиально-делювиальных отложениях. В качестве основного объекта исследования была выбрана пашня с посевом многолетних трав, таких как кострец безостый, эспарцет сибирский, козлятник восточный, люцерна синегридная, донник желтый. Для сравнения были изучены почвы на целине, представленной ковыльно-типчаковой растительностью, и пахотная почва с посевом зерновых культур (яровая пшеница).

Материалы и методы

Исходные материалы были собраны в ходе полевых экспедиций, организованных в летние сезоны. При закладке пробных площадок выбирались однородные участки с выровненным почвенным покровом. Образцы почвы из горизонта А отбирались в месте произрастания растений в фазу их цветения. Ферментативная активность почв изучалась с помощью следующих методов: каталазная – методом А. Ш. Галстяна (1974), целлюлозоразлагающая – методом аппликаций (Хазиев 2005), протеолитическая – по уменьшению массы азотосодержащих веществ желатины, уреазная – по учету количества аммиака, образующегося при разложении мочевины (Хазиев, Кабиров 1986). Для оценки экологического состояния почв агроэкосистем в качестве обобщающего коэффициента был использован интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБС). Для расчета ИПБС максимальное значение каждого из использованных показателей принимали за 100% и выражали в процентах значения остальных величин по отношению к нему. Далее определяли среднее значение из четырех выбранных показателей ферментативной активности для каждого варианта опыта. Использованная методика позволяет суммировать относительные значения разных показателей, абсолютные значения которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения. Принято считать, что при уменьшении ИПБС менее чем на 5% почва выполняет экофункции нормально, при снижении от 5 до 10% наблюдается нарушение информационных экосистемных функций почвы, от 10 до 25% – ухудшение биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций, более чем на 25% – угнетение всех вышеперечисленных, а также физических экосистемных функций (Колесников и др. 2013).

Численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов устанавливали методом посева почвенной суспензии из разведений на агаризованные питательные среды. Для микроорганизмов, использующих органические формы азота, использовали мясопептонный агар (МПА), для микроорганизмов, употребляющих минеральные формы азота, – крахмало-аммиачный агар (КАА), для олиготрофов – голодный агар (ГА), для гумусоразлагающих микроорганизмов – агаризованную почвенную вытяжку (ПА) (Нетрусов, Котова 2005). Структуру микробного сообщества определяли по коэффициентам иммобилизации минерального азота ($K_{\text{имм}} = \text{КАА/МПА}$) и олиготрофности ($K_{\text{олиг}} = \text{ГА/МПА}$). При $K_{\text{имм}} > 1$ в почве протекают интенсивные процессы минерализации органического вещества, что улучшает минеральное питание растений, при $K_{\text{олиг}} > 1$ в почве недостаточно легкодоступных в отношении азота органических соединений, что приводит к преимущественному развитию олигонитротрофилов, развивающихся при низком содержании азота (Стахурлова и др. 2007).

Результаты и обсуждение

Ферментативная активность является надежным индикатором степени окультуренности почв (Даденко 2004; Семенова и др. 2012). Одним из показателей микробиологической активности и уровня плодородия почв является целлюлозолитическая активность, которая отражает процессы трансформации органического вещества, участвуя в вовлечении труднодоступных форм углерода в биологический круговорот, что в итоге сказывается на продуктивности биоты и уровне плодородия почв. На активность разложения клетчатки оказывают влияние биотические и абиотические факторы: влажность почвы, температура, внесение в почву минеральных удобрений, условия аэрации, характер растительного покрова и агротехника возделывания культур.

Изучение целлюлозолитической активности исследуемых почв показало, что под целиной процент разложения целлюлозы выше 50%, в пахотных почвах ее активность снижается почти на 20% (табл. 1). По шкале О. Е. Пряженниковой (2011), интенсивность разрушения целлюлозы в почвах на варианте с целиной оценивается как сильная, на пашне – как средняя (от 30 до 50%).

Активность уреазы является одним из наиболее отзывчивых показателей, реагирую-

щих на стрессовую ситуацию в почве. Результаты исследования изменения уреазы почв агроценозов показали ее относительно низкую изменчивость, больший процент разложения мочевины наблюдается в пашне под сеянными многолетними травами, представленными, в

основном, бобовыми культурами (показатели разложения аммиака за 20 часов составляют 0,48 мг). На целине и в пашне под зерновыми культурами показатели уреазной активности ниже: 0,43 и 0,40 мг соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Ферментативная активность почв агроценозов

Агроценоз	Целлюлоза, %	Уреаза, расчет мг NH ₃ за 20 часов	Протеаза, %	Каталаза, мл KMnO ₄ /за 2,5 часа	ИПБС, %
Целина	57,53±18,1	0,43±0,01	71,56±16,6	1,32±0,4	79,99
Пашня (многолетние травы)	30,89±10,7	0,48±0,01	61,04±9,9	1,22±0,5	67,16
Пашня (зерновые культуры)	31,90±13,3	0,40±0,01	50,56±12,5	0,43±0,06	53,55

Определение активности протеазы позволяет выявить интенсивность процесса минерализации веществ белковой природы. Изучение протеолитической активности почв под разными агроценозами показало, что пахотное использование почв существенно снижает ее: если под целиной она составляла более 70%, то в пашне под травами – 61% и в пашне под зерновыми культурами – менее 50%.

Среди ферментов из класса оксидоредуктаз, участвующих в катализе окислительно-восстановительных реакций, значительный интерес представляет каталаза, играющая ведущую роль в окислении органических веществ в процессе дыхания. Исследования каталазной активности почв агроэкосистем также показали ее снижение при окультуривании, в особенности на варианте пашни с возделыванием зерновых культур.

На основе полученных данных о ферментативной активности проведена оценка экологического состояния почв агроэкосистем с помощью расчета ИПБС. На целине значение ИПБС составляет 80%, в пахотной почве под зерновыми культурами оно значительно ниже, что свидетельствует о нарушении информационных, а также биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций почвы. Под сеянными многолетними травами ИПБС заметно возрастает по сравнению с почвой под зерновыми культурами, что показывает восстановление всех нарушенных

экосистемных функций почвы, кроме информационных.

Длительное пахотное использование черноземных почв не способствует накоплению общего азота, что связано не только с ежегодным отчуждением растительности, но и с усилением процессов минерализации азоторганических соединений. При этом с увеличением продолжительности использования почв в них снижается содержание легкодоступных растением минеральных соединений азота. Общую направленность процессов превращения азота в почве можно оценить по численности основных физиологических (аммонификаторы, нитрификаторы, денитрификаторы, азотфиксаторы и др.) группировок и их соотношению. Так, количество легкодоступного азота в почве в определенной степени зависит от состава микроорганизмов, участвующих в превращении азота и минерализации органических остатков. Разложение органических азотсодержащих соединений осуществляется, главным образом, аммонифицирующими бактериями, которые при помощи внеклеточных ферментов переводят белковый азот в доступную для растений форму (Мишустин, Емцев 1987).

Численность аммонификаторов в почвах агроценозов была выше в пахотных почвах, видимо, это связано с тем, что в результате обработки почвы в ряде случаев наблюдается активизация минерализационных процессов в ней (рис. 1).

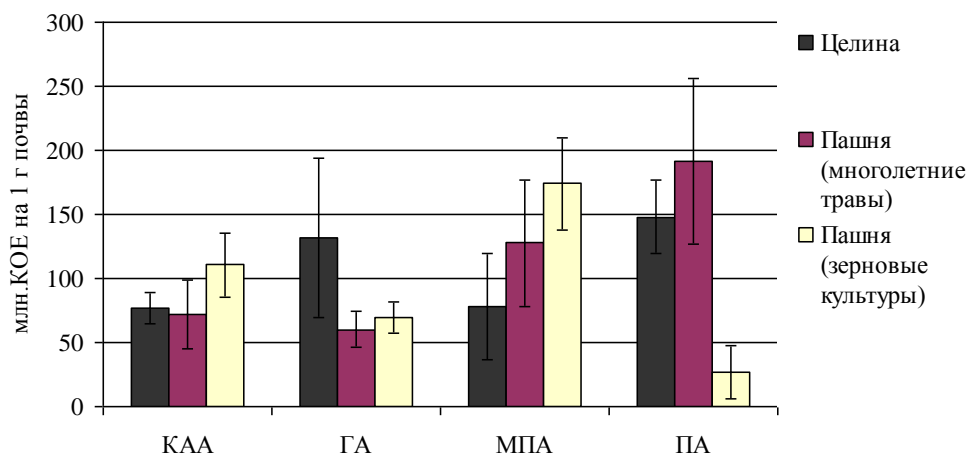


Рис. 1. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в почвах агроэкосистем

Иммобилизацию минерального азота осуществляют микроорганизмы, способные усваивать аммиачный, аммонийный и нитратный азот. Численность групп микроорганизмов, выделяемых на средах с минеральными источниками азота, показывает потенциальную способность микробного сообщества почвы иммобилизовать азот в микробной биомассе, что повышает содержание биологически связанного азота и снижает его непродуцируемые потери. Наибольшая численность иммобилизаторов минерального азота была выявлена также в пахотных почвах, особенно в пашне с возделыванием зерновых культур. Коэффициент иммобилизации, показывающий долю закрепленного в микробной биомассе азота в почве, был выше под целиной ($K_{имм}=0,99$), тогда как в пахотных почвах этот показатель варьировал от 0,56 до 0,64. От степени иммобилизации зависит содержание легкодоступного азота в почве, поскольку в микробную массу может включаться от 25 до 35% азота почвы и удобрений (Стасурлова и др. 2007).

Немаловажную роль в трансформации азота в почве играют олигонитрофилы, нуждающиеся в минимальной концентрации органических азотсодержащих веществ. Высокую численность олигонитрофильных микроорганизмов наблюдали в целинных почвах. Следовательно, структура микробного сообщества данного биоценоза способствует закреплению азота в микробном звене трофической цепи, однако высокий показатель коэффициента олиготрофности в целинной почве ($K_{олиг}=1,67$) свидетельствует о том, что под ними недостаточно легкодоступных в отношении азота органических соединений. Коэффициент олиготрофно-

сти в пахотных почвах значительно ниже: под многолетними травами составляет 0,47, под зерновыми – 0,40.

Низкое содержание педотрофных микроорганизмов в почве под зерновыми культурами обусловлено особенностями технологии ее возделывания, связанной с периодической обработкой почвы, способствующей деградации гумусовых веществ. В почве под сеянными многолетними травами происходит увеличение количества педотрофных микроорганизмов, что объясняется накоплением органического вещества за счет мощного развития корневых систем трав.

Заключение

На основе данных анализа ферментативной активности чернозема обыкновенного степного Зауралья на разных угодьях можно заключить, что пахотное использование почв отрицательно воздействует на уровень гидролитических ферментов. Снижение интегрального показателя биологической активности пахотных почв под зерновыми культурами может свидетельствовать о нарушении их информационных, а также биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций.

Специфическая структура микробных сообществ в почвах под целиной препятствует выносу азота за пределы экосистемы. Сельскохозяйственное использование почв приводит к активизации минерализационных процессов и, соответственно, к снижению содержания азота в экосистеме. Возделывание многолетних трав улучшает биологическое состояние почв, что, несомненно, отражается на их плодородии. Полученные результаты подтверждают, что пред-

ставленные в работе показатели ферментативной и микробиологической активности можно рекомендовать в качестве индикаторов благо-

получия почвенной среды, отражающих функциональное состояние почвенной биоты.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьева Н. Д., Благодатская Е. В., Демкина Т. С. 2002. Оценка устойчивости почвенных микробных комплексов к природным и антропогенным воздействиям // Почвоведение. 2, 580–587.
- Галстян А. Ш. 1974. Ферментативная активность почв Армении. Ереван: Айастан.
- Даденко Е. В. 2004. Методические аспекты применения ферментативной активности в диагностике и мониторинге почв // Биология почв Юга России. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 65–71.
- Киреева Н. А., Багаутдинова Г. Г., Нурмухаметов Н. М. 2011. Урожайность яровой пшеницы и биологическая активность чернозема выщелоченного при обработке биопрепаратом // Проблемы агрохимии и экологии. 1. 28–32.
- Колесников С. И., Ротина Е. Н., Казеев К. Ш. 2013. Экобиотехнология оценки эффективности рекультивации почв по биологическим показателям // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 15.3(5), 1625–1628.
- Колесников С. Л., Ярославцев М. В., Спивакова Н. А., Казеев К. Ш., Денисова Т. В., Даденко Е. В. 2012. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства горных черноземов Юга России // Юг России: экология, развитие. 2, 103–109.
- Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. 1987. Микробиология. 3-изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат.
- Нетрусов А. И., Котова И. Б. 2005. Микробиология: учебник. М.: Академия.
- Пряженникова О. Е. 2011. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета. 3(47), 9–13.
- Семенова И. Н., Ильбулова Г. Р. 2011. Использование комплекса микробиологических показателей почв при проведении экологического мониторинга техногенно загрязненных территорий // Вестник Оренбургского государственного университета. 12(131), 352–354.
- Семенова И. Н., Суюндуков Я. Т., Ильбулова Г. Р. 2012. Ферментативная активность черноземов Башкирского Зауралья в условиях техногенного загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 14. 1–1, 59–63.
- Стахурлова Л. Д., Свистова И. Д., Щеглов Д. И. 2007. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах // Почвоведение. 6, 769–774.
- Хазиев Ф. Х. 2005. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука.
- Хазиев Ф. Х., Кабиров Р. Р. 1986. Количественные методы почвенно-альгологических исследований. Уфа. БФАН СССР.
- Ros M., Hernander N. T., Garsia C. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amend-ments // Soil Biology and Bioch. 35, 463–469.

PEFERENCES

- Ananiev N. D., Blagodatskaya E. V., Demkina T. S. In: Pochvovedenie [Soil science]. Vol. 2 (2002): 580–587. (In Russian).
- Galstyan A. Sh. Fermentativnaya aktivnost' pochv Armenii [The enzymatic activity of the Armenian soil]. Yerevan: Hayastan. 1974. (In Russian).
- Dadenko E. V. In: Biologiya pochv Yuga Rossii [Biology of soils in southern Russia]. – Rostov-on-Don: Publishing house TSVVR, (2004): 65–71. (In Russian).
- Kireeva N. A., Bagautdinova G.G., Nurmuhametov N.M. In: Problemy agrohimii i ehkologii [Problems of Agricultural Chemistry and Ecology]. Vol. 1. (2011): 28–32. (In Russian).
- Kolesnikov S. L., Rotini, E. N., Kazeev K. Sh. In: Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 15. 3 (5) (2013): 1625–1628. (In Russian).
- Kolesnikov S. L., Jaroslavtsev M. V., Spivakov H. A., Kazeev K. S., Denisova T. V., Dadenko E. V. In: Yug Rossii: ehkologiya, razvitie [South of Russia: ecology and development]. Vol. 2 (2012): 103–109. (In Russian).
- Mishustin E. N., Emcev V. T. Mikrobiologiya [Microbiology]. Moscow: Agropromizdat, 1987. (In Russian).
- Netrusov A. I., Kotova I. B. Mikrobiologiya: uchebnik [Microbiology: a textbook] Moscow: Akademija. 2005. (In Russian).
- Pryzhennikova O. E. In: Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Kemerovo State University]. Vol. 3 (47) (2011): 9–13. (In Russian).
- Semenova I. N., Ilbulova G. R. In: Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. Vol. 12 (131) (2011): 352–354. (In Russian).

Semenova I. N., Suyundukov Ya. T., Ilbulova G. R. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 14 (1–1) (2012): 59–63. (In Russian).

Stahurlova L. D., Svistova I. D., Scheglov D. I. In: Pochvovedenie [Soil science]. Vol. 6 (2007): 769–774. (In Russian).

Khaziev F. H. Metody pochvennoj ehnmologii [Methods of soil enzymology]. Moscow: Nauka, 2005. (In Russian).

Khaziev F. H., Kabirov P. P. Kolichestvennye metody pochvenno – al'gologicheskikh issledovanij [Quantitative methods of soil - algological research]. Ufa: Bashkir branch of Academy of Science of USSR, 1986. (In Russian).

Ros M., Hernander N. T., Garsia C. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. In: Soil Biology and Bioch. Vol. 35 (2003): 463–469.

R. F. Hasanova, Ya. T. Suyundukov, I. N. Semenova
Sibai, Russia

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL STATUS OF SOIL STEPPE AGROECOSYSTEMS ON INDICATORS OF BIOLOGICAL ACTIVITY

Abstract. Studied enzymatic and microbiological activity of soils on agrocenoses and shows the integral evaluation of their biological condition in a steppe Trans-Urals Republic of Bashkortostan.

The enzymatic activity of soils was studied by the following methods: catalase activity – on A. S. Galstyan (1974); cellulose – by applications, proteolytic – to reduce the weight of nitrogen-containing substances gelatin, urease on account of quantity of ammonia in the decomposition of urea. To assess the ecological state of soil agroecosystems integral indicator of the biological condition of the soil was used (IPBS) (Valkov et al., 2001). The number of major ecological and trophic groups of microorganisms set by planting soil suspension of dilutions on agar nutrient medium meat-peptone agar (MPA), starch-ammonia agar (SAA), an empty agar (GA), agar soil extract (PA). The characterization of the microbial community structure was carried out by the coefficients: immobilization of mineral nitrogen (K_{imm}) oligotrophicity factor (K_{olig}).

Based on data analysis of the enzymatic activity of ordinary chernozem steppe Trans-Urals on different grounds it can be concluded that the use of arable land has a negative impact on the level of hydrolytic enzymes. Reducing the integral index of the biological activity of soils under arable crops may indicate a violation of their information, as well as the biochemical, physico-chemical, chemical and holistic ecosystem.

The specific structure of microbial communities in soils under virgin prevents nitrogen removal outside the ecosystem. Agricultural use of soil leads to increased mineralization processes and, consequently, to reduce the content of nitrogen in the ecosystem. The cultivation of perennial grasses improves the biological condition of the soil, which will undoubtedly affect their fertility. These results confirm that the figures presented in the enzymatic and microbial activity can be recommended as welfare indicators of soil environment, reflecting the functional state of the soil biota.

Key words: enzymatic activity; microflora; agrocenosis; ordinary chernozem.

About the authors: Rezeda Firgatovna Hasanova¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Researcher; Yalil Tuhvatovich Suyundukov², Doctor of Biology Sciences (Grand PhD), Head of the Research Center in Sibay; Irina Nikolaevna Semenova³, Doctor of Biological Sciences (Grand PhD), Researcher.

Place of employment: ^{1,2,3}Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan.

Хасанова Р. Ф., Суяндукров Я. Т., Семенова И. Н. Оценка экологического состояния почв степных агроэкосистем по показателям биологической активности // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 103–108.

Hasanova R. F., Suyundukov Ya. T., Semenova I. N. Assessment of environmental status of soil steppe agroecosystems on indicators of biological activity // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 103–108.

ЗАВИСИМОСТЬ АККУМУЛЯЦИИ РАСТЕНИЯМИ НИКЕЛЯ И КАДМИЯ ОТ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ

Аннотация. Одной из наиболее острых экологических проблем последних десятилетий является возрастающее техногенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Они представляют собой серьезную угрозу для живых организмов, прежде всего, из-за их высокой токсичности. Хотя многие тяжелые металлы и не являются необходимыми для нормальной жизнедеятельности растений химическими элементами, тем не менее могут ими активно поглощаться и долго сохранять токсические свойства, оказывая тем самым длительное негативное действие и последствие на организм.

Целью данной работы является установление зависимости аккумуляции растениями никеля и кадмия от их концентрации. В ходе работы были проведены эксперименты по выращиванию разных сортов редиса *Raphanus sativus* L. и кукурузы *Zea mays* L. в условиях гидропоники в растворах, содержащих разные концентрации кадмия и никеля. Анализировали внешние проявления действия тяжелых металлов, а также изменение массы растений. Содержание тяжелых металлов в корнях и надземных частях растений измеряли с помощью метода пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии.

В результате было установлено, что добавление тяжелых металлов вызывает возникновение некрозных пятен на листьях, свидетельствующее о нарушении нормальной деятельности метаболических центров и течения метаболических процессов. Анализ зависимости концентраций металлов в растениях и в растворе показал, что кадмий является высокотоксичным элементом даже при невысоком его содержании и характеризуется интенсивным перемещением внутри растения. Токсичность никеля и его транслокация сильно зависят от вида растения. Например, кукуруза SN вообще не накапливает никель в надземных частях растения во всем исследуемом диапазоне концентраций.

Показано, что выявленные тенденции накопления ионов кадмия и никеля в различных частях растений можно использовать для доочистки сточных вод ризофильтрацией с последующим применением выращенной биомассы как на корм скоту, так и в пищу человеку в зависимости от вида растения и концентрации тяжелых металлов в сточных водах.

Ключевые слова: тяжелые металлы; токсичность; аккумуляция; биомасса; индекс толерантности; ризофильтрация; предельно-допустимая концентрация

Сведения об авторах: Елена Николаевна Елизарьева¹, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды; Юлай Аглямович Янбаев², доктор биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды; Алексей Юрьевич Кулагин³, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения; Искандер Юсуфович Усманов⁴, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии.

Место работы: Башкирский государственный университет^{1,2}; Уфимский институт биологии РАН³, Нижневартовский государственный университет⁴.

Контактная информация: ¹450000, г. Уфа, ул. Губкина, д. 10 Б, тел. 8 917 777 5330, e-mail: elizareva_en@mail.ru; ²450000, г. Уфа, ул. 3. Валиди, д. 32, тел. 8 (347) 2299662, 8 (347) 2736774, e-mail: yanbaev_ua@mail.ru; ³450054, г. Уфа, проспект Октября, д. 69, тел. 8 (347) 2356103; ³628605, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, каб. 317, тел. 8 (3466) 451820, . E-mail: , ³coolagin@list.ru, ⁴iskander.usmanov@mail.ru.

Кадмий хорошо известен как элемент, токсичный для живых организмов уже при низких концентрациях (Azizian et al. 2011). Токсичность кадмия для растений проявляется в нарушении активности ферментов, торможении фотосинтеза, нарушении транспирации, а также ингибировании восстановления NO₂ до NO (Khadijeh et al. 2011). Кроме того, в метаболизме растений он является антагонистом ряда элементов питания (Zn, Cu, Mn, Ni, Se, Ca, Mg, P) (Sharma, Dhiman 2013). При токсичном воздействии металла у растений наблюдаются задержка роста, повреждение корневой системы

и хлороз листьев. Кадмий достаточно легко поступает из почвы и атмосферы в растения. По фитотоксичности и способности накапливаться в растениях в ряду тяжелых металлов он занимает первое место (Swain et al. 2014).

Биологическая роль никеля заключается в участии в структурной организации и функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК и белка. Наряду с этим он присутствует и в гормональной регуляции организма. По своим биохимическим свойствам никель весьма схож с железом и кобальтом. До настоящего времени в литературе не встреча-

ются данные о дефиците никеля для растений, однако в ряде экспериментов установлено положительное влияние внесения никеля в почвы на урожайность сельскохозяйственных культур, которое, возможно, связано с тем, что он стимулирует микробиологические процессы нитрификации и минерализации соединений азота в почвах (Di Salvatore 2012). Токсичность никеля для растений проявляется в подавлении процессов фотосинтеза и транспирации, появлении признаков хлороза листьев (Syama et al. 2016).

Целью данной работы является установление зависимости аккумуляции растениями никеля и кадмия от их концентрации. В процессе исследования семена растений, названия которых приведены в таблице 1, проращивались в чашках Петри на песке в течение 4–7 дней.

Затем пророщенные семена перемещались на сетку, укрепленную на горловине сосуда объемом 1 л. Сосуд заполнялся раствором Хоагланда (Watson et al. 2003), в состав которого входят соли $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 , Fe-EDTA , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 . Для данной серии экспериментов использовался раствор, разбавленный в 4 раза по сравнению с оригинальной рецептурой (1/4-strength modified).

Через 2 недели в раствор Хоагланда вводились добавки разных концентраций никеля и кадмия (см. табл. 2). Там же показано отношение концентрации металла в растворе к значению предельно допустимой концентрации (ПДК) для водоемов хозяйственно-питьевого (ПДК_{х.п.в.}) и рыбохозяйственного (ПДК_{р.х.}) назначения.

Таблица 1

Перечень семян, использованных в исследованиях

Растение	Видовое название (Николаева, Паутова 2002)	Сорта	Условное обозначение
Редис	<i>Raphanus sativus</i> L.	French breakfast	FB
		Cherry belle	CB
		Long white icicle	LWI
		Mixed	M
Кукуруза	<i>Zea mays</i> L.	F1 Sweet nugget	SN
		F1 Kelvedon glory	KG

Таблица 2

Характеристика растворов никеля и кадмия

C _{р-р} , μМ	Никель			Кадмий		
	C _{р-р} , мг/л	$\frac{C_{р-р}}{\text{ПДК}_{\text{х.п.в.}}}$	$\frac{C_{р-р}}{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}$	C _{р-р} , мг/л	$\frac{C_{р-р}}{\text{ПДК}_{\text{х.п.в.}}}$	$\frac{C_{р-р}}{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}$
1	0,06	0,6	6	0,11	110	22
2	0,12	1,2	12	0,23	230	46
5	0,29	3	29	0,56	560	112
10	0,59	6	59	1,12	1120	224
20	1,17	12	117	2,25	2250	450

Растения выращивались в теплице при температуре 25–27 °С, которая соответствует среднемноголетней температуре летнего сезона на территории Башкортостана (Afanasev et al. 2014). Через 3 недели растения удалялись из раствора. Корни отделялись от зеленой массы,

промывались и сушились в сушильной печи в течение суток при температуре 70 °С, затем взвешивались. По результатам взвешивания рассчитывался индекс толерантности для побегов (ИТП), корней (ИТК) и всей биомассы исследуемых растений (ИТБ) (табл. 3, 4).

Таблица 3

Порядок расчета индекса толерантности растения к воздействию тяжелых металлов (Ismail 2013)

Формула	Градации
<p>Индекс толерантности:</p> $ИТ = \frac{M_{Me}}{M_K} \times 100\%$ <p>где M_{Me} – вес сухой биомассы растения, выращенного с добавлением металлов, г; M_K – вес сухой биомассы контрольного растения, выращенного в растворе Хоагланда, г. Индекс толерантности рассчитывается для побегов (ИТП), корней (ИТК) и всей биомассы в целом (ИТБ).</p>	<p>ИТ>100% – стимулирующее воздействие; ИТ = 100% – отсутствие влияния; ИТ<100% – угнетающее влияние анализируемых концентраций тяжелых металлов на рост растения; ИТ = 50% – минимальный желательный объем биомассы при произрастании на загрязненной среде.</p>

Затем высушенные растения измельчались в настольной мельнице (Glen Creston hammer cutter mill, England) с 1,5 мм сеткой. Измельченная биомасса растений подвергалась кислотной минерализации. Навеска биомассы 0,2–0,5 г минерализовалась в 10 мл 69% азотной кислоты и после выдерживания при комнатной температуре в течение 12 часов помещалась в блок разложения на 3 часа при температуре 120 °С (до прекращения выделения оксидов азота). После окончания процесса минерализации и охлаждения пробирок в них добавлялось 10 мл дистиллированной воды, после чего содержимое отфильтровывалось через фильтровальную бумагу № 541 (соответствует отечественной фильтровальной бумаге с синей лентой) в мерные колбы, осадок на фильтре промывался дистиллированной водой, и объем раствора доводился до 50 мл. Полученные пробы переливались в 60-мл пластиковые бутылки.

Содержание металлов определялось с помощью метода пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Сравнение полученных значений индекса толерантности (табл. 4) с внешним видом растений (рис. 1, 2) показало, что значение ИТБ>100% не свидетельствует о стимулирующем действии металлов на рост растений. Об этом свидетельствуют их угнетенный вид и на-

личие хлорозных и некротических пятен на листьях. Часть биомассы представляла собой растительную массу с нарушением нормальной деятельности метаболических центров и течения метаболических процессов.

Был проведен корреляционный анализ для установления тесноты связи между концентрацией металлов в растворе и в различных частях растений (рис. 3, табл. 5). Величина коэффициента корреляции варьировалась от 0,73 до 0,99, что соответствует тесной (0,71÷0,9) и очень тесной линейной связи (0,91 и выше) (Трухачева 2012). Анализ зависимости концентраций металлов в растениях и в растворе показал, что для аккумуляции как никеля, так и кадмия редисом FB и кукурузой SN (аккумуляция никеля – только корнями) характерна линейная зависимость. Установлено, что кукуруза SN вообще не накапливает никель в надземных частях растения во всем исследованном диапазоне концентраций.

Анализ корреляции между концентрациями металлов в растворе и индексом толерантности растений показал, что тесной корреляционной зависимостью характеризуется только ИТБ редиса от концентрации никеля в растворе ($r=0,92$), в остальных случаях зависимость была слабой и имела обратный характер.

Таблица 4

Индекс толерантности, %

Концентрация металла в растворе	Кукуруза SN						Редис FB							
	Ni			Cd			Ni				Cd			
	ИТ П	ИТ К	ИТ Б	ИТ П	ИТ К	ИТ Б	ИТ П	ИТ К	ИТП л	ИТ Б	ИТ П	ИТ К	ИТП л	ИТ Б
1 μM	181	145	172	148	155	149	88	88	143	117	85	88	117	102
2 μM	118	123	119	109	98	106	85	63	161	124	112	100	184	150
5 μM	84	68	80	74	70	73	97	88	140	119	144	63	217	178
10 μM	90	70	85	73	68	72	122	100	160	141	108	75	173	141
20 μM	84	68	80	58	58	58	119	88	179	149	63	88	129	99

Таблица 5

Концентрация металлов в сладкой кукурузе SN, мг Ме/кг сухой массы

Концентрация металла в растворе	Кукуруза SN				Редис FB					
	Ni		Cd		Ni			Cd		
	Побеги	Корни	Побеги	Корни	Побеги	Плоды	Корни	Побеги	Плоды	Корни
1 μM	нпо	4,9	12,0	47,3	3,23	9,97	–	6,1	нпо	70,72
2 μM	нпо	16,3	41,3	146,1	14,05	23,7	–	31,8	17,78	171,6
5 μM	нпо	100,7	100,1	319,9	21,3	34,8	78,61	40,1	30,92	569,43
10 μM	нпо	359,9	128,1	441,4	84,9	95,1	146,53	219,2	112,10	792,93
20 μM	нпо	544,1	133,8	752,1	209,8	387,6	1000	504,4	231,12	2073,55

Полученные результаты подтверждают данные о возможности извлечения кадмия и никеля из сточных вод с помощью ризофилтрации путем пропускания сточных вод через установки с высшими наземными растениями, выращиваемыми гидропонным методом, т.к. их длинная, волокнистая и густая, покрытая волосками, корневая система способна абсорбировать, концентрировать или осаждавать тяжелые металлы (Januaga et al. 2008).

Анализ результатов проверки соответствия концентраций в исследуемых растениях

критерию безопасности (Елизарьев и др. 2015) показал, что кукуруза SN может быть использована для ризофилтрации сточных вод, содержащих никель в пределах $1 \div 20 \mu\text{M}$ с последующим применением биомассы как на корм скоту, так и в пищу человеку (табл. 6). В случае с кадмием, биомасса кукурузы SN не пригодна для этих целей. Редис FB накапливает тяжелые металлы в количествах, не превышающих допустимых норм, лишь при минимальных концентрациях кадмия ($1 \mu\text{M}$) и никеля ($1 \div 2 \mu\text{M}$).

Таблица 6

Соотношение концентраций никеля и кадмия в сырой биомассе с МДУ их содержания в корме скота (Починова 2014) и с ПДК в пище человека (СанПиН 2.1.7.573-96)

Концентрация металла в растворе	Кукуруза SN				Редис FB			
	Ni		Cd		Ni		Cd	
	МДУ	ПДК _{п.п.}	МДУ	ПДК _{п.п.}	МДУ	ПДК _{п.п.}	МДУ	ПДК _{п.п.}
1 μM	0,12*	0,02*	5	47	0,2	1	1,2*	1,2*
2 μM	0,12*	0,02*	16	162	0,6	3	42	42
5 μM	0,12*	0,02*	39	393	0,8	5	74	74
10 μM	0,12*	0,02*	50	502	2	14	267	267
20 μM	0,12*	0,02*	52	525	9	55	550	550

Примечание. * – рассчитаны по значению предела обнаружения (0,5 мг / кг сухой массы).

Таким образом, согласно полученным данным кадмий является высокотоксичным элементом даже при невысоком его содержании и характеризуется интенсивным перемещением внутри растения. Токсичность никеля и его транслокация сильно зависят от вида растения.

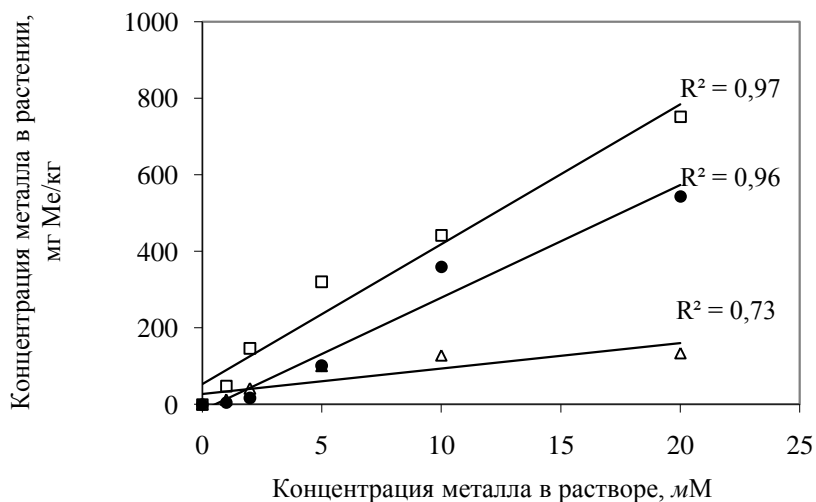
Выявленные тенденции накопления ионов кадмия и никеля в различных частях растений можно использовать для доочистки сточных вод ризофильтрацией с последующим применением выращенной биомассы как на корм скоту, так и в пищу человеку в зависимости от вида растения и концентрации тяжелых металлов в сточных водах.



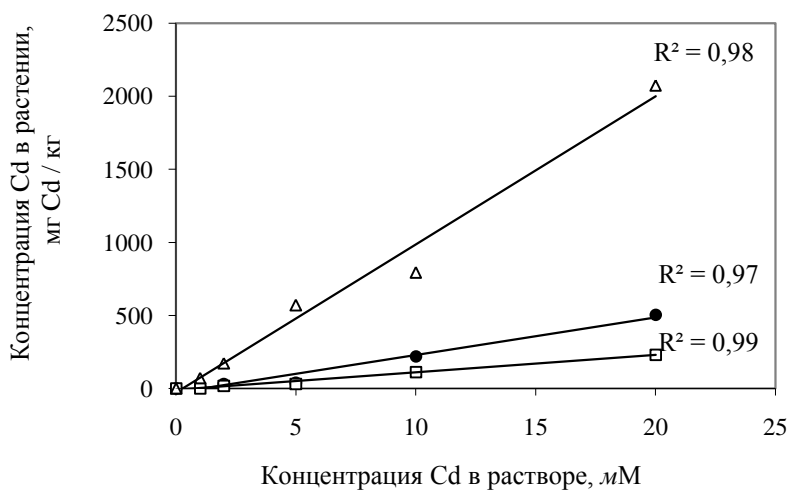
Рис. 1. Кукуруза SN, выращенная в растворе, содержащем разные концентрации Cd и Ni



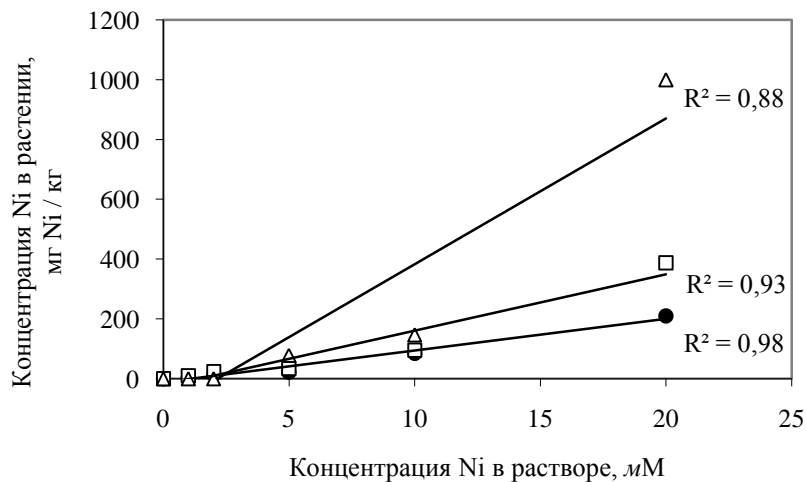
Рис. 2. Редис CB, выращенный в растворе, содержащем разные концентрации Cd и Ni



△ Кукуруза побеги Cd □ Кукуруза корни Cd ● Кукуруза корни Ni



● Редис Побеги □ Редис Плоды △ Редис Корни



● Редис Побеги □ Редис Плоды △ Редис Корни

Рис. 3. Зависимость концентрации металлов в растениях от их концентрации в растворе

ЛИТЕРАТУРА

Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. 1997. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.7.573–96. М.: ИИЦ Минздрава России.

Елизарьев А. Н., Насыров А. Н., Насырова Э. С. 2015. Комплексная оценка экологического состояния водоемов урбанизированных территорий (на примере г. Уфа) // Вода: химия и экология. 9, 3–11.

Николаева М. Г., Паутова И. А. 2002. Краткий словарь русских названий растений. СПб.: Издательство ООО «Росток».

Починова Т. В., Захаров Н. Г. 2014. Влияние норм внесения осадков сточных вод на качество зеленой массы кукурузы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 4 (28), 30–35.

Трухачева Н. В. 2012. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. М.: «ГЭОТАР-Медиа».

Afanasev I., Volkova T., Elizaryev A., Longobardi A. 2014. Analysis of interpolation methods to map the long-term annual precipitation spatial variability for the Republic of Bashkortostan, Russian Federation // WSEAS Transactions on Environment and Development. 10 (1), 405–416.

Azizian A., Amin S., Noshadi M., Maftou N. M., Emam Y. 2011. Phytoremediation Potential of Corn and Oat for Increased Levels of Soil Cadmium under Different Irrigation Intervals // Iran Agricultural Research. 30 (1.2), 47–60.

Di Salvatore M., Carafa A. M., Mingo A., Carratù G. 2012. Evaluation of Heavy Metal Toxicity on Radish: Comparison between Soil and Floating Hydroponics Systems // American Journal of Experimental Agriculture. 2 (2), 174–185.

Ismail S., Khan F., Iqbal Z. M. 2013. Phytoremediation: assessing tolerance of tree species against heavy metal (Pb and Cd) toxicity // Pakistan Journal of Botany. 45(6), 2181–2186.

Khadijeh B., Kholderarin B., Moladshohi A. 2011. Effect of Cd on growth, protein content and peroxidase activity in Pea plants // Pakistan Journal of Botany. 43(3), 1467–1470.

Sharma A., Dhiman A. 2013. Nickel and Cadmium toxicity in plants // Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation. 2 (2), 20–24.

Swain G., Adhikari S., Mohanty P. 2014. Phytoremediation of Copper and Cadmium from Water Using Water Hyacinth, Eichhornia Crassipes // International Journal of Agricultural Science and Technology. 2 (1), 1–7.

Syama N., Wardiyatib T., Maghfoerb M. D., Handyantoc E., Ibrahima B., Muchdara A. 2016. Effect of Accumulator Plants on Growth and Nickel Accumulation of Soybean on Metal-contaminated Soil // Agriculture and Agricultural Science Procedia. 9, 13–19.

Januarya M. C., Cutrighta T. J., Van Keulenb H., Weic R. 2008. Hydroponic phytoremediation of Cd, Cr, Ni, As, and Fe: Can Helianthus annuus hyperaccumulate multiple heavy metals? // Chemosphere. 70 (3), 531–537.

Watson C., Pulford I. D., Riddell-Black D. 2003. Development of a hydroponic screening technique to access heavy metal resistance in willow (Salix) // International journal of phytoremediation. 5 (4), 333–349.

REFERENCES

Gigiyenicheskiye trebovaniya k ispol'zovaniyu stochnykh vod i ikh osadkov dlya orosheniya i udobreniya. Sanitarnyye pravila i normy [Hygienic requirements for waste water use and its elements for irrigation and fertilization]. In: Sanitarnie Pravila i Normy 2.1.7.573–96 [Sanitary Rules and Regulations 2.1.7.573–96]. Moscow: Ministry of Healthcare of Russia, 1997. (In Russian).

Elizaryev A. N., Nasyrov A. N., Nasyrova E. S. In: Voda: khimiya i ekologiya [Water: Chemistry and Ecology]. Vol. 9 (2015): 3–11. (In Russian).

Nikolayeva M. G., Pautova I. A. Kratkiy slovar' russkikh nazvaniy rasteniy [Reduced dictionary of plant names]. St. Petersburg: Izdatel'stvo ООО «Rostok», 2002. (In Russian).

Pochinova T. V., Zakharov N. G. In: Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy]. Vol. 4 (28) (2014): 30–35. (In Russian).

Trukhacheva N. V. Matematicheskaya statistika v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s primeneniym paketa Statistica [Mathematical Statistics in medical and biological research with the use of software Statistica]. Moscow: «GEO-TAR-Media», 2012. (In Russian).

Afanasev I., Volkova T., Elizaryev A., Longobardi A. Analysis of interpolation methods to map the long-term annual precipitation spatial variability for the Republic of Bashkortostan, Russian Federation. In: WSEAS Transactions on Environment and Development 10 (1) (2014): 405–416.

Azizian A., Amin S., Noshadi M., Maftou N. M., Emam Y. Phytoremediation Potential of Corn and Oat for Increased Levels of Soil Cadmium under Different Irrigation Intervals. In: Iran Agricultural Research 30 (1.2) (2011): 47–60.

Di Salvatore M., Carafa A. M., Mingo A., Carratù G. Evaluation of Heavy Metal Toxicity on Radish: Comparison between Soil and Floating Hydroponics Systems. In: American Journal of Experimental Agriculture 2 (2) (2012): 174–185.

Ismail S., Khan F., Iqbal Z. M. Phytoremediation: assessing tolerance of tree species against heavy metal (Pb and Cd) toxicity. In: Pakistan Journal of Botany 45(6) (2013): 2181–2186.

Khadijeh B., Kholderarin B., Moladshohi A. Effect of Cd on growth, protein content and peroxidase activity in Pea plants. In: Pakistan Journal of Botany 43(3) (2011), 1467–1470.

Sharma A., Dhiman A. Nickel and Cadmium toxicity in plants. In: Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation 2 (2) (2013): 20–24.

Swain G., Adhikari S., Mohanty P. Phytoremediation of Copper and Cadmium from Water Using Water Hyacinth, Eichhornia Crassipes. In: International Journal of Agricultural Science and Technology 2 (1) (2014): 1–7.

Syama N., Wardiyatib T., Maghfoerb M. D., Handayantoc E., Ibrahima B., Muchdara A. Effect of Accumulator Plants on Growth and Nickel Accumulation of Soybean on Metal-contaminated Soil. In: Agriculture and Agricultural Science Procedia 9 (2016): 13–19.

Januaria M. C., Cutrighta T. J., Van Keulenb H., Weic R. Hydroponic phytoremediation of Cd, Cr, Ni, As, and Fe: Can Helianthus annuus hyperaccumulate multiple heavy metals? In: Chemosphere 70 (3) (2008): 531–537.

Watson C., Pulford I. D., Riddell-Black D. Development of a hydroponic screening technique to access heavy metal resistance in willow (*Salix*). In: International journal of phytoremediation 5 (4) (2003): 333–349.

E. N. Elizareva¹, Y. A. Yanbaev¹, A. Y. Kulagin¹, I. Y. Usmanov²
Ufa¹, Nizhnevartovsk², Russia

DEPENDENCE OF NICKEL AND CADMIUM ACCUMULATION BY PLANTS ON THEIR CONCENTRATION

Abstract. One of the most important environmental issues of recent decades is the increasing anthropogenic heavy metals pollution. They are hazardous because of their high degree of toxicity. While many heavy metals are not found as necessary elements for normal functioning of the plant, however they are actively absorbed by plants and persist toxic properties, thereby providing long-term adverse effects.

The aim of this work is to establish the dependence of the cadmium and nickel uptake by plants based on their concentration. Different varieties of radish *Raphanus sativus* L. and corn *Zea mays* L. were grown in hydroponic conditions in solutions containing varying concentrations of cadmium and nickel. Changes in plants appearance and weight due to presence of heavy metals were analysed. The heavy metal content in the roots and aerial parts of the plants was measured by the method of flame atomic absorption spectrometry.

As a result, it was found that the addition of heavy metals lead to occurrence of necrotic spots on the leaves, indicating a disruption of normal metabolism. Analysis of metal concentrations in plants and in solution showed that cadmium is a highly toxic element, even at a low content, and is characterized by its intense movement within the plant. The toxicity of nickel and its translocation strongly depend on the plant species. For example, corn SN does not accumulate nickel in the aerial parts of the plant over the entire analysed range of concentration.

It was shown that the identified tendencies of nickel and cadmium uptake by different parts of plants may be used for waste water treatment by rhizofiltration with subsequent application of grown biomass as cattle feed or for human food, depending on the plant species and the concentration of heavy metals in the wastewater.

Key words: heavy metals; toxicity; uptake; biomass; index of tolerance; rhizofiltration; maximum allowable concentration.

About the authors: Elena Nikolayevna Elizareva¹, Candidate of Technical Science (PhD), Assistant Professor at the Department of Life Safety and Environmental Protection; Yulay Aglyamovich Yanbaev², Doctor of Biological Science (Grand PhD), Professor at the Department of Life Safety and Environmental Protection, Alexey Yurevich Kulagin³, Doctor of Biological Science (Grand PhD), Professor, Head of Laboratory of Forestry; Iskander Yusufovich Usmanov⁴, Doctor of Biological Science (Grand PhD), Professor at the Department of Ecology.

Place of employment: ^{1,2}Bashkir state university; ³ Ufa Institute of Biology of the Russian Academy Sciences; ⁴Nizhnevartovsk State University.

Елизарьева Е. Н., Янбаев Ю. А., Кулагин А. Ю., Усманов И. Ю. Зависимость аккумуляции растениями никеля и кадмия от их концентрации // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 109–116.

Elizareva E. N., Yanbaev Y. A., Kulagin A.Y., Usmanov I. Y. Dependence of nickel and cadmium accumulation by plants on their concentration // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 109–116.

МОНИТОРИНГ ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА СУРГУТА

Аннотация. В статье представлены данные фитопатологического состояния зеленых насаждений города Сургута в период 2011–2015 гг. Наблюдения за динамикой развития инфекционных болезней растений в отчетный период показали высокостабильное развитие микозов, степень распространения которых в городских насаждениях составляет 5,2–99,7%, интенсивность поражения растений – 9,2–72,8%, что значительно превышает пороговые значения. Возбудителями болезней деревьев и кустарников являются высшие фитопатогенные грибы отделов Deuteromycota, Ascomycota и Basidiomycota. Грибы поражают листья и хвою растений, вызывают поражение ветвей и стволов, что приводит к нарушению биохимических и физиологических процессов в растении, потере их функциональных и декоративных свойств, частому заселению стволовыми вредителями.

Из возбудителей некрозно-раковых болезней широкий спектр растений-хозяев имеет гриб *Tubercularia vulgaris*. В насаждениях Сургута он вызывает туберкуляриевый (нектриевый) некроз *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Padus avium*, *Crataegus sanguinea*, *Ulmus laevis* и *U. pumila*. Восприимчивым к некрозно-раковым болезням является *Ulmus pumila*; к мучнистой росе – декоративные кустарники *Caragana arborescens*, *Crataegus sanguinea*, деревья – *Populus tremula*, *Betula pubescens*, из ягодных культур – *Ribes nigrum*; восприимчивыми к ржавчине являются *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Crataegus sanguinea*, *Sorbus sibirica* и *Salix viminalis*; пятнистостям – *Populus nigra*, *Salix dasyclados*. Для улучшения состояния растений в насаждениях города Сургута необходимо применять лесохозяйственные методы, включающие комплекс мероприятий и правил, направленных на создание оптимальных условий для роста и развития растений и повышения их устойчивости к болезням и другим неблагоприятным факторам окружающей среды.

Ключевые слова: фитопатологическое состояние; мониторинг; возбудитель; болезни растений; вредность.

Сведения об авторах: Татьяна Анатольевна Макарова¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии растений; Петр Николаевич Макаров², кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии растений.

Место работы: Институт естественных и технических наук Сургутского государственного университета.

Контактная информация: ^{1,2}628400, г. Сургут, ул. Ленина, д. 1,
^{1,2}e-mail: tatiana.makarowa2010@yandex.ru.

Введение

Исследования по оценке фитопатологического состояния растений в г. Сургуте и его окрестностях проводятся специалистами кафедры ботаники и экологии растений с 2004 г. Работа направлена на выявление причин и диагностику инфекционных болезней древесно-кустарниковых растений. Применяемые методы исследований позволяют установить этиологию болезней (инфекционные, неинфекционные), определить возбудителей инфекционных заболеваний и степень их вредности (распространение (P,%) и интенсивность поражения растений (R,%) в различных типах городских насаждений, изучить фенологию опасных фитопатогенов с целью организации, планирования и проведения своевременных и целенаправленных мер по защите растений от инфекционных болезней. В данной статье представлены результаты работы за период 2011–2015 гг.

Методы исследования

Фитопатологические исследования проводили на территории города Сургута и его окрестностей. Рекогносцировочному и детальному обследованию подвергались кустарники и деревья различных типов городских насаждений (лесопарков, скверов, бульваров, живых изгородей) и лесных массивов. Для диагностики возбудителей болезней применяли общепринятые фитопатологические и микологические методы исследований (Соколова и др. 2006: 102; Соколова, Галасьева 2006: 36; Соколова, Галасьева 2008: 96; Чумаков и др. 1974: 191). Идентификация возбудителей болезней проведена специалистами Московского государственного университета леса (кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом Э. С. Соколовой).

Результаты и их обсуждение

На территории Сургута расположены три многофункциональных лесопарка, 12 скверов, общей площадью свыше 125 га. Растительность городских насаждений представлена 76 видами деревьев и кустарников, из них 50% – интродуценты. Функционирование, структура и долголетие растений в насаждениях определяется, прежде всего, их фитопатологическим состоянием. Наблюдения за динамикой развития инфекционных болезней растений в отчетный период показали высокостабильное развитие микозов, степень распространения которых в городских насаждениях ежегодно составляет 50% и более. Возбудителями болезней являются высшие фитопатогенные грибы отделов Deuteromycota, Ascomycota и Basidiomycota

(Макарова, Макаров 2016: 63). Грибы поражают листья и хвою растений, вызывают поражение ветвей и стволов, что приводит к ослаблению растений, снижению показателей роста, нарушению фотосинтеза, дыхания, транспирации, изменению биохимических процессов в растении и, как следствие, к потере их функциональных и декоративных свойств, снижению жизнеспособности древостоя, заселению стволовыми вредителями, часто к гибели растений, нарушению структуры насаждений.

Потенциально опасными в насаждениях Сургута являются некрозно-раковые болезни (Макарова, Медведович 2015: 164–166). Грибы поражают кору, сосудистую систему и древесину растений (табл. 1).

Таблица 1

Некрозно-раковые болезни деревьев и кустарников, степень их вредоносности в насаждениях города Сургута в период 2011–2015 гг.

Порода	Название болезни	Возбудитель болезни	P, %	R, %
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Ценангиевый некроз	<i>Cenangium ferruginosum</i> Fr.	25,0	15,2
	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	37,5	12,5
	Смоляной рак (серянка)	<i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. Et Schwein) G. Winter.	5,2	10,0
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	31,7	14,5
<i>Betula pendula</i> Roth.	Тримматостромовый некроз	<i>Trimmatostroma betulinum</i> (Corda) S. Hughes	53,4	16,7
	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	43,3	14,2
<i>Salix caprea</i> L.	Цитоспоровый некроз	<i>Valsa ambiens</i> (Pers.) Fr.	54,5	22,7
<i>Salix viminalis</i> L.	Диплодиновый некроз	<i>Cryptodiaporthe salicella</i> (Fr.) Petr.	28,5	16,1
	Цитоспоровый некроз	<i>Valsa ambiens</i> (Pers.) Fr.	37,8	14,8
<i>Salix phylicifolia</i> L.	Тримматостромовый некроз	<i>Trimmatostroma salicis</i> Corda.	10,7	9,5
<i>Populus tremula</i> L.	Цитоспоровый некроз	<i>Cytospora chrysosperma</i> Pers. Fr.	23,3	13,5
<i>Populus nigra</i> L.	Бурый цитоспоровый некроз	<i>Cytospora chrysosperma</i> Pers. Fr.	62,0	20,2
<i>Padus avium</i> Mill.	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	34,6	13,8
<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	53,0	23,1
	Некроз ветвей рябины	<i>Dothiora pyrephora</i> (Fr.) Fr.	21,3	19,7
<i>Viburnum opulus</i> L.	Некроз ветвей	<i>Cryptostictis brachypoda</i> (Sacc.) Guba.	42,9	20,0
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	26,5	9,2
	Коринеумовый некроз	<i>Coryneum foliicola</i> Fuckel.	31,6	10,5
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Камароспориевый некроз	<i>Camarosporium caraganae</i> Karst.	39,4	15,3
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia nigricans</i> (Bull.) Link.	38,6	11,7
	Диплодиевый некроз	<i>Diplodia melaena</i> Lev.	23,4	12,5
<i>Ulmus pumila</i> L.	Инфекционное усыхание (тиростомоз)	<i>Thyrostoma compactum</i> Sacc.	93,2	72,8
	Туберкуляриевый некроз	<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode.	32,8	14,1

Из возбудителей некрозно-раковых болезней широкий спектр растений-хозяев имеет гриб *Tubercularia vulgaris*. В насаждениях Сургута он вызывает туберкуляриевый (нектриевый) некроз растений *Pinus sylvestris*, *Betula*

pubescens, *B. pendula*, *Padus avium*, *Crataegus sanguinea*, *Ulmus laevis* и *U. pumila*. Симптомы проявления болезни на деревьях и кустарниках схожи: на пораженных побегах и ветвях хорошо заметны конидиальные стромы гриба,

имеющие вид гладких розовых выпуклых подушечек, выступающих из трещин коры (рис. 1).

Восприимчивым к некрозно-раковым болезням является вяз мелколистный (*Ulmus pumila*). Гибель посадок декоративного кустарника вызывает гриб *Thyrostoma compactum*. В настоящее время качественные показатели бо-

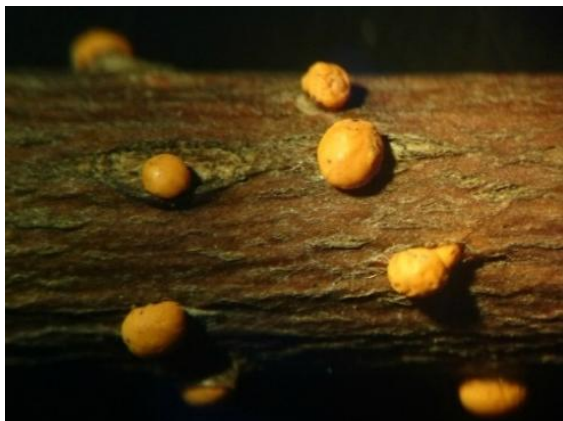


Рис. 1. *Tubercularia vulgaris*
напобегах *Ulmus laevis*



Рис. 2. *Thyrostoma compactum*
напобегах *Ulmus pumila*

Болезнь оказывает существенное влияние на рост и развитие кустарника: при первой степени поражения растений тиростомозом снижение прироста происходит более чем на 30% ($26,4 \pm 1,57$ см), второй и третьей степени – прирост полностью отсутствует. Дальнейшее развитие пораженного кустарника происходит за счет образования пучков водяных побегов, образующихся на скелетных ветвях и стволах растений. Болезнь приводит к нарушению деятельности проводящих тканей растений, быстрому отмиранию окольцованных некрозом ветвей и постепенному усыханию кустарника. За короткий период времени кустарник приобретает характерный растрепанный внешний вид и полностью утрачивает декоративность. Высокая степень поражения кустарника тиростомозом в условиях Сургута говорит о восприимчивости интродукента к возбудителю болезни и необходимости выведения кустарника из культуры озеленения.

Для лиственных пород наибольшую опасность представляют грибы, вызывающие мучнистую росу (табл. 2). При поражении растений мучнисторосянными грибами (узкоспециализированными облигатными паразитами) нарушаются физиологические функции листь-

лезни в городских насаждениях очень высокие: степень распространения тиростомоза составляет 93,2%, интенсивность поражения растений – 72,8%. На пораженных ветвях растений образуются многочисленные спороношения гриба. Они имеют вид темно-бурых, бархатистых подушечек, выступающих из разрывов коры (рис. 2).

ев, что ведет к их преждевременному засыханию.

В начале лета на восприимчивых к болезни растениях развивается белый мучнистый налет, впоследствии темнеющий из-за образования плодовых тел (клейстотетий) гриба (рис. 3, 4). Грибной налет образуется на плодах, стеблях и листьях растений. Мучнисторосяные грибы зимуют в форме клейстотетий на пораженных частях растений. Рано весной в полости клейстотетия созревают аскоспоры, осуществляющие первичное заражение здоровых растений. Начало образования летних спор (конидий) гриба в условиях Сургута происходит во II–III декаде июня, массовое – в I декаде июля. Созревшие конидии с помощью ветра, дождя, насекомых в течение всего лета распространяются, заражая новые растения, т.е. являются источником летнего (вторичного) заражения. Высокая степень развития болезни отмечается при средней температуре воздуха в летний период $+20...+23$ °С, относительной влажности воздуха 75,5–80,0%. Заболевание в значительной степени проявляется на ослабленных растениях, пораженных растительноядными клещами, при избытке азотных удобрений в почве и сильной обрезке кустов, испытывающих дефицит влаги.

Распространение мучнистой росы и степень вредоносности болезни
в насаждениях Сургута в период 2011–2015 гг.

Вид растения	Возбудитель болезни	P, %	R, %
<i>Salix viminalis</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev., <i>Phyllactinia guttata</i> (Fr.) Lev.	17,3	10,3
<i>Salix caprea</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	12,0	16,5
<i>Salix triandra</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	10,8	15,2
<i>Salix pentandra</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	9,7	15,0
<i>Salix cinerea</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	11,3	15,5
<i>Salix dasyclados</i> Wimm.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	60,0	49,2
<i>Populus nigra</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	15,1	25,6
<i>Populus tremula</i> L.	<i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev.	82,2	60,0
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	<i>Microsphaera betulae</i> Magn.	45,0	12,3
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	<i>Microsphaera palczewskii</i> Jacz.	99,7	50,3
<i>Crataegus sanguinea</i> L.	<i>Podosphaera oxyacanthae de Bary</i> (= <i>P. clandestine</i> (Wallr.: Fr.) Lev. f. <i>crataegi</i> Jacz.	67,8	18,5
<i>Ribes nigrum</i> L.	<i>Sphaerotheca mors uvae</i> (Schw) Bez. k	21,6	18,5
<i>Lonicera tatarica</i> L.	<i>Microsphaera lonicerae</i> (DC) Wint.	10,2	15,4



Рис. 3. Мучнистая роса караганы



Рис. 4. Мучнистая роса ивы

В городских насаждениях особенно сильно мучнистой росой поражаются декоративные кустарники: *Caragana arborescens*, *Crataegus sanguinea*, деревья – *Populus tremula*, *Betula pubescens*, из ягодных культур – *Ribes nigrum*.

В городских насаждениях растениям наносят вред ржавчинные грибы (табл. 3) – узкоспециализированные облигатные паразиты, имеющие характерные биологические особенности: развитие грибов происходит либо на одном растении (однохозяйные грибы), либо – на разных видах растений (разнохозяйные грибы). При наличии в жизненном цикле гриба разных

растений одно из них является основным растением-хозяином, где образуются урединио-, телио- и базидиальное спороношение гриба, другое – промежуточным растением-хозяином, где развиваются спермогонияльная (пикнидияльная) и эцидияльная стадии.

В условиях Сургута эцидияльная стадия гриба *Melampsorium betulinum* развивается на лиственнице; *Melampsora populina* – на тополе; *Melampsora salicina* – на лиственнице, смородине или луке; *Phragmidium disciflorum* – на шиповнике; телиостадия грибов *Gymnosporangium cornutum* и *G. contusum* – на можжевель-

нике; гриб *Uromyces laburni* имеет неполный цикл развития (эциостадия отсутствует).

У пораженных ржавчиной растений летом на нижней стороне листьев образуются сильно порошащие, желтые или оранжевые, быстро выцветающие подушечки – урединопустулы, выступающие из разрывов эпидермиса (рис. 5). В течение лета образуется несколько генераций урединоспор, заражающих молодые листья. В конце лета на листьях появляются коричневые, слегка выпуклые подушечки телиоспороношений. Телиоспоры зимуют на растительных остатках, весной прорастая в

росток, на верхнем конце которого формируются базидии с базидиоспорами, которые осуществляют заражение промежуточных хозяев. В мае–июне на листьях появляются эции – спороношения в виде мелких желтых пузырьков или в форме рожков (рис. 6), заполненных желто-оранжевой, порошащей массой эциоспор. Споры легко распространяются ветром и заражают листья основного растения-хозяина. На верхней стороне листа хорошо заметны желтые некротические пятна. Пораженные листья желтеют, скручиваются и преждевременно опадают.

Таблица 3

**Развитие ржавчины и степень вредоносности болезни
в зеленых насаждениях города Сургута в период 2011–2015 гг.**

Вид растения	Возбудитель болезни	P,%	R,%
<i>Salix viminalis</i> L.	<i>Melampsora salicina</i> Kleb.	18,3	15,4
<i>Salix caprea</i> L.	<i>Melampsora salicina</i> Kleb.	17,2	14,5
<i>Salix triandra</i> L.	<i>Melampsora salicina</i> Kleb.	16,0	13,4
<i>Salix pentandra</i> L.	<i>Melampsora salicina</i> Kleb.	15,5	13,3
<i>Salix cinerea</i> L.	<i>Melampsora salicina</i> Kleb.	16,5	13,5
<i>Populus tremula</i> L.	<i>Melampsora populnea</i> (Pers.) P. Karst. (= <i>M. tremulae</i> Tul.; <i>M. pinitorqua</i> Rostr.)	78,0	58,0
<i>Betula pendula</i> Roth.	<i>Melampsorium betulinum</i> Kleb.	38,4	26,4
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	<i>Phragmidium disciflorum</i> Jmes.	28,3	15,2
<i>Ribes nigrum</i> L.	<i>Cronartium ribicola</i> Ditr.	37,8	21,4
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Gymnosporangium cornutum</i> Arth. ex F. Kern. (= <i>Gymnosporangium juniperium</i> (L.) Fr.)	10,2	13,6
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	<i>Uromyces laburni</i> (DC) Otth.	10,0	10,6
<i>Crataegus sanguinea</i> L.	<i>Gymnosporangium contusum</i> Plowz.	34,7	25,1



Рис. 5. Уредоспоры на березе



Рис. 6. Эции на листьях рябины

Активному развитию ржавчины способствует влажная и теплая погода в весенне-летний период. Относительно устойчивыми к болезни являются *Betula pubescens*, *Populus nigra*, *P. balsamifera*, восприимчивыми – *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Crataegus sanguinea*, *Sorbus sibirica* и *Salix viminalis*.

В различных типах зеленых насаждений города часто встречаются пятнистости (табл. 4).

Пятна на листьях образуются в начале лета, к концу вегетации растений развитие болезни усиливается. Образованию спор грибов способствуют затяжные дожди или часто выпадающие росы, когда листья продолжительное время находятся в увлажненном состоянии. Для развития большинства грибов оптимальной является температура воздуха от +13 до +18 °С. При массовом поражении растений наблюдаются

ранний листопад, снижаются зимостойкость, защитные и декоративные свойства растений.

В лесопарках города массовое распространение имеет черная пятнистость листьев ивы. В июле на пораженных листьях появляются выпуклые (строматические) пятна черного цвета до 2 см в диаметре (рис. 7). Количество пятен на листовой пластинке может быть свыше 10. Пятна округлой или неправильной формы с характерной желтой каймой. Бесполое спороношение гриба в условиях Сургута происходит во II декаде июля, половое – в I декаде августа. Весной зрелые аскоспоры заражают здоровые листья различных видов ив. Развитию пятнистости способствует повышенная влажность воздуха в весенне-летний период. Сильно поражаются болезнью *Salix viminalis*, *S. cinerea*, *S. caprea*, *S. triandra*, *S. pentandra* и *S. dasyclados* (Макарова и др. 2009: 25–30).

Таблица 4

Пятнистости на листьях растений и степень вредоносности болезней в насаждениях Сургута в период 2011–2015 гг.

Название болезни, возбудитель	Поражаемые виды	P,%	R,%
Черная пятнистость <i>Rhytisma salicinum</i> (Pers.) Rhem.	<i>Salix viminalis</i> L.	29,8	30,5
	<i>Salix caprea</i> L.	28,5	29,4
	<i>Salix triandra</i> L.	26,4	27,3
	<i>Salix pentandra</i> L.	26,5	27,0
	<i>Salix cinerea</i> L.	27,3	27,5
	<i>Salix dasyclados</i> Wimm.	100	84,6
Коричневая пятнистость <i>Monostichella salicis</i> (Westend.) Arx. (= <i>Gloeosporium salicis</i> Westend.)	<i>Salix viminalis</i> L.	28,0	27,6
	<i>Salix caprea</i> L.	25,0	26,5
	<i>Salix triandra</i> L.	23,7	25,0
	<i>Salix pentandra</i> L.	23,5	24,7
Бурая пятнистость <i>Marssonina salicicola</i> (Bres.) P. Magn.	<i>Salix cinerea</i> L.	24,4	25,5
	<i>Salix viminalis</i> L.	11,5	12,0
	<i>Salix caprea</i> L.	11,0	11,3
	<i>Salix triandra</i> L.	10,0	11,3
	<i>Salix pentandra</i> L.	9,3	10,0
Бурая пятнистость <i>Salix cinerea</i> L.	<i>Salix cinerea</i> L.	10,5	12,5
<i>Salix dasyclados</i> Wimm.	<i>Salix dasyclados</i> Wimm.	–	–
Бурая пятнистость <i>Drepanopeziza populorum</i> (Desm.) Hohn. (= <i>Marssonina populi</i> (Lib.) Magnus)	<i>Populus nigra</i> L.	70,0	52,5
Белая пятнистость <i>Mycosphaerella populi</i> (Auersw.) Schrot (= <i>Septoria populi</i> Desm.)	<i>Populus nigra</i> L.	15,1	25,6
Серая пятнистость листьев <i>Titaosporina tremulae</i> (Lib.) Luijk (= <i>Gloeosporium tremulae</i> (Lib.) Pass.)	<i>Populus tremula</i> L.	18,4	11,3
Коричневая пятнистость <i>Phyllosticta michailowskoensis</i> Elenk.	<i>Crataegus sanguinea</i> L.	10,6	20,3
Бурая пятнистость <i>Marssonina betulae</i> (Lib.) Magn. и <i>Ceuthospora betulae</i> (Fuck.) v. Arx. (= <i>Gloeosporium betulinum</i> West.)	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	23,1	24,7

В насаждениях тополя массовое распространение имеет бурая пятнистость. Возбудитель болезни (*Drepanopeziza populorum*) в своем развитии образует только конидиальную стадию. На пораженных листьях тополя образуются бурые или буро-коричневые пятна, округлые, до 5 мм в диаметре, с расплывчатыми краями (рис. 8), часто сливающиеся и покрывающие всю поверхность листа. Источником инфекции являются опавшие пораженные листья. Весной на них развиваются споры (конидии) гриба, заражающие молодые листья тополя. Первые признаки болезни появляются рано весной в конце мая или начале июня. Инкубационный (скрытый) период возбудителя очень короткий (3–5 дней), поэтому количество зараженных деревьев и степень пораженности кроны увеличивается очень быстро. Вначале заражаются листья нижних ветвей, затем от пораженных листьев инфекция распространяется на ветви средней и верхней частей кроны.



Рис. 7. Черная пятнистость ивы

Обыкновенное шютте сосны вызывают сумчатые грибы *Lophodermium pinastri* Chev. (сумчатая стадия гриба) и *Leptostroma pinastri* Desm. (конидиальная стадия). Первые признаки заболевания отмечаются в конце мая – начале июня. Пораженная хвоя, в тканях которой начинает развиваться мицелий гриба, покрывается небольшими серо- или желто-коричневыми пятнами, в дальнейшем полностью желтеет. В июне на зараженных хвоинках появляются

Болезнь наиболее интенсивно развивается в условиях высокой влажности воздуха (75,0–80,0%) и умеренной температуры (+13...+18 °С) в июне–июле. Высокий уровень болезни в городских насаждениях приводит к преждевременному листопаду, к полной потере декоративности тополя. В условиях Сургута гриб поражает разные виды и гибриды тополей, восприимчивым к болезни является *Populus nigra*.

В хвойных насаждениях широкое распространение имеют болезни типа шютте (степень распространения болезней в среднем составляет 50,4%, интенсивность поражения растений – 30,2%), вызывая преждевременное массовое опадение хвои, что приводит к снижению декоративных свойств и устойчивости растений к воздействию различных неблагоприятных факторов. В условиях Сургута данный тип болезни сильно поражает сосну, на которой развиваются возбудители обыкновенного, снежного и серого шютте (Макарова 2008: 140–145).



Рис. 8. Бурая пятнистость тополя

многочисленные спороношения (пикниды) гриба (рис. 9), в которых в массе развиваются летние споры (конидии), плохо прорастающие и не способные заражать растения (Лапшина, Мерзлякова 2001: 61). В третьей декаде августа на отмершей хвое формируются апотеции гриба. Между апотециями образуются хорошо заметные черные поперечные линии, что является характерным диагностическим признаком данного заболевания (рис. 10).



Рис. 9. Обыкновенное шютте сосны



Рис. 10. Поперечные линии между апотециями

При созревании апотеции открываются продольной щелью, из которой выходят нитевидные аскоспоры. Созревание и рассеивание аскоспор происходят с конца третьей декады июля до конца сентября (начала октября). Апотеции зимуют на пораженной хвое. Массовое рассеивание спор гриба и заражение растений происходит активным способом в два периода: летний рассев спор возбудителя болезни начинается с конца второй – начала третьей декады июля и заканчивается в сентябре, весенний разлет сумкоспор наблюдается с третьей декады мая и продолжается до второй декады июня.

Болезнь встречается как на *Pinus sylvestris*, так и на *Pinus sibirica* в равной степени, в насаждениях различного типа и возраста растений. Однако наибольшую опасность она представляет для молодых культур (до 16 лет), где при благоприятных условиях развития патогена возникают эпифитотии болезни.

Снежное шютте, или фацидиоз, вызывает сумчатый гриб *Phacidium infestans* Karst. Развитие гриба происходит зимой, под снежным покровом. В третьей декаде апреля (после таяния снега) на зараженных растениях появляются беловато-серые пленки, состоящие из мицелия гриба. Во второй декаде мая пораженная хвоя светлеет, отмирает и становится хорошо заметной на зеленом фоне здоровых растений. На пораженных хвоинках появляются апотеции гриба, в гимениальном слое которых формируются булавовидные аскис эллипсоидальными аскоспорами. В первой декаде сентября хвоя приобретает характерную пепельную окраску, становится ломкой и хрупкой. При первых заморозках апотеции раскрываются, разрывая

эпидермис хвои звездообразными лопастями. Аскоспоры активным способом выбрасываются из сумок и, попадая на здоровую хвою, заражают ее. После установления снежного покрова начинается развитие гриба внутри тканей хвои. Весной при повышении температуры под снегом наблюдается активное разрастание поверхностного мицелия, посредством которого происходит массовое заражение здоровой хвои.

Благоприятные условия для развития возбудителя создаются в тех случаях, когда высокий снежный покров ложится на не промерзшую почву, так как почва остается талой в течение всей зимы. При этом в толще снежного покрова устанавливается температура в пределах 0 °С, а иногда и выше. Развитие гриба не происходит совсем, если даже глубокий снежный покров ложится на промерзшую землю. В этом случае в толще снежного покрова сохраняются низкие температуры, препятствующие развитию болезни (Макарова 2008: 140–145). После схода снега наступает сапротрофная фаза развития гриба, длящаяся весь вегетационный период. В этой фазе плодовые тела гриба формируются и созревают при любых условиях. От фацидиоза полностью погибают сеянцы и хвоя нижних ветвей молодого подроста, находящиеся под снежным покровом. Сильное распространение болезни отмечено в чистом сосновом лесу, среди подроста в возрасте от 6 до 25 лет.

Серое шютте сосны вызывает сумчатый гриб *Hypodermella sulcigena* (= *Lophodermella sulcigena* (Rostr.) Hohn.). Болезнь приводит к отмиранию верхней части хвои: вначале она желтеет, позже становится буро-фиолетовой (рис. 12).



Рис. 11. Снежное шютте сосны



Рис. 12. Серое шютте сосны

Пораженная часть хвои резко отделяется от здоровой части бурой полосой шириной до 2 мм. Летом на пораженной части хвои развивается несовершенная стадия гриба – пикниды, в которых образуются споры (конидии) гриба. Со временем пораженная хвоя становится пепельно-серой и на ней образуются апотеции с асками и аскоспорами (сумчатая стадия). Споры осуществляют заражение хвои в летний период. Гриб зимует на пораженной хвое. Развитию болезни способствует дождливая и холодная погода. Чаще поражаются сосны водно-возрастных однопородных посадках в возрасте от 5 до 26 лет, ослабленные сибирским хермесом (Макарова, Макаров 2014: 91).

Заключение

Мониторинговые исследования позволяют оценить фитопатологическое состояние зеленых насаждений, выявить очаги массового распространения болезней, установить причину заболеваний и разработать меры борьбы с ними. Для улучшения состояния растений в наса-

ждениях города Сургута необходимо применять лесохозяйственные методы, включающие комплекс мероприятий и правил, направленных на создание оптимальных условий для роста и развития растений и повышения их устойчивости к болезням и другим неблагоприятным факторам окружающей среды. Лесохозяйственные мероприятия включают: создание смешанных и по возможности разновозрастных насаждений как наиболее устойчивых к болезням; подбор пород и форм, устойчивых к инфекционным болезням; соблюдение правил посадки и проведение систематического ухода за деревьями; слежение за санитарным состоянием леса; своевременное обнаружение растений, пораженных некрозно-раковыми болезнями, и их удаление или обрезка отдельных ветвей; надзор за интродукцией новых для региона древесных пород; осенний сбор и сжигание опавшей листвы, на которой сохраняются зимующие стадии возбудителей грибных болезней (мучнистой росы, ржавчины, пятнистостей).

ЛИТЕРАТУРА

- Лапишина Е. Д., Мерзлякова И. Е. 2001. Практикум по лесной фитопатологии. Томск: Томский университет.
- Макарова Т. А., Макаров П. Н. 2014. Условия формирования древесных насаждений в Сургуте // Перспективы развития науки и образования: мат-лы Международной научно-практической конференции. Тамбов: Бизнес-Наука-Общество, 91–92.
- Макарова Т. А., Макаров П. Н. 2016. Возбудители инфекционных болезней растений в насаждениях города Сургута // Научный альманах. 1–2 (15), 477–479.
- Макарова Т. А., Медведевич Е. В. 2015. Некрозно-раковые болезни древесных пород в насаждениях города Сургута // Шепелева Л. Ф., Ямпольская Т. Д. (отв. ред.). Современные проблемы ботаники, микробиологии и природопользования в Западной Сибири и на сопредельных территориях: мат-лы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 10-летию создания каф. ботаники и экологии растений и каф. микробиологии СурГУ. Сургут: ИЦ СурГУ, 164–166.

Макарова Т. А. 2008. Особенности развития болезней типа шютте в условиях Крайнего Севера // Вестник Оренбургского государственного университета. № 5(86), 140–145.

Макарова Т. А., Макаров П. Н., Алехина Л. В., Ревуцкая Н. П. 2009. Фитосанитарное состояние растений рода *Salix* в насаждениях города Сургута // Научное обозрение. 4, 25–30.

Соколова Э. С., Галасьева Т. В. 2006. Сосудистые и некрозно-раковые болезни стволов и ветвей. Москва: ГОУ ВПО МГУЛ.

Соколова Э. С., Галасьева Т. В. 2008. Инфекционные болезни древесных растений. Москва: ГОУ ВПО МГУЛ.

Соколова Э. С., Галасьева Т. В., Колганихина Г. Б. 2006. Инфекционные болезни декоративных кустарников. Москва: ГОУ ВПО МГУЛ.

Чумаков А. Е., Минкевич И. И., Власов Ю. И., Гаврилова Е. А. 1974. Основные методы фитопатологических исследований. Москва: Колос.

REFERENCES

Lapshin E. D., Merzlyakov I. E. Praktikum polesnoj fitopatologii [Practical workon Forest Phytopathology]. Tomsk: Tomsk State University, 2001. (In Russian)

Makarova T. A., Makarov P. N. In: Perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Prospects of Development of Science and Education: Proceedings of the International scientific and practical Conference]. Tambov: Business-Science-Society, 2014. P. 91–92. (In Russian)

Makarova T. A., Makarov P. N. In: Nauchnyj al'manah [Scientific almanac]. Vol. 1–2 (15) (2016): 477–479. (In Russian).

Makarova T. A., Medvedovich E. V. In: Sovremennye problemy botaniki, mikrobiologii i prirodopol'zovaniya v Zapadnoj Sibiri i na sopredel'nyh territoriyah: Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, povyashchennoj desyatiletiju sozdaniya kafedry botaniki i ekologii rastenij i kafedry mikrobiologii Surgu [Modern problems of botany, microbiology and environmental Sciences in Western Siberia and neighboring territories: Proceedings of the National scientific conference devoted to the 10year anniversary of the Department for Botany and Environment of Plants and the Department for Microbiology of Surgut State University]. Ed. by. Shepeleva L.F., Yampol'skaja T.D. Surgut: Surgut State University, 2015. P. 164–166. (In Russian)

Makarova T. A. In: Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. Vol. 5(86) (2008): 140–145. (In Russian).

Makarova T. A., Makarov P. N., Alehina L. V., Revutskaya N. P. In: Nauchnoe obozrenie [Science review]. Vol. 4 (2009): 25–30. (In Russian).

Sokolova E. S., Galas'eva T. V. Sosudistye i nekrozno-rakovye bolezni stvolov i vetvej [Vascular and cancer diseases of trunks and branches]. Moscow: Moscow State Forest University, 2006. (In Russian).

Sokolova E. S., Galas'eva T. V., Kolganikhina G. B. Infektsionnye bolezni dekorativnykh kustarnikov [Infectious diseases of ornamental shrubs]. Moscow: Moscow State Forest University, 2006. (In Russian).

Sokolova E. S., Galas'eva T. V. Infektsionnye bolezni drevesnykh rastenij [Infectious diseases of woody plants]. Moscow: Moscow State Forest University, 2008. (In Russian).

Chumakov A. E., Minkevich I. I., Vlasov Y. I., Gavrilova E. A. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovanij [Basic methods of phytopathologic researches]. Moscow: Kolos, 1974. (In Russian).

T. A. Makarova, P. N. Makarov
Surgut, Russia

PHYTOPATHOLOGICAL STATUS GREEN PLANTATIONS OF SURGUT CITY

Abstract. The article presents data phytopathological monitoring the state of Surgut city green areas at the period of 2011–2015. Observations of the dynamics of infectious diseases of plants during the reporting period showed a highly stable development of fungal infections, their incidence in urban plantings is 5,2–99,7%, the intensity of the plant defeat – 9,2–72,8% (well above the threshold values). The causative agents of diseases of trees and shrubs are higher phytopathogenic fungi Deuteromycota, Ascomycota and Basidiomycota divisions. The fungus affects the leaves and needles of plants, cause loss of branches and trunks, which leads to disruption of the biochemical and physiological processes in the plant, the loss of their functional and decorative properties, the frequent occupancy stem pests.

Of the pathogens necrotic-cancerous diseases wide range of host plants the fungus is *Tubercularia vulgaris*. In forest stands Surgut it causes necrosis of *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Padus avium*, *Crataegus sanguinea*, *Ulmus laevis* and *U. pumila*. Susceptible to necrotic-cancerous disease is *Ulmus pumila*; to powdery mildew – ornamental shrubs *Caragana arborescens*, *Crataegus sanguinea*, trees – *Populus tremula*, *Betula pubescens*, from berry crops – *Ribes nigrum*; to rust – *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Crataegus sanguinea*, *Sorbus sibirica* and *Salix viminalis*; to spotty – *Populus nigra*, *Salix dasyclados*. For improvement state of plants in stands of Surgut

is necessary to apply forestry methods, including a set of measures and rules for aimed at creating optimal conditions for the growth and development of plants and enhance their resistance to disease and other adverse environmental factors.

Key words: phytopathological state; monitoring; pathogen; plant diseases; harmful.

About the authors: Tatyana Anatolyevna Makarova¹, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor of Botany and Ecology of Plants; Petr Nikolaevich Makarov², Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor, Department of Botany and Plant Ecologyf.

Place of employment:^{1, 2}Institute of Natural and Technical Sciences, Surgut State University.

Макарова Т. А., Макаров П. Н. Мониторинг фитопатологического состояния зеленых насаждений города Сургута // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 1. С. 117–127.

Makarova T. A., Makarov P. N. Phytopathological status green plantations of Surgut city // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 117–127.

УДК 502.35: 504.062.2

А. А. Шайхутдинова, О. С. Маркова
Оренбург, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Промышленность является наиболее существенным источником загрязнения природной среды. При чем основой развития всех отраслей промышленного производства является топливно-энергетический комплекс. Предприятия топливно-энергетического комплекса оказывают значительное техногенное воздействие на природные комплексы.

В качестве объекта исследования было выбрано предприятие топливно-энергетического комплекса Сакмарская ТЭЦ (г. Оренбург).

В работе проведен анализ приоритетных загрязняющих веществ по массе и токсичности, определено значение категории опасности предприятия. Проведен химический анализ на содержание в отобранных пробах снега вредных веществ с помощью титриметрического, фотоколориметрического и гравиметрического методов. Выявлено содержание в пробах хлорид-ионов, ионов кальция, магния, карбонат- и гидрокарбонат-ионов, сульфид- и гидросульфид-ионов, ионов цинка, железа, меди, аммония, сульфат-ионов и взвешенных веществ.

Оценку качества территорий, прилегающих к стационарным источникам загрязнения можно проводить по коэффициенту концентрации загрязняющего вещества как отношение концентрации загрязняющих веществ в исследуемой точке к фоновой концентрации. Также используется показатель химического загрязнения осадков, который представляет собой сумму коэффициентов концентрации загрязняющих веществ. При проведении экологической оценке территорий применяется экологическая нагрузка загрязняющих веществ через дифференциальные и интегральные параметры по абсолютной нагрузке отдельной примесью, абсолютная суммарная нагрузка всех примесей, выделяющихся из атмосферного воздуха при вымывании осадками (снегом и дождем), относительная суммарная нагрузка, отнесенная к фоновой нагрузке.

Абсолютная нагрузка отдельного загрязняющего вещества характеризует степень его воздействия на природную среду.

Абсолютная суммарная нагрузка всех примесей позволяет проводить ранжирование территорий согласно критериям оценки качества природных сред. Также с помощью этого показателя можно производить выбор приоритетных примесей, которые, оседая на прилегающие территории, могут оказывать значительное влияние на экологическую ситуацию.

По относительной суммарной нагрузке, отнесенной к фоновой нагрузке, можно спрогнозировать трансформацию экосистемы согласно существующих критериев.

Ключевые слова: концентрация загрязняющего вещества; коэффициент концентрации; показатель химического загрязнения осадков; экологическая нагрузка; суммарная экологическая нагрузка.

Сведения об авторах: Анастасия Анатольевна Шайхутдинова¹, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и природопользования; Ольга Сергеевна Маркова², аспирант кафедры экологии и природопользования Оренбургского государственного университета.

Место работы: ¹Оренбургский государственный университет.

Контактная информация: ¹460052, г. Оренбург, ул. Родимцева д. 12 / 1; тел.: 89120675972, e-mail: varvarushka@yandex.ru; ²460018, г. Оренбург, проспект Победы, д. 13; тел.: 89228566287, e-mail: 79228566287@mail.ru.

Предприятия топливно-энергетического комплекса принадлежат числу наиболее интенсивно воздействующих на окружающую природную среду. Они являются источником неизбежного риска для людей и природной среды (Шайхутдинова 2013: 14).

Одним из предприятий топливно-энергетического комплекса является Сакмарская ТЭЦ, которая входит в состав филиала «Оренбургский» ПАО «Т Плюс».

Сакмарская ТЭЦ в качестве основного топлива использует природный газ, а в качестве резервного – масло и мазут. Предприятие обеспечивает тепло- и электроснабжение жилищно-коммунального сектора и производственного комплекса города Оренбурга и располагается на северной окраине города, подробное описание технических характеристик всех объектов и мест их расположения приведены на официальном сайте Сакмарской ТЭЦ.

Согласно данным, представленным в рабочем документе «Программа и данным по испытаниям котельного цеха Сакмарской ТЭЦ»,

основное производство Сакмарской ТЭЦ представлено котлотурбинным, электрическим и химическим цехами, мазутным хозяйством и цехом тепловой автоматики и измерений.

Значительное количество загрязняющих веществ образуется в котлотурбинном цеху в результате сжигания топлива в котлоагрегатах. Эти выбросы являются организованными и поступают в атмосферу через дымовую трубу высотой 180 м. К неорганизованным источникам выбросов загрязняющих веществ относятся склад с резервуарами хранения мазута, склад хранения извести, маслоочистительная станция и участки мелкого ремонта оборудования (металлорежущий инструмент, станки, сварочные посты).

По данным проекта ПДВ и 2ТП-воздух за 2015 г. на предприятии образовалось 11054,17 т загрязняющих веществ. На долю организованных выбросов приходится 99,967%, следовательно, неорганизованные выбросы составляют 0,033%. Перечень основных загрязняющих веществ представлен в таблице 1.

Таблица 1

Ранжирование загрязняющих веществ Самарской ТЭЦ по массе и токсичности

№ п/п	Наименование вещества	Класс опасности	Валовый выброс, т/год	Доля, %	КОВ, м ³ /с	Доля, %
1	Азота диоксид	2	5037,3973	45,57	381563759,1	98,82
2	Углерода оксид	4	2641,4358	23,89	10027,67	0,003
3	Серы диоксид	3	2547,5088	23,05	1615120,5	0,41
4	Азота оксид	3	818,5762	7,4	432480,5	0,01
5	Мазутная зола	2	5,2773	0,048	–	–
6	Масло минеральное	–	2,1193	0,019	–	–
7	Углеводороды C ₁ – C ₅	–	1,7563	0,016	–	–
8	Углеводороды C ₆ – C ₁₀	–	0,6485	0,005	–	–
9	Углеводороды C ₁₂ – C ₁₉	4	0,3532	0,003	2507109,86	0,65
10	Взвешенные вещества	3	0,3323	0,003	70,23	0,0001
11	Другие вещества	–	1,4957	0,014	–	–
ИТОГО			11050,52	100	386128567,8	100

Согласно данным, представленным в государственной отчетности 2ТП-воздух Сакмарской ТЭЦ за 2015 год, перечень загрязняющих веществ Сакмарской ТЭЦ включает 35 наименований, из них приоритетной примесью по

массе выброса является диоксид азота, на долю которого приходится 45,57%, на втором месте оксид углерода – 23,89%, на третьем месте диоксид серы – 23,05%.

Количественная мера загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух, не учитывает их класс опасности, следовательно, для оценки степени воздействия Сакмарской ТЭЦ на атмосферный воздух была использована категория опасности предприятия (КОП). В результате проведенных расчетов было установлено, что наиболее токсичной примесью в выбросах является диоксид азота, на его долю приходится 98,82% значения КОП, на втором месте – углеводороды $C_{12} - C_{19}$ (0,65%) и на третьем – диоксид серы (0,41%).

Согласно проведенным расчетам значение категории опасности предприятия для Сакмарской ТЭЦ составляет $386,1 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$. В соответствии с установленной классификацией исследуемое предприятие относится к I категории опасности, так как значение КОП лежит в интервале от $31,7 \times 10^6$ и более $\text{м}^3/\text{с}$ (Чекмарева и др. 2008: 7). Однако согласно списку П-4.2 СанПиН 2.2.1/2.1.1 1200-03 исследуемое предприятие, которое для выработки тепло- и электроэнергии сжигает газообразное топливо, приравнивается ко II классу опасности, и размер санитарно-защитной зоны составляет 500 м.

Для проведения оценки экологического состояния территорий, прилегающих к Сакмарской ТЭЦ, в качестве индикатора используются атмосферные осадки (снег и/или дождь).

При образовании и выпадении снега концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается на два-три порядка величины выше, чем в атмосферном воздухе (Цыцура и др. 2002: 16).

Пробы снега были отобраны в семи точках. Места отбора проб снега были выбраны с учетом среднегодового направления ветра г. Оренбурга и размера санитарно-защитной зоны предприятия. Приоритетным направлением ветра в городе за зимний период 2015–2016 гг. является восточное. В связи с этим три пробы пыли отобраны с западной (наветренной) стороны предприятия, еще три пробы были взяты с восточной (подветренной) стороны. Причем две пробы были взяты на границе санитарно-защитной зоны, т.е. на расстоянии 500 м от предприятия, остальные пробы были отобраны на расстояниях 1000 и 1500 м с западной и восточной сторон от промплощадки предприятия. Фоновые пробы были отобраны в Ташлинском районе.

Химический анализ на содержание в отобранных пробах снега вредных веществ осуществлялся с помощью титриметрического и фо-

токолориметрического методов. Титриметрическим методом было выявлено содержание в пробах хлорид-ионов, ионов кальция, магния, карбонат- и гидрокарбонат-ионов, сульфид- и гидросульфид-ионов. Фотоколориметрическим методом были определены концентрации ионов цинка, железа, меди, аммония и сульфат-ионов. Также было определено значение рН каждой пробы при помощи иономера И-160МИ и содержание взвешенных веществ гравиметрическим методом (Тарасова и др. 2003: 5). Результаты химического анализа представлены в таблицах 2 и 3.

Оценку экологического состояния территории, прилегающей к Сакмарской ТЭЦ, можно дать по критериям качества территории, разработанным Министерством природы в 1992 г., согласно которым проводили ранжирование исследуемой территории (табл. 4).

Ранжирование территории по величине рН показало, что все исследуемые территории относятся к зонам с относительно удовлетворительной экологической ситуацией (согласно критериям оценки, представленным в таблице 4), так как значения лежат в интервалах 7,4–7,5.

Анализ данных таблицы 3 показал, что на всех исследуемых территориях, прилегающих к ТЭЦ, приоритетным загрязнителем в снежном покрове по концентрации являются гидрокарбонат-ионы. Максимальная концентрация гидрокарбонат-ионов наблюдается в восточном направлении, ее значения находятся в интервале от 111,3 до 145,2 мг/л, на втором месте – взвешенные вещества (от 66,68 до 214 мг/л), на третьем – хлорид-ионы (от 38,31 до 65,6 мг/л), максимальные концентрации которых также наблюдаются в восточном направлении. Резкое увеличение концентрации загрязняющих веществ на расстоянии 1500 м можно объяснить тем, что рядом проходят железнодорожные пути, которые являются дополнительным источником загрязнения данной местности.

Концентрация загрязняющих веществ в снежном покрове не является основным показателем, характеризующим загрязнение компонентов окружающей среды. Для проведения оценки состояния исследуемой территории был рассчитан коэффициент концентрации как отношение концентрации загрязняющих веществ в исследуемой точке к фоновой концентрации (Куксанов, Шайхутдинова 2009: 37). Результаты расчета представлены в таблице 5.

Таблица 2

Влияние выбросов Сакмарской ТЭЦ на значение рН проб талой воды

Направление	Фоновое значение рН	Значения рН талой воды на различных расстояниях от Сакмарской ТЭЦ, м		
		500	1000	1500
Восточное	7,1	7,26	7,63	7,36
Западное		7,43	7,53	7,53

Таблица 3

Концентрация загрязняющих веществ в пробах талой воды

Наименование вещества	Фоновая концентрация C_f , мг/л	Концентрация загрязняющих веществ в различных направлениях от Сакмарской ТЭЦ, мг/л					
		западное направление, м			восточное направление, м		
		500	1000	1500	500	1000	15000
Взвешенные вещества	6,7	86,89	80,22	157,22	116	66,68	214,6
Хлорид-ионы	8,1	51,84	41,16	33,81	38,31	47,33	65,36
Ионы аммония	0,7	0,052	0,089	0,075	0,061	0,057	0,084
Гидрокарбонат-ионы	29,5	145,2	140,39	67,78	140,4	111,3	145,2
Гидросульфид-ионы	1,09	2,54	3,30	3,59	2,8	3,3	3,38
Сульфат-ионы	0,12	1,89	2	1,44	1,76	1,65	1,97
Ионы цинка	0,01	0,005	0,002	0,0002	0,005	0,004	0,001
Ионы кальция	0,5	3,49	2,54	2,54	4,44	3,81	14,3
Ионы магния	0,3	1,14	0,805	0,8048	0,95	0,76	4,5
Ионы железа	0,1	0,1672	0,1507	0,105	0,175	0,169	0,181
Ионы меди	0,001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004

Таблица 4

Критерии оценки экологического состояния компонентов окружающей среды

Показатели	Параметры			
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Критическая экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
рН	от 5,0 до 5,6	от 5,7 до 6,5	от 6,5 до 7,0	7,0 и выше
ПХЗ _{ос}	более 100	от 50 до 100	от 1 до 50	менее 1

Таблица 5

Коэффициент концентрации загрязняющих веществ в пробах талой воды

Наименование вещества	Коэффициент концентрации загрязняющих веществ в различных направлениях от Сакмарской ТЭЦ					
	западное направление, м			восточное направление, м		
	500	1000	1500	500	1000	15000
1	2	3	4	5	6	7
Взвешенные вещества	12,96	11,97	23,46	17,31	9,95	32,02
Хлорид-ионы	6,4	5,08	4,17	4,72	5,84	8,06
Ионы аммония	0,0743	0,127	0,107	0,087	0,081	0,12
Гидрокарбонат-ионы	4,93	2,29	2,29	4,75	3,77	4,9

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Гидросульфид-ионы	2,33	3,03	3,29	2,56	3,02	3,1
Сульфат-ионы	15,75	16,67	12	14,67	13,75	16,41
Ионы цинка	0,5	0,2	0,02	0,5	0,4	0,1
Ионы кальция	6,98	5,08	5,08	8,88	7,62	28,6
Ионы магния	3,8	2,68	2,68	3,16	2,53	15
Ионы железа	1,67	1,51	1,05	1,75	1,69	1,81
Ионы меди	0,4	0,25	0,22	0,3	0,3	0,4
ПХЗ _{ос}	55,79	48,88	54,36	58,68	48,95	65,42

Анализ полученных данных показал, что приоритетной примесью по коэффициенту концентрации являются взвешенные вещества в восточном направлении, их значения находятся в интервале 9,95–32,02. После взвешенных веществ следуют сульфат-ионы и ионы кальция, значения которых находятся в интервале 13,75–16,41 и 7,62–28,6 соответственно.

Для определения экологического состояния прилегающей территории был рассчитан суммарный показатель химического загрязнения снежного покрова (ПХЗ_{ос}), который представляет собой сумму коэффициентов концентрации загрязняющих веществ (Цыцура и др. 2002: 18). Критерии оценки экологического состояния снежного покрова представлены в таблице 4.

Из значений суммарного показателя химического загрязнения снежного покрова видно, что на всех исследуемых территориях наблюдается чрезвычайная экологическая и критическая экологическая ситуации. Чрезвычайная экологическая ситуация складывается на расстояниях в 500 и 1500 м от Сакмарской ТЭЦ в западном и восточном направлениях, а критическая экологическая ситуация – на расстоянии 1000 м от Сакмарской ТЭЦ также в западном и восточном направлениях.

Также была проведена оценка по экологическим нагрузкам загрязняющих веществ по формуле 1 (табл. 6):

$$N = m/S \times t \quad (1)$$

где S – площадь, которая подвергается воздействию, км²; m – масса примесей, т; t – время накопления загрязняющих веществ, год.

Таблица 6

Экологические нагрузки загрязняющих веществ в пробах талой воды

Наименование вещества	Экологические нагрузки загрязняющих веществ в различных направлениях от Сакмарской ТЭЦ, т/км ² ·год					
	западное направление, м			восточное направление, м		
	500	1000	1500	500	1000	15000
Взвешенные вещества	38,31	48,23	80,31	46,49	26,72	86,02
Хлорид-ионы	22,86	24,75	17,27	15,35	18,97	26,19
Ионы аммония	0,0227	0,0533	0,0382	0,024	0,023	0,034
Гидрокарбонат-ионы	63,57	71,75	40,75	56,27	44,61	58,2
Гидросульфид-ионы	1,12	1,98	1,83	1,12	1,3	1,35
Сульфат-ионы	0,8333	1,2	0,7359	0,7	0,66	0,78
Ионы цинка	0,0022	0,0013	0,0001	0,002	0,002	0,0004
Ионы кальция	1,54	1,78	1,53	1,78	1,53	5,73
Ионы магния	0,5	0,72	0,483	0,38	0,3	1,8
Ионы железа	0,0737	0,0906	0,0536	0,07	0,067	0,072
Ионы меди	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
Суммарная экологическая нагрузка	128,8321	150,5554	143,0009	122,1861	94,1801	180,1766

В результате расчетов получили, что максимальные нагрузки на всех исследуемых территориях, прилегающих к Сакмарской ТЭЦ в зимний период года, оказывают гидрокарбонатионы. Максимальная нагрузка гидрокарбонатионов наблюдается в восточном направлении и значения находятся в интервале 40,75–71,75 т/км²·год, на втором месте – взвешенные веще-

ства (26,72–80,31 т/км²·год), на третьем – хлорид-ионы (15,35–26,19 т/км²·год), максимальные нагрузки которых наблюдаются в западном направлении.

Далее были определены суммарные экологические нагрузки (ΣN) по всем исследуемым загрязняющим веществам. Критерии оценки представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценки качества территории по суммарным экологическим нагрузкам

Характеристика территории	Значение суммарной экологической нагрузки
Сравнительно чистая территория	от 0 до 50 т/км ² ·год
Умеренно загрязненная территория	от 50 до 100 т/км ² ·год
Сильно загрязненная территория	от 100 до 200 т/км ² ·год
Территория с превышением предельно-допустимой нагрузки	более 200 т/км ² ·год

Таким образом, из значений суммарных экологических нагрузок, представленных в таблице 6, видно, что на всех исследуемых территориях, прилегающих к Сакмарской ТЭЦ, наблюдается сильно загрязненная территория (значения суммарных экологических нагрузок находятся в интервале от 100 до 200 т/км²·год), за исключением точки на расстоянии 1000 м в восточном направлении, где наблюдается умеренно загрязненная территория (значение суммарных экологических нагрузок находятся в интервале от 50 до 100 т/км²·год).

На фоновой территории суммарная экологическая нагрузка равна 48,84 т/км²·год, следовательно, здесь наблюдается сравнительно чистая территория согласно критериям оценки, представленным в таблице 7.

По коэффициенту превышения экологических нагрузок загрязняющих веществ над фоновыми значениями (табл. 8) можно определить стадию трансформации экосистемы и провести ранжирование исследуемых территорий согласно критериям, представленным в таблице 9.

Таблица 8

Влияние выбросов Сакмарской ТЭЦ на коэффициент превышения экологических нагрузок загрязняющих веществ

Направление	Значения коэффициентов превышения экологических нагрузок загрязняющих веществ над фоновыми значениями в различных расстояниях от Сакмарской ТЭЦ, м		
	500	1000	1500
Восточное	2,5	1,9	3,6
Западное	2,6	3,1	2,9

Таблица 9

Стадии трансформации экосистемы

Коэффициент превышения экологических нагрузок над фоновым значением	Стадия трансформации экологической системы
от 1,5 до 2,0	выпадение чувствительных видов
от 2,7 до 4,0	структурные перестройки экологической системы
от 6,0 до 7,0	частичное разрушение экологической системы
10 и выше	полное разрушение экологической системы

Таким образом, по суммарной нагрузке и коэффициенту превышения нагрузок загрязняющих веществ над фоновыми значениями можно проводить оценку качества территорий, прилегающих к источнику загрязнения природной среды. По суммарным экологическим на-

грузкам можно оценить уровень экологического неблагополучия, а по коэффициенту превышения экологических нагрузок – выбрать приоритетные примеси и спрогнозировать стадию трансформации экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

- Куксанов В. Ф., Шайхутдинова А. А. 2009. Комплексная оценка влияния золоотвала Кумертауской ТЭЦ на экосистемы // Безопасность жизнедеятельности. 7, 36–42.
- Проект предельно допустимых выбросов и программа воздухоохраных мероприятий для одиночного источника. 1997. Оренбург: ОГУ, 19.
- Тарасова Т. Ф., Гончар Л. Г., Зинюхин Г. Б. 2003. Мониторинг водных объектов: метод. указания к лаб. практикуму. Оренбург: ОГУ.
- Цыцура А. А., Куксанов В. Ф., Бондаренко Е. В. 2002. Транспортно-дорожный комплекс и его влияние на экологическую обстановку города Оренбурга. Оренбург: ИПК ОГУ.
- Чекмарева О. В., Шабанова С. В., Бударников О. Е. 2008. Промышленная экология: метод. указания к лаб. занятиям. Оренбург: ОГУ.
- Шайхутдинова А. А. 2013. Система экологического мониторинга как фактор устойчивого развития предприятия. Оренбург: ОГИМ.

REFERENCES

- Kuksanov V. F., Shaikhutdinova A. A. In: Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Health and Safety]. Vol. 7 (103) 36 (2009): 36–42. (In Russian).
- Proekt predel'no dopustimyh vybrosov i programma vozduhoohrannyh meropriyatij dlya odinochnogo istochnika [Draft program PIP and air protection measures]. Orenburg: Orenburg State University, 1997. (In Russian).
- Tarasova T. F., Gonchar L. G., Zinyukhin G. B. 2004. Monitoring vodnyh objektov: metodologicheskie ukazaniya k laboratornomu praktikumu [Monitoring of water bodies: instrumental guidelines for lab practicals]. Orenburg: Orenburg State University, 2004. (In Russian).
- Tsytsura A. A., Kuksanov V. F., Bondarenko E. V. Transportno-dorozhnyj kompleks i ego vliyanie na jekologicheskuyu obstanovku goroda Orenburga [Transportation and road complex and its impact on the environment of the city of Orenburg]. Orenburg: Industrial Pedagogical College of Orenburg State University, 2002. (In Russian).
- Chekmarева O. V., Shabanova S. V., Budarnikov O. E. Promyshlennaja jekologija: metodologicheskie ukazaniya k laboratornym zanjatijam [Industrial Ecology: instrumental guidelines for lab practicals]. Orenburg: Orenburg State University, 2008. (In Russian).
- Shaykhutdinova A. A. Sistema jekologicheskogo monitoringa kak faktor ustojchivogo razvitija predpriyatija [Environmental monitoring system as a factor of sustainable development of the enterprise]. Orenburg: Orenburg State Institute of Management, 2013. (In Russian).

A. A. Shaykhutdinova, O. S. Markova
Orenburg, Russia

ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE SNOW COVER IN THE VICINITY OF A FUEL-AND-ENERGY COMPLEX

Abstract. Industrial production – the most significant stationary source of environmental pollution. The basis for the development of all industries is energy. The anthropogenic pressure of the fuel and energy complex on natural complexes leads to irreversible changes.

As the object of study was chosen a company of fuel and energy complex Sakmarskaya CHP plant (Orenburg).

In the work the analysis of priority pollutants by mass and toxicity, determined the value of the degree of danger of the enterprise. Conducted chemical analysis on the contents in the samples of snow harmful substances using titrimetric, photocolometric and gravimetric methods. The identified content in the samples of the chloride ions, ions of calcium, magnesium, carbonate and bicarbonate ions, sulfide and hydrosulfide ions, zinc ions, iron, copper, ammonium, sulfate ions and suspended solids.

Assessment of the quality of areas adjacent to stationary sources of pollution can be based on a ratio of the concentration of the contaminant as the ratio of the concentration of pollutants in the studied site to the background concentration, indicator of chemical pollution of precipitation, which is the sum of the coefficients of the pollutants, the environmental load of pollutants through differential and integral parameters of the absolute effect of a single impurity, by an absolute total load of all impurities, released from atmospheric air in leaching precipitation (snow and rain), relative total load assigned to the background load.

Absolute load of individual pollutants characterizes the degree of its impact on the environment.

Absolute total load of all impurities allows for ranking of territories according to the criteria for assessing the quality of natural environments. Also with the help of this indicator it is possible to make the selection of priority contaminants, settling in the neighborhood, can have a significant impact on the ecological situation.

On relative total load assigned to the background load, we can predict the transformation of ecosystems according to existing criteria.

Key words: concentration of the pollutant; concentration ratio; indicator of chemical contamination of sediments; ecological burdens; total environmental load.

About the authors: Anastasia Anatolievna Shayhutdinova¹, Candidate of Technical Science (PhD), Assistant professor, Department of ecology and environmental Sciences; Olga Sergeevna Markova², postgraduate at the Department of ecology and environmental Sciences Orenburg State University.

Place of employment: ¹Orenburg State University.

Шайхутдинова А. А., Маркова О. С. Экологический мониторинг снежного покрова в окрестностях предприятия топливно-энергетического комплекса // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 1. С. 127–134.

Shayhutdinova A. A., Markova O. S. Environmental monitoring of the snow cover in the vicinity of a fuel-and-energy complex // Bulletin Of Nizhnevartovsk State University. 2017. No. 1. P. 127–134.

Уважаемые коллеги!

Нижевартовский государственный университет приглашает ученых, преподавателей, сотрудников научно-исследовательских институтов и лабораторий, аспирантов 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 и обзорные статьи по наиболее актуальным проблемам гуманитарных, педагогических и биологических наук. 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 vestnik@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 — 11 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 запятых). Для статей необходимо также указывать страницы (в конце после запятой).
Монографии	<i>Яценко С. А.</i> 2001. Знаки-тамги ираноязычных 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 // <i>Беляев С. А.</i> (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 // <i>Serapis oder Abhandlungen betreffend das Griechische und Romische Alterthum.</i> 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 V.</i> 1977. Literary Tradition and Epigraphical Evidence: Constantine Porphyrogenitus' Information on the Bosphoran Kingdom in the Time of Emperor Diocletian Reconsidered // <i>Dialoques d'histoire ancienne</i> 25, 87—114.
Диссертации и авторефераты диссертаций	<i>Шаров О. В.</i> 2009. Боспор и варварский мир Центральной и Восточной Европы в поздне-римскую 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. Нижневартовск, ул. Ленина, д. 56, Нижневартовский государственный университет, управление научных исследований (каб. 219).

Телефон: (3466) 451820

E-mail: uni@nvsu.ru

Web: www.nvsu.ru

Куратор: Чорев Михаил Михайлович, начальник управления научных исследований