

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук
(ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)
Русское ботаническое общество
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА:
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, МОНИТОРИНГ, ОХРАНА»



СЫКТЫВКАР 2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук
(ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)
Русское ботаническое общество
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА:
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, МОНИТОРИНГ, ОХРАНА**

**IV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

5–9 июня 2023 г.

Сыктывкар, Республика Коми

Доклады

Научное электронное издание

Сыктывкар
2023

УДК 574.4:504(470-17+98) (063)
ББК 28.08(2.РОС)я 431
Б 63

Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана : IV
Всероссийская научная конференция : 5–9 июня 2023 г., Сыктывкар, Республика Коми : доклады
: научное электронное издание. – Сыктывкар : ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2023. – 668 с.

Сборник содержит материалы докладов IV Всероссийской научной конференции «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана». Приведены результаты исследований экосистем Крайнего Севера о разнообразии, структуре и динамике растительности, ее классификации и картографированию; итоги изучения флор споровых и сосудистых растений, лишено- и микобиот. Представлены данные о пространственно-экологической структуре животного населения; редких видах и сообществах, в том числе на особо охраняемых природных территориях; сведения о современном состоянии почв арктической и субарктической зон, их экосистемным функциях, генезисе, проблемах классификации и микробно-фаунистическом комплексе; влиянии климата и антропогенного пресса на северные экосистемы. Сборник предназначен для экологов, ботаников, зоологов, почвоведов, работников природоохранных организаций, преподавателей, студентов биологических специальностей. Материалы опубликованы в авторской редакции.

Ответственный редактор: член-корр. РАН, д.б.н. С. В. Дёгтева

Редколлегия:

к.б.н. Е. Н. Патова, к.б.н. Е. Е. Кулюгина, Л. Я. Огородова

Biodiversity of the Far North ecosystems: inventory, monitoring, protection : IV Russian scientific conference : June, 5–9, 2023, Syktывkar, Komi Republic : proceedings : scientific electronic publication. – Syktывkar : Institute of biology Komi Science Centre UrB RAS, 2023. – p.

This book contains materials of reports presented at the IV All-Russian Scientific Conference «Biodiversity of Ecosystems of the Far North: Inventory, Monitoring, Protection». Authors present the results of modern studies of the ecosystems of the Far North on diversity, structure and dynamics of vegetation, its classification and mapping; floras of spore and vascular plants, lichen and mycobiots; spatial-ecological structure of the animal population; rare species and communities, including those in protected areas; current state of soils in the arctic and subarctic zones, their ecosystem functions, genesis, problems of classification and microbial-faunistic complex, issues of the influence of climate and anthropogenic pressure on northern ecosystems.

The materials are intended for specialists in the fields of ecology, botany, zoology, soil science, employees of environmental departments, teachers, and students of biological specialties.

The proceedings are published in the author's original version.

Chief editor: corresponding member of RAS S. V. Degteva

Editors:

Cand. Sc. E. N. Patova, Cand. Sc. E. E. Kulyugina, L. Ya. Ogorodovaya

ISBN 978-5-6046344-7-9
DOI 10.5281/zenodo.7825220

© ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2023

ВВЕДЕНИЕ

В сборнике представлены материалы докладов IV Всероссийской научной конференции «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана» по проблемам выявления, изучения и сохранения биологического разнообразия природных экосистем Крайнего Севера на различных уровнях его организации.

Крайний Север – территория с ярко выраженными географическими, климатическими, социокультурными особенностями и уникальным потенциалом природных богатств. Он охватывает материковую часть суши, протянувшуюся от полярных пустынь до лесотундры как экотона между тундрой и тайгой, расположенную севернее Полярного круга; акватории пяти морей и большей части бассейна Северного Ледовитого океана. В горных условиях высотные аналоги арктических экосистем (биогеоценозов) расположены выше границы леса. В настоящее время данный регион, где имеются все характерные типы экосистем, включающие большинство видов мировой арктической биоты, рассматриваются как самостоятельный объект государственной политики, обусловленной национальными интересами России. Интенсивное освоение Крайнего Севера в последние десятилетия оказывает все большее негативное влияние на природные ландшафты, что обуславливает необходимость всестороннего изучения северных экосистем, уязвимых к техногенному воздействию; предполагает активизацию разработки стратегии сохранения эталонных ландшафтов и редких видов; определяет потребность в оценке устойчивости природных комплексов и потенциала их естественного восстановления.

В задачи IV научной конференции «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана» входило обсудить и обобщить результаты изучения растительного и животного мира, почв Крайнего Севера и последствий влияния изменений климата и антропогенного пресса на экосистемы, расширить научные контакты специалистов, наметить программу дальнейших исследований в Арктической зоне Российской Федерации. Конференция состоялась в г. Сыктывкаре 5-9 июня 2023 г. Организатором конференции выступил Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук при поддержке Коми отделения Русского ботанического общества и Общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

Секция 1

РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА, ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА, ВОПРОСЫ ЕЕ КЛАССИФИКАЦИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВОСТОЕВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж. А. Бруева, П. А. Феклистов

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
г. Архангельск

e-mail: bruevazha@rcfh.ru

Ключевые слова: изменение климата, хвойные породы, мягколиственные породы

Леса, являясь важнейшим компонентом биосферы, регулируют газовый состав атмосферы, поддерживают чистоту вод и воздушного бассейна, защищают почву от водной и ветровой эрозии, влияют на гидрологический режим рек и почвенного покрова. Леса эффективно поглощают углекислый газ и производят кислород, без которого не обходится все живое на планете. Кроме того, леса служат убежищем и хранителем всего многообразия живого мира, являются важной частью экологически устойчивого и продуктивного ландшафта, создают комфортную среду для обитания людей и всего животного царства. Леса для людей предоставляют многочисленные не только материальные, но и духовные блага, а также экологически чистую среду для жизни и массового отдыха [1].

Архангельская область является крупнейшим лесопромышленным регионом России. Лесистость области с островами Белого моря, Северного Ледовитого океана и Новой Земли в последние годы стабильно сокращается и по данным на 2022 год составляет 53.9%. Площадь лесов в регионе также уменьшается. По данным,

приведенным в государственном лесном реестре, площадь земель лесного фонда, занятая лесной растительностью в Архангельской области в 2022 году сократилась на 157.9 тыс. га по сравнению с 2015 годом [2]. При этом наблюдается тенденция увеличения площади мягколиственных лесов наряду с уменьшением площади хвойных (рис. 1).

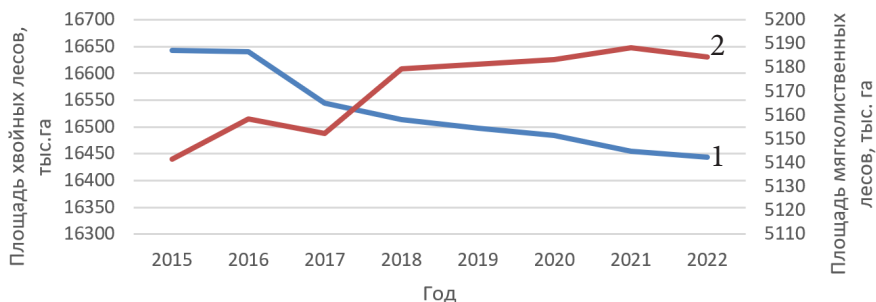


Рис. 1. Динамика площадей хвойных (1) и мягколиственных (2) лесов Архангельской области с 2015 по 2022 годы.

Сокращение лесистости и замена коренных насаждений производными являются комплексным показателем воздействия на лес. Причиной изменения лесов является множество факторов, прямо или косвенно влияющих на лесные ресурсы. За последние 10 лет площадь вырубок лесных насаждений увеличилась более чем на 30% [3]. Хвойные леса чаще подвержены вырубке, так как являются более ценными породами в лесном хозяйстве из-за большей прочности, биостойкости, более правильной формы с меньшим количеством дефектов и меньшей себестоимости производства по сравнению с лиственными. Также существенная площадь хвойных лесов Архангельской области подвергается усыханию, одной из причин которого, наряду с высоким возрастом древостоев, считается изменение климата [4]. При устойчивом потеплении и смене режима влажности происходит уменьшение уровня осадков, повышается вероятность возникновения засухи, следствием чего является снижение продуктивности лесов. С другой стороны, может происходить и повышение продуктивности за счет изменения продолжительности вегетационного периода и сроков вегетации, усиления фотосинтетической активности [5].

Для анализа изменения температуры воздуха в регионе был использован архив инструментальных метеоданных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – мирового центра данных по метеостанции «Архангельск» [6, 7]. На рисунке 2 изображена динамика среднегодовой температуры воздуха в Архангельской области с 1922 по 2022 годы (рис. 2).

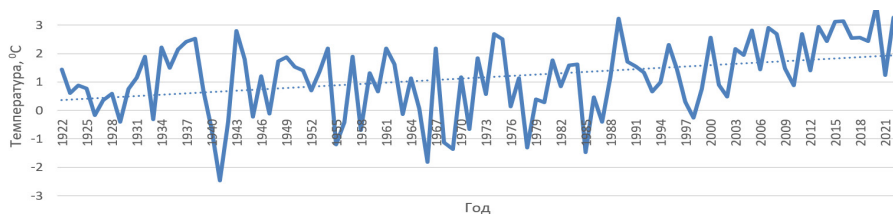


Рис. 2. Динамика среднегодовой температуры воздуха в Архангельской области с 1922 по 2022 годы.

Стоит отметить, что с 1992 года среднегодовая температура воздуха имела тренд повышения с 0.3°C до 1°C . Это, кроме всего прочего, может иметь и накопительный эффект. Начиная с 1988 года, в регионе наблюдались стабильно положительные значения среднегодовой температуры воздуха, за исключением 1998 года. За последние 100 лет в Архангельской области происходит постепенное повышение среднегодовых температур воздуха, что, несомненно, оказывает воздействие на лесные экосистемы региона.

Мартынов А.Н. отмечает, что изменение климата во времени приводит к изменению состава лесов и является главной причиной деградации европейских ельников [8]. Для лесов Архангельской области характерны сукцессионные процессы, в ходе которых происходит постепенная смена хвойных пород в насаждении на мягколиственные. За последние восемь лет в регионе наблюдается устойчивая тенденция к увеличению прироста мягколиственных лесов на 4% и их запаса на 8%, при одновременном сокращении данных характеристик для хвойных пород на 1% и 2%, соответственно [2] (рис. 3, 4).

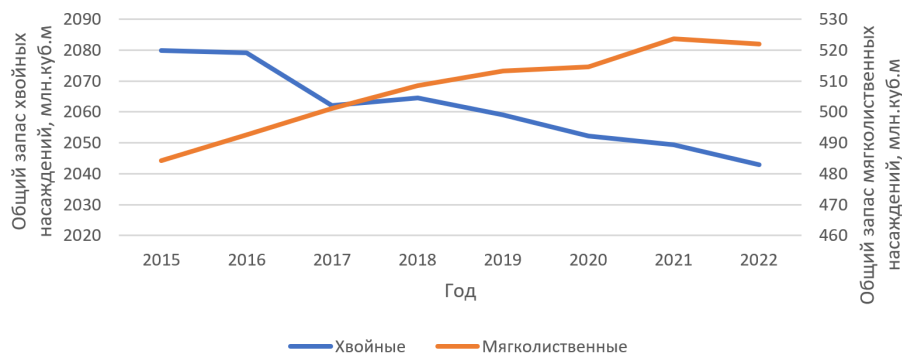


Рис. 3. Динамика общего запаса лесных насаждений по Архангельской области с 2015 по 2022 годы.

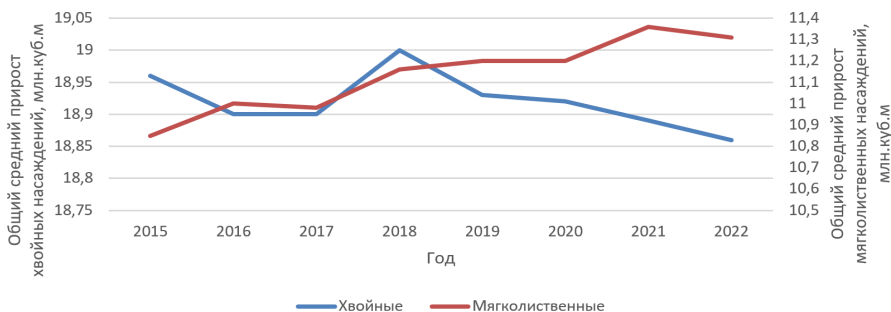


Рис. 4. Динамика общего среднего прироста лесных насаждений по Архангельской области с 2015 по 2022 годы.

Современное состояние лесов в регионе является результатом длительного исторического процесса, обусловленного как изменением климата, так и деятельностью человека. Возникающая в ходе этого смена породного состава лесных насаждений приводит к существенным изменениям в экосистемах леса. Происходит ослабление функций леса, высокая устойчивость древостоев, находившихся в равновесии на протяжении тысяч лет, снижается, возникает угроза выживаемости насаждений [9]. Недопущение деградации лесных экосистем и обеднения биоразнообразия является актуальной задачей на сегодняшний день. Сохранение лесных ресурсов в

условиях постоянного воздействия различных факторов среды может быть достигнуто за счет качественного мониторинга, защиты, охраны и устойчивого использования лесов.

Таким образом, в Архангельской области наметился четкий тренд снижения уровня лесистости, увеличения площади мягколиственных и уменьшения площади хвойных лесов, а также увеличения прироста, запаса мягколиственных и снижения прироста, запаса хвойных лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеев, Н. А. Роль лесов в создании экологически комфортной среды обитания и меры для ее реализации / Н. А. Моисеев // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2019. – № 5.

2. Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста по Архангельской области. Форма № 2-ГЛР с 2015 по 2022 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения: 30.01.2023).

3. Бруева, Ж. А. Генетическая паспортизация насаждений основных лесобразующих пород в Архангельской области / Ж. А. Бруева // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию : материалы III Международной молодежной научно-практической конференции, Архангельск, 26–28 апреля 2022 года. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, 2022. – С. 274–278.

4. Сурина, Е. А. Состояние ельников Архангельской области в условиях меняющегося климата / Е. А. Сурина, А. О. Сеньков // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – № 43.

5. Прожерина, Н. А. Изменение климата и его влияние на адаптацию и внутривидовую изменчивость хвойных пород европейского севера России / Н. А. Прожерина, Е. Н. Наквасина // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2022. – № 2.

6. Булыгина, О. Н. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ) [Электронный ресурс] / О. Н. Булыгина, В. Н. Разуваев, Т. М. Александрова. – Режим доступа: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml/> (дата обращения: 01.03.2023).

7. Прогноз и архив погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://weatherarchive.ru/> (дата обращения: 02.03.2023).

8. Основы лесного хозяйства и таксация леса : Учебное пособие для студентов направления 250300 «Технология и оборудование лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств» и специальности 120303

«Городской кадастр» / А. Н. Мартынов [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 372 с.

9. Никонов, М. В. Актуальные проблемы устойчивости лесных сообществ при воздействии неблагоприятных природных и антропогенных факторов / М. В. Никонов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – № 1–8. 03.2023

DYNAMICS OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF STANDS OF THE ARKHANGELSK REGION

Zh. A. Brueva, P. A. Feklistov

*Northern (Arctic) Federal University named after
M.V. Lomonosov, Arkhangelsk*

The current state of the forests in the Arkhangelsk region is the result of a long historical process caused by both climate change and human activities. The article presents the dynamics of the average annual air temperature, the dynamics of the areas of coniferous and deciduous forests, the dynamics of the growth and stock of coniferous and deciduous forests in the Arkhangelsk region.

Keywords: climate change, conifers, hardwoods

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Е. Л. Веревкина¹, Е. Д. Лапшина²

¹ Природный парк «Нумто», г. Белоярский

² Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск
e-mail: numtonauka@mail.ru

Ключевые слова: болото, растительность, Западная Сибирь

Природный парк «Нумто», общей площадью 597189.5 га, находится на севере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири. Парк расположен на северном склоне Сибирских Увалов, откуда берут начало крупные сибирские реки Казым, Надым, Пим и Тромъеган.

Старовозрастный лишайниковый сосняк (ППП 2-22) пройден двумя пожарами с коротким интервалом в семь лет (рис. Б). Он представлен циклично-разновозрастной структурой, характерной для темнохвойных еловых сообществ [1]. Поколения образуют волнообразную кривую без разрыва между ними. Пожары, пройденные в 1850 и 1857 гг., по-видимому, носили слабый характер интенсивности и не вызвали разрыва в поколениях, способствуя формированию нового (86–154 лет) соснового поколения. По данным многолетних исследований возрастной структуры северотаежных и среднетаежных сосняков, данный тип отсутствовал во всех обследованных древостоях [2]. Таким образом, слабая частота и интенсивность пожаров способна сформировать данный тип возрастной структуры в светлохвойных сообществах.

Особенностью ландшафтной структуры природного парка является преобладание торфяных болот, на долю которых приходится 63% общей площади парка. Зональные таежные леса и сосняки на песчаных почвах, приуроченные к относительно дренированным участкам вдоль рек и небольшим по площади минеральным «островам» и гривам среди болот, значительно уступают им по площади (23.3%). На акватории крупных озер, рек и стариц, без учета многочисленных мелких внутриволотных озерков приходится 13.7% площади [1].



Рис. 1. Карта расположения природного парка «Нумто».

В ходе многолетних исследований с момента создания природного парка в 1997 году, была достаточно полно выявлена флора парка, составлены аннотированные списки высших сосудистых растений, мохообразных, лишайников. В значительно меньшей степени изучена растительность, которая описана в общих чертах на уровне упоминания лишь наиболее широко распространенных доминирующих видов. Для классификации лесной и болотной растительности использовался доминантный и эколого-физиономический подход.

В 2017 году, авторами статьи, начата разработка эколого-флористической классификации растительности на территории южной части парка в соответствии с принципами школы Браун-Бланке, на основе собственных исследований выполненных в 2006, 2011 и 2017 годах. В 2022 году продолжена работа по выявлению фито-

ценоотического разнообразия растительности в центральной части природного парка. Было выполнено 350 полных геоботанических описаний, которые послужили материалом для данной публикации.

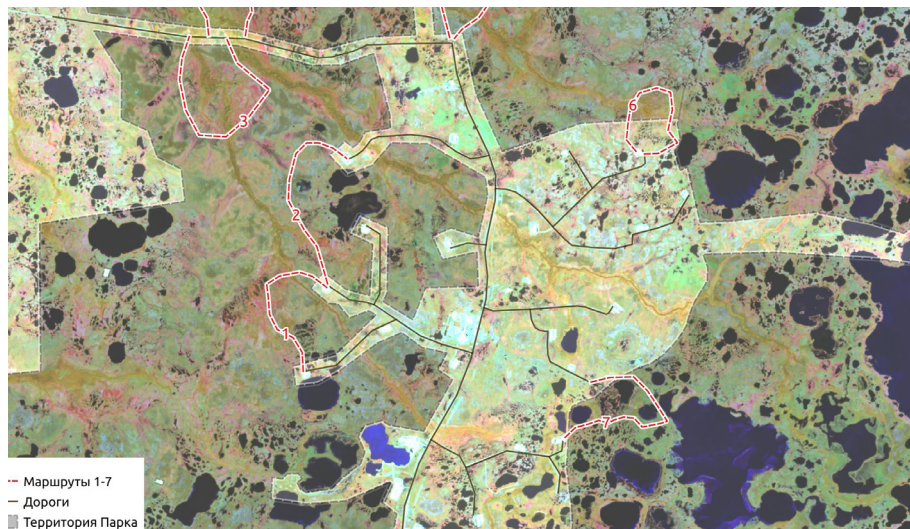


Рис. 2. Карта маршрутов полевых исследований, выполненных в 2022 году.

Изучение растительного покрова проводилось по заранее намеченным точкам маршрутным методом. Ключевые участки выбраны с учетом репрезентативности, транспортной доступности и равномерно распределены по территории исследуемого района. Маршруты выбирались и прокладывались на основе анализа космических снимков высокого разрешения, исходя из общего плана ландшафтной структуры лесоболотных комплексов.

Все разнообразие растительных сообществ торфяных болот природного парка «Нумто» охватывают два класса болотной растительности – *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Tx.1937 и *Oxycocco-Sphagneteta* Br.-Bl. et Tx. ex Westoff et al.1946 [2].

В центральной части природного парка «Нумто» преобладают плоскобугристые болота, разнообразные типы олиготрофных и мезоолиготрофных комплексов с шейхцериево-осоково-сфагновыми и осоково-печеночниковыми топами и мочажинами, реже встреча-

ются мезотрофные переходные осоково-сфагновые, вахтово-осоково-сфагновые и осоково-моховые болота.

Незначительные площади занимают низинные осоково-моховые болота умеренно богатого грунтового питания, связанные в своем распространении с выходами сравнительно богатых элементами минерального питания грунтовых вод.

Класс *Scheuchzerio-Caricetea* объединяет сообщества открытых и слабо залесенных осоково-моховых сообществ низинных, переходных и верховых болот разного типа водно-минерального питания. На территории природного парка класс представлен четырьмя союзами.

К союзу *Sphagno warnstorffii-Tomentypnion nitentis* Dahl 1957 относятся сообщества открытых плоских сфагновых кочек и ковров, более или менее залесенных осоково-сфагновых ерников и мелколесий богатого грунтового питания с доминированием *Sphagnum warnstorffii* в моховом покрове. Диагностические виды союза: *Calamagrostis neglecta*, *Carex magellanica*, *Sphagnum warnstorffii*, *Tomentypnum nitens*, *Aulacomnium palustre*, *Helodium blandowii*. Выявленные в центральной части природного парка сообщества союза представлены двумя ассоциациями: *Sphagno teretis-Betuletum nanae* и *Sphagno warnstorffii-Caricetum dioicae*.

Союз *Sphagno-Caricion canescentis* Passarge 1978 включает осоково-сфагновые и болотнотравно-сфагновые сообщества топей и ковров мезотрофных и мезоолиготрофных переходных болот с кислой реакцией среды. В центральной части природного парка сообщества союза развиваются в долинах больших и малых рек, обширных хасыряях на месте бывших спущенных термокарстовых озер, в разнотипных озерноболотных и бугристых болотных комплексах. К диагностическим видам можно отнести: *Carex canescens*, *Eriophorum gracile*, *Epilobium palustre*, *Sphagnum fallax*, *S. flexuosum*, *S. obtusum*, *S. riparium*. В рамках союза выделено пять ассоциаций: *Sphagno ripari-Menyanthetum trifoliatae* ass. nov. prov., *Sphagno obtusi-Menyanthetum trifoliatae* ass. nov. prov., *Eriophoro russeoli-Sphagnetum riparii* ass. nov. prov., *Sphagno ripari-Caricetum rostratae* ass. nov. prov., *Sphagno fallacis-Caricetum rostratae* Osvald ex Rybniček 1984.

Союз *Stygio-Caricion limosae* Nordhagen 1943 объединяет осоково-печеночниково-сфагново-гипновые сообщества топей и мочажин переходных, аапа и бугристых болот в бореальной и субарктической зонах Евразии, развивающиеся в условиях бедных обменными основаниями со слабокислой реакцией среды [3].

Диагностические виды союза: *Carex limosa*, *Drosera obovata*, *Gymnocolea inflata*, *Juncus stygius*, *Rhynchospora alba*, *Sphagnum platyphyllum*, *S. subsecundum*, *Utricularia minor*, *U. ochroleuca*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*. На территории природного парка «Нумто» сообщества союза представлены тремя ассоциациями: *Utriculario ochroleuco-Caricetum limosaea* Lapshina et al. 2022, *Sphagno compacti-Caricetum limosae* ass. nov. prov., *Cladopodiello fluitantis-Trichophoretum cespitosi* Smagin ex Lapshina in Lapshina et al 2022.

Союз *Scheuchzietion palustris* Nordhagen ex Tx. 1937 включает растительность сфагновых топей и мочажин верховых болот атмосферного питания с сильнокислой реакцией среды. Диагностические виды союза: *Carex limosa*, *Eriophorum russeolum*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Sphagnum balticum*, *S. cuspidatum*, *S. jensenii*, *S. lindbergii*, *Sphagnum majus*, *S. papillosum*, в небольшом обилии *Cladopodiella fluitans*, *Calypogeia sphagnicola*. Характерной особенностью сообществ союза *Scheuchzerion palustris* является постоянное присутствие в небольшом обилии видов класса *Oxycocco-Sphagnetea*. В центральной части природного парка выделено пять ассоциации данного союза: *Eriophoro vaginati-Sphagnetum baltici* Bogdanowskaya-Guiheneuf 1928, *Carici rotundatae-Sphagnetum baltici* Lapshina et al. 2022, *Carici rotundatae-Sphagnetum lindbergii* Nordhagen ex Lapshina et al. 2022, *Eriophoro russeoli-Warnstorfiatum fluitantis* Lapshina et al. 2022, *Carici limosae-Sphagnum jensenii* Lapshina et al. 2022.

Класс *Oxycocco-Sphagnetea* объединяет сосново-кустарничково-сфагновые и кустарничково-сфагновые сообщества гряд и кочек олиготрофных верховых болот и представлен на территории парка тремя союзами.

Союз *Sphagnion medii* Kaestner et Floessner 1933. Диагностическими видами союза являются диагностические виды порядка и класса: *Betula nana*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*, *Polytrichum structum*, *Sphagnum angustifolium*, *S. capillifolium*, *S. divinum*. На севере таежной зоны Западной Сибири сообщества союза находятся на северной границе своего распространения. В центральной части парка распространены олиготрофные и мезоолиготрофные сообщества союза с низкорослым древесным ярусом, которые представлены двумя ассоциациями: *Sphagno fallacis-Pinetum sibiricae* ass. nov. prov. и *Betulo tortuosi-Sphagnetum angustifolii* ass. nov. prov.

Союз *Sphagnion Oxycocco microcarpi-Empetrion hermaphroditi* Nordhagen ex Du Rietz 1954 охватывает сфагновые сообщества относительно сухих кочек, гряд и ковров с обильным кустарничковым ярусом. Диагностическими видами союза в Западной Сибири являются *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, f. *willkommii*, *Rubus chamaemorus*, *Oxycoccus microcarpus*, *Sphagnum fuscum*, *Mylia anomala*. Все фитоценотическое разнообразие союза на территории природного парка «Нумто» представлено тремя ассоциациями: *Sphagno fusci-Pinetum sylvestris*, *Empetro hermaphroditi-Pinetum sylvestris* ass. nov. prov., *Ledo-Sphagnetum fusci* Du Rietz 1921 ex Dierssen 1982.

Недавно выделенный союз *Rubo-Dicranion elongati* Lavrinenko & Lavrinenko 2015 объединяет олиготрофную растительность сухих мерзлых бугров, в напочвенном покрове которых доминируют дикрановые и политриховые мхи и лишайники [4]. Союз представлен ассоциацией *Ledo palustris-Cladonietum stygii* ass. nov. prov.

Всего в границах парка выделено 24 ассоциации, 17 субассоциаций, 24 варианта и шесть типов сообществ, которые отнесены к семи союзам из четырех порядков и двух классов. Фитоценотическое разнообразие болотных сообществ природного парка является типичным и репрезентативным для подзоны северной тайги Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парк «Нумто»: природа и историко-культурное наследие / Э. И. Валева, В. А. Глазунов, Е. А. Шишконокова, Е. А. Игнатова, Т. Ю. Толпышева ; под ред. Д. В. Московченко. – Сургут, 2017. – 312 с.
2. Веревкина, Е. Л. Растительность болот природного парка «Нумто» (Западная Сибирь) / Е. Л. Веревкина, Е. Д. Лапшина // Материалы конференции «Российская геоботаника: итоги и перспективы» (к 100-летию Отдела геоботаники БИН) : 26–30 сентября 2022 г. – Санкт-Петербург, 2022. – 252 с.
3. Лапшина, Е. Д. Мелкоосоковые сообщества топей и мочажин болот севера Западной Сибири / Е. Д. Лапшина, И. В. Филиппов, Г. Н. Ганасевич // Растительность России. – 2022. – № 45. – С. 3–38.
4. Лавриненко, О. В. Сообщества класса Охусоссо-Sphagnetea Br.-Vl. Et R.Tx. 1943 в восточноевропейских тундрах / О. В. Лавриненко, И. А. Лавриненко // Растительность России. – 2015. – № 26. – С. 55–84.

**PHYTOCOENOTIC DIVERSITY OF THE MARSHES
OF NATURE PARK «NUMTO»**

E. L. Verevkina¹, E. D. Lapshina²

¹ *The Numto Nature Park, Beloyarskiy*

² *Yugra State University, Khanty-Mansiysk*

In total, on the territory of the Nature Park, 24 associations are distinguish, which are assigned to 7 unions from 4 orders of classes – *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Tx.1937 and *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et Tx. ex Westoff et al.1946. The phytocoenotic diversity of mire vegetation in «Numto» Nature Park is typical and representative of the whole subzone of the northern taiga of Western Siberia.

Keywords: peat bogs, vegetation, Western Siberia

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРАХ ПЛАТО ПУТОРАНА

С. О. Вьюхин^{1,2}, А. А. Григорьев^{1,2}, Д. С. Балакин^{1,2},
Ю. В. Шалаумова, А. С. Тимофеев^{1,2}, П. А. Моисеев¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург.

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Уральский государственный
лесотехнический университет, г. Екатеринбург
e-mail: Sergey.vyuhin@mail.ru

Ключевые слова: *Lárix gmélinii* (Rupr) Rupr., *Duschekia fruticosa* (Rupr) Pouzar, экотон верхней границы леса, плато Путорана, Субарктика

В настоящее время в связи с наблюдаемым изменением климата в научном сообществе значительный интерес представляют лесотундровые экотоны полярных и высокогорных областей [1]. Известно, что растительность, произрастающая в экстремальных климатических условиях, является надежным индикатором изменений условий среды [2]. В последние десятилетия установлены значительные изменения в составе, структуре и высотном положении древесной растительности во многих высокогорных регионах мира [3]. Исследования экспансии кустарниковой растительности, особенно в горных регионах, проводились единично [4]. В настоящее время во многих горных субарктических регионах России ольха кустарниковая (*Duschekia fruticosa* (Rupr) Pouzar) является доминирующим кустарниковым видом и играет важную фитоценологическую роль в сложении высокогорных растительных сообществ, местами формируя сомкнутые непроходимые заросли. В горах Субарктики России подобные исследования, направленные на выявление экспансии ольхи кустарниковой ранее не проводились.

Цель работы – изучение структуры и динамики зарослей ольхи кустарниковой (*Duschekia fruticosa*), произрастающих в экотоне верхней границы древесной растительности на массиве Сухие горы (западная часть плато Путорана) в зависимости от экспозиции склона.

Недавние исследования показали [5], что в западной части плато Путорана, особенно в последние десятилетия, происходила активная экспансия древесной растительности (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) выше в горы. Было установлено, что за последние 40–50 лет произошло значительное смещение верхнего предела леса, причем преимущественно на склонах южной экспозиции, в меньшей степени – на западных и восточных, и еще менее – на северных склонах гор. На основе изучения возрастной структуры древостоев *Larix gmelinii* на заложенных высотных профилях было показано, что наиболее интенсивно лес смещался выше в горы во второй половине XX века. Для обширной территории (массив Сухие горы) было показано, что в зависимости от экспозиции изменяется и среднее высотное положение верхней границы леса.

В период с 2017 по 2019 гг. на массиве Сухие горы в экотоне верхней границы древесной растительности (ЭВГДР) было заложено четыре высотных профиля на склонах различных экспозиций. Каждый высотный профиль состоял из четырёх высотных уровней: 1 – на границе отдельных деревьев в тундре, 2 – у верхней границы редин, 3 – у верхней границы редколесий, 4 – у верхней границы сомкнутых лесов. На каждом уровне было заложено по 3–5 пробных площадей размером 20x20 м, на которых определялись следующие морфометрические показатели древесной растительности: диаметры стволов на основании и высоте 1.3 м, высота, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях, возраст и жизненное состояние. Возраст определялся путем взятия образцов древесины (кернов) в основании дерева, либо взятием поперечного спила у основания самой толстой ветви у кустарников. Подсчет годовичных колец и датировка образцов проводилась по общепринятым методам [6] в лабораторных условиях. Все образцы древесины были измерены на полуавтоматической установке Lintab 5. Для выявления ложных и выпадающих колец были построены обобщенные древесно-кольцевые хронологии протяжённостью 300 лет для лиственницы, и 100 лет для ольхи кустарниковой.

В целом, на общей площади 1.47 га были определены морфометрические параметры 1281 деревьев и 760 особей ольхи кустарниковой (в т.ч.: 176 – на восточном, 198 – южном, 213 – западном, 173 – северном склонах). Определён возраст у 573 особей ольхи кустарниковой.

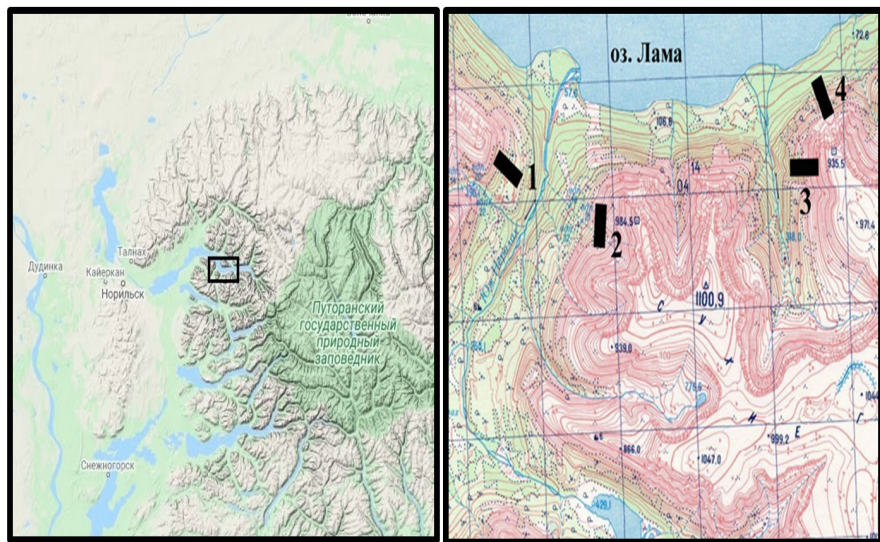


Рис. 1. Карта-схема района исследований, 1, 2, 3, 4 – местоположение высотных профилей.

Высота снежного покрова измерялась в апреле 2019 года, на каждой пробной площади на 4 профилях при помощи лавинного щупа. Измерения проводились по 2 линиям на ПП (по горизонтали и по вертикали). На каждой линии производилось по 30–40 измерений.

Результаты соответствующих расчетов показали, что по мере продвижения в гору (по мере ухудшений условий для роста) на исследованных профилях у кустов ольхи закономерно изменяются (уменьшаются) средние и максимальные морфометрические показатели древостоев (см. таблицу) (диаметр, высоты, возраст), за исключением границы сомкнутых лесов. Морфометрические показатели достигают максимума на средних уровнях, густота и площадь проективного покрытия крон закономерно уменьшается от нижнего уровня к верхнему.

Таблица

Средние морфометрические показатели ольхи кустарниковой на различных склонах по сторонам света

Высотный уровень	Экспозиция	Высота над ур.м., м	Диаметр у основания, см		Высота, м		Возраст, годы		Диаметр кроны, м		Площадь проективного покрытия крон, м ² /га	Густота стволов, шт./га
			Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.		
1	В	620	4.5±2.07	9	1.28±0.84	2.8	35±21	67	1.6±0.78	2.7	141	56
2	В	458	2.7±1.53	7.5	1.4±0.52	3	36±20.8	108	1.4±0.59	3.3	1073	622
3	В	413	3.5±2.1	8	1.8±0.8	3.8	56±25.2	88	1.4±0.8	3.1	987	481
4	В	358	3.99±1.8	7	2.3±0.9	4.5	45.2±22.9	93	1.9±1.4	5.1	1494	325
1	Ю	604	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Ю	586	4.8±1.98	8.9	1.96±0.69	4	38.5±19.1	64	2.65±1.01	4.5	1368	217
3	Ю	563	3.7±1.37	7	2±0.75	4	45.6±23.4	116	1.75±1.08	5	2513	767
4	Ю	515	3.4±1.86	14	2.06±0.8	5	36.1±17.8	88	2.14±1.08	4.3	2965	667
1	З	650	3.3±1.86	8	1.6±0.62	2.6	33.8±18.9	78	2.7±1.66	6	665	100
2	З	579	5.17±2.9	14	2.5±1	5	50.6±25.7	106	2.64±1.2	5.9	2336	375
3	З	500	5.78±2.96	12	2.44±0.84	4	52±25.9	102	2.5±0.79	4	1119	213
4	З	458	1.95±0.91	7	1.85±0.59	4	36.5±14.97	86	1.57±0.67	3.3	2738	1283
1	С	335	3.17±1.65	7	1.63±0.61	2.8	44.3±19.43	88	1.95±0.75	3.3	580	173
2	С	258	4.06±1.83	11	2.78±0.62	4.7	45.65±18.2	91	2.46±0.82	4.6	2137	380
3	С	224	5.61±1.52	10	2.88±0.66	4.4	49.27±15.51	82	3.68±1.05	5.5	2976	260
4	С	204	3.35±1.75	13	2.44±0.64	4	50.78±22.68	115	2.09±0.63	3.8	4796	1280

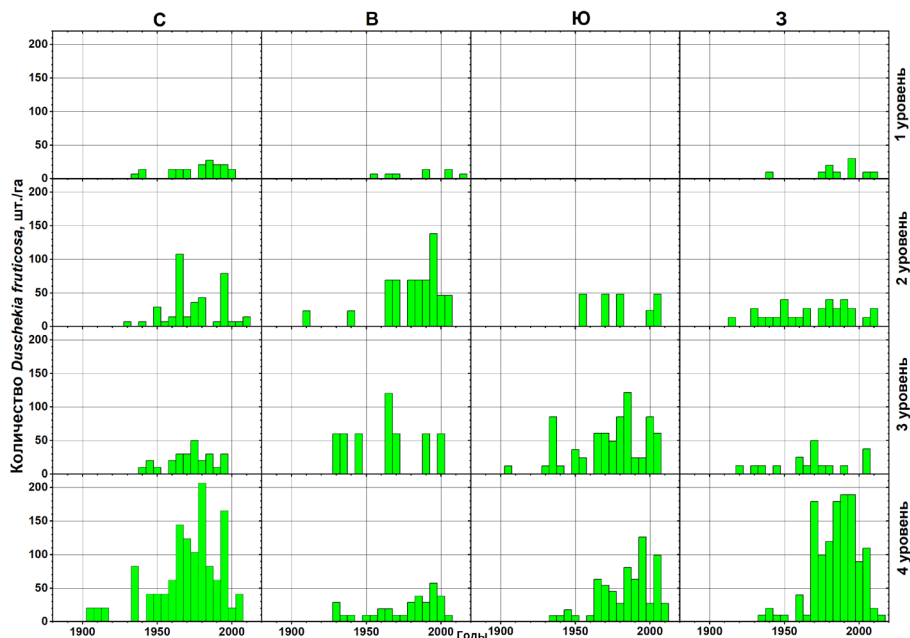


Рис. 2. Возрастная структура кустарников по периодам их появления на заложенных высотных профилях.

Результаты соответствующих расчетов показали, что все особи ольхи кустарниковой на исследованных участках склонов появились в XX веке, причем, наиболее массово во второй половине XX века. В целом, можно отметить, что чем ниже высота над ур.м., тем в большем количестве и раньше начали заселяться ольха кустарниковая. Наибольшее возобновление *Dushekiea fruticosa* происходило на нижних уровнях на склонах северной и западной экспозиций. На верхнем уровне южного склона *Dushekiea fruticosa* не произрастает.

Высота снежного покрова существенно различается на склонах различных экспозиций. Наибольшая его высота отмечено на верхней границе редколесий (3 уровень) южного склона, где она в среднем около 166 см и в максимуме до 255 см. Более многоснежным является в целом северный склон (от 88 до 140 см), а самым

малоснежным – восточный склон (от 34 до 76 см). Высота снежного покрова определяет степень промерзания почвы в зимнее время года. Наиболее поздний сход снега происходит на северном склоне.

Анализ данных метеостанции региона «Дудинка» показал, что за период с 1906 года по настоящее время произошло изменение в температурном режиме летних (июнь-сентябрь) месяцев на 1.1 °С, зимних (с ноября по апрель) на 0.9 °С и увеличению на 4–7 дней вегетационного периода.

Таким образом, общее изменение климатических условий наиболее вероятно могло способствовать смещению верхней границы распространения *Duschekia fruticosa* вдоль высотного градиента на плато Путорана. Наибольшее возобновление происходило во второй половине XX века. В зависимости от экспозиции склона и, как следствие, теплообеспеченности склонов, а также высоты снежного покрова наблюдаются различия в густоте и характере заселения склонов горного массива Сухие горы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits / Н. Pauli [et al.] // Science. – 2012. – № 336. – P. 353–355.
2. Горчаковский, П. Л. Фитоиндикаций условий и среды и природных процессов в высокогорьях / П. Л. Горчаковский, С. Г. Шиятов ; отв. ред. И. К. Киршин. – Москва : Наука, 1985. – 210 с.
3. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming / М. А. Harsch [et al.] // Ecol. Lett. – 2009. – № 12. – P. 1040–1049.
4. Terskaia, A. Pathways of Tundra Encroachment by Trees and Tall Shrubs in the Western Brooks Range of Alaska. / A. Terskaia, R. J. Dial, P. F. Sullivan // Ecography. – 2020. – № 43. – 1–10 p.
5. Upward Treeline Shifts in Two Regions of Subarctic Russia Are Governed by Summer Thermal and Winter Snow Conditions / A. A. Grigoriev [et al.] // Forests. – 2022. – № 13. – 174 p.
6. Матвеев, С. М. Дендрохронология. Учебное пособие / С. М. Матвеев, Д. Е. Румянцев ; отв. ред. М. Г. Романовский. – Воронеж, 2013. – 140 с.

STRUCTURE AND DYNAMICS OF WOODY VEGETATION IN THE MOUNTAINS OF THE PUTORANA PLATEAU

S. O. Vyuhin^{1,2}, A. A. Grigoriev^{1,2}, D. S. Balakin^{1,2},
J. V. Shalaumova¹, A. S. Timofeev^{1,2}, P. A. Moiseev¹

¹*Institute of plant and animal ecology Ural Branch of
the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg*

²*Ural State Forest Engineering University*

The results of our research showed that in the western part of the Putorana Plateau there was an active expansion of *Duschekia fruticosa* bushes. The general change in climatic conditions most likely could have contributed to the displacement of the upper boundary of the distribution of *Duschekia fruticosa* bushes. Depending on the exposure of the slope, this process has distinctive features. The limiting factors for the distribution of shrub alder are the removal of snow masses in winter by winds at the upper levels, as well as competition with trees (*Lárix gmélinii*).

Keywords: Lárix gmélinii (Rupr) Rupr., *Duschekia fruticosa* (Rupr), Pouzar tree stand structure, Putorana Plateau, Subarctic

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ДРЕВЕСНОЙ И КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВЫСОКОГОРЬЯХ ПРИПОЛЯРНОГО И ПОЛЯРНОГО УРАЛА

А. А. Григорьев^{1,3}, А. М. Громов^{1,2}, Ю. В. Шалаумова^{1,2},
П. А. Моисеев, С. О. Вьюхин^{1,2}, Д. С. Балакин^{1,2}, А. С. Тимофеев^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург

² Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования Уральский
государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный парк «Югыд ва»

e-mail: *grigoriev.a.a@ipae.uran.ru*

Ключевые слова: *Juniperus sibirica* Burgsd., верхняя граница леса, ландшафтные фотоснимки, Приполярный Урал, Полярный Урал, изменения климата

В последние десятилетия все более остро обсуждается проблема современного изменения климата и его возможных последствий для животного и растительного мира [1]. Известно, что одними из наиболее чувствительных регионов к изменениям среды являются высокогорные и высокоширотные регионы [2]. В этих условиях древесная и кустарниковая растительность является надежным индикатором изменений среды [3]. Многочисленными исследованиями проф. С.Г. Шиятова [4] было показано, что на Полярном Урале на восточном макросклоне г. Черная происходила и происходит в настоящее время интенсивная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру. В тоже время (по-видимому, из-за чрезвычайной труднодоступности) исследования динамики верхней границы леса на Приполярном Урале, южной и северной части Полярного Урала не проводились или проводились единично [5]. Результаты исследований, направленные на выявление экспансии кустарниковой растительности в горах Приполярного и Полярного Урала в настоящее время в научной литературе отсутствуют.

В настоящей работе была проведена оценка продвижения древесной растительности в горные тундры в различных районах Приполярного и Полярного Урала на основе сравнения ландшафтных

фотоснимков, сделанных с одних и тех же точек в разное время. В целом, в период с 2012 по 2020 гг. было получено более 300 повторных ландшафтных фотоснимков в таких районах и горных массивах как хр. Сабля, оз. Торговое, г. Неройка и Хусь-Ойка, среднем и верхнем течении р. Пелингичей, Кокпельском перевале, г. Черная, г. Сланцевая, оз. Хадата-Юган-Лор и в среднем течении р. Байдарата-Яха. В качестве примера приведены две пары разновременных фотоснимков (рис. 1 и 2).

Сопоставление пар разновременных фотоизображений свидетельствует, что на Приполярном и на Полярном Урале за последние 60 лет происходила интенсивная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру. За рассматриваемый временной интервал произошло увеличение, как густоты и продуктивности произраставших ранее древостоев, так и смещение верхней границы леса вдоль высотного градиента. Изменения в распределении растительного покрова на основе метода повторных фотоснимков установлены во всех исследованных районах Приполярного и Полярного Урала.

С целью выявления и изучения экспансии кустарниковой растительности, которая в отличие от древесной растительности четко не фиксируется на спутниковых и ландшафтных изображениях, в экотоне верхней границы древесной растительности было заложено четыре высотных профиля: два – в районе г. Неройка (Приполярный Урал) и два – на восточном макросклоне г. Черная (Полярный Урал). На каждом профиле фиксировалось три высотных уровня в зависимости от высоты над ур. м. и сомкнутости крон древостоев (верхний уровень – граница распространения отдельных деревьев в тундре, нижний уровень – верхняя граница распространения сомкнутых лесов). На каждом высотном уровне были заложены пробные площади размером 20x20 м. На каждой пробной площади у каждой особи *J. sibirica* фиксировалось точное местоположение, высота, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях и возраст. Возраст определялся с помощью апробированных ранее методов [6] путем взятия радиального спила древесины в месте прикрепления самой крупной ветви к стволу. Дальнейшая обработка образцов древесины проводилась в лабораторных условиях с применением классических методов дендрохронологии с целью выявления ложных и выпадающих колец [7].

В качестве примера ниже приведены данные по морфологической и возрастной структуре *J. sibirica* с одного профиля в каждом районе исследования.

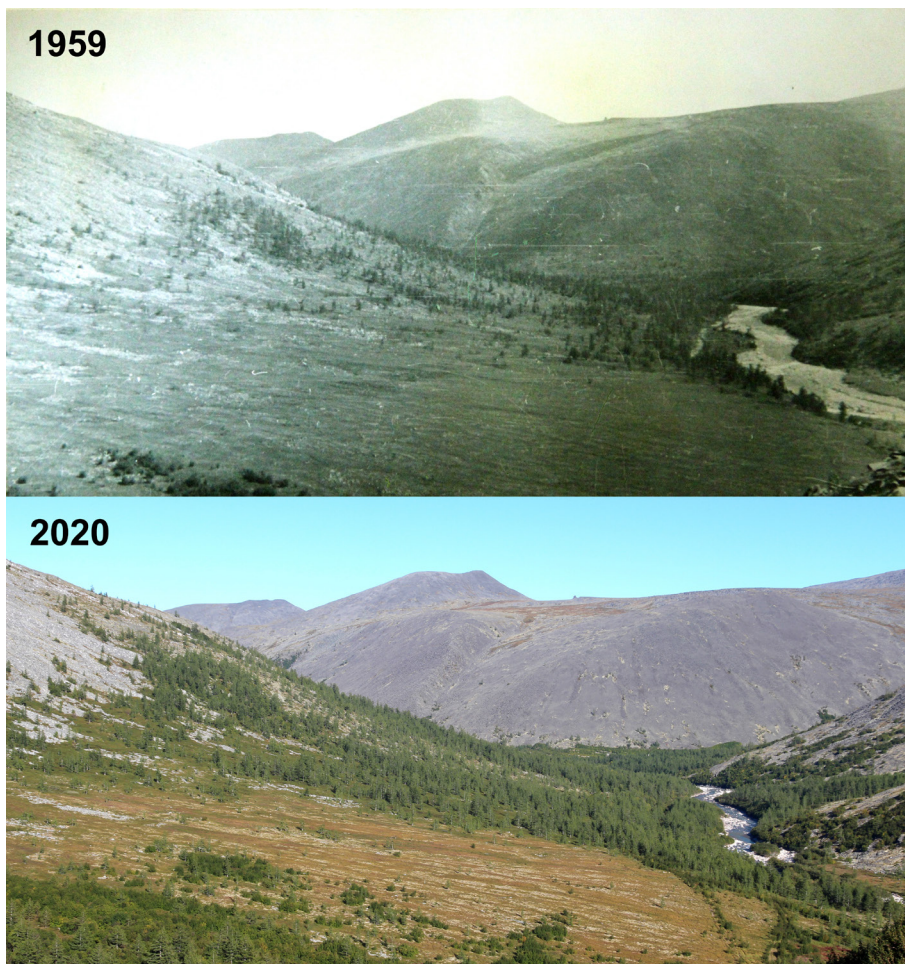


Рис. 1. Разновременные фотоснимки, сделанные в среднем течении р. Пелингичей (Приполярный Урал).

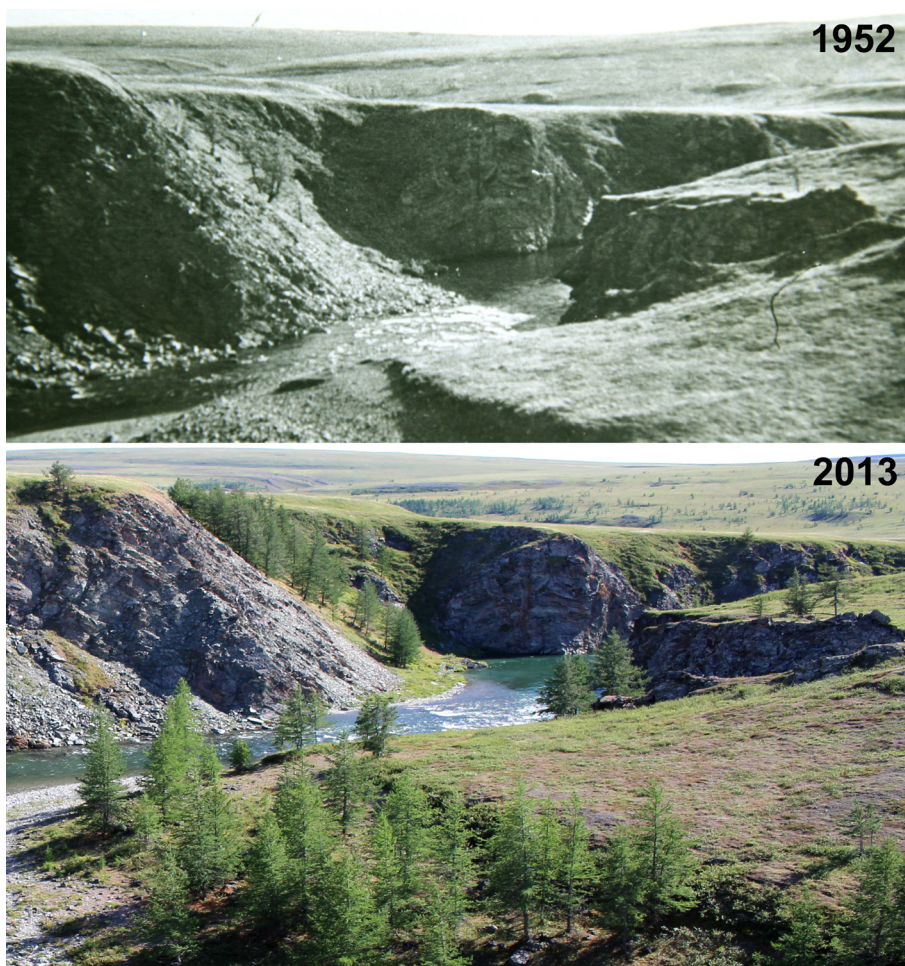


Рис. 2. Разновременные фотоснимки, сделанные в месте слияния рек Байдарата-Яха и Хуута-Яха (Полярный Урал).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что по мере продвижения в гору (по мере ухудшений условий для роста и уменьшения сомкнутости крон древостоев) наблюдаются различия в средних морфометрических и площадных характеристиках зарослей *J. sibirica* (см. таблицу). Так, средняя высота закономерно уменьшается по мере продвижения от нижнего уровня к верхнему, диаметр кроны на Приполярном Урале наибольших значений имеет на верхнем высотном уровне, на Полярном Урале – на среднем, аналогичные закономерности наблюдаются и с возрастом кустов *J. sibirica*. Густота закономерно уменьшается по мере увеличения высоты над ур. м., площадь проективного покрытия крон на Приполярном Урале наибольших значений имеет на верхнем высотном уровне, на Полярном Урале – на среднем.

Таблица

**Средние морфометрические показатели *Juniperus sibirica* Burgsd.
на заложенных высотных профилях**

Высотный уровень	Средние морфометрические показатели			Площадные характеристики	
	высота, м	диаметр кроны, м	возраст, лет	густота, шт./га	Площадь проективного покрытия крон, м ² /га
Приполярный Урал					
Верхний	0.94±0.28	1.54±1.05	60±18	315	856
Средний	0.84±0.28	0.99±0.43	54±11	194	179
Нижний	1.13±0.37	1.24±0.38	53±15	267	350
Полярный Урал					
Верхний	0.69±0.34	1.48±1.19	52±29	169	480
Средний	0.88±0.39	2.00±1.52	59±29	159	787
Нижний	0.97±0.73	1.49±0.97	41±20	380	943

Исследование возрастной структуры зарослей *J. sibirica* показало, что на профиле, заложенном на северо-западном склоне г. Неройка (рис. 3 А) все произрастающие в настоящее время особи *J. sibirica* начали появляться в 20-ом веке. Наиболее массово это процесс (причем на всех высотных уровнях) происходил в период с 1950 по 1980 гг., когда появилось около 90% всех произ-

растающих в настоящее время *J. sibirica*. На Полярном Урале (на восточном макросклоне г. Черная) заселение склона *J. sibirica* в отличие от Приполярного Урала происходило по другому сценарию (рис. 3 Б). Здесь первые особи *J. sibirica* стали появляться еще в конце 19-го века и вплоть до 1970-х гг. 20-го века (практически столетие) этот процесс происходил достаточно синхронно на всех высотных уровнях. Период наиболее массового заселения *J. sibirica* произошел только на нижнем высотном уровне в период с 1975 по 2000 гг., когда появилось около 70% всех произрастающих в настоящее время *J. sibirica* на данном высотном уровне.

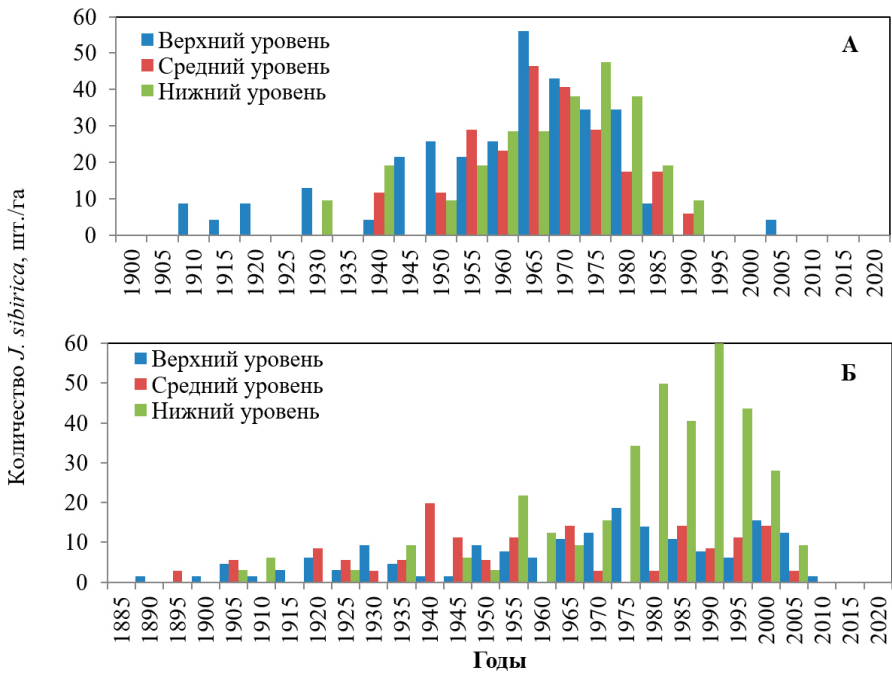


Рис. 3. Распределение количества *J. sibirica* по периодам их появления на заложённых высотных профилях: А – восточный макросклон г. Черная (Полярный Урал), Б – восточный макросклон г. Черная (Приполярный Урал).

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в горах Приполярного и Полярного Урала за последние 60 лет происходила интенсивная экспансия древесной растительности в горные тундры и редколесья. Наиболее значительные изменения в распределении лесопокрытых площадей произошли на пологих с наличием мелкозема и почвы участках склонов. Помимо древесной растительности в XX столетии происходило активное продвижение выше в горы кустарниковой растительности, в частности, *J. sibirica*. Этот процесс начался раньше на Приполярном Урале. Анализ данных ближайших метеостанций региона показал, что за последнее столетие произошло повышение осадков и приземной температуры воздуха. Наиболее вероятным объяснением наблюдаемых изменений произошедших в трансформации растительного покрова может быть общее изменение климатических условий в районах исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits / Н. Pauli [et al.] // Science. – 2012. – № 336. – 353–355 p.
2. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming / М. А. Harsch [et al.] // Ecol. Lett. – 2009. – № 12. – 1040–1049 p.
3. Горчаковский, П. Л. Фитоиндикаций условий и среды и природных процессов в высокогорьях / П. Л. Горчаковский, С. Г. Шиятов. – Москва : Наука, 1985. – 210 с.
4. Шиятов, С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата / С. Г. Шиятов. – Екатеринбург, 2009. – 219 с.
5. Григорьев, А. А. Динамика верхней границы древесной растительности в высокогорьях Приполярного Урала под влиянием современного изменения климата / А. А. Григорьев, П. А. Моисеев, З. Я. Нагимов // Экология. – 2013. – № 4. – С. 284–295.
6. Grigoriev, A. A. Alpine Shrubification: Juniper Encroachment into Tundra in the Ural Mountains / А. А. Grigoriev [et al.] // Forests. – 2022. – № 13. – 2106 p. – doi: 10.3390/f13122106
7. Матвеев, С. М. Дендрохронология. Учебное пособие / С. М. Матвеев, Д. Е. Румянцев. – Воронеж, 2013 – 140 с.

**SPATIO-TIME DYNAMICS OF WOOD AND SHRUBS
EGETATION TO THE MOUNTAIN TUNDRA
OF THE PLAR AND SUBPOLAR URALS**

**A. A. Grigoriev^{1,3}, A. M. Gromov^{1,2}, J. V. Shalaumova¹,
P. A. Moiseev¹, S. O. Vyuhin^{1,2}, D. S. Balakin^{1,2},
A. S. Timofeev^{1,2}**

*¹Institute of plant and animal ecology Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg*

*²Ural State Forest Engineering University,
Yekaterinburg*

³National park «Yugyd va»

The shift of the upper limit of tree vegetation into the mountain tundra has been established in many highland areas of the Subpolar and Polar Urals using the method of comparing landscape photographs taken at different times. It is shown that under the canopy of tree species there is an intensive expansion of shrub vegetation (in particular, *Juniperus sibirica* Burgsd.) into mountain tundra and open forests. The general change in climatic conditions in the study areas is the most likely explanation for the observed transformations in the vegetation cover.

Keywords: Juniperus sibirica Burgsd., upper treeline, landscape photographs, Subpolar Urals, Polar Urals, climate change

МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫБИТЫХ ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «НЕНЕЦКИЙ»

Т. В. Дьячкова

ФГБУ «Государственный заповедник «Ненецкий», г. Нарьян-Мар
e-mail: ms.tanya.dyachkova@mail.ru

Ключевые слова: мониторинг, перевыпас, северный олень, лишайниковые пастбища, восстановление

На территории государственного природного заповедника «Ненецкий» в районе реки Малая Хабуйкасё в августе 2019 года начат мониторинг кустарничково-лишайниковых сообществ, нарушенных в результате чрезмерного выпаса северных оленей. На данной территории разрешено традиционное природопользование для СРО «Табседа». Согласно календарным срокам Проекта организации оленьих пастбищ, здесь располагаются поздние осенние пастбища. Территория р. Мал. Хабуйкасё находится на востоке Малоземельской тундры. Ландшафт представлен комплексом осоково-гипновых и осоково-сфагновых болот, приуроченных к отрицательным формам рельефа, в сочетании с плоскобугристыми болотами и озерами. На возвышенных песчаных мезоплато расположены пятнистые и полигональные кустарничково-лишайниковые тундры.

На обследуемой территории заложены шесть мониторинговых площадок, размерами 5×5, где ежегодно отслеживается динамика восстановления кустарничково-лишайниковых сообществ. На площадках выявляли полный видовой состав. Оценивали общее проективное покрытие и по основным жизненным формам фиксировали высоту каждого яруса. Участие видов в сложении сообществ оценивали по шкале обилия-встречаемости Браун-Бланке [1]. Фиксировали признаки воздействия выпаса оленей.

Сообщества на мониторинговых площадках относятся к классу *Loiseleurio procumbentis-Vaccinietea*, ранее описанному О. В. Лавриненко, И. А. Лавриненко для восточноевропейских тундр [2] и представлены ассоциацией *Loiseleurio-Diapensietum* (рис. 1).

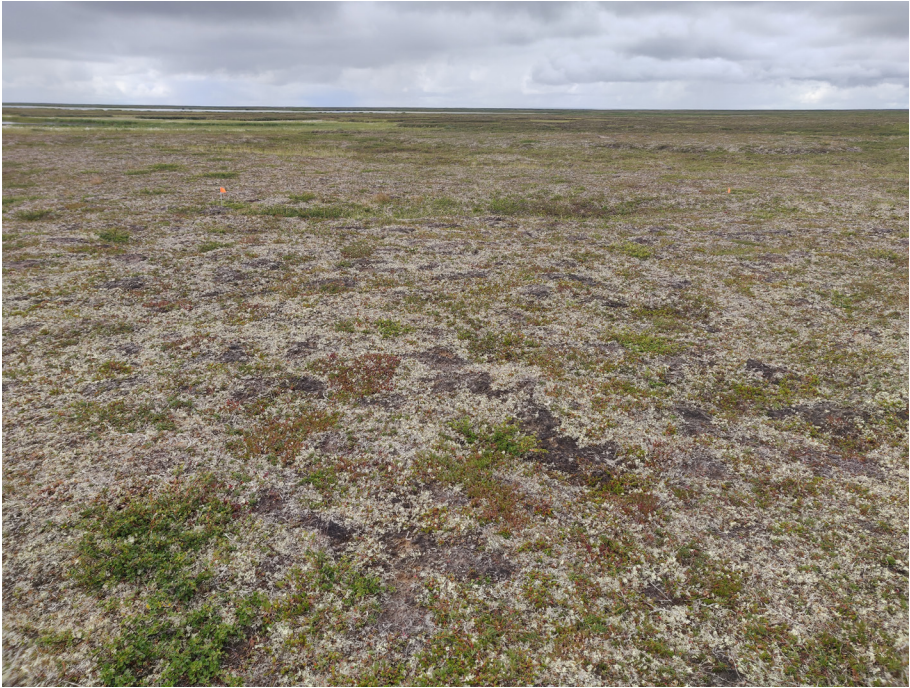


Рис. 1. Тундра после чрезмерного выпаса оленей в окрестностях р. Мал. Хабуйкасё в 2019 г.

Число таксонов в ассоциации – 52. Из них сосудистых – 14 (в том числе кустарников – 1, кустарничков – 8, трав – 5), мохообразных – 7, лишайников – 41; в описаниях – 26–37 (в среднем 32). Общее проективное покрытие на площадках – 90–99%, среднее покрытие кустарников – 3%, кустарничков – 23%, трав – 4%, мохообразных – 11%, лишайников – 48%, криптогамных корочек (печеночники, накипные лишайники, мелкие мхи) – 27%, открытого грунта с песком – 4%.

Горизонтальная структура сообщества нерегулярно-мозаичная. Мозаичность обусловлена нанорельефом, который представлен разреженными куртинами кустарничков – *Arctous alpina* (L.) Niedenzu и *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, чередующимися с обнаженным и заросшим криптогамными корочками грунтом в виде темных пятен размерами 20x40, 40x40 в диаметре до 70 см.

Такие пятна характерны для пастбищ средней и высокой степени нарушенности. На площадках хорошо видны этапы зарастания нарушенного субстрата (рис. 2).

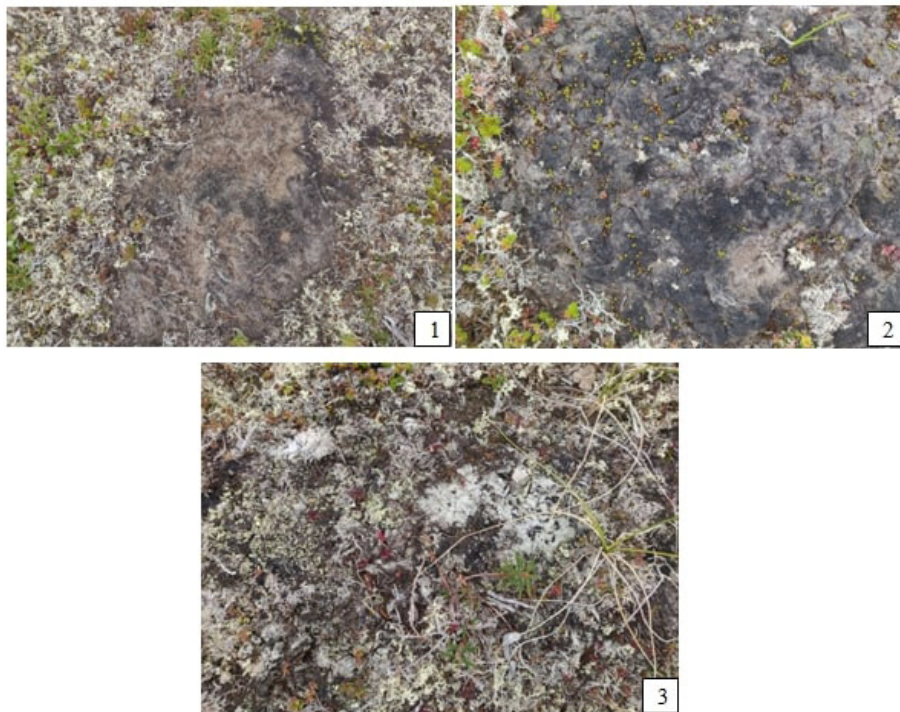


Рис. 2. Элементы нанорельефа на выбитых участках: 1 – обнаженный песчаный субстрат; 2 – песчаный субстрат, обрастающий криптогамной корочкой; 3 – криптогамная корочка, заросшая малопродуктивными видами лишайников.

На песчаных обнажениях локально или по периферии начинают образовываться корочки. В трещинках появляются мхи (*Pogonatum dentatum* (Brid.) Brid., *Polytrichum piliferum* Hedw.). Корки частично или полностью покрываются накипными видами лишайников (*Ochrolechia androgyna* (Hoffm.) Arnold., *Icmadophila ericetorum* (L.) Zahlbr.). В пределах площадок встречаются продавленные следы копыт северных оленей, глубина лунок до трех сантиметров.

Вертикальная структура сообщества представлена тремя ярусами. Верхний ярус образован кустарником *Betula nana* L. 10 см высотой, в травяно-кустарничковом ярусе наиболее обильны кустарнички *Arctous alpina*, *Empetrum hermaphroditum* (2–4 см, максимум 15 см *Carex arctisibirica* (Jurtz.) Czer.). В мохово-лишайниковым ярусе абсолютным доминантом на всех площадках является *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt (покрытие до 50%). Высота яруса 1.5 см. Моховой покров выражен слабо, с наибольшим обилием в сообществах встречается печеночник *Gymnocolea corallioides* Nees.

В качестве контроля были сделаны описания в нетронутых эталонных тундрах на о. Ловецкий (заповедник «Ненецкий»). При сравнении, в первую очередь, мы наблюдаем различие в проективном покрытии лишайников, в нарушенных сообществах оно сокращается почти в два раза. Меняется видовой состав лишайникового покрова. Снижается доля участия кормовых лишайников (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot, *Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt. Покрытие лишайников в выбитых тундрах 20–65%, на контрольных площадках 95–98%. При этом в нарушенных сообществах в несколько раз увеличивается покрытие трав. Высота кормовых лишайников в окрестностях р. Мал. Хабуйкасё 1–1.2 см, тогда как тогда как на о. Ловецкий 2.0–2.5 (4) см [3].

Динамика естественного восстановления нарушенных оленьих пастбищ проявляется в увеличении обилия некоторых видов мхов (*Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid., *Polytrichum pilliferum*). Возрастает участие накипных лишайников, не имеющих кормовой ценности, увеличивается обилие устойчивого к выпасу вида *Sphaerophorus globosus* (Huds.) Vain. На некоторых площадках наблюдается увеличение обилия трав (*Festuca ovina* L., *Carex arctisibirica*). Восстановление кормовых видов 1.5 мм в год.

Темпы восстановления лишайникового покрова в районах тундры с популяцией северного оленя находятся в центре внимания многих исследователей, проводящих долгосрочные исследования в арктических регионах [4, 5, 6]. Скорость роста кустисто-разветвленных лишайников в тундровых сообществах варьируют в широких пределах от 1.2 до 6.3 мм/год [4]. По данным Морозовой и Эктвой продуктивность и восстановительный потенциал лишайниковой подстилки на п-ве Ямал после 13 лет без воздействия выпаса северных оленей очень низки. Восстановление кормовых

видов (*Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. cornuta*, *Flavocetraria cucullata* и других) 1.3 мм в год, а темп прироста биомассы лишайников за этот период составил 3.8 г/м². По мнению автора для восстановления нормального зонального статуса потребуется не менее 60–80 лет [5].

Мы исключили территорию в р-не р. Мал. Хабуйкасё из хозяйственного использования на срок до пяти лет. За это время мы планировали оценить степень воздействия на напочвенный покров и проследить динамику восстановления. Скорость роста напочвенных лишайников – один из основных показателей определяющих их восстановительный потенциал и продукционную активность. На наших площадках прирост лишайников оказался крайне низким, вероятно, придется увеличивать сроки мониторинга и продлевать мораторий на выпас оленей на данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Becking, R. The Zürich-Montpellier school of phytosociology / R. Becking // Botanical Review. – 1957. – Vol. 23 (7). – P. 411–488.
2. Лавриненко, О. В. Растительность класса *Loiseleurio procumbentis-Vaccinietae* Egger ex Schubert 1960 в восточноевропейских тундрах / О. В. Лавриненко, И. А. Лавриненко // Растительность России. – 2020. – № 38. – С. 27–84.
3. Карсонова, Д. Д. Лишайниковые пастбища острова Ловецкий и бассейна реки Малая Хабуйкасе (Ненецкий заповедник) / Д. Д. Карсонова, Т. В. Дьячкова // Материалы V (XIII) Международной ботанической конференции молодых учёных в Санкт-Петербурге : сборник тезисов конференции : 25–29 апреля 2022 г. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 72.
4. Соковнина (Абдульманова), С. Ю. Прирост кормовых видов лишайников рода *Cladonia* (Cladoniaceae) на пастбищах домашнего северного оленя / С. Ю. Соковнина (Абдульманова), С. Н. Эктова // Растительные ресурсы. – 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 221–240.
5. Ectova, S. N. Rate of recovery of lichen-dominated tundra vegetation after overgrazing at the Yamal Peninsula (Short Communication) / S. N. Ectova, L. M. Morozova // Czech Polar Reports. – 2015. – Vol. 5, N 1. – P. 27–32.
6. Malygina, N. V. A condition of tundra pastures vegetation cover in some territories of many-year pasturing of wild and domesticated reindeer / N. V. Malygina, L. M. Morozova // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2021. – Vol. 7 (3). – P. 49–80.

MONITORING OF THE NATURAL RESTORATION OF REINDEER PASTURES AFTER OVERGRADING ON THE TERRITORY OF THE RESERVE «NENETSKY»

T. V. Dyachkova

Federal Nature Reserve «Nenetskii», Naryan-Mar

The article presents information on the monitoring of shrub-lichen pastures on the territory of the Nenets State Nature Reserve, disturbed as a result of reindeer overgrazing. The measure taken is the exclusion of the affected area from economic use for up to five years. Restoration of fodder lichen species (*Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. cornuta*, *Flavocetraria cucullata*) is 1.5 mm per year. Further monitoring and extension of the moratorium on this territory is necessary.

Keywords: monitoring, overgrazing, reindeer, lichen pastures, restoration

ДРИАДОВЫЕ СООБЩЕСТВА ЮГО-ВОСТОКА ЧУКОТСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А. С. Етылина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный парк «Берингия», Чукотский автономный округ

e-mail: etylina.a.s@gmail.com

Ключевые слова: Чукотский полуостров, *Dryas ajanensis* Juz. ssp. *beringensis* Jurtz., тундра, растительность

Материалы получены автором при полевых работах в 2018–2021 гг. на юге-востоке Чукотского полуострова. В соответствии со схемой геоботанического районирования [1], данная территория относится к подзонам средних и северных гипоарктических тундр. В районе исследования хорошо выражен среднегорный рельеф, хорошо выделяются следующие природные комплексы: межгорные долины, пойменные и суходольные плакорные участки, покрытые дриадовыми сообществами. В последних доминирует *Dryas ajanensis* ssp. *beringensis* – вид, распространенный в Азии только на востоке Чукотского полуострова.

Всего было сделано 300 геоботанических описаний, которые были обработаны для целей классификации растительности методом Браун-Бланке [2]. Описания выполнялись на пробных площадях размером 4×4 м. Из общего массива была выделена группа из 20 описаний, в которой постоянство дриады составляет V по шкале, принятой для этой классификации [3]. Ценофлора насчитывает 166 видов (видовое богатство составляет от 16 до 35 видов на площадке); из них сосудистых – 78, мохообразных – 30, лишайников – 58.

Сопоставление данной группы с остальными сообществами позволило выявить диагностическую группу видов, характеризующуюся превышением величины постоянства ряда видов на один и более баллов. В эту группу вошли *Dryas ajanensis* ssp. *beringensis* и *Hierochloë alpina* (Sw.) Roem. et Schult. Проективное покрытие дриады в этих сообществах варьирует в диапазоне 20–65%. В груп-

пу характерных видов с постоянством III входят *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Schaer., *Salix polaris* Wahlenb., *Poa arctica* R. Br., *Anemone sibirica* L. На основе данной группы видов была предварительно выделена ассоциация, которая широко распространена по всей территории юго-востока Чукотского полуострова и хорошо узнаваема в поле.

Сообщества имеют сложную горизонтальную структуру регулярно-циклического типа [4], элементом которой являются плотные пятна дриадовых кустарничков диаметром от 50 см до двух метров, приуроченные к щебнисто-суглинистым грунтам. В сообществах хорошо выражен мохово-лишайниковый ярус: лишайники преобладают на скоплениях щебня на слегка возвышающихся участках, моховый покров преобладает в микропонижениях, сложенных, в основном, суглинком. Высота кустарничков дриады и мохово-лишайникового яруса не превышает пяти сантиметров, единичные осоки и злаки возвышаются на высоту до 15 см. Также встречаются не заросшие лишайниками пятна глины, выдавленные на поверхность в результате мерзлотных процессов, диаметром до одного метра. Площадь сообществ варьирует от 8 м² до 100 м².

Сообщества с дриадой *Dryas ajanensis* ssp. *beringensis* характеризуют зональную растительность. На Чукотском полуострове они распространены в плакорных местообитаниях на водоразделах на высоте от 40 до 100 м над ур. м., на пологих склонах (<5°), на широких увалах между долинами рек с ахионными или микрохионными условиями [5] (мощность снежного покрова не превышает 20 см). Глубина протаивания мерзлоты на этих участках – 10–15 см, почвы среднесуглинистые, с кислой реакцией среды. На выходах карбонатных пород, которые также встречаются в изученном районе, *Dryas ajanensis* ssp. *beringensis* замещается видом *Dryas integrifolia* Wahl.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конспект флоры Чукотской тундры / Б. А. Юрцев, Т. М. Королева, В. В. Петровский, Т. Г. Полозова, П. Г. Жукова, А. Е. Катенин. – Санкт-Петербург : ВВМ, 2010. – 628 с.
2. Westhoff, V. The Braun-Blanquet approach. 2 ed. / V. Westhoff, E. van der Maarel // Classification of plant communities. – The Hague, 1978. – P. 287–399.

3. Миркин, Б. М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова. – Москва : Наука, 1989. 223 с.

4. Матвеева, Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики / Н. В. Матвеева // Труды БИН РАН. – 1998. – Вып. 21. – 220 с.

5. Холод, С. С. Роль снежного покрова в дифференциации растительности южной части острова Врангеля. Ценотический уровень / С. С. Холод // Ботанический журнал. – 1993. – Т. 78, № 1. – С. 45–58.

DRYAD COMMUNITIES OF THE SOUTH-EAST OF THE CHUKCHI PENINSULA

A. S. Etylina

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy
of Sciences, Saint Petersburg*

*National Park «Beringia», Settlement of Providence,
Chukotka Autonomous Okrug*

The materials (300 geobotanical descriptions) were obtained by the author during field work in 2018–2021 in the south-east of the Chukchi Peninsula. From the general array of geobotanical descriptions, a group of 20 was identified, in which the dryad constancy (*Dryas ajanensis* ssp. *beringensis*) is V on the scale adopted for classification by the Brown-Blanke method. On the basis of a group of characteristic species with constancy III (*Thamnolia vermicularis*, *Salix polaris*, *Poa arctica*, *Anemone sibirica*), an association was preliminarily isolated, which is widespread throughout the south-east of the Chukchi Peninsula and is characteristic of upland habitats.

Key words: the Chukchi Peninsula, *Dryas ajanensis* ssp. *beringensis*, tundra, vegetation

РАЗМЕРНАЯ, ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА В СОСНЯКАХ КРАЙНЕЙ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

И. Н. Кутявин¹, А. В. Манов¹, А. А. Дымов^{1,2}

¹ Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

² Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва
e-mail: kutjavin-ivan@rambler.ru

Ключевые слова: сосна, строение, структура, крайне северная тайга

Леса европейского севера России занимают особое место в ведении народного хозяйства, являются хрупким элементом природной среды бореальной зоны и, как следствие, занимают особое место в ведении рационального лесопользования их. Б. А. Семенов с соавт. [3] отмечают недостаточную изученность своеобразия данного природного образования. Цель данной работы – провести оценку размерной структуры притундровых сосняков.

В крайнесеверной тайге исследования проведены на пробных площадях в сосняках лишайниковых располагающихся в заполярном заказнике междуречья Сула-Харьяга в нижнем бассейне р. Печора. Данный заказник представляет лесной массив, состоящий из гряды песчаных отложений окруженный болтами и тундрой. Вторая точка исследований, крайнесеверной тайге, расположена в восточной части Республики Коми, в окрестностях города Инта. Сосняки в крайнесеверной тайге занимают порядка 11.2% лесопокрытой площади, из них основная доля приходится на сфагновую – 39.0% и зеленомошную – 34% группы типов леса. Остальную часть занимают лишайниковые (18%) и долгомошные (10%) типы сосновых сообществ [4].

Притундровый сосняк лишайниковый *Pinetum cladinosum* (ППП 1-09) формируется на песчаных отложениях массива Сула-Харьягинского лесного заказника. Состав древесного яруса сосняка 8С2Б ед. Лц. Древостой сосняка V класса бонитета, с возрастом деревьев 43–90 лет. Средний диаметр сосны – 10.9 см, высота – 9.2 м. Запас стволовой древесины растущих деревьев составляет 114 м³га⁻¹. Абсолютная полнота древостоя составляет 18.6 м²га⁻¹, относительная 0.9. В древостое сосняка встречаются старые пни срубленных деревьев 40-х годов прошлого столетия.

Подрост состоит преимущественно из сосны. Живой напочвенный покров состоит из кустистых лишайников и небольших пятен зеленых мхов.

Западнее в этом же массиве Сула-Харьягинского заказника, была заложена вторая ППП в старовозрастном сосняке лишайниковом (ППП 2-22). Древостой V класса бонитета. Возраст деревьев варьирует от 86 до 209 лет с преобладанием 150-летних деревьев. Средний диаметр – 19.5, высота 15.7 м. В древостое преобладает сосна с небольшой примесью лиственницы и березы порослевого происхождения. Объемы стволовой древесины составляют $120.4 \text{ м}^3\text{га}^{-1}$, абсолютная полнота – $15.9 \text{ м}^2\text{га}^{-1}$. Возобновление в основном идет в окнах межкронового пространства взрослых особей сосны. Подрост состоит преимущественно из сосны и не большого количества порослевой березы. Кустарничковый ярус представлен пятнами брусники и небольшим количеством черники. Мохово-лишайниковый элемент фитоценоза состоит из лишайников и небольших пятен зеленых мхов. Древостой пройден двумя пожарами слабой интенсивности, последний из которых прошел 170 лет назад.

Под древостоями сосняков, Сула-Харьягинского лесного заказника, развиты подзолы иллювиально-железистые, характеризующиеся типичным строением (О-Е-ВФ-ВС). Во всех исследуемых разрезах на границе подстилки и подзолистого горизонта диагностируются остатки углей.

Сосняк багульниковый *Pinetum ledosum* (ПП 3 13) занимает пониженный, лишенный стока, участок на западной окраине болота. Насаждение представляет собой сосновое редколесье с примесью ели (*Picea obovata* Ledeb.). Запас стволовой древесины составляет $14.6 \text{ м}^3\text{га}^{-1}$ с незначительным количеством сухостойных деревьев. Подрост состоит из сосны, ели и единично березы с преобладанием здоровых особей средней и крупной категории. В подлеске встречается карликовая береза и ива. Травяно-кустарниковый ярус имеет проективное покрытие около 60%, его формируют багульник, осока, голубика, морозка, пушица, клюква. При почти сплошном покрытии сфагнума, встречаются небольшие пятна зеленых мхов и кустистых лишайников.

Анализ структуры возраста на трех ППП притундровых сосняков показал различное формирование возрастной структуры. Так древостой сосняков представлены тремя типами возрастной структуры: условно-разновозрастным, циклично-разновозрастным

и относительно-разновозрастным с демутационными фазами динамики (см. рисунок). Наиболее простой тип возрастной структуры установлен в сосняке лишайниковом (ПП 1-09), сформированном на месте вырубki 30-х годов XX столетия. Древостой представлен одним разновозрастным поколением с амплитудой колебания возраста 43–90 лет. Коэффициент варьирования возраста представлен средним значением 20.3%. Ассиметрия свидетельствует о почти нормальном распределении возраста деревьев сосны (0.03).

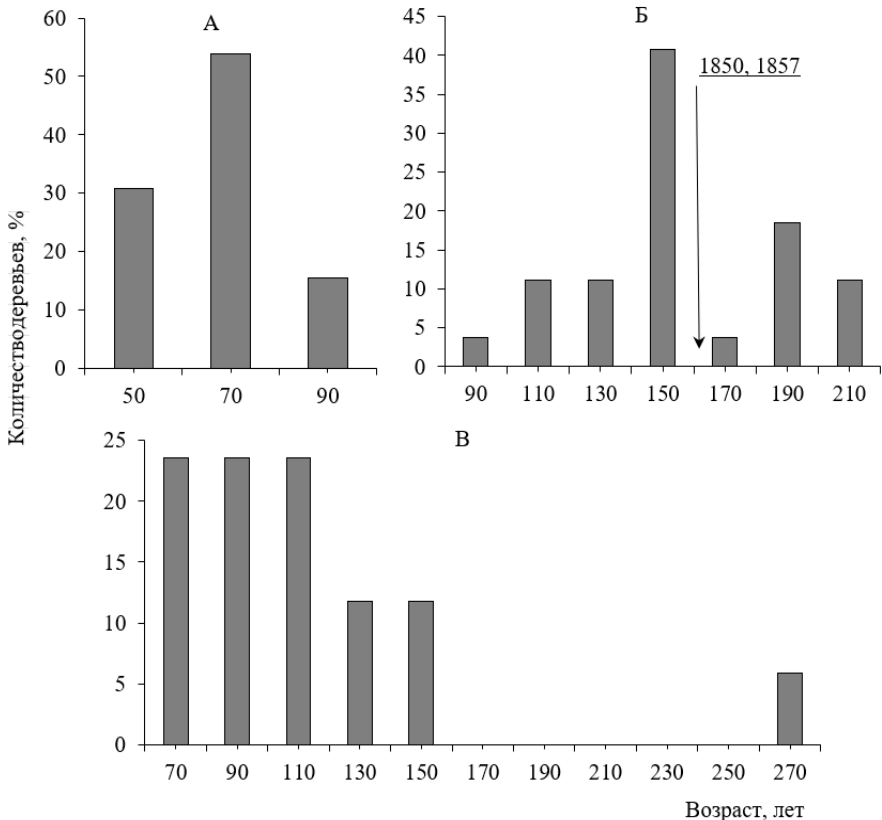


Рисунок. Распределение деревьев по возрасту в притундровых сосняках: А – лишайниковом (ПП 1-09) условно-разновозрастный тип возрастной структуры; Б – лишайниковом (ППП 2-22) циклично-разновозрастный тип возрастной структуры; В – багульниковом (ПП 3-13) относительно-разновозрастный тип структуры с демутационными фазами динамики.

Старовозрастный лишайниковый сосняк (ППП 2-22) пройден двумя пожарами с коротким интервалом в семь лет (см. рис. Б). Он характеризуется циклично-разновозрастной структурой, обычной для для темнохвойных еловых сообществ [1]. Поколения образуют волнообразную кривую без разрыва между ними. Пожары пройденные в 1850 и 1857 гг., по-видимому, носили слабый характер интенсивности и не вызвали разрыва в поколениях, способствуя формированию нового (86–154 лет) соснового поколения. По данным многолетних исследований возрастной структуры северотаежных и среднетаежных сосняков, данный тип отсутствовал во всех обследованных древостоях [2]. Таким образом, слабая частота и интенсивность пожаров способна сформировать данный тип возрастной структуры в светлохвойных сообществах.

По таксационно-статистическим показателям древостой лишайникового сосняка (ППП 2-22) характеризуется средним значением вариации возраста (20.9%). Ассиметрия положительная (0.1), что говорит о преобладании молодого поколения сосны. В пределах поколений ассиметрия отрицательная, с преобладанием деревьев сосны старше среднего значения. Экссесс характеризуется островершинными кривыми ($E=0.1, 1.7$).

Лиственница представлена единичными отдельно стоящими деревьями в насаждении сосняка, с возрастом деревьев от 116 до 248 лет. В массиве сосняка преобладают молодые деревья, о чем свидетельствует положительный коэффициент асимметрии (0.9). Кривая эксцесса указывает на рассеянное распределение возрастов деревьев лиственницы (-1.5).

Притундровые сосняки характеризуются высокими значениями вариации диаметра (34.5–49.0%). В пределах поколений на ППП 2-22 этот показатель характеризуется средней изменчивостью толщины (10.1–16.9%). В сосняках лишайниковом (ПП 1-09) и багульниковом (ПП 3-13) преобладают деревья мелкой категории крупности 5.6–12.2 см, об этом свидетельствует положительный коэффициент асимметрии (0.2–0.6). В сосняке лишайниковом (ППП 2-22), наоборот, преобладают крупномерные деревья сосны как в древостое ($A=-0.70$), так и в поколениях ($A=-0.59 - -0.40$). Амплитуда колебания по диаметру здесь носит смешанный характер. В двух поколениях присутствуют крупные и мелкие деревья сосны. В циклично-разновозрастном сосняке лишайниковом (ППП 2-22) цикличность прослеживается не только в распределении деревьев по возрасту, но и по диаметрам. Схожие распределения от-

мечаются и в условно-разновозрастном сосняке лишайниковом на ППП 1-09 и относительно-разновозрастном сосняке багульниковом на ППП 3-13.

Сосняки характеризуются небольшой средней высотой от 5.9 до 15.7 м. Коэффициенты вариации представлены средними значениями изменяясь от 14.8 в условно-разновозрастном сосняке лишайниковом (ППП 1-09) до 25.3% в относительно-разновозрастном древостое сосняка багульникового (ППП 3-13).

Поколения имеют смешанный высотный характер. Так первое и второе поколения на ППП 2-22 имеют схожие высотные показатели, как самых низких, так и самых высоких деревьев сосны. Согласно данным Семенова с соавт. [3] в разновозрастных сосняках Крайнего Севера присутствует 2–3 поколения сосны, выделение которых по высоте довольно затруднительно. Распределение деревьев по двухметровым ступеням высоты в условно-относительно-разновозрастном сосняке на ППП 1-09 и 3-13, показало равномерное их распределение. В сосняке лишайниковом (ППП 2-22) также как и по возрасту и диаметру проявляется цикличность по высоте. Распределение деревьев по высоте, в данном сосняке, имеет волнообразную кривую.

Представленные результаты не охватывают всех типов возрастного строения сосняков Крайнего Севера. Дальнейшие исследования позволят глубже понять природу лесов данного региона в современных условиях меняющегося климата и растущей антропогенной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комин, Г. Е. К вопросу о типах возрастной структуры / Г. Е. Комин // Лесной журнал. – 1963. – № 3. – С. 37–42.
2. Кутявин, И. Н. Возрастная структура древостоев под воздействием пожаров в сосняках Северного Приуралья (республика Коми) / И. Н. Кутявин, А. В. Манов // Вестник Северо-Восточного центра ДВО РАН. Биологические науки. – 2020. – № 3. – С. 47–59.
3. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение хозяйства) / Б.А. Семенов [и др.]. – Архангельск : Пресс А, 1998. – 334 с.
4. Углерод в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территорий Республики Коми. – Сыктывкар, 2014. – 202 с.

**DIMENSIONAL AND AGE STRUCTURE IN TUNRA
PINE FORESTS IN THE EUROPEAN NORTH-EAST
OF RUSSIA**

N. Kutyaev¹, A. V. Manov¹, A. A. Dymov^{1, 2}

*¹ Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

*² Faculty of Soil Science, Moscow State University
M.V. Lomonosov, Moscow*

The paper presents studies of the age and size structure of pine forest stands developing in the forest-tundra conditions on the European North-East of Russia. Various types of age structure have been established. A cyclically uneven-aged type of age structure, which is typical for the dark coniferous taiga, was revealed. Further studies of near-tundra pine forests will allow a deeper study of their development under conditions of climate change and human pressure.

Keywords: pine, age structure, size structure, forest tundra

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В СУБАРКТИЧЕСКОМ ПОЯСЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А. В. Манов, И. Н. Кутявин

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

E-mail: manov@ib.komisc.ru

Ключевые слова: ель сибирская, радиальный прирост, обобщенная древесно-кольцевая хронология, температура воздуха, атмосферные осадки

Притундровые леса в России занимают обширные территории – около 45, а в Республике Коми – 10.5 млн га [1]. В лесном фонде притундровой зоны Республики Коми преобладают насаждения естественного происхождения, около 78% лесопокрытой площади занимают спелые и перестойные леса, среди которых более 70% приходится на ельники. Эти леса в силу своего возраста и географического положения служат летописцем и индикатором глобальных природных изменений.

Дендрохронологический материал собирали с деревьев ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в еловых фитоценозах на трех участках, которые распределены по территории притундровой зоны в пределах республики в долготном градиенте. Участкам присвоен трехбуквенный код по названиям близлежащих населенных пунктов: ХВХ – с. Хабариха; УСН – г. Усинск; ИНТ – г. Инта. Участки ХВХ и УСН находятся на Печорской низменности, а участок ИНТ – в предгорьях Приполярного Урала. Растительный покров участков представлен переувлажненными ельниками сфагновой группы типов.

В работе были использованы архивы инструментальных метеоданных (<http://aisori-m.meteo.ru/waisori>) с суточным ходом температуры воздуха и атмосферных осадков по ключевым (имеющим длительный, непрерывный период наблюдений) наиболее близко расположенным к дендрохронологическим участкам метеостанциям.

Сбор и подготовку образцов древесины (жернов, спилов) для анализа проводили по методикам, принятым в дендрохронологии

[2, 3]. Измерение ширины годовых колец и перекрестную датировку образцов древесины выполняли на измерительном приборе LINTAB под бинокляром с использованием программ TSAP и COFESHA. Анализ полученных результатов (индивидуальных хронологий) делали в программных пакетах dplR и treeslim из среды R (<https://cran.r-project.org>). Индивидуальные хронологии подвергались стандартизации (расчет индексов прироста) путем использования отрицательной экспоненциальной функции для исключения неклиматических трендов из них, а также удалению автокорреляционной зависимости с помощью модели авторегрессии. Полученные остаточные индексы прироста были объединены в обобщенный ряд для каждого участка путем расчета взвешенных средних. Качество древесно-кольцевых хронологий оценивали по их статистическим характеристикам: коэффициент корреляции Пирсона, средний коэффициент чувствительности и автокорреляция первого порядка.

Степень влияния климата на радиальный прирост ели оценивали по показателям функции отклика за период с мая предыдущего года (относительно времени формирования годового кольца) по сентябрь текущего года. Данный подход основан на получении значений коэффициентов множественной линейной регрессии для климатических переменных отдельных месяцев, статистическая значимость которых проверялась бутстреп-методом.

Стабильность отношений сигнал/климат в древесно-кольцевых хронологиях ели в течении продолжительного времени по каждому месяцу вегетационного периода текущего года оценивали с помощью скользящей корреляционной функции в дендроклиматическом окне с 25-летним интервалом и с шагом пять лет.

На трех дендрохронологических участках ельников методом перекрестной датировки отобрано 64 индивидуальных древесно-кольцевых хронологии, показывающих достаточно высокие межсерийные корреляционные связи (r) и чувствительность (Sens) к внешним факторам среды (табл. 1).

Во всех дендрохронологических участках отмечаются высокие значения автокорреляции первого порядка ($Ar1$), что свидетельствует о связи текущего годового прироста древесины ели с погодными условиями прошлых лет.

Таблица 1

Статистические показатели древесно-кольцевых хронологий ели

Код участка	N	r	Sens	Ar1
ХБХ	24	0.60	0.30	0.67
		0.66	0.37	0
УСН	12	0.71	0.28	0.74
		0.69	0.35	0
ИНТ	28	0.61	0.26	0.55
		0.65	0.31	0

Примечание. N – число деревьев в хронологии; r – межсерийный коэффициент корреляции; Sens – коэффициент чувствительности; Ar1 – автокорреляция первого порядка. В числителе представлены расчеты по стандартным древесно-кольцевым хронологиям, в знаменателе – по остаточным.

Степень воздействия температуры воздуха и осадков на радиальный прирост деревьев ели по всем дендрохронологическим участкам имеет относительную схожесть. Древесно-кольцевые хронологии в еловых сообществах притундровой зоны (ХБХ, УСН, ИНТ) наиболее чувствительны к июньской температуре и слабее реагируют на июльскую, о чем свидетельствует достоверная положительная связь радиального прироста ели на температуру воздуха летних месяцев (рис. 1 I а-в). Достоверную отрицательную связь демонстрируют древесно-кольцевые хронологии ели ХБХ и ИНТ с температурой воздуха вегетационного периода предыдущего года (рис. 1 I а, в). В зимние месяцы участие температуры в ростовых процессах ели не выражено. Сходство во влиянии атмосферных осадков на радиальный прирост ели между дендрохронологическими участками ХБХ, УСН, ИНТ (рис. 1 II а-в) отмечается лишь в последние месяцы вегетационного периода (август, сентябрь). А прямое влияние зимних осадков на рост взрослых деревьев в многоснежном регионе мы считаем маловероятным.

В течении всего анализируемого периода ни одна древесно-кольцевая хронология не проявляет стабильного климатического сигнала (табл. 2). Древесно-кольцевые хронологии ели на участках ХБХ и ИНТ показывают положительный сигнал температуры воздуха июня лишь в начале наблюдений (до 1968 года), а затем он ослабевает до статически незначимого уровня. Наоборот, у древесно-кольцевых хронологий ели на участке УСН, поло-

жительный сигнал температуры июня встречается в последние 40 лет. Непрерывное положительное влияние атмосферных осадков на радиальный прирост ели отмечается в августе с 1944 по 1998 гг. в древесно-кольцевых хронологиях на участке ХБХ. В остальных хронологиях осадки имеют кратковременный как положительный, так и отрицательный сигнал.

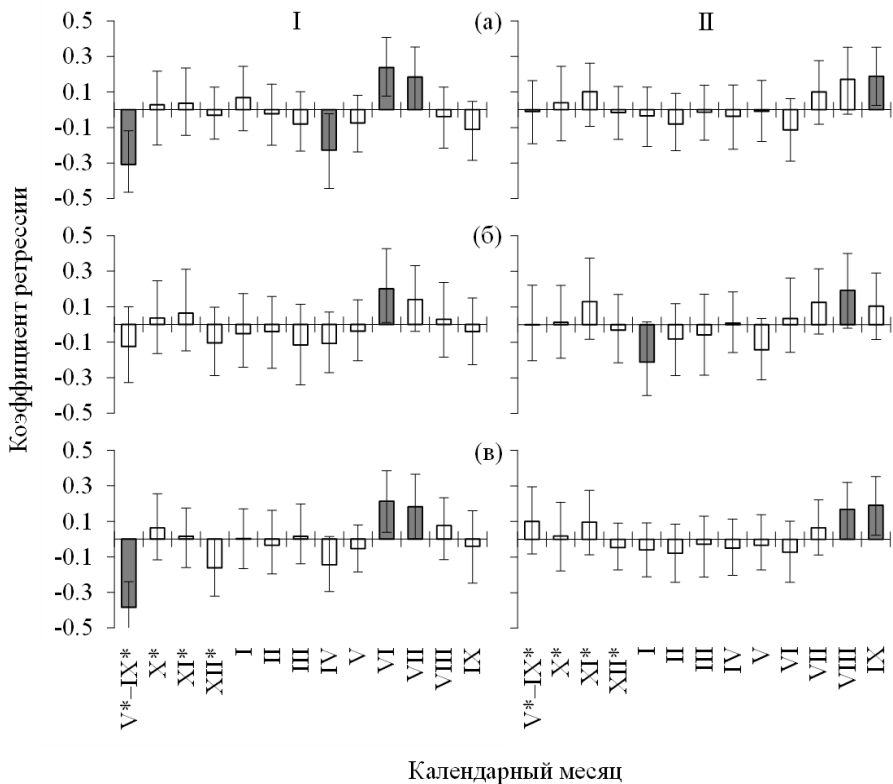


Рис. 1. Функция отклика радиального прироста ели на среднемесячные температуры воздуха (колонка I) и суммы месячных осадков (колонка II) за вегетационный период предыдущего года (V*-IX*) и за период с октября предыдущего года (X*) по сентябрь текущего года (IX). Темные столбцы – уровень значимости $p \leq 0.05$, вертикальные линии – 95% -ный доверительный интервал.

Таблица 2

Временная динамика климатического сигнала в радиальном приросте ели за вегетационный период

Год	ХБХ	УСН	ИНТ
1924–1948	+T(VI, VII)		
1929–1953	+T(VI, VII)		
1934–1958	+T(VI) +O(VII) -O(VI)		+T(VI, VII)
1939–1963	+T(VI, VIII)	+O(VII)	+T(VI)
1944–1968	+T(VI) +O(VIII)	+O(VII)	+T(VI) +O(IX)
1949–1973	+O(VIII)	–	–
1954–1978	+O(VIII)	–	–
1959–1983	+O(VIII)	+O(VIII)	–
1964–1988	+O(VIII)	+O(VIII)	-O(V)
1969–1993	–	+T(VIII)	–
1974–1998	+T(VII) +O(VIII)	-T(IX) +O(IX)	+O(VIII) -O(V)
1979–2003	+O(IX)	+T(VI) -T(IX) +O(VI, IX)	+O(VIII, IX) -O(V)
1984–2008	-T(IX)	+O(VI, IX) -O(V)	-T(IX) +O(VIII) -O(V)
1989–2013	-T(IX)	+T(VI) -O(V)	+T(VII) -T(IX) -O(V)

В Северной Европе большинство хронологий ширины годовых колец хвойных деревьев имеют оптимальный положительный сезонный сигнал температуры воздуха с июня по август, а в Северной Сибири он короче – с июня по июль [4]. В северной Фенноскандии древесно-кольцевые хронологии ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в значительной степени коррелируют с текущей летней температурой, особенно с июньской [5]. А влияние летних атмо-

ферных осадков на радиальный прирост ели в этом регионе имеет слабовыраженный отрицательный сигнал. В лесах притундровой зоны ель показывает слабую положительную реакцию прироста по толщине на осадки августа-сентября, что на наш взгляд носит локальный характер. Показано, что в бореальном биоклиматическом поясе отсутствует какая-либо пространственная согласованность влияния осадков вегетационного сезона на ширину годичных колец хвойных деревьев [4].

Выявленный нами в древесно-кольцевых хронологиях ели притундровой зоны отрицательный сигнал на температурные условия прошлогоднего вегетационного сезона, был также отмечен для ели сибирской, произрастающей от Полярного до Северного Урала [6] и на северной границе леса Западной Сибири [7]. Объяснению данного явления мы придерживаемся трактовки С. Г. Шиятова и др. [6] и Н. Mäkinen et al. [5], которые считают, что отрицательная связь между температурами предыдущего лета и текущим приростом древесины деревьев ели может быть связана с расходом продуктов фотосинтеза на цветение ее в следующем сезоне.

На неустойчивость связи прирост/климат в течении всего периода учета климатических данных по ключевым метеостанциям могла повлиять общая для всей России и всего северного полушария тенденция потепления климата в последние 40 лет и слабое увеличение количества атмосферных осадков [8]. Улучшение термических условий в субарктическом поясе должно способствовать усилению температурного сигнала в ширине годичных колец ели. Однако, как показывают наши исследования, это происходит не на всех участках. Наоборот, древесно-кольцевые хронологии в ельниках на участках ХБХ и ИНТ после 1968 года демонстрирует его спад. В последнее время появились суждения об ослаблении реакции радиального прироста деревьев на повышение температуры. Так, в субарктических районах Урала и Сибири при потеплении климата в 20–40-е гг. XX в. увеличение прироста деревьев было более синхронным с повышением температуры, чем при потеплении климата в конце этого века [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение лесного хозяйства) / Б. А. Семенов, В. Р. Цветков, Г. А. Чибисов, Ф. П. Елизаров. – Архангельск : Пресс А, 1998. – 332 с.
2. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации : учебно-методическое пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск : КрасГУ, 2000. – 80 с.
3. Grissino-Mayer, H. D. A manual and tutorial for the proper use of an increment borer / H. D. Grissino-Mayer // *Tree-ring research*. – 2003. – Vol. 59, N 2. – P. 63–79.
4. Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 1, local and regional climate signals / K. R. Briffa, T. J. Osborn, F. H. Schweingruber [et al.] // *The Holocene*. – 2002. – Vol. 12, N 6. – P. 737–757.
5. Radial growth variation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) across latitudinal and altitudinal gradients in central and northern Europe / H. Mäkinen, P. Nöjd, H.-P. Kahle [et al.] // *Forest Ecology and Management*. – 2002. – Vol. 171, N 3. – P. 243–259.
6. Шиятов, С. Г. Влияние климатических факторов на радиальный прирост деревьев в высокогорьях Урала / С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа, Г. Фриттс // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – Санкт-Петербург : Гидрометеоздат. – 1992. – Т. 14. – С. 125–134.
7. Ваганов, Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа. – Новосибирск : Наука, 1996. – 246 с.
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. – Текст : электронный // РОСГИДРОМЕТ : [сайт]. – URL: http://meteof.ru/upload/pdf_download/o-klimat-rf-2018.pdf (дата обращения: 30.03.2023).

**SPACE-TIME VARIABILITY OF THE RADIAL
GROWTH OF SPRUCE TREES IN THE SUBARCTIC
ZONE OF THE REPUBLIC OF KOMI**

A. V. Manov, I. N. Kutyaev

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Statistical dependences of the climate impact on the radial growth of spruce trees in a network of three dendrochronological plots in spruce forests in subtundra zone. A generalized growth ring chronology obtained for each plot reflects the local tree-growth features. The width of spruce annual rings within the cluster reflects a positive signal of the air temperature in June and a negative signal of thermal conditions of the preceding growing season. At the end of the growing season, precipitation exerts a positive effect on the diameter growth of spruce trunks. The signal/climate correlations in tree-ring chronologies of spruce change with climatic conditions.

Keywords: Siberian spruce, radial growth, generalized growth-ring chronology, air temperature, atmospheric precipitation

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НА ЮГЕ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

К. И. Скворцов, В. Ю. Нешатаева

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

e-mail: k.i.skvortsov@yandex.ru

Ключевые слова: редкие сообщества, эколого-фитоценотическая классификация, Северная Корякия, Камчатский край

Северная Корякия – материковая часть Камчатского края, расположена на стыке трех крупных ботанико-географических регионов. Её геологическое прошлое, связанное с вулканической активностью и существованием Берингийского моста суши, горный рельеф, перераспределяющий воздушные массы Тихого океана и Охотского моря обусловили высокое флористическое и фитоценотическое разнообразие региона. Исследования растительного покрова проведены в 2011–2022 гг. в южной части Корякского нагорья, представляющей собой систему горных хребтов и широких межгорных долин, ориентированных с ЮЗ на СВ. Абсолютные высоты от 500–700 до 1200–1700 м над ур. моря. Высшая точка – гора Ледяная (2453 м). По геоботаническому районированию территория относится к Корякской горной провинции крупных стлаников и кустарников Берингийской лесотундровой области [1]. В результате анализа геоботанических данных и разработанной эколого-фитоценотической классификации растительности выявлено 9 растительных ассоциаций, редких для Северной Корякии. Природоохранную значимость сообществ определяли по критериям, сформулированным В. Б. Мартыненко с соавт. [2]: доминирование или содоминирование редких видов, узколокальное распространение, положение на границе ареала и т.п. Номенклатура синтаксонов приведена в соответствии с «Проектом Кодекса...» [3].

1. Каменноберезняк щитовниковый – асс. *Betulosum ermanii dryopteridosum*. Сообщества ассоциации описаны в бухте Лаврова (N 60°24' 04", E 167°05'20") и лагуне Средняя (N 60°25'14", E 167°22'20"), на склоне хр. Малиновского (N 60°07'33", E 166°19'47") и хр. Ивтыгин (N 61°03'04.9", E 167°57'15.6" 216 м над ур. м.). Травяной ярус образован щитовником распростертым (*Dryopteris expansa*) с участием мезофильного таёжного мелкотравья (*Linnaea borealis*, *Lycopodium annotinum*, *Trientalis europaea* и др.). В мо-

ховом ярусе обильны *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus squarrosus* [4]. Каменноберезовые леса в Северной Корьякии находятся на северном пределе распространения; приурочены к склонам южной экспозиции в районах, подверженных влиянию Берингова моря. На п-ове Говена в каменноберезняках встречен редкий для северной Корьякии вид *Streptopus amplexifolius*.

2. **Белоберезняк кустарниково-разнотравный** – асс. *Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum*. Сообщество описано в долине р. Кайлуловаям (N 61°16'12.1", E 167°12'26.9", 134 м над ур. моря). Древостой сомкнутостью 0.5 образован березой плосколистной (*Betula platyphylla*). Подлесок (сомкнутость 0.6) образуют *Rosa amblyotis* (30%) и *Lonicera caerulea* (20%), участвуют *Juniperus sibirica* (5%), *Potentilla fruticosa*, *Pinus pumila*, *Spiraea salicifolia*, *Ribes triste*. В травяном ярусе (40%) преобладает *Calamagrostis purpurea* (20%), обильны *Chamerion angustifolium* (10%), *Equisetum pratense* (3%), *Urtica angustifolia* (2%), встречаются *Galium boreale*, *Thalictrum minus*, *Equisetum arvense* и др. В моховом ярусе единично отмечены *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sanionia uncinata*, *Oncophorus elongatus* и др. В Олюторском р-не известны лишь два местонахождения белоберезняков: в долинах рек Апукваям и Кайлуловаям [5]. Сообщества находятся на восточной границе ареала, встречаются в районах, удаленных от влияния Берингова моря; приурочены к надпойменным террасам с дренированными легкосуглинистыми или супесчаными почвами. Их узколокальное распространение в долинах рек свидетельствует об их реликтовой природе.

3. **Ольшаник из ольхи волосистой вейниковый** – асс. *Alnetum hirsutae calamagrostidosum*. Сообщества описаны поймах рек Пылговаям (N 61°01'58", E 168°14'31", 125 м над ур. моря) и Тылговаям (N 60°58'6", E 166°51'57", 57 м над ур. моря). Древостой сомкнутостью 0.7–0.9 образован *Alnus hirsuta* (0.7) с примесью *Salix udensis* (0.2). Подлесок (0.2) образован *Alnus fruticosa*, *Ribes triste*, *Spiraea salicifolia*, *Lonicera caerulea*. В травяном ярусе (70%) преобладает *Calamagrostis purpurea* (60–70%), обильны *Viola epipsiloides*, *Rubus arcticus*, *Thalictrum sparsiflorum*, отмечены *Chamerion angustifolium*, *Equisetum pratense*, *E. arvense*, *Polemonium campanulatum*, *Veratrum oxysepalum* и др. В моховом ярусе (5–10%) отмечены *Climacium dendroides*, *Calliergon cordifolium*, *Sanionia uncinata* и др. Ольшаники из ольхи волосистой в Северной Корьякии находятся на северной границе ареала.

4. *Кедровостланик кассиопеевый* – асс. *Pinetum pumilae cassiopeosum tetragonae*. Сообщество описано в южной части Ветвейского хр., на юго-западе Гальмознан-Сейнавского дунит-клинопироксенит-габбрового массива; на Ю склоне (N 60°58'10", E 166°03'22.6", 215 м над ур. м). Кустарниковый ярус (сомкнутость 0.7) образован *Pinus pumila*, в подлеске *Potentilla fruticosa* и *Juniperus sibirica*. Травяно-кустарничковый ярус (80%) образован *Cassiope tetragona* (70%), *Empetrum nigrum* (5%), *Salix sphenophylla* (5%). Отмечены *Artemisia arctica*, *Festuca altaica*, *Phyllodoce caerulea*, *Dianthus repens*, *Carex koraginensis*, *Aconogonon ochreatum* и др. Сообщество отмечено только на ультраосновных горных породах.

5. *Рябинник из рябины бузинолистной папоротниковый* – асс. *Sorbetum sambucifoliae phegopteridosum*. Сообщества *Sorbus sambucifolia* в Северной Корьякии приурочены к районам, подверженным влиянию Берингова моря. Встречаются в нижней части пояса стлаников на склонах Ю экспозиции; описаны в окрестностях мыса Говена (N 59°48'35", E 166°05'40"). Кустарниковый ярус (сомкнутость 0.7–0.9) сложен *Sorbus sambucifolia* с участием *Alnus fruticosa*, реже *Pinus pumila*. В травяно-кустарничковом ярусе (50–60%) преобладает букovníк *Phegopteris connectilis* (30%). Обильны *Trientalis europaea* (10%), *Calamagrostis purpurea* (10%), *Rubus arcticus* (7%), *Chamaepericlymenum suecicum* (5%); отмечены *Chamerion angustifolium*, *Iris setosa*, *Linnaea borealis*, *Fritillaria camtschatica* и др. Описан вариант ассоциации с обильным *Dryopteris expansa* (N 60°24'42", E 167°01'43").

6. *Горная тундра кустарничково-лишайниковая с мохоцветником Гмелина* – асс. *Cladinetum fruticosum var. bryanthosum*. Сообщество описано на Олюторском п-ове на плоском водоразделе между рр. Аничкланваяя и Яхины (N 60°20'33", E 170°2'38", 263 м над ур. м.) [6] на Ю макросклоне, на слабо гумусированных щебнистых супесчаных почвах. Высота травяно-кустарничкового яруса до пяти сантиметров, покрытие – 20%. Преобладают кустарнички *Bryanthus gmelinii* (5%), *Loiseleuria procumbens* (5%), *Dryas punctata* (3%), *Salix sphenophylla* (2%), *Empetrum nigrum* (2%), *Arctous alpina*, отмечены *Rhododendron camtschaticum*, *Phyllodoce caerulea*, *Vaccinium minus*, *Ledum decumbens*, *Sieversia pusilla*, *Diapensia obovata*, *Cassiope lycopodioides*, *Betula exilis*, *Rhododendron aureum*. Из трав отмечены *Lagotis minor*, *Dicentra peregrina*, *Tofieldia coccinea*, *Pedicularis lanata*, *Hedysarum*

hedysaroides, *Luzula multiflora*, *Vupleurum triradiatum*, *Hierochloa alpina*, *Carex vanheurckii*, *Antennaria angusta* и др. В мохово-лишайниковом ярусе (75%) преобладают кустистые лишайники рода *Cladonia*: *C. arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stygia*, *C. uncialis*; встречаются *C. borealis*, *C. gracilis* subsp. *vulnerata*, *Cetraria islandica*, *C. nigricans*, *C. kamczatica*, *Cetrariella delisei*. отмечены *Thamnolia vermicularis*, *Lobaria linita*, *Gowardia nigricans*, *Sphaerophorus globosus*, *Ochrolechia frigida*, *Pertusaria oculata*. На мерзлотных медальонах – *Stereocaulon paschale*, *S. alpinum*, *S. glareosum*. Из мхов отмечены *Ptilidium ciliare*, *Dicranum* sp., *Hepaticae*. В сообществе обильны редкие для Северной Корьяки виды: *Bryanthus gmelinii*, *Cassiope lycopodioides* и внесенный в Красную книгу Камчатского края *Cetraria kamczatica* [7]. Это – наиболее северное местонахождение субэндемичного для Дальнего Востока высокогорного вида *Bryanthus gmelinii*.

7. **Луз петрофитный низкотравно-камнеломковый с эдельвейсом камчатским** – асс. *Saxifragetum cherlerioidis nanoherbosum*. Сообщество описано на мысе Говена на слабонаклонной (7°) террасе коренного берега моря (N 59°48'09", E 166°05'44", 33 м над ур. моря). В травяно-кустарничковом ярусе (60%) преобладают *Saxifraga cherlerioides* (30%) и *Leontopodium kamtschaticum* (15%), занесенный в Красную книгу Камчатского края [7]. Обильны *Potentilla stolonifera* и *Senecio tundricola*, отмечены: *Festuca rubra*, *Poa arctica*, *Dianthus repens*, *Oxytropis leucantha*, *Artemisia glomerata*, *A. furcata*, *Castilleja pseudohyperborea*, *Festuca brachyphylla*, *Potentilla fragiformis*, *Myosotis suaveolens*, *Leymus villosissimus*, *Draba borealis*, *Saxifraga funstonii*, *Saussurea oxiodonta* и др. Состав и структура сообщества поддерживается выпасом снежных баранов (*Ovis nivicola*).

8. **Термофильный луз разнотравный с пальчатокоренником остистым** – асс. *Artemisietum opulentaе dactylorhizovariohernosum*. Сообщество описано на п-ове Говена в окрестностях лагуны Тинтикун, на термальных полях Говенских термальных источников [8]. Приурочено к наиболее прогретым (>30 °C) дренированным участкам по берегу теплого ручья. Общее покрытие травяного яруса 75%, высота 40 см. Характерно обилие *Dactylorhiza aristata* (10%) – бореального вида, значительно удаленного от основной части ареала. Здесь его наиболее северное местонахождение в Камчатском крае и единственное – в Северной Корьякии. В сообществе обильны также *Artemisia opulenta* (10%),

Allium schoenoprasum (5%), *Aruncus dioicus* (5%), *Iris setosa* (5%), *Angelica gmelinii* (3%), *Cacalia kamtschatica* (3%), *Geranium erianthum* (2%), *Ptarmica camtschatica* (3%), *Thalictrum minus* (3%); встречаются *Empetrum nigrum*, *Equisetum arvense*, *Parnassia palustris*, *Sanguisorba officinalis*, *Calamagrostis deschampsoides*, *Deschampsia komarovii*, *Poa arctica*, *P. pratensis*. Моховой ярус (10%) образован *Climacium dendroides*, *Plagiomnium medium*, *Rhytidiadelphus squarrosus* и др.

9. **Приморские марши с бескильницей ползучей** – асс. *Puccinellietum phryganodis purum*. Сообщества распространены в районе залива Корфа: Корфская коса, берега бухты Скрытая; в окрестностях с. Тиличики, устье р. Авьенваям [9]. Галофитные маршевые луга из *Puccinellia friganodes* встречаются в устьях рек, на берегах бухт и лиманов в полосе морских приливов. Представлены сомкнутыми (до 95–100%) моnodоминантными сообществами бескильницы ползучей с единичным участием *Carex subspathacea*, *Stellaria humifusa*, *Arctanthemum arcticum*. Бескильницевые сообщества являются излюбленным кормом диких гусей и казарок, используются в качестве летних пастбищ северных оленей.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00202.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нешатаева, В. Ю. Растительный покров территории Северной Коряки (Камчатский край) и ее геоботаническое районирование / В. Ю. Нешатаева, В. Ю. Нешатаев, В. Е. Кириченко // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2020. – № 65 (2). – С. 395–416.
2. Мартыненко, В. Б. О системе критериев оценки растительных сообществ для разработки региональной Зеленой книги / В. Б. Мартыненко [и др.] // Известия Самарского НЦ РАН. – 2013. – Т. 15, № 3 (4). – С. 1364–1367.
3. Нешатаев, В. Ю. Проект Всероссийского Кодекса фитоценологической номенклатуры / В. Ю. Нешатаев // Растительность России. – 2001. – № 1. – С. 62–70.
4. Каменноберезовые леса полуострова Говена и побережья Олюторского залива (Корякский округ Камчатский край) / В. Ю. Нешатаева [и др.] // Труды Карельского НЦ РАН. – 2021. – № 1. – С. 5–27.
5. Новые данные о распространении березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) в Олюторском районе Корякского округа (Камчатский край) / К. И. Скворцов [и др.] // Труды Карельского НЦ РАН. – 2022. – № 1.

6. Скворцов, К. И. Первые сведения о растительном покрове Олюторского полуострова (Корякский округ, Камчатский край) / К. И. Скворцов, В. Ю. Нешатаева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : материалы XXIII международной научной конференции, 16–17 ноября 2022 г., Петропавловск-Камчатский. – Петропавловск-Камчатский, 2022. – С. 67–70.

7. Красная книга Камчатского края. Т. 2. Растения / отв. ред. О. А. Черныгина. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – 388 с.

8. Очерк флоры и растительности окрестностей термальных источников побережья лагуны Тинтикун (Олюторский залив Берингова моря) / В. Ю. Нешатаева [и др.] // Ботанический журнал. – 2021. – № 12. – С. 1204–1226.

9. Растительность приморских маршей побережья залива Корфа (Олюторский район Камчатского края) / В. Ю. Нешатаева [и др.] // Ботанический журнал. – 2014. – № 8. – С. 868–894.

RARE PLANT COMMUNITIES ON THE SOUTH OF THE KORYAK HIGHLANDS (KAMCHATKA TERRITORY)

K. I. Skvortsov, V. Yu. Neshataeva

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

The studies of the vegetation cover on the South of the Koryak Highlands were carried out in 2011–2022. As a result of the vegetation data analysis and the dominant-determinant classification developed, 9 rare plant communities for the territory were revealed: fern-rich Stone-birch forest, herb-rich Japan-birch forest, grass-rich alder forest, *Cassiope*-rich Siberian dwarf-pine woodland, fern-rich dwarf-rowan shrub, *Bryanthus*-and lichen-rich mountain tundra, edelweiss-rich subalpine meadow, orchid-rich thermophilic meadow, *Puccinellia*-rich salt marsh.

Keywords: rare plant communities, dominant-determinant classification, South of Koryak Highlands, Kamchatka Territory

ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ СЕВЕРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ

О. И. Сумина, Е. М. Копцева

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

e-mail: e.koptseva@spsbu.ru

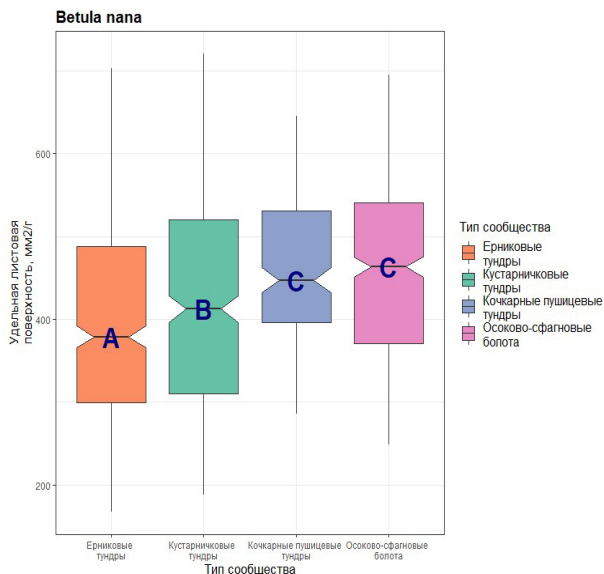
Ключевые слова: функциональное разнообразие, базы данных, удельная поверхность листа, южные тундры, Ямал

Изучение адаптационных возможностей растений в наши дни особенно актуально. Функциональные признаки растений (ФПР) – измеряемые признаки, значимые для адаптации организма к среде – важны для сохранения и восстановления популяций растений [1], идентификации экологических групп видов [2], их использование перспективно при изучении структуры и динамики фитоценозов, в том числе – на фоне меняющегося климата [3]. В ходе международной программы ITEX были собраны сведения о ФПР многих тундровых видов, вошедшие в глобальные и региональные базы данных (БД) – «Plant Trait Database» (TRY) и др. [4]. Несомненный плюс БД – единство протоколов сбора информации. Материалы таких ресурсов все шире применяются для оценки функционального разнообразия сообществ в связи с их динамикой, продуктивностью, балансом элементов минерального питания и пр. Изучение большого объема сведений о растительности крупных регионов, целых стран и в глобальных масштабах осуществляется как мета-анализ [1] с привлечением сложных аппаратов математического моделирования и даже нейронных сетей [5]. Используются разные ФПР, но чаще других – параметры листового аппарата, масса семян и высота растений (информация именно об этих признаках представлена в БД наиболее полно). При исследовании функционального разнообразия тундровых сообществ трудности возникают из-за недостатка или отсутствия сведений о ФПР многих видов сосудистых, тогда как споровые – важнейший компонент тундровых сообществ – в этом аспекте все еще слабо изучены.

Задача данной работы – апробация возможностей использования БД для определения функциональных особенностей некоторых тундровых сообществ.

БД нередко содержат сведения о признаках видов, собранные в разных районах, что создает определенные проблемы, так как у видов с широким ареалом показатели могут сильно варьировать (табл. 1). Эту проблему отчасти можно решить, применив геоинформационный подход для поиска климатических областей-аналогов. Так, для Ямала таким аналогом будут тундры Канады [6]. Именно БД для севера Канады содержат максимальное число видов, встречавшихся в изученных нами сообществах южных тундр Ямала.

Основным источником стала наиболее полная БД «Tundra Trait Team», данные по отсутствующим в ней видам добавлены из БД, перечисленных в таблице 1. Однако и внутри одного района ФПР могут варьировать в зависимости от условий местообитания. На южном Ямале (р. Ёркута-Яха) студенткой М. В. Кременецкой проведен анализ УПЛ *Betula nana* L. В описаниях по каждому из четырех типов сообществ (см. рисунок) совокупно измерено 400–500 листьев березки, что много больше, чем требуют стандартные протоколы.



Удельная листовая поверхность *Betula nana* в сообществах южных тундр Ямала.

В подзоне южных тундр (Ямал, Паюта) нами описаны сообщества тундр, долинных кустарников и болот (табл. 2). Сведения об УПЛ, найденные в вышеупомянутых БД примерно для 3/4 видов сосудистых, использованы при расчете индекса УПЛ для каждого типа сообществ. Его значение – это среднее для учтенных в БД сосудистых растений конкретной ценофлоры. Максимальные значения УПЛ (в долинных ольховниках и ивняках) больше минимальных примерно в 1.5 раза. Близкие минимальные значения получены для сухих кустарничковых тундр и болот (табл. 2). Это потребовало ответить на вопросы: велико ли сходство ценофлор сравниваемых типов сообществ и различаются ли по УПЛ растения из разных гидроэкогрупп (табл. 3)?

Таблица 1
Удельная поверхность листа *Betula nana* (мм²/мг) в разных базах данных

Tundra Trait Team (Канада)	Abisko station (Швеция)	Subarctic Plant Species Database (Швеция)	Tundra Plant Traits Database (США, Аляска)	European North Russia (Россия)
12.32	14.34	14.65	7.20	9.52

Примечание: Удельная поверхность листа (УПЛ, SLA) – отношение площади листа к его массе.

Таблица 2
Индекс УПЛ в разных типах сообществ южных тундр Ямала (Паюта)

Сообщества	Число			УПЛ (SLA), мм ² /мг
	описаний	видов в ЦФ*	видов из БД*	
Арктоусово-шикшево-мохово-лишайниковые тундры (Кчк. тундры)	10	58	43 (74%)	14.08
Осоково-моховые болота (Болота)	11	32	25 (78%)	14.07
Ерниковые травяно-кустарничково-моховые тундры (Ерн. тундры)	11	48	35 (73%)	16.00
Ивняки хвощево-разнотравные (Ивняки)	10	56	45 (80%)	19.32
Ольховники разнотравные (Ольховники)	6	23	17 (74%)	22.57

Примечание. ЦФ – ценофлора; БД – база данных * – учтены виды сосудистых растений. В тексте и таблицах используем краткие названия сообществ, указанные в скобках.

Сходство пяти ценофлор низкое: коэффициент Жаккара варьирует от 12 до 32%. Для ивняков и ольховников он составляет 27%, для кустарничковых тундр и болот – 21%.

Таблица 3

Средняя УПЛ (мм²/мг) видов разных гидроэкогрупп в сообществах южных тундр Ямала (Паюта)

Гидроэкогруппа	Кчк.тундры	Ерн.тундры	Ивняки	Болота
ГИГ-ГД	15.5	18.95	15.75	17.82
ГИГ	10.42	10.57	16.61	16.12
меГИ	16.90	13.90	20.89	12.31
гиМЕ	18.14	–	24.30	17.26
МЕ	16.01	18.77	20.47	15.69
ксМЕ	14.50	12.89	13.66	–
меКС	15.60	–	11.41	–
ЭВ	11.80	16.90	17.19	13.52

Примечание. ГИГ-ГД – гидро-гидрофиты, ГИГ – гидрофиты, меГИ – мезогидрофиты, гиМЕ – гигромезофиты, МЕ – мезофиты, ксМЕ – ксеромезофиты, меКС – мезоксерофиты, ЭВ – эвритопы [7]. Серым выделены группы, преобладающие по коэффициенту участия в сообществах. Ольховники не включены в анализ из-за малого числа описаний.

В сухих кустарничковых тундрах наибольший коэффициент участия, учитывающий встречаемость и покрытие видов [8] – у эвритопов, мезофитов и ксеромезофитов, а максимальные значения УПЛ – у влаголюбивых видов (гиМЕ и меГИ). Для болот ожидаемо коэффициент участия максимален у гидро-гидрофитов и гидрофитов; высокие значения УПЛ – у этих же групп и гигромезофитов. УПЛ влаголюбивых видов выше и в ивняках и ерниковых тундрах, а также у мезофитов, имеющих максимальный коэффициент участия в данных сообществах.

Высокие индексы УПЛ характерны для сообществ, где доминируют виды с высокой способностью продуцировать органические вещества, что делает их особенно устойчивыми к деградации окружающей среды [9], тогда как низкие значения УПЛ – показатель перехода к стратегии экономии ресурсов [10]. Полученные нами данные скорее указывают на более благоприятные условия произрастания долинных кустарников и на то, что высокие значения УПЛ, характерные для влаголюбивых видов, корректируются степенью участия разных экогрупп в составе ценоза, так что сходные

индексы УПЛ могут иметь сообщества совершенно разных местообитаний (например, сухие кустарничковые тундры и болота).

Использование БД для оценки функциональных особенностей тундровых сообществ оправдано в качестве отправной точки для более детальных исследований. Данный подход позволяет сформулировать рабочие гипотезы, наметить пути решения задач, обоснованно выбрать методики сбора и обработки данных. Однако подробный анализ функционального разнообразия следует проводить на базе сведений, полученных в конкретных сообществах с учетом элементов их внутритрофической организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. FloraSNevada: a trait database of the vascular flora of Sierra Nevada, southeast Spain / J. Lorite [et al.] // *Ecology*. – 2020. – Vol. 101, № 9. – e03091.
2. Иванова, Л. А. Адаптивные признаки структуры листа растений разных экологических групп / Л. А. Иванова // *Экология*. – 2014. – № 2. – С. 109–118.
3. Елумеева, Т. Г. Функциональные признаки листьев растений высокогорных пастбищ востока Цинхай-Тибетского Нагорья (Сычуань, КНР) / Т. Г. Елумеева, В. Г. Онипченко, У. Янь // *Вестник Московского университета. Серия 16. Биология*. – 2015. – № 1. – С. 46–52.
4. TRY plant trait database – enhanced coverage and open access / J. Kattge [et al.] // *Global Change Biology*. – 2020. – № 26 (1). – P. 119–188. – doi: 10.1111/gcb.14904
5. Усольцев, В. А. Исследование методов и обработка баз данных о биомассе лесов Евразии как нейронных сетей. Часть 1. Системный анализ базы данных для трансформации в нейронные сети искусственного интеллекта / В. А. Усольцев, В. П. Часовских, Е. Н. Стариков // *Цифровые модели и решения*. – 2022. – Т. 1, № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-i-obrabotka-baz-dannyh-o-biomasse-lesov-evrazii-kak-neyronnyh-setey-chast-1-sistemnyu-analiz-bazy-dannyh-dlya> (дата обращения: 07.03.2023).
6. Кириллов, П. С. Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе: методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населенных пунктах / П. С. Кириллов, А. А. Егоров. – Санкт-Петербург : ТАКСОН, 2017. – 36 с.
7. Секретарева, Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий / Н. А. Секретарева ; отв. ред. Н. В. Матвеева. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 131 с.

8. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза: методические рекомендации : Учебно-методическое пособие / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – Санкт-Петербург, 2008. – 71 с.

9. Рогова, Т. В. Проверка гипотез зависимости продуктивности растительных сообществ от видового и функционального разнообразия / Т. В. Рогова, И. С. Сауткин, Г. А. Шайхутдинова // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2022. – Т. 164. – С. 76–93.

10. Dwyer, J. M. Specific leaf area responses to environmental gradients through space and time / J. M. Dwyer, R. J. Hobbs, M. M. Mayfield // Ecology. – 2014. – Vol. 95, № 2. – P. 399–410.

ECOLOGY OF THE PLANT COMMUNITIES OF THE NORTH AND PLANT FUNCTIONAL TRAITS

O. I. Sumina, E. M. Koptseva

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

In southern tundra of Yamal Peninsula plant communities of 5 types (dry dwarf shrub tundra, mires, willow shrubs etc.), each presented by 10 relevés were studied. The Jaccard' coefficient between types is low – 12–32%. Functional diversity in communities (FDC) of each type was calculated using materials about SLA (specific leaf area) from available databases. According to our results, the communities in contrasting *ecotopes* as mires and dry tundra with *Arctous aplina* can have close FDC values. Hygrophilous species usually have a high SLA, but the FDC depends on the degree of participation of all ecological plant groups in community. It's not sufficient to assess functional diversity in plant community as a whole, it's necessary to analyze the elements of its intracenos structure.

Keywords: functional diversity, databases, specific leaf area, southern tundra, Yamal Peninsula

Секция 2

РАЗНООБРАЗИЕ СОСУДИСТЫХ И СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ, ГРИБОВ, ВОДОРΟΣЛЕЙ И ЛИШАЙНИКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

КРУГЛОГОДИЧНАЯ ВЕГЕТАЦИЯ РАСТЕНИЙ В НЕЗАМЕРЗАЮЩИХ ВОДОТОКАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Андриянова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан

e-mail: I_chipmunk@mail.ru

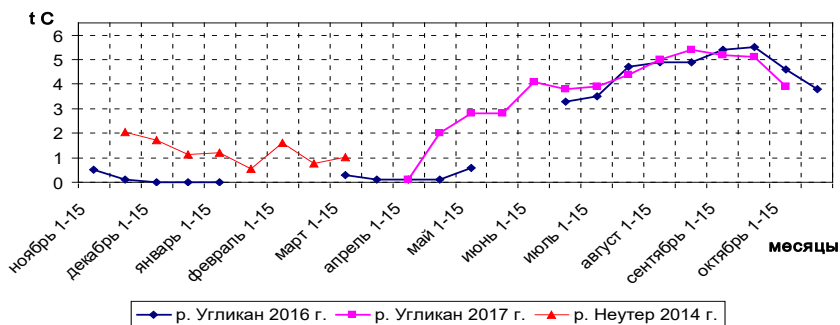
Ключевые слова: круглогодичная вегетация, сосудистые растения, северо-восток Азии

В долинах многих рек северо-востока Азии, в том числе и на североохотском побережье, всю зиму можно встретить участки открытой воды, не покрываемые льдом в самые сильные морозы. Их существование обеспечивается постоянным поступлением воды из таликов. Пойменные талики – уникальное явление, распространенное преимущественно на северо-востоке Азии. Для большинства рек этого региона характерно, что значительная часть стока идет не в русле реки, а в толще аллювиальных отложений, как под руслом, так и рядом с ним. Аллювиальные отложения представлены преимущественно галечным грунтом, хорошо проницаемым для воды. Летом за счет конвективного теплообмена между грунтовыми и поверхностными водами аллювиальные отложения хорошо прогреваются, аккумулируя тепло. За счет этого и возникает талик – неперемежающаяся зона, окруженная многолетнемерзлыми грунтами. Запасов тепла во многих пойменных таликах хватает на поддержание системы открытых всю зиму полыней [1].

В крупных реках на сильном течении растения отсутствуют, так как идет постоянное масштабное переотложение грунта. Растения заселяют старицы, медленно текущие небольшие ручьи. Су-

ществуют местообитания в долинах рек, расположенные в местах постоянного выхода подземных вод, но с медленным течением и нередко с мелкодисперсным грунтом. За счет выходов подземных вод с положительной температурой вода в таких местах не замерзает круглый год или покрывается льдом ненадолго, в феврале-марте. Именно в таких местах возможно постоянное произрастание водных и околоводных видов сосудистых растений.

Мы проводили наблюдения в небольших незамерзающих водотоках, глубиной от нескольких сантиметров до одного метра и шириной от 1–2 до 10–15 метров. Протяженность незамерзающих участков водотоков составляет от нескольких десятков метров до нескольких километров. Вдоль берегов и на отмелях в морозы может образоваться тонкий слой льда, но большая часть русла остается открытой. Во время оттепелей лед полностью или частично тает, даже если температура воздуха не поднимается выше 0 °С. Температура воды в незамерзающих водотоках, по данным наших измерений с помощью автоматических регистраторов температуры, с октября по май составляет от +0.1 ° до +2.5 °С, в зависимости от глубины и расстояния до выхода таликовых вод (см. риунок.).



Среднемесячная температура воды в незамерзающих реках на северном побережье Охотского моря.

Растения с круглогодичной вегетацией были найдены на свободных ото льда участках нескольких притоков рек Ола и Яма, впадающих в Охотское море (на 59° с.ш.). Живые растения были также обнаружены зимой в верховьях притока реки Колыма, в незамерзающем ручье возле выходов термальных источников у поселка Талая (61° с.ш.).

Всего нами в холодное время года в незамерзающих водотоках были обнаружены девять видов сосудистых растений из четырех семейств (см. таблицу).

Таблица

**Виды, для которых отмечена круглогодичная вегетация
в незамерзающих водотоках Магаданской области**

Семейство	Виды	К-во видов
Poaceae	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol., <i>Deschampsia borealis</i> (Trautv.) Roshev.	2
Ranunculaceae	<i>Ranunculus gmelinii</i> DC., <i>R. nipponicus</i> Nakai, <i>R. repens</i> * L., <i>R. trichophyllus</i> * Chaix., <i>Caltha palustris</i> L.	5
Saxifragaceae	<i>Saxifraga radiata</i> Small	1
Callitrichaceae	<i>Callitriche palustris</i> * L.	1

Примечание. Звездочкой* отмечены виды, которые были обнаружены только в ручье ниже термального источника возле п. Талая.

Нами в Магаданской области был обследован всего один водоток возле термальных источников. Там были обнаружены три вида сосудистых растений, не встречавшиеся нами в незамерзающих водотоках, приуроченных к таликам. Температура воды в мае (когда вокруг еще лежит снег, а остальные реки и ручьи не освободились ото льда) составила 4 °С, что выше, чем отмеченная нами температура в водотоках пойменных таликов (см. рис. 1).

Большинство растений зимой просто вегетируют, не образуя генеративных органов. Но почти для всех видов из семейства Ranunculaceae отмечено цветение в холодное время года. Так, *Ranunculus gmelinii*, по нашим наблюдениям, образует бутоны и цветы до конца октября. Плодов в октябре не наблюдалось. *Ranunculus nipponicus* цветет круглый год в разной интенсивностью, изредка образует плоды; биология этого вида подробно охарактеризована в отдельной публикации [2]. Для *R. trichophyllus* отмечено цветение в декабре и в мае, систематических наблюдений не проводилось. Для *Caltha palustris* отмечено начало вегетации и цветение в апреле, по краям водотоков, под нависающими над водой сугробами. Плодов в холодное время года не отмечалось. Растения, полностью погруженные в воду, не цветут и не образуют плодов, по нашим наблюдениям. Для *Ranunculus repens* отмечена только вегетация, так же, как и для *Saxifraga radiata*, *Callitriche palustris*, *Alopecurus aequalis*, *Deschampsia borealis*.

Интересные данные получены при изучении хромосомных рас двух видов семейства *Ranunculaceae* с различными уровнями пло-

идности – *Caltha palustris* и *Ranunculus gmelinii* [3]. У этих обычных в Магаданской области видов было выявлено биотопическое разделение различных хромосомных рас. В зависимости от условий обитания *Ranunculus gmelinii* образует наземную, мелководную (на глубине менее 20 см) и глубоководную форму [4]. По нашим наблюдениям, наземная и водная формы существуют и у калужницы. Почти все наземные растения, обитающие по берегам стоячих водоемов и медленно текущих водотоков в Магаданской области, имели постоянное число хромосом: $2n=16$ для *Ranunculus gmelinii* (19 определений) и $2n=32$ для *Caltha palustris* (семь определений). В Магаданской области число хромосом $2n=32$ всего дважды отмечалось у водной формы *R. gmelinii* из крупных рек Ола и Кава [3].

Все растения с редкими кариотипами ($2n=24$ для *Ranunculus gmelinii*, и $2n=48$, 64 для *Caltha palustris*) были представлены водной формой и произрастали в одном типе местообитаний – в незамерзающих круглый год водотоках, связанных с существованием подрусловых таликов. Все эти растения были полностью погружены в воду, росли на глубине 20–80 см на небольшом течении. По нашим наблюдениям, у водных форм *Caltha palustris* и *Ranunculus gmelinii* (с $2n=16$) преобладает вегетативное размножение. Цветение водных форм этих видов наблюдалось редко, семена отмечались только у *R. gmelinii* при падении уровня воды в конце лета, которое случается не каждый год. Триплоидные растения *R. gmelinii* ($2n=24$) стерильны, за четыре года наблюдений в природе и при выращивании в культуре завязывания полноценных плодов не наблюдалось ни разу. До наших работ триплоиды *R. gmelinii* отмечались только однажды [5], а по нашим данным, такие растения отмечены в 6 точках в бассейнах трех рек бассейна Охотского моря. Вне незамерзающих водотоков редкие хромосомные расы *Caltha palustris* и *Ranunculus gmelinii* нам пока не встречались. Высокая доля полиплоидов и значительная изменчивость уровней пloidности может говорить об активных эволюционных процессах в этих полиморфных таксонах.

Таким образом, в незамерзающих водотоках Магаданской области отмечена круглогодичная вегетация для девяти видов растений из четырех семейств. Незамерзающие водотоки являются местом концентрации растений *Caltha palustris* и *Ranunculus gmelinii* (*Ranunculaceae*) с редкими кариотипами. Отметим, что круглогодичная вегетация в незамерзающих водотоках – редкое явление, но оно существует также в незамерзающих водотоках на Камчатке и, возможно, в Якутии. Расширение географии подобного исследования на соседние регионы помогло бы прояснить роль

факторов среды в распространении хромосомных рас водных видов семейства *Ranunculaceae*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайло, В. М. Пойменные талики северо-востока России / В. М. Михайлов. – Новосибирск : ГЕО, 2013. – 244 с.
2. Андриянова, Е. А. Экология и сезонное развитие *Ranunculus nipponicus* Nakai (*Batrachium*, *Ranunculaceae*) в незамерзающих водотоках северного побережья Охотского моря / Е. А. Андриянова, О. А. Мочалова, Е. А. Мовергоз // Биология внутренних вод. – 2019. – № 4, вып. 1. – С. 33–40.
3. Андриянова, Е. А. Полиплоидия у водных и прибрежно-водных сосудистых растений северо-востока Азии / Е. А. Андриянова, О. А. Мочалова. – Труды Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. – 2021. – Вып. 92 (95).
4. Барыкина, Р. П. Анатомо-морфологический анализ экологических форм *Ranunculus gmelinii* DC. в ходе онтоморфогенеза / Р. П. Барыкина, Е. В. Байкова // Биологические науки. – 1991. – № 1. – С. 115–124.
5. Крогулевич Р. Е. Роль полиплоидии в генезисе флоры Путорана / Р. Е. Крогулевич // Флора Путорана. – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 217–235.

YEAR-ROUND VEGETATION OF PLANTS IN NON-FREEZING WATERCOURSES OF THE MAGADAN REGION

E. A. Andriyanova

Institute of biological problem of the North FEB RAS

The year-round vegetation of vascular plants in non-freezing watercourses of the Magadan region has been studied. 9 species of vascular plants belonging to 4 families vegetate all year round. We noted flowering for 4 species from the *Ranunculaceae* family during the cold season. Rare chromosome races of *Caltha palustris* and *Ranunculus gmelinii* were found only in non-freezing watercourses.

Keywords: year-round vegetation, vascular plants, Northeast Asia

ЗЕЛЕННЫЕ МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА *CHODATODESMUS* (SCENEDESMACEAE, CHLOROPHYTA)

И. Н. Егорова¹, Н. В. Кулакова¹, Е. Д. Бедошвили²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский институт физиологии и биохимии растений
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Лимнологический институт Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Иркутск

e-mail: egorova@sifibr.irk.ru

Ключевые слова: водные экосистемы, зеленые водоросли, *Chodatodesmus*, Scenedesmaceae, распространение, интегративные исследования

Водоросли семейства Scenedesmaceae широко распространены в водных и наземных экосистемах, представляют собой одноклеточные или ценобиальные микроскопические организмы, способные к массовому размножению при благоприятных условиях. Простота морфологической организации и высокая фенотипическая пластичность сценедесмусовых обуславливают трудности их идентификации. Виды семейства активно изучаются в исследованиях различного плана, от эколого-флористических до таксономических и физиолого-биохимических. Тем не менее, вопросы их таксономии, разнообразия, распространения во многом не решены. Интегративные исследования [1] двух родов сценедесмусовых водорослей *Desmodesmus* и *Scenedesmus* в нескольких водных экосистемах Северной Америки (США) показали, что их разнообразие здесь значительно выше, чем до этого было установлено работами с применением световой микроскопии. Изучение сценедесмусовых водорослей в разных биогеоценозах с позиций современных подходов остается важной фундаментальной задачей.

Одним из родов семейства Scenedesmaceae является *Chodatodesmus* Hegewald et al. с типовым видом *C. mucronulatus* [2]. Род установлен на основе исследований водоросли *Scenedesmus ecornis* var. *mucronulatus* Chodat, изолированной из водоема в Швейцарии (?). Впоследствии *C. mucronulatus* был найден в водоемах Перу и Турции [2, 3]. Еще один вид рода *C. australis* Sciuto et al. был описан по находкам в водных биотопах Антарктиды и антарктических

островов [4]. За пределами этой территории в настоящее время вид не известен. *Chodatodesmus* представляют собой одноклеточные водоросли небольших размеров, шаровидной или эллипсоидной формы, в световой микроскоп оболочка клеток выглядит гладкой, иногда видны полярные утолщения. Фенотипически, руководствуясь данными световой микроскопии, *Chodatodesmus* сходны с представителями других родов сценедесмусовых водорослей, не имеющих выраженных структур на оболочке, в том числе и с водорослями рода *Coelastrella* Chodat.

Нами из пробы воды из озера Байкал был изолирован штамм одноклеточной микроскопической водоросли из семейства Scenedesmaceae. Штамм поддерживается в коллекции культур водорослей СИФИБР СО РАН под номером IRK-A 290. Морфология штамма в общем плане такая же, как описано выше. Установление точной родовой и видовой принадлежности IRK-A 290 на основе результатов наблюдений в световой микроскоп не представлялось возможным. Поэтому штамм был дополнительно изучен при помощи трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) и молекулярной филогении.

Для молекулярно-генетического анализа определяли нуклеотидные последовательности ядерного региона, 18S rDNA-ITS1-5.8S rDNA-ITS2 (2352 н.о.), и хлоропластных генов, *rbcL* (1191 н.о.) и *tufA* (903 н.о.). Выделение ДНК, ПЦР и секвенирование проводили, как описано ранее [5], с использованием дополнительных праймеров для амплификации гена *tufA* [6].

В результате анализа данных, полученных с помощью разных методов, установлена принадлежность IRK-A 290 к роду *Chodatodesmus*. Это первое сообщение о нахождении подобных водорослей в водных экосистемах России.

Сравнение нуклеотидных последовательностей ядерных и хлоропластных генов штамма IRK-A 290 с таковыми двух известных видов рода показало следующее. Нуклеотидная последовательность 18S rDNA, 1664 н.о., IRK-A 290 идентична нескольким штаммам вида *C. australis* EO2-14, B6-6, WOIL-3, VPL6-4. Она отличается от таковой референсного штамма *C. australis* Gondwana на 0.7% без учета делеции (47 н.о.), обнаруженной на 3' конце 18S rDNA IRK-A 290. Нуклеотидные последовательности 18S rDNA *C. micronulatus* представлены в генбанке только частично, 300–800 н.о. доступно для сравнения. По этому фрагменту отличий между

видами *Chodatodesmus* нет. По ITS2, широко используемых для молекулярно-генетических исследований *Scenedesmaceae*, виды *S. australis* и *S. mucronulatus* значительно различаются между собой [4]. IRK-A 290 на основе ITS, также как и по 18S rDNA, обнаруживает сходство с *S. australis*. Нуклеотидные последовательности хлоропластных генов исследуемого нами штамма сходны с видом *S. australis*. Филогенетический анализ гена *tufA* показывает достоверное выделение клады *Chodatodesmus* от других родов *Scenedesmaceae*. В этой кладе на филогенетическом дереве две отдельные эволюционные ветви относятся к видам *S. mucronulatus* и *S. australis*. Для *S. mucronulatus* в генбанке нет доступных данных по *rbcL*. В отличие от *tufA*, ген *rbcL* был более вариабельным среди штаммов клады *Chodatodesmus australis*. Штаммы П-11 и Gondwana содержали вставку длиной в семь аминокислотных остатков, по сравнению с другими штаммами, взятыми в анализ, включая IRK-A 290.

Проведенные исследования показывают, что водоросли рода *Chodatodesmus*, несмотря на небольшое число известных местонахождений, могут быть широко распространены и обнаружение их в ранее не исследованных биотопах, вопрос времени. В рамках проекта по изучению глобального распространения грибов в почвах Антарктиды, Тайланда, Китая, России (север Красноярского края), Эстонии, Шпицбергена были обнаружены нуклеотидные последовательности ядерных маркеров ITS1–5.8S–ITS2, отнесенные к роду *Chodatodesmus*, обозначены как *Chodatodesmus* sp. [7, 8]. Молекулярно-генетические исследования сценедесмусовых водорослей из наземных местообитаний, в целом, не так многочисленны, чтобы можно было с уверенностью говорить о хорошей изученности этой экологической и таксономической группы. Действительно ли *Chodatodesmus* являются частью «типичных» альгокомплексов почв, или они приурочены к почвам, формирующимся вблизи водных экосистем и испытывающих значительное их воздействие, остается открытым вопросом. В настоящее время мы не нашли других данных об обнаружении *Chodatodesmus* в почвах или иных субстратах, подтвержденных изолированными штаммами.

Находки представителей рода в водных биотопах в суровых климатических условиях Антарктиды, в холодных водах Байкала, в почвах ряда районов Крайнего Севера свидетельствуют о возможности их скорого нахождения и в водоемах Арктики. Актуаль-

ными представляются вопросы изучения механизмов адаптаций *Chodatodesmus*, путей их распространения, наряду с молекулярно-филогенетическими исследованиями.

Исследования проведены в рамках Государственного задания РФ No 122041100045-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson, J. L. The diversity of Scenedesmus and Desmodesmus (Chlorophyceae) in Itasca State Park, Minnesota, USA / J. L. Johnson, M. W. Fawley, K. P. Fawley // *Phycologia*. – 2007. – Vol. 46, N 2. – P. 214–229.
2. Hegewald, E. A phylogenetic study on Scenedesmaceae with the description of a new species of Pectinodesmus and the new genera Verrucodesmus and *Chodatodesmus* (Chlorophyta, Chlorophyceae) / E. Hegewald, C. Bock, L. Krienitz // *Fottea, Olomouc*. – 2013. – Vol. 13, N 2. – P. 149–164.
3. Molecular and Morphological Characterization of Several Cyanobacteria and Chlorophyta Species Isolated from Lakes in Turkey / B. Y. Ozturk [et al.] // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. – 2018. – Vol. 19, N 8. – P. 635–643.
4. *Chodatodesmus australis* sp. nov. (Scenedesmaceae, Chlorophyta) from Antarctica, with the emended description of the genus *Chodatodesmus*, and circumscription of *Flechtneria rotunda* gen. et sp. nov. / K. Sciuto [et al.] // *Journal of Phycology*. – 2015. – N 51. – P. 1172–1188.
5. Egorova, I. N. Amendments to the description of *Chloromonas actinochloris* (Chlorophyta) inferred from the study of the South Siberian finding / I. N. Egorova, N. V. Kulakova, O. N. Boldina // *Botanica Pacifica*. – 2023. – Vol. 12, N 1. – P. 1–14.
6. Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from chloroplast *tufA* gene / P. Fama [et al.] // *Journal of Phycology*. – 2002. – N 38. – P. 1040–1050.
7. Pluto, F. Global soil organisms / F. Pluto // Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/fdpeaw> accessed via GBIF.org on 2023-03-22. – 2023. – Режим доступа: <https://www.gbif.org/occurrence/3972561768> (дата обращения: 22.03.2023).
8. The Global Soil Mycobiome consortium dataset for boosting fungal diversity research / L. Tedersoo [et al.] // *Fungal Diversity*. – 2021. – N 111. – P. 573–588.

**GREEN MICROALGAE OF THE GENUS
CHODATODESMUS
(SCENEDESMACEAE, CHLOROPHYTA)**

I. N. Egorova¹, N. V. Kulakov^{a1}, Ye. D. Bedoshvili²

*¹ Siberian Institute of Plant Physiology
and Biochemistry Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences, Irkutsk*

*² Limnological Institute Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences, Irkutsk*

The article provides information about green microalgae of the genus *Chodatodesmus* (Scenedesmaceae, Chlorophyta). The representative of this genus was first found in the Lake Baikal. The identity of the studied alga has been established by light and electron microscopy and molecular phylogeny methods. The issues of distribution of *Chodatodesmus* are discussed.

Keywords: aquatic ecosystems, green algae, *Chodatodesmus*, Scenedesmaceae, distribution, integrative approach

МОРОШКА ПРИЗЕМИСТАЯ (*RUBUS CHAMAEMORUS* L.) В МЕЖДУРЕЧЬЕ ВЯТКИ И КАМЫ: ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ФИТОЦЕНОЛОГИИ

Н. Ю. Егорова^{1,2}, В. Н. Сулейманова^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
охотничьего хозяйства и звероводства
имени профессора Б. М. Житкова», г. Киров

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вятский государственный агротехнологический
университет», г. Киров
e-mail: n_chirkova@mail.ru

Ключевые слова: *Rubus chamaemorus* L., Кировская область, фитоцено-
тическая приуроченность, эколого-ценотические группы, экологические
шкалы Элленберга

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L., Rosaceae) – многолетнее длиннокорневищное поликарпическое двудомное растение, хамефит. Аркто-бореальный циркумполярный вид. Распространен в Северной и Средней Европе, Северной Америке. В Российской Федерации морошка встречается в Арктике, северных районах европейской части, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке [1]. На территории Кировской области вид находится вблизи южной границы ареала и произрастает по моховым болотам в северных, северо-восточных районах области. Природные популяции морошки не многочисленны. Сокращение их численности происходит вследствие нарушений естественных местообитаний вида, вызванных изменениями гидрологического режима. Морошка приземистая относится к ценным ресурсным ягодным и лекарственным (не фармакопейный вид) растениям. Плоды употребляют в свежем виде и заготавливают для хранения. В народной медицине в лечебных целях используются все части растения, из которых готовят отвары и настои [1–3].

Целью исследования является оценка эколого-фитоцено-
логических условий местообитаний *R. chamaemorus* в болотных
экосистемах таёжной зоны Вятско-Камского междуречья.

Исследования проводили в междуречье Вятки и Камы на территории Верхнекамского, Нагорского, Слободского, Афанасьевского административных районов Кировской области в течение 2010–2022 гг. Всего выполнено 12 геоботанических описаний различных болотных сообществ с *R. chamaemorus*. Описания растительных сообществ осуществляли согласно общепринятым геоботаническим методам с подробной характеристикой видового состава и физико-географических условий [4]. Экологические параметры растительных сообществ определяли с использованием фитоиндикационных экологических шкал Г. Элленберга [5]. Анализ эколого-ценотической структуры болотных сообществ с *R. chamaemorus* осуществляли с использованием подхода, предложенного О. В. Смирновой с соавторами [6]. Латинские названия сосудистых растений приведены в соответствии с базой данных Plants of the World Online [7]. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием программы MS Excel 2010 и PAST 3.15 [8].

Исследованные местообитания *R. chamaemorus* приурочены к мезо-олиготрофным сфагновым болотам (олиготрофное пушицево-сфагновое, голубично-морозково-сфагновое, багульниково-сфагновое с примесью сосны, мезотрофное пушицево-сфагновое, залесенное мезо-олиготрофное осоково-пушицево-сфагновое, залесенное мезотрофное пушицево-вахтово-сфагновое, мезотрофное пушицево-вахтово-сфагновое, мезо-олиготрофное пушицево-вахтово-сфагновое, мезо-олиготрофное кустарничково-осоково-вахтово-сфагновое) речных террас Вятки и Камы. Древостой залесенных болот представлен *Pinus sylvestris* L., с примесью *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. Сомкнутость крон варьирует в пределах 0.2–0.3. В подлеске встречается единично *Sorbus aucuparia* L. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса варьирует от 40 до 70%. В травяно-кустарничковом ярусе большинства исследуемых болотных биотопов наибольшим постоянством отличаются *Ledum palustre* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Vaccinium uliginosum* L. С высоким постоянством встречаются *Oxycoccus palustris* Pers., *Andromeda polifolia* L. Мохово-лишайниковый покров, как правило, образован сплошной дерниной сфагновых мхов: *Sphagnum magellanicum* Brid., *Sph. angustifolium* (Warnst.) C.E.O. Jensen, *Sph. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.

В эколого-ценотических спектрах исследуемых сообществ с *R. chamaemorus* выделены пять эколого-ценотических групп (ЭЦГ) (рис. 1). В изученных фитоценозах отмечено преобладание

представителей олиготрофной группы (*Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*) – в среднем 69.3% от общего числа видов. Виды бореальной группы (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Sorbus aucuparia* L.) и боровой группы встречаются реже – 13.2% и 11.2% соответственно. Доля участия в эколого-ценотическом спектре видов нитрофильных и гигрофильных групп не превышает 4.2%.

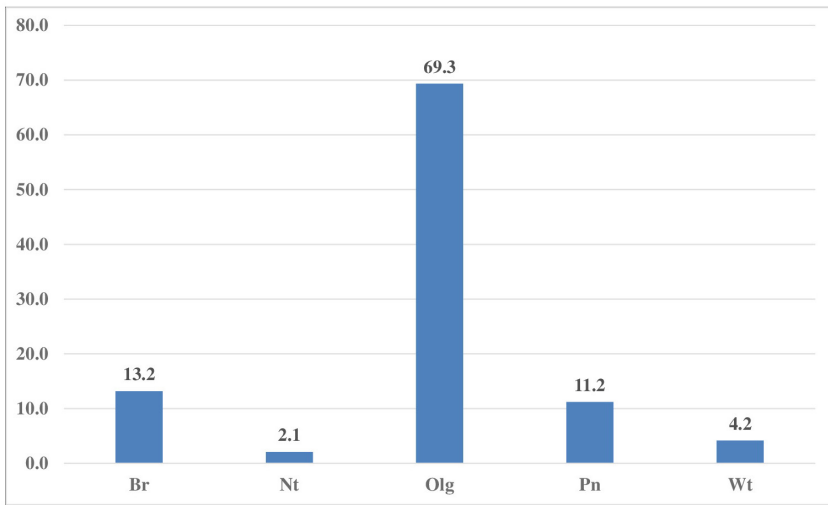


Рис. 1. Усредненный эколого-ценотический спектр сосудистых растений в изученных фитоценозах с *Rubus chamaemorus* L.: по оси ординат – доля видов различных эколого-ценотических групп, %; по оси абсцисс – эколого-ценотическая группа. Примечание: Br – бореальная, Nt – нитрофильная, Pn – боровая, Wt – водно-болотная (гигрофильная), Olg – олиготрофная.

В результате фитоиндикации исследуемых местообитаний *R. chamaemorus* получены экологические характеристики по шести шкалам Г. Элленберга (рис. 2). По шкале освещенности *R. chamaemorus* характеризуется как светолюбивое растение: растет в основном при полной освещенности, но может произрастать и в тени – до 30% (7-я ступень шкалы Элленберга). Термоклиматический фактор определяет условия обитания вида в пределах рассматриваемого фрагмента ареала как соответствующие

прохладному и умеренному климату (4-я ступень шкалы Элленберга), а по шкале континентальности – промежуточным между слабо субокеаническим и слабо субконтинентальным климатом (5-я ступень шкалы Элленберга). Условия увлажнения в местообитаниях *R. chamaemorus* колеблются от влажных до сырых (8-я ступень шкалы Элленберга). По шкале кислотности почв биотопы с *R. chamaemorus* характеризуются реакцией почвенной среды от сильнокислой до кислой (2-я ступень шкалы Элленберга), а по общему запасу питательных веществ (шкала азотного богатства) – от крайне бедных до бедных (2-я ступень шкалы Элленберга).

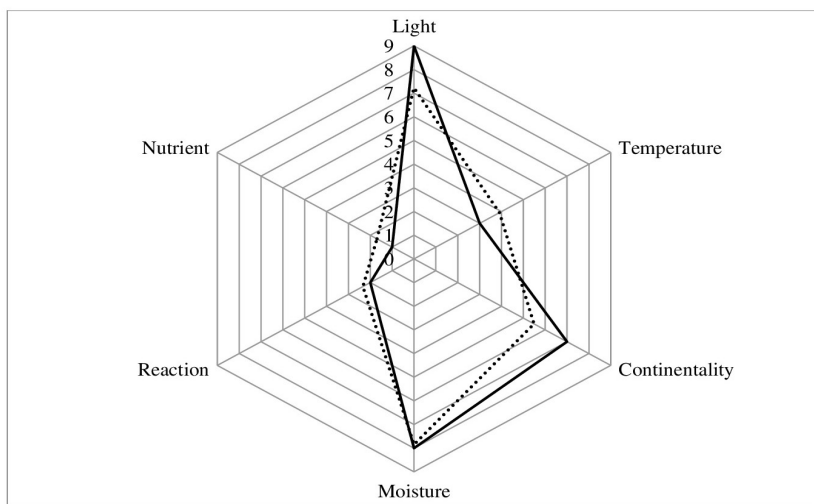


Рис. 2. Диаграмма экологического пространства *Rubus chamaemorus* L. по шкалам Н. Ellenberg (1974.) Примечание: L – освещённость, T – термоклиматическая, K – континентальности климата, Fe – увлажнения почв, R – кислотность почв, N – богатство почв азотом. – экологическая позиция изученных видов в фитоценозе по шкалам; — — — — — экологическая позиция вида по шкалам

Согласно дифференциации биотопов с *R. chamaemorus* методом главных компонент, полученных по экологическим шкалам, выявлены два значимых компонента (рис. 3). Наиболее сильное

влияние из рассмотренных факторов на распространение вида оказывают кислотность почвы (49.24%) и влажность почвы (35.21%), которые определяют 84.45% общей изменчивости.

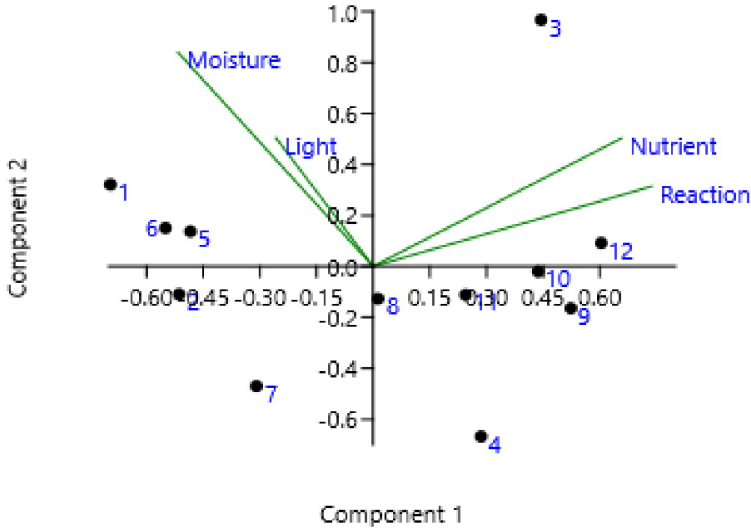


Рис. 3. Положение исследованных биотопов с *Rubus chamaemorus* L. в системе первых двух главных компонент (PCA – Principal Components Analysis): Moisture – увлажнение, Reaction – кислотность, Light – освещённость, Nutrient – богатство почв азотом.

Таким образом, исследованные местообитания *R. chamaemorus* приурочены к мезо-олиготрофным сфагновым болотам речных террас Вятки и Камы. В эколого-ценотических спектрах исследуемых сообществ с *R. chamaemorus* выделены пять эколого-ценотических групп. Установлено преобладание представителей олиготрофной группы (до 85.71% от общего числа видов). В пределах рассматриваемого фрагмента ареала *R. chamaemorus* характеризуется как светолюбивое растение, встречается в условиях от влажных до сырых, от сильнокислых до кислых, от крайне бедных до бедных азотом почв. Наиболее сильное влияние из экологических факторов на распространение *R. chamaemorus* оказывают кислотность и влажность почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косицын, В. Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру / В. Н. Косицын. – ВНИИЛМ, 2001. – 140 с.
2. Юдина, В. Ф. Плодоношение *Rubus chamaemorus* L. на болоте-казнике «Неназванное» (Южная Карелия) / В. Ф. Юдина, Т. А. Максимова // Растительные ресурсы. – 1997. – Т. 33, вып. 2. – С. 40–44.
3. Нилова, Л. П. Морошка: особенности биохимического состава, антиоксидантные свойства, использование / Л. П. Нилова, С. М. Малютенкова, М. С. Кайгородцева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 19–26. – DOI:10.14529/food170403
4. Методы изучения лесных сообществ. – Санкт-Петербург : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
5. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Gottingen, 1974. – 97 p.
6. Смирнова, О. В. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы / О. В. Смирнова, Л. Г. Ханина, В. Э. Смирнов // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Книга 1. – Москва : Наука, 2004. – С. 165–175.
7. Plants of the World Online (<http://www.plantsoftheworldonline.org/>).
8. Hammer, III. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis / III. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4 (1). – 9 p.

**SQUAT CLOUDBERRY (*RUBUS CHAMAEMORUS* L.)
IN THE INTERFLUVE OF THE VYATKA AND
KAMA RIVERS: FEATURES OF ECOLOGY AND
PHYTOCENOLOGY**

The habitats of *Rubus chamaemorus* L. in meso-oligotrophic sphagnum swamps of the river terraces of the Vyatka and Kama rivers have been studied. The oligotrophic group prevails in the ecological-cenotic spectra of the studied communities with *R. chamaemorus*. The strongest influence of environmental factors on the distribution of *R. chamaemorus* is exerted by soil acidity and soil moisture.

Keywords: *Rubus chamaemorus* L., Kirov region, phytocenotic confinement, ecological-cenotic groups, Ellenberg ecological scales

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК СЕВЕРА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Потиевская¹, О. А. Михалкина¹, Н. В. Зуева¹, О. Г. Гришуткин²,
А. А. Бобров²

¹ Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург

² Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, п. Борок

Ключевые слова: водная флора, разнообразие, субарктика, растительный покров

Мониторинг биологического разнообразия продолжает оставаться актуальным. Это связано с изменениями, которые могут быть инициированы потеплением климата и увеличением антропогенной нагрузки. Большое внимание уделяется изучению водных объектов и их компонентов, в том числе макрофитам. Водные макрофиты – одни из первичных продуцентов в водных экосистемах. Трансформация растительного покрова может выступать индикатором изменения экологического состояния водных объектов, качества их воды, а также процессов эвтрофирования [1]. Изменение климата оказывает значительное влияние на водные экосистемы [2], в том числе на растительный покров водных объектов. Поэтому мониторинг сообществ гидробионтов, включая макрофиты, является важной задачей для сохранения экосистем и предотвращения негативных последствий антропогенного воздействия.

Недостаточная изученность растительного покрова, повышенная уязвимость и быстрое развитие процессов деградации из-за низкого уровня энергообмена и массообмена [3] водных объектов субарктического региона также говорят об актуальности данных исследований.

Полевые работы проводились на водотоках Мурманской области в июле-августе 2019–2022 гг. в бассейнах рр. Паз, Лотта, Печенга, Воронья, а также на полуостровах Средний и Рыбачий. Особое внимание уделялось водным объектам заповедника «Пасвик». При проведении работ водоток обследовался вдоль береговой линии и с лодки стандартными методами [4].

Общий флористический список водотоков обследованной территории насчитывает 100 таксонов (из них 92 вида и восемь гибридов), входящие в 42 рода, 32 семейства, девяти классов и семи отделов. По количеству видов преобладает группа сосудистых растений, представленная 70 таксонами из трех отделов: цветковые (Magnoliophyta – 57 видов), хвощевидные (Equisetophyta – три вида) и плауновидные (Lycopodiophyta – два вида), на долю которых приходится 70% от общего таксономического разнообразия флористического списка.

Криптогамные растения, составляющие 30% состава флоры, представлены четырьмя отделами: моховидные (Bryophyta – 16 видов), печеночники (Marchantiophyta – 2), харофитовые водоросли (Charophyta – 5), красные водоросли (Rhodophyta – 2).

Гибриды отмечены в следующих родах: *Carex* (1 таксон), *Potamogeton* (2), *Sparganium* (2), *Sagittaria* (1) и *Utricularia* (2).

Доля однодольных (Liliopsida) и двудольных (Magnoliopsida) растений среди отдела цветковые (Magnoliophyta) приблизительно равна и составляет 35 и 30 таксонов соответственно. Однако число родов и семейств несколько превосходит в классе двудольные (см. таблицу).

Таблица
Качественная характеристика списка водной флоры исследуемого района

Группы	Таксоны		Количество			
	Отделы	Классы	Семейств	Родов	Видов	Гибридов
Криптогамные	Charophyta	Charophyceae	1	2	5	
	Rhodophyta	Florideophyceae	1	1	2	
	Marchantiophyta	Jungermanniopsida	1	1	2	
	Bryophyta	Bryopsida	6	9	16	
		Sphagnopsida	1	1	4	
Сосудистые	Magnoliophyta	Liliopsida	7	10	29	6
		Magnoliopsida	13	16	28	2
	Equisetophyta	Equisetopsida	1	1	3	
	Lycopodiophyta	Isoetopsida	1	1	2	

Моховидные (Bryophyta) занимают наибольшую долю в разнообразии группы криптогамных растений. Они по большей части представлены классом листостебельные мхи (Bryopsida – 16 видов). Разнообразие таксонов в классе сфагновые мхи (Sphagnopsida – четыре вида) в четыре раза меньше.

Наибольшее количество станций (94) сосредоточено в районе рек Паз и Лотта. Таксономическое разнообразие сложено 84 видами и девятью гибридами из 42 родов, 30 семейств, девяти классов и семи отделов. В целом, описание состава флоры схоже с описанием полного флористического списка.

На реках в районе Среднего и Рыбачьего полуостровов, а также в бассейне р. Воронья обследовано небольшое количество станций, 4 и 5 соответственно. На исследованных водотоках в районе п-ва Средний и п-ва Рыбачий (приток р. Титовка, р. Скорбеевская с притоком, и р. Пяйва) было обнаружено 11 таксонов: 11 родов, 10 семейств, пять классов и четыре отдела. Группа криптогамных растений, включающая отделы моховидные (Bryophyta – два вида) и печеночники (Marchantiophyta – один род), уступает на уровне вида группе сосудистых, которая, в свою очередь, состоит из таких отделов, как цветковые (Magnoliophyta – 8 видов) и хвощевидные (Equisetophyta – один вид). В процентном соотношении группы имеют доли в 82% и 18% в списочном составе флоры соответственно.

Доля видов в классах однодольные (Liliopsida) и двудольные (Magnoliopsida) схожа и составляет три и пять вида соответственно, при этом, количество родов аналогичное. Представители отделов моховидные (Bryophyta) и печеночники (Marchantiophyta) образуют видовое разнообразие криптогамных растений. Класс листостебельные мхи (Bryopsida) представлен двумя видами из одного рода, а печёночники определены до представителей одного рода из класса юнгерманиевые (Jungermannioopsida).

Флористический список для бассейна реки Воронья состоит из 21 таксона, представляющих 18 родов, 15 семейств, семи классов и пяти отделов. По видовому разнообразию наблюдается преобладание группы сосудистых растений, где наибольшую долю представляет отдел цветковые растения (Magnoliophyta – 14 видов). Среди криптогамных, доля которых в общем флористическом списке составляет 29%, наибольшее количество представителей имеют отделы моховидные (Bryophyta – три вида).

Доля видов из классов однодольные (Liliopsida) и двудольные (Magnoliopsida) равна, при этом число родов составляет 7 и 4

соответственно. Класс листостебельные мхи (Bryopsida) в основном образует разнообразие криптогамных растений (3 вида).

Самые распространенные виды исследованных водных объектов это – *Equisetum fluviatile* L. (встречаемость – 43%), *Caltha palustris* L. (42%), *Carex rostrata* Stokes (40%), *Hippuris vulgaris* L. (39%), *Myriophyllum alterniflorum* DC. (38%), *Carex aquatilis* Wahlenb. (35%), *Comarum palustre* L. (35%), *Potamogeton alpinus* Balb. (35%), *P. gramineus* L. (34%), которые являются одновременно и самыми обильными. Кроме того, некоторые из них обладают максимальным суммарным обилием: *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *Sparganium angustifolium* Michx., *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton gramineus*, *Carex aquatilis*. Все перечисленные виды обычны для северной Фенноскандии [5, 6].

В экологическом составе флоры преобладают гидрофиты, которых для исследованных водных объектов обнаружено 46. К гелофитам относятся 9 таксонов, к гидрогидрофитам – 13, к гигрофитам – 31 и к гидромезофитам – 1.

В растительном покрове рек исследованной территории выявлено 100 видов макрофитов, из которых 46 – истинно-водные растения. Наиболее разнообразен состав растений в водотоках бассейнов рек Паз и Лотта, где самые высокие характеристики разнообразия описаны для реки Мениккайоки. Наибольшее распространение на исследованной территории наблюдается среди цветковых двудольных (Magnoliopsida) растений. Кроме этого, большую долю среди флоры исследуемого региона занимает отдел моховидные (Bryophyta), а именно класс листостебельные мхи (Bryopsida). В целом, флора исследованных водотоков довольно богата и традиционна как по таксономической, так и по экологической структуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семин, В. А. Макрофиты и их место в системе экологического мониторинга / В. А. Семин, А. В. Фрейндлинг // Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем : Труды советско-французского симпозиума (Астрахань, 9–12 сент. 1985 г.). – Ленинград, 1988. – С. 95–103.
2. Демин, В. И. Изменения крупномасштабной циркуляции атмосферы и современное потепление климата на Кольском п-ове / В. И. Демин, П. Н. Священников, Б. В. Иванов // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2014. – № 2 (17). – С. 101–105

3. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера) / Т. И. Моисеенко [и др.]. — Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1996. — 263 с.

4. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изученности / В. М. Катанская. — Ленинград : Наука, 1981. — 187 с.

5. Оценка состояния растительного покрова трансграничного водотока северной Фенноскандии (русская часть р. Паз) / Н. В. Зуева, О. Г. Гришуткин, Ю. А. Зуев [и др.] // Биология внутренних вод. — 2022. — № 4. — С. 381–394.

6. Rørslett, B. Effects of hydropower development on aquatic macrophytes in Norwegian rivers: Present state of knowledge and some case studies / B. Rørslett, M. Mjelde, S.W. Johansen // Regulated Rivers Research & Management. — 1989. — V. 3.

TAXONOMIC DIVERSITY OF MACROPHYTES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED RIVERS IN THE NORTH OF THE MURMANSK REGION

N. A. Potievskaya¹, O. A. Mikhalkina¹, N. V. Zueva¹,
O. G. Grishutkin², A. A. Bobrov²

¹*The Russian State Hydrometeorological University,
Saint Petersburg*

²*Papanin Institute for Biology of Inland Waters
Russian Academy of Sciences, Borok vill*

The study aimed to investigate the flora of watercourses in northern Fennoscandia. Fieldwork was carried out in July–August 2019–2022 on watercourses in the Murmansk region. The study revealed the most common and abundant species of vegetation in water bodies, including *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *Sparganium angustifolium*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton gramineus*, *Carex aquatilis*. Most of the studied region's flora belongs to the class Magnoliopsida and Bryopsida. The overall composition of the flora is quite rich and traditional in terms of taxonomic and ecological structure.

Keywords: aquatic flora, diversity, subarctic, vegetation cover

СНЕЖНЫЕ ВОДОРΟΣЛИ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ УРАЛА

И. В. Новаковская, Е. Н. Патова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: novakovskaya@ib.komisc.ru

Ключевые слова: цветение снега, снежники, Полярный, Приполярный и Северный Урал

Снежные водоросли – это группа организмов, которые существуют при низких температурах и их резких колебаниях, выдерживают повышенное ультрафиолетовое облучение, обладают высокой метаболической активностью и развиваются на поверхности постоянных снежников. В местах их массового развития наблюдается окрашивание снега в различные оттенки. Цветение снега – широко распространенное природное явление, которое встречается высоко в горах и в приполярных областях Земли [1, 2]. Такое явление также ежегодно отмечается летом на снежниках в северных районах Урала.

Цель работы – выявление видового разнообразия снежных водорослей Полярного, Приполярного и Северного Урала.

В северных районах Урала в июле-августе 2011, 2012, 2016–2021 гг. были отобраны пробы снега в местах массового «цветения» водорослей на снежниках (см. таблицу).

Пробы собирали в стерильные пластиковые пробирки объемом 15 мл Greiner Bio-One (Австрия), а также в чашки Петри с агаризованной питательной средой 3N BBM, Bg 11. Для выявления видового разнообразия применяли прямое микроскопирование собранного снега, а также культуральные методы с использованием накопительных и монокультур на жидких и твердых питательных средах 3N BBM, Bg 11 с добавлением талой воды. Видовое разнообразие водорослей изучали с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i. Количественный учёт клеток водорослей проводили прямым счётом клеток. Площадь окрашенных участков снега определяли путем их оконтуривания с использованием навигатора GarminG-PSMAP 64st (Китай).

Таблица

Характеристика мест сбора проб снега

№	Район, год сбора	Высота над уровнем моря	Координаты
Полярный Урал			
1	г. Константинов Камень, 2011	400	N 68°29'32.3"; E 66°13'44.3"
Приполярный Урал			
2	Хребет Малдынырд, 2019–2021	951	N 65°12'23"; E 60°12'07"
Северный Урал			
3	Верховье реки Тельпоз, 2018	670	N 63°42'52.3»; E 59°08'42.8»
4	Окрестности хребта Тельпозиз, 2018	571	N 63°40'31.2»; E 59°07'16.3»
5	Окрестности г. Пеленер, 2016, 2018	706	N 63°22'52.7"; E 58°55'22.8"
6	Окрестности г. Пеленер, 2016	585	N 63°22'36.2"; E 58°54'20.3"
7	Окрестности г. Кузькудинер, 2016	650	N 63°48'48.6"; E 59°11'45.8"

Наиболее часто на исследованной территории отмечали красное «цветение» снега. Площадь таких пятен варьировала от 50 до 45 000 м² и более. Насыщенность цвета окрашенного снега зависела от степени развития водорослей на снежной поверхности, количественные показатели отмечены в диапазоне от 17.6 до 142.4 тыс. кл./см².

Всего в снежниках исследованных районов было обнаружено 20 видов из трех отделов: Cyanobacteria – 1, Chlorophyta – 17, Charophyta – 2. Большая часть видов выявлена только культуральными методами. По таксономическому разнообразию преобладали одноклеточные зелёные водоросли. Многие из этих видов широко распространены в наземных и водных экосистемах. Они не вызывают «цветение» снега, но способны выживать при низких температурах и высокой солнечной радиации. Большинство из выявленных таксонов выделены в альгологически чистые культуры и содержатся в коллекции водорослей ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (<http://ib.komisc.ru/sykoa>). В исследованных районах при прямом микроскопировании обнаружен только один вид из отдела Chlorophyta – *Chloromonas reticulate* (Gorozh.) Gobi. По-видимому, он и вызывает окрашивание снега в красный цвет.

В ходе исследования дополнены представления о снежных водорослях горных экосистем Урала, выявлено их невысокое

видовое разнообразие. Основу таксономического списка формируют толерантные к низким температурам виды. В природных образцах «цветущего» снега преобладают покоящиеся клетки водорослей, которые трудно вывести из стадии инцистирования в лабораторных условиях. Это создает определенные трудности при исследовании этой группы организмов и требует применения молекулярных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Komarek, J. Green cryosestic algae / J. Komarek, L. Nedbalová // Algae and cyanobacteria in extreme environments. Cellular origin, life in extreme habitats and astrobiology / ed. J. Seckbach. – Heidelberg, 2007. – Vol. 11. – P. 321–342.
2. Hoham, R. W. Snow and glacial algae: a review / R. W. Hoham, D. Remias // J. Phycol. – 2020. – N 56. – P. 264–282.

SNOW ALGAE OF THE NORTHERN REGIONS OF THE URALS

I. V. Novakovskaya, E. N. Patova

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The red snow blooming in the northern regions of the Urals was investigated. The area of such snow patches was 50–45.000 m². 17.6–142.4 thousand algal cells were found on the 1 cm² of the snow surface. The ideas about snow algae in the mountain ecosystems of the Urals was supplemented, and their low species diversity has been revealed. We identified 20 algal species from three divisions (Cyanobacteria – 1, Chlorophyta – 17, Charophyta – 2). *Chloromonas reticulata* was found during direct visual inspection of snow samples in the field and in laboratory conditions when cultivating on nutrient media.

Keywords: snow bloom, snow patch, Polar, Subpolar and Northern Urals

К ИЗУЧЕНИЮ МЯТЛИКОВ (РОА L. РОАСЕАЕ) РОССИЙСКОГО КРАЙНЕГО СЕВЕРА

М. В. Олонова

Томский государственный университет, г. Томск

e-mail: olonova@list.ru

Ключевые слова: систематика, биогеография, биоразнообразие

Сохранение биологического разнообразия является одним из важнейших условий устойчивого развития территорий [1], поэтому вопросы изучения и сохранения общего генофонда, в частности растительного биоразнообразия любой биоты (локальной, региональной и глобальной), являются первоочередными задачами в природоохранной политике многих государств.

Особенно это касается российской Арктики, изученность биологического и, в частности, флористического разнообразия которой изучены относительно слабо. Как отмечает А. А. Тишков [2] «...наше представление о растительном покрове, природных экосистемах и ландшафтах большинства регионов российской Арктики ограничивается районами со сложившейся инфраструктурой промышленного освоения и напрямую зависит от их транспортной доступности. В итоге, освоение многих регионов Арктики начинается раньше, чем мы можем получить полные сведения о разнообразии их живой природы». Издание фундаментальной сводки Арктическая Флора СССР [3], разумеется, внесло огромный вклад в познание флористического состава этой территории, тем не менее, со времени выхода ее последнего тома прошло уже более 35 лет. За это время были собраны и обработаны обширные гербарные материалы, составлены новые региональные флоры [4, 5], где уточнены флористические списки видов и ареалы многих видов.

Заметным шагом вперед в исследовании флоры Арктики было составление Списка сосудистых растений Панарктической флоры [6], созданного большим интернациональным коллективом, охватывающим всю арктическую зону.

Тем не менее, осталась проблема недостаточной изученности многих видов на этой труднодоступной территории. Особенно это заметно на примере родов, склонных к гибридизации и образованию гибридогенных комплексов, в частности, рода

мятлик. Как и все злаки, мятлики считаются особо трудным таксоном для систематики, и наиболее проблемной среди них по праву считается секция *Stenopoa* Dumort. – естественная группа в основном азиатского распространения, населяющая обширные местообитания от Арктики до высокогорий Центральной Азии. Многие виды секции являются доминантами растительных сообществ, поэтому уточнение ее видового состава имеет важное практическое значение.

Обработка рода *Poa*, сделанная Н. Н. Цвелевым для Арктической флоры СССР, насчитывает 11 видов, принадлежащих *Stenopoa* [7]. В Списке сосудистых растений Панарктической флоры [6] для Российской Арктики приводится только восемь видов секции. В новейшей сводке Н. Н. Цвелева и Н. С. Пробатовой [8] в Российской Арктике секция представлена уже 15-ю видами. Такие расхождения в оценке видового богатства одной и той же территории в немалой мере обусловлены разными подходами к этому вопросу со стороны российских и зарубежных ботаников. Редакторы и составители Списка [6] отмечают неравнозначность таксонов в понимании российских и зарубежных специалистов, особо отмечая такие роды, как *Agrostis*, *Bromopsis*, *Calamagrostis*, *Deschampsia*, *Elymus*, *Festuca*, *Hierochloa*, *Poa* и *Puccinellia*. В частности, ставится под сомнение правомерность признания нескольких российских видов в группах, где зарубежные авторы признают только один или несколько полиморфных видов, то есть в отношениях хотя бы частично агамоспермных *P. glauca* Vahl, *P. nemoralis* L. и *P. palustris* L. (см. таблицу).

Как показывает таблица, лишь пять видов указывается во всех трех источниках в видовом статусе. Причина этого видится в слабой изученности материала. Действительно, без исследований морфологической изменчивости количественных признаков и частот проявлений качественных признаков на популяционном уровне трудно судить о статусе «мелких» видов, которые, с одной стороны, могут быть отдельными морфотипами гибридогенно-апомиктических комплексов, морфологически уклоняющимися от родительских видов, с другой – генетически изолированными и морфологически устойчивыми расами. Здесь уместно вспомнить А. С. Северцова [9], который писал, что при слабой изученности и недостаточности материалов неизбежно приходится оперировать не дискретностью, а степенью различий, т.е. относить к данному виду любую совокупность, которая, по мнению систематика, достаточно сходна с голотипом, т.е. пользоваться практической типо-

логической концепцией, основанной на априорной дискретности видов. Типологический подход уступает место морфологической концепции только тогда, когда становятся известными ареал, популяционная структура, экологическая и внутривидовая изменчивость. В этом случае для доказательства наличия хиатуса применяется морфологическая концепция, предусматривающая возможность использования самых разнообразных признаков для поиска хиатуса: морфологических, анатомических, биохимических, экологических, молекулярно-генетических.

Таблица

Виды *Poa* секции *Stenopoa* на территории Российской Арктики

№	Вид	Арктическая флора СССР [3]	Checklist of the panarctic flora [6]	Злаки России [9]
1	<i>P. palustris</i> L.	+	+	+
2	<i>P. tanfiljewii</i> Roshev.	+	+	+
3	<i>P. urssulensis</i> Trin.		+	+
4	<i>P. nemoralis</i> L.	+	+	+
5	<i>P. lapponica</i> Prokudin	+	**	+
6	<i>P. subpolaris</i> Kuvaev		**	*
7	<i>P. ochotensis</i> Trin.		+	+
8	<i>P. stepposa</i>	+		
9	<i>P. botryoides</i> (Trin. ex Griseb.) Kom.	+	+	+
10	<i>P. arctosteporum</i>		+	+
11	<i>P. glauca</i> Vahl	+	+	+
12	<i>P. peculniensis</i> Jurtzev et Tzvelev			+
13	<i>P. bryophila</i> Trin.	+	*	+
14	<i>P. anadyrica</i> Roshev.	+	*	*
15	<i>P. filiculmis</i> Roshev.	+		+
16	<i>P. balfouri</i> Parn.			+
17	<i>P. igishinae</i> Tzvelev			+
18	<i>P. compressa</i> L.	+		+

Примечание. * – вид принимается в качестве синонима; ** – вид рассматривается в качестве подвида.

Сближению позиций могло бы способствовать принятие видových агрегатов в случае неясной таксономической ситуации. Подразумевается, что каждый агрегат объединяет близко родственные виды, морфологические границы между которыми не очевидны в силу их слабой изученности. Удобство введения этой категории заключается в том, что, если при дальнейшем, более детальном исследовании, с применением точных методов молекулярно-генетического анализа изменится их статус или будет выявлено иное происхождение, для исправления ситуации не потребуется специальных комбинаций, предусмотренным Международным кодом номенклатуры для водорослей, грибов и растений [10]. В условиях слабой изученности укрупнение видов может привести к потере значительной части генетического разнообразия.

Распределение видов по агрегатам, отражающее современные представления о родстве таксонов и об их статусе, приводится в работе Злаки России [9]. Так, *P. palustris*, *P. tanfiljewii* и *P. urssulensis* отнесены к агрегату *P. palustris* (*P. subpolaris* рассматривается как синоним *P. tanfiljewii*), *P. nemoralis* и *P. Lapponica* – к агрегату *P. nemoralis*, *P. ochotensis* – к одноименному агрегату, *P. botryoides* – к агрегату *P. attenuata*, *P. glauca*, *P. peculniensis*, *P. bryophila*, *P. filiculmis*, *P. balfouri* и *P. igishinae* – к агрегату *P. glauca* (*P. anadyrica* включен в *P. glauca* как синоним). *Poa arctosteporum* не относится ни к одному агрегату и рассматривается как результат гибридного поглощения северных популяций *P. botryoides* со стороны *P. glauca*. Таким образом, список из пятнадцати видов сводится к пяти агрегатам и двум «независимым» видам, что до некоторой степени выравнивает результаты российских и зарубежных специалистов. Разумеется, можно поспорить о принадлежности *P. tanfiljewii* и *P. urssulensis* к агрегату *P. palustris*, *P. balfouri* – к агрегату *P. glauca*, *P. botryoides* – к агрегату *P. attenuata*, да и о самом нахождении этого вида на территории Арктики, о статусе *P. lapponica* и *P. subpolaris*, да и других видов.

Для выявления границ, объема и статуса многих арктических видов необходимы более детальные исследования на популяционном уровне. Для преодоления разной оценки видового богатства Арктики, возникших вследствие различного подхода российских и зарубежных ученых к проблеме вида, предлагается временное

объединение предположительно близкородственных видов в агрегаты с последующим выявлением их истинного происхождения и родства с помощью точных молекулярно-генетических методов.

Исследования поддержаны Российским научным фондом, грант № 22-24-00994.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития / Д. С. Павлов, Б. Р. Стриганова, Е. Н. Букварева, Ю. Ю. Дгебуадзе. – Москва : Институт устойчивого развития, 2009. – 87 с.
2. «Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия / А. А. Тишков // Арктика: экология и экономика. – 2012. – Т. 2, № 6. – С. 28–43.
3. Арктическая флора СССР. Вып. 1–10. – Москва : Наука.
4. Пospelова, Е. Б. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Часть 1. Аннотированный список флоры и ее общий анализ / Е. Б. Пospelова, И. Н. Пospelов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 457 с.
5. Определитель высших растений Якутии / Е. А. Афанасьева [и др.] – Новосибирск : Наука, 2020. – 896 с.
6. Checklist of the panarctic flora (PAF) vascular plants, Version May 2007. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.binran.ru/infosys/paflist/index.htm>. (дата обращения: 16.02.2023).
7. Цвелев, Н. Н. *Poa* L. – Мятлик / Н. Н. Цвелев // Арктическая флора СССР. Вып. 2. – Москва : Наука, 1964. – С. 112–162.
8. Цвелёв, Н. Н. Злаки России / Н. Н. Цвелёв, Н. С. Пробатова. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2019. – 646 с.
9. Северцов, А. С. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности / А. С. Северцов // Журнал общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 579–589.
10. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017 / N. J. Turland [et al.] – Glashütten : Koeltz Botanical Books, 2018. – 254 p.

**TOWARD THE STUDY OF PATERS
(*POA* L.B *POACEAE*) RUSSIAN EXTREME NORTH**

M. V. Olonova

Tomsk State University, Tomsk

The study of biodiversity, in particular, the species composition of the Arctic flora, remains an urgent problem due to the inaccessibility and poor research of species variability within the populations. This is exacerbated by the different approaches of Russian and foreign scientists to the problem of the species. The solution to the problem of such a discrepancy could be the temporary association of supposedly closely related species into aggregates, followed by the identification of their true origin and relationship using accurate molecular genetic methods.

Keywords: systematics, biogeography, biodiversity

РАЗНООБРАЗИЕ БАКТЕРИЙ В МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВАХ ЛИШАЙНИКОВ СЕВЕРА РОССИИ: РОД *CLADONIA*

Т. А. Панкратов¹, А. В. Мелехин²

¹ Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского,
Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы
биотехнологии» РАН, г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Полярно-
альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного
центра Российской академии наук, г. Апатиты

e-mail: tpankratov@mail.ru

Ключевые слова: Кладония, микробиом лишайника, убежище фитопатогенов

Лишайники северных территорий России являются одной из доминирующих групп макроорганизмов и создают значительную биомассу в экстремальных биотопах, развиваясь на почвах, коре деревьев и на поверхности горных пород [1, 2]. Они являются первичным звеном как в детритных, так и пастбищных цепях питания и являются источником пищи и средой обитания для наземных насекомых и животных Крайнего Севера [3]. Лишайники рода *Cladonia* P. Browne хорошо инвентаризованы и охарактеризованы [4] и как макрообъекты изучены достаточно полно. Лихенофильные грибы давно и систематично изучаются [5], то бактериальная составляющая пока в значительной мере остается вне фокуса внимания, и вопрос инвентаризации бактериальной составляющей лишайников остается открытым. Из множества видов лишайников данные о бактериальном населении их талломов получены только для некоторых наиболее распространенных антарктических видах Европейского севера и центральной Европы [6, 7]. Данные о бактериальном населении лишайников севера России пока единичны и включают в себя как данные исследований методом FISH (*fluorescent in situ hybridization*), так и описания новых таксонов [8, 9, 10]. Необходимость проведения инвентаризации бактериальной и дрожжевой микрофлоры лишайников обусловлена данными о том, что лишайники являются естественными природными резервуарами фитопатогенных микроорганизмов (грибов и

бактерий) [11], а также содержат значительное количество биотехнологически перспективных микроорганизмов [12]. В связи с этим, актуальность изучения бактериального разнообразия лишайников заключается не только в получении фундаментальных данных о распространении в лишайниках прокариот, но и в идентификации возможных фитопатогенов в них и оценке их численности, а также в оценке биотехнологического потенциала лишенофильных прокариот и грибов.

Целью данной работы был анализ таксономического разнообразия прокариот в лишайниках рода *Cladonia*, собранных на территориях Крайнего Севера (Мурманская область, г. Надым, г. Новый Уренгой), острове Феклистова (архипелаг Шантарские острова).

Таблица

Характеристика исследованных образцов лишайников рода *Cladonia* P. Browne

№	Вид	Локализация	Биотоп
1	<i>C. stellaris</i>	Кольский полуостров, городской округ Оленегорск 68.130705 N, 33.930366 E	Сосняк беломошник с преобладанием <i>Cladonia</i> spp., <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
2	<i>C. arbuscula</i>	Кольский полуостров, городской округ Оленегорск 68.130705 N, 33.930366 E	Сосняк беломошник с преобладанием <i>Cladonia</i> spp., <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
3	<i>C. stellaris</i>	Карелия, Россия 65.772222 N 32.095139 E	Смешанный лес с преобладанием <i>Vaccinium myrtillus</i> L., <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.
4	<i>C. stellaris</i>	Остров Феклистова, Россия 54.954888 N 136.930432 E	Хвойный лес, с преобладанием <i>Picea obovata</i> Ledeb., <i>Carex glareosa</i> Wahlenb.
5	<i>C. stellaris</i>	Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Надым, Россия 65.444357 N 72.684066 E	Тундра, с преобладанием <i>Empetrum nigrum</i> L., <i>Cladonia</i> spp., <i>Cetraria</i> spp., <i>Flavocetraria</i> spp., сфагновых мхов
6	<i>C. stellaris</i>	Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой, Россия 68.688295 N 75.834779 E	Тундра, с преобладанием <i>Empetrum nigrum</i> L., <i>Cladonia</i> spp., <i>Cetraria</i> spp., <i>Flavocetraria</i> spp., сфагновых мхов

Собранный материал лишайников (навеска 500 мг) измельчали до гомогенного состояния и далее из этой биомассы проводили

экстракцию тотальной ДНК с использованием коммерческого набора DNeasy PowerSoil Pro Kit (Qiagen, США). Далее готовили библиотеку ампликонов 16S рРНК гипервариабельного участка гена (V3-V4). Полученную библиотеку анализировали с использованием секвенатора Illumina MySeq. Обработка данных секвенирования проведена с использованием автоматизированного алгоритма QIIME 1.9.1. Подготовку диаграмм проводили в программе Excel 2010.

Анализ полученных результатов показал, что во всех образцах доминировали бактерии филогенетической группы *Alphaproteobacteria*, что согласуется с ранее полученными данными [13, 14]. В образцах, собранных в Мурманской области, их оказалось в среднем на 10% больше, чем в других исследованных образцах (рис. 1а).

Второй по значимости группой в прокариотном сообществе оказалась филогенетическая группа *Acidobacteria*.

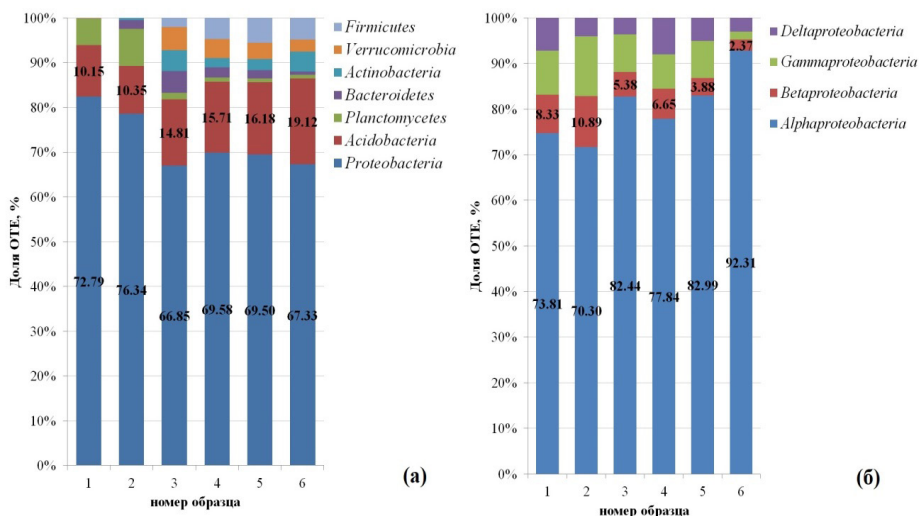


Рис. 1. Доля ОТЕ в составе библиотек клонов в зависимости от образца. (а) – доля (%) ОТЕ наиболее репрезентативных филумов от общего числа ОТЕ домена Bacteria. (б) – доля (%) ОТЕ наиболее репрезентативных классов от общего числа ОТЕ филума Proteobacteria. Нумерация образцов дана согласно таблице.

Доля их ОТЕ в библиотеке составляла от 10 до 19% (Рис. 1а). Минорными компонентами в составе прокариотных сообществ изученных лишайников оказались представители филумов *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Verrucomicrobia* и *Planctomycetes*. Большинство ацидобактерий оказались представителями семейства *Acidobacteriaceae*, ранее описанных из сфагновых болот и почв [15, 16], включая роды *Granulicella* и *Edaphobacter* (данные не показаны).

Среди протеобактерий основную долю составляли представители класса *Alphaproteobacteria* (от 70 до 92% всех протеобактериальных ОТЕ), что также не противоречит ранее полученным данным [13, 14].

Анализ компонентного состава класса *Alphaproteobacteria* в исследованных образцах показал доминирование двух порядков – *Rhodospirillales* и *Rhizobiales* (рис. 2). При этом в образцах из Мурманской области отмечается некоторое снижение доли ОТЕ, относящихся к порядку *Rhodospirillales* и увеличение доли ОТЕ представителей порядка *Rhizobiales*. Такое соотношение указывает на селекцию отдельных групп бактерий, способных к адаптации в среде обитания – талломах лишайников рода *Cladonia*. Ранее нами было показано, что значения рН водных гомогенатов лишайников варьирует в пределах от четырех до пяти единиц [17]. Таким образом в таллом отбираются ацидофильные грамотрицательные бактерии, способные к росту при низких значениях рН, и выживающие в условиях постоянно меняющейся влажности. Кроме того, такой уровень представленности бактерий порядка *Rhodospirillales*, среди которых много аноксигенных фототрофов, позволяет предположить, что они могут быть функциональными дублёрами фотобионтов лишайников рода *Cladonia*. Доказательством этой гипотезы является тот факт, что в различных географических регионах, у лишайников одного рода доля бактерий этого порядка практически одинакова. В случае, когда часть представителей порядка *Rhodospirillales* замещается представителями порядка *Rhizobiales*, функциональная роль последних также может состоять в дополнительной фотогетеротрофной фиксации углекислого газа или фиксации атмосферного азота [18, в печати].

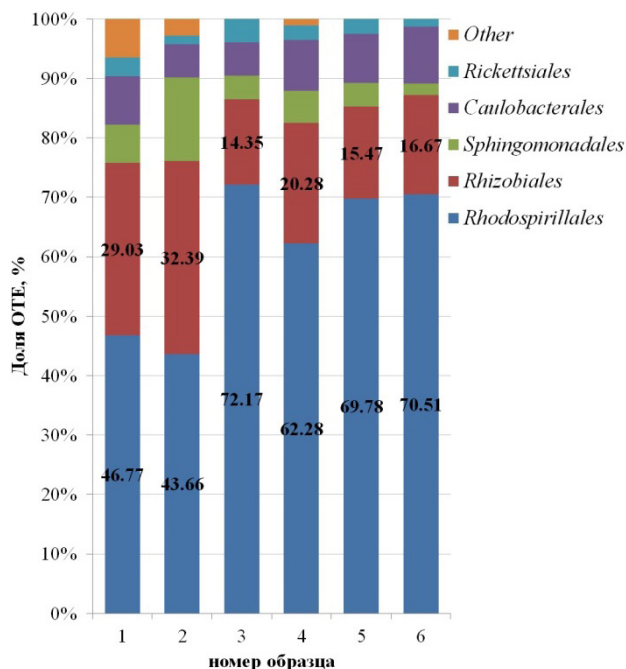


Рис. 2. Доля ОТЕ различных порядков класса *Alphaproteobacteria* в составе библиотек клонов в зависимости от образца. Номера образцов указаны согласно таблице.

Присутствие в метагеномах некоторого количества ОТЕ, филогенетически относящихся к *Xanthomonadaceae*, *Burkholderiaceae*, *Rickettsiaceae* и *Pseudomonadaceae*, может свидетельствовать о накоплении в талломах фитопатогенных видов бактерий (роды *Xanthomonas*, *Rickettsia*, *Pseudomonas*).

Авторы благодарят к.б.н. Е. В. Белякову, к.б.н. Г. В. Матышака и к.б.н. О. С. Самылину за предоставление образцов лишайников. Авторы благодарят компанию ООО «Биоспарк» (г. Троицк) за проведение метагеномного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Larson, D. W. The absorption and release of water by lichens / D. W. Larson // *Bibliotheca Lichenologica*. – 1987. – Vol. 25. – P. 351–360.

2. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / отв. ред. М. П. Андреева, Д. Е. Гимельбрانت. – Москва : Т-во науч. изданий КМК, 2014. – 392 с.
3. Lichen Biology. 2nd ed. / ed. Th. H. Nash. – New York : Cambridge University Press, 2008. – 486 p.
4. Определитель лишайников СССР. Вып. 5. Кладониевые – Акароспоровые / отв. ред. И. И. Абрамов. – Ленинград : Наука, 1978. – 304 с.
5. Zhurbenko, M. P. A revision of lichenicolous fungi growing on *Cladonia*, mainly from the Northern Hemisphere, with a worldwide key to the known species / M. P. Zhurbenko, P. Pino-Bodas // *Opuscula Philolichenum*. – 2017. – Vol. 16. – P. 188–266.
6. Grube, M. Microbial consortia of bacteria and fungi with focus on the lichen symbiosis / M. Grube, G. Berg // *Fungal Biol. Rev.* – 2009. – Vol. 23. – P. 72–85.
7. Bacterial communities associated with the lichen symbiosis / S. T. Bates [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2011. – Vol. 77. – P. 1309–1314.
8. Панкратов, Т. А. Бактериальные комплексы лишайников хибин на примере *Cladonia uncialis*, *Cladonia portentosa*, *Alectoria ochroleuca* и *Nephroma arcticum* / Т. А. Панкратов // *Микробиология*. – 2018. – Т. 87, № 1. – С. 70–78.
9. *Lichenibacterium ramalinae* gen. nov, sp. nov., *Lichenibacterium minor* sp. nov., the first endophytic, beta-carotene producing bacterial representatives from lichen thalli and the proposal of the new family *Lichenibacteriaceae* within the order *Rhizobiales* / Т. А. Pankratov [et al.] // *Anton Leeuw Int J G.* – 2020. – Vol. 113 (4). – P. 477–489.
10. *Lichenicoccus roseus* gen. nov., sp. nov., the first bacteriochlorophyll a-containing, psychrophilic and acidophilic *Acetobacteraceae* bacteriobiont of lichen *Cladonia* species / Т. А. Pankratov [et al.] // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 70. – Vol. 8. – P. 4591–4601.
11. Are lichens potential natural reservoirs for plant pathogens? / O. Vilhelmsson [et al.] // *Mol Plant Pathol.* – 2016. – Vol. 17, N 2. – P. 143–145.
12. Boustie, J. Lichens – a promising source of bioactive secondary metabolites / J. Boustie, M. Grube // *Plant Genetic Resources.* – 2005. – Vol. 3, N 2. – P. 273–287.
13. In situ analysis of the bacterial community associated with the reindeer lichen *Cladonia arbuscula* reveals predominance of *Alphaproteobacteria* / M. Cardinale [et al.] // *FEMS Microbiol. Ecol.* – 2008. – Vol. 66. – P. 63–72.
14. Hodkinson, B. P. A microbiotic survey of lichen-associated bacteria reveals a new lineage from the *Rhizobiales* / B. P. Hodkinson, F. Lutzoni // *Symbiosis.* – 2009. – Vol. 49. – P. 163–180.

15. Substrate-induced growth and isolation of *Acidobacteria* from acidic *Sphagnum* peat / T. A. Pankratov [et al.] // ISME Journal. – 2008. – Vol. 2, N 5. – P. 551–600.

16. *Edaphobacter modestus* gen. nov., sp. nov., and *Edaphobacter aggregans* sp. nov., acidobacteria isolated from alpine and forest soils / I. H. Koch [et al.] // Int. J. Syst. Bacteriol. – 2008. – Vol. 58, N 5. – P. 1114–1122.

17. Панкратов, Т. А. Ацидобактерии в микробных сообществах болотных и тундровых лишайников / Т. А. Панкратов // Микробиология. – 2012. – № 1. – С. 56–63.

18. A novel bacteriobiont of the Arctic lichen *Flavocetraria nivalis*, *Lichenifustis flavocetrariae* gen. nov, sp. nov. demonstrating hydrolytic properties and containing a full set of the Calvin-Benson cycle genes / T. A. Pankratov [et al.] // Archives of Microbiology. – 2023 [in press].

BACTERIAL DIVERSITY IN THE LICHEN MICROBIAL COMMUNITIES OF NORTHERN RUSSIA: GENUS *CLADONIA*

T. A. Pankratov¹, A. V. Melechin²

¹ *S. N. Winogradsky Institute of Microbiology, Federal Research Centre «Fundamental Bases of Biotechnology» RAS, Moscow*

² *Federal State Budgetary Scientific Institution, N. A. Aurorin Polarny-Alpine Botanical Garden-Institute, Kola Peninsula, Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity*

We present the results of a metagenomic study of six specimens of the lichen genus *Cladonia* collected in different regions of northern Russia. Representatives of the orders Rhodospirillales and Rhizobiales and the family Acidobacteriaceae dominate. The dominant groups of bacteria are shown to be uniform regardless of the geographical and ecological location of the lichens. It is suggested that bacteria of the order Rhodospirillales act as functional photobiont doublers in lichens of the genus *Cladonia*. It has been suggested that phytopathogenic bacterial genera are present in the microbiome of the lichen genus *Cladonia*.

Keywords: *Cladonia*, Lichen microbiome, Phytopathogen refuge

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ УРАЛА НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТАГЕНОМНЫХ ПОДХОДОВ

Е. Н. Патова¹, И. В. Новаковская¹, Е. С. Гусев², Д. М. Шадрин¹, М. Д. Сивков¹

¹ Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

² Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова
Российской академии наук, г. Москва
e-mail: patova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: цианобактерии, микроводоросли, разнообразие, биологические почвенные корки, горные тундры, Полярный, Приполярный и Северный Урал

В высокоширотных и горных регионах биологические почвенные корки (Biological soil crust – BSC), сформированные широким спектром прокариотных и эукариотных организмов на криогенных почвах, являются доминирующими первичными продуцентами [1, 2]. Микроводоросли и цианобактерии – важный функциональный компонент таких криптогамных сообществ [3]. Для идентификации видового состава цианобактерий и почвенных водорослей BSC чаще всего применяются традиционные методы, связанные с изучением морфологических характеристик, видов, слагающих почвенные корки, и выделение чистых штаммов методами культивирования на селективных питательных средах. Такие подходы позволяют выявить лишь незначительную долю от общего разнообразия водорослей и цианобактерий. Современный прогресс почвенной биологии связан с развитием метагеномических исследований на основе ДНК-метабаркодинга, что существенно изменило представление о таксономическом составе и экологии микроорганизмов, расширило представления о скрытом разнообразии [4, 5].

Цель исследования – обобщение сведений по таксономическому и структурному разнообразию сообществ цианобактерий и эукариотических водорослей биологических почвенных корок (BSC) с применением традиционных морфологических подходов и подходов ДНК-метабаркодинга.

Видовое разнообразие водорослей и цианобактерий выявляли методами прямой микроскопии свежесобранных образцов, культуральными методами и методами анализа тотальной ДНК с использованием ДНК-метабаркодинга. Впервые на основе морфологических и метагеномных подходов получены сведения о таксономическом разнообразии сообществ фототрофных микроорганизмов (эукариотных водорослей и цианобактерий) различных вариантов биологических почвенных корок горных на криогенных пятнах в разнообразных горно-тундровых сообществах северных районов Урала. На основе морфологических подходов в BSC, собранных в разных вариантах горно-тундровых сообществ на территории северных регионов Урала обнаружено 343 таксона (рангом ниже рода) почвенных водорослей и цианобактерий из шести отделов. На основе высокопроизводительного секвенирования ампликонов 16S рДНК прокариот, SSU эукариотных водорослей выполненного для 8 разных вариантов BSC, собранных на экологическом профиле в горных тундрах Урала, было идентифицировано 1704 нуклеотидных последовательностей (н.п.) различных эукариотических организмов. Для Cyanobacteria было выявлено 196 н.п., из которых идентифицировано 29 таксонов, остальные последовательности возможно представляют новые для науки виды, что требует тщательного дальнейшего анализа полученных данных К эукариотическим водорослям было отнесено 164 н.п., из них идентифицировано до рода или вида 86: Chlorophyta – 52 (из них новые для региона – 37 таксонов), Bacillariophyta – 10 (новые – 9), Ochrophyta (включая Chrysophyceae) – 18 (новые 16 таксонов), Dinophyta – 5 (новые 5), Charophyta – 1. В ходе анализа впервые для почв северных регионов Урала выявлены таксоны из классов Dinophyceae (пять таксонов) и Chrysophyceae (14 таксонов), которые трудно идентифицировать по морфологическим признакам. Во всех обследованных биологических корках на изученных площадках по числу таксономических единиц преобладали Cyanobacteria и Chlorophyta. Основу выявленного разнообразия формируют представители родов *Elliptochloris*, *Chlamydomonas*, *Chloroidium*, *Coccomyxa*, *Coelastrella*, *Myrmecia*, *Nostoc*, необходимо отметить, что в списке лидирующих таксонов в основном отмечены представители родов, формирующих доминантные комплексы BSC. Число таксономических единиц различалось для разных типов BSC и составляло от 15 до 52 на образец, из них эукариоты составляли от пяти до 30 и цианобактерии от девяти до 22.

Сочетание двух подходов классического, основанного на морфологических признаках, и ДНК-метабаркодирования с выделением тотальной ДНК из почвы с последующим ее анализом позволило расширить представления о разнообразии основных функциональных групп фотосинтезирующих организмов, формирующих основу сообществ пионерной растительности в горных тундрах. Всего в биологических почвенных корках из разных горных сообществ северных регионов Урала выявлено 439 таксонов водорослей: Cyanobacteria – 158, Euglenozoa – 1, Ochrophyta (включая Chrysophyceae) – 29, Dinophyceae/Dinophyta – 5, Bacillariophyta – 61, Chlorophyta – 171, Charophyta – 16. Выделены доминантные и индикаторные таксоны BSC среди фототрофных компонентов микробиоты BSC горных микробиомов.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФ № 22-24-00673 <https://rscf.ru/project/22-24-00673>.

ЛИТЕРАТУРА

1. Řeháková, K. Soil cyanobacterial and microalgal diversity in dry mountains of Ladakh, NW Himalaya, as related to site, altitude, and vegetation / K. Řeháková, Z. Chlumská, J. Doležal. – *Microb. Ecol.* – 2011. – N 62. – P. 337–346.
2. Richter, D. Relationship of cyanobacterial and algal assemblages with vegetation in the high Arctic tundra (West Spitsbergen, Svalbard Archipelago) / D. Richter, M. Pietryka, J. Matuła. – *Polish Polar Research.* – 2015. – Vol. 36. – P. 239–260.
3. Biological soil crusts from coastal dunes at the Baltic Sea: cyanobacterial and algal biodiversity and related soil properties / K. Schulz [et al.]. – *Microb. Ecol.* – 2016. – Vol. 71. – P. 178–193.
4. Biodiversity of biological soil crusts from the Polar Regions revealed by metabarcoding / M. Rippin [et al.]. – *FEMS Microbiology Ecology.* – 2018. – Vol. 94. – fiy036.
5. Altitudinal Zonation of Green Algae Biodiversity in the French Alps / A. Stewart [et al.]. – *Front. Plant Sci.* – 2021. – Vol. 12. – 679428.

**ASSESSMENT OF THE DIVERSITY OF
CYANOBACTERIA AND MICROALGAE IN THE
TUNDRA SOILS OF THE NORTHERN URAL
REGIONS ON THE BASIS OF MORPHOLOGICAL
AND METAGENOMIC APPROACHES**

**E. N. Patova¹, I. V. Novakovskaya¹, E. S. Gusev²,
D. M. Shadrin¹, M. D. Sivkov¹**

*¹Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

*²A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences, Moscow*

For the first time, based on morphological and metagenomic approaches, data were obtained on the taxonomic diversity of communities of phototrophic microorganisms (eukaryotic algae and cyanobacteria) of various variants of biological soil crusts of mountain on cryogenic spots in diverse mountain tundra communities of the Urals northern regions. The species diversity of algae and cyanobacteria was revealed using methods of direct microscopy of freshly collected samples, cultural methods and total DNA analysis using DNA metabarcoding. In total, 439 taxa of algae were identified in biological soil crusts from different mountain communities of the northern regions of the Urals: Cyanobacteria – 158, Euglenozoa – 1, Ochrophyta (including Chrysophyceae) – 29, Dinophyceae/Dinophyta – 5, Bacillariophyta - 61, Chlorophyta – 171, Charophyta – 16 Dominant and indicator taxa of biological soil crusts have been identified among the phototrophic components of the microbiota of mountain microbiomes.

Keywords: cyanobacteria, microalgae, diversity, biological soil crusts, mountain tundra, Polar, Subpolar and Northern Urals

ЛИХЕНОФЛОРЫ И ЛИХЕНОСИНУЗИИ ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

С. Н. Плюснин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сыктывкарский государственный университет
им. Питирима Сорокина»,

г. Сыктывкар

e-mail: sergius-plusnin@yandex.ru

Ключевые слова: лишайники, лихенофлора, лихеносинузии, Полярный Урал, южные тундры

Представленные в данной статье материалы собраны в ходе экспедиции в предгорья восточного макросклона Полярного Урала в июле 2018 года, в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Обследованы три участка: в бассейне р. Париквасьшор, на массиве Сэмкев, и в бассейне р. Байдарата. Лишайники учитывались при проведении геоботанических описаний. Отмечались проективное покрытие, встречаемость вида, высота талломов лишайников. Ключевыми факторами, определяющими структуру лихенофлоры и разнообразие лихеносинузий, являются рельеф ландшафтов, растительность и антропогенные нарушения.

Рельеф обследованной территории холмистый. Термокарстовые процессы оказали существенное влияние на рельеф территории, сформировав термокарстовые котловины, занятые многочисленными озерами и болотами, дающими начало неглубоким водотокам. Также на отдельных фациях выражены результаты воздействия эоловых процессов, сформировавших локальные каменисто-песчаные обнажения. Инициальную роль в их образовании, по-видимому, мог сыграть и перевыпас северного оленя. На возвышенных участках, поверженных сильному воздействию ветров, имеются места с выбитым почвенно-растительным покровом, восстановление растительности затруднено, и песчаные обнажения зарастают медленно. Тем не менее, участки обнаженного грунта служат регенерационными нишами для многих видов лишайников, позволяя им конкурировать с мохообразными.

Растительность обследованных участков типична для подзоны южных тундр. Основными сообществами выступают кустарниковые (преимущественно ерниковые и ивовые) тундры. Также часто встречаются кустарничковые (дриадовые, толокнянковые и шикшевые) тундры, а увлажненных местах – осоковые и пушицевые (в т.ч. кочкарно-пушицевые) тундры и болота. Вдоль водотоков формируются ивняковые сообщества. На склонах южной экспозиции – заросли ерника и ивняка. Участие кустарников и кустарничков в формировании фитоценозов создает возможность включаться в состав лишеносинзуи лишайникам, относящимся к эпифитной и эпиксильной субстратным группам.

Большинство описанных в ходе экспедиции растительных сообществ подверглись антропогенному нарушению различной степени интенсивности. Наиболее существенный эффект на растительность территории оказал перевыпас оленей. Следы выпаса отмеченные на склонах и междуречьях практически повсеместно, встречаются и в сырых, заболоченных участках. Наиболее существенно пострадали возвышенные, продуваемые ветрами присклоновые участки плакоров – здесь зачастую наблюдается полное уничтожение кормовых лишайников, значительное сокращение проективного покрытия кустарничков и злаков (до 45%). В тоже время, участков с почти полностью уничтоженной растительностью в пределах исследованной территории обнаружено не было.

Далее приводится характеристика особенностей лишенофлор и лишеносинузид трех обследованных районов по мере их расположения с юга на север.

Особенности лишенофлоры и лишеносинузид в районе р. Париквасьшор:

В ходе проведения геоботанических описаний в районе р. Париквасьшор отмечено 82 вида лишайников. Из обследованных 137 пробных площадок, 96 имели в своем составе лишайники, что составляет 70% от общего числа описаний. Число видов на площадку достигало максимум 23, в среднем составляя 6. Проективное покрытие лишайников не превышало 74%, в среднем составляя 13%.

Наибольшее участие в сложение напочвенного лишайникового покрова принимали *Cladonia arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Cl. amaro-raea*, *Cl. uncialis*, *Flavocetraria cucullata*, *Fl. nivalis*, *Cetraria islandica*, *Cladonia mitis*, *Cladonia stygia*, *Stereocaulon paschale*. По показателю встречаемости вида в описаниях первую десятку

составили: *Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia amaurocraea*, *Cladonia uncialis*, *Flavocetraria cucullata*, *Flavocetraria nivalis*, *Cetraria islandica*, *Cladonia mitis*, *Cladonia stygia*, *Ochrolechia frigida*. Перечисленные виды обладают наиболее широкой экологической амплитудой в условиях обследованного ландшафта, и они присутствуют на более чем 20% обследованных пробных площадках.

По среднему проективному покрытию в сообществах, где лишайники были отмечены, виды распределились следующим образом: *Cetraria aculeata*, *Cladonia stygia*, *Cladonia rangiferina*, *Stereocaulon paschale*, *Arctocetraria andrejevii*, *Cetrariella delisei*, *Cladonia arbuscula*, *Pertusaria geminipara*, *Stereocaulon alpinum*, *Cladonia uncialis*. Специфичные лишайниковые сообщества образуют *Cetraria aculeata*, которая совместно с *Cetraria nigricans*, заселяет каменисто-песчаные обнажения, и выходит в них на субдоминантные позиции. Кустистые кладонии – *Cladonia stygia* и *Cladonia mitis* бывают весьма обильны на буграх плоскобугристых комплексов и осоково-моховых тундрах. Лихеносинузии с доминированием *Arctocetraria andrejevii* и *Cetrariella delisei* встречаются в нивальных местообитаниях. Стереокаулоны достигают высокого обилия в ерниках лишайниковых на хорошо прогреваемых склонах южной экспозиции, но также обладают высоким проективным покрытием в лиственничниках кустарничковых (*St. paschale*), или в пятнистых кустарничковых тундрах (*St. alpinum*). Накипные лишайники, такие как *Pertusaria geminipara* и *Ochrolechia frigida* обильны в пятнистых кустарничковых тундрах. Из всего списка, 15 видов могли выступать в роли субдоминантов, имея проективное покрытие 10% и более. При этом, 22 вида имели обилие более 5% хотя бы в одном из описаний. Список лишайников, имеющих проективное покрытие 1% и более, насчитывает 47 видов.

Кормовое значение для северного оленя имеют местообитания, где значимым проективным покрытием обладают кустистые кладонии. Доля описаний, где кустистые кладонии присутствовали, составила 60.5%. На 47% описаний проективное покрытие кустистых кладоний было более 1%, на 34% – более 5%, и на 24% – более 10%. На малонарушенных участках тундр высота лишайникового покрова достигала семи сантиметров. Однако, большая часть описаний характеризовалась умеренными нарушениями лишайникового покрова. В таких местах высота лишайниковых талломов не превышала 2–3 см, были видны признаки скусывания и механического разрушения слоевищ лишайников.

Особенности лихенофлоры и лихеносинузий массива Сэмкев:

В ходе проведения геоботанических описаний горных тундр массива Сэмкев, расположенного у истоков р. Малыко, отмечено 59 вида лишайников. Из обследованных 100 пробных площадок, на 74-х имелись лишайники. Число видов на площадку варьировало от одного до 20, в среднем составляя 6. Проективное покрытие лишайников не превышало 63%, в среднем составляя 12%.

Наибольшее участие в сложение напочвенного лишайникового покрова принимали *Cladonia arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*, *Cl. amaurocraea*, *Cl. uncialis*, *Fl. nivalis*, *Cetraria islandica*, *Cetrariella delisei*, *Ochrolechia frigida*, *Cl. macrophyllodes*. По показателю встречаемости вида в описаниях первую десятку составили: *Cladonia arbuscula*, *Flavocetraria cucullata*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia amaurocraea*, *Flavocetraria nivalis*, *Cetraria islandica*, *Ochrolechia frigida*, *Thamnotia vermicularis*, *Cladonia uncialis*, *Asachinea chrysantha*.

По среднему проективному покрытию виды распределились следующим образом: *Cetrariella delisei*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia macrophyllodes*, *Ochrolechia frigida*, *Cladonia stygia*, *Cladonia uncialis*, *Cladonia mitis*, *Cladonia macrophylla*, *Sphaerophorus globosus*, *Flavocetraria cucullata*. При этом, *Cetrariella delisei* встречается в нивальных местообитаниях, и, как правило, имеет в них высокое обилие. *Cladonia macrophyllodes* характерна для солифлюкционных склонов, а *Ochrolechia frigida* обильна в пятнистых кустарничковых тундрах.

Из всего списка видов лишайников данного участка, семь видов могли выступать в роли субдоминантов, имея проективное покрытие 10% и более: *Cladonia arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Cetrariella delisei*, *Cladonia macrophyllodes*, *Ochrolechia frigida*, *Cladonia stygia*, *Cladonia uncialis*. При этом, 16 видов имели обилие более 5% хотя бы в одном из описаний: *Cladonia arbuscula* – в 26 описаниях обладала фитоценоотически значимым обилием, *Cladonia rangiferina* – в 16-ти, *Ochrolechia frigida* – в 9-ти. Список видов, имевших проективное покрытие 1% и более, хотя бы в одном из описаний, насчитывает 32 вида.

Число описаний, где присутствовали кустистые кладонии, составило 58. На 42 описаниях проективное покрытие кустистых кладоний было более 1%, на 32-х – более 5%, и на 25-ти – более 10%. На малонарушенных участках тундр высота лишайникового покрова достигала пяти сантиметров.

Особенности лихенофлоры и лихеносинузий бассейна р. Байдарата:

В ходе проведения геоботанических описаний в бассейне р. Байдарата отмечено 43 вида лишайников. Из обследованных 86 пробных площадок, 68 имели в своем составе лишайники, что составляет 80% от общего числа описаний. Число видов на площадку достигало максимум 17, в среднем составляя пять. Проективное покрытие лишайников не превышало 41%, в среднем составляя 3.5%.

Наибольшее участие в сложение напочвенного лишайникового покрова принимали *Cladonia arbuscula*, *Flavocetraria cucullata*, *Cl. uncialis*, *Cl. rangiferina*, *Sphaerophorus globosus*, *Thamnolia vermicularis*, *Baeomyces placophyllus*, *Cl. amaurocraea*, *Cladonia mitis*, *Nephroma arcticum*, *Cladonia sulphurina*. По показателю встречаемости вида в описаниях первую десятку составили: *Cladonia arbuscula*, *Flavocetraria cucullata*, *Cladonia uncialis*, *Ochrolechia frigida*, *Cladonia rangiferina*, *Thamnolia vermicularis*, *Sphaerophorus globosus*, *Cladonia amaurocraea*, *Baeomyces placophyllus*, *Ochrolechia androgyna*.

По среднему проективному покрытию в сообществах, где лишайники были отмечены, виды распределились следующим образом: *Cladonia sulphurina*, *Cladonia arbuscula*, *Nephroma arcticum*, *Ochrolechia frigida*, *Cladonia mitis*, *Cladonia rangiferina*, *Baeomyces placophyllus*, *Cladonia uncialis*, *Ochrolechia androgyna*, *Sphaerophorus globosus*. Специфичные лишайниковые сообщества образуют *Cladonia sulphurina*, формирующая фитоценологически значимые лихеносинузии на оторфованных грунтах в условиях осоково-моховых тундр и плоскобугристых болот. Кустистые кладонии – *Cladonia mitis* и *Cladonia stygia* также обильны на плоскобугристых комплексах и в осоково-моховых тундрах, однако предпочитают селиться у основания бугорков, между зеленым мхов. Накипные лишайники, такие как *Baeomyces placophyllus*, *Ochrolechia frigida*, *Och. androgyna*, а также кустистый лишайник *Sphaerophorus globosus* обильны в пятнистых кустарничковых тундрах.

Из всего списка видов, только *Cladonia arbuscula* на трех описаниях выступала в роли субдоминанта и имела проективное покрытие более 10%. Еще два вида – *Cladonia rangiferina* и *Ochrolechia frigida* – имели обилие более 5% хотя бы в одном из описаний. Список лишайников, имеющих проективное покрытие

1% и более, для обследованного района насчитывает 14 видов.

Доля описаний, где кустистые кладонии присутствовали, составила 74%. На 29% описаний проективное покрытие кустистых кладоний было более 1%, на 17% – более 5%, и на 6% – более 10%. В обследованном районе воздействие выпаса оленей было хорошо выражено. Средняя высота слоевищ кустистых кладоний составляла 1.8 см. На относительно малонарушенных участках тундр высота лишайникового покрова достигала 3.5–4 см. Однако, большая часть описаний характеризовалась умеренными нарушениями лишайникового покрова, обусловленными выпасом оленей. В таких местах высота лишайниковых талломов не превышала 1.5 см, были видны признаки скусывания и механического разрушения слоевищ лишайников.

Выводы: Сравнение трех изученных лишенофлор показывает, что в предгорных тундрах восточного макросклона Полярного Урала отмечается уменьшение видового разнообразия лишайников и их участия в формировании напочвенного покрова. Также снижается участие эпифитных лишайников, а присутствие эпилитных видов, напротив, возрастает. Среди фитоценозов, где лишайники участвуют в составе напочвенного покрова, их проективное покрытие обычно лежит в пределах 1–10%. Участки лишайниковых тундр составляют менее 20% от общего числа описаний. Ведущие позиции в распределении видов по встречаемости и среднему проективному покрытию, как правило, занимают кустистые кладонии и флавоцетарии. В то же время, наборы субдоминантных видов специфичны для каждого из районов. Такие виды являются индикаторами особенностей ландшафтных условий и соответствующих экотопов: нивальных и солюфлюкционных склонов, лиственничных редколесий, ольховников и ивняков, торфяников и заболоченных участков, оленьих пастбищ.

LICHENS FLORA AND LICHENS COMMUNITIES OF THE SUBMOUNTAIN LANDSCAPES IN THE POLAR URALS

S. N. Plyusnin

Ptitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar

The materials presented in this article were collected during an expedition to the foothills of the eastern

macroslope of the Polar Urals in July 2018, in the Ural region of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Three sites were surveyed: in the basin of the river Parikvasshor, on the Samkev massif, and in the basin of the river Baidarata. Comparison of the three studied lichen floras shows there is a decrease in the species diversity of lichens and their participation in the formation of the ground cover from the south to the north. Among plant communities, where lichens are part of the ground cover, their projective cover usually lies in the range of 1–10%. Lichen tundra sites account for less than 20% of the total number of descriptions. The leading positions in the distribution of species by occurrence and average projective cover, as a rule, are occupied by fruticose *Cladonia* and *Flavocetraria*. At the same time, sets of subdominant species are specific to each of the regions. Such species are indicators of landscape conditions and corresponding ecotopes.

Keywords: lichens, lichen flora, lichens communities, Polar Urals, subarctic tundras

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

А. Н. Полежаев

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт биологических проблем Севера
Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан
e-mail: anpolezhaev@inbox.ru

Ключевые слова: флора, сосудистые растения, фитохоры

Выявление особенностей пространственного распределения видов сосудистых растений актуально в связи с инициализацией разработки проекта сетчатого картирования флоры и растительности севера Дальнего Востока России (СДВ). Для реализации проекта принят хронологический подход. Территория СДВ рассматривается как региональная фитохора. Она разделена на кластеры, соответствующие листам топографических карт М. 1:200000. Кластеры содержат информацию о составе фито и микобионтов, типам их сообществ. Один из характеризующих региональную фитохору параметров – список флоры сосудистых растений, который включает 2090 видов [1]. Для установления особенностей пространственной дифференциации видов в региональной фитохоре из этого списка были исключены виды без точного указания места нахождения и отмеченные только на антропогенно-измененных местообитаниях. В анализируемый список флоры сосудистых растений региональной фитохоры включены 1765 видов. Алгоритм анализа внутрирегионального распределения предусматривает формирование выборок видов по мегафитохорам, подзональным и зональным фитохорам в соответствии со схемой фитохронологического деления СДВ (см. рисунок). На схеме отображены 26 мегафитохор, сгруппированных в пять подзональных и две зональные фитохоры. Схема разработана на основе карты растительности М. 1 : 200 000 [2]. Карта характеризует региональную фитохору с позиций разнообразия, распространенных в ней мезофитохор. Цифровое покрытие карты содержит 48.1 тыс. полигонов. Границы полигонов оконтуривают мезофитохоры – территориальные неоднородности растительности надфитоценотического уровня, обусловленные внутри-

ландшафтными связями. Мезофитохоры различаются составом и соотношением включенных типов фитохор. Фитохоры представляют собой эколого-топологические общности фито и микобионтов.

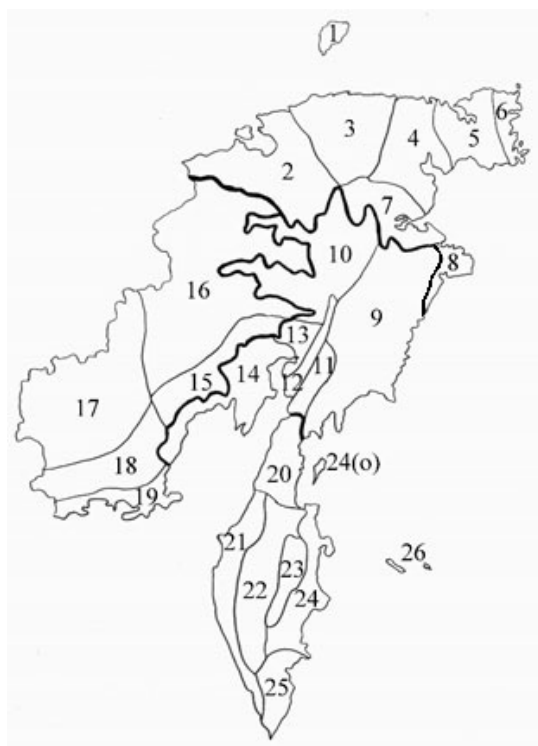


Схема фитохорологического деления СДВ. Подзональная фитохора арктических тундр (АТ) – мегафитохора 1 – о-ва Врангеля; подзональная фитохора субарктических тундр (СТ) – мегафитохоры: 2 – Западночукотская, 3 – Центральночукотская, 4 – Амгуэмская, 5 – Колючинская, 6 – Крайневосточная, 7 – Нижнеанадырская, 8 – Северовосточно-Корякская; подзональная фитохора сосновых (*Pinus pumila*) стлаников (СЛ) – мегафитохоры: 9 – Корякская, 10 – Анадырская, 11 – Парапольская, 12 – Горная Пенжинская, 13 – Пенжинская, 14 – Гижигинско – Окланская; подзональная фитохора лиственничных (*Larix cajanderi*) редколесий и лесов (ЛЛ) – мегафитохоры: 15 – Гижигинско – Омолонская, 16 – Омолонско-Ануйская, 17 – Колымская, 18 – Охотско - Колымская, 19 – Охотская; подзональная фитохора берёзовых (*Betula ertmanii*) редколесий и лесов (БЛ) – мегафитохоры: 20 – Перешеечная, 21 – Западная, 22 – Срединная, 23 – Центральная, 24 – Восточная, 24(о) – Карагинская, 25 – Южная, 26 – Командорских о-вов.

Они характеризуются составом, распределением видов и другими показателями. С учетом пространственного размещения мезофитохор на карте выделены мегафитохоры, Мегафитохоры соответствуют рангу геоботанического района. Они объединены в подзональные фитохоры: арктических тундр – 1, субарктических тундр – 7, сосновых стлаников – 6, лиственничных редколесий и лесов – 5, березовых редколесий и лесов – 8 мегафитохор. Зональная фитохора тундр включает подзональные фитохоры арктических и субарктических тундр, а зональная фитохора лесов – подзональные фитохоры сосновых (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) стлаников, лиственничных (*Larix cajanderi* Mayr) редколесий и лесов, берёзовых (*Betula ermanii* Cham.) редколесий и лесов. Фитохоры высших рангов характеризованы составом и соотношением типов мезофитохор и типов фитохор. Границы зональных и подзональных фитохор проведены с учетом пределов распространения в регионе мезофитохор в составе которых преобладают фитохоры с ценозоформирующими видами древесных растений. Для зональной фитохоры лесов – *Larix cajanderi*, *Pinus pumila* *Betula ermanii*. При разделении зональной фитохоры тундр на подзональные фитохоры арктических и субарктических тундр учитывали доминирование в их структуре мезофитохор, в составе которых преобладают фитохоры с характерными синузиями: в первом случае синузии арктоальпийских и арктических кустарничков, во втором – синузии гемипростратных гипоарктических кустарничков.

Для выявления особенностей пространственной дифференциации видов сосудистых растений региональной флоры использован методический прием формирования их выборки по признаку присутствия в мегафитохорах. По критерию распространения в подзональных фитохорах выделены категории видов – узко и широко распространенных. Первая важна для целей флористического районирования и природоохранного мониторинга, вторая – для геоботанического районирования и картографирования. К распространенным узко, отнесены виды, присутствующие менее чем в половине мегафитохор какой-либо подзональной фитохоры. Если вид присутствует в подзональных фитохорах только в одной мегафитохоре, он рассматривается как узко распространенный редкий. По показателю присутствия в половине и более мегафитохор подзональной фитохоры виды отнесены к распространенным широко. Совокупность видов этой категории рассматривается как основа (ядро) флоры

хорологического подразделения. Виды, присутствующие в списках флор нескольких подзональных фитоценозов, отнесены к категории общих для них. В списки ядер флор зональных фитоценозов, наряду с видами представленными в подзональных фитоценозах широко, также внесены виды общие, распространенные в них узко. Список ядра флоры региональной фитоценозы СДВ, включающий виды широко представленные во всех подзональных фитоценозах, дополнен видами общими для всех подзональных фитоценозов, но представленными в них неравномерно: широко, узко (в т.ч. редко). Распространение видов флоры региональной фитоценозы вне СДВ определено посредством географического (ареалогического) анализа [3]. Виды, ареал которых не выходит за пределы региона, отнесены к категории эндемиков. Распределение видов флоры сосудистых растений по таксономическим категориям в фитоценологических подразделениях СДВ приведено в таблице 1. Виды, включенные в анализируемый список флоры сосудистых растений региональной фитоценозы СДВ (1765), отнесены к 100 семействам и 413 родам. В региональной, зональных и подзональных фитоценозах наибольшее количество видов в семействах: Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae; родах: *Carex*, *Salix*, *Saxifraga*, *Taraxacum*, *Potentilla*, что характерно для голарктических флор. Число видов, включенных в состав ядер фитоценологических подразделений, составляет 31–72% от количества видов в списках их флор.

Таблица 1
Распределение видов сосудистых растений по таксономическим категориям

Таксон	Фитоценологическое подразделение							
	СДВ	Т	АТ	СТ	Л	СЛ	ЛЛ	БЛ
Семейство	100	74	36	74	98	77	87	97
Род	413	260	117	258	403	275	338	302
Вид (в.т.ч. ядро)	1765 (550)	1016 (664)	372 (205)	988 (625)	1613 (692)	1033 (544)	1239 (701)	1070 (751)

Примечание. Региональная фитоценоза – СДВ; зональные фитоценозы: Т – тундровая, Л – лесная; подзональные фитоценозы: АТ – арктических тундр, СТ – субарктических тундр, СЛ – основных стлаников, ЛЛ – лиственных редколесий и лесов, БЛ – березовых редколесий и лесов.

Распределение видов по широтно-высотным и долготным группам типов ареалов в фитохорологических подразделениях региональной фитохоры СДВ приведено в табл. 2.

Таблица 2

Широтно-высотные и долготные группы типов ареалов видов (%)

Группа типов ареалов	Фитохорологическое подразделение							
	СДВ	Т	АТ	СТ	Л	СЛ	ЛЛ	БЛ
Широтно-высотные группы								
Арктическая	30	46	73	44	26	34	27	23
Гипоарктическая	23	25	15	26	24	27	27	17
Бореальная	47	29	12	30	50	39	46	60
Долготные группы								
Циркумареальная	20	25	34	26	21	26	23	26
Амфиокеаническая	17	19	18	19	16	17	13	19
Азиатско-американская	3	6	8	6	4	5	4	4
Преимущественно американская	2	4	4	4	1	2	1	1
Евразийская и преимущественно евразийская	11	9	7	9	12	11	14	12
Азиатская и преимущественно азиатская	46	36	28	35	45	38	44	37
Преимущественно европейская	1	1	1	1	1	1	1	1

По соотношению широтно-высотных групп типов ареалов видов флора региональной фитохоры СДВ характеризуется как аркто-бореальная. Флоры зональной фитохоры тундр, подзональных фитохор арктических и субарктических тундр отличаются большей «арктичностью», а флоры зональной фитохоры лесов, подзональных фитохор сосновых стлаников, лиственничных редколесий и лесов, березовых редколесий и лесов – большей «бореальностью». Приуроченность 29% видов из списка флоры региональной фитохоры к горным формам рельефа свидетельствует о существенной роли монтанного элемента в её составе. По долготному распределению видов флоры региональной фитохоры выделено семь групп типов их ареалов: азиатская и преимущественно азиатская (46%),

циркумареальная (20%), амфиокеаническая (17%), евразийская и преимущественно евразийская (11%), азиатско-американская (3%), преимущественно американская (2%), преимущественно европейская (1%). Виды (267), ареалы которых охватывают восток Евразии и запад Северной Америки, характеризуют берингийские связи региональной флоры.

Применение метода сетчатого картирования на основе технологии ГИС совершенствует систему регионального мониторинга биоразнообразия по международным стандартам. Проект сопровождается созданием баз данных, в которые интегрируются ботанические сведения из разных источников. В качестве основных атрибутов, характеризующих кластеры сетчатого покрытия, приняты: списки видов растений и лишайников с указанием их систематического положения, морфологии, экологических предпочтений, ареалов, а также с выделением видов широко и узко (в т.ч. редко) распространенных, включенных в ядра флор хорологических подразделений; состав и структура мезофитохор, их пространственное распределение, перечень типов фитохор с указанием доминантов. Карта растительности СДВ М. 1 : 200000, схема фитохорологического деления, кластеры сетчатого покрытия рассматриваются как инструменты мониторинга биоразнообразия региона. Основа реализации регионального проекта сетчатого картирования подготовлена: для кластеров созданы карты растительности, для мегафитохор, подзональных и зональных фитохор составлены списки флор сосудистых растений. Районы, по которым данных о фитобите, микробите и растительности недостаточно, при периодическом обследовании методом сетчатого картирования, со временем будут выравниваться по степени ботанической изученности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полежаев А. Н. Конспект флоры севера Дальнего Востока России (сосудистые растения) / А. Н. Полежаев, А. Н. Беркутенко. – Санкт-Петербург : СИНЭЛ, 2015. – 263 с.
2. Полежаев, А. Н. Растительность севера Дальнего Востока в картографических моделях / А. Н. Полежаев // Геоботаническое картографирование. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 48–67.
3. Толмачев, А. И. Введение в географию растений / А. И. Толмачев. – Ленинград : ЛГУ, 1974. – 244 с.

SPATIAL DISTRIBUTION OF VASCULAR PLANT SPECIES IN THE NORTH OF FAR EAST RUSSIA

A. N. Polezhaev

*Institute of Biological Problems of the North, Far
Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Magadan*

The results of the analysis of the spatial distribution of vascular plant species in the region of the North of the Russian Far East are presented.

Keywords: vascular plants; flora; phytochores; North of Far East

СЕМЕЙСТВО FABACEAE LINDL. (БОБОВЫЕ) ВО ФЛОРЕ СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

И. Н. Поспелов¹, Е. Б. Поспелова²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова
Российской академии наук, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Объединенная дирекция заповедников Таймыра», г. Норильск
e-mail: pleuropogon@gmail.com

Ключевые слова: Таймыр, видовое разнообразие, плато Путорана, Анабарско-Котуйское плато

Семейство бобовых (Fabaceae Lindl.) – одно из ведущих дифференциальных семейств в региональных флорах Арктики и Субарктики. Таймырский регион является ключевым в распространении видов этого семейства в Российском секторе арктической зоны, поскольку именно здесь его видовое богатство в направлении с запада на восток резко возрастает (см. таблицу). Ос-

новые роды семейства в Арктике – *Astragalus* L. и *Oxytropis* DC., составляющие более половины видового разнообразия бобовых, большинство остальных родов либо маловидовые (*Hedysarum* L., *Vicia* L.) и соответственно, не могут быть дифференциальными видами, либо их местонахождения в Арктике и Субарктике являются результатом естественного или антропогенного заноса (*Lathyrus* L., *Trifolium* L. s.l. и др.).

Таблица
Количество видов и подвидов бобовых, а также видов родов *Astragalus* и *Oxytropis* в секторах Российской Арктики, согласно The Pan Arctic Flora [1, 2]

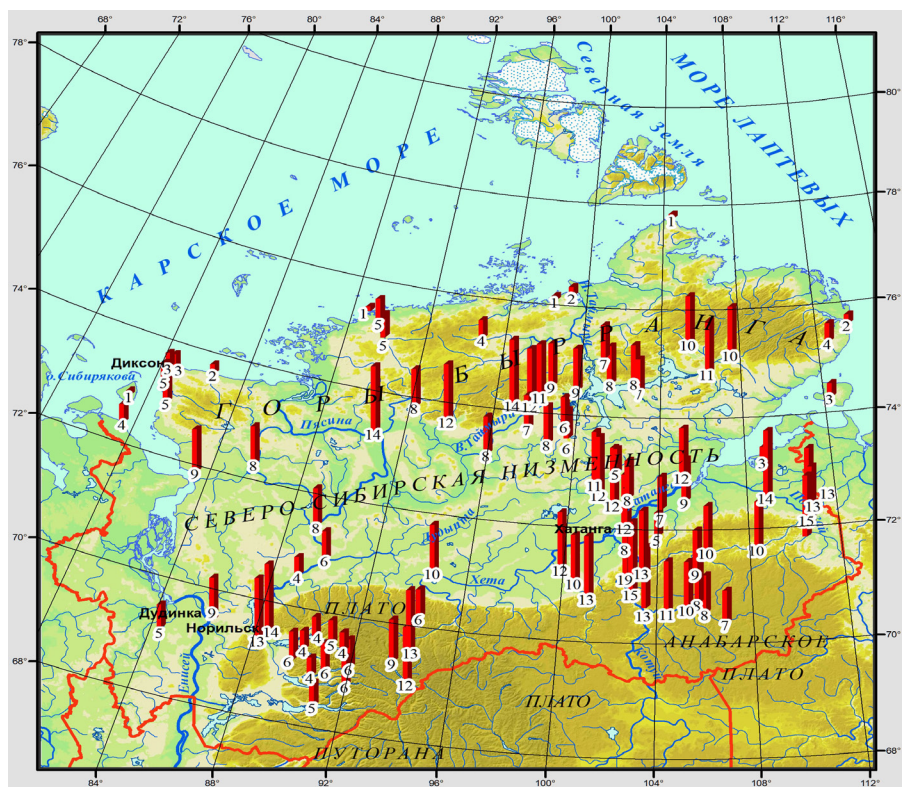
Сектор Арктики	Количество видов и подвидов		
	Всего <i>Fabaceae</i>	<i>Oxytropis</i>	<i>Astragalus</i>
Фенноскандия (Кольский п-ов)	12	1	2
Канинско-Печорский	11	1	2
Полярноуральско-Новоземельский	14	3	4
Ямало-Гыданский	11	2	4
Таймыро-Североземельский	25	10	8
Анабаро-Оленекский	13	7	5
Хараулахский	26	10	9
Яно-Колымский	15	7	4
Западно-Чукотский	29	15	9
Остров Врангеля	15	9	5
Южно-Чукотский	25	12	9
Восточно-Чукотский	29	16	9

Хотя данные в приведенной таблице и отличаются от других источников, как в силу таксономических различий в трактовке видов, так и в силу разной изученности флоры регионов, общий тренд пространственного распределения бобовых в разных секторах Арктики они отражают. Из таблицы также хорошо видно снижение разнообразия семейства в чисто равнинных секторах (Ямало-Гыданский, Анабаро-Оленекский, Яно-Колымский), что свидетельствует о преимущественно горной приуроченности бобовых в Арктике. В этом отношении Таймыр также особо показателен, так как здесь присутствуют в равной степени как равнинные (Северо-

Сибирская низменность), так и горные районы – горы Бырранга и северная часть Среднесибирского плоскогорья – плато Путорана, Котуйское и Анабарское.

Согласно нашим данным, в Таймырском районе отмечено 35 видов семейства, из них в естественных местообитаниях встречаются 26, а девять видов (роды *Medicago*, *Trifolium* s.l, *Lathyrus* и *Vicia sepium* L.) – адвентивные, причем только один из них, вероятно, проник естественным путем по р. Енисей (*Lathyrus pilosus* Cham.), заносы остальных связаны с деятельностью человека. В дальнейшем анализе рассматриваются только индигенные виды. Из 26 видов, представленных в регионе, только девять (циркумпольярные и евразийские) встречаются западнее долины Енисея. Шесть видов можно рассматривать как субэндемики средней Сибири (распространены до низовий р. Лены), два вида – *Oxytropis putoranica* M. Ivanova и недавно описанный [3] *Astragalus gulemientis* Sytin et Pospelov – таймыро-путоранские эндемики, остальные представляют восточноазиатскую группу. В большинстве относительно полно собранных локальных флор доля бобовых по отношению к общему флористическому богатству составляет 2.5–5% (в среднем для Таймыра – 3.57%), в ряду ведущих семейств бобовые располагаются на 7–12 местах. Богатство семейства в пределах Таймыра представлено на рисунке.

В зональном отношении бобовые распространены от северной тайги до типичных тундр, до гор Бырранга включительно. Лишь один вид единично отмечается в полярных пустынях (*Oxytropis nigrescens* (Pall.) Fisch.), на арктических островах бобовые отсутствуют. Так как на Таймыре зональность неразрывно связана с широтой простирающимися горными системами, то оценивать зональное распределение можно только в связи с рельефом. В горных типичных тундрах (передовая гряда Бырранга) разнообразие бобовых заметно возрастает по сравнению с прилегающими равнинными тундрами – с 6–8 видов до 12–14. На северном макросклоне Бырранга разнообразие резко снижается до 3–5 видов и к равнинным приморским арктическим тундрам практически сходит на нет. В пределах Северо-Сибирской низменности их разнообразие незначительно падает по широтному градиенту от лесотундры к типичным тундрам, причем ряд видов, встречающихся в лесотундре и южных тундрах, отсутствует в типичных тундрах равнин и вновь появляются в горах и предгорьях Бырранга. При этом между западной и восточной частью тундровой зоны различия видового состава довольно незначительны.



Количество видов бобовых в наиболее обследованных флорах Таймырского района.

Наиболее интересно распространение бобовых по долготному градиенту на севере Среднесибирского плоскогорья. В целом здесь заметен резкий рост разнообразия семейства (в основном за счет рода *Oxytropis*) от плато Путорана к расположенному восточнее Анабарско-Котуйскому массиву. На большей части запада Путорана разнообразие бобовых низкое, и они не играют существенной роли в сложении растительных сообществ, пожалуй, за исключением *Hedysarum arcticum* В. Fedtsch., обильного на мезофильных лугах и в некоторых типах лесов. Существенный рост разнообразия начинается уже в центральной части плато, на генеральном водо-

разделе между рр. Пясины и Енисей и бассейном р. Хатанги. Здесь проходит основная западная граница распространения ряда восточноазиатских видов – *Oxytropis czekanowskii* Jurtz., *Astragalus schelichowii* Turcz. и ряда других, что может быть связано с более ранним исчезновением покровного оледенения в позднем плейстоцене или вообще его отсутствием начиная с центра Путорана [4].

Однако существенный диссонанс в эту стройную картину вносят флоры окрестностей гг. Норильск и Талнах, где присутствуют некоторые восточноазиатские виды, причем иногда в значительном обилии. Мало того, что здесь отмечены почти все (!) виды, имеющие западную генеральную границу ареала в центре плато Путорана и восточнее, здесь имеются изолированные популяции некоторых видов, значительно оторванные от основного района распространения – *Oxytropis middendorffii* Trautv. (из Норильска описан как *O. schmidtii* Meinsh., ныне считающийся подвидом), *O. katangensis* Basil., *Hedysarum dasycarpum* Turcz. Также отмечена изолированная популяция *Astragalus schelichowii* Turcz. в Норильске, причем вполне процветающая, и возникшая явно недавно (она находится на отсыпке автостоянки). Объяснений данному флористическому артефакту может быть несколько. Во-первых, все эти виды в определенной мере кальцефильны, и можно предположить, что формирование их популяций здесь связано именно с этим фактором, тем более что на изолированном близко расположенном массиве плато Путорана (Лонгдокойский камень) имеются обширные выходы известняков, до сих пор не посещавшиеся ботаниками. Лишь один такой участок на р. Лонтоко обследован М. Ю. Телятниковым [5], где ряд кальцефильных видов отмечен. Во-вторых, специфические микроклиматические и эдафические условия этого района могут быть настолько благоприятны, что расселение этих видов с востока произошло, минуя основную часть плато Путорана, и сейчас он является уже вторичным ядром расселения этих видов. В качестве подтверждения такой версии может служить изолированная находка *Astragalus tugarinovii* Basil. в районе оз. Собачье на западе Путорана, там встречена небольшая по площади, но вполне процветающая популяция, при том, что западнее этот вид практически отсутствует, а восточнее появляется только в 100–150 км на оз. Негу-Икэн. Можно также предположить наличие в этом районе некоего рефугиума, существовавшего в период по крайней мере последнего оледенения,

но это предположение не выдерживает критики с точки зрения закономерностей переноса воздушных масс – большая часть осадков, в том числе твердых, выпадает именно в этом секторе плато.

Возвращаясь к пространственному распределению бобовых к востоку от плато Путорана, отмечается заметное повышение их разнообразия на Котуйском плато и восточнее, за счет сплошного распространения известняков и сложностью ландшафтной структуры. В локальных флорах здесь отмечается в среднем 10–14 видов бобовых, с пиком в долине р. Котуй (только здесь встречен *Oxytropis leucantha* (Pall.) Bunge). Заметное падение разнообразия наблюдается в центре Анабарского плато в пределах одноименного кристаллического щита, характеризующегося общим обеднением флоры в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arctic Biodiversity Assessment. Status and trends in Arctic biodiversity. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri. [Электронный ресурс] / ed. H. Meltotte. – 2013. – Режим доступа: <https://abds.is/index.php/publications/species/flora/aba-2013-appendix-9-1> (дата обращения 01.03.2023).
2. Arctic Biodiversity Assessment 2013: Chapter 9, Plants [Электронный ресурс] / Fred J. A. Daniëls, Lynn J. Gillespie and Michel Poulin. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri 2013 – Режим доступа: <https://www.caff.is/assessment-series/214-arctic-biodiversity-assessment-2013-chapter-9-plants> (дата обращения 01.03.2023).
3. Сытин, А. К. *Astragalus gulemiensis* (sect. Komaroviella, Fabaceae) – новый вид с плато Путорана / А. К. Сытин, И. Н. Поспелов, Е. В. Поспелова // Ботанический журнал. – Т. 105, № 10. – 2020. – С. 994–999.
4. Pospelov, I. N. Some repeated inventory results of the Putorana plateau vascular flora / I. N. Pospelov, E. V. Pospelova // BIO Web of Conferences. – 2021. – Vol. 38. – DOI: 10.1051/bioconf/20213800103
5. Телятников, М. Ю. Сравнительный анализ локальных флор северо-западной части плато Путорана / М. Ю. Телятников // Сибирский экологический журнал. – 2010. – № 6. – с. 919–928.

FABACEAE LINDL FAMILY IN THE FLORA OF THE CENTRAL SIBERIA NORTH

I. N. Pospelov¹, E. B. Pospelova²

*¹Federal State Budgetary Institution of Science
A. N. Severtsov Institute of Problems of Ecology and
Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

*²Federal State Budgetary Institution «United
Directorate of Taimyr Nature Reserves», Norilsk*

The spatial distribution of Fabaceae family species on the north of central Siberia (Taimyr region) is considered. A sharp increasing species richness of family species (mainly the genera *Oxytropis* and *Astragalus*) in the area is shown. The features of zonal and longitude distribution of Fabaceae family and features of zonal and longitude of legumes distribution are considered. The local growth of species richness in the Norilsk district in the north-west of the Putorana Plateau is particularly considered and assumptions of causes are given.

Keywords: Taimyr, species diversity, Putorana plateau, Anabar-Kotuy plateau

РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ НА ООПТ ВОРКУТИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: t.pyстина@ib.komisc.ru

Ключевые слова: лишайники, новые находки, редкие виды, ООПТ, Воркутинский район

В настоящее время в Воркутинском районе Республики Коми функционируют 18 ООПТ регионального значения. Среди них четыре памятника природы и четырнадцать государственных природных заказников. Девять заказников были образованы в 2019–2022 гг. на основании предложений специалистов Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, проводивших в северных районах региона полевые поисковые работы по выявлению перспективных территорий для включения в состав системы ООПТ Республики Коми.

Изучение таксономического разнообразия лишайников в Воркутинском районе было проведено в 2006–2008, 2010, 2020 гг. в пяти комплексных заказниках: «Оченьрд», «Хребтовый», «Большая Лагорта», «Водораздел рек Большой Пятомбойю и Малый Пятомбойю», «Большая Роговая».

На территории перечисленных ООПТ выявлен 281 вид лишайников (286, с учетом таксонов рангом ниже вида), что составляет 63% от общего числа видов лишайников, зарегистрированных в границах региональных заказников Республики Коми (451 вид) [1]. Несомненно, приведенная цифра не отражает всего разнообразия лишайников обследованных заказников: на сегодняшний день полностью определены лишь макролишайники и примерно половина сборов накипных форм. Два вида, выявленных при инвентаризации биологического разнообразия в заказнике «Большая Лагорта», – *Gyalecta foveolaris* (Ach.) Schaer. и *Arctoparmelia separata* (Th. Fr.) Hale приводятся впервые для Республики Коми. Первый вид был собран на почве среди растительных остатков на криогенном пятне в кустарничково-

осоково-моховой тундре, второй – на камнях в каменистой дриадово-зеленомошно-лишайниковой тундре.

Наибольший интерес с позиции видового богатства и наличия редких таксонов представляют охраняемые территории, расположенные на западном макросклоне Полярного Урала – это заказники «Хребтовый», «Большая Лагорта» и «Оченьрд». Близкое расположение заказника «Хребтовый» (площадь 4 000 га) к Воркуте обусловило доступность его территории для исследований. Целенаправленное изучение разнообразия лишайников осуществлялось в 2008 г. Т. Н. Пыстиной. В 2006–2008 гг. Е. Е. Кулюгина выполняла геоботаническое обследование растительного покрова территории заказника. Коллекция лишайников, собранная ею на стандартных пробных площадях, была определена С. Н. Плюсниным. Часть сведений, относящихся к бассейну р. Няю, была опубликована [2]. Все эти данные были учтены при формировании итогового списка видов лишайников заказника «Хребтовый», который на сегодняшний день насчитывает 211 видов (215 таксонов, включая подвиды и варитет) [3]. В заказнике «Большая Лагорта» (635 га) разнообразие лишайников почти в два раза меньше – 123 вида (126 таксонов). В предгорьях Полярного Урала находится большой по площади (3 215 га) заказник «Оченьрд», однако известное в настоящее время разнообразие лишайников не высоко – выявлено всего 78 видов. Причина низкой численности лишайников объясняется тем, что был обследован небольшой по площади участок в районе слияния рек Большая и Малая Кара, а обширная горная часть резервата осталась вне внимания исследователей. Несомненно, дальнейшие исследования в этом районе позволят значительно расширить список видов.

В равнинной части расположены два недавно организованных заказника «Водораздел рек Большой Пятомбойю и Малый Пятомбойю» и «Большая Роговая». Заказник «Водораздел рек Большой Пятомбойю и Малый Пятомбойю» площадью 49 155.4 га образован с целью сохранения ландшафтов полого-увалистой лесотундровой равнины и плоскобугристых болот на южном пределе их распространения. Лихенобиота его сравнительно многочисленна – 129 видов. В заказнике «Большая Роговая» (754 га), созданном для сохранения ландшафтов полосы притундровых лесов, список лишайников небольшой – 74 вида.

Репрезентативность региональных заказников Воркутинского района не высока – отмечено 16 видов (или 19% всех охраняемых видов), включенных в «Красную книгу Республики Коми» [4], и четыре вида в Приложение 1 (бионадзор) (см. таблицу). Базидиальный лишайник *Lichenomphalia hudsoniana* занесен в «Красную книгу Российской Федерации» [5], где ему присвоена категория охраны 3.

Несмотря на немногочисленность видового состава охраняемых лишайников, сделаны интересные находки, расширяющие сведения о распространении некоторых редких видов в Республике Коми. Местонахождение *Arctocetraria nigricascens* в заказнике «Большая Роговая» является третьим в республике. Ранее вид был известен в бассейнах рек Колва (среднее течение) и Большая Сыня (устье руч. Ивашель). В заказнике «Водораздел рек Большой Пятомбойю и Малый Пятомбойю» для *Peltigera lyngei* третья точка в регионе, для *Peltigera frippii* – пятая. Для пяти видов (*Arctocetraria nigricascens*, *Chaenotheca phaeocephala*, *Hypogymnia austerodes*, *Peltigera collina*, *Ramalina roesleri*) находки последних лет в Воркутинском районе являются самыми северными в республике. Все они будут учтены при следующем издании региональной Красной книги.

Наибольшее число охраняемых в республике видов зарегистрировано в заказнике «Хребтовый» – 10, из них четыре вида (*Arctocetraria andrejevii*, *Cladonia acuminata*, *Phaeophyscia kairamoi*, *Stereocaulon symphycheilum*) не найдены на территории других обследованных ООПТ Воркутинского района. Наименьшее – в заказнике «Оченырда», всего один вид (*Lobaria linita*).

В перечень объектов растительного и животного мира, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде и рекомендуемых для бионадзора, вошли еще четыре вида: *Hypogymnia bitteri* (Lynge) Ahti, *H. subobscura* (Vainio) Poelt, *Lobaria scrobiculata* (Scop.) DC., *Peltigera venosa* (L.) Hoffm.

Для подавляющего большинства охраняемых видов в пределах заказников выявлены немногочисленные популяции, обычно встречались единичные талломы.

Таблица

**Список редких видов лишайников, выявленных на территории
обследованных ООПТ Воркутинского района Республики Коми**

Вид	Статус категории охраны	Название ООПТ				
		«Хребто-вый»	«Большая Лагорта»	«Оченырл»	«Водораздел рек Большой Пятомбойто и Малый Пятомбойто»	«Большая Роговая»
<i>Arctocetraria andrejevii</i> (Oxner) Kärnefeldt & Thell	3	+				
<i>Arctocetraria nigricascens</i> (Nyl. in Kihlm.) Kärnefeldt & Thell	3					+
<i>Cetraria laevigata</i> Rassin.	3	+	+		+	
<i>Chaenotheca phaeocephala</i> (Turner) Th. Fr.	2					+
<i>Cladonia acuminata</i> (Ach.) Norrl.	4	+				
<i>Hypogymnia austerodes</i> (Nyl.) Räsänen	2				+	
<i>Lichenomphalia hudsoniana</i> (H. S. Jenn.) Redhead et al.	3	+	+		+	
<i>Lobaria linita</i> (Ach.) Rabenh.	3	+	+	+		
<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.	3					+
<i>Peltigera elisabethae</i> Gyeln.	3	+	+			
<i>Peltigera frippii</i> Holt.-Hartw.	4	+			+	
<i>Peltigera lyngei</i> Gyeln.	4				+	
<i>Phaeophyscia kairamoi</i> (Vain.) Moberg	2	+				
<i>Ramalina roesleri</i> (Hochst. ex Schaer.) Hue	3					+
<i>Stereocaulon symphycheilum</i> I. M. Lamb	4	+				
<i>Vulpicida juniperina</i> (L.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai	3	+	+			
Всего	16	10	5	1	5	4

Исследования проведены в ходе выполнения государственного задания по теме «Оценка эколого-ценотического, видового и популяционного разнообразия растительного мира ключевых особо охраняемых природных территорий Республики Коми» № 122040600026-9. Собранные образцы лишайников хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)».

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль ООПТ Республики Коми в поддержании разнообразия лишайников и сохранении редких видов / Т. Н. Пыстина, Я. Херманссон, Н. А. Семенова, Д. И. Кудрявцева // Заповедники и национальные парки – научно-исследовательские лаборатории под открытым небом : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12–14 октября 2021 г., Петрозаводск. – Петрозаводск : Карельский научный центр Российской академии наук, 2021. – С. 157-159.
2. Биоразнообразие экосистем Полярного Урала / Л. Н. Волошко [и др.]; отв. ред. М. В. Гецен. – Сыктывкар, 2007. – 252 с.
3. Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 7 : Природные комплексы заказника «Хребтовый» / С. В. Дёгтева [и др.]; отв. ред. С. В. Дёгтева. – Сыктывкар, 2010. – 141 с.
4. Красная книга Республики Коми / под общ. ред. С. В. Дёгтевой. – 3-е изд. – Сыктывкар : Коми республиканская типография, 2019. – 768 с.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Р. В. Камелин [и др.]; отв. ред. Л. В. Бардунов, В. С. Новиков. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

LICHEN DIVERSITY IN THE PROTECTED AREAS OF THE VORKUTA DISTRICT OF THE KOMI REPUBLIC

T. N. Pystina, N. A. Semenova

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktывkar*

A study of lichen taxonomic diversity was conducted in five regional reserves («Ochenyrd», «Khrebtoviy», «Bolshaya

Lagorta», «Bolshaya Pyatomboyu and Maliy Pyatomboyu River watershed», «Bolshaya Rogovaya») located in the Vorkuta district of the Komi Republic. The number of lichen species identified ranged from 74 («Bolshaya Rogovaya») to 211 («Khrebtoviy»). The total species list includes 281 positions (286, including taxa ranked below species). Two lichen species found in the Bolshaya Lagorta Reserve, *Gyalecta foveolaris* (Ach.) Schaer. and *Arctoparmelia separata* (Th. Fr.) Hale, are listed for the first time for the Komi Republic. The locations of 16 species included in the Red Book of the Komi Republic (2019) and 4 species requiring biological monitoring have been identified. *Lichenomphalia hudsoniana* is listed in the Red Data Book of the Russian Federation (2008).

Keywords: lichens, new finds, rare species, protected areas, Vorkuta region.

НАХОДКИ *ZOSTERA MARINA* (ZOSTERACEAE, MAGNOLIOPHYTA) В ГУБЕ ИВАНОВКА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

И. В. Рыжик, С. В. Малавенда

Мурманский морской биологический институт РАН, г. Мурманск,
e-mail: alaria@yandex.ru

Ключевые слова: *Zostera marina*, мурманское побережье Баренцева моря, губа Ивановка, биомасса

Род *Zostera* L. (взморник) относится к представителям многолетних морских трав семейства взморниковые. *Zostera marina* L. является эвригалинным видом, может произрастать в диапазоне

солености от 5‰ до 35‰ [1, 2]. Она динамично реагирует как на длительные, так и на кратковременные изменения солености. Определяющим фактором в жизнедеятельности и, возможно, в распространении, является температура. *Z. marina* относится к stenotherмным видам, диапазон устойчивости по литературным данным немного различается, но в целом укладывается в пределы от 10–20 °С. Зостера предпочитает эстуарные участки побережья, зачастую селится в местах выхода ручьев. В северных широтах предпочитает мелководья до глубины 1–4 м (редко 10 м и более) с мягким песчаным или илистым грунтом. Данный вид способен формировать обширные заросли [1–3].

Zostera marina широко распространена по Атлантическому побережью Европы. В европейской части России основные заросли данного вида располагаются вдоль побережья до горла Белого моря. Еще К. М. Дерюгин особое внимание обращает на зелёное цветковое растение зостера, которое образует у берегов Белого моря обширные заросли. Во «Флоре Мурманской области» [4] на Кольском полуострове отмечено местонахождение зарослей зостеры только на терском берегу Белого моря.

На Мурманском побережье *Z. marina* была обнаружена в губе Ивановка в 60 годах [5]. В общем описании растительности данной губы упоминается наличие значительных зарослей зостеры в лагуне, части залива, отделенного существенной перемычкой и имеющего свой особый гидрологический режим. Как отмечает Е. И. Блинова, для губы Ивановка *Zostera marina* является реликтовым видом. На данный момент это является единственным наиболее полным описанием находок данного вида на мурманском берегу Баренцева моря.

Губа Ивановка – уникальная по своей структуре бухта, которая относится к губам фьордового типа, но она серией порогов разделена на бассейн, ковш и лагуну, гидрохимический режим отдельных частей существенно различается. Лагуна отделена от моря несколькими порогами, благодаря которым происходит формирование устойчивой вертикальной стратификации вод – верхний слой опреснен до 10–14%, средний – соленый и обогащен кислородом, нижний слой имеет соленость 24% и содержит сероводород [6, 7]. Цель работы – описание новых находок *Z. marina* в бассейне и ковше и современное состояние зарослей в лагуне губы Ивановка.

При создании работы использовались результаты экспедиций, проводимых ММБИ в 2004 г. (15–30 июля), 2017 г. (16–28 июля)

и 2021 г. (16–31 июля). Обследование литорали проводили в ходе учетных маршрутов, сбор водорослей осуществляли вручную. Для определения биомассы использовали рамку размером 0.5×0.5 м а литорали и 1.0×1.0 м в сублиторали, пробы в трех повторностях. Под водой изыскания выполняли с применением легководолазного снаряжения. Видовую идентификацию выполняли на месте. Гербарий хранится в коллекции лаборатории альгологии ММБИ РАН.

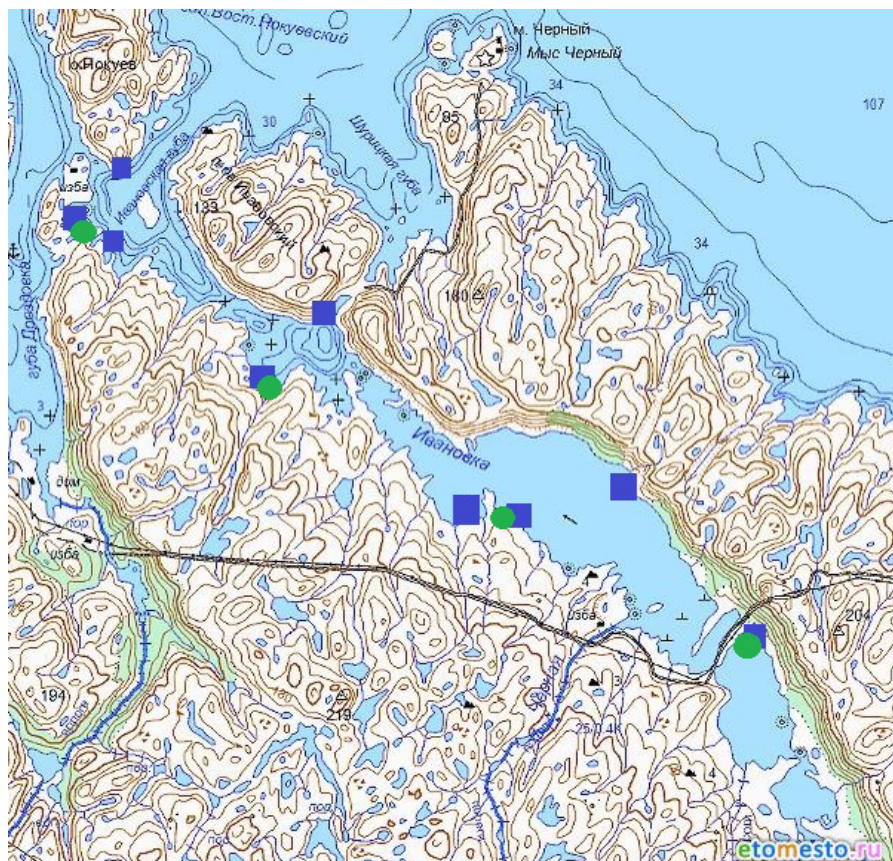
В ходе экспедиций была выявлена ценопопуляция *Z. marina*. При видовой идентификации руководствовались описанием видов *Zostera* на основании морфо-генетического анализа растений, произрастающих на Белом море [8]. У растений в губе Ивановка был общий облик: ширина листьев 3–6 мм, жилок несколько, длина листьев 5–20 см, побеги слегка ветвистые. В наших сборах цветков и плодов не обнаружено.

Ранее в губе Ивановка отмечена *Zostera marina* f. *angustifolium* Hornem [5]. На основании морфологического, экологического и генетического анализа обширного ботанического материала с Белого моря было предложено считать данную форму относящейся к *Zostera marina* L. [8]. Таким образом, можно считать, что в 1962 году Е. И. Блиновой в губе Ивановка был обнаружен тот же вид, что и в данной работе и можно сравнивать плотность поселений.

На литорали *Зостера* встречается только в защищенных от прибоя местах в своего рода литоральных песчаных ваннах (см. рисунок). Первый участок располагается в бассейне губы Ивановка на противоположном от выхода в море берегу, он прикрыт от прямого действия волн сопкой и на этом участке формируется затишная илисто-песчаная литораль с обильным развитием фукоидов и эктокарповых водорослей. Второй участок располагается в ковше, в бухточке в месте впадения крупного ручья, грунт илисто-песчаный. (рис.). Третья находка была сделана в нижней части лагуны. В целом на литорали губы Ивановская *зостера* не формирует самостоятельных зарослей, отмечена на илисто-песчаном грунте, среди сообщества бурых водорослей *Ascophyllum nodosum* и *Fucus serratus*, *F. distichus* с обилием нитчатых водорослей *Chordaria flagelliformis*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Pylaiella littoralis*, массово развита *Chorda filum*.

В сублиторали лагуны *Z. marina* массово развита на глубинах 1–2 и 6–8 м. На илистых грунтах растительность формирует не сомкнутый покров, проективное покрытие около 90%. Доминируют

Fucus vesiculosus, *Zostera marina*, *Polyides rotunda*, на глубине до 3.5 м совместно, глубже прослеживается поясность. Средняя биомасса *Z. marina* 228 г/м².



Места обследования фитобентоса (синий квадрат) и обнаружения *Z. marina* (зеленые кружки).

Анализ современного состояния зарослей *Zostera marina* в губе Ивановская позволил выявить новые места ее распространения, а также провести оценку ее биомассы. Было обнаружено значительное снижение биомассы в лагуне. В работе Е. И. Блиновой [5] в лагуне отмечалась высокая биомасса растений, которая составляла –

2.7 кг/м², что в 11 раз меньше отмеченной в нашем исследовании. Одна из вероятных причин – различные места отбора проб. К сожалению, в работе Блиновой [5] отсутствует карта станций, и мы можем только предполагать места отбора проб в той экспедиции.

Также причиной значительного сокращения зарослей zostеры может быть эпидемия 60-ых годов, в результате которой произошла массовая гибель растений по всему миру. Например, анализ современных зарослей *Z. marina* на Белом море показал, что в разных участках литорали биомасса варьирует от 10 до 418 г сух. массы / м² [5], что, как отмечает автор, ниже тех, которые фиксировали в 60-ых годах, когда на побережье Белого моря в разных его участках отмечали биомассу в пределах 1.6–3.8 кг/м² [5]. Снижение биомассы на Белом море связывают с произошедшей в 60-ых годах массовой гибелью *Z. marina* и на настоящий момент полного восстановления зарослей не произошло. В литературе обсуждаются различные причины этой биологической катастрофы, повлекшей за собой нарушение трофических связей и целую цепочку последствий. В качестве одной из основных версий рассматривается заражение растений паразитические микроорганизмами – микомиксидами *Labyrinthula zosterae* Porter et Muehlstein. Однако ряд исследователей склоняются к мысли, что основной причиной гибели *Z. marina* были климатические изменения, так как она очень чувствительна к колебаниям температуры, прежде всего в зимнее время. Массовая гибель совпадала с теплым летом и мягкой зимой, когда аномальное изменение температуры могло способствовать замедлению метаболизма и вызывать ослабление растений, и уже ослабленные организмы становились мишенью для развития на них паразитических микроорганизмов, которые непосредственно и вызывали гибель растений. Скорее всего, в рамках своего обширного ареала обитания *Z. marina* имеет ряд экологических рас с различной чувствительностью к температуре, особенно в отношении верхнего температурного предела [1, 9].

Ценопопуляция *Z. marina* в губе Ивановская, при всей своей удаленности и изолированности могла также испытывать серьезные колебания численности. В 1960-е шел сравнительно теплый период [10]. Возможно, экологические формы (расы) *Z. marina*, произрастающие в условиях губы Ивановки, отрицательно реагировали на период потепления и снизили свои темпы роста, что вызвало в дальнейшем заражение микроорганизмами.

Еще одной возможной причиной снижения плотности популяции *Z. marina* могло послужить изменение структуры водоема. Как отмечалось выше, лагуна имеет структуру меромиктического водоема. И хотя показано, что за последние десять лет в лагуне г. Ивановской стратификация вод принципиально не изменилась и граница распространения сероводорода как была, так и осталась на глубине 11 м, возможно, это произошло ранее, и способствовали уменьшению популяции *Z. marina*. Так для Могильного (меромиктического водоема) показаны значительные изменения в структуре и биоразнообразии за последнее столетие [6, 7]. Однако выявить точные причины изменения биомассы в промежутках между 1960–2021 затруднительно, потому что регулярных исследований в губе Ивановская не проводилось.

Таким образом, ценопопуляция *Z. marina* в губе Ивановка является устойчивой, сохраняющейся на протяжении как минимум 60 лет несмотря на климатические изменения. Плотность популяции в сублиторали лагуны в 2021 году была на порядок ниже, чем в 1962 г. Нами выявлено стабильное распространение на литорали и в верхней сублиторали всей губы данного вида. В других районах Мурманского берега вид не найден.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rasmussen, E. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark) / E. Rasmussen // *Ophelia* – 1973. – № 11 (1). – P. 1–507. – DOI: 10.1080/00785326.1973.10430115
2. Стародубцева, А. А. Экология, физиология и продуктивность zostеры морской *Zostera marina* L. на Белом море / А. А. Стародубцева // Автореф. дисс. кандидата биол. наук : защищена 16.03.2011. – Санкт-Петербург : БИН РАН, 2014. – 28 с.
3. Вехов, В. Н. Зостера морская (*Zostera marina* L.) Белого моря / В. Н. Вехов – Москва : Изд-во МГУ, 1992. – 105 с.
4. Флора Мурманской области / Н. А. Аврорин [и др.]. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1956. – 348 с.
5. Блинова, Е. И. Эколого-флористический очерк губы Ивановки - реликтового водоема Баренцева моря / Е. И. Блинова // Запасы морских растений и их использование. – Москва : Наука, 1964. – С. 58–70.
6. Краснова, Е. Д. Экология меромиктических озер России. Прибрежные морские водоемы / Е. Д. Краснова // Водные ресурсы. – 2021. – Т. 48, № 3. – С. 322–333.
7. Краснова, Е. Д. Памятник природы «Озеро Могильное» на о. Кильдин в Баренцевом море: грустные тенденции (новые данные экспедиций 2018–

2019 гг.) / Е. Д. Краснова // Природное и культурное наследие Белого моря: перспективы сохранения и развития. – 2019. – С. 28.

8. Виды рода *Zostera* L.(сем. Zosteraceae) во флоре западного побережья Белого моря / Л. А. Сергиенко [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–12. – С. 2606–2612.

9. Seagrass wasting disease varies with salinity and depth in natural *Zostera marina* populations / S. Jakobsson-Thor [et al.] // Mar Ecol Prog Ser. – 2018. – № 587. – P. 105–115. – DOI: 10.3354/meps12406

10. Matishov, G. G Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along glacial troughs / G. G. Matishov, D. G. Matishov, D. V. Moiseev // Oceanologia. – 2009. – № 51 (3). – P. 321–340.

FINDS OF *ZOSTERA MARINA*, IN THE IVANOVKA BAY OF THE KOLA PENINSULA

I. V. Ryzhik, S. V. Malavenda

Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences, Murmansk

An analysis of the vegetation of Ivanovka Bay on the Murmansk coast of the Barents Sea revealed a decrease in the biomass of *Zostera marina* in the lagoon of Ivanovka Bay compared to the 60s of the last century, new places of plant growth in the basin and bucket of the lip were also noted.

Keywords: *Zostera marina*, Murmansk coast of the Barents Sea, Ivanovka Bay, biomass

МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ). ИСПРАВЛЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ

И. А. Савинов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва

e-mail: savinovia@mail.ru; i.savinov@rgau-msha.ru

Ключевые слова: Архангельская область, Соловецкий архипелаг, флора, сосудистые растения

Соловецкий архипелаг – крупнейшая островная территория в акватории Белого моря. Он расположен в северных широтах, в полосе осветленных северотаежных лесов в понимании М. Л. Раменской и В. Н. Андреевой [1]. Флора сосудистых растений была достаточно основательно изучена в связи с созданием Соловецкого историко-архитектурного музея-заповедника (1974 г.) в 80–90-х гг. XX века сотрудниками МГУ им. М. В. Ломоносова: инициатором этих работ стал доцент Владимир Николаевич Вехов (1920–1990), а впоследствии – активная группа научных сотрудников Ботанического сада [2]. На основании этих и более новых исследований был подготовлен «Определитель сосудистых растений Соловецкого архипелага» [3], который и следует считать последней фундаментальной сводкой по флоре региона. В нее включено около 560 видов. Вместе с тем, за последние 20 лет появился целый ряд дополнений [4–6], ясно свидетельствующих о том, что современная флора – явление динамичное и поэтому требуется постоянный мониторинг состояния популяций редких видов растений, – с одной стороны, и выявление новых видов, особенно из адвентивной фракции, – с другой стороны. Также следует отметить тот факт, что в том же 2005 году была опубликована монография В. М. Шмидта по флоре Архангельской области [7], где в качестве одной из конкретных флор рассматривался Соловецкий архипелаг. Здесь упомянут ряд видов, не учтенных в «Определителе...» [3].

Исследования автора на Соловецких островах охватывают летние сезоны (июль-август) 2012, 2013, 2014, 2017, 2018, 2021 и 2022 гг. Фотоматериалы, документирующие флористические

находки, размещены на платформе iNaturalist (ссылка: https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any&user_id=ivan_savinov&verifiable=an).

Собранный автором гербарий передан в МНА и ТА. Также был частично изучен гербарный материал, хранящийся в MW, включая сканированные образцы (<https://plant.depo.msu.ru/>). Основной целью данной статьи является суммирование всех находок последних десятилетий, сделанных разными авторами после опубликования сводки «Определитель...» [3], а также исправление некоторых неточностей, замеченных в последней. Также отмечены новые местонахождения ряда видов, не вошедшие в последнее издание «Красной книги Архангельской области» [8].

Жирным шрифтом выделены находки новых видов. Заносные виды (адвентивная фракция) отмечены в списке звездочкой *; КрКАО – вид включен в «Красную книгу Архангельской области» [8]; КрКРК – вид включен в «Красную книгу Республики Карелия» [9].

Botrychium boreale Milde: встречен летом 2012 г. в конце дамбы на о-в Бол. Муксалма, в вороничнике (есть фотография на iNaturalist: <https://www.inaturalist.org/observations/41160794>), где растет вместе с *B. lunaria* (L.) Sw. и *B. multifidum* (S.G. Gmelin) Rupr. Это расширяет наши представления о распространении редкого вида на архипелаге (ранее – только в районе мыса Толстик, о-в Бол. Соловецкий: [3]). КрКАО

Следует отметить широкую пластичность состава и численности природных популяций гроздовников (что особенно ярко проявляется на различных островах Белого моря), в результате чего в отдельные сезоны их практически невозможно обнаружить. Повидимому, это одна из черт их биологии в целом.

Diphasiastrum alpinum (L.) Holub: правильная идентификация образца, представленного на фото 5 «Определителя...» [3]; не *D. complanatum* (L.) Holub! Фотография была сделана на Соловках, вероятнее всего, на Анзере — южный берег к востоку от Капорской губы (личное сообщение А. Е. Черенкова). Требуется уточнение факта распространения вида на островах архипелага. Вид отмечен в Северной Карелии [1, 10] и на севере Архангельской области [7], всюду изредка. КрКРК: в списке для бионадзора.

**Allium angulosum* L.: заносное, близ поселка, у начала дороги на о-в Бол. Муксалма [6].

* *Aconitum napellus* L.: сохраняется на месте бывшего питомника у Зеленых озёр (о-в Бол. Соловецкий), цветёт. Наблюдение 2022 г. Культивируется на Соловках с 1930-х гг. [3].

Фотография: <https://www.inaturalist.org/observations/131614568>.

Draba incana L.: редкий вид на архипелаге, был отмечен для о-ва Бол. Соловецкий [3], обнаружен автором на приморской полосе о-вов Сенные Луды в 2017 г. (МНА). КрКАО

**Erophila verna* (L.) Bess.: заносное, у поселка, близ турлагеря. Обнаружен в 2012 и 2013 гг. [6].

**Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray: правильная идентификация образца, представленного на фото 77 «Определителя...» [3]; не *V. cracca* L.! Фотография была сделана на Соловках, у дамбы за Кирпичным Законом (личное сообщение А. Е. Черенкова). Вид рассеянно распространён по вторичным местообитаниям в Архангельской области [7] и по Карелии [10]. Требуется уточнение факта распространения вида на островах архипелага. Вид заносный.

**Lotus corniculatus* L.: заносный вид, впервые был отмечен Л. А. Абрамовой с коллегами [5]. Сезон 2021 г., близ аэродрома. Вид расселяется в последние годы на островах, наблюдается натурализация, в частности, на о-ве Бол. Соловецкий.

**Anthyllis macrocephala* Wend.: заносное, видимо, со строительным мусором, у основания Филипповской церкви на территории монастыря. Обнаружен в 2013 г. [6].

Galium boreale L.: вид, не отмеченный в «Определителе...» [3], хотя и представленный в нем на фото 119 под неправильным названием *G. palustre* L. Фотография была сделана на Соловках в окрестностях озера Мельничное (личное сообщение А. Е. Черенкова). По наблюдениям автора, широко распространён на островах архипелага, особенно по побережью и вдоль дорог, по увлажненным местообитаниям.

Galium mollugo L. × *G. verum* L.: по-видимому, гибридная форма, с бледно-желтыми цветками, отмечена в цветущем состоянии у дороги близ аэродрома летом 2017 г.

Pinguicula villosa L.: малозаметный, достаточно редкий в регионе вид (вероятно, просматривается, поскольку становится заметным только в период цветения). Собран В.Ю. Семашко в 2008 г.: небольшое болото в восточной части о-ва Бол. Соловецкий [6], есть фотография на iNaturalist, гербарный образец был передан в МГУ. Требуются новые, тщательно спланированные поиски на островах. КрКАО: в списке для бионадзора.

Pedicularis sceptrum-carolinum L.: вид, обычный в Северной Карелии [10] по вторичным местообитаниям (придорожным канавам и откосам, нарушенным участкам болот). Именно в таком биотопе вид и был обнаружен автором летом 2012 г., а потом подтвержден в 2014 г.: северное побережье о-ва Б. Соловецкий, у обочины лесной дороги, многочисленная популяция [6].

Achillea salicifolia Besser (= *Achillea cartilaginea* Ledeb. ex Reichb.): правильная идентификация образца, представленного на фото 125 «Определителя...» [3]; не *A. ptarmica* L.! Фотография была сделана на Соловках, за взлетной полосой от поселка у огородов (личное сообщение А. Е. Черенкова). Найден автором в западном углу пос. Соловецкий, небольшой полуостров у моря, лужайка у дерева. Наблюдение 2022 г. Фотография: <https://www.inaturalist.org/observations/131616075>, гербарный образец – в ТА.

Среди активно натурализующихся видов на островах – *Rosa rugosa* Thunb. (по приморским лугам и кустарникам), *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch (под покровом леса в ряде мест на о-ве Бол. Соловецкий), *Larix sibirica* Ledeb. (по болотам), *Lotus corniculatus* (вдоль дорог, у аэропорта); длительно сохраняются в местах бывшего культивирования – *Caragana arborescens* Lam., *Aconitum napellus*.

Адвентивный компонент флоры Соловков можно кратко охарактеризовать следующими особенностями: одни виды появляются и «закрепляются» (*Lotus corniculatus*), другие – эфемерные, появляются и исчезают (со строительным мусором – *Anthyllis macrocephala*). Существует и третья группа – периодически заносимые вновь – *Erophila verna*.

Таким образом, с момента выхода «Определителя...» [3] флора Соловецкого архипелага обогатилась на 37 видов: +15 видов по дополнению А. В. Кравченко [4], +13 новых видов по дополнениям группы В. С. Новикова [5, 11] + 9 новых видов автора данного очерка. В итоге, общий список видов сосудистых растений достиг почти 600 видов (!), а флора островов является, таким образом, богатейшей локальной флорой в северных районах России. Заметно возрос процент адвентивного компонента, к которому и относится большинство новых находок, что связано с активным развитием туризма.

За полезное обсуждение находок и правильности идентификации видов флоры Соловецкого архипелага автор выражает ис-

кренную признательность д.б.н. Н. М. Решетниковой (ГБС РАН) и с.н.с. ББС МГУ А. Е. Черенкову. За помощь в организации полевых работ автор благодарит зав. Ботаническим садом Соловецкого музея-заповедника В. В. Федоровскую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Раменская, М. Л. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии / М. Л. Раменская, В. Н. Андреева. – Ленинград : Наука, 1982. – 432 с.
2. Киселева, К. В. Сосудистые растения Соловецкого историко-архитектурного и природного музея-заповедника : (Аннот. список) / К. В. Киселева, В. С. Новиков, Н. Б. Октябрёва. – Москва, 1997. – 43 с. – (Флора и фауна музеев-заповедников и национальных парков ; вып. 1).
3. Определитель сосудистых растений Соловецкого архипелага / К. В. Киселева, В. С. Новиков, Н. Б. Октябрёва, А. Е. Черенков. – Москва : КМК, 2005. – 175 с.
4. Кравченко, А. В. Новые данные о флоре Соловецких островов (Архангельская область) / А. В. Кравченко. – Бюлл. МОИП. Отд. Биол. – 2002. – Т. 107, вып. 6. – С. 59–61.
5. Флористические находки на Соловецких островах (Белое море) / Л. А. Абрамова [и др.]. – Бот. журн. – 2009. – Т. 94, вып. 11. – С. 1710–1715.
6. Савинов, И. А. Новые материалы к флоре сосудистых растений Соловецкого архипелага (Архангельская область) / И. А. Савинов, В. Ю. Семашко // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2014. – Т. 8, вып. 4. – С. 86–89.
7. Шмидт, В. М. Флора Архангельской области / В. М. Шмидт. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2005. – 346 с.
8. Красная книга Архангельской области / О. В. Аксенова [и др.] ; Правительство Арханг. обл. [и др.] ; редкол. В. В. Ануфриев [и др.]. – Архангельск : Сев. (Арктич.) федер. ун-т, 2020. – 490 с.
9. Красная книга Республики Карелия / под ред. О. Л. Кузнецова. – Белгород : Константа, 2020. – 447 с.
10. Кравченко, А. В. Конспект флоры Карелии / А. В. Кравченко. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2007. – 403 с.
11. Сосудистые растения во флоре Соловков: программа изучения и проблемы сохранения / Т. И. Варлыгина, К. В. Киселева, В. С. Новиков, Н. Б. Октябрёва // Актуальные вопросы изучения, сохранения и использования природной среды и историко-культурных памятников Соловецкого архипелага : сборник тезисов. – Соловки, 2012. – С. 12–15.

**MATERIALS TO THE FLORA OF VASCULAR
PLANTS OF THE SOLOVETSKY ARCHIPELAGO
(ARCHANGELSK REGION).
CORRECTIONS AND ADDITIONS**

I. A. Savinov

Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow

A new floristic data for the Solovki are presented, based on new observations and collections (in the period of 2012–2022), as well as the correct identification of earlier specimens and photographs: *Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub; *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray; *Galium boreale* L.; *Achillea salicifolia* Besser. For a number of rare species, new localities have been noted on the islands of Archipelago: *Botrychium boreale* Milde; *Draba incana* L. Naturalization of the *Lotus corniculatus* L. was revealed on the Bol. Solovetsky island. The article supplements and refines our knowledge about the flora of vascular plants of the Solovetsky Archipelago.

Keywords: Archangelsk region, Solovetsky Achipelago, flora of vascular plants, additions and corrections

ЧЕКЛИСТ МАКРОМИЦЕТОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ: РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА НА ПЛОЩАДКАХ И БАРКОДИНГ ВЫЯВЛЕННЫХ ТАКСОНОВ В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. В. Филиппова, Е. А. Звягина, Е. А. Рудыкина, А. С. Добрынина

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

e-mail: *filippova.courlee.nina@gmail.com*

Ключевые слова: ITS, торфяные болота, сфагнум, грибы, видовое разнообразие

Верховые болота представляют собой тип экосистем, аккумулирующий значительный запас углерода планеты. Несмотря на глобальное распространение, интенсивное использование торфа, лесоразведение и сельское хозяйство сократили их площади в большинстве регионов мира. Экология организмов, способных существовать в олиготрофной и кислой среде, специфична и видовой состав всех групп имеет специализации к уровню pH, обводненности субстрата и торфу [1, 2]. Видовой состав грибов торфяных болот глобально исчисляется тысячами видов из разных экологических и систематических групп. Составленный авторами литературный чеклист (в виде набора данных) по грибам торфяных болот включает около 1300 видов из разных классов [3]. Среди других групп, наземные макромицеты играют ключевую роль в разложении органики и как симбионтный компонент растений. Таксономически, группа включает базидиомицеты из порядков Agaricales, Boletales, некоторые Polyporales и некоторые аскомицеты (в основном, Pezizales).

В задачи нашего исследования входило описание видового состава сообщества макромицетов экосистемы верхового олиготрофного болота в ходе многолетнего мониторинга с последующим баркодингом (секвенированием ITS региона ядерной ДНК) сформированной коллекции. Для описания сообщества и его динамики был выбран метод постоянных учетных площадей и проведены многолетние учеты (2014–2022) на одноименном стационаре «Мухрино» Югорского государственного университета [4]. Образцы отбирались в коллекцию Фунгария ЮГУ (<https://fungariumysu.org/fungarium/>) по стандартной методике коллекционирования

макромицетов. Общее число образцов, отобранных за все годы в ходе учетов, составило около 500 сухих экзикатов. База данных коллекции макромицетов верховых болот представлена на портале Биологической коллекции ЮГУ (<http://bioportal.ugrasu.ru/bogmasco/>). Первичное определение коллекции проводилось по макро- и микро-морфологическим признакам по флорам, статьям и монографиям по определенным таксонам. Для секвенирования отбирали по два или более образцов на один таксон, в зависимости от сложности таксона и потенциала выявления криптических видов, общее число образцов для секвенирования составило около 200. Выделение, ПЦР и секвенирование проводилось по стандартным протоколам, для баркодинга был выбран регион ITS с использованием праймеров ITS1F, ITS4. Полученные последовательности депонируются на портале GeneBank, а также загружены вместе с сопутствующей информацией об образцах в отдельный набор данных GBIF [5].

В результате многолетних учетов кривая видового богатства показала, что видовой состав сообщества почти полностью выявлен и составляет около 80 видов. Однако, при изучении морфологически определенных таксонов с помощью молекулярно-генетических методов, было выявлено скрытое разнообразие внутри сложно диагностируемых таксонов, итого в чеклисте представлено 95 таксономических и молекулярных видов. Из них, 69 видов были надежно отнесены поиском BLAST к определенным таксонам; 14 таксонов не соотносятся ни с какими последовательностями в GenBank и, возможно, представляют собой новые виды; 12 не были отсеквенированы и остаются в рамках морфологических видов. Молекулярная идентификация добавила несколько новых видов в родах *Cortinarius*, *Galerina*, *Gymnopus* и *Russula*. Не были отнесены к каким-либо существующим последовательностям с помощью BLAST и требуют дальнейшего изучения следующие таксоны: *Arrhenia* sp., *Cortinarius* spp. (5), *Galerina* spp. (3), *Gymnopus* sp., *Gymnopilus* sp., *Mycena* sp., *Omphaliaster* sp., *Xeromphalina* sp. Таким образом, чеклист макромицетов верховых болот, составленный на основе многолетнего мониторинга и подтвержденный с помощью молекулярно-генетических методов, на сегодня представлен 95 видами (включая таксономические и молекулярные виды) из 33 родов, 23 семейств, семи порядков, трех классов и двух типов.

Далее представлен чеклист макромицетов верховых болот по следующей схеме: Таксон на основе молекулярно-генетических

признаков (его предшествующее морфологическое определение): изученные образцы коллекции – номер сиквенса в GenBank.

Amanita porphyria (*A. porphyria*): YSU-F-04416 – OP866197; *Arrhenia bigelowii* (*A. bigelowii*): YSU-F-08245 – OP866223, YSU-F-12021 – OP866238, YSU-F-12125 – OP866246; *Arrhenia gerardiana* (*A. gerardiana*): YSU-F-08514 – OP866228, YSU-F-08855 – OP866230; *Arrhenia philonotis* (*Arrhenia* sp.): YSU-F-08140 – OP866221; *Arrhenia* sp. (*A. gerardiana*): YSU-F-08148 – OQ396707; *Ascocoryne turficola* (*A. turficola*): YSU-F-06580 – OP866214, YSU-F-12193 – OQ396710; Нет сиквенса (*Auriscalpium vulgare*); Нет сиквенса (*Cantharellula umbonata*): YSU-F-04503; Нет сиквенса (*Clavaria sphagnicola*): YSU-F-05830; Нет сиквенса (*Collybia cirrhata*): YSU-F-04415; *Cortinarius armeniacus* (*C. biformis*): YSU-F-03969 – OP866185, YSU-F-06277 – OQ366589, YSU-F-06278 – OP866211, YSU-F-07410 – OP866219, YSU-F-10526 – OP866233; *C. aurantiobasis* (*C. huronensis*): YSU-F-05842 – OP866208; *C. bataillei* (*C. huronensis*): YSU-F-04090 – OP866190, YSU-F-12164 – OP866252; *C. brunneotinctus* (*C. quarciticus*): YSU-F-07111 – OQ366575; *C. causticus* (*C. vibratilis*): YSU-F-03944 – OQ366579, YSU-F-04409 – OP866196; *C. cinnamomeus* (*C. huronensis*): YSU-F-12166 – OP866254; *C. coleoptera* (*C. flexipes*, *C. glandicolor*): YSU-F-12168 – OP866256, YSU-F-08357 – OP866224; *C. collinitus* (*C. collinitus*, *C. mucosus*): YSU-F-05994 – OQ366566, YSU-F-08467 – OQ366567, YSU-F-12173 – OP866260; *C. comarostaphylis* (*C. pinophilus*, *C. vibratilis*): YSU-F-04388 – OQ366583, YSU-F-03949 – OQ366584; *C. cruentiphyllus* (*C. semisanquineus*): YSU-F-12099 – OP866240; *C. davemallochii* (*C. huronensis*): YSU-F-10097 – OP866232, YSU-F-12122 – OQ366568, YSU-F-12165 – OP866253; *C. glandicolor* (*C. glandicolor*): YSU-F-03985 – OP866187, YSU-F-04378 – OQ366590; *C. kauffmanianus* (*C. biformis*): YSU-F-05991 – OP866209, YSU-F-07313 – OP866216, YSU-F-08358 – OP866225, YSU-F-08628 – OP866229, YSU-F-12170 – OP866258, YSU-F-12725 – OQ366585, YSU-F-06276 – OQ366586, YSU-F-07314 – OQ366587; *C. lindstroemii* (*C. flexipes*): YSU-F-12131 – OP866250, YSU-F-12167 – OP866255; *C. malachius* (*C. quarciticus*): YSU-F-03938 – OQ366598, YSU-F-06275 – OQ366597; *C. pinophilus* (*C. pinophilus*): YSU-F-07312 – OQ366578; *C. quarciticus* (*C. quarciticus*, *C. pinophilus*): YSU-F-10532 – OQ366594, YSU-F-08353 – OQ366593, YSU-F-08477 – OQ366595; *C. rubellus* (*C. rubellus*): YSU-F-05844 – OQ366581, YSU-F-07913 – OQ366582; *C. scaurus* (*C. scaurus*): YSU-F-03821 – OQ366576,

YSU-F-08356 – OQ366577; *C. semisanguineus* (*C. semisanguineus*): YSU-F-04089 – OQ366571, YSU-F-10539 – OQ366570; *C. sp* (*C. flexipes*): YSU-F-04376 – OQ406266; *C. sp* 1 (*C. obtusus*, *C. subfloccopus*): YSU-F-07112 – OQ366573, YSU-F-12171 – OQ366572; *C. sp* 2 (*C. pluvius*): YSU-F-06488 – OQ366574; *C. sp* 3 (*C. obtusus*): YSU-F-05845 – OQ366580; *C. sp* 4 (*C. pholideus*): YSU-F-04424 – OQ366591; *C. sphagnoravus* (*C. flos-paludis*): YSU-F-08472 – OP866227, YSU-F-05840 – OP866207, YSU-F-06282 – OP866213, YSU-F-10537 – OP866237, YSU-F-12169 – OP866257, YSU-F-12172 – OP866259; *C. suberi* (*C. quarcticus*): YSU-F-04407 – OQ366592; *C. tenuifulvescens* (*C. subfloccopus*): YSU-F-04092 – OQ366569, YSU-F-06281 – OP866212; *C. testaceofolius* (*C. quarcticus*): YSU-F-07592 – OQ366596; *C. venustus* (*C. quarcticus*): YSU-F-07591 – OQ366588; *Cuphophyllus cinerellus* (*C. cinerellus*): YSU-F-04491 – OP866201; *Entoloma fernandae* (*E. fernandae*): YSU-F-12105 – OQ396709; *Entoloma fuscomarginatum* (*E. fuscomarginatum*): YSU-F-10530 – OP866236; *Galerina allospora* (*G. allospora*, *G. sphagnorum*): YSU-F-04385 – OP866193, YSU-F-05998 – OP866210, YSU-F-12176 – OP866262, YSU-F-06496 – OQ380701; *G. calyptrata* (*G. calyptrata*, *G. cerina*): YSU-F-03955 – OQ380698, YSU-F-04379 – OQ380704; *G. paludosa* (*G. paludosa*): YSU-F-12103 – OP866242; *G. pumila* (*G. pumila*): YSU-F-05827 – OP866205; *Galerina sp* (*G. hypnorum*, *G. sphagnorum*): YSU-F-08625 – OQ380699, YSU-F-10529 – OQ380700; *Galerina sp* 1 (*G. calyptrata*, *G. cerina*, *G. hypnorum*): YSU-F-12175 – OQ380708, YSU-F-05828 – OQ380705, YSU-F-07835 – OQ380706, YSU-F-12130 – OQ380707; *G. sp* 2 (*G. sphagnorum*): YSU-F-08626 – OQ380709; *G. sphagnicola* (*G. sphagnicola*): YSU-F-04084 – OQ380703, YSU-F-04399 – OP866195, YSU-F-08473 – OQ380702, YSU-F-12177 – OP866263; *G. tibiicystis* (*G. tibiicystis*): YSU-F-12104 – OP866243, YSU-F-12123 – OP866244; *Gymnopilus decipiens* (*G. decipiens*): YSU-F-06667 – OP866215, YSU-F-10528 – OP866235, YSU-F-12129 – OP866249; *Gymnopilus sp* (*G. fulgens*): YSU-F-04064 – OQ380715, YSU-F-04064 – OQ406265, YSU-F-08623 – OQ380716, YSU-F-08623 – OQ406271; *Gymnopus androsaceus* (*G. androsaceus*): YSU-F-04985 – OP866203; *G. dryophilus* (*G. dryophilus*): YSU-F-09780 – OQ366384; *G. junquilleus* (*G. ocior*): YSU-F-04971 – OP866202, YSU-F-07912 – OQ366385, YSU-F-07912 – OQ406269, YSU-F-08014 – OP866220, YSU-F-08014 – OQ406270; *G. sp* (*G. putillus*): YSU-F-03953 – OQ406264, YSU-F-05835 – OQ366382, YSU-F-06283 – OQ366383, YSU-F-06283 – OQ406268; *Gyroflexus brevibasidiatus* (*G. brevibasidiatus*): YSU-F-05832 – OP866206, YSU-F-12127 – OP866248; *Hebeloma incarnatum* (*H. incarnatum*): YSU-F-03939 – OP866184, YSU-F-04390 –

OP866194; Нет сиквенса (*Hypholoma capnoides*); *H. elongatum* (*H. elongatum*): YSU-F-04112 – OP866192, YSU-F-07318 – OP866218; *Laccaria proxima* (*L. proxima*): YSU-F-04431 – OP866199; *Lactarius helvus* (*L. helvus*): YSU-F-04428 – OP866198; *L. musteus* (*L. musteus*): YSU-F-08240 – OP866222, YSU-F-12126 – OP866247; *L. rufus* (*L. rufus*): YSU-F-12133 – OP866251; Нет сиквенса (*L. uvidus*); *L. vietus* (*L. vietus*): YSU-F-12178 – OP866264; *Leccinum holopus* (*L. holopus*): YSU-F-12179 – OQ406273; *L. schistophilum* (*L. holopus*): YSU-F-12102 – OP866241; *Lichenomphalia umbellifera* (*L. umbellifera*): YSU-F-05069 – OP866204; *Mycena galopus* (*M. galopus*): YSU-F-03777 – OQ407680; *M. megaspora* (*M. megaspora*): YSU-F-12174 – OP866261, YSU-F-04086 – OP866189; Нет сиквенса (*M. pura*); *Mycena* sp. (*M. concolor*): YSU-F-03932 – OQ407681; *Nematoloma longisporum* (*Hypholoma udum*): YSU-F-07317 – OP866217, YSU-F-10527 – OP866234; *Omphaliaster* sp. (*O. borealis*): YSU-F-04122 – OQ396705; *Psathyrella sphagnicola* (*P. sphagnicola*): YSU-F-04433 – OP866200; Нет сиквенса (*Pseudoplectania episphagnum*): YSU-F-07716; *P. lignicola* (*P. nigrella*): YSU-F-07713 – OQ396706; *Psilocybe atrobrunnea* (*P. turficola*): YSU-F-03896 – OP866183; *Russula decolorans* (*R. paludosa*): YSU-F-08371 – OP866226; *R. emetica* (*R. emetica*): YSU-F-04107 – OP866191, YSU-F-04107 – OQ396704; *R. paludosa* (*R. paludosa*): YSU-F-03868 – OP866182, YSU-F-08507 – OQ396708; Нет сиквенса (*Sagaranelia tylicolor*): YSU-F-07834; Нет сиквенса (*Strobilurus stephanocystis*); *Suillus flavidus* (*S. americanus*): YSU-F-03981 – OP866186; *S. praetermissus* (*S. praetermissus*): YSU-F-04382 – OQ407682; *S. punctipes* (*S. variegatus*): YSU-F-10533 – OQ406272; *Sphagnurus paluster* (*S. paluster*): YSU-F-12022 – OP866239, YSU-F-12124 – OP866245; Нет сиквенса (*Thelephora terrestris*): YSU-F-04098; Нет сиквенса (*Tubaria furfuracea*); *Xeromphalina campanelloides* (*X. cornui*): YSU-F-03795 – OQ407679, YSU-F-04042 – OP866188; *X. setulipes* (*X. sp.*): YSU-F-05833 – OQ450385; *X. sp.* (*X. fraximophila*): YSU-F-05025 – OQ407678, YSU-F-05833 – OQ406267.

ЛИТЕРАТУРА

1. Artz, R. Microbial community structure and carbon cycling in peatlands / R. Artz // Carbon Cycling in Northern Peatlands / ed. A. Baird [et al.]. – Washington : John Wiley & Sons, 2013. – P. 111–129.
2. Чернов, И. Ю. Функционирование микробных комплексов в верховых торфяниках – анализ причин медленной деструкции торфа / отв. ред.

И. Ю. Чернов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 128 с.

3. Filippova, N. Literature occurrence database of global fungal diversity in peatlands. Version 1.7. [Электронный ресурс] / N. Filippova, E. Rudykina // Yugra State University Biological Collection (YSU BC). Occurrence dataset. – 2023. – Режим доступа: <https://doi.org/10.15468/p8q8q4> accessed via GBIF.org on 2023-04-06.

4. Filippova, N. Plot-based observations of macrofungi in raised bogs in Western Siberia (2014–2022). Version 1.37. [Электронный ресурс] / N. Filippova, E. Rudykina, A. Dobrynina // Yugra State University Biological Collection (YSU BC). Sampling event dataset. – 2023. – Режим доступа: <https://doi.org/10.15468/e9g5ri> accessed via GBIF.org on 2023-04-06.

5. Filippova, N. The checklist of macrofungi of raised bogs: barcoding of accumulated collection following the 9-year plot-based monitoring. Version 1.2. [Электронный ресурс] / N. Filippova, E. Rudykina, E. Zvyagina // Yugra State University Biological Collection (YSU BC). Occurrence dataset. – 2023. – Режим доступа: <https://doi.org/10.15468/dl.gebk9> accessed via GBIF.org on 2023-04-06.

THE CHECKLIST OF MACROFUNGI OF RAISED BOGS: BARCODING OF ACCUMULATED COLLECTION FOLLOWING THE 9-YEAR PLOT-BASED MONITORING

N. V. Filippova, E. A. Zvyagina, E. A. Rudykina, A. S. Dobrynina

Yugra State University, Khanty-Mansiysk

We present the results of barcoding of accumulated collection of larger fungi, following the 9-year plot-based monitoring in a raised bog in Northwestern Siberia. Molecular identification of about 200 specimens resulted in the total 95 molecular and morphological taxa. 69 species were assigned by BLAST search reliably to taxonomically valid species, 14 taxa remain unassigned (molecular species) and possibly represent undescribed taxa, while 12 taxa remained unsequenced morphologically-defined species.

Keywords: ITS, larger fungi, sphagnum, biodiversity, peatlands

МХИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧУКОТСКОГО НАГОРЬЯ НА ГРАДИЕНТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

С. С. Холод, О. М. Афонина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

e-mail: sergeikhholod@yandex.ru

Ключевые слова: мхи, абсолютная высота, экспозиция склона, шкала почвенного увлажнения, бриоценотип, Чукотское нагорье

Для Арктики приводится семь факторов, в наибольшей степени влияющих на распределение мхов в ландшафте: высота над уровнем моря, уклон склона, экспозиция местообитания, степень удобренности верхнего почвенного горизонта пометом морских колониальных птиц, расстояние от края ледника, гранулометрический состав, увлажнение верхних горизонтов грунтов [1]. На склонах восточной экспозиции Чукотского нагорья происходит монотонное уменьшение числа видов с высотой (рис. 1 a): наибольшее число видов (11) отмечено на высоте 230–250 м над ур. м. На склонах южной экспозиции наблюдается первоначальное возрастание числа видов до 8 (расчетное значение в соответствии с полиномиальной функцией) на высоте 320 м, затем оно резко уменьшается до 1–2 на высоте 430 м (рис. 1 b). Предполагается [2], что основной причиной уменьшения видового богатства с высотой являются климат и разнообразие местообитаний: на высотах более 400 м в западной части Чукотского нагорья выпадают пойменные террасы, склоны нижнего пояса гор, частично – покатые ложбины с пластовым стоком и водоразделы. Так же, как число видов, с высотой уменьшается суммарное проективное покрытие мхов, в частности, на склонах восточной экспозиции (рис. 1 c), эта же тенденция проявляется при увеличении уклона склона до 45–50° (рис. 1 d). Уменьшение суммарного проективного покрытия мхов в этих случаях определяется неустойчивостью рыхлых отложений склонов при большой крутизне последних.

Экоклины ксеротопов и мезоксеротопов (*Bartramia pomiformis* Hedw., *Encalypta rhaptoarpa* Schwägr., *Abietinella abietina* Müll. Hal.: рис. 2 a), представленные на шкале почвенного увлажнения (составлена на основе методики Л. Г. Раменского: [3]), имеют одну вершину, мезотопов и видов с широкой экологической

амплитудой – две или три (*Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid., *Dicranum elongatum* Schleich. ex Schwägr.: рис. 2 б). Второй и третий пики распределения видов возникают в одном случае при сильном влиянии другого фактора: так, в частности, второй (левый) пик *Racomitrium lanuginosum* связан с фактором сухости грунтов. Другая причина многовершинности распределения видов – гетерогенность местообитаний (микроместообитаний): как правило, это – ячеи в рыхлом покрове из дресвы или щебня, делли, а также – крупные кочки *Eriophorum vaginatum* L. или *Carex lugens* Н. Т. Holm. Так, *Dicranum elongatum*, помимо двух пиков в центральной части шкалы, имеет пик в правой (влажной) ее части (поселяется на буграх или кочках *Eriophorum vaginatum*, на верхушках которых преобладает мезоморфный режим).

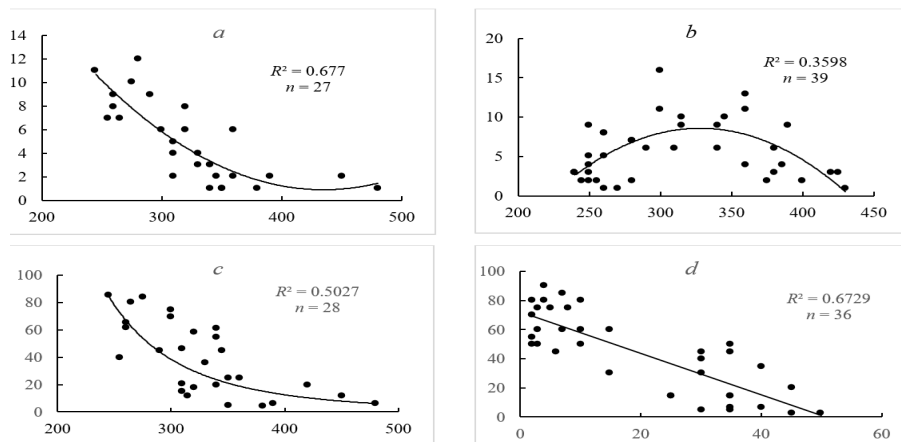


Рис. 1. Зависимости между: числом видов мхов и высотой над уровнем моря на склонах разной экспозиции: *a* – восточной, *b* – южной; суммарным проективным покрытием мхов и высотой над уровнем моря на склонах восточной экспозиции (*c*); суммарным проективным покрытием мхов и крутизной поверхности на склонах западной экспозиции (*d*). По оси абсцисс – высота над ур. м., м (*a*, *b*, *c*), угол уклона склона, град. (*d*), по оси ординат – число видов (*a*, *b*), суммарное проективное покрытие мхов, % (*c*, *d*).

Для анализа распределения мхов по градиентам экологических факторов предложено понятие «бриоценотип» как совокупности мхов одного типа местообитания или тундрового сообщества. Всего выделено 12 бриоценотипов, в которых лидируют особо-

высокоактивные виды: *Aulacomnium turgidum* (Wahlenb.) Schwägr., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, *Dicranum elongatum*, *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske. В осях климато-гидрологических и геоморфологических факторов установлено две группы бриоцено типов: 1) сухих местообитаний, умеренно теплых или умеренно холодных (занимающих склоны южных и нейтральных экспозиций), с быстро сходящим снегом, обычно – крутых склонов (группа А на рис. 3 а, б), 2) влажных, умеренно холодных местообитаний с относительно долго лежащим снегом, чаще всего – пологих склонов, шлейфов и невысоких нагорных террас (группа В на рис. 3 а, б). Эти группы бриоцено типов характеризуют два типа природных обстановок плейстоцен-голоценового времени, в которые получала преимущественное развитие та или иная группа бриоцено типов. Один тип таких обстановок формировался в более сухих и относительно холодных условиях, при меньшей высоте снега, другой – в более влажных, также умеренно холодных условиях, но при достаточном снеговом укрытии. Поскольку на территории Чукотского нагорья не было сплошного ледникового щита, то ареалы видов мхов в эти эпохи не уничтожались, а только сильно сокращались, фрагментировались вблизи узлов горно-долинного оледенения (в центральной части нагорья). Преобладали бриоцено типы 3, 4 и 5 [4], формирующиеся, в основном, на сухих склонах, плоских вершинах и нагорных террасах. Главенствующие позиции в моховом покрове занимали *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Dicranum acutifolium* (Lindb. et Arnell) C.E.J. Jensen ex I.J. Weinm., увеличение площадей которых в верхнем поясе гор было результатом большой устойчивости рыхлых отложений склонов, скованных мерзлотой. Второй тип природной обстановки формировался в условиях межледниковых потеплений, когда интенсивно таяли ледники и снежники и протаивала мерзлота. На пологих склонах и шлейфах получали преимущественное развитие бриоцено типы 7–12, характеризующие умеренно или обильно увлажняемые склоны и террасы (в т. ч. пойменные), часто – с долго лежащим снегом. Мхи *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Sphagnum warnstorffii* Russow, *Tomentypnum nitens* образовывали крупные ковры на участках пластовых водоотоков, в ложбинах стока, неглубоких депрессиях; значительно увеличивались площади ковров *Sanionia uncinata* и *Polytrichastrum alpinum*. О возможных

тенденциях в изменении соотношения мхов и сосудистых растений при переходе от холодных климатических эпох к более теплым можно делать вывод на основе диаграмм, приведенных на рис. 4 а, б, если при этом за тенденцию принимать изменение проективного покрытия этих двух групп растений в направлении справа налево, т. е. от максимальной площади, занятой открытыми (незадернованными) грунтами, к минимальной.

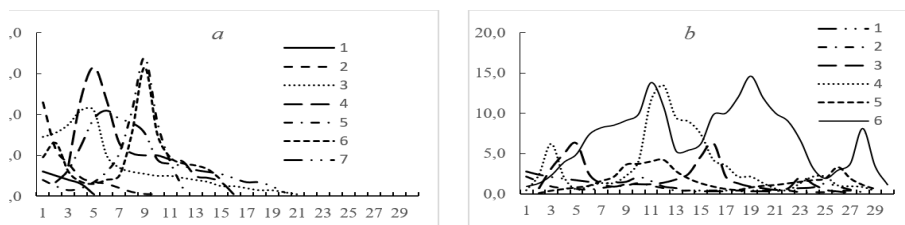


Рис. 2. Экоклины видов на градиенте фактора почвенного увлажнения: ксерофитов и мезо-ксерофитов (1 – *Roaldia revoluta* (Mitt.) P.E.A.S. Svama et Carv.-Silva, 2 – *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber et D. Mohr, 3 – *Polytrichum hyperboreum* R. Br., 4 – *Bartramia pomiformis*, 5 – *Encalypta raptocarpa*, 6 – *Abietinella abietina*, 7 – *Polytrichum piliferum* Hedw.) (a); видов с широкой экологической амплитудой (1 – *Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L. Sm., 2 – *Timmia austriaca* Hedw., 3 – *Dicranum spadiceum* J. E. Zetterst., 4 – *Racomitrium lanuginosum*, 5 – *Flexitrichum flexicaule* (Schwägr.) Ignatov et Fedosov, 6 – *Dicranum elongatum*) (b). По оси абсцисс – шкала почвенного увлажнения, баллы (возрастание степени увлажнения – слева направо), по оси ординат – проективное покрытие, %.

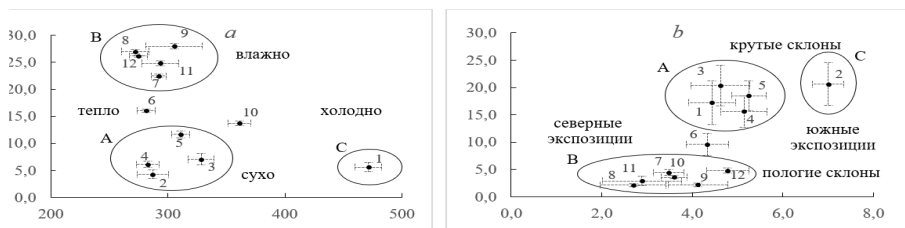


Рис. 3. Бриоценоотипы в пространстве параметров среды. По оси абсцисс – высота над уровнем моря, м (a), экспозиция (баллы шкалы) (b), по оси ординат – почвенное увлажнение (баллы шкалы) (a), угол уклона склона, град. (b). Цифры на обеих диаграммах – номера бриоценоотипов, А, В, С – обозначения групп. Приведена стандартная ошибка.

Из такой модели следует, что освоение растениями территорий начиналось с участков, где уже были как сосудистые растения, так и мхи, причем, доля первых (проективное покрытие) на начальный момент была существенно выше, чем мхов. В этом проявляется потребность последних в защите от прямых солнечных лучей – функции, которую выполняет полог сосудистых растений.

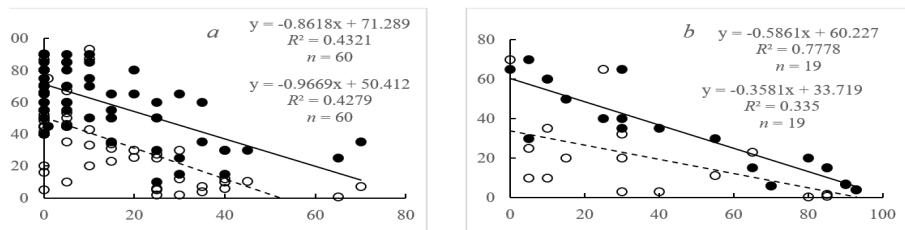


Рис. 4. Зависимость между проективным покрытием мхов, сосудистых растений и площадью незадернованного грунта в разных типах местообитаний: *a* – в верхних частях склонов нижнего пояса гор, на перегибах террас с относительно долго лежащим снегом, *b* – на горных склонах с движущейся осыпью, щебнисто-каменистых террасах склонов. По оси абсцисс – площадь незадернованного грунта, %, по оси ординат – проективное покрытие, %. Заштрихованные кружки – сосудистые растения, незаштрихованные кружки – мхи; уравнения регрессии на диаграммах даны для: верхнее – сосудистых растений, нижнее – мхов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Odasz, A. M. Bryophyte vegetation and habitat gradients in the Tikhaia Bay Region, Hooker Island, Franz Josef Land, Arctic Russia / A. M. Odasz // *The Bryologist*. – 1996. – Vol. 99, N 4. – P. 407–415.
2. Grau, O. A comparison of altitudinal species richness patterns of bryophytes with other plant groups in Nepal, Central Himalaya / O. Grau, J.-A. Grytnes, H. J. Birks // *Journal of Biogeography*. – 2007. – Vol. 34, N 11. – P. 1907–1915.
3. Sobolev, L. N. Russian (Ramenskiy) approaches to community systematization / L. N. Sobolev, V. D. Utekhin // *Ordination and classification of communities. Part V*. – Hague, 1973. – P. 75–103.
4. Холод, С. С. Мхи западной части Чукотского нагорья. Распределение по типам местообитаний и их активность / С. С. Холод, О. М. Афонина // *Ботанический журнал*. – 2023. – Т. 108, № 3 (в печати).

MOSES OF THE WESTERN PART OF THE CHUKCHI HIGHLANDS ON GRADIENTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS

S. S. Kholod, O. M. Afonina

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of
Sciences, Saint Petersburg*

The number of species and the total cover of mosses in the western part of the Chukchi Highlands decrease as they ascend into the mountains, as well as with an increase in the steepness of the slope, which is caused by both a decrease in air temperature and an increase in the degree of soil instability with altitude. On the scale of soil moisture, ecoclines are traced, having both one distribution peak and two or three. The polymodality of the species on the scale is determined by the strong influence of another factor (the granulometric composition of soils), as well as the heterogeneity of the habitat. A model (regression linear dependence) of the development of ice-free soils by mosses in different epochs of the Pleistocene-Holocene time is proposed.

Keywords: mosses, altitude, slope exposure, soil moisture scale, bryocoenotype, Chukchi highlands

Секция 3**ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА****НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ
О ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКАХ
НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

О. В. Аксёнова, Ю. В. Беспалая, С. Е. Соколова, О. В. Травина

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения
Российской академии наук, г. Архангельск
e-mail:svetlasokolova@yandex.ru

Ключевые слова: малакофауна, биоразнообразие Арктики,
Большеземельская тундра

Ненецкий автономный округ (НАО) – крупный регион на северо-западе России, малонаселённый, с высоким рекреационным потенциалом, огромными запасами восполнимых и невозполнимых природных ресурсов. Помимо материковой части к нему относятся острова Колгуев и Вайгач, полуострова Канин и Югорский. Для данной территории характерно обилие рек, самой крупной из которых является р. Печора, и озер, нередко образующих озерные системы. Здесь расположены самые северные в материковой Европе термальные источники Пым-Ва-Шор. Одним из основных компонентов пресноводных экосистем региона являются моллюски. Они имеют большое значение в трофических цепях и обменных процессах сообществ водоёмов.

Первые упоминания о пресноводных моллюсках Ненецкого АО встречаются еще в XIX веке, но в связи с труднодоступностью многих районов региона они до сих пор остаются неравномерно и недостаточно изученными. Наиболее охвачены исследованиями

такие крупные системы озер как Вашуткины, Харбейские и Падимейские озера, отдельные водотоки бассейна р. Печоры и Коротаихи, урочища Пым-Ва-Шор, а также водоемы острова Вайгач.

В данной работе обобщены результаты исследований пресноводных моллюсков Ненецкого автономного округа, проведенных нами в период с 2009 по 2019 гг. За это время были исследованы водоемы на островах Вайгач и Колгуев, п-овов Канин и Югорский, водоемы и водотоки Большеземельской тундры.

Применяемые методики отбора и последующей обработки собранного материала изложены в [1, 2]. Достоверность видового определения помимо морфолого-анатомических данных подтверждена результатами молекулярно-генетического анализа.

В водоемах Большеземельской тундры выявлен 31 вид пресноводных моллюсков, включая прудовика *Peregriana dolgini* и мелкого двустворчатого моллюска *Euglesa lindholmi*, считавшихся сибирскими эндемиками. Ранее вид *P. dolgini* был обнаружен в водоемах на побережье Печорского моря, а также на полуострове Канин, что позволяет расширить границу ареала этого вида на запад за пределы Сибири. В ходе исследований моллюсков в системе Вашуткиных озер обнаружено 23 вида моллюсков. Фауна моллюсков, обитающих в водотоках урочища Пым-Ва-Шор, насчитывает 16 видов, два из них (*Ampullaceana lagotis* и *Gyraulus laevis*) обитают в термальных источниках и образуют специфические сообщества гастроподного типа с высокой численностью моллюсков.

Впервые получены сведения о малакофауне о. Колгуев [2], где было выявлено 16 видов пресноводных моллюсков, из которых 13 обнаружены впервые. Полученные молекулярные данные свидетельствуют о том, что фауна пресноводных моллюсков о. Колгуев – результат недавней миграции после отступления льдов.

Получены новые данные о видовом составе и распределении пресноводных моллюсков в озерах острова Вайгач (девять видов) и Югорского полуострова (четыре вида). Изучены особенности размножения пресноводных моллюсков в зависимости от факторов среды в арктических водоемах о. Вайгач [1] и Вашуткиных озер [3]. Установлено, что тип местообитания, обусловленный характером субстрата, обилием водорослей и химическим составом воды,

играет важную роль в распределении моллюсков в изученных водоемах и водотоках.

В результате исследований проведена ревизия занесенного в Красную книгу НАО подвида двустворчатых моллюсков *Colletopterum seisanense petschoricum*, в ходе которой было установлено, что этот вид не является эндемичным подвигом, а относится к широко распространенному виду *Anodonta anatina*. На территории НАО это вид встречен в бассейнах рек Печора и Индига.

В сводной Таблице приведены виды пресноводных моллюсков, обнаруженных нами в ходе исследований в Ненецком автономном округе. Всего за время работ нами было зарегистрировано 37 видов, принадлежащих к пяти семействам и 16 родам. В целом обнаруженные моллюски представлены широко распространенными в Палеарктике и Голарктике видами, адаптированными к обитанию в условиях высоких широт.

Представленный список не является исчерпывающим, так как, например, в наших данных отсутствуют сведения о моллюсках семейства Physidae, которые ранее были зарегистрированы предшественниками в нижнем течении р. Печора. Несмотря на то, что полученные результаты значительно расширяют имеющиеся сведения о разнообразии, экологии и биогеографических связях пресноводных моллюсков, обитающих в озерах и реках региона, в изучении малакофауны Ненецкого АО имеются значительные пробелы, которые предполагаются устранить в ходе дальнейших исследований.

Обзор подготовлен в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ № FUUW-2022-0039 (№ гос. регистрации 1021060909147-2-1.6.21). Морфолого-анатомические и молекулярно-генетические исследования моллюсков проведены при поддержке РНФ (проект № 21-74-10155).

Таблица

Пресноводные моллюски Ненецкого автономного округа

№	Виды	п-ов Канин	Бассейн р. Индига	Дельта р. Печора	о. Колгуев	Прибрежные низменности Печорского моря	Урочище Пымвапор	Вашуткины озера	о. Вайгач	Югорский п-ов
	Класс Bivalvia									
	Семейство Sphaeriidae									
1	<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+			+	+	+		
2	<i>S. nitidum</i> Clessin in Westerlund, 1877				+				+	+
3	<i>Pisidium amnicum</i> (O.F. Müller, 1774)		+			+	+	+		
4	<i>P. dilatatum</i> (Westerlund, 1897)						+	+	+	
5	<i>Euglesa casertana</i> (Poli, 1791)	+		+	+	+		+	+	+
6	<i>E. globularis</i> (Clessin in Westerlund, 1873)				+	+	+	+	+	
7	<i>E. henslowana</i> (Leach in Sheppard, 1823)									
8	<i>E. liljeborgii</i> (Clessin in Esmark et Hoyer, 1886)	+			+		+	+	+	+
9	<i>E. lindholmi</i> (Starobogatov & Streletzkaja, 1967)				+					
10	<i>E. milium</i> (Held, 1836)	+			+			+		
11	<i>E. nitida</i> (Jenyns, 1832)				+		+			
12	<i>E. obtusale</i> (Lamarck, 1818)	+			+		+	+		
13	<i>E. parvula</i> (Westerlund, 1873)	+					+	+		

Продолжение таблицы

№	Виды	п-ов Канин	Бассейн р. Индига	Дельта р. Печора	о. Колгуев	Прибрежные низменности Печорского моря	Урочище Пылывашор	Вашуткины озера	о. Вайгач	Югорский п-ов
14	<i>E. personata</i> (Malm, 1853)							+		
15	<i>E. subtruncata</i> (Malm, 1855)	+			+		+	+	+	
16	<i>E. supina</i> (A. Schmidt, 1850)							+		+
Семейство Unionidae										
17	<i>Anodonta anatina</i> (Linnaeus, 1758)		+	+						
	Класс Gastropoda									
Семейство Valvatidae										
18	<i>Valvata piscinalis</i> O.F. Müller, 1774				+	+	+	+		
19	<i>V. sibirica</i> Middendorff, 1851						+	+		
Семейство Lymnaeidae										
20	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)					+				
21	<i>Stagnicola palustris</i> (O.F. Müller, 1774)	+			+	+	+	+		
22	<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)				+	+	+			
23	<i>Ampullaceana lagotis</i> (Schränk, 1803)			+			+	+	+	
24	<i>Peregriana dolgini</i> (Gundrizer et Starobogatov, 1979)	+				+				
25	<i>Radix auricularia</i> (Linnaeus, 1758)							+		

Окончание таблицы

№	Виды	п-ов Канин	Бассейн р. Индига	Дельта р. Печора	о. Колгуев	Прибрежные низменности Печорского моря	Урочище Пылвашор	Вашуткины озера	о. Вайгач	Югорский п-ов
Семейство Planorbidae										
26	<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)					+				
27	<i>Anisus leucostoma</i> (Millet, 1813)					+				
28	<i>A. spirorbis</i> (Linnaeus, 1758)					+				
29	<i>A. vortex</i> (Linnaeus, 1758)					+				
31	<i>Bathymphalus contortus</i> (Linnaeus, 1758)					+		+		
32	<i>Gyraulus acronicus</i> (Ferussac, 1807)				+	+	+	+	+	
33	<i>G. albus</i> (O.F. Müller, 1774)					+		+	+	
34	<i>G. borealis</i> (Lovén in Westerlund, 1875)				+					
35	<i>G. laevis</i> (Alder, 1838)						+	+		
36	<i>G. stelmachotius</i> (Bourguignat, 1860)				+	+		+		
37	<i>G. stroemi</i> (Westerlund, 1881)				+			+		
	Число видов	9	3	3	16	17	16	23	9	4

ЛИТЕРАТУРА

1. Preliminary study of the benthic fauna in lakes of the Novaya Zemlya Archipelago and Vaigach Island (the Russian Arctic) / Yu. V. Besspalaya [et al.] // *Polar Biology*. – 2021. – Vol. 44, N 3. – P. 539–557.
2. Видовое разнообразие, пути расселения и экология пресноводных моллюсков о. Колгуев (Баренцево море, Россия) / Ю. В. Беспалая [и др.] // *Биология внутренних вод*. – 2022. – № 6. – С. 734–748.
3. Freshwater Mollusks in Lakes of the Bolshezemelskaya Tundra (Vashutkin Lakes) / Yu. V. Besspalaya [et al.] // *Lake Water: Properties and Uses (Case Studies of Hydrochemistry and Hydrobiology of Lakes in Northwest Russia)* / eds. O. S. Pokrovsky, Yu. V. Besspalaya, L. S. Shirokova, T. Y. Vorobyeva. – Nova Science Publishers Inc., 2021. – P. 267–283.

**NEW DATA ON FRESHWATER MOLLUSCS OF THE
NENETS AUTONOMOUS OKRUG**

**O. V. Aksenova, Yu. V. Besspalaya, S. E. Sokolova,
O. V. Travina**

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic
Research of the Ural Branch of the Russian Academy of
Sciences, Arkhangelsk*

In this work we present the results of studies of freshwater mollusks of the Nenets Autonomous district in the period from 2009 to 2019. During this time, reservoirs on the islands of Vaigach and Kolguev, the Kanin and Yugorsky Peninsulas, reservoirs and watercourses of the Bolshezemelskaya tundra were studied. In total, during the research, we found 37 species belonging to 5 families and 16 genera.

Keywords: malacofauna, Arctic biodiversity, Bolshezemelskaya Tundra

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ В ГРАДИЕНТЕ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Т. Л. Ананина¹, Р. А. Суходольская²

¹ФГБУ «Заповедное Подлеморье»

² Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан,
г. Казань

e-mail: t.l.ananina@mail.ru

Ключевые слова: жужелицы, численность, факторы, высотный трансект

Исследования в горных территориях предоставляют возможности для ответов биоты на факторы окружающей среды. Параметры, скомбинированные вдоль высотного градиента, кроме общих высотных закономерностей (геофизические) отражают и региональные (экологические) особенности. В горах можно встретить экосистемы, характерные для других географических широт [1]. Например, горные тундры Баргузинского хребта по внешнему виду и по составу экологических групп жужелиц соответствуют арктическим тундрам Заполярья [2, 3]. Известно, что большинство горных исследований насекомых посвящено изменению структуры видового состава [4], в то время как работ по изменению численности совершенно недостаточно [3].

Цель нашего исследования – выявление климатических и экологических факторов окружающей среды, влияющих на численность жужелиц в градиентных условиях Баргузинского хребта.

Исследования проводили на территории Баргузинского государственного природного биосферного заповедника, северо-восточная часть оз. Байкал (54°20' с.ш.; 109°30' в.д.). Местность приравнена к районам Крайнего Севера. Климат резко-континентальный, холодный и влажный. Особенность Баргузинского хребта – в его расположении на пути западного переноса воздушных масс, в охлаждающем влиянии озера Байкал и перераспределении температур воздуха по высотным поясам по сезонам года. Летом происходит смещение температурного оптимума в нижнюю и среднюю части горнолесного пояса. Низко- и среднегорный выделки становятся наиболее теплые, в то время как побережье Байкала

и высокогорный выделы – самые холодные. В распределении температур почвы отмечается та же закономерность. Климатические и эдафические условия на побережье Байкала и в высокогорье близки [5]. В зимний период после замерзания Байкала, наблюдается обратная картина. Скатывающийся с гольцов холодный воздух застаивается в нижней части горнолесного пояса, температуры воздуха, даже по сравнению с побережьем, здесь холоднее на 8–10 градусов. В высокогорье, под толстым слоем снега, почвы слабо или почти не промерзают, в отличие от ниже расположенных высотных выделов. Таким образом, в каждом поясе отмечаются свои климатические особенности. Летний и зимний уровень осадков с подъемом в горы увеличивается в 2.5 раза. Длина биологического лета (безморозный период) наиболее продолжительная – в низкогорном, а короткая – в высокогорном выделе. Глубина и продолжительность залегания снежного покрова сокращается со снижением высоты [4, 6].

В процессе анализа мы использовали базы данных количественных учетов жужелиц и наблюдений за метео- и экологическими параметрами, полученными за период 1988–2020 гг., данные морфометрических измерений жужелиц за период 2006–2014 гг. [7, 8]. Десять стационарных учетных площадок размещаются на 30-км высотном трансекте Баргузинского хребта в высотных выделах: побережье оз. Байкал (454–517 м над ур. м.), низкогорный (518–720 м), среднегорный (721–1278 м), высокогорный (1279–1700 м) (рис. 1).

В качестве модельных видов выбраны доминантные виды жужелиц: *Carabus odoratus* Shil., 1996, *Pterostichus montanus* Motsch., 1844, *Pterostichus dilutipes* Motsch., 1844, отличающиеся широким экологическим потенциалом.

Учеты жужелиц проводили методом стандартных почвенных ловушек. В течение всего вегетационного периода на всех площадках работали автоматические 8-срочные термохроны (H=2 м и у поверхности земли), осадкосборники, почвенные термометры Савинова (H=5, 10 см), проводили измерения влажности почвы. Мощность снегового покрова замеряли в марте, в период наибольшего снегонакопления.

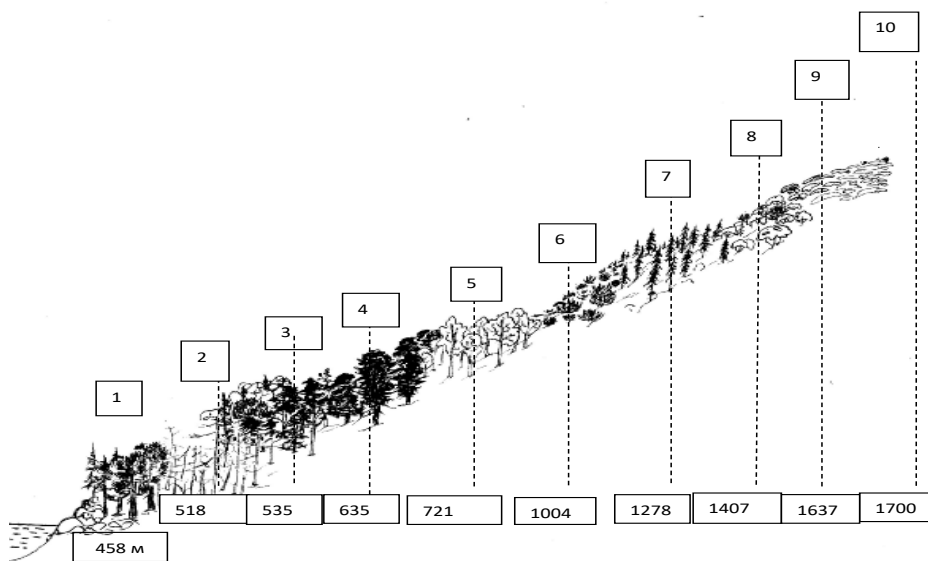


Рис. 1. Расположение учетных площадей в биотопах высотного трансекта. Обозначения биотопов: 1 – кедряч черничный; 2 – лиственничник голубичный, 3 – сосняк брусничный, 4 – кедряч бадановый; 5 – осинник бадановый; 6 – стланик кедровый; 7 – пихтарник черничный; 8 – березняк парковый, 9 – тундра черничная, 10 – пустошь лишайниковая.

Помимо обычных показателей, использовали расчетные индексы: гидротермический коэффициент Селянинова, продолжительность безморозного периода (биологическое лето), продолжительность залегания снежного покрова, сроки наступления весеннего и осеннего фенологических сезонов года. Оценивание силы и общности связи численности популяций жуужелиц с факторами окружающей среды проводили методом рангового корреляционного анализа Спирмена. При этом, за достоверные величины мы принимали положительные и отрицательные значения коэффициента корреляции выше среднего ($S > 0.4$), а значения ($S < 0.4$) принимали за ноль (см. таблицу).

Таблица

**Оценка влияния факторов окружающей среды на численность
доминантных видов жужелиц в градиенте
Баргузинского хребта в 1988–2020 гг.
(корреляция Спирмена, $p < 0.05$)**

Факторы, виды жужелиц	<i>C. odoratus</i>	<i>Pt. montanus</i>	<i>Pt. dilutipes</i>
Среднезимняя $t^{\circ}\text{C}$ толщи воздуха	↑	0	0
Среднелетняя $t^{\circ}\text{C}$ толщи воздуха	0	↑	↑
Среднезимняя $\min t^{\circ}\text{C}$ на почве	↑	0	0
Среднелетняя $\min t^{\circ}\text{C}$ на почве	0	↑	↑
$t^{\circ}\text{C}$ почвы $H=5$ см	↓	0	0
$t^{\circ}\text{C}$ почвы $H=10$ см	↓	0	0
Дата наступления первого заморозка	↓	↑	0
Дата окончания последнего заморозка	0	↓	↓
Уровень летних осадков, мм	↑	↓	0
Продолжительность безморозного периода	0	0	↑
Продолжительность залегания снежного покрова	↓	0	0
Глубина снежного покрова	↑	0	0
Влажность почвы, %	↑	0	0
Степень покрытия почвы мхами	↓	0	0
Степень покрытия почвы лишайниками	↑	0	0
Степень сомкнутости крон	↓	↑	↑
Толщина подстилки	0	↑	↑

Обозначения: ↑ – положительная связь; ↓ – отрицательная связь; 0 – отсутствие связи.

Характерно, что на численность *C. odoratus*, по типу жизненной формы эпигеобионта ходящего, влияет большее количество факторов (70%), в то время как на подстильно-почвенные виды *Pt. montanus* и *Pt. dilutipes* – существенно меньше (35–55%). Для *C. odoratus* важнейшее значение имеют температуры воздуха и почвы, уровень летних и зимних осадков, наличие лишайникового покрова. Эти факторы практически индифферентны для *Pt. montanus* и *Pt. dilutipes*, обладающих стабильным убежищем – подстилкой. Фактор освещенности, в разной степени, имеет значение для всех видов (см. таблицу).

Для наглядной характеристики изменения численности под действием факторов среды использовали метод точечных диаграмм. Оценивание тенденций изменения полученных значений, а также их биологическую интерпретацию проводили методом построения полиномиальных трендов третьей степени [9], т.к. в высотном градиенте Баргузинского хребта зависимости не являются линейными. В результате получены графические изображения отношения численности популяций жуужелиц к факторам окружающей среды. В соответствии с особенностями ландшафта Баргузинского хребта, они имеют вид S-образных кривых. Подобный характер зависимости численности животных от температурных показателей в различных регионах Арктики согласуется с нашими данными [2]. В качестве примера показан полиномиальный тренд зависимости численности *C. odoratus* от глубины снежного покрова (рис. 2).

Carabus odoratus

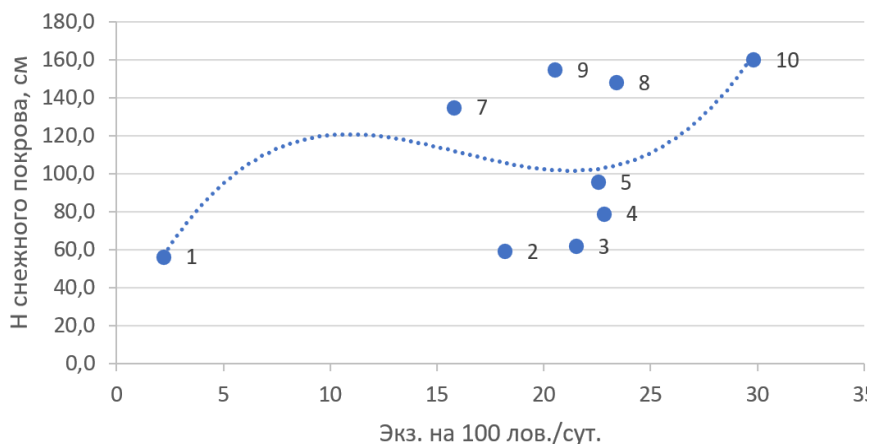


Рис. 2. Связь численности *C. odoratus* с глубиной снежного покрова. Обозначения биотопов как на рис. 1.

На графике видны pessимальная, (пл. 1) и оптимальная (пл. 8, 9, 10) зоны, обусловленные на наш взгляд, условиями зимовки *C. odoratus*. На побережье (пл. 1) у этого вида отмечена самая низкая численность, 2.2 экз. на 100 лов./сут. Глубина снежного покрова в январе, в среднем, составляет всего 50 см при минимальной температуре на почве -18.2°C , почва промерзает до глубины

50–60 см, что отрицательно сказывается на зимующих личинках и имаго жуков, обладающих длительным двух-трех летним жизненным циклом. В то же время, в высокогорных тундрах (пл. 10) численность *C. odoratus* наиболее высока, 29.8 экз. на 100 лов./сут., а мощность снега, достигающая 1.5 м при температуре на поверхности почвы -1.4°C , создает благоприятные условия для зимовки [8].

В предыдущих исследованиях, посвященных морфометрической структуре популяций жужелиц, также было отмечено, что в суровых климатических условиях среднегорного и высокогорного выделов существенно уменьшаются размеры обоих полов у *C. odoratus*. Покровы жуков становятся более плотными, тело в апикально-базальном направлении укорачивается, а в дорзально-вентральном – утолщается, т.е. становится более выпуклым [7].

Таким образом, в высотном градиенте Баргузинского хребта основными факторами, влияющие на численность жужелиц, выступают общие гидротермические и локальные биотопические параметры. Однако, не все факторы окружающей среды влияют на численность жужелиц в одинаковой степени – эпигеобионтный *C. odoratus* более подвержен их влиянию, в отличие от подстилочных *Pt. montanus* и *Pt. dilutipes*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мордкович, В. Г. Основы биогеографии / В. Г. Мордкович. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 236 с.
2. Чернов, Ю. И. Экология и биогеография / Ю. И. Чернов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 580 с.
3. Ананина, Т. Л. Динамика численности жужелиц в горных условиях Северо-Восточного Прибайкалья / Т. Л. Ананина. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госуниверситета, 2010. – 136 с.
4. Korner, C. The use of «altitude» in ecological research / C. Korner // Trends in Ecology and Evolution. – 2007. – Vol. 22, N 11. – P. 569–711.
5. Моложников, В. М. Растительность Прибайкалья / В. М. Моложников ; отв. ред. А. С. Шишкин. – Lap Lamber Academic Publishing, 2014. – 612 с.
6. Ананина, Т. Л. Особенности локальных фаун жужелиц (Carabidae, Coleoptera) Восточного Прибайкалья / Т. Л. Ананина // Труды Русского энтомологического общества. – 2020. – Т. 91. – С. 87–107.
7. Body Size decreases in Altitude Gradient but Sexual Size Dimorphism does not in Ground Beetle *Carabus odoratus* / T. L. Ananina, R. A. Sukh-

odolskaya, A. A. Saveliev, T. A. Gordienko // University of Sindh Journal of Animals Sciences. – 2020. – Vol. 4 (4). – P. 1–13.

8. Ананина, Т. Л. Некоторые результаты мониторинга температурного режима Баргузинского хребта, полученные с помощью автоматических приборов / Т. Л. Ананина, А. А. Ананин // Природные комплексы Северо-Восточного Прибайкалья : Труды Баргузинского государственного природного биосферного заповедника. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2019. – С. 196–202.

9. Коросов, А. В. Специальные методы биометрии / А. В. Коросов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2007. – 363 с.

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECT THE NUMBER OF GROUND BELLETS IN THE GRADIENT OF THE BARGUZINSKY RIDGE (NORTH BAIKAL)

T. L. Ananina¹, R. A. Sukhodolskaya²

¹FSE «Zapovednoe Podlemorye»

²Institute of Ecology, Tatarstan Academy of Sciences

In the Barguzin Ridge, by the correlation analysis, the strength and generality of the relationship between the number of ground beetle populations and environmental factors estimated. In the group of physical factors, the temperatures of the air column, and temperatures on the surface of the earth and in the soil, the duration of the biological summer and the snow cover, and summer's and winter's precipitation level are significant. In the group of local factors, we analyzed the percentage of moss-lichen cover, soil moisture, litter thickness, and degree of tree crown density. Graphic images presented the relationship between the number of ground beetle populations and environmental factors by S-shaped trends. Environmental factors affected ground beetle abundance by in different ways.

Keywords: ground beetles, abundance, factors, high-altitude transect

ВОДНЫЕ МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

М. А. Батурина

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: baturina@ib.komisc.ru

Водные малощетиנקовые черви (*Oligochaeta*) являются важным компонентом донной фауны и играют существенную роль в экосистемных процессах, влияя на структуру донных отложений и участвуя в биологическом круговороте. Олигохеты – экологически пластичная группа водных беспозвоночных, населяющая разнообразные местообитания. В этом обзоре мы предлагаем рассмотреть встречаемость червей в экстремальных водных средах, то есть не в типичном для них диапазоне условий. Примеры, приведенные нами, не являются исчерпывающими, но они иллюстрируют возможности адаптации водных олигохет к условиям, которые находятся на пределе выживания для большинства других организмов.

Одной из форм экстремальных местообитаний, описанных в водных экосистемах мира, являются сероводородные источники. Недостаток кислорода в сочетании с наличием сероводорода в воде влияет на метаболические и репродуктивные процессы видов, видовой состав сообществ, поэтому сероводород токсичен для аэробных организмов даже в малых концентрациях [1]. Сероводородные воды различного состава и степени минерализации широко развиты в пределах всего Предуральяского прогиба [2]. Уникальными водными объектами Крайнего Севера являются многочисленные сероводородные источники комплексного заказника «Адак» (бассейн р. Уса).

Всего в исследованных водоемах территории установлено девять видов олигохет и пять форм, выше видового статуса, относящиеся к семействам: *Naididae*, *Pristinidae*, *Lumbriculidae*, *Propappidae*, *Enchytraeidae*. Все виды широко распространены на европейском северо-востоке России, в большинстве относятся к реофильным, предпочитающим плотные грунты и хорошие условия аэрации вод. В самих источниках олигохет встречено не было, наибольшее число таксонов отмечалось в р. Уса выше и ниже впадения руч.

Иска-шор, в который разгружаются источники. В ручье, куда стекает вода, обогащенная сероводородом, отмечено семь видов и форм, с преобладанием энхетрид и люмбрикулид. У Lumbriculidae кровеносный сосуд имеет развитую сеть разветвленных и слепых боковых кровеносных сосудов, которые, вероятно, обеспечивают лучшее орошение сегментов и, следовательно, лучшую оксигенацию [3]. Вид *Tubifex tubifex* Müller, который считается устойчивым к дефициту кислорода, повышенной концентрации H_2S и метана [4, 5], в бассейне р. Уса не является многочисленным и в наших исследованиях не отмечался.

Температура часто считается одним из доминирующих факторов в распределении олигохет. Особенно в открытых местах обитания, таких как приливные отмели, берега рек, прибрежные зоны и пляжи, колебания температуры часто бывают очень экстремальными. Гидротермальные системы являются природными термостатами, где температура воды у истоков остается практически постоянной в течение довольно длительных промежутков времени. Уникальность руч. Пым-Ва-Шор (Большеземельская тундра) состоит в том, что в него разгружаются единственные на Крайнем Севере Европы естественные горячие источники, соседствующие с холодными карстовыми. Благодаря различиям по температуре и химическому составу воды [6], они создают широкий градиент условий для гидробионтов на небольшом отрезке русла и водосбора. На участке ручья протяженностью ~1.5 км разгружается восемь термальных и пять холодных источников, образуя гидротермальную систему. В период исследований температурная разница между изученными водными объектами и участками руч. Пым-Ва-Шор составляла 24.2 °С.

В большинстве изученных нами термальных источников олигохеты преобладали количественно: постоянно присутствовали в донных сообществах разных по условиям биотопов и характеризовались высоким видовым богатством. Причем показатели их разнообразия отличались в теплых и холодных зонах незначительно, но вклад в обилие зообентоса возрастал при повышенных температурах. Общий список олигохет исследованных водоемов системы включает 26 таксонов (из них 14 видов) входящих в сем. Lumbricidae, Lumbriculidae, Enchytraeidae и Naididae (п/сем. Naidinae, Tubificinae), виды которых отмечались ранее в водоемах Большеземельской тундры. Наиболее часто встречались *Nais bretsheri* Michaelsen, *Nais communis* Piguet

и ювенильные особи п/сем. Tubificinae. Помимо наидид только в карстовых зонах обнаружены представители родов: *Amphichaeta*, *Piguetiella* (п/сем. Naidinae), *Lumbriculus* (сем. Lumbriculidae); только в термальных – *Spirosperma* (п/сем. Tubificinae), *Rhynchelmiss* (сем. Lumbriculidae). Большинство видов наидид, обнаруженных в исследованных водотоках, являются эвритермными, к холодноводным стенотермным относится лишь *N. elinguis*, отмеченный только в ручье Пымва-шор в термальной зоне при температуре 15.4 °С. Возможно, этот факт подтверждает мнение [7], что вид является оппортунистическим, способным развиваться в экстремальных условиях абиотической среды. Одна из адаптивных стратегий олигохет в условиях высоких температур – паратомическое деление, что мы наблюдали у всех доминирующих видов п/сем Naidinae, например, *N. communis* популяция которого в самом теплом водоеме системы (27.4 °С) находилась в фазе паратомического деления. Крупные черви р. *Rhynchelmiss*, как и большинство люмбрикулид, относятся к холодолюбивым, однако в наших сборах они отмечены при температуре 17.0–22.0 °С зимой и 26.0 °С летом. Вероятной причиной этого является высокий уровень грунтовых вод, разгружающихся в ручей. Большая часть видов указывается в литературе как стигобионты, попадающие в поверхностные воды из подземных.

Антропогенные источники могут быть другим примером термического воздействия на водоемы и их обитателей. Так на отдельных участках р. Вычегда наблюдалось превышение температуры над фоновыми значениями [8], что связано поступлением в русло выбросов с очистных сооружений АО «Монди СЛПК». На этом участке реки указывается 31 вид малоцетинковых червей. Влияние повышенного температурного фона в данном примере оказывает влияние на повышение продуктивности экосистемы, что приводит в итоге к массовому развитию устойчивых видов и инвазии новых. В русле реки мы наблюдали высокие показатели численности и разнообразия видов олигохет не характерных для биотопов среднего течения р. Вычегда, в массе развиваются виды не только индикаторы органического загрязнения, но и фитофильные виды, основой пищи которых являются в массе развивающиеся здесь на поверхности грунтов водоросли. Примером может являться и находка массовой популяции вида *Aulophorus furcatus* Окен в выводном канале станции биологической очистки сточных вод. У этого вида наблюдается морфологическое приспособление,

чтобы справиться с низким содержанием кислорода в окружающей среде – жабры. На территории Европейского Севера он встречается в ряде водоемов, но находки его были единичны.

Еще одним типом экстремальных водных экосистем можно считать временные или эфемерные водоемы. Во временных местообитаниях существует лишь короткий период времени, в течение которого водоем заполнен водой. В таких местах обитания только олигохеты с быстрым размножением (R-стратегии) способны выжить и создать популяцию. Эти виды размножаются бесполом посредством партеногенеза (*T. tubifex*), архитомии (*L. variegatus*) или паратомии (*N. elinguis*). Коконообразующие виды, размножающиеся половым путем не способны размножаться за короткий период времени. Как пример таких водоемов можно привести лесной ручей в зоне сплошных рубок. Трансформация морфологии русла ручья и его водосборной территории вследствие проведенных сплошных рубок способствовала пересыханию в летний период части русла. Прерывистость потока привела к сокращению летних растущих когорт макробеспозвоночных, обитающих в ручьях, которые могут быть очень устойчивы к низким температурам, высокой мутности и нестабильным руслам, но имеют низкую устойчивость к пересыханию.

До начала рубок в состав доминирующего комплекса видов был равномерно распределен по всему руслу ручья и включал более 20 видов и форм олигохет. После рубок на участках импактной зоны заметна роль преимущественно молодежи п/сем. Tubificinae, сем. Lumbriculidae. Наиболее часто в пробах бентоса отмечались: *N. communis*; Tubificinae sp., Enchytraeidae gen spp. Состав доминирующего комплекса видов в модельных группах по всему руслу ручья определялся *N. communis* и только на фоновом участке в состав доминантов входили *N. variabilis* и молодежь п/сем. Tubificinae (Oligochaeta). По литературным данным виды *L. variegatus* и *T. tubifex* нередко отмечаются в состоянии покоя в слизистых коконах в осадке пересыхающих водоемов [3].

Особенности арктических пресноводных экосистем (короткий вегетационный период, короткие пищевые цепи, высокая эффективность утилизации доступной энергии, уязвимость структуры сообществ и зависимость ее от отдельных видов) создают особые условия для развития видового разнообразия. Однако, как показывают приведенные выше примеры, экстремальные условия среды могут определять массовое развитие широко распространен-

ных видов, запуская разнообразные стратегии выживания. В таком случае виды, процветающие в экстремальных условиях, могут именоваться как экстремофилы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patterns of macroinvertebrate and fish diversity in freshwater sulphide springs / R. Greenway [et all.] // *Diversity*. – 2014. – Vol. 6. – P. 597–632.

2. Митюшева, Т. П. Сероводородные источники на севере Предуральяского прогиба / Т. П. Митюшева // *Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН*. – 2010. – № 9–2 (189). – С. 48–49.

3. Timm, T. Chapter 21 – Clitellata: Oligochaeta / T. Timm, P. J. Martin ; ed. J. H. Thorp, D. C. Rogers // *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*. – Academic Press : Boston, MA, USA. – 2015. – P. 529–549.

4. Giere, O. Anatomy and ultrastructure of the marine oligochaete *Tubificoides benedii* (Tubificidae), with emphasis on its epidermis-cuticle-complex / O. Giere, B. Rhode. – *Hydrobiologia*. – 1987. – P. 155–159.

5. van Haaren, T. Aquatic Oligochaeta of the Netherlands and Belgium / T. van Haaren, J. Soors. – KNNV Publishing. – 2013. – 354 p.

6. Функционирование субарктической гидротермальной экосистемы в зимний период / ред. К. Г. Боголицин, И. Н. Болотов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2011. – 252 с.

7. Тимм, Т. Малоцетинковые черви (Oligochaeta) водоемов Северо-Запада СССР / Т. Тимм ; ред. М. Брауер, Ю. Метсар. – Таллин : Валгус, 1987. – 298 с.

8. Елсаков, В. В. Спутниковые методы в анализе изменений экосистем бассейна р. Вычегда / В. В. Елсаков, В. М. Щанов // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2016. – Т. 13, № 4. – С. 135–145.

AQUATIC OLIGOCHAETA IN EXTREME CONDITIONS OF THE FAR NORTH: DIVERSITY AND DISTRIBUTION

M. A. Baturina

*Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

The characteristics of aquatic oligochaetes fauna composition and their adaptive reactions are shown on the example of some water bodies of the Far North (hydrogen sulfide springs, thermal springs, thermal pollution zone, and ephemeral waterbodies). Peculiarities of Arctic freshwater ecosystems (short vegetation period, short food chains, and susceptibility of community structure) create special conditions for development of species diversity, including Oligochaeta. However, as the examples show, extreme environmental conditions may determine the development of widespread species, triggering a different of survival strategies. In such a case, species that prosperous in extreme conditions may be referred to as extremophiles. In our examples it were *N. communis*, *N. elinguis*, *A. furcatus*, *T. tubifex*, *L. variegatus* and some other species.

Keywords: aquatic Oligochaeta, extreme conditions, reservoirs of the European North

ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ (ACARI) ВЫСОКОАРКТИЧЕСКОГО ОСТРОВА ШОКАЛЬСКОГО (КАРСКОЕ МОРЕ), 73° С.Ш.

М. С. Бизин, О.Л. Макарова

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, г. Москва
e-mail: *microtus@list.ru*

Ключевые слова: клещи, Acari, Арктика, Российская Арктика, Карское море

Арктические ландшафты населены богатой и разнообразной фауной клещей, в составе которой представлены все основные отряды [12]. Тем не менее степень изученности свободноживущих почвенных клещей полярной области очень отличается как в региональном, так и в таксономическом отношении. Существуют единичные работы, выполненные в пределах российского сектора Арктики, в которых анализируется разнообразие представителей наиболее многочисленного отряда Prostigmata [3, 4]. Практически не изучено население клещей Крайнего Севера Сибири [8].

В августе 2016 г. мы имели возможность посетить небольшой о. Шокальского в южной части Карского моря (расположен в пределах подзоны арктических тундр, входит в состав Гыданского национального парка) и обследовать его наиболее типичные местообитания: приморский соленый марш (лайды), осоково-пушицевое болото, участок осоково-моховой (вариант зонального сообщества) и дриадовой тундры, норвище песцов. Его фауна может рассматриваться как наиболее северная на всем западносибирском трансекте и имеющая переходный характер между собственно тундровой и полярно-пустынной.

В результате анализа 53 стандартных почвенных проб, а также материалов сифтования, почвенных ловушек и ручного разбора мохово-лишайниковых подушек на острове Шокальского установлено обитание не менее 81 вида, принадлежащих ко всем основным отрядам. Объем выявленной фауны составляет около 13% от известного в Арктике числа видов клещей и превосходит разнообразие прочих групп позвоночных и беспозвоночных животных, ранее изученных на острове.

Таксономическая структура соответствует «полярно-пустынному» типу [3]. Наибольший вклад в структуру фауны вносят

протистигматические клещи, представленные 38 видами. Разнообразие орибитид и мезостигмат сокращено в несколько раз по сравнению с более южными районами равнинных и горных тундр (например, [2, 5, 6, 7, 9]). Эти отряды включают по 18 и 17 видов соответственно. Другая характерная черта – «осколочность» таксономической структуры [10]. В большинстве групп животных не менее двух третей родов представлены единичными видами. Среди клещей только роды *Arctoseius*, *Zercon* (Mesostigmata), *Neoprottereunetes* (Prostigmata), *Alicorhagia* (Endeostigmata), *Liochthonius* и *Moritzoppia* (Oribatida) насчитывают от 3 до 9 видов.

Среди 58 точно установленных видов не менее семи распространены всеветно (космополиты и семикосмополиты), 19 видов – полизональные. В то же время 24 вида (41%) имеют циркумполярные или близкие к ним ареалы (голарктические арктические и аркто-монтанные). Их варьирует в разных отрядах от 30% (Prostigmata) до 58% (Mesostigmata). Более-менее ограниченный в долготном отношении ареал имеет небольшое число видов. *Zercon forsslundi* и *Halolaelaps* cf. *gerlachi* ограничены в своем распространении преимущественно западной Палеарктикой, а орибатида *Pyroppia arctica* может считаться восточно-палеарктическим элементом. Вклад сибирской фракции представлен специализированным эвартком *Arctoseius productus* и аркто-монтанным *Zercon* cf. *bajkalensis*. Нивелирование секторальной специфики на фоне увеличения фракции голарктических (арктических и арктомонтанных), то есть криобионтных форм, одна из наиболее заметных особенностей высокоарктической биоты [1, 10].

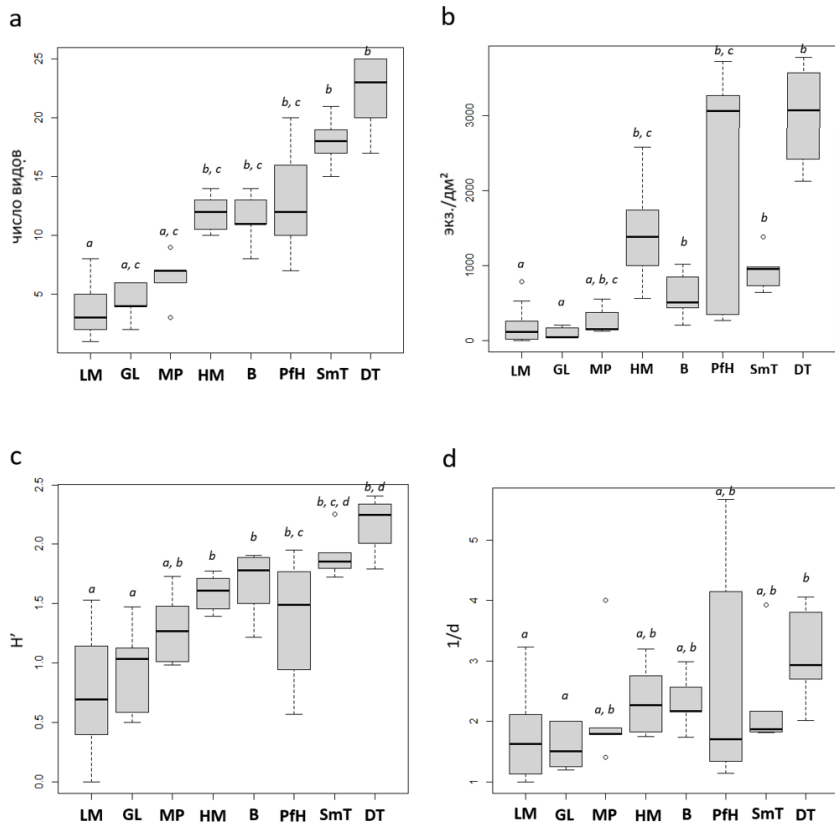
Виды клещей заселяют обследованные местообитания неоднородно: от 10 (помет гусей) до 37 видов (дриадник) в конкретном биотопе, среднее значение: 24.1. В отдельных пробах насчитывается от 3.7 до 22.0 видов (рис. 1а). Общее обилие клещей существенно различается в обследованных биотопах, а именно, увеличивается в ряду от низкого марша и пушицевого болота (101.6–604.8 экз./дм²; но 1424 экз./дм² – высокий марш) к сообществам дриадника и песцовой норы, достигая уровня 3576–3720 экз./дм² (рис. 1б). Практически во всех обследованных местообитаниях по числу особей преобладают протистигматические клещи. Только на приморских маршах они уступают ведущие позиции нескольким специализированным видам орибитид:

стенотопному литоральному *Ameronothrus nigrofemoratus* в зоне низкого марша и гигрофильным *Liochthonius sellnicki* и *Svalbardia lucens* на высокоом.

В наших сборах наиболее обычны (по числу особей) *Steneotarsonemus arcticus* (Tarsonemidae), 13%, *Paratriophtydeus* sp. (Iolinidae), 12%, *Liochthonius sellnicki* (Brachychthoniidae), 10%, *Nanorchestes* cf. *gilli* (Nanorchestidae), 7%, *Svalbardia lucens* (Ceratozetidae), 7%, *Hermannia scabra* (Hermanniiidae), 4%. В 6 местообитаниях из 8 обследованных обнаружены виды *L. sellnicki*, *H. scabra*, *N.* cf. *gilli*, *S. lucens*, а также *Cocceupodes mollicellus*, *Eupodes* cf. *boernerii* (Eupodidae), *Cheilostigmaeus longisetosus* (Stigmaeidae), а *Steneotarsonemus arcticus* и *Paratriophtydeus* sp. найдены в пяти и четырех биотопах соответственно.

Индекс разнообразия Шеннона варьирует в пределах от 0.7 (низкий марш) до 2.2 (дриаdnик), среднее значение – 1.3 (см. рис. с.) В рассматриваемом ландшафтном профиле индекс имеет такую же динамику, как и видовое разнообразие. Степень доминирования (индекс Бергера-Паркера, использован в виде 1/D) в этом ряду меняется непоследовательно (см. рис. d). Наиболее выровненная структура характерна для акроценозов высокого марша (2.3), пушицевого болота (2.3) и дриаdnика (3.1), а самые низкие значения индекса характерны для низкого марша (1.7) и линника (помет гусей, 1.6).

Выявленный на острове Шокальского набор группировок клещей имеет все основные признаки высокоширотных фаун [3, 11]. При этом выражен переходный облик по сравнению с полярными пустынями и более южными, типично тундровыми, районами. По сравнению с зоной полярных пустынь фауна острова, в целом, богаче. Разнообразие отдельных групп (Mesostigmata) сокращено, что, видимо, связано с общей монотонностью рельефа и дефицитом зоогенных местообитаний в ландшафте. Для ценотических группировок характерна существенно большая, чем в полярных пустынях, роль панцирных клещей, причем не только в хорошо теплообеспеченных, но и в переувлажненных биотопах (марши).



Показатели разнообразия клещей в обследованных местообитаниях о. Шокальского (Карское море, август 2016). а – среднее число видов клещей в одной пробе; б – численность клещей; с – индекс Шеннона; д – индекс выровненности Бергера-Паркера. Обозначения: LM – низкий марш; GL – помет гусей; MP – линник казарок; HM – высокий марш; В – осоково-пушициевое болото; PфH – норвище песков; SmT – осоково-моховая тундра; DT – дриадовая тундра (дриадник). Одинаковыми буквами отмечены местообитания, для которых данный показатель не отличается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабенко, А. Б. Коллемболы Арктики: структура фауны и особенности хорологии / А. Б. Бабенко // Диссертация на соискание ученой степени доктора биол. наук. – Москва. – ИПЭЭ РАН. – 2005.
2. Гришина, Л. Г. Панцирные клещи (Sarcoptiformes, Oribatei) западного побережья Таймыра / Л. Г. Гришина, А. Б. Бабенко, Ю. И. Чернов // Вестник зоологии. – 1998. – № 1–2. – С. 116–118.
3. Макарова, О. Л. Акароценозы (Acariformes, Parasitiformes) полярных пустынь. 1. Сообщества клещей Северной Земли. Структура фауны и численность / О. Л. Макарова // Зоологический журнал. – 2002. – № 2. С. 165–181.
4. Макарова, О. Л. Акароценозы (Acariformes, Parasitiformes) полярных пустынь. 2. Ценоотические связи. Структура населения, соотношение подотрядов / О. Л. Макарова // Зоологический журнал. – 2002. – № 12. – С. 1222–1238.
5. Макарова, О. Л. Гамазовые клещи (Parasitiformes, Mesostigmata) европейской Арктики и их ареалы / О. Л. Макарова // Зоологический журнал. – 2012. – № 8. – С. 907–927.
6. Марченко, И. И. Почвенные гамазовые клещи (Acari, Mesostigmata) севера Сибири / И. И. Марченко // Евроазиатский энтомологический журнал. – 2011. – № 6. – С. 517–528.
7. Мелехина, Е. Н. Панцирные клещи в гнездах лапландского подорожника (*Calcarius lapponicus*) на арктическом острове Вайгач. Анализ фауны острова / Е. Н. Мелехина, А. В. Матюхин, П. М. Глазов // Труды Карельского научного центра РАН. – 2019. – № 8. – С. 108–122.
8. Первые сведения о почвенных клещах (Acari) арктического острова Белый (Северный Ямал, Карское море) / О. Л. Макарова [и др.] // Зоологический журнал. – 2014. – № 8. – С. 899–904.
9. Сидорчук, Е. А. К фауне панцирных клещей Полярного Урала / Е. А. Сидорчук // Зоологический журнал. – 2009. – № 7. – С. 800–808.
10. Чернов, Ю. И. Закономерности зонального распределения сообществ на Таймыре / Ю. И. Чернов, Н. В. Матвеева // Арктические тундры и полярные пустыни Таймыра – Ленинград : Наука. – С. 166–200.
11. Behan-Pelletier, V. M. Oribatid mite fauna of northern ecosystems: a product of evolutionary adaptations or physiological constraints? / eds. R. Mitchell, D. J. Horn, G. R. Needham, W. C. Welbourn // Acarology IX. Proceedings of IX International Congress of Acarology. – Ohio Biological Survey. – 1999. – Vol. 2 – Ohio. – P. 87–105.
12. Terrestrial and Freshwater Invertebrates / Hodkinson [et al.] // Arctic Biodiversity Assessment, Reykjavik, The Arctic Council, Conservation of Arctic Flora and Fauna / H. Meltofte. – Akureyri, 2013 – P. 195–223.

FREE-LIVING SOIL MITES (ACARI) OF THE HIGH ARCTIC SHOKALSKY ISLAND (KARA SEA), 73° N**M. S. Bizin, O. L. Makarova***A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution
of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

The taxonomical composition and assemblage structure of free-living soil mites on the small Arctic Shokalsky Island (Kara Sea) are described. The fauna includes at least 81 species, most of which belong to the Prostigmata. The most species-rich genera are *Arctoseius*, *Zercon*, *Neoprotereunetes*, *Alicorhagia*, *Liochthonius* and *Moritzoppia*. The majority of species have wide cosmopolitan, semi-cosmopolitan and Holarctic distribution; fraction of circumpolar species is about 41%. Mean population densities vary between 101.6–3720 spm./dm² per habitat. Prostigmatic mites predominate everywhere, and oribatids are most numerous only on sea marshes.

Keywords: mites, Acari, Arctic, polar Russia, Kara Sea

НОВЫЕ ВИДЫ ПТИЦ В ОРНИТОФАУНЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «НЕНЕЦКИЙ»

Ю. М. Богомолова

ФГБУ Государственный заповедник «Ненецкий», г. Нарьян-Мар

e-mail: uilitta@yandex.ru

Ключевые слова: заповедник «Ненецкий», крапивник, удод, синехвостка

Государственный природный заповедник «Ненецкий» располагается в подзоне типичных тундр восточно-европейского сектора Арктики и полностью входит в северный гипоарктическо-тундровый биом [1]. В настоящий момент орнитологический список заповедника насчитывает 145 видов, из которых 8 видов впервые были зарегистрированы в границах заповедника в последние пять лет. Расширение списка происходит в основном за счёт залётов южных бореальных видов, которые проникают на север вдоль русла реки Печоры, и молодых птиц, которые сбиваются с пути в период летне-осенних миграций.

Uria eopos. Взрослая птица, кормящаяся на щебнистой тундре на севере о. Матвеев, наблюдалась нами 20 сентября 2019 года (рис. 1). По всей видимости, это один из самых северных залётов удода, отмеченный для европейского севера России. Ранее в Ненецком автономном округе две птицы были отмечены Ю. Н. Минеевым 5–7 октября 1981 года в районе м. Чайка на п-ове Югорский шар [2], который располагается на том же 68.48° с.ш. При этом на Скандинавском п-ове птицы могут долетать до 70.90° с.ш. [3].



Рис. 1. Удод на о. Матвеев.

Рис. 1. Удод на о. Матвеев.

Lanius excubitor. Одиночные птицы по древовидным ивнякам в дельте р.Печоры вероятно могут проникать до южных границ заповедника [4], однако в заповеднике птица была отмечена единожды. Мертвый сорокопут был найден под разрушающуюся деревянной постройкой на берегу р. Хабуйкасё 10 июля 2017 года. Для окрестностей г. Нарьян-Мара эта птица в настоящий момент не является редким видом и наблюдается регулярно. В сентябре 2022 года местные жители отмечали также молодых птиц, что может косвенно свидетельствовать о возможном гнездовании серого сорокопута вблизи города.

Nucifraga caryocatactes. 26 августа 2020 года одиночная птица бегала по песчаному берегу п-ова Костяной нос, периодически охотилась на насекомых, в том числе на представителей семейства *Vespidae* (рис. 2). Ранее отмечалась кедровка, залетевшая зимой в один из домов в национальном поселке Нельмин Нос (лич. набл.). В Кадастре объектов животного мира Ненецкого автономного округа за 2015–2017 гг. этот вид фигурирует как вид, встречающийся единично [5], однако более точных опубликованных сведений о находках кедровки в округе найти не удалось.



Рис. 2. Кедровка, наблюдавшаяся на п-ове Костяной нос.

Troglodytes troglodytes. Обычная птица для лесной зоны европейской части России. Одиночная птица была окольцована на п-ове Костяной нос 17 июля 2020 года (рис. 3). Это первые сведения о встрече крапивника на территории не только заповедника «Ненецкий», но и в границах Ненецкого автономного округа.



Рис. 3. Крапивник, пойманный во время кольцевания на п-ове Костяной нос.

Erithacus rubecula. На территории заповедника «Ненецкий» зарянка впервые была отмечена 15 июля 2017 года, когда нами была обнаружена мертвая птица в одном из заброшенных зданий на острове Матвеев. Там же 19 и 20 июля 2019 года наблюдали молодую птицу, которая перелетывала между домами бывшего маячного посёлка. Ещё одна погибшая птица была найдена на острове на следующий год – 28 июля 2020 года, ее обнаружили на верхней площадке металлического маяка. Вероятно, это была та же особь, которую наблюдали годом ранее, так как найденная птица была второго календарного года. Опубликованных сведений о других встречах зарянок на территории Ненецкого автономного округа найти не удалось.

Tarsiger cyanurus. Одиночные самки синехвостки отмечались 20 августа 2018 года (Е. Пунанцев, уст. сообщ.) и 14 сентября 2019 года. Обе встречи произошли на о. Матвеев. В последнем случае птица кормилась между домами бывшего маячного посёлка. Вероятно, это были первые встречи синехвосток не только в заповеднике, но и на территории округа. 28 августа 2022 года в ельнике у г. Нарьян-Мара наблюдалась одиночная самка (Е. Боброва, уст. сообщ.).

Periparus ater. Одиночная московка была отмечена нами в береговых зарослях ив *Salix lanata* и *Salix glauca* на п-ве Костяной нос 24 июня 2017 года. Там же 29 августа 2020 года во время кольцевания были отловлены три взрослые птицы (рис. 4). В Кадастре объектов животного мира Ненецкого автономного округа за 2015–2017 гг. этот вид фигурирует как вид, встречающийся

единично [5], однако более точных опубликованных сведений о находках черной синицы в округе найти не удалось.



Рис. 4. Московки, пойманные при кольцевании на п-ове Костяной нос.

Parus major. Ранее залёты больших синиц отмечались в северной части дельты р. Печоры вплоть до протоки Малый Гусинец [4], однако первая встреча на территории заповедника была зафиксирована только 14 октября 2021 года. Пара кормившихся синиц наблюдалась государственными инспекторами на п-ове Костяной Нос. Для окрестностей г. Нарьян-Мара этот вид в настоящий момент имеет резидентный статус и встречается круглогодично, наиболее часто в местах организации дополнительной подкормки.

Loxia leucoptera. На территории заповедника белокрылый клест отмечен однажды – самка была окольцована на п-ове Костяной нос 17 июня 2017 года. До недавнего времени в окрестностях города Нарьян-Мара эти птицы стаями появлялись зимой только в годы неурожая шишек лиственниц в более южных районах. Однако уже более трех лет белокрылый клест является постоянно живущим видом в массиве ельника у города.

Хотелось бы отметить также первые для Ненецкого автономного округа сведения о наблюдении черного коршуна *Milvus migrans*, отмеченного 24 апреля 2022 года в районе г. Нарьян-Мара. Затем три, две и одиночные птицы неоднократно наблюдались в мае-июле от с. Тельвиска до аэропорта г. Нарьян-Мара (Ю. Дрига, Н. Котельников, уст. сообщ.) [6].

Кроме того, в лесном массиве у г. Нарьян-Мара с 2019 по 2022 годы были зарегистрированы сибирская завирушка *Prunella montanella*, поползень *Sitta europaea asiatica*, пищуха *Certhia familiaris* и дубонос *Coccothraustes coccothraustes*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биомы России. Карта. Масштаб 1 : 7 500 000 / Г. Н. Огурева [и др.]. – Москва : Всемирный фонд дикой природы, 2018.
2. Минеев, Ю. Н. Птицы Большеземельской тундры и Югорского полуострова / Ю. Н. Минеев, О. Ю. Минеев ; отв. ред. А. И. Шепель. – СПб. : Наука, 2012. – 383 с.
3. The Norwegian Biodiversity Information Centre., Hoem S (2023). Norwegian Species Observation Service. Version 1.218. The Norwegian Biodiversity Information Centre (NBIC). –doi: 10.15468/zjzbel
4. Минеев, Ю. Н. Птицы Малоземельской тундры и дельты Печоры / Ю. Н. Минеев, О. Ю. Минеев ; отв. ред. А. И. Шепель. – СПб. : Наука, 2009. – 263 с.
5. Кадастр объектов животного мира (за исключением охотничьих видов) Ненецкого автономного округа за 2015 –2017 гг. / состав. А. В. Вокуев. – Нарьян-Мар, 2018. – 17 с.
6. Ukolov, I. RU-BIRDS.RU, Birds observations database from Russia and neighboring regions / I. Ukolov, M. Kalyakin, O. Voltzit // Zoological Museum of M.V. Lomonosov Moscow State University. – Lomonosov Moscow State University, 2019. – doi: 10.15468/5cjsx70

NEW BIRDS SPECIES IN THE FEDERAL NATURE RESERVE «NENETSKII»

M. Bogomolova

Federal Nature Reserve «Nenetskii», Naryan-Mar

The materials provide information about the observation of the nine bird species not previously recorded in the Federal Nature Reserve «Nenetskii». These are predominantly boreal species that pass to the north along the Pechora River. The dates and places of occurrence of such species as hoopoe, red-flanked bluetail, nutcracker, wren and others are indicated.

Keywords: nature reserve, Nenets, wren, hoopoe, bluetail

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТАЙМЫРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ

М. Г. Бондарь, Л. А. Колпациков

ФГБУ «Заповедники Таймыра», г. Норильск

e-mail: *mikisayan@yandex.ru*

Ключевые слова: северный олень, Таймыр, популяция, результаты исследования

Следует признать, что таймырская популяция диких северных оленей по сравнению с популяциями других регионов России наиболее изучена. Этому способствовал не только вековой интерес учёных-биологов к самой крупной в Евразии популяции «дикаря», но и необходимость систематического контроля её состояния в результате интенсивного промышленного освоения на протяжении последних 60 лет.

В последние десятилетия изучение этих копытных проводится разными научными коллективами с применением различных методологических подходов, в связи с чем получаемые результаты не всегда сопоставимы, что усложняет оценку состояния ресурсов этой популяции. В этот период численность диких северных оленей таймырской популяции оценивалась: ФГБУ «ГПБЗ «Центральносибирский» в 2014 году – 417582 особей [1]; ФГБУ «Заповедники Таймыра» в 2017 г. – 384399 особей [2]; ФГБУ «ГПБЗ «Центральносибирский» в 2021 году – 241600 особей [3], Сибирским федеральным университетом в 2021 году – 350000 особей [4]; ФГБУ «Заповедники Таймыра» в 2022 году – 104102 особей [5]. Проводимые учёты диких северных оленей на Таймыре разными ведомствами дали весьма разнотипные результаты количественных характеристик и часто основывались на экспертных оценках и домыслах. Так, результаты авиаучётов, проведенных разными научными группами в 2021 году, разнятся на 100 тыс. голов, что говорит о разных подходах в проведении учётных работ и интерпретации полученных данных.

В июле-августе 2022 года нами проведен авиаучёт диких северных оленей таймырской популяции по апробированной методике [6]. Авиационные маршруты протяженностью 14948 км покрыли 71% (213528 км²) от летних местообитаний оленя в

центральной части п-ова Таймыр, где скапливается около 90–95% от численности всей популяции [2, 7] (рис. 1).

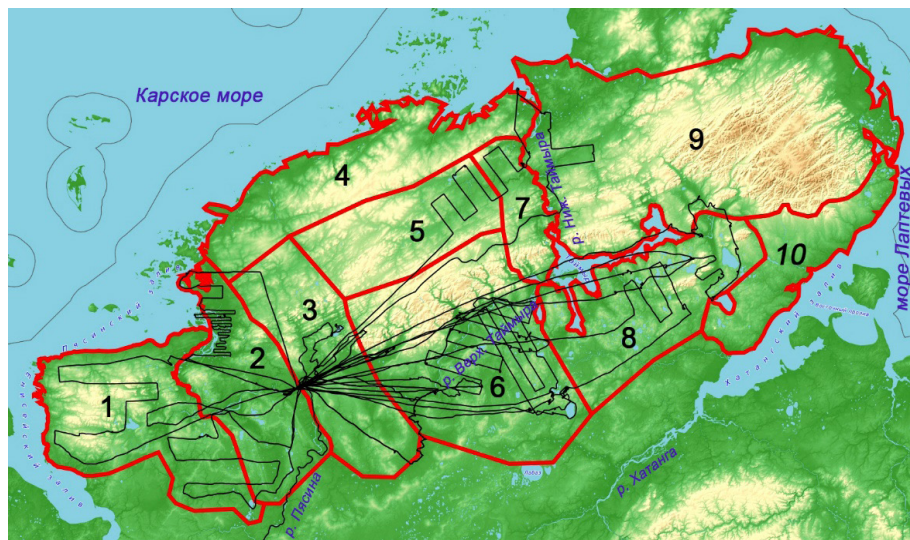


Рис. 1. Карта-схема района исследований с маршрутами авиаучёта и участками для расчёта численности диких северных оленей таймырской популяции в 2022 году.

Учётные работы не проводились в северной и восточной части Таймыра – в летних местообитаниях диких северных оленей, где общая численность животных укладывается в погрешность учёта. Это такие территории как п-ов Челюскин, берег Харитона Лаптева, п-ов Заря, побережье Таймырского залива (участок 4), наиболее возвышенная восточная часть гор Бырранга (участок 9), побережье моря Лаптевых (участок 10) (см. рис. 1).

Общее количество оленей по результатам этого авиаучёта составило 104102 особей. В результате учётных работ дана оценка численности основной части популяции на обследованной территории. В результате неполного учёта на севере и востоке Таймыра, по экспертной оценке, недоучёт может составить 5–10% от общего числа учтённых оленей. Кроме того, по экспертной оценке, до нескольких десятков тысяч голов могло размещаться южнее: между областью учёта и рр. Хета и Хатанга. По нашим оценкам общая численность популяции в июле-августе 2022 года

могла составлять около 150 000 голов, что на 100 тыс. голов меньше официально заявленной численности по данным учёта в 2021 году [3]. Вычитая из этого значения официально утверждённый лимит изъятия, утверждённый на сезон охоты 2022–2023 гг. (6250 особей) и естественный отход в этот зимний сезон, от популяции к весне 2023 года может остаться около 140 тыс. особей.

Анализ половозрастной структуры показал, что демографические показатели популяции также весьма разнятся (см. таблицу).

Таблица

Демографические показатели таймырской популяции диких северных оленей за последние 10 лет, по данным авиаучётов в июле-августе

Год	Выборка для определения пола и возраста, особей	Доля, %				Соотношение взрослых самцов:самок
		Самцы взрослые	Самки взрослые	Телята	Молодняк 1-2 лет	
2014 ^[1]	51163	20.5	52.5	12.4	14.6	1:2.6
2017 ^[2]	55257	18.7	37.6	15.5	28.1	1:2
2021 ^[3]	38660	25	55	8.6	-	1:2.2
2022 ^[5]	13419	7.9	-	14.2	-	-

На всей обследованной территории в 2022 году зафиксирована очень низкая доля взрослых самцов – 7.9%, что составляет 50% от нормы (15–16%). Кроме того, сохраняется устойчиво низкая доля телят-сеголетков – размер приплода на период авиаучёта был равен 14.2% (рис. 2), что при высокой их смертности даёт очень низкий прирост популяции и способствует дальнейшему сокращению её численности.

Состояние популяции находится в неудовлетворительном состоянии, об этом свидетельствует её низкие репродуктивные способности. Снижение доли сеголетков в популяции наблюдается с 2000 г. и устойчиво держится на одном уровне последние 10 лет (см. рис. 2). В 2014 г. доля телят на Таймыре составляла – 11.2 до 13.6% [1, 2], 2016 г. – 13.8%, 2017 г. – 15.5% [3], 2021 г. – 8.6% [4]. В 1988–1993 гг. этот показатель был 22.6–26.0% [7]. Низкая доля телят-сеголетков, кроме повышенного уровня смертности этой половозрастной категории, вероятно объясняется высокой яловостью среди самок и очень низким показателем доли взрослых самцов в популяции.

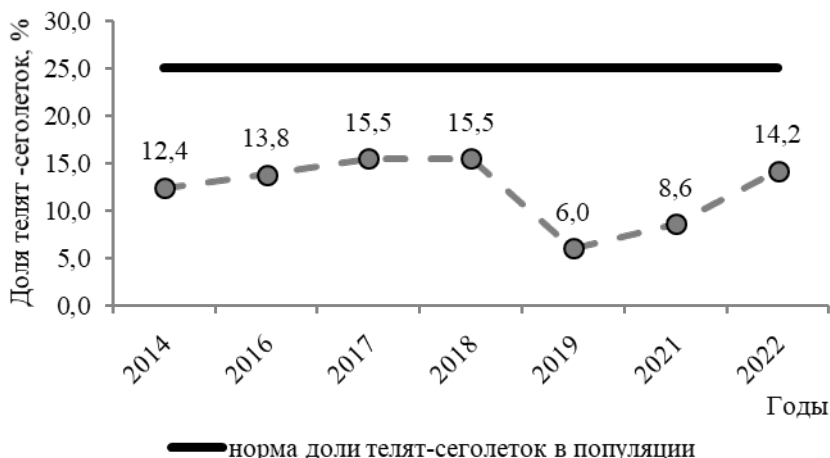


Рис. 2. Динамика доли телят-сеголеток в таймырской популяции дикого северного оленя за последние 10 лет.

Стоит признать, что авиаучёт, выполненный нами в 2022 г. – это ещё один подсчёт численности диких северных оленей таймырской популяции в череде не полномасштабных учётов, проводимых нами и нашими коллегами на протяжении последних 10 лет. За эти годы не проведено ни одного полномасштабного авиаучёта, поэтому нет ни одной точной оценки количественных показателей популяции с допустимыми значениями отклонений. Однако, с некоторой погрешностью, можно уверенно констатировать снижение численности популяции (рис. 3).

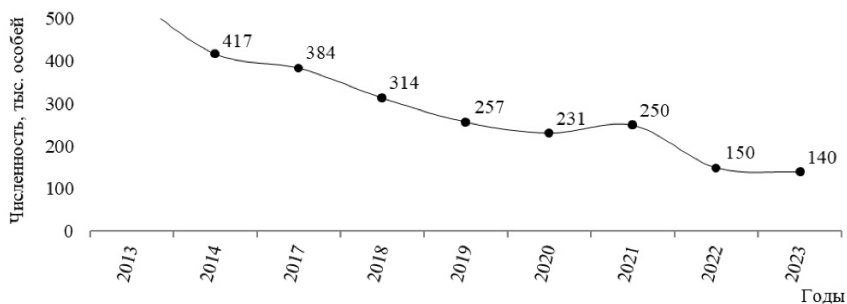


Рис. 3. Динамика численности таймырской популяции дикого северного оленя за последние 10 лет (2013, 2018, 2019, 2020, 2023 гг. наши прогнозные оценки).

Последние официальные данные 2021 г. о численности популяции в целом сопоставимы с нашим прогнозом, составленным еще в 2018-2019 гг. [8], когда мы давали численность на 2021 год около 250 тыс. особей и предлагали установить лимит изъятия не более 20 тыс. особей. Однако к нашим предложениям не прислушались: в сезон охоты 2018–2019 гг. был утвержден лимит – 41.5 тыс. особей, в сезон охоты 2020–2021 гг. – 36.7 тыс. особей (рис. 4), в результате чего численность популяции сократилась и, как показывают данные авиаучёта в 2022 г., снижается до сих пор.

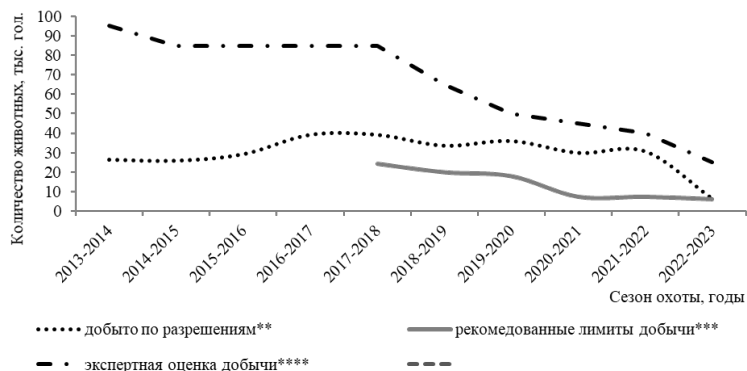


Рис. 4. Динамика заготовок диких северных оленей таймырской популяции за последние 10 лет: * лимиты добычи, утвержденные высшим должностным лицом Красноярского края http://www.krskstate.ru/dat/bin/docs_attach/115590_205_ug.pdf; ** официальные данные уполномоченного регионального органа исполнительной власти http://www.ohotnadzor24.ru/standart_docs/obsestvennyye_obsyuzdenia/; *** рекомендованные лимиты добычи [8 и др.]; **** экспертная оценка добычи [2, 5, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Буянов, И. Ю. Изучение миграции, сезонного размещения и суточной активности дикого северного оленя с помощью спутниковых радиоошейников и авиаучетов / И. Ю. Буянов, А. П. Кочкарев // Национальная ассоциация ученых (НАУ). – 2015. – № 9. – С. 92–96.
2. Бондарь, М. Г. Оценка численности и летнее размещение таймырской популяции диких северных оленей в 2017 году / М. Г. Бондарь, Л. А. Колпачиков ; отв. ред. М. Г. Бондарь // Научные труды Федерального государственного бюджетного учреждения «Объединенная дирекция заповедников Таймыра». – Норильск : АПЕКС, 2018. – Вып. 2. – С. 29–46.

3. Таймырская популяция дикого северного оленя: основные показатели и необходимость контроля уровня использования / П. В. Кочкарёв, В. Д. Казьмин, Д. С. Зарубин, А. П. Кочкарёв // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI Съезд Териологического общества при РАН) : материалы конференции с международным участием, 14–18 марта 2022 г., Москва, ИПЭЭ РАН. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2022. – С. 390.

4. Савченко, А. П. (устное сообщение) Изучение и мониторинг диких северных оленей как индикаторов устойчивого состояния экосистем северных территорий Сибири. Представление результатов мониторинговых работ (включая данные телеметрии спутниковых ошейников) и учетов группировок популяции дикого северного оленя (Презентация) / А. П. Савченко, П. А. Савченко // Рабочая встреча по вопросу сохранения таймыро-эвенкийской популяции дикого северного оленя, 22–23 сентября 2021 г. – Красноярск, 2021.

5. Бондарь, М. Г. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Изучение закономерности пространственно-временной динамики и генофонда таймырской популяции диких северных оленей, как основы для охраны и устойчивого использования ресурсов (заключительный), утв. 30.12.2022 / М. Г. Бондарь, Л. А. Колпащиков – Норильск : ФГБУ «Заповедники Таймыра», 2022. 128 с.

6. Павлов, Б. М. Рациональное использование ресурсов диких северных оленей таймырской популяции / Б. М. Павлов, В. А. Куксов, В. Д. Савельев // Метод. рекомендации НИИСХ Крайнего Севера. – Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1976. — 40 с.

7. Колпащиков, Л. А. Таймырская популяция дикого северного оленя (биологические основы управления и устойчивого использования ресурсов) : автореферат диссертации доктора биологических наук / Л. А. Колпащиков. – Москва, 2000. – 48 с.

8. Колпащиков, Л. А. Современная история таймырской популяции дикого северного оленя: динамика, управление, угрозы и пути сохранения / Л. А. Колпащиков, М. Г. Бондарь, В. В. Михайлов // Труды Карельского научного центра РАН. – 2019. – № 11. – С. 5–20.

THE RESULTS OF STUDIES OF THE TAIMYR WILD REINDEER POPULATION OVER THE PAST 10 YEARS

M. G. Bondar, L. A. Kolpashchikov

United Directorate of Taimyr Nature Reserves, Norilsk

This article presents the results of the study of the Taimyr wild reindeer population over the past 10 years, an assessment of its main indicators is given, conclusions are drawn about the current state and mistakes made in the management of the resources of this population are indicated.

Keywords: reindeer, Taimyr, population, research results

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МЕДВЕЖЬИ ОСТРОВА» (АРКТИЧЕСКАЯ ЯКУТИЯ)

А. П. Бурнашева

Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Якутск

e-mail: a_burnacheva@mail.ru, ananpo@mail.ru

Ключевые слова: энтомофауна, биоразнообразие, Медвежий острова, Северная Якутия, арктические виды

Государственный природный заповедник «Медвежий острова» расположен на территории 815568 га, занимающей острова архипелага Медвежий острова, прилегающие к ним акватории и части колымской тундры на материке. Энтомологические работы проведены автором с 28 июля по 20 августа 2021 г. и охватывают материковый (побережье Восточно-Сибирского моря, устье р. Эньюмчуевем, N 70°27' E 159°56') и островной (о-в Крестовский,

бухта Пионер, N 70°51' E 160°33') участка. Достаточно поздние для якутского лета сроки обусловлены датой открытия навигации из-за дрейфа многолетних льдов на море. До начала наших работ данные об энтомофауне заповедника отсутствовали.

Климат района исследований резко континентальный, суммарная годовая радиация составляет 20.5 ккал/см², средняя годовая температура воздуха от -13.2 до -14.3 °С. Преобладающим типом растительности на побережье являются полигонально-валиковые тундроболота с зарослями ив, пушицы влагалищной и осок на валиках и травяными болотами в мочажинах. На острове Крестовский распространены кустарничковые зеленомошные и лишайниково-зеленомошные мелкобугорковые арктические южные тундры [1, 2].

Насекомые были собраны с помощью общепринятых методик. Для сбора герпетобионтов на 5 модельных участках были заложены линии ловушек Барбера: в устье р. Энючувеем: ЛБ-1 кустарничково-зеленомошная осоковая тундра; на острове Крестовский: ЛБ-2 пологий каменистый склон на границе между водораздельными и тундровыми местообитаниями; ЛБ-3 кустарничковая зеленомошная мелкобугорковая тундра; ЛБ-4 песчаный берег в бухте Пионер; ЛБ-5 разнотравно-осоковая ассоциация; отработано 170 ловушко/суток. Общий объем изученного материала составил 577 экземпляров из 10 отрядов насекомых, в т.ч. 229 экз. из 6 отрядов было собрано на о-ве Крестовский архипелага Медвежьи острова.

Таким образом, на данный момент энтомофауна ГПЗ «Медвежьи острова» выявлена в объеме 10 отрядов, 29 семейств, 36 родов и 41 вида насекомых (табл. 1), что лишь в незначительной мере отражает реальный таксономический состав фауны насекомых данной территории и свидетельствует о необходимости продолжения исследований. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются отряды двукрылые (17 видов, 41.5% от всей фауны насекомых) и жесткокрылые (девять видов, 22%), наименьшим – подёнки и равнокрылые (по одному виду, 2.4%).

В период работ на побережье Восточно-Сибирского моря и на о-ве Крестовский стояла пасмурная и ветреная погода, поэтому в сборах довольно мало летающих насекомых, таких как ручейники и чешуекрылые. Ввиду того, что сроки цветения многих видов тундровых растений уже прошли, комплекс насекомых-опылителей тоже представлен слабо – нет привычных для тундровых ассоциаций полярных шмелей и цветочных мух.

Таблица 1

Таксономический состав фауны насекомых района исследований

Отряд	Устье р. Энюмчувеем			О-в Крестовский		
	семейств	родов	видов	семейств	родов	видов
Класс Insecta–Entognatha						
Collembola (Ногохвостки)	1	2	2	1	1	1
Класс Insecta–Ectognatha						
Ephemeroptera (Подёнки)	1	1	1	–	–	–
Homoptera (Равнокрылые)	1	1	1	–	–	–
Heteroptera (Полужесткокрылые)	2	2	2	1	1	1
Thysanoptera Бахромчатокрылые)	2	2	2	–	–	–
Coleoptera (Жесткокрылые)	4	5	7	2	4	6
Trichoptera (Ручейники)	1	1	2	–	–	–
Lepidoptera (Чешуекрылые)	2	2	2	2	2	2
Hymenoptera (Перепончатокрылые)	3	3	3	1	1	1
Diptera (Двукрылые)	12	14	16	4	4	4
Всего:	29	33	38	11	13	15

Особенностью фауны насекомых заповедника «Медвежьего острова», как и всей тундровой зоны, является отсутствие комплекса ксилофагов и отряда прямокрылых. Очень мало здесь и сосущих насекомых – один вид цикадовых (Homoptera, Cicadinea) отмечен в устье р. Энюмчувеем, из отряда полужесткокрылые собрано всего 2 вида. Из них циркумарктобореальный клоп *Chiloxanthus stellatus stellatus* (Curtis, 1835) из семейства Saldidae широко распространен по всей тундровой зоне Якутии [3] и встречается в обоих пунктах, предпочитая прибрежные и заболоченные местообитания. Второй вид из семейства Acanthosomatidae принадлежит к роду *Elasmotethus* sp., приводящегося впервые для Северной Якутии из устья р. Энюмчувеем.

В моховой дернине, в укрытии от ветра хорошо развит комплекс полупочвенных беспозвоночных. В него входит большое количество видов ногохвосток, клещей, пауков, жуков-стафилинов и др. Коллемболы, занимающие в сборах 38% от обще-

го количества экземпляров, представлены двумя видами: *Morulina gigantea* (Tullberg, 1877) и *Sminthurus orientalis* Bretfeld, 2000. Восточнопалеарктический вид *Morulina gigantea*, ранее известный для территории Якутии с о-ва Преображения в море Лаптевых [4, 5], особенно многочисленен в сборах с островного участка. *Sminthurus orientalis*, описанный из нескольких точек на севере и северо-востоке Якутии [6], отмечен только из материкового участка, редок.

По предварительным данным, жужелицы относятся к 6 видам: *Pterostichus* (*Lenapterus*) aff. *agonus* G. Horn, *Pt. (Cryobius)* aff. *pinguedineus* (Esch.), *Pt. (Cryobius)* aff. *brevicornis* (Kirby), *Pt. (Cryobius)* sp., *Bembidion* aff. *infuscatum* Dejean, 1831 и *Curtonotus alpinus* (Paykull, 1790). В сборах с устья р. Энюмчуедем доминируют *Pterostichus agonus*, с острова – *Pt. pinguedineus*. Также довольно обычен листоед *Chrysolina (Arctolina) magniceps* (Sahlberg, 1887) из семейства Chrysomelidae. В общем, отряд жесткокрылые занимает 12% в сборах.

В результате наших исследований впервые для фауны Северной Якутии отмечен отряд бахромчатокрылых, или трипсов (Thysanoptera). На территории заповедника, на побережье Восточно-Сибирского моря в ассоциациях осоки и пушицы найдено два вида: *Anaphothrips dentatus* Cui, Xi & Wang, 2017 и *Cephalothrips monilicornis* (Reuter, 1885).

Из отряда чешуекрылых отметим встречи двух видов: листовертки *Zeiraphera griseana* (Hübner, 1799) и волнянки из видовой группы *Gynaephora (rossii)* (Curtis, 1835), sp. gr. Гусеницы волнянки и на побережье, и на острове Крестовский находили лежащими открыто на инсолируемой части растительной дернины. В отличие от волнянки, которая приспособлена к обитанию в условиях Арктики [7], листовертка *Zeiraphera griseana* не является постоянным обитателем архипелага и, скорее всего, была занесена с помощью воздушных потоков. В литературе приводились случаи заноса мелких чешуекрылых на арктические острова, например, та же *Zeiraphera griseana* регистрировалась на острове Визе [8], а *Gesneria centuriella* [Denis & Schiffermüller], 1775 и *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1767) – на о-ве Большевик [9].

Двукрылые, наряду с ногохвостками, занимают центральное место в фауне заповедника «Медвежьи острова» (35,5% от общего количества собранных экземпляров). На данном этапе большая часть материала определена до уровня семейств; идентифицированы Limoniidae, Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Dolichopodidae,

Empididae, Syrphidae, Ephydriidae, Sciomyzidae, Scatophagidae, Calliphoridae и Muscidae (с родами *Helina* Robineau-Desvoidy, 1830, *Lispe* Latreille, 1796, *Spilogona* Schnabl, 1911). Из кровососущих комаров в хорошую погоду на материковом участке отмечались *Ochlerotatus communis* (De Geer, 1776) и *Ochlerotatus hexodontus* (Dyar, 1916).

Мезофауна напочвенного яруса исследуемой территории представлена 6 отрядами насекомых, а также пауками и клещами (табл. 2). Ядро фауны беспозвоночных составляют представители пауков и коллембол; в четырех биотопах из пяти исследованных присутствуют жесткокрылые. По общей плотности герпетобия лидирует сообщество ЛБ-5 разнотравно-осоковой ассоциации (580 экз. на 100 лов.-сут.), затем ЛБ-3 кустарничково-зеленомошной тундры (386.6 экз. на 100 лов.-сут.). Самое меньшее количество насекомых отмечено на ЛБ-4 песчаном берегу океана – 53.2 экз./100 лов.-сут. и всего два таксона артропод.

Таблица 2

**Динамическая плотность герпетобионтного населения беспозвоночных
ГПЗ «Медвежьи острова» (экз./100 лов.-сут.)**

Таксоны	Участки									
	ЛБ-1 осоковая тундра		ЛБ-2 каменистый склон		ЛБ-3 зеленомошная тундра		ЛБ-4 песчаный берег		ЛБ-5 разнотравно- осоковая	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Aranei	66	29.5	50	27.3	43.3	11.2	20.1	37.6	73.3	12.6
Acari	8	3.6	–	–	–	–	–	–	–	–
Collembola	50	22.3	50	2,3	326.7	84.4	33.3	62.4	466.7	80.5
Heteroptera	42	18.7	–	–	3.3	0.9	–	–	–	–
Coleoptera	56	25	43.3	23.6	10	2.6	–	–	40	6.9
Lepidoptera	–	–	3.3	1.8	–	–	–	–	–	–
Нymenoptera	2	0.9	3.3	1.8	3.3	0.9	–	–	–	–
Diptera	–	–	33.3	18,2	–	–	–	–	–	–
Всего:	224	100	183.2	100	386.6	100	53.4	100	580	100
Индекс Шеннона (H')	1.52		1.5		0.57		0.66		0.62	
И. Бергера- Паркера (d)	0.3		0.27		0.84		0.62		0.81	

Максимальные значения индекса видового разнообразия Шеннона, учитывающего не только число видов, но и выравненность фауны в целом, зарегистрированы для ЛБ-1 осоковой тундры ($H' = 1.52$) и ЛБ-2 каменистого склона на водоразделе ($H' = 1.5$), где отмечено по 6 таксонов. Эти сообщества характеризуются одновременно невысокими значениями индекса доминирования, отражающими доли их доминирующих таксонов (в ЛБ-1 доля пауков 29.5%, ЛБ-2 пауков и коллембол – по 27.3%). Если сравнивать сообщества по значениям индекса Бергера-Паркера, то максимумы отмечены для сообществ ЛБ-3 кустарничково-зеленомошной тундры ($d = 0.84$) и ЛБ-5 песчаного берега океана ($d = 0.81$). В обоих биотопах он является выражением значительного преобладания коллембол, самого многочисленного в заповеднике отряда.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России по проекту «Популяции и сообщества животных водных и наземных экосистем криолитозоны восточного сектора российской Арктики и Субарктики: разнообразие, структура и устойчивость в условиях естественных и антропогенных воздействий», № гос.регистрации 121020500194-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. – Москва : ГУГК, 1989. – 115 с.
2. Егорова, А. А. Конспект флоры арктической Якутии: Сосудистые растения / А. А. Егорова ; отв. ред. Е. Г. Николин. – Новосибирск : Наука, 2016. – 188 с.
3. Vinokurov, N. N. Annotated catalogue of the true bugs (Heteroptera) of Yakutia / N. N. Vinokurov // *Zoosystematica Rossica*. – 2020. – Sup. 3. – 203 p.
4. Linnaniemi, W. Résultats scientifiques de l'expédition des freres Kuznetsov (Kouznetzov) a l'oural Arctique en 1909, sous la direction de П. Backlund / W. Linnaniemi // *Mémoires de l'academie des sciences de Russie*. – Petrograd, 1919. – Vol. 28, № 13. – P. 1–15.
5. Стебаева, С. К. Новый род и вид ногохвостки подсемейства Anurophorinae (Collembola, Isotomidae) из предгорий Алтая / С. К. Стебаева // *Новости фауны Сибири (Новые и малоизвестные виды фауны Сибири)*. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1976. – С. 45–51.
6. Bretfeld, G. Third report on *Symphyleona* from Russia, and also from Georgia, Kazakhstan, Kirghizia, and the Ukraine (Insecta, Collembola) / G. Bretfeld // *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums, Görlitz*. – 2000. – Bd. 72, H. 1. – P. 1–57.

7. Morewood, W. D. Immature stages of high arctic *Gynaephora* species (Lymantriidae) and notes on their biology at Alexandra Fiord, Ellesmere Island, Canada / W. D. Morewood, P. Lange // Journal of Research on the Lepidoptera. – 1997. – No 34. – P. 119–141.

8. Gavrilov, M. V. Carried with the wind: mass occurrence of *Zeiraphera griseana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera, Tortricidae) on Vize Island (Russian High Arctic) / M. V. Gavrilov, I. I. Chupin, M. V. Kozlov // Nota Lepidopterologica. – 2021. – T. 44. – P. 91–97.

9. Макарова, О. Л. Чешуекрылые (Lepidoptera) полярных пустынь / О. Л. Макарова, А. В. Свиридов, М. А. Клепиков // Зоологический журнал. – 2012. – Т. 91, № 9. – С. 1043–1057.

THE FIRST RESULTS OF STUDY OF THE ENTOMO- FAUNA OF THE “MEDVEZHYY ISLANDS” RESERVE (ARCTIC YAKUTIA)

P. Burnasheva

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone
Siberian Branch of RAS, Yakutsk*

The report discusses the first results of a study of the insect fauna of the Bear Islands reserve. At the moment, 10 orders, 9 families, 36 genera and 41 species of insects have been identified.

Keywords: biodiversity, Medvezhyi Islands archipelago, Northern Yakutia, arctic species

К ФАУНЕ БЛОХ (SIPHONAPTERA) МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ (RODENTIA; LIPOTYRNLA) МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Н. М. Быховец, А. Н. Петров

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: bykhovets.n@ib.komisc.ru

Ключевые слова: блохи, Siphonaptera, мелкие млекопитающие, тундра

В рамках исследования фауны и биоразнообразия мелких млекопитающих района Коровинской губы (НАО, междуречье рек Седуйяха и Сенгрыяха; N 68°20'2"; E53°18'15"; август-сентябрь 2016–2017 гг.) получены первичные данные по видовому составу и распределению блох мелких млекопитающих. Сбор блох проводили по стандартным методам способом очеса отловленных животных, фиксировали в 70%-ном этиловом спирте, изготавливали постоянные препараты в канадском бальзаме [1].

На грызунах и насекомоядных, отловленных в районе Коровинской губы, зарегистрировано 5 видов блох, принадлежащих к 3 семействам (Ceratophyllidae, Leptopsyllidae и Stenophtalmidae): *Corrodopsylla birulai* Ioff, 1928, *Amphipsylla sibirica* Wagner, 1898, *Peromyscopsylla bidentata* Kolenati, 1863, *Megabothris rectangularis* Wahlgren, 1903, *Ceratophyllus (Emmareus) garei* Rothschild, 1902. Все эти виды – широко распространенные, типичные для Северной Евразии [2, 3]. Всего учтено 45 особей.

Абсолютным доминантом оказалась *C. birulai* (50%) – специфический паразит насекомоядных (кутор и землероек); второе место заняли *A. sibirica* и *P. bidentata* (соответственно 24 и 18%). Доли *M. rectangularis* и *C. garei* составили в сборах лишь по 4% соответственно.

Из девяти видов мелких млекопитающих, отмеченных в районе исследований, блохи регистрировались на 3 видах – полевке-экономке *Microtus oeconomus* Pallas, 1778, рыжей полевке *Myodes glareolus* Pallas, 1779 и обыкновенной буроzubке *Sorex araneus* Linnaeus, 1758.

C. birulai встречалась исключительно на обыкновенной буроzubке, которая абсолютно доминировала в сообществе мелких мле-

копитающих. *A. sibirica* отмечена как на обыкновенной бурозубке, так и на полевках; *P. bidentata*, как и *M. rectangulatus* – только на полевках. *C. garei* зарегистрирована на полевках-экономках. Этот вид – широко распространенный обитатель птичьих гнезд, устраиваемых на земле или кустарниках, но может встречаться и на хищниках, грызунах, нападать на человека [2, 3].

Таким образом, в районе исследований отмечены широко распространенные виды блох, типичные для Европейского Севера. Доминирование *C. birulai* связано с преобладанием в населении мелких млекопитающих ее хозяина – обыкновенной бурозубки. Известно, что фауны блох зон тундры и тайги достаточно бедны вследствие достаточно позднего формирования их фауны грызунов и насекомых [4], но в связи с глобальным изменением климата и широко известным «позеленением Арктики» повсеместно наблюдается проникновение южных видов на север, благодаря чему следует ожидать и изменение ареалов паразитов.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» FUUU-2022-0086.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иофф, И. Г. Определитель блох Восточной Сибири, Дальнего Востока и прилегающих районов / И. Г. Иофф, О. И. Скалон. – Москва : Медгиз, 1954. – 275 с.
2. Ващенко, В. С. Видовой состав блох (Siphonaptera) северо-запада России / В. С. Ващенко // Паразитология. – 1996. — № 30 (5). – С. 410–424.
3. Сапегина, В. Ф. Блохи (Siphonaptera) Западно-Сибирской равнины / В. Ф. Сапегина // Энтомологическое обозрение. – 2003. – Т. 82, № 3. – С. 598–608.
4. Медведев, С. Г. / Пути происхождения фауны кровососущих насекомых Северной Палеарктики на примере блох (Siphonaptera), комаров семейства Culicidae и мошек (Diptera: Simuliidae) / С. Г. Медведев, А. В. Халин, С. В. Айбулатов // Паразитология. – 2017. – Т. 51, № 6. – С. 499–516.

**FLEAS SPECIES OF SMALL MAMMALS (RODENTIA;
LIPOTYPHLA) FROM MALOZEMELSKAYA TUNDRA****N. M. Bykhovets, A. N. Petrov***Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Five flea species on three small mammals species near Korovinskaya Guba (in Pechora River Delta, Russia, Nenets Autonomous District, N 68°20'2"; E 53°18'15") were recorded: *Corrodopsylla birulai* Ioff, 1928, *Amphipsylla sibirica* Wagner, 1898, *Peromyscopsylla bidentata* Kolenati, 1863, *Megabothris rectangulatus* Wahlgren, 1903, *Ceratophyllus (Emmareus) garei* Rothschild, 1902. Host small mammals species were *Microtus oeconomus* Pallas, 1778, *Myodes glareolus* Pallas, 1779 and *Sorex araneus* Linnaeus, 1758. The most common flea, *C. birulai*, was registered on *Sorex araneus* only; it was 50% of the total number. *A. sibirica* and *P. bidentata* comprised accordingly 24 and 18%. *M. rectangulatus* and *C. garei* – 4% each. *A. sibirica* was recorded both on shrews and voles, *P. bidentata*, *M. rectangulatus* and *C. garei* – on voles.

Keywords: fleas, Siphonaptera, small mammals, tundra

МИГРАЦИИ ПТИЦ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Е. В. Данилова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: danilova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: миграция птиц, гусеобразные, ржанкообразные, Европейский северо-восток, Республика Коми

Миграции птиц – ежегодные сезонные явления, которые наблюдаются в Республике Коми, где естественным барьером между Европейским северо-востоком и Западной Сибирью служат Уральские горы. Миграции птиц, ключевые участки пролета и остановки мигрантов в Республике Коми изучены недостаточно. В этой связи, изучение сезонных миграций птиц, особенно относящиеся к охотничьим видам – гусеобразные и ржанкообразные птицы, на Европейском северо-востоке представляет научный интерес, дополняющий и конкретизирующий миграции в Республике Коми, выявляет места остановок мигрантов, направление миграционных потоков географических популяций птиц.

В Республике Коми на пролете зарегистрировано 24 вида гусеобразных и 32 вида ржанкообразных птиц, из них восемь и два вида соответственно занесены в Красные книги Российской Федерации [1] и Республики Коми [2]. Многочисленными на пролете были гуменник (*Anser fabalis*), белолобый гусь (*A. albifrons*), турухтан (*Phylomachus pugnax*), сизая (*Larus canus*) и озерная (*L. ridibundus*) чайки. Субдоминантами – свиязь (*Anas penelope*), хохлатая чернеть (*Aythya fuligula*), чибис (*Vanellus vanellus*), большой веретенник (*Limosa limosa*) и фифи (*Tringa glareola*).

Весной первые особи и разведывательные стаи птиц появляются в конце марта – начале апреля. Массовый пролет наблюдается в конце апреля – начале мая и в середине мая. Последние особи летят в конце мая – начале июня. Обратные миграции наблюдаются с приходом холодов во второй половине апреля.

Осенью же местные популяции куликов и уток начинают откочевывать в южном направлении уже в первой половине августа. Основной пролет птиц из мест гнездований наблюдается в первой половине сентября и в середине октября. Окончание пролета реги-

стрируется в конце октября начале ноября. Последние стаи лебедей-кликун (*Cygnus cygnus*) отмечены в 20 числах ноября.

Сроки пролета из года в год варьируют в зависимости от хода весенних явлений (ранняя, затяжная, поздняя весны), появления проталин и заберегов, вскрытия рек, и, соответственно, летне-осенних погодных явлений, наличия кормового ресурса.

Использование птицами с разной интенсивностью весенних и осенних путей связано с фенологическими и метеорологическими условиями и доступностью территорий для пролета и остановок. Весной южная часть Республики Коми раньше освобождается от снежного покрова, нежели ее северная часть, а тем более тундра с местами гнездований. Птицы постепенно продвигаются в северном направлении в соответствии с открытием рек, образованием проталин. Исключение составляют передовые особи и стаи, которые прилетают в северные районы Республики Коми, порой, не имея никаких условий для кормежки. Осенью птицы (гуси, нырковые утки, некоторые кулики) летят как по побережью беломоро-балтийским путем, так и через Республику Коми к местам зимовок.

Гусеобразные и ржанкообразные птицы мигрируют через Республику Коми широким фронтом, образуя миграционные сгущения вдоль бассейнов рек Мезени, Печоры и Вычегды [3, 4, 5, 6, 7]. Наиболее ценными местами остановок для птиц служат болота, озера, с/х угодья и поймы рек. Открытые пространства сельскохозяйственных полей и сенокосных лугов рядом с населенными пунктами также привлекательны для остановок птиц. Птицы следуют практически одними и теми же экологическими руслами весной и осенью, совершая остановки в разных районах республики. Однако весной гусеобразные и ржанкообразные птицы совершают остановки на 1–2–3 дня, а осенью предпочитают не задерживаться и пролетать весенние места остановок транзитом, совершая остановки южнее. Это может быть связано с несколькими факторами: с физиологическими – длина светового дня идет на убыль, с погодными условиями – похолоданием, с кормовой базой и развитием сельского хозяйства – южнее в Кировской области больше посевов с рожью, овсом и другими сельскохозяйственными культурами, что обеспечивает доступность кормовых ресурсов для птиц, фактором беспокойства – с открытием осенней охоты на весь миграционный период.

Необходимо исследовать неизученные места остановок птиц в Республике Коми: низовья р. Вишера, верховья р. Вычегда, верховья р. Мезень, низовья р. Печора.

Целесообразно создать зоны орнитологического покоя для птиц на всем следовании их миграционного маршрута на территории Республики Коми. Запретить весеннюю охоту на гусеобразных и ржанкообразных птиц.

Работа выполнена в рамках темы Государственного задания Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (рег. № 122040600025-2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Российской Федерации. Животные / Д. С. Павлов [и др.]. – Москва : ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.
2. Красная книга Республики Коми / С. В. Дёгтева [и др.]. – Сыктывкар, 2019. – 768 с.
3. Турьева, В. В. Птицы Удорского района / В. В. Турьева // Известия Коми филиала Всесоюзного географического общества. – 1951. – Т. 1, вып. 1. – С. 71–79.
4. Сокольский, С. М. Пролет водоплавающих в верховьях Печоры / С. М. Сокольский // Труды Печоро-Илычского государственного заповедника. – 1964. – Вып. 11. – С. 83–124.
5. Естафьев, А. А. Сроки прилета, размножения и отлета гнездящихся птиц таежной зоны бассейна реки Печоры / А. А. Естафьев // Фауна Урала и прилежащих территорий. – 1982. – Вып. 10. – С. 25–34.
6. Минеев, Ю. Н. Осенний пролет гусей на европейском северо-востоке России / Ю. Н. Минеев // Труды Коми научного центра УрО РАН. – 2004. – № 175. – С. 20–40.
7. Теплов, В. В. Результаты мониторинга гусеобразных на весеннем и осеннем пролетах в Печоро-Илычском заповеднике (1956–2008 гг.) / В. В. Теплов // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2010. – Вып. 16. – С. 170–173.

**BIRD MIGRATION ON THE EUROPEAN
NORTH-EAST OF RUSSIA****E. V. Danilova**

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Bird migration is an annual seasonal event on the European North-east of Russia of the Komi Republic. During bird migration 24 species of Anseriformes and 32 species of Charadriiformes were registered at the Komi Republic. Among them 8 species of Anseriformes and 2 of Charadriiformes birds are listed in the Red Data Books of the Russian Federation and the Komi Republic. Dominant migrating species were bean goose (*Anser fabalis*), white-fronted goose (*A. albifrons*), ruff (*Phylomachus pugnax*), common gull (*Larus canus*) and black-headed gull (*L. ridibundus*). Subdominant were widgeon (*Anas penelope*), tufted duck (*Aythya fuligula*), lapwing (*Vanellus vanellus*), black-tailed godwit (*Limosa limosa*) and wood sandpiper (*Tringa glareola*).

Keywords: bird migration, Anseriformes, Charadriiformes, European North-east, Komi Republic

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЮЖНЫХ ТУНДРАХ

А. А. Дитц

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: почвенная макрофауна, состав, численность, распределение, тундра

Беспозвоночные в тундровых почвах сосредоточены в небольшом по мощности органо-аккумулятивном слое и практически не распространяются за его пределы в минеральные горизонты, тем не менее они выполняют важные экосистемные функции в климатических условиях Арктики. В тундровой зоне Республики Коми обитает четыре вида дождевых червей, два – многоножек, 150 – жуужелиц, 74 – стафилинид и еще 39 видов жуков из девяти семейств. Комплексы крупных почвенных беспозвоночных зональных тундр характеризуются высоким сходством и одинаковым разнообразием [1]. Для тундровых экосистем характерна мозаичность растительного покрова, связанная со спецификой криогенного микрорельефа, избыточным увлажнением и дефицитом тепла. Поэтому изменения растительного покрова, влажности и температуры важны для распределения крупных беспозвоночных в тундровых почвах [2].

Цель данной работы состоит в том, чтобы охарактеризовать почвенную макрофауну южных тундр, а также определить, влияет ли влажность на пространственное распределение крупных беспозвоночных в тундровых почвах.

Исследования проведены в зональных южных тундрах (Большеземельская тундра) в августе 2019 г. В кустарничково-мохово-лишайниковой тундре (SMLT) хорошо представлены *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Arctous alpina*. Общее проективное покрытие (ОПП) травяно-кустарничкового яруса 40–50%. Мохово-лишайниковый покров сплошной. ОПП зеленых и сфагновых мхов достигает 80%, лишайников, в основном *Cetraria*, *Cladonia* и *Cladonia*, до 40%. В кустарничково-лишайниковой тундре (SLT) из кустарников представлен *Juniperus communis* высотой до 0.5 м.

Кустарнички представлены *Betula nana*, с ПП 10–15%, *Empetrum hermaphroditum*, с ПП от 20 до 40%, *Arctous alpina*, с ПП 15–20%, *Salix reticulata*. ОПП травяно-кустарничкового яруса от 25–30% до 70–80% в зависимости от расположения участка по склону. Лишайниковый покров составляет от 10 до 50%.

Для оценки разнообразия почвенных беспозвоночных на каждом из двух участков, площадью 25х25 м, отбирали 25 почвенных образцов, размером 10×10×8 см, по регулярной сетке, пять рядов по пять проб в каждом ряду, с шагом 5 м, итого 50 проб. Рассчитывали среднее значение численности беспозвоночных на участок и стандартную ошибку ($N \pm SE$), вычисляли среднее значение относительной влажности подстилки ($W, \%$) на каждом участке.

Степень агрегированности особей оценивали при помощи индекса Кейси по формуле:

$I_c = (S^2 - M) / M^2$, где M – средняя численность данной группы, S – дисперсия.

При $I_c < 0$ – распределение равномерное, при $I_c = 0$ – случайное, при $I_c > 0$ – агрегированное. Для иллюстрации результатов использовали графики типа «ящик с усами» (Box_and_Whisker Plot), которые показывают медиану, квантили и размах варьирования измеряемых параметров. Связь пространственного распределения почвенных беспозвоночных с влажностью почвы оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена (r), анализ которого проводился на основе логарифмированных данных по численности таксономических и трофических групп беспозвоночных и показателям влажности ($x = \ln(n+1)$, где n – первичные данные). Для обработки результатов были применены описательная статистика в Microsoft Office Excel 2016, программа PAST.

Два обследованных участка зональных тундр отличались между собой не только типом растительных ассоциаций, но и расположением относительно рельефа: участок SMLT представляет собой заболоченную равнинную тундру, участок SLT расположен на гряде Воргамусюр и относится к каменистым тундрам. Относительная влажность верхнего органогенного горизонта в этих тундрах различалась, средние значения на участке SMLT составили $72.4 \pm 1.06\%$, на участке SLT – лишь $25.0 \pm 1.43\%$. При этом распределение влажности почвы на исследуемых участках имело случайный характер, на участке SMLT $I_c = -0.01 \pm 0.01$, на участке SLT $I_c = 0.07 \pm 0.02$.

На участке SMLT представлено пять таксономических групп почвенных беспозвоночных, максимальная численность отмечена для личинок Diptera (см. таблицу). На участке SLT выявлено девять таксонов, численность двукрылых составила 11.2 ± 0.22 экз./м², доминантной по численности группой оказались Lumbricidae, а именно один вид *Eisenia n. nordenskioldi*. Соотношение численности трофических групп беспозвоночных тундр SMLT и SLT было одинаковым: численно преобладали сапрофаги, в 2.5 раза было меньше зоофагов, минимальный показатель отмечен для фитофагов. Структура рассмотренных сообществ почвенной макрофауны сходная, различия в таксономическом составе объяснимы одноразовыми учетами.

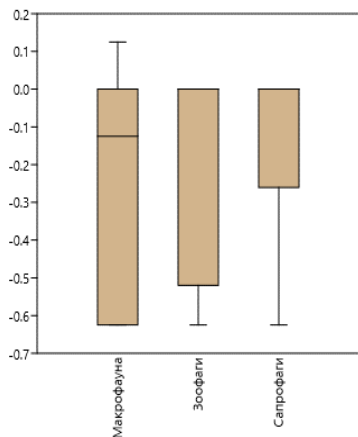
На основании расчетов индекса Кейси (Ic), с учетом данных по численности зоофагов, сапрофагов и всей макрофауны, было выявлено случайное распределение беспозвоночных на обследованных участках зональных тундр (см. рисунок). Ранее были получены данные о высокой агрегированности таксономических и трофических групп крупных почвенных беспозвоночных в крупно- и мелкоерниковой тундрах, что объяснялось «прикомлевым» эффектом *Betula nana* и образованием плотных моховых куртин, которые почти не заселяются животными [2]. С одной стороны, полученные ранее и оригинальные данные противоречат друг другу, но, с другой стороны, известно, что на пространственное распределение почвенных беспозвоночных влияет растительный покров [3, 4]. Случайный характер распределения влажности в тундровых почвах не связан с распределением беспозвоночных на рассмотренных участках SMLT и SLT, что показали расчеты коэффициента корреляции Спирмена для непараметрических данных. На участке SMLT коэффициент $r = -0.16; -0.01; 0$ для влажности и численности зоофагов, сапрофагов, всей макрофауны, на участке SLT $r = 0.13; 0.12; 0.19$ для этих же параметров. Полученные результаты подтвердили факт того, что влажность не является существенным фактором пространственного размещения крупных беспозвоночных в почвах [2].

Таблица

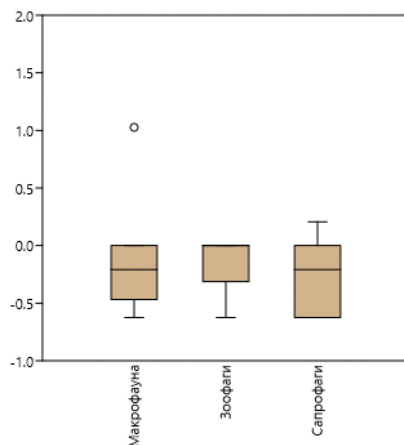
Состав и численность почвенной макрофауны в кустарничково-мохово-лишайниковой (SMLT) и кустарничково-лишайниковой (SLT) тундрах

Параметр	SMLT	SLT
Таксономическая группа		
Lumbricidae	4.8±0.20	24±0.27
Aranei	9.6±0.14	1.6±0.07
Lithobiidae	–	3.2±0.09
Carabidae, larv	1.6±0.07	6.4±0.15
Staphylinidae, im+larv	–	1.6±0.07
Cantharidae, larv	–	1.6±0.07
Elateridae, larv	–	3.2±0.09
Diptera, larv	22.4±0.31	11.2±0.22
Coccidae	4.8±0.14	3.2±0.13
Трофическая группа		
Аоофаги	11.2±0.15	14.4±0.21
Сапрофаги	27.2±0.45	38.4±0.36
Фитофаги	4.8±0.14	3.2±0.13
Число таксонов	5	9
Общая численность, N (экз./кв.м)	43.2±0.54	56±0.47
Относительная влажность подстилки, W (%)	72.4±1.06	25.0±1.43

Примечание. Прочерк означает, что таксон не обнаружен.



SMLT



SLT

Численность беспозвоночных, индекс Кейси, медиана и ее распределение в почвенных образцах, отобранных в кстарничково-мохово-лишайниковой (SMLT) и кустарничково-лишайниковой (SLT) тундрах.

Автор благодарен Е. М. Перминовой, Е. М. Лаптевой, Т. Н. Ко-наковой (Институт биологии) за помощь в отборе проб.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме НИР отдела экологии животных «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения», рег. № 122040600025-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зооэдафон восточно-европейских тундр / А. А. Таскаева [и др.] // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2017. – № 4 (32). – С. 15–24.
2. Пространственное распределение беспозвоночных животных в почвах юго-восточной части Большеземельской тундры / А. А. Таскаева [и др.] // Известия РАН. Серия биологическая. – 2021. – № 1. – С. 103–112.
3. Чернов, Ю. И. Зависимость состава животного населения почв и дернины от характера растительного покрова в некоторых типах тундр / Ю. И. Чернов // Проблемы Севера. – 1964. – № 8. – С. 254–267.
4. Meter scale variation in shrub dominance and soil moisture structure Arctic arthropod communities / R. R. Hansen [et al.] // Peer J. – 2016. – P. 1–18. – doi: 10.7717/peerj.2224

**THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LARGE SOIL
INVERTEBRATES IN THE SUBZONE
OF SOUTHERN TUNDRA**

A. Ditts

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The soil macrofauna in the shrub-moss-lichen (SMLT) and shrub-lichen (SLT) tundra (subzone of the southern tundra) was characterized. A random distribution for taxonomic and trophic groups of invertebrates was noted. It was not related to the humidity of the upper horizon of tundra soils.

Keywords: soil macrofauna, composition, density, special distribution, tundra

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДОЛИНЫ КОЛЫМЫ В ЗОНЕ ЗАТОПЛЕНИЯ УСТЬ-СРЕДНЕКАНСКОЙ ГЭС

Е. А. Дубинин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения
Российской академии наук, г. Магадан

e-mail: edu@ibpn.ru

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, сообщество, долина Колымы, Усть-Среднеканская ГЭС

В териологическом отношении бассейн р. Колыма изучен крайне неравномерно. Наиболее полные сведения по млекопитающим имеются для нижнего и среднего течения реки [1]. В 1980-х годах в верховьях Колымы (бассейн р. Кулу) изучались сообщества мелких растительноядных млекопитающих [2]. А на всем остальном протяжении долины Колымы, от устья р. Кулу до п. Зырянка, имеются данные лишь о видовом составе мелких млекопитающих в окрестностях пос. Сеймчан [3] и на территории Сеймчанского лесничества государственного природного заповедника «Магаданский» [4]. Выявление видового состава фауны млекопитающих, характера их распределения по биотопам, определение плотности населения на слабо изученном участке долины Колымы стали особенно актуальны в связи со строительством Усть-Среднеканской ГЭС. При заполнении ее водохранилища под воду должны уйти 17.5 тыс. га прибрежных лесных угодий вместе с их обитателями, среди которых могут быть редкие, включенные в Красную книгу Магаданской области [5], виды млекопитающих.

В данном сообщении представлены результаты изучения фауны мелких млекопитающих, принадлежащих отрядам насекомоядных (Lipotyphla), зайцеобразных (Lagomorpha) и грызунов (Rodentia), в зоне затопления Усть-Среднеканской ГЭС. Работы проводились на четырех постоянных площадках по 0.25 км² каждая с 2006 по 2012 гг. (рисунок). В 2013 г. началось постепенное заполнение ложа водохранилища, и две нижние по течению реки площадки ушли под воду. Летом 2022 г. уровень воды в водохранилище находился примерно в 25 км от устья р. Таскан.

Относительные учеты численности мелких млекопитающих проводились в летний период (с конца июня по август) по стандартной методике ловушко-линий. Ловушки Геро, снаряженные хлебными корочками, смоченными в растительном масле, по 25–50 шт. в линии выставлялись в пойменных лиственном, лиственничном и смешанном лесах, в редкостойных лиственничниках на надпойменной террасе и склонах сопок. В общей сложности было отработано 4850 ловушко-суток и добыто 1264 экз. зверьков, относящихся к 10 видам (табл. 1).

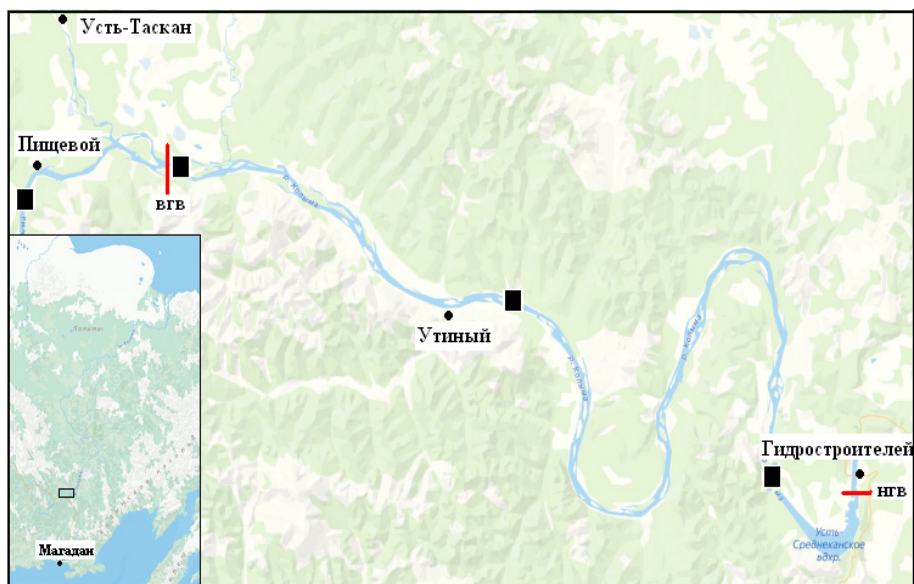


Рис. 1. Карта-схема района работ в долине Колымы. Места расположения пробных площадок отмечены черными квадратами; вгв – верхняя граница водохранилища, нгв – нижняя граница водохранилища.

Согласно териогеографическому районированию Северо-Восточной Сибири [6], рассматриваемая территория лежит на предполагаемой границе Индигиро-Колымского и Приохотского округов Берингийской северо-таежной провинции Сибирско-Европейской подобласти Голарктики. Здесь может обитать 15 видов мелких млекопитающих из указанных отрядов. Нами не были выявлены

пять видов, среди них: крошечная (*Sorex minutissimus* Zimmermann, 1780), тундровая (*S. tundrensis* Merriam, 1900) и бурая (*S. roboratus* Hollister, 1913) землеройки-бурозубки, а также сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus* Kerr, 1792). Все они являются редкими на территории Магаданской области видами [5], имеющими спорадическое распространение. Что касается лемминговидной полевки (*Alticola lemmingus* Miller, 1899), то она как специализированный горный вид в низкогорном ландшафте долины не находит подходящих мест обитания.

Таблица 1

Видовой состав и относительное обилие (%) видов мелких млекопитающих в выборках из долины Колымы в зоне затопления Усть-Среднеканской ГЭС, 2006–2012 гг.

Вид	Пищевой		Усть-Таскан		Утиный		Гидростроителей	
	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%
<i>Sorex caecutiens</i> Laxmann, 1788	15	11.54	3	3.75	34	5.87	42	8.82
<i>S. daphaenodon</i> Thomas, 1907	1	0.77	-	-	5	0.86	3	0.63
<i>S. isodon</i> Turov, 1924	-	-	-	-	2	0.35	-	-
<i>Ochotona hyperborea</i> Pallas, 1811	2	1.54	-	-	3	0.52	8	1.68
<i>Tamias sibiricus</i> Laxmann, 1769	10	7.69	5	6.25	14	2.42	15	3.15
<i>Clethrionomys rutilus</i> Pallas, 1779	81	62.31	52	65.0	171	29.53	146	30.67
<i>Craseomys rufocanus</i> Sandevall, 1846	19	14.62	13	16.25	294	50.78	231	48.53
<i>Myopus schisticolor</i> Lilljeborg, 1844	2	1.54	-	-	9	1.55	9	1.89
<i>Alexandromys oeconomus</i> Pallas, 1766	-	-	7	8.75	45	7.77	21	4.41
<i>A. hyperboreus</i> Vinogradov, 1933	-	-	-	-	1	0.17	1	0.21
Всего:	130	100	80	100	578	100	476	100

Примечание. Прочерк означает отсутствие вида в выборке. Названия выборок даны по ближайшим населенным пунктам.

К фоновым представителям млекопитающих рассматриваемой территории относятся землеройки-бурозубки, лесные полевки, азиатский бурундук.

Среди землероек абсолютным доминантом является средняя бурозубка, доля которой в совокупных выборках насекомоядных колебалась по годам от 52 до 100%. На втором месте по обилию стоит *S. daphaenodon* (в среднем за семь лет ее доля среди бурозубок составила 10.7%). Равнозубая бурозубка отмечалась нерегулярно.

В группе мелких растительноядных млекопитающих по численности доминируют красная и красно-серая полевки. На совокупную долю этих видов приходится 83.8% всех особей данной гильдии. Третье место принадлежит полевке-экономке (7.1%). Далее в порядке убывания обилия расположились азиатский бурундук (5.4%), лесной лемминг (1.9%) и пищуха (1.6%). За весь период работ было добыто два экземпляра северосибирской полевки.

Роль различных биотопов в поддержании видового богатства и разнообразия сообществ мелких млекопитающих на рассматриваемой территории оценивали с помощью индексов [7]. В частности, доминирования (С), разнообразия (D) и выравненности (J) Симпсона, разнообразия Шеннона (H), выравненности Пиелу (E), видового богатства Маргалефа (A).

Таблица 2

Индексы видового разнообразия сообществ мелких млекопитающих в различных биотопах долины Колымы в зоне затопления Усть-Среднекансой ГЭС, 2006–2012 гг.

Индексы:	Пойменные леса			Редкостойные лиственничники	
	Лиственничные	Тополево-чозениевые	Смешанные	Террасные	Склоновые
С	0.418	0.476	0.266	0.350	0.345
D	2.393	2.099	3.760	2.860	2.897
J	0.342	0.300	0.537	0.286	0.414
H	1.248	1.059	1.553	1.341	1.353
E	0.641	0.544	0.798	0.582	0.695
A	1.377	0.904	1.649	1.297	1.214

Наименьшим видовым разнообразием характеризуются сообщества мелких млекопитающих пойменных лиственничных и то-

полево-чозениевых лесов, что связано с высоким значением индекса доминирования. В лиственничниках видом-доминантом является красная полевка, ее доля в выборках достигает 60% от общего числа особей всех видов. В тополево-чозениевых лесах доминирование переходит к красно-серой полевке (55%). В смешанных пойменных лесах благодаря сочетанию и взаимопроникновению двух предыдущих биотопов значительно возрастает видовое богатство и выравненность сообщества, вследствие чего оно достигает наивысших показателей видового разнообразия. В лиственничниках на террасах и склонах сопок сообщества мелких млекопитающих демонстрируют промежуточные и примерно одинаковые показатели разнообразия. Но если на террасах видовое богатство мелких млекопитающих выше, то в склоновых сообществах менее выражены различия в численных соотношениях особей разных видов.

Таким образом, заполнение ложа водохранилища привело как к утрате наиболее ценных для поддержания видового разнообразия сообществ мелких млекопитающих биотопов – пойменных смешанных хвойно-лиственных лесов, так и снижению видового богатства этих сообществ из-за затопления надпойменных террас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Млекопитающие Якутии / В. А. Тавровский [и др.]. – Москва : Наука, 1971. – 660 с.
2. Кривошеев, В. Г. Исследование территориальной структуры сообщества мелких растительноядных млекопитающих таежно-тундрового ландшафта Охотско-Колымского нагорья // В. Г. Кривошеев // Зоологический журнал. – 1989. – Т. 68, вып. 2. – С. 263–277.
3. Юдин, Б. С. Мелкие млекопитающие Севера Дальнего Востока / Б. С. Юдин, В. Г. Кривошеев, В. Г. Беляев. – Новосибирск : Наука, 1976. – 269 с.
4. Дубинин, Е. А. Фауна млекопитающих Сеймчанского лесничества ГПЗ «Магаданский» / Е. А. Дубинин // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях : материалы Международной научной конференции, 25–26 января, Саранск. – Саранск, 2010. – С. 245–247.
5. Красная книга Магаданской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / редколл. А. В. Кондратьев (предс.) [и др.]. – Магадан : Охотник, 2019. – 356 с.
6. Чернявский, Ф. Б. Млекопитающие крайнего северо-востока Сибири / Ф. Б. Чернявский ; отв. ред. В. Г. Кривошеев. – Москва : Наука, 1984. – 388 с.

7. Одум, Ю. Экология. Т. 2 / Ю. Одум ; отв. ред. В. Е. Соколов. – Москва : Мир, 1986. – 376 с.

**COMMUNITIES OF SMALL MAMMALS IN THE
KOLYMA VALLEY IN THE AREA OF FLOODING
OF THE UST-SREDNEKANSKAYA HPS**

E. A. Dubinin

*Institute of Biological Problems of the North Far East
Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan*

From 2006 to 2012 the species composition, the nature of distribution by biotopes, the structure of communities of small mammals in the Kolyma River valley in the zone of the forthcoming flooding under the reservoir of the Ust-Srednekanskaya hydroelectric power station were studied. The habitation of 10 species from the orders of insectivores, hares and rodents was revealed. The greatest species diversity of small mammals was noted in floodplain coniferous-deciduous forests.

Keywords: small mammals, community, Kolyma valley, Ust-Srednekanskaya HPS

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОТРАСЛЬ РЕСПУБЛИКИ КОМИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А. Б. Захаров

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: *cherezova@ib.komisc.ru*

Ключевые слова: промышленное рыболовство, аквакультура, рыбные ресурсы

Использование рыбных ресурсов и связанные с этим особенности ведения хозяйства, всегда в значительной мере определяли традиционный уклад жизни коренного населения Республики Коми. Рыба и рыбная продукция всегда были важной составной питания, как местного населения, так и приезжих в регион людей. Однако в последние десятилетия, когда промышленное освоение северных территорий проходило особенно высокими темпами, произошло обвальное падение рыбных запасов в большинстве озерных и речных системах Республики Коми. Проблемы сохранения промысловой численности стад рыб стали неуклонно перерастать в проблемы сохранения генофонда популяций, особенно лососевых и сиговых видов.

Несмотря на обилие рыбопромысловых акваторий, население республики на 98% обеспечивается за счет привозной рыбной продукции, а ежегодное потребление рыбы разного ассортимента составляет около 14 000 тонн. В последние десятилетия в регионе осуществляются целевые мероприятия административного и правового характера, направленные на попытки восстановления и сохранения численности рыбного населения в естественных водоемах и использования существующих рыбоводных технологий в отрасли. Очевидно, реформы, осуществленные в системе Росрыболовства РФ, направлены на эти же цели. Так или иначе, в рыбохозяйственной отрасли можно условно выделить направления деятельности со своими хроническими проблемами.

Рыбный промысел. В контексте эксплуатации рыбных ресурсов допустимо выделить два варианта – промышленное рыболовство и любительское рыболовство. Ихтиофауна крупных рек в регионе (рек Мезень, Вычегда и Печора) включает 50 видов рыб и

рыбообразных, из которых 15–17 видов активно осваиваются промыслом. Это сиговый комплекс (ряпушка, чир, пелядь, сиг, омуль и нельма), атлантический лосось и карповые (лещ, язь, плотва и карась). Большое значение имеют щука, окунь и налим. В последние десятилетия прошлого столетия произошли изменения структуры промысла и на данный момент промысловым ловом занимаются жители в статусе частного предпринимателя на закрепленных озерных или речных рыбопромысловых участках (РПУ). За 30 прошедших лет изменения коснулись и структуры промысловых уловов, а также их динамики. К общим закономерностям необходимо отнести:

- кратное падение промысловых уловов, а значит и численности рыбного населения, во всех бассейнах рек. При этом многолетняя динамика промыслового изъятия в бассейнах рек Мезень, Вычегда и Печора в целом сходная;

- по ряду причин, выпадение из состава уловов некоторых видов рыб. Для р. Печора это таймень, нельма, голец и корюшка. Для р. Вычегда – европейский хариус, нельма, сиг и стерлядь. Для р. Мезень также европейский хариус, сиг, налим и минога;

- атлантический лосось проходит отдельной статьёй, но его уловы в Печоре упали в 15–20 раз, а в устье р. Мезень промышленный лов лосося в 1990 году прекращен в связи с его нерентабельностью.

Выпавшие из промыслового учета виды относятся, в основном, к классу лососеобразных имеющих высокое коммерческое значение, со всеми вытекающими выводами о векторе нагрузки на рыбное население. К числу проблемных вопросов следует отнести достоверность статистики (учета) промыслового лова, которая основывается на отчетных сведениях промысловиков, трудно поддающихся контролю. В связи с этим часть рыбы, сопоставимая с объемом всего промысла, уходит в тень.

Любительское рыболовство имеет нерегулируемый и неконтролируемый характер. В последние десятилетия наибольший ущерб рыбным запасам наносит массовое использование сетных орудий лова. Несмотря на запретительные меры, повсеместный лов ставными сетями (особенно, в весенний период) не позволяет успешно нереститься многим видам рыб, воспроизводство которых связано с заливной частью поймы. Серьезный негативный эффект дали изменения в правилах любительского рыболовства, разрешающих любительский лов рыбы на семужье-нерестовых реках Урала и

Тимана. Как результат – падение численности и омоложения нерестовой части популяций европейского хариуса (а также лососей и сигов) на многих реках республики, включая водотоки, протекающие по территориям особо охраняемых природных территориях. Развитие транспортной техники, позволяющей добираться до самых труднодоступных акваторий, а также популяризация любительского лова, в свою очередь, во многом способствуют деградации рыбных ресурсов.

Мониторинг и охрана рыбных запасов. В течение многих десятилетий функции санитарного надзора, охраны, контроля промысла и мониторинга рыбных запасов осуществлялись системой региональных «рыбодов», таких как «Комирыбвод», в уставной деятельности которых эти направления были в числе приоритетных. В связи с реформами, проведенными в Департамента Росрыболовства РФ в том числе системный рыбохозяйственный мониторинг на территории Республики Коми в последние 15–20 лет не проводится. Исключением являются нерегулярные выезды сотрудников «СевПИПРО» на отдельные притоки р. Печора, а также 20-летний мониторинг водных экосистем и рыбного населения в районе добычи и транспортировки бокситовой руды в бассейне лососевой реки Вымь, который ежегодно проводит ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. За эти же годы численность работников в сфере охраны и воспроизводства рыбных запасов в республике снизилась, по крайней мере, в пять раз. Развитие транспортной техники (аэролодки, водометы, снегоходы и т.д.), средств связи, а также рыболовного оборудования не позволяет эффективно охранять рыбные запасы на многочисленных речных и озерных акваториях республики. В связи с этим, справедливы выводы, что в настоящее время эксплуатация рыбных запасов на территории республики осуществляется без учета и оценки современного состояния рыбного населения водоемов.

Искусственное воспроизводство. Практически 20 лет в Республике Коми осуществляются мероприятия по искусственному воспроизводству, преимущественно сига и европейского хариуса. Рыбоводные работы реализуются в рамках компенсаторных мероприятий, финансируемых крупными компаниями, таких как «Лукойл», «Транснефть», «Газпром». Икру и молоки получают от природных популяций, обитающих в бассейне р. Печора. Объемы выпуска молоди сравнительно небольшие, около 1–3 млн. в год, при нормативной навеске рыб 0.02 г. Однако необходимо отметить

экспериментальные работы Рыбоводной Компании по подращиванию молоди сига до навески 10 г, которая обеспечивает более успешное выживание. В целом, технологии искусственного воспроизводства отработаны. В то же время обозначились вопросы и проблемы данного направления. Это проблемы донорских популяций. Усиление промыслового давления на рыбное население, которое сопровождается переэксплуатацией ресурса многих водоемов, резко ограничивает число популяций, которые могут обеспечивать получение молоди заводской генерации. Особенно это заметно при выполнении работ с европейским хариусом, численность которого подорвана на большинстве водотоков. Другим важным вопросом является эффективность искусственного воспроизводства. До настоящего момента нет модельного водоема или участка акватории, куда бы периодически выпускались мальки с последующим мониторингом численности, что позволило бы оценить эффективность рыбоводных мероприятий. Одним из главных вопросов остается целеполагание. Если искусственное воспроизводство для поддержания численности промысловых видов в бассейне р. Печора и возможного увеличения промысловых запасов, то без эффективной рыбоохраны данная цель представляется недостижимой. Если задача стоит восстановления популяции какого либо вида в конкретном водоеме, то такие работы не ведутся.

Аквакультура. История развития аквакультуры в Республике Коми насчитывает около 40 лет. За этот период был апробирован ряд видов рыб в целях их товарного выращивания это – форель, стерлядь, сибирский осетр, карп, толстолобик. За исключением форели, остальные виды выращивались на теплых водах Печорской ГРЭС. В последние десятилетия в республике в сферу товарного рыбоводства были вовлечены естественные водоемы, преимущественно водохранилища. Первые удачные годы позволили признать водохранилища базовыми водоемами для развития аквакультуры в форме садкового рыбоводства. Согласно Программе развития рыбохозяйственного комплекса в республике объем товарного выращивания к 2020 г. должен был достигнуть 600 т, что многократно превышает промышленную добычу рыбы в естественных водоемах. Но реконструкция ГТС этих водохранилищ, проведенная в 2012–2014 гг., без учета интересов рыбной отрасли, привела к негативным трансформациям водных экосистем этих водоемов, а высокие экологические риски не дали полномасштабно использовать их для товарного рыбоводства.

Товарное производство рыбы до настоящего времени ограничено выращиванием радужной форели. Опыт ООО «Рыбоводной Компании «Биоресурс» выращивания других видов, используемых в рыбоводстве, например, карпа, свидетельствует о нерентабельности товарного выращивания теплолюбивых видов рыб (практически всех карповых и осетровых). Негативные результаты вовлечения в аквакультуру теплолюбивых видов рыб в естественных водоемах республики обусловлены холодным климатом и коротким периодом роста рыбы. Переход на 3-летний период выращивания резко снижает экономическую составляющую аквакультуры. Некоторые перспективы, очевидно, будут связаны с выращиванием рыб холодолюбивого, сигового комплекса (сига, чира, пеляди). В настоящее время специалисты Рыбоводной Компании «Биоресурс» отработывают технологии выращивания сига. В то же время товарное выращивание лососевого (сигового) комплекса требует высокого качества воды, которое было нарушено при реконструкции плотин на Кажымском и Нючпасском водохранилищах. Учитывая климатическую зону и экологические особенности водоемов в Республике Коми, расширение спектра видов рыб в целях их товарного выращивания возможно лишь на теплых водах технологических водоемов при ГРЭС, ТЭЦ и т.д., а также в условиях рыбоводных комплексов на проточной воде, строительство которых позволит снизить экологические риски и увеличить период выращивания рыбы до их товарной навески.

В настоящее время на территории республики функционируют три рыбоводных садковых хозяйств, расположенные на акваториях водохранилищ. Еще три небольших частных предприятия используют технологии замкнутого водоснабжения (УЗВ). Общий объем товарной продукции составляет около 20 т форели.

Промышленная добыча рыбы в водоемах республики составляет около 1% от потребляемой рыбной продукции. Сложившаяся ситуация в рыбохозяйственной отрасли в Республики Коми не дает оснований для прогноза восстановления рыбных запасов в естественных водоемах. Учитывая высокие риски для товарного рыбоводства в естественных водоемах (которые представлены преимущественно небольшими пойменными озерами), развитие аквакультуры связано с двумя направлениями. Строительство прямоточных рыбоводных комплексов на малых реках одно из них. Другое направление – расширение производств с использованием технологий УЗВ.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» (№ 122040600025-2).

**RYBOKHOZYAYSTVENNAYA INDUSTRY
OF REPUBLIC OF KOMI.STATE. PROBLEMS.
PROSPECTS**

Alexander B. Zakharov

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

It gives a general description of the fishing industry in the Komi Republic. It provides information on the fishery in natural water bodies in the basins of the Pechora, Vychegda, and Mezen rivers. Identical tendencies of the long-term dynamics of fish production in all major rivers are noted. The questions of monitoring of fish resources in the region, protection, recreational fishing and artificial reproduction are considered. It is emphasized that prospects for development of aquaculture and fish industry in the republic will be connected with the use of technologies of commodity breeding on the basis of biotechnique of closed water supply and channel-type fish farms. Due to geomorphological and hydrochemical features, natural water bodies in the region do not meet the requirements of aquaculture.

Keywords: industrial fishing, aquiculture, fish resources

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕК ПЕЧОРА, МЕЗЕНЬ И ВЫЧЕГДА: ПРОМЫСЕЛ, ДИНАМИКА, РЕТРОСПЕКТИВНАЯ И СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА

А. Б. Захаров, Э. И. Бознак

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: cherezova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: водные биологические ресурсы, промышленное рыболовство

В последние 30–40 лет произошли масштабные изменения в социально-экономической сфере. Эти изменения не могли не затронуть и рыбохозяйственную отрасль, в частности рыбный промысел. Хозяйственное освоение северных территорий, массовая доступность сетных орудий лова, развитие транспортной техники, либерализация правил рыболовства и реформы в Росрыболовстве РФ в разной степени оказали негативное влияние на состояние рыбных запасов в целом и ресурсную значимость отдельных видов и популяций. Несмотря на определенную сомнительную достоверность статистических данных рыбного промысла (практически отсутствие контроля добычи рыбы), анализ информационных материалов позволяет выявить общие закономерности промыслового изъятия рыбы и особенности, которые характерны для всей рыбодобывающей отрасли на территории республики.

На территории Республики Коми обитают 50 видов рыб и рыбообразных. В 20-м столетии (и видимо и раньше) в бассейнах рек Печора, Мезень и Вычегда, рыбный промысел охватывал 23–25 видов рыб (включая миногу), которых причисляли к промысловым видам и которые попадали в статистику уловов. За последние 50 лет произошло сокращение числа видов в уловах, то есть видов, учитываемых промысловой статистикой (см. таблицу). Эти процессы, в разной степени, характерны для всех крупных рек республики. Если в бассейне р. Печора к 21–22 годам текущего столетия, спектр промысловых видов сократился с 19 до 14 видов, для Вычегды и Мезени эти изменения еще более заметны (14 и 7; 11 и 4, соответственно). Из состава уловов в бассейне р. Печора выпали таймень, нельма, голец арктический, корюшка и голянь. В бассейне р. Мезень в промысле уже не отмечены европейский

хариус, голяян, ерш, минога, елец, карась и налим. В бассейне р. Вычегда это нельма, сиг, стерлядь, хариус европейский, елец, ерш и голяян.

В данном контексте не учитывается атлантический лосось, который ранее добывался не только в р. Печора, но и в рр. Мезень и Вычегда. В целом, следует отметить, что из промысла выпали малоценные виды (такие как елец, ерш, голяян и др.), не имеющие заметного коммерческого значения.

Таблица

Видовой состав промысловых уловов в бассейнах крупных рек Республики Коми (без атлантического лосося) в разные годы

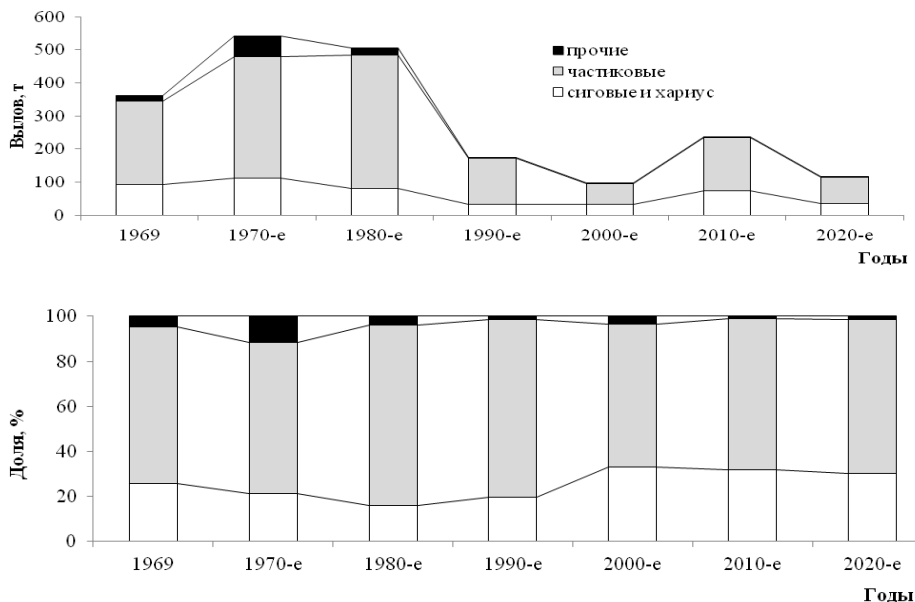
Виды рыб	Река Печора		Река Мезень		Река Вычегда	
	1960–1980	2020–2021	1960–1980	2020–2021	1960–1980	2020–2021
Нельма	+	-	-	-	+	-
Сиг	+	+	-	-	+	-
Чир	+	+	-	-	-	-
Пелядь	+	+	-	-	-	-
Омуль арктический	+	+	-	-	-	-
Ряпушка	+	+	-	-	-	-
Таймень	+	-	-	-	-	-
Голец арктический	+	-	-	-	-	-
Хариус европейский	+	+	+	-	+	-
Корюшка	+	-	-	-	-	-
Стерлядь	.*	.*	-	-	+	-
Лец	+	+	-	-	+	+
Язь	+	+	+	+	+	+
Плотва	+	+	+	+	+	+
Карась	+	+	+	-	+	+
Елец	-	-	+	-	+	-
Голяян	+	-	+	-	+	-
Налим	+	+	+	-	+	+
Щука	+	+	+	+	+	+
Окунь	+	+	+	+	+	+
Ерш	+	+	+	-	+	-
Минога	-	-	+	-	-	-
Всего видов	19	14	11	4	14	7

Примечание. * – встречается в качестве прилова, в промысловой статистике не учитывается.

В то же время высокая промысловая нагрузка предопределила потерю промысловой значимости «ценных» видов, преимущественно лососевого (лососеобразного) комплекса – нельмы, тайменя, гольца арктического, европейского хариуса, сига, а также стерляди. Резкое сокращение численности популяций дало основание для включения нельмы и тайменя в Красную книгу Республики Коми.

Хорошим примером вектора эксплуатационной нагрузки является сиговый комплекс и европейский хариус, который в настоящее время не учитывается промысловой статистикой для рр. Мезень и Вычегда. Сиговые в р. Печора на протяжении многих лет стабильно осваиваются промыслом, составляя около 30% от общей добычи рыбы, хотя более половины от объема сиговых (сиг, пелядь, омуль арктический, чир и ряпушка) приходится на ряпушку (см. рисунок). Несмотря на кажущуюся стабильность промысловой статистики (в части сиговых), на высокий уровень эксплуатации, явно превышающий допустимый, указывают негативные признаки, характеризующих биологическую составляющую популяций. К числу последних можно отнести: резкое омоложение нерестовой части популяции сига – в последние годы участие в воспроизводстве принимают на 90% «первоходы», то есть рыбы небольших размеров (350–400 г) впервые участвующие в нересте. В целом, объем вылова сиговых, по сравнению с 1970 годами сократился, при этом уловы основных промысловых видов сиговых упали: ряпушки в 2.26 раз, а сига в 4.77 раз (на период 2020 г.).

Сравнительный анализ уловов двух групп рыб сиговые/частиковые показал, что общее снижение промысловых уловов в бассейне р. Печора наблюдается в большей степени за счет частичиковых видов (см. рисунок). При этом озерные системы в последние десятилетия осваиваются в гораздо меньшей степени, чем в прошлом столетии, но возросла промысловая нагрузка на магистральное русло Печоры, где и облавливаются нерестовые мигранты сиговых. Несмотря на снижение общего объема вылова сиговых, по сравнению с прошлым столетием, доля его в структуре промысла остается высокой. Однако промысловое усилие в процессе лова значительно выросло, на что указывает кратное снижение числа сига за одну «сплавку».



Структура промысловых уловов рыбы в бассейне р. Печора на территории Республики Коми (по хозяйственным категориям).

Отдельной проблемой является промысел атлантического лосося, анализ промысловой статистики которого является трудной задачей. Отметим лишь факт того, что в середине прошлого столетия средние уловы лосося в Печоре составляли около 300 т (160–700 т), но в последние десятилетия объемы вылова «квотировали» на уровне 18–20 т. То есть падение запасов атлантического лосося произошло примерно в 15–20 раз. При этом непонятно – почему современные уловы печорской семги трактуются как стабильные. Что касается промысловой статистики, то достоверность представляемых рыбаками данных вызывает закономерное сомнение. Например, в 2021 г. фактическое освоение на территории Республики составляло 0.197 т, а в 2022 г. на порядок выше – 2.547 т. Хотя оба этих значения вылова не имеют ни какой экономической значимости для республики, а в торговых сетях семга никогда не была замечена даже в с. Усть-Цильма. Складыва-

ется впечатление, что к данному ресурсу имеют доступ лишь узкая группа лиц – рыбаков, участвующих в лове и граждан, реализующих результаты этого лова. При этом остается не оцененной теневая сторона вылова. По результатам исследований промысла атлантического лосося Северной Двины, проведенных специалистами СевПИПРО (г. Архангельск), около 80% выловленных промысловиками лососей остается в теневом обороте.

В целом, анализ имеющихся данных однозначно указывает на сокращение как объемов промысла в естественных водоемах Республики Коми, так и спектра добываемых видов рыб. Закономерно, что тренд снижения объемов добычи характерен для всех рыбопромысловых акваторий рр. Печора, Вычегда и Мезень.

Общее падение уловов по бассейнам разное (в 3–10 раз), но в целом официальный вылов рыбы в республике снизился, по крайней мере в три раза. Некоторое увеличение вылова в 2013–2015 гг., не влияет на общий тренд промысловой статистики.

К числу закономерностей относится устойчивое падение уловов на всех акваториях, отмеченное после 1988–1990 гг., которое совпадает с периодом социально-экономических трансформаций в стране. Для этого периода характерно резкое увеличение нагрузки на многие биологические, и особенно, водные ресурсы. Рыболовство всех форм приобрело неконтролируемый характер, а в последующий период в промысел вступили поколения рыб уже с признаками «переексплуатации». Негативную роль оказали процессы реструктуризации промысла, в том числе в части пользования рыбопромысловыми участками. Нелегитимное рыболовство, радикально проявившееся в 90-х годах прошлого столетия, сохранило инерционный характер и до настоящего времени.

Учитывая накопившиеся проблемы сохранения и эксплуатации рыбных запасов на территории Республики Коми, прогноз увеличения или восстановления рыбного промысла в естественных водоемах не может быть благоприятным в среднесрочной перспективе.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» (№ 122040600025-2).

**AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES
OF THE PECHORA RIVER, THE MEZEN RIVER
AND THE VYCHEGDA RIVER. FISHERY.
DYNAMICS. RETROSPECTIVE AND CURRENT
ASSESSMENT**

B. Zakharov, E. I. Boznak

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The dynamics and structure of commercial fishing in the basins of large rivers of the Komi Republic are considered. Regular changes in the species composition of catches over the past 50 years have been noted. The dynamics of commercial catches reflects the decline in fish stocks in all fishing areas. The main fishing pressure falls on commercially important fish species. A brief analysis of the reasons for the degradation of the populations of the main commercial fish species is given. A brief analysis of the reasons for the degradation of the populations of the main commercial fish species was carried out.

Keywords: water biological resources, commercial fishing

ГЕЛЬМИНТОФАУНА ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Логинова¹, Д. В. Панченко²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова
Российской академии наук», г. Москва

² Институт биологии — обособленное подразделение Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра «Карельский научный центр
Российской академии наук», г. Петрозаводск

e-mail: loginova_spb@bk.ru

Ключевые слова: дикий северный олень, гельминты, Protostrongylidae

Гельминтофауна северного оленя, как вида (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758), разработана довольно хорошо. Известен список паразитических червей северного оленя, включающий трематод, цестод (личинок и взрослых особей) и нематод [1, 2]. Однако фундаментальные масштабные работы в этом направлении в нашей стране проводили порядка 60 лет назад. Поэтому необходима ревизия гельминтофауны с учетом всех произошедших климатических, антропогенных и прочих перемен. Кроме того, преобладающий массив данных был получен при изучении домашнего северного оленя. Гельминтофауна же дикого северного оленя изучена крайне фрагментарно, и потому представляет несомненный интерес.

Исследование выполнено неинвазивным (по отношению к животным) методом копрологической диагностики. В сентябре 2022 года в районе озера Ловно Мурманской области была собрана 21 проба фекалий дикого северного оленя «западной» популяции европейского тундрового подвида [3]. Материал герметично упаковали и доставили в Лабораторию систематики и эволюции паразитов Центра паразитологии ИПЭЭ РАН, Москва. Фекалии подвергли внешнему осмотру, лярвоскопии по методу Вайда, флотационной овоскопии по методу Дарлинга и седиментационной овоскопии методом последовательных промываний. Полученные временные препараты просматривали на световом микроскопе Микмед-6 (ЛОМО Микроанализ, Россия) в светлом и темном полях, а также с использованием фазового контраста, при увеличении объективов: 4, 10, 20 40 и 100 (последнее – с масля-

ной иммерсией). Фотоснимки обнаруженных объектов получали при помощи полнокадровой цифровой фотокамеры 5D Mark II (Canon, Япония), подключенной к микроскопу оптико-механическим адаптером (ЛОМО Микроанализ, Россия). Морфометрию осуществляли по полученным снимкам в программе Figi/ImageJ (National Institutes of Health, США) в режиме Straight Line. Систематическое положение возбудителей устанавливали на основании морфологических и морфометрических данных.

В результате в 14 пробах (67%) были обнаружены яйца стронгилидного типа, что говорит о паразитировании нематод отряда Strongylida в желудочно-кишечном тракте оленей. В четырех пробах (19%) были обнаружены личинки первого возраста (L1) паразитических нематод семейства Protostrongylidae. На описываемой территории известно о паразитировании у северных оленей нематоды вида *Elaphostrongylus rangiferi* из упомянутого семейства [1]. Однако окончательно установить видовую принадлежность обнаруженных гельминтов можно будет по результатам молекулярно-филогенетического исследования, которое запланировано на 2023 год.

Обнаруженные нематоды являются типичными для северного оленя [1, 2, 4]. Их количество, выявленное в пробах, оценивается ГОСТом Р 54627-2011 как «низкая интенсивность инвазии» [5], что говорит о благополучном иммунном статусе обследованных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мицкевич, В. Ю. Гельминты северного оленя и вызываемые ими заболевания / В. Ю. Мицкевич. – Ленинград : Колос, 1967. – 308 с.
2. Parasitic Infections and Diseases / S. J. Kutz, S. Laaksonen, K. Esbakk and A. C. Nilssen. // Tryland, M. Reindeer and Caribou. Health and Disease / M. Tryland and S. J. Kutz. – Boca Raton. – London ; New York : CRC Press (Taylor and Francis Group), 2019. – pp. 177–235.
3. Северный олень Восточной Фенноскандии : [монография] / П. И. Данилов, Д. В. Панченко, К. Ф. Тирронен. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2020. — 187 с.
4. Gastrointestinal parasites in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): A review focusing on Fennoscandia / P. Jokelainen, B. Moroni, E. Hoberg [et al.] // Veterinary Parasitology : Regional Studies and Reports. – 2019. – Vol. 17. – pp. 100317.
5. ГОСТ Р 54627-2011. Животные сельскохозяйственные жвачные. Методы лабораторной диагностики гельминтозов. Agricultural ruminant

animals. Methods of laboratory helminthology diagnostics : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2011 г. N 774-ст : введен впервые : дата введения 2013-01-01 / разработан Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина» Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ «ВИГИС» Россельхозакадемии). – Москва : Стандартинформ, 2013. – 10 с.

HELMINTH FAUNA OF THE WILD REINDEER IN THE MURMANSK REGION

O. A. Loginova¹, D. V. Panchenko²

¹*A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*The Institute of Biology, a separate subdivision of the Federal Research Center “Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”*

In September 2022, 21 fecal samples from wild reindeer (*Rangifer tarandus*) of the “western” population of the European tundra subspecies were collected in the area of Lake Lovno, Murmansk Region. Coprological survey for helminths of reindeer operated few methods: macroscopic examination of feces, larvoscopy (Vajda’s method), ovoscopy (flotation with Darling’s solution and sedimentation in tap water). Strongylid-type eggs were found in 14 samples (67%). In 4 samples (19%), larvae of the first larvae (L1) of parasitic nematodes of the family Protostrongylidae were found. It would be possible to recognize the species identity based on the results of a molecular phylogenetic study, which is scheduled for 2023. The nematodes found are typical for reindeer. Their number, detected in samples, suggests low intensity of invasion.

Keywords: wild reindeer, helminths, Protostrongylidae

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О НОВОЗЕМЕЛЬСКОМ СЕВЕРНОМ ОЛЕНЕ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «РУССКАЯ АРКТИКА»

И. А. Мизин, Ю. А. Попов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный парк «Русская Арктика», Архангельск
e-mail: Mizin@rus-arc.ru

Ключевые слова: северный олень, Новая Земля, отдельные пастбища, современный статус

Новоземельский северный олень (*Rangifer tarandus pearsoni* Lydekker, 1903) – один из самых неизученных подвидов дикого северного оленя. В связи с этим, а также регулярной угрозой массового педежа из-за неблагоприятных погодных условий Арктики, в настоящее время занесен в Красную книгу Российской Федерации (популяция острова Северный) и Красную книгу Архангельской области [1]. На поголовье оленей на Новой Земле сильно влияют погодные условия – резкое сокращение доступных кормовых ресурсов вследствие периодических весенних гололедов и уплотнения снега под влиянием сильного ветра. Естественных врагов (волк, россомаха) у оленей на островах нет. Поэтому колебания численности, а также общее состояние подвида, прежде всего, определяются абиотическими факторами [2].

Новоземельский северный олень населяет оба крупных острова – Южный и Северный вплоть до мыса Желания, и большинство малых островов архипелага. Однако, достоверная научная информация о его состоянии на сегодняшний день очень скудна [3]. Направления и протяженность миграций, половая и возрастная структуры популяции и многие другие характеристики новоземельских оленей остаются неизученными. Это связано, в основном, с существованием здесь в течение ряда лет Центрального полигона и, соответственно, с закрытостью территории. В то же время, не вызывает сомнений первостепенная актуальность всестороннего изучения данного подвида, также разработка дальнейших мер по его сохранению или использованию. Возможно на этой основе говорить о потенциальной возможности рациональной добычи оленей для обеспечения продуктами питания населения Южного острова архипелага.

На момент создания в северной части Новой Земли национального парка «Русская Арктика» было непонятно, в каком статусе обитает северный олень на его территории: проводит ли здесь только лето, заходит в период сезонных миграций или размножается. Из литературных источников было известно, что в первой половине 20 века олени здесь размножались [4], и есть записи о встречах животных в любой месяц года, за исключением времени полярной ночи [5]. Но других данных, таких как описание отдельных пастбищ на острове Северный или конкретных встреч самок с телятами, не было.

На Карской стороне острова Северный в границах парка есть участок, где сразу два топонима указывают на явное обитание оленьих групп в течение долгого времени. Это мыс Олений и впадающая рядом в море река Неблюйная. Учитывая, что «неблюй» – это молодой неполовозрелый северный олень, логично предположить, что неподалеку располагаются и места их рождения, т.е. отдельные пастбища. Правда, дальность перемещений новоземельских оленей от мест рождения молодняка к осенним пастбищам в течение летнего сезона, на Новой Земле неизвестна.

При создании национального парка, летние экспедиции «Русской Арктики» и других организаций, во время которых фиксировали встречи с северными оленями, позволили сформулировать предположение, что северная оконечность архипелага может быть участком современного круглогодичного обитания данного вида с центром в районе залива Русская Гавань, а вот собственно ландшафты в административных границах ООПТ животные посещают только в период летних кормовых миграций [6]. Направленность таких перемещений предполагалась с северо-запада на юго-восток. Это подтверждали случаи фиксации встреч оленей или следов их пребывания в районе мыса Желания в летний период. Но все они относились к взрослым северным оленям. Следы телят не встречались, поэтому считалось, что размножение происходит только южнее границ национального парка.

05 июля 2022 года при высадке с борта НИС «Профессор Молчанов» участниками проекта «Арктический плавучий университет – 2022» были замечены несколько оленей на холмах в заливе Иванова. Более детальные наблюдения показали, что замечена группа из восьми особей, из них три- сеголетки, одна особь – годовалая. Последующий анализ фотографий показал, что это было маточное стадо из самок с оленятами в возрасте около 1,5

месяцев (рис. 1). Животные близко не подпустили наблюдателя, стали уходить на расстоянии не менее 200 м и затем скрылись в рельефе каменистых осыпей вверх по левому берегу каньона реки Снежная. Преследование этой группы не вели. Через один час, восточнее этого места в 4 км встречены три самца, включая годовалого, которые отдыхали лежа. Они продемонстрировали другой тип поведения, а именно постарались сами подойти поближе к наблюдателям, чтобы кроме зрения получить запаховую информацию, так как ветер вначале дул с их стороны (рис. 3). Только после того, как они с расстояния 30 метров смогли почувствовать запах человека, звери проявили осторожность, прекратили приближение и, немного отбежав, возобновили спокойное движение в сторону маточной группы. Общее движение всех животных определено на восток, в направлении мыса Желания. По-видимому, самцы в это период не подходят к группе с телятами, а держатся на удалении.



Рис. 1. Группа самок с оленятами уходит от наблюдателя.



Рис 2. Самцовая группа пытается исследовать наблюдателя.

Результаты этих непродолжительных наблюдений в заливе Иванова меняют статус новоземельского северного оленя на территории парка «Русская Арктика» на «оседлый и размножающийся». Подтверждено, что на севере Новой Земли олени обитают в течение всего жизненного цикла, поскольку прийти с Южного острова сюда к отелу, совершив за два месяца переход по ледникам и заснеженным участкам без корма, невозможно. Это очень важно для данной ООПТ, поскольку повышает ее значимость в сохранении местообитаний вида, занесенного в Красную книгу. Схема места обнаружения оленей представлена на рисунке 3.

Однако, вопрос местонахождения отельного пастбища остается открытым. Внешний вид телят (размер, способность быстро идти за матерью) указывает на то, что их рождение произошло не позднее, чем в первых числах июня. За это время стадо переместилось на некоторое расстояние. Однако, скорость такого перемещения неизвестна, поэтому окончательно определить, где именно был отел, невозможно. На схеме видно, что южнее залива Иванова начинаются ледники, выходящие своими «языками» в море. Способны ли новоземельские олени преодолеть их вместе с новорожденными телятам, пока непонятно. Но достаточно ли запасов растительных кормов там, где были обнаружены олени, для пропитания большой по местным меркам группы зверей течения пары месяцев? Это также вызывает сомнения.



Рис 3. Места обнаружения новоземельских оленей в рейсе «Арктического плавучего университета-2022» пятого июля 2022 года.

При помощи проекта «Арктический плавучий университет» удалось также проверить работу автоматических фоторегистраторов, установленных на мысе Желания. Получено одно изображение двух пасущихся на выдувном месте оленей от 28 апреля 2022 года. На сегодняшний день это самый ранний случай обнаружения северных оленей в истории парка.

Для дальнейшего уточнения особенностей экологии новоземельского подвида северного оленя, необходимо продолжить полевые исследования в период рождения телят, а именно в конце мая-начале июня, для картирования мест, где это происходит. Также необходимо провести комплекс работ по спутниковому мечению животных для выяснения их миграций, а также сбора морфометрических данных отдельных особей в объеме, достаточным для статистической обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизин, И. А. Новоземельский северный олень / И. А. Мизин // Красная книга Архангельской области / ред. О. В. Аксенова [и др.] – Архангельск : Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – 2020. – С. 455.

2. Мизин, И. А. Новоземельский северный олень. Охрана и рациональное использование / И. А. Мизин // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI Съезд Териологического общества при РАН) : материалы конференции с международным участием : 14–18 марта 2022 г., Москва. – Москва, 2022. – С. 230.

3. Северные олени арктических островов России / А. В. Давыдов [и др.] // Вестник охотоведения. – 2017. – Т. 14, № 4. – С. 253–271.

4. Ключе, Г. А. Биологические работы на полярной станции мыса Желания в 1934/35 году / Г. А. Ключе // Бюллетень Арктического института СССР. – 1936. – № 4. – С. 170–172.

5. Зубков, А. И. Дикие олени Новой Земли / А. И. Зубков // Труды Арктического института. – 1935. – Т. 22. – С. 55–61.

6. Мизин, И. А. Современные проблемы изучения и охраны дикого северного оленя Новой Земли / И. А. Мизин // Труды Архангельского Центра РГО : сборник научных статей / ред. В. А. Любимов ; Архангельский центр Русского географического обществ. Вып. 3. – Архангельск, 2015. – С. 241–246

NEW INFORMATION ABOUT REINDEER OF NOVAYA ZEMLYA IN THE RUSSIAN ARCTIC NATIONAL PARK

I. A. Mizin, Yu. A. Popov

*Federal State Budgetary Institution “National Park
“Russian Arctic”, Arkhangelsk*

The article provides new information about the current state of the Novaya Zemlya wild reindeer (*Rangifer tarandus pearsoni* Lydekker, 1903) in the Russian Arctic National Park. Scientists discovered a small group of females with calves during a summer expedition in 2022. Camera trap data show that reindeer are present in the area of Cape Zhelaniya already in early spring. The article discusses the confirmation of the possibility for *R. t. pearsoni* not only inhabits the edge of areal throughout the year, but also to breed in these places.

Keywords: Reindeer, Novaya Zemlya, calving grounds, current state of subspecies

**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ
МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА
(ПО МАТЕРИАЛАМ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2015–2022 ГОДОВ)**

А. Д. Миронов¹, И. В. Стасюк²

¹Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
г. Санкт-Петербург

²Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург
e-mail: norroendreng@mail.ru

Ключевые слова: Кольский полуостров, Хибины, грызуны, видеорегистрация, лемминги

В центральной части Кольского полуострова главным объектом интереса териологов традиционно являлся северный олень. Внимание к грызунам было, скорее, попутным, но отдельные наблюдения в течение XX в. постепенно переросли в специальные длительные исследования. Особое внимание уделялось предгорьям и горным тундрам. Систематические изыскания здесь были начаты в 1920-е гг. в рамках работы Северной научно-промысловой экспедиции. В ее составе в 1920–1930-е в Хибинах работал зоогеографический отряд под руководством В. Ю. Фридолина. В коллекциях ЗИН РАН сохранились первые научные сборы грызунов, выполненные В. А. Капустиным (1923, 1926, 1926), Л. Белопольским (1927), В. Васкевич (1931), А. Васильевым (1931), Н. Проворовым (1931), К. Лукьяновой (1932), В. Рудольфом (1932). В организованном в 1934 г. Лапландском заповеднике начались планомерные исследования грызунов, продолжающиеся до настоящего времени [1]. Учеты грызунов проводятся в Канда-лакшском заповеднике и Пасвике [2, 3].

Современная полевая зоология немыслима без дистанционных методов. Широкое распространение получили цифровые фотоловушки, но их применение для изучения *Micromammalia* затруднено. Решение видится в применении другого класса устройств – миниатюрных видеокамер. В течение ряда лет авторами ведется разработка, апробация и внедрение методики поточковой видеорегистрации в изучении мышевидных грызунов [4]. В 2010–2014 гг. проводился поиск и мониторинг суточной активности *Lemmus lemmus* (Linnaeus, 1758) в окрестностях Дальних

Зеленцов, орабатывались технические решения для потоковой видеорегистрации мелких млекопитающих [5]. В 2015–2019 гг. проводился видеорегистрационный мониторинг колебаний численности грызунов Лапландского заповедника на стационаре Ельнюн II. На трансекте протяженностью 100 м оборудовано 10 пикетов с видеокамерами, оснащенными ночной инфракрасной подсветкой и настроенными на непрерывную запись. Работы велись ежегодно в течение одних суток в последних числах августа, одновременно с традиционными осенними учетами *Micro mammalia* в заповеднике. На основании числа эпизодов фиксации зверьков в кадре сделаны выводы об изменении относительного обилия животного населения в пределах пятилетнего периода. Зафиксирована фаза популяционного цикла *L. lemmus* от всплеска численности в 2015 г. (66 эпизодов/10 камер) через глубокую депрессию 2016 – 2018 гг. к новому всплеску 2019 г. (19 эпизодов/10 камер). Аналогичные учёты проведены для полевок *gen. Myodes* (Pallas, 1811). Сравнение с данными учетов ловушками Геро показало совпадение тренда многолетнего хода численности, полученного обоими методами. Для леммингов, игнорирующих ловушки, видеорегистрация оказалась более информативной и чувствительной к изменениям обилия. Камеры фиксировали присутствие *L. lemmus* даже в те сезоны, когда они не обнаруживались в обловах [6].

Летом 2021 г. мы начали поиск *L. lemmus* в окрестностях г. Кировска в Хибинах в долине Малого Вудъявра и в цирках Тахтарвумчорра, там же, где в 1920-х годах работала научная станция АН СССР Тьетта и были собраны коллекции грызунов, хранящиеся в ЗИН РАН. Осмотр цирков Ганешина, Поясов и подножия Поачвумчорра в его южной оконечности показал присутствие следов зимовки лемминга 2020/2021 гг. в виде крупных скоплений старого помета в естественных укрытиях – расщелинах, нишах под камнями. По сообщениям местных жителей, весной – летом 2021 г. леммингов эпизодически встречали на тундровых плато и склонах.

Летом 2022 г. исследования были продолжены в рамках работ ИППЭС КНЦ РАН по изучению биоразнообразия охранной зоны Кировского рудника. Мы изучали фауну мелких млекопитающих в долине Большого и Малого Вудъявра и на склонах прилегающих горных массивов Кукисвумчорр и Юкспорр. В качестве эталона малонарушенной территории были обследованы участок ПАВСИ,

включающий экотропу в Ботанический цирк, и южная оконечность Поачвумчорра. Еще одним эталоном экосистем Хибин могут выступать криволесье и горная тундра в цирках Тахтарвумчорра.

Обследование осуществлялось с применением стандартных методов (маршрутный учет, облов ловушками Геро) и потоковой видеорегистрации. Были заложены четыре ловушко-линии по 25 ловушек каждая, их расположение показано на карте (рис. 1). Обловы осуществлялись в течение четырех суток, т.о. каждая линия отработала 100 ловушко-суток. Был также выполнен пробный (поисковый) отлов *Micro mammalia* на площадке 1 у подножия Кукисвумчорра, где 24.08.2021 г. нами был отмечен самец *Vulpes vulpes* (Linn., 1758), успешно охотившийся на *Microtus oeconomus* (Pall., 1776). Там были выставлены 14 ловушек с экспозицией одни сутки.

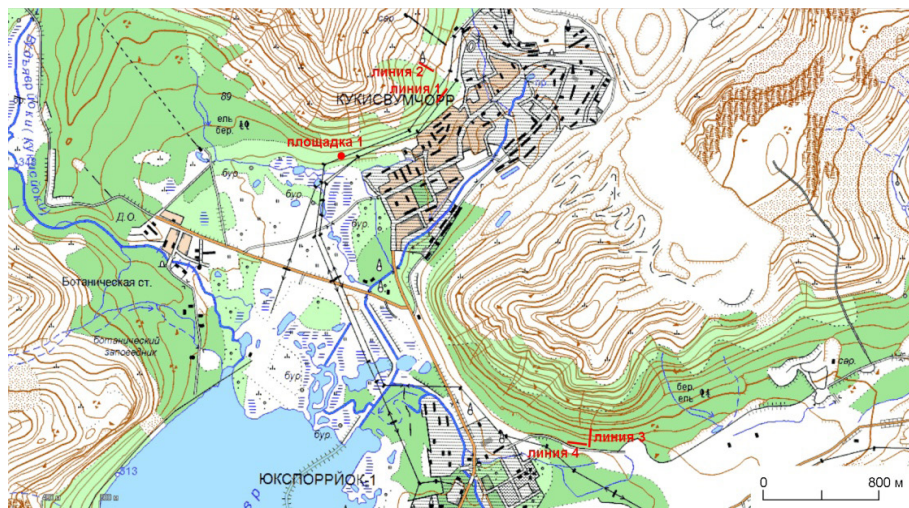


Рис. 1. Хибины, г. Кировск. Схема расположения ловушко-линий 1 – 4 и площадки 1.

Наиболее многочисленными представителями мелких наземных млекопитающих, зафиксированных в обловах (см. табл.), являются обыкновенные бурозубки *Sorex araneus* (Linn., 1758) и полевки: лесные gen. *Myodes* с тремя видами и серые gen. *Microtus* (Schrank, 1798) с двумя видами. Видовой состав следующий: *Sorex araneus* (Linn., 1758) – 111 экз., *Myodes rufocanus*

(Sundevall, 1846) – 81 экз., *Myodes rutilus* (Pall., 1779) – 8 экз., *Microtus agrestis* (Linn., 1761) – 6 экз., *Microtus oeconomus* – 6 экз.

Таблица

Результаты обловов *Micro mammalia*, число экз. на 100 ловушко-суток

Линия, биотоп	Даты облова	<i>S. araneus</i>	<i>Myodes</i> sp.	<i>Microtus</i> sp.
Л. 1 Березняк разнотравный	25-29.VII.2022	19	15	5
Л. 2 Березняк разнотравный, с можжевельником	25-29.VII.2022	28	17	6
Л. 3 Смешанный лес	29.VII-02.VIII.2022	24	25	0
Л. 4 Смешанный лес	29.VII-02.VIII.2022	37	24	3
Пл. 1. Березняк разнотравный	24-25.VII.2022	3	1	4

Одновременно велись работы на трансектах видеорегистраций. Линия оборудована на территории Ботанического сада. Имеющаяся здесь экологическая тропа была любезно предоставлена руководством ПАБСИ для наших исследований. Тропа поднимается на высоту порядка 500 м над ур. м. и проходит по трем основным зонам (смешанный лес, березовое криволесье и тундра). Комплект из 10 регистраторов выставлялся на линии 100 м с интервалом 10 м между пикетами на одну ночь в каждой из указанных зон, кроме тундры. Зафиксированы три таксономические группы: грызуны (*Myodes rufocanus*, 38 эпизодов), зайцеобразные (*Lepus timidus*, 13 эпизодов, видимо – одна особь) и насекомоядные (*Sorex araneus*, 15 эпизодов). Неожиданным стало обилие орнитологических встреч. На участке 1 (смешанный лес) за ночь отмечено 253 эпизода активности птиц (86.7% всех эпизодов проявления активности позвоночных). На участке 2 (криволесье) отмечено 46 эпизодов (74.1%). Речь идет о птицах, кормящихся на земле: дрозд-рябинник *Turdus pilaris* (Linn., 1758), дрозд-белобровик *Turdus iliacus* (Linn., 1766), варакушка *Luscinia svecica* (Linn., 1758), жорук *Fringilla montifringilla* (Linn., 1758).

В августе 2022 г. вновь был обследован цирк Поясов. Зафиксированы скопления помета, как старого (зимнего), так и свежего, найдена нора со скоплением свежего помета у входа. Видеорегистрационный мониторинг выявил ночную активность *L. lemmus* и *M. rufocanus*: движение зверьков по тропам, жировку. Присутствовали как молодые, так и взрослые крупные особи. Документи-

ровано многократное посещение указанной норы в ночь с 9 на 10 августа двумя видами (рис. 2): *L. lemmus* (в 19:13, 23:53, 00:13, 06:55, 08:11) и *M. rufocanus* (в 22:39, 00:44, 05:35). Зверьки подходили к норе, обнюхивали кучку помета у входа, но внутрь не заходили.



Рис. 2. Хибины, цирк Поясов, 10.VIII.2022 г. Посещение норы *L. lemmus* и *M. rufocanus*.

Авторы выражают искреннюю благодарность руководству и сотрудникам ПАБСИ и ИППЭС КНЦ РАН за помощь и участие в организации исследований. В 2023 г. планируется продолжение полевых работ по изучению леммингов и полевков Хибинских горных тундр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев, Г. Д. Долговременный (1936–2016 гг.) мониторинг видового состава и численности населения мелких млекопитающих северо-таежной Лапландии / Г. Д. Катаев // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. – 2016. – Т. 121, вып. 6. – С. 3–17.
2. Бойко, Н. С. Наземные млекопитающие Кандалакши и её окрестностей / Н. С. Бойко // Флора и фауна северных городов : Сборник статей Международной научно-практической конференции : 24 – 26 апреля 2008 года / науч. ред. М. Ю. Меньшакова. – Мурманск : МГПУ, 2008. – С. 103–106.
3. Катаев, Г. Д. Фауна и экология млекопитающих (Rodentia, Insectivora) Лапландии / Г. Д. Катаев ; отв. ред. В. Н. Большаков. – Санкт-Петербург : Изд-во ВВМ, 2021. – 437 с.
4. Стасюк, И. В. Применение потоковой видеорегистрации в изучении активности грызунов / И. В. Стасюк, А. Д. Миронов // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии : XI съезд Териологического общества при РАН. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2022. – С. 340.
5. Учет и мониторинг мелких млекопитающих на видеорегистрационных линейных трансектах / А. Д. Миронов [и др.] // Вклад заповедной

системы в сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие. – Тверь : Тверской гос. ун-т, 2017. – С. 361–367.

6. Стасюк, И. В. Опыт исследования многолетней динамики обилия грызунов методом потоковой видеорегистрации / И. В. Стасюк, А. Д. Миронов // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. – 2021. – Вып. 29. – С. 415–433.

**NEW FAUNA AND ECOLOGY RESEARCH
ON RODENTS OF THE KOLA PENINSULA
(BASED ON FIELD WORKS 2015-2022)**

A. D. Mironov¹, I. V. Stasyuk²

*¹Herzen State pedagogical university of Russia,
St. Petersburg;*

*²Institute for the History of Material Culture, Russian
Academy of Sciences, St. Petersburg.*

e-mail: norroendrengr@mail.ru

We used streaming video registration as well as traditional trapping method to study the fauna and ecology of small mammals in the foothills and mountain tundra of the Kola Peninsula. The data on daily activity and long-term fluctuations in the number of voles and Norwegian lemming *Lemmus lemmus* (Linnaeus, 1758) has been received. The species composition of rodents in the southern part of the Khibiny has been specified. We received data on the number of shrews (*Sorex araneus* Linn., 1758) and voles (gen. *Myodes* Pallas, 1811; gen. *Microtus* Schrank, 1798) in the vicinity of the town of Kirovsk, Murmansk region. It was found that the mountain tundras of the Khibiny are very promising for field studies of the ecology of the *Lemmus lemmus*.

Keywords: Kola peninsula, Khibiny, rodents, lemmings, video registration

ОБ УПРАВЛЕНИИ ПОПУЛЯЦИЕЙ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПРИМЕРЕ ДИКИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ ТАЙМЫРА

В. В. Михайлов¹, Л. А. Колпащиков²

¹ Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН,
г. Санкт-Петербург

² ФГБУ «Объединенная дирекция заповедников Таймыра», г. Норильск
e-mail: mwwcari@gmail.com

Ключевые слова: дикие северные олени, кризис, управление, сохранение популяции

Популяции диких северных оленей – важнейшая компонента экосистем тундры и северной тайги. В свою очередь, полярные экосистемы Таймыра являются полигоном, на котором разворачиваются элементы сложной социально-экономической системы. С позиций кибернетики фундаментальным атрибутом системы любой природы (биологической, технической, социальной) являются механизмы управления, поддерживающие систему в целостном состоянии и обеспечивающие ей целенаправленное поведение. Кибернетические принципы в системе с элементами дикой природы были реализованы (по некоторым пунктам – частично) на Таймыре в системе промыслового оленеводства – хозяйственной отрасли, базирующейся на использовании ресурсов таймырской популяции диких северных оленей [1]. Разработка и практическая реализация системы управления завершилась к середине 1880-х.

Система двухконтурная. Первый контур системы осуществляет регулирование на популяционном уровне, обеспечивая поддержание заданных значений численности популяции и показателей ее половозрастной структуры путем нормированного промыслового изъятия животных. Контур содержит следующие основные компоненты:

1. Объект управления.

Таймырская популяция диких северных оленей.

2. Блок определения целей регулирования (Межведомственная комиссия по проблеме диких северных оленей, образованная Главохотой РСФСР).

3. Регулятор системы управления (охотинспекция Главохоты РСФСР с системой научной поддержки и мониторинга (НИИСХ Крайнего Севера, СПИИРАН, заповедники и заказники в пределах ареала популяции). Основная задача регулятора состоит в определении составляющих баланса численности и промысловой квоты, обеспечивающей достижение цели управления – равенству фактической численности и половозрастной структуры популяции желаемому значению этих величин.

4. Исполнительным компонентом системы управления, осуществляющим непосредственное воздействие на популяцию, являются охотпользователи - промысловые бригады госпромхоза «Таймырский» и АПО «Арктика», а также индивидуальные охотники.

Второй контур служил для контроля добычи оленей промысловыми бригадами и другими категориями охотников. Цель управления – обеспечить соответствие фактического ведения промысла животных нормам и правилам охоты.

Объектом управления являлись промысловые бригады и другие охотпользователи, регулятором – инспекцию Главохоты.

В период интенсивного организованного промысла естественные экосистемные факторы не оказывали существенного влияния на динамик численности популяции. Количество олене в 1985–1993 гг. поддерживалась на уровне 590–620 тыс., исключаящем перевыпас и возникновение колебаний в контуре «северные олени-пастбища». Количество волка было небольшим и регулировалось ведущейся на него охотой. Как отмечено в международной программе CARMA (Circum Arctic Rangifer Monitoring and Assessment) методы управления таймырской популяцией были наиболее успешными в сравнении с другими подходами к управлению популяциями диких северных оленей и карibu в мире [2].

В начале 90-х годов, в связи с социально-экономической перестройкой страны разрушилась система мониторинга, охотконтроля, транспортировки и сбыта продукции промысла, система управления популяцией распалась. Средний уровень заготовок диких оленей уменьшился почти в два раза и составил в 1995–2001 гг., в среднем, 44 тыс. голов в год. На интервале с 1993 г. до 2008 г. популяция развивалась главным образом, под действием экосистемных регуляторов. Укрупненными компонентами экосистемы являются дикие северные олени, их пищевые конкуренты (домашние олени и естественные фитофаги – овцебыки, снежные бараны, гуси, лемминги), хищники (волки, медведи, росомахи),

кормовая база. Основными контурами взаимодействия и саморегулирования, в которых участвуют дикие олени, являются контуры «дикие северные олени-волки» и «дикие северные олени-пастбища». Главным природным фактором, воздействующим на экосистему, является климат. На оленей факторы климата оказывают как прямое, так и косвенное воздействие. Прямое – это влияние на теплообмен организма оленя со средой и работу системы терморегуляции. Косвенное воздействие связано с влиянием климата на среду обитания – на продуктивность и доступность пастбищ, образование гололеда, вылет кровососущих насекомых и другие компоненты экосистемы.

Снижение интенсивности промысла привело к быстрому неуправляемому росту численности диких северных оленей на Таймыре. К 2000 г. их численность достигла 1 млн. голов и превысила расчетную оленеемкость ареала (800–850 тыс. голов), что привело к включению механизмов саморегуляции в системе «популяция-кормовая база». После 2000 г. постепенно стала возрастать роль хищников, а также фактически неконтролируемого охотничьего промысла. В настоящее время состояние этой популяции вызывает тревогу. Цели – долговременное неистощительное использование ресурсов популяции игнорируются, а меры по их достижению вступают в противоречия с принятыми законодательными актами и постановлениями. В системе «охотпользователи – популяция ДСО» разорван контур управления и механизмы управления не работают. Деятельностью охотпользователей не контролируется.

Согласно авиаучетам 2009, 2014, 2017, 2021 гг. численность популяции оценивалась, соответственно, в 700, 480, 400 и 241 тыс. голов, а доля телят-сеголетов – в 18.4%, 11.2–13.6%, 6–8%. Падение продуктивности популяции является крайне тревожным фактом, учитывая, что в 1969-1993 гг. доля телят составляла в среднем 23.5% (20.2–26%) [3].

Динамика таймырской популяции вполне укладывается в общую картину динамики численности стад карibu Северо-Американского континента. В Канаде и на Аляске численность животных в популяциях мигрирующих тундровых карibu в 1950-1960-х годах была низкой (как и на Таймыре), затем стала расти и достигла пика на интервале 1985 – 1995-х. Затем численность большинства популяций стала катастрофически снижаться. Так, численность *Bluenose West herd* со 112 тыс. в 1992 г. до 18 тыс. в 2006, *Bathurst herd* с 470 тыс. голов в 1986 г. до 32 тыс. в 2009,

Beverly herd – с 270 тыс. в 1994 г - до нескольких тысяч в 2009. Причины падения численности популяций не выявлены, имеются лишь некоторые общие предположения: для лесных карibu на юге Канады главный фактор – это индустриальная активность в ареале оленей, за тем, в меньшей степени – хищники и перевыпас, горные олени – на первом месте также индустриальная активность, затем фактор беспокойства от моторизованного туризма, мигрирующие тундровые олени – охота, климатические изменения, индустриальное освоение территорий [4].

Численность оленей на Таймыре, не смотря на ряд мер, предпринятых в 2020–2021 гг. правительством Красноярского Края (снижение лимитов добычи оленей по лицензиям, запрет на пантовку, увеличение штата охотинспекции) продолжает снижаться.

Как спасти популяцию от разгрома? Единственная реальная возможность сохранения популяции как промыслового ресурса и важнейшего компонента тундровых экосистем состоит в восстановлении системы управления популяцией и ее модификации для эффективной работы в новых социально-экономических условиях с использованием современных технических и информационных средств. Целью управления должны быть стабилизация и последующее повышение численности до оптимального уровня путем ограничения добычи оленей всеми группами населения экологически обоснованной квотой.

Рассмотрим социально-экономические и организационно-правовые сложности создания системы управления популяцией. Существующая в настоящее время система использования ресурсов таймырской популяции включает контролируемый отстрел по лицензиям в рамках квоты и свободную добычу оленей коренным населением с правом продажи (восемь оленей на человека на Таймыре и семь – в Эвенкии). Для коренного населения Таймыра введение квоты означает в современных условиях почти четырехкратное снижение разрешенных к добыче оленей по сравнению с существующими нормами. Таким образом, решение задачи квотирования добычи оленей всех групп охотников связана с решением двух социально-экономических проблем. Первая – убедить население в том, что принятие столь болезненных и не популярных мер необходимо для сохранения оленей на Таймыре. Вторая – убедить федеральные и региональные органы власти в необходимости развития альтернативных хозяйственных отраслей

(домашнего оленеводства, этно-экологического туризма, рыбного промысла и других) для поддержки жизненного уровня коренных жителей при сокращении лимитов добычи диких северных оленей, и выделения для этого финансовых и материальных средств. Возникает необходимость корректировки в федеральном «Законе об охоте» прав коренного населения на свободную добычу оленей с правом их продажи, а также постановления Правительства Красноярского края о нормах добычи оленей.

Для выработки единой стратегии управления популяцией должен быть сформирован коллективный межведомственный орган с участием ассоциации коренных народов Таймыра и Эвенкии, а также группа научной поддержки для оценки и прогнозирования состояния популяции и определения промысловой квоты на основе данных мониторинга популяции.

Наиболее сложной задачей является реконструкция второго контура управления, обеспечивающего соответствие фактической величины изъятия промысловой квоте. На Таймыре произошло формированию принципиально новой децентрализованной, территориально распределенной промысловой системы, состоящей из многочисленных фермерских и родовых хозяйств коренных жителей, промысловых бригад и индивидуальных охотников. Перспективная система охотконтроля также должна быть децентрализованной. Для надзора за промысловой и хозяйственной деятельностью на территориях традиционного природопользования должно участвовать коренное население. Коллективным органом, представляющим интересы населения, являются Ассоциации коренных народов Таймыра и Эвенкии, которые могут определить формы участия коренных жителей в контроле охотничье-промысловой деятельности (включая распределение квот между хозяйствами, контролирование количества фактически добытых оленей, локальный мониторинг и охрану среды обитания). Права и ответственность Ассоциации при этом должны быть законодательно оформлены.

Работа выполнена при поддержке бюджетной темы ZZFZ-2022-0004 и гранта РФ №23-21-00339.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колпашиков, Л. А. Экосистема «северные-олени-пастбищачеловек» / Л. А. Колпашиков, В. В. Михайлов, А. Д. Мухачев. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2011. – 336 с.

2. Kolpaschikov, L. The role of harvest, predators, and socio-political environment in the dynamics of the Taimyr wild reindeer herd with some lessons for North America / L. Kolpaschikov, V. Mikhailov, D. Russell // *Ecology and Society*. – 2015. – № 20 (1). – 9.

3. Бондарь, М. Г. Современная история таймырской популяции дикого северного оленя: динамика, управление, угрозы и пути сохранения / М. Г. Бондарь, Л. А. Колпашиков, В. В. Михайлов // *Труды Карельского научного Центра РАН*. – 2019. – № 11, 2019. – С. 5–20. – DOI: 10.17076/eco1045

4. 2011. Conservation of caribou (*Rangifer tarandus*) in Canada: an uncertain future / M. Festa-Bianchet [et al.] // *Canadian Journal of Zoology*. – 2011. – № 89. – P. 419–434.

ON THE MANAGEMENT OF THE POPULATION OF UNGULATES ON THE EXAMPLE OF WILD REINDEER OF TAIMYR

V. V. Mikhailov ¹, L. A. Kolpashchikov ²

¹ *St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg*

² *FGBU “United Directorate of Taimyr Nature Reserves”, Norilsk*

The article presents the situation with the Taimyr population of wild reindeer and the measures that should be taken to preserve it as a component of tundra ecosystems and an important resource in the system of traditional nature management of the indigenous peoples of the North. The main task is to restore the population management system, which provides for regular population counts, determination of environmentally sound quotas for shooting deer, control of hunting rules and regulations. The features of the organization of the management system in modern socio-economic conditions and a geographically distributed decentralized fishing system are discussed.

Keywords: wild reindeer, crisis, management, population conservation

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПТИЦ Г. НАРЬЯН-МАРА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Н. М. Николаева

Государственное бюджетное учреждение культуры
«Музейное объединение Ненецкого автономного округа», г. Нарьян-Мар
e-mail: nature@naomuseum.ru

Ключевые слова: Нижнепечорье, Нарьян-Мар, птицы, охраняемые виды

В нижнем течении р. Печоры в настоящее время наблюдается возрастание промышленной нагрузки на природные экосистемы. В связи с этим остро встает вопрос о мониторинге окружающей среды, в том числе о мониторинге населения птиц.

Первые сведения об авифауне Нижнепечорья и сопредельных территорий были получены в конце XIX в. английскими учеными Г. Сибомом и Дж. Брауном [1]. После длительного перерыва в 1929 г. орнитологические исследования в дельте Печоры проводил А. В. Дмоховский [2].

Новый этап в изучении орнитофауны Нижней Печоры начался во второй половине 1970-х гг. прошлого столетия. Экспедиция Кандалакшского заповедника в 1975 г. исследовала дельту Печоры, Коровинскую и Печорскую губы [3,4]. Полномасштабное изучение фауны и экологии птиц Нижнепечорья и сопредельных территорий проведено сотрудниками Института биологии Коми НЦ УрО РАН: С.К. Кочанов – 1987 г., Ю. Н. и О. Ю. Минеевыми – 1975–2005 гг., Г. Л. Накул – 2000–2005 гг. [5, 6]. В 2012 г. П. М. Глазовым изучалось осеннее население птиц заказника «Нижнепечорский». Исследования орнитофауны на территории Историко-культурного и ландшафтного музея-заповедника «Пустозерск» осуществлялись С. А. Дылюком (2018) и М. В. Бабушкиным (2022).

Наш доклад основан на материалах многолетних наблюдений птиц с 2009 по 2022 гг. Орнитологический материал собирался в пределах административных границ г. Нарьян-Мара, п. Искателей и 10–20-тикилометровой пригородной зоны. Маршрутные учеты птиц проводились в разные сезоны года и в ходе экспедиционных работ в районе Узкого Шара (д. Нарыга), озер Казенное, Дедовское,

Зимний Кертуй. Преобладающими типами растительности в районе изучения являются елово-березовые и березовые леса, лиственничные и березовые редколесья, пойменные ивняки и луга, кочкарные мохово-лишайниковые тундры.

Учет птиц осуществлялся по методике Ю. С. Равкина и Н. Г. Челинцева [7]. Систематика, русские и латинские названия птиц приведены по Л. С. Степаняну [8], классификация феногенетического состава – по Б. К. Штегману [9].

Разнообразие ландшафтов и растительных сообществ обуславливает видовое разнообразие птиц в районе изучения. В ходе исследований выявлено 109 видов птиц, которые относятся к 10 отрядам, 28 семействам и 76 родам (см. таблицу). В систематическом отношении наиболее богаты отряды воробьинообразные (48 видов), ржанкообразные (20 видов), гусеобразные (19 видов). В совокупности они составляют 79.8% всей авифауны изученного района. Наименьшее количество видов (по 1–2) в отрядах поганкообразные, голубинообразные, гагарообразные, курообразные и дятлообразные.

Таблица

Таксономический состав птиц района изучения

№	Отряды	Семейства	Роды	Виды	
				кол-во	%
1	Гагарообразные <i>Gaviiformes</i>	1	1	2	1.8
2	Поганкообразные <i>Podicipediformes</i>	1	1	1	0,9
3	Гусеобразные <i>Anseriformes</i>	1	10	19	17.4
4	Соколообразные <i>Falconiformes</i>	2	7	9	8.3
5	Курообразные <i>Galliformes</i>	1	2	2	1.8
6	Ржанкообразные <i>Charadriiformes</i>	4	14	20	18.4
7	Голубеобразные <i>Columbiformes</i>	1	1	1	0.9
8	Совообразные <i>Strigiformes</i>	1	5	5	4.6
9	Дятлообразные <i>Pisiformes</i>	1	2	2	1.8
10	Воробьинообразные <i>Passeriformes</i>	15	33	48	44.1
	Итого:	28	76	109	100

В фауногенетическом отношении авифауна изученного района неоднородна (см. рисунок). Наибольшая доля у птиц с широким распространением и сибирских видов (по 31.2%). Значительное место в фауне занимают арктические (20.2%) и европейские виды (12.8%).

Высока доля птиц с широким распространением среди воробьинообразных и ржанкообразных (29.4 и 26.5% соответственно), немногим им уступают соколообразные и гусеобразные (по 17.6%). Сибирской таежный комплекс представлен в основном воробьинообразными (48.5%) и гусеобразными (24.2%). Среди видов арктического происхождения преобладают гусеобразные (22.7%) и воробьинообразные (36.4%). Европейские виды представлены исключительно птицами отряда воробьинообразные (15 видов). В авифауне изученного района три вида имеют средиземноморское происхождение (сапсан *Falco peregrinus* Tunstall, сизый голубь *Columba livia* Gmelin, серый сорокопуд *Lanius excubitor* L.), по одному представителю тибетской (желтоголовая трясогузка *Motacilla citreola* Pall.) и китайской фауны (обыкновенная чечетка *Acanthis flammea* L.).



Фауногенетический состав птиц.

Подавляющее число видов являются дальними мигрантами (71 вид, 65.1%). В первую очередь это водоплавающие, околоводные птицы и птицы отряда воробьинообразные, за исключением врановых и некоторых вьюрковых птиц. Для 44 видов установлено гнездование, девять – останавливаются в районе Нарьян-Мара на пролете (белощекая казарка *Branta leucopsis* Bech, белолобый гусь *Anser albiflora* Scopoli, малый лебедь *Cygnus bewickii* Yarrell, морянка *Clangula hyemalis* L., сапсан *Falco peregrinus* Tunstall, серебристая чайка *Larus argentatus* Pontoppidan, бургомистр *Larus hyperboreus* Gunnerus, белая сова *Nyctea scandiaca* L., подорожник *Calcarius lapponicus* L., пуночка *Plectrophenax nivalis* L.).

Оседлые, оседло-кочующие и кочующие птицы составляют 17.4% от всей орнитофауны региона. Почти все они гнездятся в изученном районе, за исключением белой совы *Nyctea scandiaca* L., которая использует пригородные территории как кормовые угодья.

В последние годы отмечается возрастание числа залетных видов. В настоящее время зарегистрировано 19 птиц (14.7%). Впервые для Нижнепечорья отмечены черный коршун *Milvus migrans* Boddaert, сибирская завирушка *Prunella montanella* Pallas, кедровка *Nucifraga caryocatactes* L., синехвостка *Tarsiger cyanurus* Pallas, обыкновенный поползень *Sitta europaea* L., обыкновенная пищуха *Certhia familiaris* L., лазоревка *Parus caeruleus* L., обыкновенный дубонос *Coccothraustes coccothraustes* L. Статус 22 видов нуждается в уточнении, на данный момент они зафиксированы как возможно-гнездящиеся.

В районе г. Нарьян-Мара зафиксированы встречи 9 редких видов птиц, включенных в Красную книгу Ненецкого автономного округа: малый лебедь *Cygnus bewickii*, обыкновенный турпан *Melanitta fusca* L., беркут *Aquila chrysaetos* L., орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* L., кречет *Falco rusticolus* L., сапсан *Falco peregrinus*, малый веретенник *Limosa lapponica* L., малая чайка *Larus minutus* Pallas, белая сова *Nyctea scandiaca* [10].

Полученные материалы позволяют сделать вывод о том, что орнитофауна г. Нарьян-Мара имеет смешанный лесотундровый облик, который сформировался на пределах границ ареала арктических и бореальных видов. Видовое разнообразие птиц подвержено сезонным колебаниям. Основу летнего населения составляют перелетные птицы, что связано с климатическими особенностями территории. Проведенные работы показали, что статус некоторых видов требует уточнения.

Город Нарьян-Мар и сопредельные с ним территории являются кормовыми и гнездовыми участками 9 редких видов птиц, что требует дополнительных исследований по изучению динамики их численности и влиянию возрастающей антропогенной нагрузки на места их обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seebhom, H. Notes in the birds of the Lower Petchora / H. Seebhom, J. A. Brown, Harve // Ibis. 1876. Separ. – P. 1 – 90.
2. Дмоховский, А. В. Птицы Средней и Нижней Печоры / А. В. Дмоховский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1933. – Т. 42, № 2. – С. 214 – 242.

3. Бианки, В. В. Материалы к познанию птиц района дельты Печоры (Неворобьиные) / В. В. Бианки, Ю. В. Краснов // Орнитология. – 1987. – № 22. – С. 148–155.
4. Бианки, В. В. Материалы о воробьиных птицах дельты Печоры / В. В. Бианки, А. А. Серпенинов // Орнитология. – 1991. – № 25. – С. 147–148.
5. Минеев, Ю. Н. Птицы Малоземельской тундры и дельты Печоры / Ю. Н. Минеев, О. Ю. Минеев ; отв. Ред. А. И. Шепель. – СПб. : Наука, 2009. – 263 с.
6. Накул, Г. Л. Летние перемещения и места концентрации чайковых птиц в Малоземельской тундре и дельте р. Печоры / Г. Л. Накул // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций на северо-западе России. – 2009. – № 7. – С. 64–69.
7. Равкин, Ю. С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Ю. С. Равкин, Н. Г. Челинцев. – Москва : ВНИИ охраны природы и заповедного дела, 1990. – 33 с.
8. Степанян, Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян ; отв. ред. В. Е. Соколов, – Москва : Наука, 1990. – 728 с.
9. Штегман, Б. К. Основы орнитологического деления Палеоарктики. Фауна СССР. Птицы. Т. I, вып. 2. / Штегман Б. К. ; отв. ред. А. А. Штакельберг. – Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1938 г. –110 с.
10. Красная книга Ненецкого автономного округа : официальное издание / [отв. ред. д. б. н. Н. В. Матвеева; составители : Департамент природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа и др.]. – 2-е издание. – Белгород : Константа, 2020. – 456 с.

SPECIES COMPOSITION OF BIRDS OF NARYAN-MAR AND ITS ENVIRONS

N. M. Nikolaeva

State Budgetary Institution of Culture

*«Museum Association of the Nenets Autonomous
Okrug», Naryan-Mar*

The article is devoted to the results of studying the species composition of birds in Naryan-Mar and its surroundings. The number of species was determined, the phenogenetic characteristics of the bird population were given, and the status of species in the studied area was established. Rare bird species and species first recorded for the Lower Pechora are noted.

Keywords: Lower Pechora, Naryan-Mar, birds, protected species

ТИПУЛОИДНЫЕ ДВУКРЫЛЫЕ (DIPTERA: TIPULOIDEA) ЗАПОВЕДНИКА «НЕНЕЦКИЙ»

Н. М. Парамонов¹, Ю. М. Богомолова²

¹ Русское энтомологическое общество, г. Санкт-Петербург

² ФГБУ «Государственный заповедник «Ненецкий», г. Нарьян-Мар

e-mail: param@zin.ru

Ключевые слова: заповедник «Ненецкий», типулиды, Арктика, тундры

Государственный природный заповедник «Ненецкий» расположен на северо-востоке европейской части России, в административных границах Ненецкого автономного округа, и полностью находится за Северным Полярным кругом. Он занимает территорию в 3620.16 км², из которых 58% это морская акватория. Заповедник расположен на трех территориально обособленных участках (кластерах): «Центральный», «Болванский» и «Островной». Кластер «Центральный» включает в себя северную часть дельты реки Печоры (Коровинская губа и Захарьин берег), острова Гуляевские кошки, Ловецкий и Долгий (западный). Кластер «Болванский» охватывает часть дельты реки Ячей, устье реки Неруты и южную часть Болванской губы. Кластер «Островной» включает в себя острова Долгий, Матвеев, Голец, Большой и Малый Зеленцы. Каждый кластер отличается своеобразным ландшафтом, здесь представлены разнообразные типы тундр, сильно заозёрённые низменности, марши, пойменные луга, песчаные дюны, а также болота.

Типулоидные двукрылые (Diptera: Tipuloidea) крупная группа насекомых, включающая четыре семейства: *Cylindrotomidae*, *Limoniiidae*, *Pediciidae* и *Tipulidae*. Мировая фауна, согласно электронному каталогу насчитывает около 15 700 видов, из которых на долю Палеарктики приходится 3200 видов [1]. Встречаются на всех континентах за исключением Антарктиды, «обладают широкими экологическими связями, характеризуются большим разнообразием жизненных форм и являются уникальными представителями длинноусых двукрылых, освоивших как водные, так и наземные субстраты, такие как почва, лесная подстилка, натёки сока на стволах деревьев, плодовые тела грибов и увлажненная гниющая древесина» [2].

В условиях арктических тундр типулоидные двукрылые занимают одно из первых мест по уровню биомассы, являясь су-

ществленными компонентами детритных пищевых цепей и играя большую роль в деструкционных процессах. Для многих птиц тундры, как типичных энтомофагов, так и политрофов, все фазы развития типулоидных комаров (от яйца до имаго), служат объектом питания, в ряде случаев составляя от 40 до 80% пищевой массы. При этом, в питании арктических пресноводных видов рыб, за исключением хариуса, важного значения не имеют [3]. Служат опылителями сосудистых растений, замещая отсутствующих или мало представленных насекомых-опылителей из семейства пчелиных (Hymenoptera) [4, 5].

Типулоидные двукрылые северо-востока европейской части России изучены неравномерно. Наиболее хорошо изученными в фаунистическом отношении являются Республика Карелия и Мурманская область, с суммарным количеством в 247 видов [6], в меньшей степени Республика Коми с 97 видами [7] и Вологодская область с 64 видами [неопубликованные данные Н.М. Парамонова]. Для Ненецкого автономного округа имеется указание на 13 видов [8, 9]. Из них для фауны заповедника «Ненецкий» отмечено 12 видов из двух семейств: Tipulidae (10 видов) и Limoniidae (два вида), все находки сделаны на острове Долгий (кластер Островной) в Баренцевом море [9].

В полевой сезон 2021–2022 года вторым автором были установлены ловушки Малеза в трех локациях заповедника «Ненецкий», в кластере «Центральный», на полуострове Костяной Нос и острове Кашин, а также в кластере «Островной», на острове Матвеев. Дополнительный материал собран Е. В. Кунковой в 2020 году в различных биотопах кластера «Захарьин Берег».

Видовая принадлежность установлена для 199 экземпляров типулоидных комаров, которые были отнесены к 10 видам. Впервые для территории Ненецкого автономного округа и заповедника «Ненецкий» отмечены семейства *Cylindrotomidae* и *Pediciidae*, а также 9 видов из семейств *Tipulidae* и *Limoniidae*.

Таким образом, для заповедника «Ненецкий» отмечен 21 вид типулоидных двукрылых, из которых 16 видов относятся к семейству *Tipulidae*, 3 – к *Limoniidae* и по одному виду к семействам *Cylindrotomidae* и *Pediciidae*, а в Ненецком автономно округе в целом 22 вида. Что составляет приблизительно 10% от ожидаемого видового разнообразия типулоидных двукрылых Ненецкого автономного округа.

Дальнейшее изучение типулоидных двукрылых Ненецкого автономного округа позволит расширить и уточнить фаунистический список и распространение отдельных видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oosterbroek, P. Catalogue of the Craneflies of the World (CCW) [Электронный ресурс] / P. Oosterbroek. – 2023. – Режим доступа <http://ccw.naturalis.nl/> (дата обращения: 23.03.2023).

2. Кривошеина, Н. П. Определитель наземных личинок комаров-болотниц (Diptera, Limoniidae и Pediciidae) России / Н. П. Кривошеина, М. Г. Кривошеина ; отв.ред. Б. Р. Стриганова. – Москва : Тов-во научных изданий КМК. – 2011. – 294 с.

3. Ланцов, В. И. Типулоидные двукрылые в тундровой зоне / В. И. Ланцов, Ю. И. Чернов ; отв. ред. Б. Р. Стриганова. – Москва : Наука, 1987. – 176 с.

4. Гринфельд, Э. К. Происхождение антофилии у насекомых / Э. К. Гринфельд ; отв. ред. И. П. Дубровская. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1962. – 186 с.

5. Чернов, Ю. И. Комплекс антофильных насекомых в тундровой зоне СССР / Ю. И. Чернов // Вопросы географии. – 1966. – Т. 69. – С. 76–97.

6. Пилипенко, В. Э. Фауна типулоидных двукрылых (Diptera: Tipuloidea) севера европейской части России / В. Э. Пилипенко, А. В. Полевой // XI Всероссийский диптерологический симпозиум (с международным участием), 24–29 августа 2020 г., Воронеж : сборник материалов / отв. ред. О. Г. Овчинникова, И. В. Шамшев. – Санкт-Петербург : ЛЕМА, 2020. – С. 193–197.

7. Кулакова, О. И. Типулоидные двукрылые (Diptera: Tipuloidea) Республики Коми / О. И. Кулакова, Н. М. Парамонов // Биологические ресурсы : изучение, использование, охрана : материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием, 19–22 апреля 2018 г., Вологда. – Вологда : ВоГУ, 2018. – С. 228–230.

8. Holmgren, A. E. Insecta a viris doctissimis Nordenskiöld illum ducem sequentibus in insulis Waigatsch et Novaja Semlia anno 1875 collecta. Hymenoptera et Diptera / A. E. Holmgren // Entomologisk Tidskrift. – 1883. – № 4. – P. 143–190.

9. Ланцов, В. И. Комары-долгоножки (Diptera, Tipulidae) и комары-болотницы (Limoniidae) о. Долгий (Баренцево море) / В. И. Ланцов // Современные проблемы энтомологии : материалы международного Восточно-Европейского энтомологического симпозиума, 18–21 ноября 2011 г., Воронеж. – Воронеж : ВГУ, 2011. – С. 83–88.

**CRANE FLIES (DIPTERA: TIPULOIDEA)
OF THE NATURE RESERVE «NENETSKII»****N.M. Paramonov¹, Ju.M. Bogomolova²**¹ *Russian Entomological Society, St. Petersburg*² *Federal Nature Reserve «Nenetskii», Naryan-Mar*

The «Nenetsky» State Nature Reserve is located in the northeast of the European part of Russia, within the administrative boundaries of the Nenets Autonomous Okrug, and is located entirely above the Arctic Circle. For the Nenets Autonomous Okrug, there is an indication of 13 species [8, 9]. Of these, 12 species from two families were noted for the fauna of the Nenets Reserve: Tipulidae (10 species) and Limoniidae (2 species), all findings were made on Dolgy Island in the Barents Sea [9]. In the 2021–2022 field season, the second author installed Malaise trap in three clusters of the «Nenetskii» nature reserve, in the «Centralny» cluster, on the Kostyanoy Nos Peninsula and Kashin Island, and in the «Ostrovnoy» cluster on Matveev Island. Additional material was collected by E.V. Kunkova in 2020 in various biotopes of the «Centralny» cluster. Species affiliation was established for 199 specimens of tipuloids, which were assigned to 10 species. For the first time, the families Cylindrotomidae and Pediciidae, as well as 9 species from the families Tipulidae and Limoniidae, were noted for the territory of the Nenets Autonomous Okrug and the «Nenetskii» Nature Reserve. Thus, 21 species of tipuloids have been recorded for the «Nenetskii» Reserve, of which 16 species belong to the Tipulidae family, 3 to Limoniidae, and one species each to the Cylindrotomidae and Pediciidae families, and in the Nenets Autonomous Okrug there are a total of 22 species. This is approximately 10% of the expected species diversity of tipuloids in the Nenets Autonomous Okrug. Further study of tipuloids of the Nenets Autonomous Okrug will expand and refine the faunistic list and distribution of individual species.

Keywords: nature reserve «Nenetskii», tipulides, crane flies, Arctic, tundra

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (LIPOTYRNHA, RODENTIA) МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ: ФАУНА, ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ

А. Н. Петров, Н. М. Быховец

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской Академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: tpetrov@ib.komisc.ru

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, грызуны, насекомоядные, тундра

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты стационарных исследований, проводимых с целью оценки фоновое разнообразия, обилия и территориального распределения мелких млекопитающих в различных элементах ландшафта в Малоземельской тундре. Полевые работы выполнены на западном побережье Коровинской губы в конце августа – начале сентября 2015, 2016 и 2017 гг. в междуречье рек Седуйяха и Сенгрыяха (N 68° 20' 2" E 53° 18' 15").

Сбор и учет животных проводили методом ловушко-линий. Для анализа населения животных использовали показатели: список видов, суммарное обилие видов на 100 ловушко-суток, их долевое участие (индекс доминирования). Видовую структуру сообщества оценивали по показателям видового разнообразия и доли редких видов [1]. Для сравнительного анализа сформированы выборки, объединяющие результаты учетов в зональных тундрах (кустарниковых и мохово-лишайниковых), в интразональных сообществах болотно-кустарникового и пойменного комплексов, а также в антропогенных биотопах (см. таблицу).

По результатам трехлетних учетов наблюдалась высокая численность насекомоядных прежде всего за счет обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758): и в зональных тундрах (62.0%) и в интразональных сообществах (56.7%) она доминировала в населении, но численность ее в интразональных местообитаниях была выше в 2.2 раза ($p < 0.001$). В качестве содоминанта повсеместно присутствовала рыжая полевка (*Myodes glareolus* Pallas, 1779), однако в интразональных сообществах по сравнению с тундрами численность ее была выше почти в 1.6 раза. В интразональных биотопах доминировала также полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pallas, 1778), в зональных тундрах этот вид был край-

не малочислен. Копытный лемминг (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1779) – единственный вид, который преобладал по численности в тундровых биотопах по сравнению с интразональными. Все остальные виды зарегистрированы в зональных тундрах со средней либо низкой численностью.

Таблица

Структура сообществ мелких млекопитающих в районе исследований, 2015–2017 г.

Показатель	Элементы ландшафта			
	Зональные	Интразональные	Антропогенные	Всего
<i>Dicrostonyx torquatus</i>	<u>5.8</u> 0.32±0.13	<u>0.2</u> 0.03±0.03	<u>0</u> 0	<u>1.2</u> 0.12±0.06
<i>Microtus oeconomus</i>	<u>2.9</u> 0.16±0.09	<u>15.5</u> 2.1±0.25	<u>25.0</u> 1.3±0.43	<u>13.8</u> 1.38±0.15
<i>Myodes glareolus</i>	<u>26.2</u> 1.44±0.27	<u>16.6</u> 2.26±0.26	<u>11.1</u> 0.57±0.28	<u>18.0</u> 1.79±0.17
<i>Arvicola amphibius</i>	<u>0</u> 0	<u>1.37</u> 0.18±0.08	<u>8.33</u> 0.43±0.25	<u>1.56</u> 0.15±0.05
<i>Sorex araneus</i>	<u>62.14</u> 3.42±0.42	<u>56.72</u> 7.73±0.47	<u>52.78</u> 2.74±0.62	<u>57.4</u> 5.74±0.3
<i>Sorex caecutiens</i>	<u>1.0</u> 0.05±0.05	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0.17</u> 0.02±0.01
<i>Sorex minutus</i>	<u>1.9</u> 0.1±0.07	<u>6.8</u> 0.93±0.16	<u>0</u> 0	<u>5.5</u> 0.55±0.1
<i>Sorex tundrensis</i>	<u>0</u> 0	<u>0.9</u> 0.12±0.06	<u>0</u> 0	<u>0.69</u> 0.07±0.03
<i>Sicista betulina</i>	<u>0</u> 0	<u>1.8</u> 0.24±0.08	<u>2.8</u> 0.14±0.14	<u>1.23</u> 0.16±0.05
Число видов	6	8	5	9
Число особей (n)	103	439	36	578
Видовое разнообразие (μ), M±m	3.8±0.28	4.89±0.19	4.06±0.33	5.17±0.19
Доля редких видов (h), M±m	0.37±0.06	0.39±0.05	0.19±0.04	0.43±0.05
Суммарное обилие, экз./100 л/с, M±m	5.5±0.52	13.64±0.6	5.2±0.8	9.9±0.39
Число ловушко-суток	1870	3220	690	5780

Примечание. В числителе – доля вида, %; в знаменателе – обилие, экз./100 л/с (M±m).

Таким образом, общее относительное обилие населения мелких млекопитающих интразональных ландшафтов более чем в 2.4 раза превышало таковое в зональных тундрах ($p < 0.001$). Показатели видового разнообразия в выборках из интразональных сообществ выше по значениям, в сравнении с зональными и антропогенными ($p < 0.01$). Антропогенные вторичные травяные сообщества на нарушенных территориях были населены группировками животных с доминированием обыкновенной бурозубки и полевки-экономки, с пониженным видовым разнообразием и долей редких видов, но с общей численностью, сравнимой с зональными тундрами.

В целом можно заключить, что сообщество мелких млекопитающих в районе исследований характеризовалось бедным видовым разнообразием с преобладанием по численности трех видов-доминантов. В населении доминировали полизональные и лесные, экологически пластичные виды грызунов и насекомоядных, приуроченные в большей степени к интразональным элементам ландшафта. Территориальное распределение мелких млекопитающих учтенных видов отличалось относительной равномерностью в микроместообитаниях со средней степенью увлажнения, хорошо развитой растительностью трех ярусов и с плотным проективным покрытием – в осоково-ивняковых и ерниковых тундрах и ивняках в нижних частях склонов, на границах комплексных болот и приручьевых луговинах.

Следует подчеркнуть, что на обследуемой территории не были отмечены фоновые виды мелких млекопитающих, ареал которых включает восточноевропейские тундры левобережья р. Печоры: сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus* Kerr, 1792), узкочерепная полевка (*Microtus gregalis* Pallas, 1779), красная полевка (*Clethrionomys rutilus* Schreber, 1780), темная полевка (*Microtus agrestis* Linnaeus, 1761).

В то же время места наших находок бореальных видов насекомоядных – малой (*Sorex minutus* Linnaeus, 1766) и средней (*Sorex caecutiens* Laxmann, 1778) бурозубок отстоят примерно на 120 км к северу от известных ранее границ ареала в Малоземельской тундре. Кроме того, в 2017 г. был учтен не отмеченный ранее для фауны Малоземельской тундры вид – тундряная бурозубка (*Sorex tundrensis* Merriam, 1900). Факт доминирования в населении грызунов кустарниковых тундр рыжей полевки – типичного лесного вида европейского фауногенетического элемента – отмечен нами впервые для территории восточноевропейских тундр [2, 3]. Рыжая

полевка расселилась и учтена по всему ряду обследуемых биотопов за исключением типичных мохово-лишайниковых тундр на плакорах. Численность тундровых видов – леммингов – в течении трех лет оставалась низкой.

В целом можно заключить, что в фауне мелких млекопитающих выражена комплексность и гетерогенность состава на фоне крайней бедности видового разнообразия. Наряду с комплексностью фаунистических элементов выражен смешанный состав разных экологически специализированных групп. Вследствие этого по своему видовому составу и структуре биотопические комплексы мелких млекопитающих в Малоземельской тундре отличаются как от собственно зональных тундровых, так и от типично таежных. Возможно, выявленные особенности в видовом разнообразии мелких млекопитающих характеризуют экологические сдвиги, происходящие в результате современных климатогенных и антропогенных изменений растительного покрова ландшафтов арктической зоны.

Выражаем искреннюю благодарность заместителю директора Государственного природного заповедника «Ненецкий» А. С. Глотову за организацию экспедиции на территории заповедника. Также выражаем искреннюю благодарность ведущему научному сотруднику Печоро-Илычского биосферного заповедника А.В. Бобрецову за помощь и ценные замечания при определении сложных вариантов в коллекционных экземплярах мелких млекопитающих подрода *Sorex*.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» FUUU-2022-0086.

ЛИТЕРАТУРА

1. Животовский, Л. А. Показатель внутривидового разнообразия / Л. А. Животовский // Журнал общей биологии. – 1980. – Т. 41, № 6. – С. 828–836.
2. Петров, А. Н. Мелкие млекопитающие (*Insectivora, Rodentia*) трансформированных и нарушенных территорий восточноевропейских тундр. / А. Н. Петров ; отв. ред. А. А. Естафьев. – СПб : Наука, 2007. – 178 с.

3. Diet, nesting density, and breeding success of rough-legged buzzards (*Buteo lagopus*) on the Nenetsky Ridge, Arctic Russia / I. Pokrovsky, D. Ehrlich, R. A. Ims, O. Kulikova, N. Lecomte // *Polar biology*. – 2014. – № 37. – P. 447–457. – DOI: 10.1007/s00300-013-1441-2

SMALL MAMMALS (LIPOTYPHILA, RODENTIA) OF MALOZEMELSKAYA TUNDRA: FAUNA, SPECIFIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE

N. Petrov , N. M. Bykhovets

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Investigations were proved near Korovinskaya Guba (in Pechora River Delta, Nenets Autonomous District, Russia). Small mammals' fauna of Malozemelskaya tundra is characterized by complexity, heterogeneity and extremely poor specific diversity. Totally in population dominants are polyzonal, eurytopic, ecologically plastic species – *M. oeconomus*, *M. glareolus*, *S. araneus* and *S. minutus*. Points of our boreal shrew species findings – *S. caecutiens* and *S. minutus* – are located on 120 km northwards from area boundaries known before in Malozemalskaya tundra for these species. In 2017 we made the first record of *S. tundrensis*, species before not registered here. The fact of typical forest species (*M. glareolus*) domination in tundra rodents populations is registered in first time for territories of East-European and Euro-Asian tundra. Number of typical tundra species – lemmings – was low.

Keywords: small mammals, Rodentia, Lipotyphla, tundra

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЫБНОМ НАСЕЛЕНИИ БАСЕЙНА РЕКИ МОРЕ-Ю (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

В. И. Пономарев

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: ponomarev@ib.komisc.ru

Ключевые слова: Арктика, пресноводные системы, рыбное население, ледниковая история

Река Море-Ю, впадающая в Хайпудырскую губу Баренцева моря – один из наиболее крупных водотоков междуречья Печоры и Кары. Ее длина составляет 272 км, площадь водосбора – 4530 км² [1]. В последние 80–90 тыс. лет периодические наступления покровных оледенений полностью занимали водосборы рек, напрямую впадающих в Баренцево море и его губы, в отличие от бассейнов правых притоков р. Уса, где оледенениями покрывались только их верхние участки севернее 67° с.ш. и восточнее 54° в.д. [2, 3, 4].

До последних лет ихтиофауна и рыбное население бассейна р. Море-Ю оставались практически не изученными. Рекогносцировочные ихтиофаунистические исследования были предприняты нами здесь в июле 2001 г., после чего дополнены материалами полевых сборов, выполненных в июле 2004 г., а также в сентябре 2017 и 2022 гг.

В 2004 г. обследовано рыбное население четырех участков магистрального русла р. Море-Ю на ее стокилометровом протяжении от реликтового «лесного острова» (географические координаты базового лагеря 67°50'01" с.ш., 60°00'02" в.д.) до устья водотока (рис. 1). Эти участки существенно различаются по местоположению, ширине русла (от 70 до 400 м), характеру и растительности берегов и грунтов, электропроводности (0.086–0.149 мС/см), но близки по высоте над уровнем моря (1–15 м), скорости течения (0.5–1.0 м/сек), максимальной глубине (2.5–4 м), рН (7.89–7.99), насыщенности воды кислородом (85–87%) и повышенной мутности (18–26 NTU). В районе створа 4р отмечено влияние приливно-отливных явлений.

Проведено ихтиофаунистическое изучение шести озер – Большие Сиднейты, расположенного на водосборе р. Сябую, левого притока Море-Ю, и пяти безымянных водоемов. Их географи-

ческое положение ограничено координатами $67^{\circ}42' - 68^{\circ}16'$ с.ш. и $59^{\circ}40' - 60^{\circ}03'$ в.д. Эти озера располагались на высоте 3–92.4 м над уровнем моря, их площадь варьировала до 26 до 213 га, а максимальная глубина – от 2 до 16 м. Также весьма широк диапазон значений рН (6.30–8.64), электропроводности воды (0.018–0.379 мS/cm) и ее в целом невысокой даже в мелководных озерах мутности (1.04–12.2 NTU).



Рис. 1. Карта-схема бассейна р. Море-Ю. 1р-4р – обследованные участки русла. Оз. 1–5 – условные обозначения безымянных озер.

Сбор материалов выполнен с использованием общепринятых методов [5]. Отлов рыб произведен стандартным рядом ставных жаберных сетей длиной 30 м, высотой 1.8 м и ячеей 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мм.

Всего в бассейне р. Море-Ю зарегистрировано 17 видов рыб из 12 семейств (см. таблицу). Большинство из них составили виды арктического пресноводного ихтиофаунистического комплекса [6]: сиг, чир, пелядь, нельма, сибирская ряпушка, азиатская корюшка и налим. Бореальный предгорный комплекс представлен горбушей, хариусом, обыкновенным голянком и усатым голецом, а арктический морской и бореальный равнинный комплексы – оба двумя видами (полярной и звездчатой камбалами в первом случае, а также щукой, ершом – во втором). По одному виду включают бореальный атлантический (навага) и понтокаспийский (девястиглая колюшка) ихтиофаунистические комплексы.

Можно предположить, что в результате планирующихся последующих исследований фауны рыб бассейна р. МореЮ в ее составе могут оказаться атлантический лосось, арктический голец, омуль, речная камбала и другие виды рыбообразных и рыб.

Состав рыбного населения бассейна р. Море-Ю представлен на рис. 2. На всем протяжении изученных участков реки отмечены сиг, пелядь, хариус и щука. В районе дельты реки и ее устья из состава уловов выпали обыкновенный голянок, усатый голец, налим и ерш, однако здесь уже встречаются навага, полярная и звездчатая камбалы.

В летнее время на участках среднего течения р. Море-Ю преобладала пелядь, а хариусу принадлежала роль субдоминанта. Доля сига на предустьевых участках достигала трети уловов. Максимальное количество видов (семь) выявлено в районе «лесного острова» р. Море-Ю (выше по течению устья левого притока р. Сямаю) и в дельте.

Пелядь доминировала в составе рыбного населения большинства водоемов, кроме озер 5 (здесь преобладал чир) и 3 (хариус). В пяти из шести изученных озерах обнаружены чир, хариус и щука; ерш населял три водоема. Четыре вида – ряпушка, нельма, корюшка и колюшка, встречены только в одном из озер. Наибольшее (по шесть) число видов выявлено в озерах Большие Сиднейты, а также в озерах 3 и 4.

Таблица

Состав ихтиофауны бассейна р. Море-Ю

Семейство, вид	Бассейн р. Море-Ю	
	русло	озера
SALMONIDAE – лососевые Горбуша <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792)	–	+
COREGONIDAE – сиговые Обыкновенный сиг <i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758) Чир <i>Coregonus nasus</i> (Pallas, 1776) Пелядь <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) Сибирская ряпушка <i>Coregonus sardinella</i> (Valenciennes, 1848) Нельма <i>Stenodus leucichthys</i> (Guldenstadt, 1772)	+	+
THYMALLIDAE – хариусовые Европейский хариус <i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
OSMERIDAE – корюшковые Азиатская корюшка <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill, 1815)	–	+
ESOCIDAE – щуковые Обыкновенная щука <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
CYPRINIDAE – карповые Обыкновенный голянь <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
BALITORIDAE – балиториевые Усатый голец <i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
GADIFORMES – трескообразные Навага <i>Eleginus nawaga</i> (Koelreuter, 1770)	+	–
LOTIDAE – налимовые Налим <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
CASTEROSTEIDAE – колюшковые Колюшка девятиглая <i>Pungitius pungitius</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
PERCIDAE – окуневые Обыкновенный ерш <i>Gimnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
PLEURONECTIDAE – камбаловые Полярная камбала <i>Liopsetta glacialis</i> (Pallas, 1776) Звездчатая камбала <i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1787)	+	–

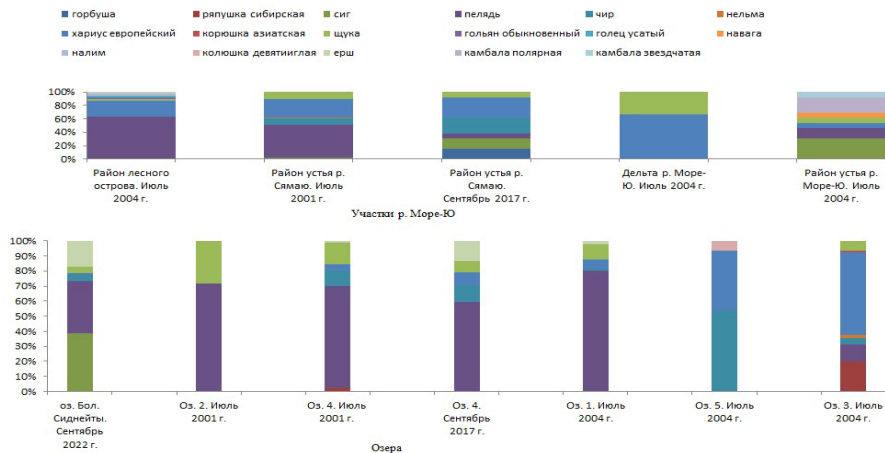


Рис. 2. Состав рыбного населения в бассейне р. Море-Ю.

Изученные озера и русло реки связаны функционально, выполняя определенную роль в прохождении рыбами различных фаз жизненного цикла. Так, в мелководных озерах дельты идет нагул молоди целого ряда видов рыб. Ледниковые озера вышерасположенных участков бассейна, служат местами нагула чира, нерестящего в водотоках [7].

В ряде ледниковых озер хариус, аналогично щуке и озерной форме пеляди, представлен большим количеством возрастных групп. Однако в озере Большие Сиднейты выявлены только старшевозрастные половозрелые особи хариуса, что указывает на использование этого водоема как нагульного. Сиг, отмеченный лишь в одном озере бассейна р. Море-Ю (Большие Сиднейты), нерестится здесь, о чем свидетельствует состояние половых продуктов, близких к функциональной половой зрелости, у отловленных здесь в середине сентября рыб.

Таким образом, установлено, что рыбное население бассейна р. Море-Ю включает как минимум 17 видов из 12 семейств. Отмечена чрезвычайно высокая ценность его состава с преобладанием лососеобразных рыб. Особое внимание обращает отсутствие в бассейне р. Море-Ю язя, плотвы, окуня и подкаменщика, населяющих соседние Вашуткины озера [8]. Выдвинуто предположение, что это обусловлено не климатическими условиями, а ледниковой историей и ролью в формировании местной ихтиофауны водораздельных барьеров между бассейном р. Море-Ю, с одной стороны, и водосборов тундровых притоков р. Уса, с другой стороны.

Работа выполнена в рамках темы госзадания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (регистрационный № 122040600025-2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / под ред. Н. М. Жила. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1965. – 612 с.
2. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in northern European Russia / V. I. Astakhov et al. // *Boreas*. – 1999. – V. 28. – P. 23–45.
3. Surface form of the last Kara Ice Sheets as inferred from its southwestern marginal features / J. Tveranger et al. // *Boreas*. – 1999. – V. 28. – P. 81–91.
4. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation / J. Mangerud et al. // *Quaternary Science Reviews*. – 2004. – V. 23. – P. 1313–1332.
5. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
6. Никольский, Г. В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб / Г. В. Никольский. – Москва : Пищевая промышленность, 1980. – 184 с.
7. Решетников, Ю. С. Особенности воспроизводства сиговых рыб / Ю. С. Решетников, В. Д. Богданов // *Вопросы ихтиологии*. – 2011. – Т. 51, № 4. – С. 502–525.
8. Сидоров Г. П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры / Г. П. Сидоров. – Ленинград : Наука, 1974. – 164 с.

**THE FIRST KNOWLEDGE OF ICHTHYOFAUNA
OF THE MORE-YU RIVER BASIN
(BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA)**

V. I. Ponomarev

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The results of ichthyofauna research findings for the basin of the More-Yu River, which flows into Khaipudyrskaya Bay of the Barents Sea, are first presented. At present, 17 fish species, which belong to 12 families, are registered in its bed and in the lakes located in the watershed area. Extremely high local ichthyofauna value has been identified: salmonids compose more than half of its composition. Both the stream and the lakes are inhabited by eight species: whitefish, peled, broad whitefish, nelma, grayling, pike, burbot, and pope. Seven species have been detected solely in the river: humpbacked salmon, Arctic smelt, common minnow, bearded stone loach, nine-spined stickleback, navaga, Arctic flounder, and great flounder. Special attention is given to the absence of ide, roach, perch and miller's thumb in the More-Yu River basin. The glacial history is supposed to be the cause of this.

Keywords: Arctic, freshwater systems, ichthyofauna, glacial history

ОСОБЕННОСТИ ИХТИОФАУНЫ АРКТИКИ

Ю. С. Решетников

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, г. Москва
e-mail: ysreshetnikov@gmail.com

Ключевые слова: морские и пресноводные рыбы, эндемизм и пути эволюции

Обычно Арктику подразделяют на «Высокую Арктику» (Северный ледовитый океан, его острова и самый край материкового побережья), «Низкая или просто Арктика» (зона тундры и вечной мерзлоты) и Субарктика (начало лесной зоны). В данной статье включены в анализ все три зоны.

Современная ихтиофауна Арктики представлена четырьмя классами, 33 отрядами, 103 семействами, 251 родом и 460 видами круглоротых и рыб (или 1.3% от мировой фауны), из которых настоящими арктическими видами являются 156 видов или 34.7% от числа видов в Арктике (табл. 1).

Таблица 1

Видовое богатство позвоночных в Арктике

Группа животных	Кол-во видов в мире	Кол-во видов в Арктике	Доля в мировой фауне, %	Истинно арктические виды, n	Их доля в арктической фауне, %
Мухни	80	1	1,2	0	0
Petromyzontida	50	6	12,0	0	0
Chondrichthys	1 057	26	2,5	2	7,7
Actinopterygii	34 255	427	1,3	154	36,0
Sarcopterygii	8	0	0	0	0
Кругл.+Рыбы	35450	460	1,3	156	34,7
Amphibia	5 500	4	0,03	0	0
Reptilia	16 400	3	0,02	0	0
Aves	9 050	240	2,7	74	30,8
Mammalia	4 650	75	1,6	20	26,6
ВСЕ	71 050	782	1.1	250	31.9

Доля арктических видов у пресноводных рыб выше (50.9%), чем у морских. Эти цифры по чисто арктическим видам близки к

таковым у млекопитающих (20 видов или 26.6%), птиц (74 вида и 30.8%) и двукрылых насекомых (21%) (таб. 1). Для сравнения отметим, что доля арктических видов невысока также среди сосудистых растений (18%) и среди мхов и лишайников (не более 6%) [7, 9, 14]. Таким образом, рыбы в этом плане относятся к одному из наиболее продвинутых таксонов в водоемах Арктики.

В статье принимается следующее разделение видов рыб по их ареалам.

I – арктический – вид, постоянно живущий и размножающийся в арктических водах, практически весь ареал или его большая часть находится в Арктике (например, далии рода *Dallia* – типичные представители арктического пресноводного фаунистического комплекса (по Г. В. Никольскому);

II – аркто-бореальный – вид, распространенный и в арктических, и бореальных водах, но все же значительная часть ареала принадлежит Арктике (например, сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) – представитель бореального предгорного комплекса);

III – бореальный – вид, характерный для бореальных вод и лишь малая часть его ареала относится к Арктике (например, *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) – бореальный предгорный комплекс или плотва *Rutilus rutilus* (L., 1758) – бореальный равнинный комплекс);

IV – южно-бореальный (например, лещ *Abramis brama* (L., 1758) – понтический пресноводный комплекс);

V – случайный вид для Арктики (например, морская минога *Petromyzon marinus* L., 1758 – проходной вид, большая часть ареала относится к Центральной и Южной Европе, но временами она доходит до побережья Мурмана) [9]. (в табл. 2).

Для Арктики характерны виды с циркумполярными ареалами, т.е. широкое распространение растений и животных с образованием «круговых» ареалов, простирающихся в долготном направлении на всем протяжении, часто на обоих материках (Евразия и Северная Америка) или во многих северных морях. Среди рыб это наиболее ярко проявляется у обыкновенного сига *Coregonus lavaretus* (L., 1758), арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L., 1758), нельмы *Stenodus leucichthys* (Gyldenstädt, 1772), обыкновенной щуки *Esox lucius* L., 1758, обыкновенного голяна *Phoxinus phoxinus* (L., 1758), налима *Lota lota* (L., 1758) и четырехрогого бычка-

рогатки *Trihloopsis quadricornis* (L., 1758). Широкий ареал от Печоры или даже Англии (включая английский вид *C. pollan* Thompson, 1825) через всю Сибирь до Северной Америки имеют арктический омуль *C. autumnalis* (Pallas, 1776), в Сибири и Америке живут сибирская ряпушка *C. sardinella* (Valenciennes, 1848) и сибирский хариус (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)). Из морских рыб около 20 видов из разных семейств имеют циркумполярный ареал. Подобные циркумполярные ареалы в Арктике характерны для птиц, насекомых и других групп животных [3, 14]. Из всех рыб наиболее полно представлены отряды Скорпенообразные (102 вида), Окунеобразные (87), Лососеобразные (41), Трескообразные (40) и Карпообразные (30). Причем у некоторых из них наибольшее число видов живет именно в Арктике, это Лососеобразные (49%) и Корюшкообразные (39%).

Таблица 2
Таксономическая структура арктической иктиофауны (по числу видов)

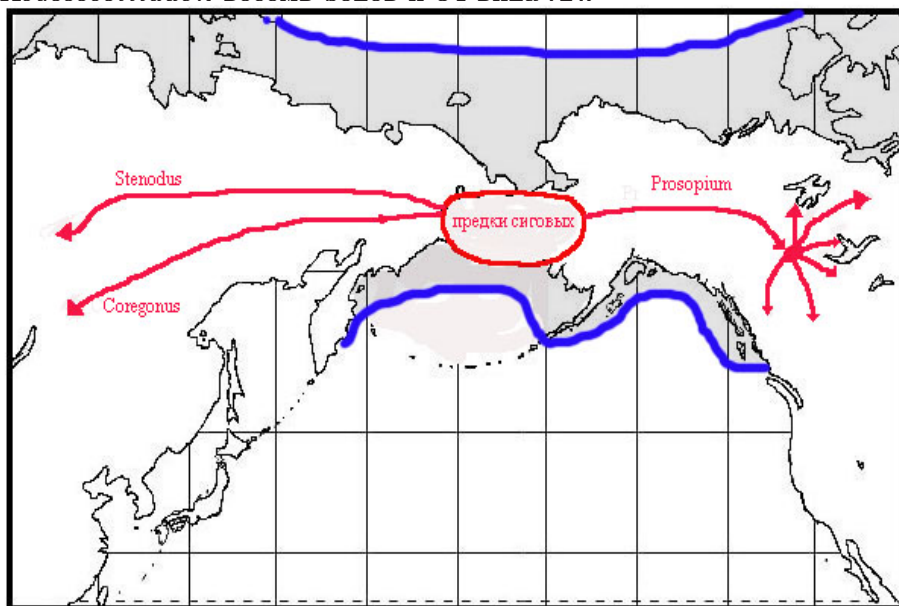
Отряд	Категория видов					Кол-во видов в Арктике	Доля в мировой фауне, %
	I	II	III	IV	V		
Scorpaeniformes	26	11	64	0	1	102	5.0
Perciformes	19	2	3	40	0	87	0.8
Salmoniformes	20	10	11	0	0	41	48.8
Gadiformes	6	2	26	4	2	40	6.5
Cypriniformes	0	0	3	27	0	30	0.6
Pleuronectiformes	1	0	0	26	0	27	3.0
Osmeriformes	0	1	5	4	7	17	38.6
Lophiiformes	0	0	0	3	11	14	3.8
Stomiiformes	0	0	2	1	10	13	3.3
Rayiformes	1	0	9	1	0	11	7.8
Aulopiformes	0	0	0	0	7	7	2.4
Myctophiformes	0	0	4	2	1	7	2.7
Gasterosteiformes	0	0	5	1	0	6	1.8
Прочие отряды	4	2	10	17	49	82	2.8
ВСЕ	77	28	142	126	87	460	1.5

Известно, что в Заполярных районах резко выражена ведущая роль тепла (температура воды), а тепло в Арктику поступает вместе с речным стоком, обычно с юга. Существенное влияние оказывает и теплый Гольфстрим, поэтому ихтиофауна Европейской части и Восточной Америки много богаче видами, чем ихтиофауна Чукотки и Аляски. Кроме того, по мере продвижения от Европы к Сибири возрастает доля «чисто арктических» видов. Это хорошо прослеживается по увеличению доли чисто арктических видов в направлении Европа —> Сибирь —> Чукотка и Аляска [12]. На Чукотке доля «чисто арктических» видов рыб наибольшая.

Из двух основных путей эволюции таксонов (адаптивной радиации и канализованного типа эволюции). Большинство сиговых рыб рода *Coregonus* пошло по первому пути адаптивной радиации (создание «букета видов» от одного исходного). А у нельмы (род *Stenodus*) ярко выражен второй путь (обособление до вида и далее до образования монотипического рода) [7, 9]. Отметим, что в Арктике канализованный путь слабо выражен, показателем чего является малое число монотипических родов. Среди морских арктических рыб это роды *Boreogadus* (сайки), *Ulcina* (ледовитоморские лисички), *Rhodichthys* (родихты). Среди пресноводных арктических и арктобореальных рыб это роды *Salvelinus* (длиннопёрые палии), *Stenodus* (нельмы) и *Lota* (налимы) [9].

Путь адаптивной радиации (многообразие форм) более характерен для Арктики как на уровне видов, так и внутривидовых форм. В ихтиофауне Арктики хорошо представлены таксоны с широкой адаптивной радиацией (роды *Coregonus*, *Salvelinus*, *Lycodes* и др.) и виды со сложной внутривидовой структурой типа надвида (superspecies) или вида-комплекса [4, 6, 11]. Известно, что при попадании вида в новые места обитания может наблюдаться массовое образование новых видов (см. рисунок). Подобное образование «букета видов» или «веерное образование» характерно для многих групп животных северной части Тихого океана. Однако за редким исключением, невозможно ставить знак равенства между современным местом обитания наибольшего числа видов и центром возникновения группы в целом, что было показано на примере щучковых, сиговых и окуневых рыб [6, 7, 9, 13]. Сложность структуры северных экосистем Европы и Азии достигается не за счет разнообразия видов (как в Африке и Северной Америке), а за счет разнообразия внутривидовых форм, которые энергетически эквивалентны самостоятельным видам.

Другая характерная черта Арктики – невысокий эндемизм ихтиофауны на уровне семейств (5%), родов (2%) и видов (10%). Так среди всех рыб нет ни одного отряда, эндемичного для Арктики, здесь встречается только одно эндемичное семейство (*Dallidae*), представленное одним родом и четырьмя сомнительными видами. По последним данным даллии переведены в сем. *Umbridae* [10]. Представители же всех других семейств встречаются не только в Арктике и отмечены далеко за ее пределами. Для сравнения отметим, что в одном Байкале эндемиков много больше, чем во всей Арктике: два эндемичных семейства (*Comephoridae* и *Abussocottidae*), восемь родов и 34 вида [2].



Пути расселения предков сиговых рыб в Берингии с образованием «букета видов» вальков в Северной Америке.

В известной мере полярным аналогом фауны Арктики является фауна Антарктики. Антарктическая бентическая ихтиофауна (более 200 видов) намного богаче эндемичными семействами, родами и видами, чем фауна Арктики [1]. Здесь имеется много типично антарктических семейств (*Nototheniidae*, *Chaenichthyidae*, *Harpagiferidae*, *Artedidraconidae* и другие), и число эндемичных

таксонов довольно высокое как на уровне видов (88%), так и родов (76%).

Отметим наиболее отличительные черты ихтиофауны Арктики. Полиморфизм и эврифагия – эти две наиболее яркие черты, и связаны они с изменчивой и невысокой кормовой базой водоемов (низкие показатели первичной продукции, зоопланктона и бентоса). По типу питания в Арктике преобладают бентофаги (44%) и эврифаги (28%), мало типичных зоопланктофагов (14%) и хищников (9%), практически совсем нет детритофагов (5%). Экологическую нишу карповых рыб в Арктике занимают сиговые и лососевые рыбы.

Среди пресноводных рыб нет пелагофилов и тем более нет живородящих, последние отмечены только у морских видов рыб. Стратегия воспроизводства строится таким образом, чтобы личинки и мальки смогли набрать нужный вес за короткое полярное лето. Большинство рыб откладывает икру на грунт, закапывает в грунт или охраняют её. У лососевых и сиговых рыб развитие икры длится долгий зимний период. У многих сиговых рыб отмечены пропуски нерестовых сезонов: каждая особь нереститься не каждый год, а пропуски между икрометаниями составляют 1–3 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрияшев, А. П. Рыбы северных морей СССР / А. П. Андрияшев. – Москва : Изд-во АН СССР, 1954. – 564 с.
2. Атлас пресноводных рыб России / ред. Ю. С. Решетников. – Москва : Наука, 2002. – 178 с.
3. Кищинский, А. А. Арктоальпийская авифауна и её происхождение / А. А. Кищинский // Зоологический журнал. – 1974. – Т. 53, вып. 7. – С. 1036–1051.
4. Мина, М. В. Стоит ли ихтиологам отказываться от концепции полиморфного вида / М. В. Мина // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г. В. Никольского). – Москва : Т-во научных изданий КМК, 2010. – С. 62–87.
5. Nikolsky, G. V. Systematics of Coregonid fishes in the USSR; intraspecies variability and difficulties in taxonomy / G. V. Nikolsky, Yu. S. Reshetnikov // Biology of Coregonid Fishes. Univ. of Manitoba Press. Winnipeg, 1970. – P. 67–80.
6. Решетников, Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб / Ю. С. Решетников. – Москва : Наука, 1980. – 301с.
7. Reshetnikov, Yu. S. Coregonid fishes in Arctic waters / Yu. S. Reshetnikov // Ann. Zool. Fennici. – 2004. – V. 41. – P. 3–11.
8. Решетников, Ю. С. О центрах возникновения и центрах расселения

в связи с распределением числа видов по ареалу на примере сиговых рыб / Ю. С. Решетников // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г. В. Никольского). – Москва : Тов-во научных изданий КМК, 2010. – С. 62–87.

9. Решетников, Ю. С. Словарь названий рыб на шести языках / Ю. С. Решетников, А. Н. Котляр. – Москва : Тов-во научных изданий КМК, 2022. – 838 с.

10. Савваитова, К. А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования) / К. А. Савваитова. – Москва : Агропромиздат, 1980. – 224 с.

11. Сидоров, Г. П. Лососеобразные рыбы водоемов Европейского северо-востока / Г. П. Сидоров, Ю. С. Решетников. – Москва : Тов-во научных изданий КМК, 2014. – 42 с.

12. Сычевская, Е. К. Ископаемые щуковидные СССР и Монголии / Е. К. Сычевская. – Москва : Наука, 1976. – 115 с.

13. Чернов, Ю. И. Класс птиц (Aves) в арктической фауне / Ю. И. Чернов // Зоологический журнал. – 1999 – Т. 78, вып. 3. – С. 1–17.

14. Шварц, С. С. Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике / С. С. Шварц // Млекопитающие. Т. 1. – Свердловск : Наука, 1963. – С. 1–131.

PECULIARITIES OF ARCTIC ICHTHYOFAUNA

Yu. S. Reshetnikov

*N. Severtzov Institute of Ecology and Evolution
Russian Academy of Sciences, Moscow*

The Arctic ichthyofauna is represented by 4 classes, 33 orders, 103 families, 251 genres and 460 fish species (1.3% of the world fauna), of which 156 (34.7%) are true Arctic species. This proportion is close to that observed in mammals, birds, and Diptera. The proportion of Arctic species among freshwater fishes (51%) is higher than among marine fishes (15%). The macrostructure of the Arctic ichthyofauna differs significantly from the observed ratio of taxa in the world fauna, and the core elements are Scorpaeniformes (102 species), Perciformes (87), Salmoniformes (41) and Gadiformes (40). Characteristic features of the Arctic fish fauna are a small number of monotypic genera, a low proportion of endemic genera

and species, as well as polymorphism and euryphagy.

In comparison, it should be noted that the Antarctic benthic ichthyofauna (more than 200 species) is richer in endemic families, genera and species than the Arctic benthic fauna. There are many typical Antarctic families (Nototheniidae, Chaenichthyidae, Harpagiferidae, Artedidraconidae and others) and the number of the endemic taxa remains exceptionally high, reaching 88% for species and 76% for genera.

Polymorphic species in Arctic are represented by forms that have various feeding regimes and different spawning seasons; polymorphism and euriphagy are connected with low feeding resources and variability of food supply. According the type of feeding among arctic fishes are dominated bentophagous fish (44%) and euryphagous (28%)./ there are small typical zooplanktophagous (14%) and predators (9%); are very small detritophagous fish (5%)/ The ecological niches of cyprinids are occupied by salmonids and coregonids, which play a major role in transferring energy through trophic chains.

A major constraint on the reproductive strategy of Arctic fishes is the need for suitable larval and juvenile rearing conditions during the short polar summer. Among the coregonids, mature individuals generally do not spawn annually, but as a rule spawn every one to three years. The majority of freshwater Arctic fish spawn on the bottom, have nests, or defend eggs. Pelagophylic or viviparous species are absent among Arctic freshwater fish and occur exclusively among marine species.

Keywords: marine and freshwater fish, endemism, and pathways evolution

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛЕПИДОПТЕРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

С. Ю. Синев

Федеральное бюджетное учреждение науки Зоологический институт
Российской академии наук, г. Санкт-Петербург
e-mail: sergey.sinev@zin.ru

Ключевые слова: Российская Арктика, чешуекрылые, биоразнообразие, фауна

В настоящее время освоение и использование Арктики включено в перечень приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации. Это обстоятельство, безусловно, является хорошим дополнительным стимулом для проведения комплекса естественно-научных исследований в регионе, в том числе для изучения различных аспектов биологического разнообразия. Выявление фаунистического состава локальных и региональных фаун, закономерностей их формирования в историческом плане, а также тенденций изменения в современных условиях входит в число первоочередных задач отечественных специалистов. Одной из групп животных, весьма обильно представленных в фауне Арктики и Субарктики, но до сих пор совершенно недостаточно здесь изученных, являются насекомые и, в частности, чешуекрылые.

История изучения фауны чешуекрылых Российской Арктики насчитывает почти 200 лет и отличается выраженной периодичностью и избирательностью. Начало ей положили скандинавские морские экспедиции вдоль побережий северных морей и по руслам крупных сибирских рек (Обь, Енисей, Лена), проводившиеся в середине и второй половине 19-го века. В ходе этих экспедиций делались в том числе и попутные энтомологические сборы, частично обработанные и опубликованные. Итог первого этапа подвел в 1901 г. А. Пагенштегер, который дал исчерпывающий, хотя и довольно формальный обзор исследований арктической фауны чешуекрылых Европы, Азии и Северной Америки [1].

В первой трети 20-го века, в связи с чередой прошедшей в Европе революций и войн, работы в этом направлении почти не велись, и возобновились лишь в 30-х годах, когда освоение арктических территорий впервые попало в число

приоритетов социально-экономического развития Советского Союза. В этот период в ходе многочисленных комплексных, преимущественно геологоразведочных экспедиций в арктическую и субарктическую зоны азиатской части России был собран уникальный коллекционный материал, аккумулировавшийся в фондах Зоологического института (до 1932 г. – Музея) Российской академии наук в Санкт-Петербурге. Этот материал был положен в основу масштабного и весьма амбициозного научно-исследовательского проекта «Lepidoptera Arctica», задуманного крупнейшим отечественным лепидоптерологом предвоенных лет Н. Я. Кузнецовым (1873–1948). Он даже приступил к его реализации, обработав часть арктических сборов, наметив к описанию ряд новых видов и подготовив черновик рукописи и даже цветные таблицы иллюстраций. Однако публикации материалов помешало начало Второй мировой войны, и в результате увидела свет лишь общая часть предполагаемой монографии по чешуекрылым Арктики, вышедшая в виде журнальной статьи, в которой состав региональной фауны на 1938 г. оценивался в 400 видов [2].

В послевоенный период целенаправленные исследования лепидоптерофауны арктических территорий долгое время практически не проводились из-за труднодоступности огромных территорий севера Сибири и Дальнего Востока, изучение которых требовало еще и значительного финансирования, а также незаинтересованности в такого рода работе отечественных специалистов-систематиков, предпочитавших заниматься более богатыми и интересными в таксономическом отношении фаунами южных регионов бывшего Советского Союза. Вместе с тем, отдельные краткосрочные экспедиции в ряд регионов все же проводились, например, советско-финские экспедиции на Чукотку в 1987, 1989 и 1991 гг. и на Полярный Урал в 1994 г., а также поездки сотрудников Института систематики и экологии животных, Института криолитозоны и Института биологических проблем севера СО РАН. В отличие от полевых работ довоенных лет, эти поездки осуществлялись энтомологами, в том числе и специалистами по чешуекрылым, которые использовали современные эффективные методы сбора (в том числе лов на свет), что позволило получать значительно более репрезентативный материал. Особенно следует отметить работы в арктических регионах М. В. Козлова с коллегами, которые регулярно проводились в последние 30 лет на территории севера и северо-востока европейской части России [3, 4, 5].

Вместе с тем, изученность фауны чешуекрылых отдельных территорий Российской Арктики, а также разных представленных здесь групп остается крайне фрагментарной. Наиболее полные, близкие к исчерпывающим данные о составе региональной фауны имеются лишь для Кольского полуострова, где на протяжении более чем 100 лет работали многие финские и отечественные исследователи. Всего здесь насчитывается сейчас 808 видов чешуекрылых [3, 6], что вдвое превышает оценку Н. Я. Кузнецова для арктической лепидоптерофауны всей Евразии. Относительно неплохо можно считать изученными также фауны севера Архангельской области, ненецкого автономного округа и Полярного Урала [4, 5]. Первый список видов, включающий представителей большинства семейств чешуекрылых, недавно опубликован для Таймыра [7]. Если же говорить об изученности арктической фауны по отдельным семействам, то достаточно полной ее можно назвать лишь для дневных бабочек [8] и совок [9]. Что касается многочисленных семейств так называемых молевидных чешуекрылых (*Microlepidoptera*), то число известных их видов в некоторых регионах минимально, хотя общее их число в любой фауне всегда превышает число видов крупных чешуекрылых (*Rhopalocera*+*Macroheterocera*).

В настоящее время сложилась весьма благоприятная ситуация для резкой интенсификации работ по изучению фауны чешуекрылых Российской Арктики. Прежде всего, за почти двухвековую историю исследований накоплен огромный материал из самых разных ее регионов. Значительная часть этого материала сконцентрирована в фондовой коллекции Зоологического института РАН, а другие ценные, в том числе и имеющие историческое значение сборы хранятся в коллекциях Российского музея центров биологического разнообразия в Архангельске, Институте биологии Коми НЦ УрО РАН в Сыктывкаре, Институте систематики и экологии животных в Новосибирске, Институте биологических проблем криолитозоны СО РАН в Якутске, Федеральном научном центре биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН во Владивостоке, Зоологическом музее МГУ в Москве, а также в Музее естественной истории в Хельсинки. В отделении чешуекрылых Зоологического института РАН собрана уникальная лепидоптерологическая библиотека книг и оттисков журнальных статей, обеспечивающая, наряду с созданными библиографической и таксономической базами данных, оперативный доступ к важным информационным ресурсам.

Существенно расширился арсенал методов сбора материала и его последующей камеральной обработки. Использование стационарных светоловушек, ловушек Малеза, феромонных ловушек и пр. позволило в разы увеличить объем полученного материала и более эффективно выявлять состав локальных фаун даже в условиях краткосрочных полевых работ. Применение самых современных методов молекулярно-генетического анализа дает возможность точной идентификации экземпляров даже очень плохой сохранности и проводить сравнение представителей весьма удаленных друг от друга популяций для правильной оценки их таксономического статуса, что особенно важно при работе с обычными в Арктике транспалеарктическими и голарктическими видами. Именно с помощью ДНК-штрихкодирования удалось, например, показать идентичность некоторых видов, описанных из Евразии и Северной Америки в качестве самостоятельных [10].

Современные представления о биоразнообразии чешуекрылых различных регионов Российской Арктики были суммированы во втором издании «Каталога чешуекрылых России» [6], обновленная электронная версия которого ежегодно выставляется на сайте Зоологического института РАН (https://www.zin.ru/publications/books/Lepidoptera_Russia/). Для Ненецко-Новоземельского региона в каталоге отмечается 379 видов, для Нижнеобского – 359, для Северо-Енисейского – 333, для Северо-Охотоморского – 487 и для Чукотского – 272. Очевидно, что сбор и обработка дополнительных материалов, прежде всего по семействам Microlepidoptera, уже в самое ближайшее время заметно увеличит эти цифры.

В связи с вышеизложенным можно определить следующие первоочередные задачи дальнейших исследований, призванных внести существенный вклад в познание биоразнообразия чешуекрылых арктических и субарктических широт Евразии, и прежде всего России: (1) выявление таксономической структуры региональных и локальных фаун на основе определения коллекционных материалов и новых сборов по малоизученным в отношении чешуекрылых регионам Российской Арктики и Субарктики; (2) описание новых для науки таксонов с использованием традиционных сравнительно-морфологических и новейших молекулярно-генетических методов; (3) уточнение представлений о широтных и долготных границах ареалов многих видов арктической биоты; (4) анализ зоогеографической структуры арктической фауны чешуекрылых с учетом данных

по всем их группам; (5) оценка динамики состава региональных лепидоптерофаун в условиях возрастающего антропогенного воздействия на экосистемы Арктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pagenstecher, A. Die arktische Lepidopterenfauna / A. Pagenstecher // *Fauna Arctica*. – 1901. – Vol. 2. – P. 197–400.
2. Кузнецов, Н. Я. Арктическая фауна Евразии и ее происхождение (преимущественно на основе материала по чешуекрылым) / Н. Я. Кузнецов // *Труды Зоологического института АН СССР*. – 1938. – Т. 5. – С. 1–85.
3. Kozlov, M. V. Lepidoptera of tundra habitats of the northern Kola peninsula, Northwestern Russia / M. V. Kozlov, J. Kullberg // *Entomologica Fennica*. – 2008. – Vol. 19. – P. 114–121.
4. Kozlov, M. V. Lepidoptera of Arkhangelsk oblast of Russia: a regional checklist / M. V. Kozlov, J. Kullberg, V. E. Zverev // *Entomologica Fennica*. – 2014. – Vol. 25, no. 3. – P. 113–141.
5. Kozlov, M. V. Moths and butterflies (Lepidoptera) of the continental part of the Nenets Autonomous Okrug, Russia / M. V. Kozlov, J. Kullberg, V. E. Zverev // *Entomologica Fennica*. – 2019. – Vol. 30, no. 4. – P. 169–182.
6. Каталог чешуекрылых России. Издание 2-е / ред. С. Ю. Синев. – Санкт-Петербург : Зоологический институт РАН, 2019. – 448 с.
7. Kozlov, M. V. Lepidoptera of the Taymyr Peninsula, northwestern Siberia / M. V. Kozlov, J. Kullberg, V. V. Dubatolov // *Entomologica Fennica*. – 2006. – Vol. 17, no. 2. – P. 136–152.
8. Чернов, Ю. И. Дневные бабочки в фауне Арктики / Ю. И. Чернов, А. Г. Татарин // *Зоологический журнал*. – 2006. – Т. 85, № 10. – С. 1205–1229.
9. Кононенко, В. С. Аннотированный список совков Берингии (Lepidoptera, Noctuidae) / В. С. Кононенко, Д. Д. Лафонтен, К. Миккола // *Энтомологическое обозрение*. – 1989. – Т. 68, вып. 3. – С. 549–567.
10. Shared but overlooked: 30 species of Holarctic Microlepidoptera revealed by DNA barcodes and morphology / J.-F. Landry, V. Nazari, J. R. de Waard, M. Mutanen, C. L. Vaamonde, P. Huemer, P. D. N. Hebert // *Zootaxa*. – 2013. – Vol. 3749, iss. 1. – P. 1–93.

HISTORY AND PROSPECTS OF LEPIDOPTEROLOGICAL RESEARCH IN THE RUSSIAN ARCTIC

S. Yu. Sinev

*Zoological Institute of the Russian Academy
of Sciences, Saint Petersburg*

Despite the almost two-century history of lepidopterological research in the Russian Arctic, the current state of knowledge of the fauna of most Arctic territories remains unsatisfactory. Our ideas about the composition of regional lepidopterofauna remain largely fragmentary and, with the exception of the north of the European part of Russia, only to a small extent affect a number of numerous Microlepidoptera families.

At present, a huge amount of factual material has been accumulated from the most diverse regions of Russian Arctic, requiring a detailed analysis using the entire arsenal of modern research methods. Taking into account the inclusion of the program for the development and use of the Arctic among the priorities of the scientific and technological development of the Russian Federation, the tasks of further research are identified, designed to make a significant contribution to the knowledge of the qualitative and quantitative composition of the lepidopterofauna of the Arctic and subarctic latitudes of Eurasia.

Keywords: Russian Arctic, Lepidoptera, biodiversity, fauna

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

А. Е. Скопин

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров

e-mail: scopin@bk.ru

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, распространение, тундра

Видовой состав и распространение мелких млекопитающих, структура их сообществ в тундровой и лесотундровой зонах Северо-Востока европейской части страны в общих чертах известны [1]. Однако карты распространения млекопитающих неточные, поскольку южная граница Ненецкого округа (НАО) очень протяженная (около 1 тыс. км), а полевые обследования выполнялись лишь на отдельных локальных территориях. Кроме того, в работе А. Петрова [1] не приведено координат точек регистрации отдельных видов, поэтому границы их ареалов в тундре не были четко очерчены этим автором. К тому же, как отметил сам А. Петров [1], по ряду видов ощущается недостаток информации и требуется проведение дополнительных сборов в течение ряда лет, чтобы выявить локальные рефугиумы отдельных видов и уточнить состав сообществ мелких млекопитающих.

Приведены материалы, собранные нами на территории НАО в результате многодневных работ на ключевых участках. При первом упоминании участка указаны его точные координаты. Восточно-европейские тундровые и лесотундровые ландшафты характеризуются резкими колебаниями численности мелких млекопитающих, поэтому в течение одного сезона невозможно дать точную характеристику териофауны отдельных районов. Наиболее высокая численность мелких млекопитающих отмечалась в 2008 и 2012 гг., крайне низкая численность зарегистрирована в 2011, 2013, 2021, 2022 гг. В 2010 г. отмечена средняя численность землероек и крайне низкая численность грызунов. Цель работы – уточнить распространение некоторых видов мелких млекопитающих в НАО.

Обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L., 1758). В Мало-земельской тундре обычный вид. На Северном Тимане обыкновенная бурозубка составляла в 2008 г. 30% от всех пойманных землеро-

ек. В Большеземельской тундре встречается преимущественно в лесотундровых участках. Зарегистрирована в бассейне р. Хоседаю (Участок 1 (Уч. 1) – N67°08'51", E59°22'28") в заболоченном березово-еловом редколесье кустарничково-сфагновом. В пойменных лугах р. Нерую (Уч. 2 – N67°09'43", E60°00'10") в группе землероек доля обыкновенной бурозубки составляла 20% по учетам в августе 2010 г. и 50% – в августе 2012 г. Обнаружена обыкновенная бурозубка в районе озера Малваты (Уч. 3 – N67°04'40", E58°43'26") в ивняковых зарослях разнотравно-моховых (доля этого вида в структуре сообществ землероек составила 10%). В отловах в урочище Пым-Ва-Шор (Уч. 4 – N67°09'47", E60°51'21") доля обыкновенной бурозубки в группе землероек была максимальна (до 40%).

Тундряная бурозубка (*Sorex tundrensis* Merriam, 1900). Обычный и локально массовый вид землероек в НАО. Обитание вида связано с ивняковыми сообществами: ивовые заросли осоково-моховые, пойменные ивняково-луговые комплексы, ивняково-мелкоерниковая кустарничковая мохово-лишайниковая и осоково-зеленомошная тундра. Отмечена нами в Большеземельской тундре от бассейна р. Лабаханьяха (Уч. 5 – N68°18'51", E58°32'37") – на севере, до бассейна р. Большая Роговая (Уч. 6 – N67°27'42", E62°03'32") и р. Тальмавож (Уч. 7 – N68°03'56", E64°24'53") – на востоке, до бассейна р. Нерую (Уч. 8 – N67°09'35", E60°01'10"), р. Хоседаю (Уч. 9 – N67°21'42", E59°45'01"), озеро Малваты (Уч. 3), урочище Пым-Ва-Шор (Уч. 4) – на юге округа. Доля тундряной бурозубки в локальных сообществах землероек варьирует от 30 до 100%.

Средняя бурозубка (*Sorex caecutiens* Laxmann, 1788). Распространена в НАО локально. Доминантный вид землероек на территории Северного Тимана в Малоземельской тундре. Северный Тиман – изолированная тундра на возвышенностях среди окружающих лесотундровых ландшафтов. Основной тип тундровых растительных сообществ – пятнистая ерниковая водяниково-лишайниковая тундра на высотах от 140 до 170 м над ур. м. В районе Каменного города значительны участки непокрытых участков развееванных песков, образованных в результате эрозии древнего песчаника. Из-за большого количества микропустот в песчанике под подстилкой из кустарничков и лишайников, создаются благоприятные защитные условия для обитания мелких млекопитающих. Возможно, поэтому численность землероек здесь высокая. При отловах осенью 2008 г. в бассейне р. Белой в 5 км от Каменного города (Уч. 10 – N67°11'40", E48°52'41"), в 2 км от устья р.

Кумушки (Уч. 11 – N67°14'42", E48°52'44"), в районе каньона Большие Ворота (Уч. 12 – N67°18'22", E48°04'39") численность средней бурозубки на всех точках отлова в ерниковой тундре варьировала от 25 до 40 особей на 100 конусо-суток (ос./100 к.-сут.), и только в заболоченных осоково-моховых ложбинах численность средней бурозубки не превышала 12.5 ос./100 к.-сут. В Большеземельской тундре средняя бурозубка отмечена нами только в окрестностях озера Малваты (Уч. 3) в ивняковых зарослях разнотравно-моховых среди торфяных бугров. В 2010 г. на этой территории данный вид был доминирующим среди землероек (64% от всех встреч). Средняя бурозубка также зарегистрирована в бассейне р. Хоседаю (Уч. 13 – N67°08'48", E59°22'30") на территории торфяных бугров и в березово-еловом редколесье кустарничково-сфагновом. Но здесь средняя бурозубка не доминант, и ее доля в таксоцене землероек в 2010 г. составляла 20%. Наши данные ставят под сомнение утверждение А. Петрова [1], что на всем протяжении восточно-европейских тундр средняя бурозубка встречается реже обыкновенной.

Малая бурозубка (*Sorex minutus* L., 1766). Редкий вид в восточно-европейских тундрах. Обнаружено присутствие малой бурозубки только в бассейне р. Хоседаю (Уч. 13). Основной биотоп – кустарничковая тундра на торфяных буграх. В 2010 г. на этой территории ее доля в сообществе землероек составила 30%.

Лесная мышовка (*Sicista betulina* Pallas, 1779). Обычный вид для южной части Большеземельской тундры. Массово встречается на участках еловых редколесий с луговыми участками и разреженными ивняковыми сообществами. Лесная мышовка типичный обитатель пойменных ландшафтов и часто встречается вдоль дорог и профиблей среди елового редколесья. В 2021–2022 гг. на фоне депрессии серых и лесных полевок, лесная мышовка выступала в качестве доминирующего вида в сообществе мелких млекопитающих на лесотундровых территориях в окрестностях пос. Харягинский (Уч. 14 – N67°06'10", E56°48'10"). В пойменных еловых редколесьях в окрестностях Харягинского в июне 2022 г. численность мышовки составила 18 ос./100 к.-сут., а в редколесьях на водоразделах – до 7 ос./100 к.-сут. Лесная мышовка попадалась в отловы в пойменных ивняково-луговых сообществах в бассейне р. Нерую (Уч. 8). Достоверное обитание этого грызуна отмечено по данным Д. В. Скуматова (лич. сообщ.) в районе Колвинских озер (N67°25'12", E58°39'29").

Копытный лемминг (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1778). Грызун, который чаще встречается в тундрах вблизи побережья Баренцева моря. Это обычный вид в ивняково-мелкоерниковой кустарничковой (водяника, голубика) лишайниково-моховой тундре вблизи устья р. Пыртейяха (Уч. 15 – N68°42'14", E60°31'46"). Самой южной точкой массового отлова копытного лемминга были тундры в бассейне р. Большая Роговая (Уч. 6). Здесь в 2009 г. доля копытного лемминга в структуре сообщества мелких грызунов составила 23%.

Сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus* Kerr, 1758). Широко распространенный вид, обитающий по всей территории Большеземельской тундры. Обычно встречается в ивняково-мелкоерниковой кустарничковой лишайниково-моховой и осоко-моховой тундре, а также в закустаренных поймах водотоков. Зарегистрирован нами от побережья Баренцева моря вблизи устьев рек Пыртейяха (Уч. 15) и Лабаханьяха (Уч. 16 – N68°18'57", E58°32'24") до озера Неруты (Уч. 17 – N67°07'57", E59°37'45") на южной границе тундры. На востоке Большеземельской тундры сибирский лемминг отмечен на многих территориях (р. Большая Роговая (Уч. 6), р. Сарембояха (Уч. 18 – N68°21'59", E61°06'44"), р. Тальмавож (Уч. 7). На этой территории в 2012 г. его доля в сообществе мелких грызунов была в пределах 15–18%, а максимальная ловистость достигала 10 ос./100 к.-сут.

Красная полевка (*Myodes rutilus* Pallas, 1779). Массовый по численности вид лесных полевок, придерживающийся редколесий и кустарниковой растительности. Поэтому в Большеземельской тундре редко доходит до побережья моря. Наиболее высокая численность красной полевки сохраняется в средней и южной частях Большеземельской тундры. Например, высокая численность красной полевки наблюдалась в 2012 г. в бассейне среднего течения р. Колва (Уч. 20 – N67°51'09", E58°54'22"). Численность красной полевки в ерниковой кустарничковой тундре в бассейне р. Белая (Малоземельская тундра, Уч. 11) в сентябре 2008 г. составила 20 ос./100 к.-сут., в еловом редколесье в бассейне р. Сандивей (Уч. 21 – N66°57'45", E58°14'29") – в июне 2011 г. – 11 особей/100 ловушко-суток (ос./100 лов.-сут.), в ивняково-крупноерниковых приречьях в бассейне р. Сарембояха (Уч. 22 – N68°27'27", E61°10'23") в июле 2012 г. – 6 ос./100 лов.-сут.. Доля

красных полевков в сообществе грызунов чаще всего варьирует от 18% (ивняково-мелкоерниковая кустарничковая лишайниково-моховая тундра р. Пым-Ва-Шор, Уч. 4) до 23% (бассейн р. Большая Роговая, Уч. 6). И только в период депрессии численности мелких млекопитающих на некоторых участках плакорных тундр вблизи еловых редколесий (июль 2008 г. р. Нерцета (Уч. 23 – N67°13'19", E61°31'34") и пойм рек (июль 2013 г. р. Нерую (Уч. 24 – N67°09'47", E60°00'08")) красная полевка может быть единственным представителем мелких грызунов.

Рыжая полевка (*Myodes glareolus* Schreber, 1780). Редкий вид, находящийся на самой северной границе ареала. Скорее всего гибридизирует с красной полевкой, что косвенно подтверждается наличием особей с переходными морфологическими признаками. Рыжие полевки с типичным для вида фенотипическим обликом были отловлены только на трех участках в поймах рек и примыкающим к ним террасам, покрытых ивняково-мелкоерниковой лишайниково-моховой тундрой. Это поймы рек Нерую (Уч. 8), р. Нерцета (Уч. 23) и р. Пым-Ва-Шор (Уч. 4). На р. Пым-Ва-Шор наблюдается наибольшая доля рыжей полевки в структуре сообществ грызунов (15%).

Узкочерепная полевка (*Lasiopodomys gregalis* Pallas, 1779). Самый массовый вид в группе серых полевков, встречающийся по всем типам тундровых ландшафтов на всей территории Большеземельской тундры. Доминирующий вид (до 100%) в группе мелких грызунов в северной части Большеземельской тундры (высокие ивняковые сообщества разнотравно-моховые и травяно-моховые сообщества по склонам водотоков), например, в бассейне р. Лабаханьяха (Уч. 16). В ивняково-мелкоерниковой кустарничковой лишайниково-моховой тундре в прибрежной зоне Баренцева моря у устья р. Пыртейяха (Уч. 15) в 2012 г. доля узкочерепной полевки в структуре сообществ грызунов составила 30%. В южной части НАО узкочерепная полевка встречается вплоть до лесотундры. Обычна она в ивняково-луговых комплексах (р. Нерую (Уч. 8), р. Лек Нерцета (Уч. 25 – N67°02'28", E061°06'12")), так и в ивняково-мелкоерниковой кустарничковой лишайниково-моховой тундре на р. Пым-Ва-Шор (Уч. 4), где ее доля составляет 44% в составе сообществ грызунов. В восточной части Большеземельской тундры узкочерепная полевка также обычна. В пойме р. Большая Роговая (Уч. 6) в июле 2009 г. ее доля в сообществе грызунов

составила 28%, а на близлежащих плоскобугристых болотах – 100%. Похожие данные получены и для травяно-кустарничковой лишайниково-моховой тундры в пойме р. Тальмавож (Уч. 7), где ее доля в сообществе грызунов в июле 2012 г. достигала 82%. В том же году численность узкочерепной полевки в ивняково-мелкоерниковой осоково-зеленомошной тундре с доминированием гилокомиума у р. Тальмавож (Уч. 7) была 11 ос./100 к.-сут., а в ивняково-мелкоерниковой осоково-моховой тундре с преобладанием сфагнома у р. Сарембояха (Уч. 18) – 30 ос./100 к.-сут.

Пашенная полевка (*Agricola agrestis* L., 1761). Спорадически встречающийся вид грызунов. Отмечена только в полосе лесотундры и в примыкающих к ней районах южных тундр. Максимальная численность пашенной полевки зарегистрирована в августе 2008 г. на заболоченных осоково-моховых участках в долине р. Белая в Малоземельской тундре (Уч. 10) – 12.5 ос./100 к.-сут. На остальных территориях пашенная полевка попадалась в отловы единичными особями. Так она отмечена только на левом берегу р. Пым-Ва-Шор (Уч. 4) в районе снежника в ивняково-мелкоерниковой кустарничковой лишайниково-моховой тундре. Здесь ее доля в структуре сообществ грызунов составила всего 3%. Отдельные особи пашенной полевки зарегистрированы нами в августе 2012 г. в пойменных ивняково-луговых комплексах р. Нерую (Уч. 8).

Полевка-экономка (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776). Стенотопный вид, распространенный по всей территории Большеземельской тундры. Нами зарегистрировано присутствие полевки-экономки от северной части Большеземельской тундры, где она встречается в высоких ивовых зарослях разнотравно-моховых и ивняково-мелкоерниковой кустарничково-моховой тундре вблизи поймы р. Лабаханьяха (Уч. 16) и на юг до поймы р. Пым-Ва-Шор (Уч. 4), где доля полевки-экономки в структуре сообществ грызунов в августе 2012 г. достигала 18%. Наибольшие показатели численности полевки-экономки зарегистрированы на Северном Тимане. В бассейне р. Белой в августе 2008 г. в районе Больших ворот (Уч. 12) в ерниковой лишайниковой тундре численность полевки-экономки составила 17 ос./100 к.-сут., а в районе устья р. Кумушки (Уч. 11) в ерниковой водяниковой тундре – 40 ос./100 к.-сут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, А. Н. Мелкие млекопитающие (Insectivora, Rodentia) трансформированных и ненарушенных территорий восточно-европейских тундр / А. Н. Петров. – Санкт-Петербург : Наука, 2007. – 178 с.

**FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF SMALL
MAMMALS IN THE SOUTHERN PART OF THE
NENETS AUTONOMOUS OKRUG**

A. E. Scopin

*Prof. B. M. Zhitkov Russian Research Institute of Game
Management and Fur Farming, Kirov*

Small taiga mammals (*Sorex araneus*, *S. caecutiens*, *S. minutus*, *Sicista betulina*, *Myodes glareolus*, *Agricola agrestis*) distribute far north along the floodplains into the Bolshezemelskaya tundra therefore the northern border of their ranges represents an extremely heterogeneous and mosaic line. The Pym Va Shor Warm Spring Site is a refugium, where there are the highest densities of small taiga mammals compared to the surrounding territories. Species of typical tundra landscapes (*Lasiopodomys gregalis* and *Lemmus sibiricus*) spread south to the forest-tundra zone, and only *Dicrostonyx torquatus* are found mainly in the northern continental tundra of the Nenets Autonomous Okrug.

Keywords: small mammals, distribution, tundra

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРАНИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЛУХАРЕЙ (*TETRAO UROGALLUS* L.) ИЗ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Н. С. Суханова

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, г. Киров

e-mail: Nat55209@yandex.ru

Ключевые слова: глухарь, самец, подвиды, череп, популяционные маркеры

Нашей целью было выделение краниологических особенностей, характеризующих популяции глухаря *Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758 на европейской части России. Для изучения была использована коллекция, собранная в период с 2006 по 2022 годы в Кировской (n=35) и Нижегородской (n=2) областях и в Республике Коми (n=10). Данная территория населена на севере *T. u. obsoletus* Snigirewski, 1937, на юге – *T. u. volgensis* Buturlin, 1907, по Кировской области проходит граница смешивания этих двух подвидов [1, 2].

Активный рост самцов глухаря отмечается в течение первого и второго лет жизни, в более позднем онтогенезе происходит изменение его пропорций и зарастание черепных швов [3, 4], подверженных географической изменчивости [5, 6], поэтому мы сравнивали только взрослых самцов старше одного года и определяли точный возраст особей с помощью гистохронологического метода [7]. Черепа измеряли электронным штангенциркулем по 52 признакам. Для оценки изменений пропорций черепа и выявления отличий, не связанных с возрастом, использован коэффициент аллометрии. Корреляционный и регрессионный анализ проведены в среде приложений Microsoft Office Excel 2013 и STATISTICA 10.0.

Финскими исследователями [8] было определено пять переменных с низкими возрастными изменениями, характеризующими размер клюва и высоту черепа, по которым отличались северная и южная группировки глухаря в Финляндии, принадлежавшие разным подвидам. Нами выявлено лишь три признака относительно длины, ширины и высоты черепа глухаря, наименее коррелирующих с возрастом [9].

1. **Ширина каудальной части черепа (W5 на рис. 1)**, измеряемая по выступам затылочного гребня *crista nuchalis transversa* на теменной кости *os parietale*, является наименее изменчивым признаком: погрешность составляет 1.86%, значение среднего арифметического – 39.76 ± 0.74 мм (lim 37.89 – 40.86, $n=34$), корреляция с возрастом особей $r=0.24$. Данный признак мы соотнесли с другими показателями при вычислении коэффициента аллометрии (k) для других переменных.

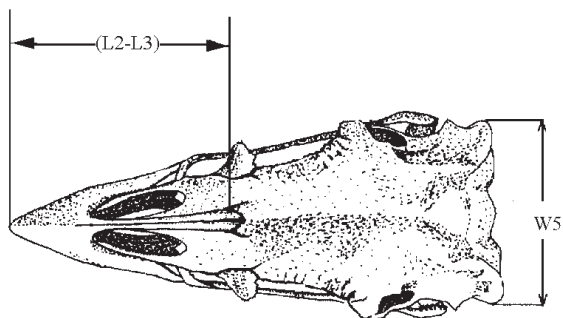


Рис. 1. Измерение длины и ширины черепа глухаря, наименее коррелирующих с возрастом (вид сверху).

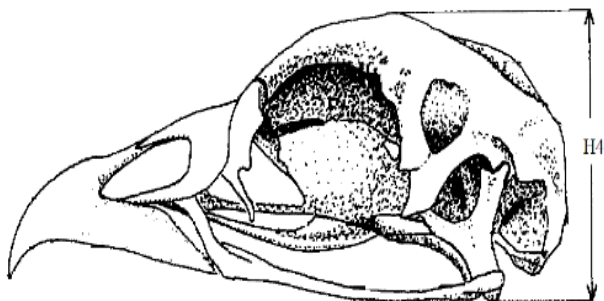


Рис. 2. Измерение высоты черепа глухаря, наименее коррелирующей с возрастом: вид сбоку.

2. Наибольшая высота черепа без нижней челюсти (признак H4 на рис. 2) измеряется от латерального мыщелка *Condylus lateralis* нижнечелюстного отростка *Proc. mandibularis* квадратной кости *os quadratum* до возвышения лобной кости *os frontale*. У вятских среднее арифметическое этого измерения составило 41.6 ± 1.48 мм (lim 39.2–45.39, n=35, r=0.22).

3. Длина носового отдела черепа (на рис. 1) – это расчётный показатель, представляющий собой разницу между максимальной длиной черепа без клюва L2 (измеряется от рострума до боковой затылочной кости *os exoccipitale*) и длиной мозгового отдела черепа L3 (измеряется от роstralного края лобных костей *ossa frontale* до каудального края боковой затылочной кости *os exoccipitale*). У вятских самцов глухаря среднее арифметическое этого показателя составляет 59.08 ± 2.44 мм (lim 53.95–63.88, n=31, r=0.28)

Первые два измерения совпадают с признаками из Финляндии. Уравнения их регрессии с возрастом имеют линейный вид и почти параллельны оси абсцисс. Уравнения аллометрического мультипликативного роста длины носового отдела и высоты черепа без нижней челюсти показывают отрицательную аллометрию с шириной каудальной части черепа (k значительно меньше единицы и угол наклона к оси абсцисс 23° и 38° соответственно).

Абсолютные значения ширины каудальной части черепа W5 у глухарей из Кировской области и Республики Коми частично перекрываются, поэтому для поиска популяционных маркеров мы использовали комбинации показателей.

Сумма промеров мозгового отдела черепа для особей из Кировской области в среднем составила 81.13 ± 1.98 мм (lim 76.75–85.77). Черепа глухарей из Нижегородской области вписались в эти лимиты, но их средние показатели выше. Для глухарей из Республики Коми сумма высоты и ширины мозгового отдела в 80% случаев оказалась ниже средней по Кировской области (рис. 3). Отметим тренд увеличения размеров мозгового отдела черепа глухарей с севера на юг.

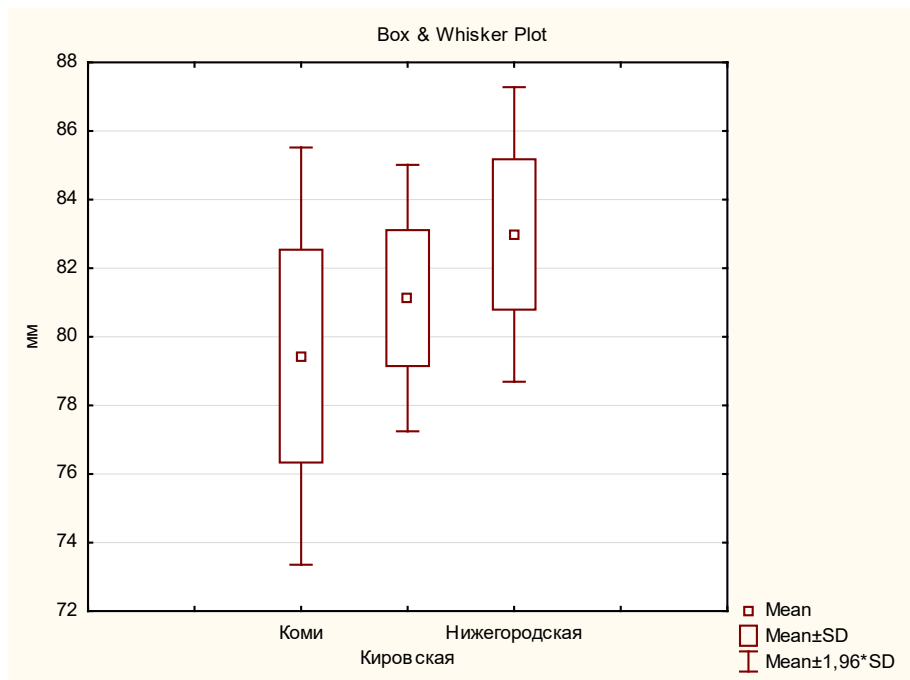


Рис. 3. Сумма значений для черепов глухарей из Республики Коми, Кировской и Нижегородской областей, мм.

Относительные размеры носового отдела, рассчитываемые по формуле, наоборот, с севера на юг уменьшаются (рис. 4) и для Кировской области составляют 1.49 ± 0.06 (lim 1.34–1.61). То есть, встречаются как короткие, широкие черепа, так и длинные, узкие.

Таким образом, для самцов глухарей из Европейской части России нами установлены краниологические маркеры длины, ширины и высоты черепа, слабо коррелирующие с возрастом, но изменяющиеся географически. Выявлено, что с севера на юг увеличивается сумма промеров мозгового отдела и уменьшаются относительные размеры носового отдела черепа.

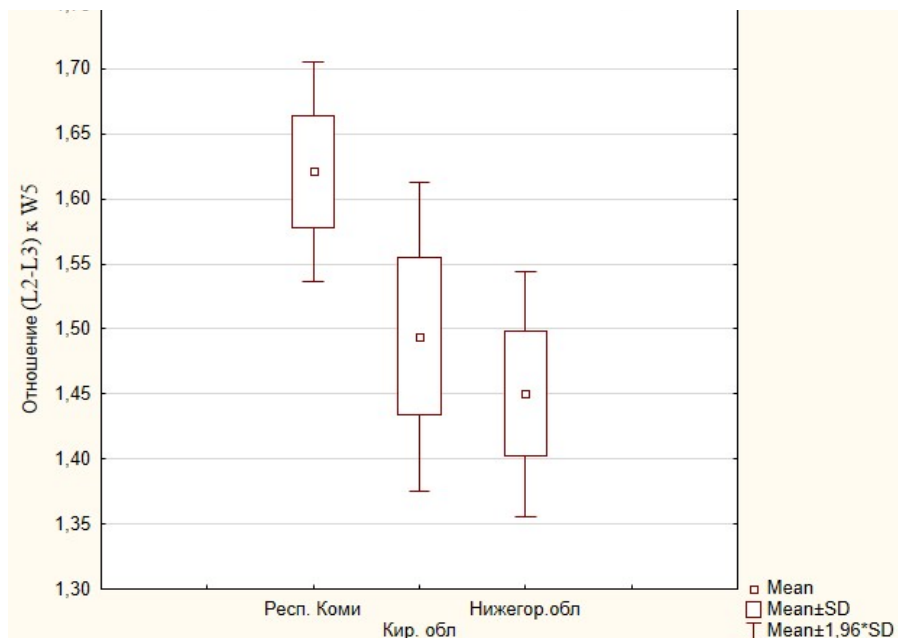


Рис. 4. Относительные размеры длины носового отдела черепа глухарей из Республики Коми, Кировской и Нижегородской областей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сотников, В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Том 1: Неворобьиные. Ч. 1. / В. Н. Сотников ; отв. ред. А. Н. Соловьёв. – Киров : Триада - С, 1999. – 432 с.
2. Шубина, Н. С. Динамика плотности как характеристика популяций глухаря обыкновенного (*Tetrao urogallus*) в Кировской области / Н. С. Шубина // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : материалы Международной научно-практической конз. Кириков, С. В. Токование и биология размножения южноуральского глухаря / С. В. Кириков // Зоологический журнал. – 1947. – Т. 26, вып. 1. – С. 71–84.
4. Семёнов-Тян-Шанский, О. И. Экология тетеревиных птиц / О. И. Семёнов-Тян-Шанский ; отв. ред. А. А. Насимович. – Москва : Главное управление охотничьего хозяйства при Министерстве сельского хозяйства РСФСР, 1960. – 318 с.
5. Потапов, Р. Л. Отряд курообразные (*Galliformes*). Семейство тетеревиные (*Tetraonidae*) / Р. Л. Потапов ; отв. ред. В. Р. Дольник. – Ленинград : Наука, 1985. – 638 с. – (Фауна СССР ; Н. С., № 133; Птицы; Т.

III ; Вып. 1, Ч. 2).

6. Суханова, Н. С. Сравнение методов определения возраста глухаря *Tetrao urogallus* / Н. С. Суханова // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Международной научно-практической конференции, 23–26 мая 2022 г., Киров. – Киров, 2022. – С. 149–153.

7. Суханова, Н. С. Возрастные изменения в гистоструктуре костей конечностей домашних кур / Н. С. Суханова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 264–277.

8. Linden, H. Growth and sexual dimorphism in the skull of the Capercaillie *Tetrao urogallus*: a multivariate study of geographical variation / H. Linden, R. A. Vaisanen // *Ornis Scandinavica*. – 1986. – V. 17, № 2. – P. 85–98.

9. Суханова, Н. С. Особенности возрастных морфологических изменений курообразных птиц : автореферат диссертации кандидата биологических наук : защищена 16.09.2022, утв. 07.03.2023 / Н. С. Суханова. – Киров : ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, 2022. – 24 с.

GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF CRANIOLOGICAL PARAMETERS OF CAPERCAILLIE (*TETRAO UROGALLUS* L.) FROM THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

N. S. Sukhanova

*Professor Zhithkov Federal State Budgetary Russian
 Research Institute of Game Management and Fur
 Farming*

For capercaillie males (*Tetrao urogallus* Linnaeus) from the Kirov region (n=35) we have identified craniological markers that correlate least with the age of individuals: caudal width of the skull (W5), maximum height of the skull (H4) and length of the nasal part of the skull (L2-L3). The arithmetic mean of these indicators was 39.76 mm, 41.6 mm and 59.08 mm, respectively. We compared our data with neighboring territories (the Komi Republic and the Nizhny Novgorod Region) and found that the sum of measurements of the cerebral part of the skull (H4+W5) increases from north to south, but the relative dimensions of the nasal part ((L2-L3)/W5) decrease.

Keywords: capercaillie, male, subspecies, scull, population markers

ВИДЫ РОДА *EURYTEMORA* (СОРЕРОДА, CRUSTACEA) КРАЙНЕГО СЕВЕРА С АКЦЕНТОМ НА *E. GRACILICAUDA* АКАТОВА

Н. М. Сухих¹, Е. Б. Фефилова²

¹ Зоологический институт Российской академии наук, г. Санкт-Петербург;

² Институт биологии Коми научного центра

Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: susikh1@mail.ru

Ключевые слова: *Eurytemora*, Арктика, виды-вселенцы, Сорерода, морфометрия, биоразнообразие, таксономия, веслоногие ракообразные

Голарктический род эуритемора насчитывает 21 вид [1]. В основном это солоноватоводные виды, характерные и для пелагической и для прибрежной зон [2]. На основании видового богатства данного рода в разных областях, предполагается три основных центра видообразования: область Берингии, Понто-Каспийский регион [2] и Северные территории [3]. Не смотря на относительно слабое исследование арктических солоноватых и пресных вод, здесь обнаружено около 10 видов *Eurytemora*. Большая часть находок сделана в последние десятилетия, в связи с этим остается неясным их происхождение. Часть видов помимо Арктики встречается на дальнем Востоке и Аляске, часть - в Европе. Обсуждая происхождение видов копепод Арктики, чаще всего исследователи предполагают связь с плейстоценовыми оледенениями и отступлениями ледника [4, 5, 6]. Анализ молекулярных данных показал, что указанные исторические процессы среди Сорерода имели свои последствия скорее на уровне подвидов и локальных популяций [7, 8, 9], тогда как видообразование, вероятно, происходило значительно раньше – в середине мелового периода [10], а сам род *Eurytemora* имеет лавразийское по происхождению [10]. Помимо естественных причин появления эуритемор в арктических водах, нельзя исключить также и антропогенные: перенос с балластными водами судов, поскольку Северный морской путь используется с начала XX века. Вопрос о происхождении видов эуритемор в арктических водах на сегодняшний день остается открытым.

Согласно данным фаунистических исследований [5, 6], в Российской Арктике на сегодняшний день достоверно известны следующие виды рода *Eurytemora*: *E. gracilicauda* Akatova, *E. arctica* Wilson M.S. & Tash, *E. bilobata* Akatova, *E. foveola* Johnson, *E. canadensis* Marsh, *E. composita* Keiser, *E. raboti* Richard, *E. gracilis* (Sars), *E. affinis* (Poppe), *E. lacustris*

(Porre) и даже *E. velox*. *E. velox* – активно расселяющийся вид, из Арктических вод, она обнаружена пока только в Обской губе. *E. affinis* и *E. lacustris* встречаются в основном в Европейских арктических водах, хотя обнаружены также в Обской губе. Вид *E. gracilicauda* встречается на протяжении всего арктического побережья Евразии от Белого моря до Курильских островов [10]. Остальные перечисленные виды встречаются в разных водоемах дельты реки Лены [5, 6], внутренних и сообщающихся с морем водоемах Большеземельской тундры и арктических островах [9]. Вероятно, по крайней мере часть из этих видов относятся к истинно арктическим, а не являются недавними вселенцами, как на пример *E. velox*. Анализ митохондриального гена CO1 показал, что среди 12 исследованных видов эуритемор по крайней мере *E. lacustris*, *E. arctica*, *E. bilobata* и *E. foveola* группируются вместе, а *E. gracilicauda* наиболее близок к ним [1]. Виды *E. canadensis*, *E. raboti*, *E. gracilis* не анализировались в этой работе, а *E. affinis*, *E. velox* генетически удалены от данного арктического комплекса видов. Ядерные гены pITS дают сходную картину объединения арктических видов [1, 10].

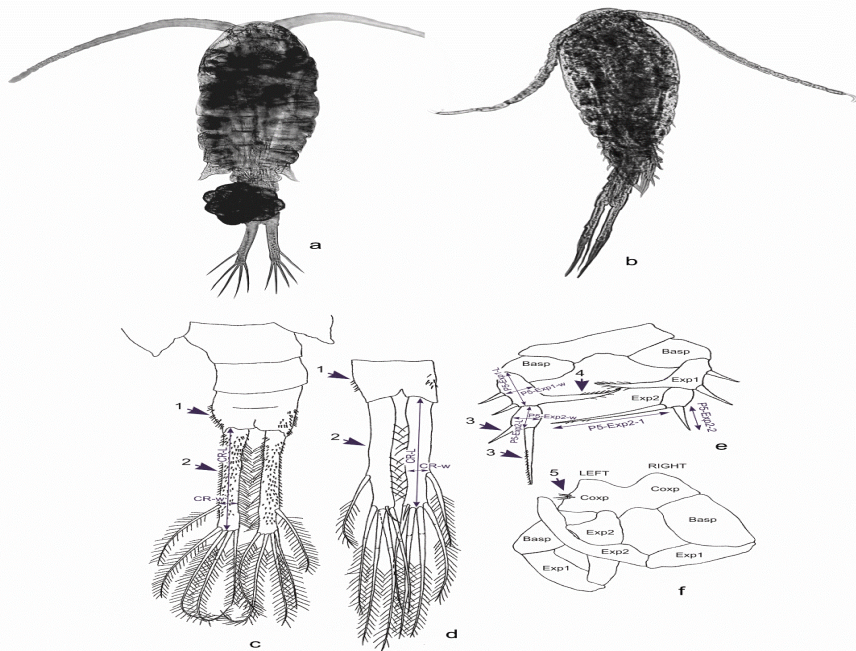
В настоящее время *E. gracilicauda* – наиболее изученный вид из всех эуритемор Российской Арктики. За пределами России *E. gracilicauda* зарегистрирована только в водоемах Аляски (США). По мнению американских авторов, вид *E. gracilicauda* очень близок морфологически к *E. americana* Williams, 1906.

В рамках данной работы проведена морфологическая оценка популяций из наскальных ванн губы Чупа Кандалакшского залива Белого моря, с о. Соловецкий и озера Кисло-сладкое рядом с БВС МГУ в Северной Карелии, а также с Камчатки из озера Нерпичье (Лахтак), из дельты р. Лена и эстуария р. Печора и о. Врангель. В работе были использованы пробы *Eurytemora*, собранные в период 2016–2022 гг., а также пробы из коллекции ЗИН РАН 1960 г. с п-ова Камчатка.

Все исследованные нами особи вида (самцы и самки) имели удлиненные каудальные ветви, у самок покрытые мелкими шипиками. Длина каудальных ветвей самок варьировала от 0.21 до 0.42, самцов – от 0.21 до 0.27 мм. Особи с наиболее длинными каудальными ветвями (>0.4 мм) зафиксированы в дельте р. Лены и на Камчатке. У самцов в проанализированных популяциях *E. gracilicauda* шипики на каудальных ветвях и генитальном сегменте присутствовали (в этом случае их было меньше, чем у самок) или отсутствовали, так же как пальцевидный отросток на боковом крае генитального сегмента. Общее число шипиков на экзоподитах левой и правой P5 варьировало от двух до шести и от одного до шести (см. рисунок).

Задние углы последнего торакального сегмента самок были оттянуты в небольшие треугольные лопасти (у самцов они отсутствовали). P5 самок и самцов имело характерное строение: второй членик экзоподита P5 самки (Exp 2) нес два крепких шипа, из которых внутренний более чем в два раза был длиннее внешнего (см. рисунок).

Внутренний отросток на первом членике экзоподита P5 самки (Exp 1) по длине был равен длине самого членика и слегка изогнут вверх. На коксоподите левой P5 самца (P5-L) присутствовала группа (4–5) коротких шипиков, а внутренний край экзоподита правой P5 самца (P5-R) у основания членика образовывал треугольный вырост со щетинкой на вершине. Все эти признаки можно считать устойчивыми признаками вида *E. gracilicauda*.



Морфологические признаки самки (c, e) и самца (d, f) *Eurytemora gracilicauda* Akatova, 1949, используемые в данной работе (по [10]).

По выполненным промерам (см. рисунок) были подсчитаны индексы (соотношения промеров). Данные анализа главных компонент, выполненного для популяций из наскальных ванн Белого моря, Дельты реки Лены и озера Лахтак на Камчатке показывают, что наибольшие различия между популяциями самок наблюдаются по фуркальному индексу (L/W) и соотношению $Sp1/Sp2$ $P5$, но даже эти различия недостоверны. Самцы также не различаются по выбранным признакам.

В ленской популяции отмечена наибольшая вариабельность по индексу фурук (L/W). Вариабельность (CV) других рассчитанных нами морфометрических индексов также изменялась от наименьшей для европейских популяций к наибольшей на Камчатке. Коэффициенты вариации для исследованных популяций в среднем не превышают 10%, что может быть показателем стабильности морфологических меристических признаков. Тем не менее, наибольшее значение CV наблюдается в камчатской популяции, средний показатель получен в популяции из дельты Лены, а минимальный – в беломорской популяции. Такое распределение может отражать уровень пресса окружающей среды, либо уровень генетической изменчивости среди данных популяций, которые, в соответствии с нашей гипотезой, распространялись в направлении от Дальнего Востока к Европе. Вид *E. gracilicauda* до начала 21 века был зарегистрирован только в указанном регионе: на Аляске, на Камчатке и в типовом местообитании – притоке р. Колыма – в восточной Сибири. Только в последние десятилетия вид был обнаружен в центральной и европейской частях Арктики. Скорее всего это связано в первую очередь с недоисследованностью данной территории в 20 веке. Распространение *E. gracilicauda* на восток вдоль арктического побережья именно из Дальневосточного региона подтверждается и анализом сети гаплотипов участка гена $CO1$, проведенного на особях из дельты р. Лена, эстуария р. Печора и беломорских наскальных ванн [10]. К тому же, последняя популяция обладает низкой гаплотипической изменчивостью и, вероятно, прошла через бутылочное горлышко, что может являться показателем недавнего вселения этой популяции. Косвенным подтверждением инвазионного происхождения Беломорской популяции является и то, что здесь вид обитает в основном только в наскальных ваннах при значительных колебаниях солености от двух до 40 промилле и нестабильном температурном режиме.

Таким образом, *E. gracilicauda* обитает вдоль всего арктического побережья Евразии от полуострова Камчатка до Белого моря. Вид морфологически стабилен, коэффициенты вариации (CV) не превышают 10% в каждой из исследуемых популяций, достоверных морфологических различий между популяциями по исследуемым признакам не выявлено.

Работа выполнена в рамках гос. заданий 122031100274-7 (Н.С.) и 122040600025-2 (Е.Ф.) при финансовой поддержке гранта РФФ: 23-24-00296 (Н.С.). В работе были использованы также материалы коллекции ЗИН РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. A comparative analysis of genetic differentiation of the *E. affinis* species complex and some other *Eurytemora* species, using the CO1, nITS and 18SrRNA genes (Copepoda, Calanoida) / N. Sukhikh [et al.] // Crustaceana. – 2020. – № 93. – P. 931–955. – DOI: 10.1163/15685403-bja10074
2. Рылов, В. М. Свободноживущие веслоногие ракообразные (Еусомерода) / В. М. Рылов. – Москва, 1922. – 290 с.
3. Вежновец, В. В. Биология представителей рода *Eurytemora* (Copepoda, Calanoida) в водоемах Беларуси : монография / В. В. Вежновец, А. Г. Литвинова ; отв. ред. Г. К. Киселев. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 200 с.
4. Скарлато, О. А. История происхождения жизни и биогеографическое районирование / О. А. Скарлато, А. Н. Голиков // Северный ледовитый и Южный океаны / ред. А. Ф. Трешников, С. С. Сальников. – Ленинград : Наука, 1985. – С. 114–119.
5. Abramova, E. N. Copepods (Crustacea, Copepoda) of the Lena River delta wildlife reserve / E. N. Abramova // Hydrobiol. Issled. Zapoved. – 1996. – № 8. – P. 5–16.
6. Abramova, E. N. Findings and life cycle of *Limnocalanus johanseni* (Copepoda, Calanoida) in the Lena River delta / E. N. Abramova, V. A. Sokolova // Zool. Zh. – 1999. – № 78 (11). – P. 1360–1363.
7. Castric, V. Genetic heterogeneity among *Eurytemora affinis* populations in Western Europe / G. Winkler, S. Souissi, C. Poux, V. Castric // Marine Biology. – 2011. – № 158. – P. 1841–1856.
8. Isolated Populations of *Eurytemora americana* Williams (Crustacea, Copepoda) in the White Sea Rock Pools – Postglacial Relicts or Anthropogenic Invasions? / N. M. Sukhikh [et al.] // Russian Journal of Biological Invasions. – 2016. – № 7 (4). – P. 396–404.
9. Фефилова, Е. Б. Веслоногие раки (Copepoda). Фауна европейского северо-востока России. Веслоногие раки. Т. XII / Е. Б. Фефилова ; отв. ред. В. М. Рылов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 319 с.

10. Сухих, Н. М. *Eurytemora gracilicauda* (Copepoda: Calanoida) в Российской Арктике / Н. М. Сухих, Е. Б. Фефилова // Труды зоологического института. – 2023. – № 1. – in print .

**SPECIES OF THE GENUS EURYTEMORA FROM THE
EXTREME NORTHERN WITH A CHOICE
ON *E. GRACILICAUDA* AKATOVA**

N. M. Sukhikh¹, E. B. Fefilova²

¹ *Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences,
St. Petersburg*

² *Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

According to researchers, 11 species of the genus *Eurytemora* are found in the Russian Arctic today: *E. gracilicauda* Akatova, *E. arctica* Wilson M.S. & Tash, *E. bilobata* Akatova, *E. foveola* Johnson, *E. canadensis* Marsh, *E. composita* Keiser, *E. raboti* Richard, *E. gracilis* (Sars), *E. affinis* (Poppe), *E. lacustris* (Poppe), and even recently introduced *E. velox*. A single species *E. gracilicauda* lives along the entire Arctic coast of Eurasia from the Kamchatka Peninsula to the White Sea. The species is morphologically stable, the coefficients of variation (CV) do not exceed 10% in each of the studied populations, no significant morphological differences between the populations in terms of the studied traits have been identified. The species probably spread sequentially from the Far East coast to Europe.

Keywords: *Eurytemora*, Arctic, invasive species, Copepoda, morphometry, biodiversity, taxonomy, copepods

СТРУКТУРА РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВООБИТАЮЩИХ КОЛЛЕМБОЛ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ: МУЛЬТИМАСШТАБНЫЙ ПОДХОД

А. А. Таскаева, Т. Н. Конакова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: taskaeva@ib.komisc.ru

Ключевые слова: микроартроподы, ногохвостки, альфа-, бета-, гамма-разнообразие, аддитивное парционирование

Биологическое разнообразие неравномерно распределено по поверхности Земли. Понимание моделей распределения организмов имеет решающее значение для его сохранения. Одним из способов оценки неоднородности видового разнообразия является количественный вклад его компонентов [1]. В тундровых экосистемах значительное влияние имеет ее мозаичность, которая не всегда находит заметное отражение в структуре животного населения, что обусловлено чередованием куртин мхов с лишайниками и/или травами [2]. Кроме того, тундры являются важным резервуаром биоразнообразия и поддержания экосистем, содержащих большие запасы углерода [3]. Поэтому важно понимать, каким образом это разнообразие формируется и поддерживается. Цель нашего исследования состояла в изучении разнообразия ногохвосток в тундрах в соответствии с разномасштабной (иерархической) гетерогенностью биотопа.

Исследования проведены на четырех пробных площадях Большеземельской тундры, две из которых располагались в кустарниковых, а две – в кустарничковых тундрах. Население ногохвосток описывали в масштабах: ландшафт (тундра), тип растительности (кустарниковая, кустарничковая), тип микробиотопа (мхи, лишайники, смешанные образцы), проба. Варьирование видового разнообразия коллембол оценивали с использованием показателей видового богатства (количество видов в пробе) и видовой структуры. Общее видовое богатство исследуемой территории (γ) было разделено на инвентаризационное – в пределах местообитания (α -разнообразие) и дифференцирующее – между местообитаниями (β -разнообразие) отдельно для каждого иерархического уровня с использованием аддитивного подхода [4].

В исследованных тундрах обнаружено 65 видов ногохвосток, большинство из которых широко распространены. Количество

таксонов в выборке варьировало от 2 до 23 видов, а суммарная численность – от 0.5 до 90.0 тыс. экз./м². Анализ аддитивного распределения видового богатства свидетельствует о том, что общее (γ) разнообразие складывается на 80.5% из β -разнообразия, причем 26.2% обусловлены различиями на уровне типа растительности, на долю микробиотопических различий в пределах одного типа растительности и различий между пробами в пределах одного типа биотопа приходится около 25 и 30%, соответственно. Вклад α -компоненты в общее γ -разнообразие на уровне проб (αsp) оказался ниже ожидаемого случайного ($p < 0.001$) и составил 19.5% от общего видового богатства, наблюдаемого в ландшафтном масштабе (около 13 видов от общего гамма-разнообразия 65 видов). Анализ распределения, проведенный отдельно для каждого микробиотопа, показал, что минимальное значение α -разнообразия (27%) и максимальный показатель β -разнообразия (44%) отмечены для органогенного горизонта под моховыми подушками.

Видовое богатство (S) и разнообразие (H'), рассчитанное по индексу Шеннона, внутри типов тундр достоверно не изменялось. Однако средняя численность (A) коллембол в кустарниковых тундрах оказалась значимо ниже, чем в кустарничковых (17.6 и 30.0 тыс. экз./м², $p < 0.01$, соответственно). Кроме того, для ряда видов отмечено достоверное влияние типа растительности. Так, численность *Desoria neglecta* (Schäffer, 1900), *Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871) и *Tetracanthella wahlgreni* Axelson, 1907 снижалась в кустарниковых, а обилие *Desoria tschernovi* (Martynova, 1974) и *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896), напротив, в кустарничковых тундрах. Распределение коллембол в микробиотопах показало, что разнообразие не изменялось ($H' = 1.7 - 1.8$). Однако значения видового богатства и численности различались. Так, в куртинах лишайников указанные выше показатели оказались значимо выше ($S = 14.8$, $A = 38.5$ тыс. экз./м²), чем в моховых подушках ($S = 11.0$, $A = 9.9$ тыс. экз./м²). Влияние микробиотопа оказалось значимым только для трех видов. Если численность *F. quadrioculata*, *T. wahlgreni* достоверно снижалась в моховой дернине, то *D. tschernovi*, напротив, увеличивалась.

Таким образом, проведенный анализ иерархического разнообразия показал, что на всех уровнях, вклад α -компоненты ниже, чем β , что свидетельствует о существенной агрегированности сообществ коллембол на всех уровнях ландшафтной иерархии.

Работа выполнена в рамках темы НИР 122040600025-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Crist, T. O. Additive partitioning of rarefaction curves and species–area relationships: unifying α -, β and γ -diversity with sample size and habitat area / T. O. Crist, J. A. Veech // Ecology letters. – 2006. – № 9. – P. 923–932. – doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00941.x
2. Тихомиров, Б. А. Некоторые вопросы структуры растительных сообществ Арктики / Б. А. Тихомиров // Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения. – Москва : Изд-во АН СССР, 1956. – С. 537–557.
3. The global soil community and its influence on biogeochemistry / T. W. Crowther, J. van den Hoogen, J. Wan, M. A. Mayes, A. D. Keiser, L. Mo, C. Averill, D. S. Maynard // Science. – 2019. – № 365. – doi:10.1126/science.aav0550
4. Partitioning species diversity across landscapes and regions: a hierarchical analysis of alpha, beta, and gamma diversity / T. O. Crist, J. A. Veech, J. C. Gering, K. S. Summerville // The American naturalist. – 2003. – No 6. – P. 734–743.

**STRUCTURE OF DIVERSITY OF COLLEMBOLA
IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE
BOLSHEVELSKAYA TUNDRA: A MULTI-SCALE
APPROACH**

A. Taskaeva, T. N. Konakova

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

In order to better understand the distribution patterns of microarthropods and the factors governing them, we studied the diversity partitioning of soil springtail across levels of the spatial hierarchy of habitats in tundra ecosystems (Bolshezemelskaya tundra). The variation in Collembola species richness and community structure was analyzed in 96 samples from three microbiotopes (mosses, lichens and mixed samples) in two types of vegetation (shrub and dwarf shrub tundra) using an additive partitioning procedure. In total, 65 species were registered. Our results indicated that springtail communities were highly aggregated at all levels and were mainly controlled by environmental factors rather than dispersal processes.

Keywords: microarthropods, springtails, α -, β -, γ -diversity, additive partitioning

БУЛАВОУСЫЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ ХИБИН, ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ПЛАТО ПУТОРАНА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРНЫХ ФАУН

А. Г. Татаринов, О. И. Кулакова

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: tatarinov.a@ib.komisc.ru

Ключевые слова: булавоусые чешуекрылые, Хибины, Урал, Пutorана, горная фауна

При изучении закономерностей пространственной дифференциации состава и структуры горных энтомофаун специалисты первоочередное внимание уделяют изменениям в их структуре, наблюдаемым на широтном и высотном градиентах окружающей среды. Гораздо меньше работ, посвященных варьированию фаунистических показателей с запада на восток и с востока на запад в масштабе физико-географических стран или в циркумглобальной перспективе. Тем не менее, данный аспект очень важен для выявления связей аллохтонных энтомофаун, фауногенетических центров и миграционных путей видов насекомых в высоких широтах Евразии и Северной Америки, на территориях, которые подвергались оледенению или находились в перигляциальной зоне в позднем плейстоцене и испытали значительные ландшафтно-климатические перестройки в течение голоцена и антропоцена. В данном аспекте зоогеографических исследований булавоусые чешуекрылые, благодаря выраженной зависимости территориального распределения от природно-климатических условий и исторических факторов, могут послужить хорошим модельным объектом при выявлении долготных трендов биоразнообразия.

Доклад основан на результатах полевых исследований, которые проводили авторы в горных областях Восточной Европы и Средней Сибири, начиная с 1993 г. Дополнительно были проанализированы многочисленные литературные источники, в которых содержатся сведения о гипоарктической горной фауне булавоусых чешуекрылых Европы и Сибири [1–6].

В общей сложности в горах восточноевропейской и средне-сибирской Гипоарктики зарегистрировано 82 вида булавоусых чешуекрылых из шести семейств (табл.). Коренными обитателями

Хибин можно считать 35 видов, на Полярном Урале – 55 видов, фауна плато Путорана, которая пока остаётся наименее исследованной, по нашим данным насчитывает 49 видов. Остальные зарегистрированные виды образуют лишь временные популяции, совершают более или менее регулярные миграции из южных областей в летний период, известны по единичным находкам или характер их обитания здесь пока точно не установлен.

Коренной состав Papilionoidea рассматриваемых горных областей достаточно сходный. Значения индекса Жаккара составили: для Хибин и Полярного Урала – 62%, для Полярного Урала и плато Путорана – 74%, Хибин и плато Путорана – 45%. Ядро видового состава всех трёх фаун сформировано из гипоарктических и гипоаркто-бореальных видов, широко распространённых в высоких широтах Евразии и Северной Америки. Это желтушка *Colias palaeno*, перламутровки *Clossiana eunomia*, *C. freija*, *C. frigga*, сатириды *Coenonympha tullia*, *Erebia disa*, *E. embla*, *Oeneis bore* и др.

Горные фауны Полярного Урала и плато Путорана демонстрируют более высокий уровень сходства прежде всего за счет присутствия в их составе общих видов из так называемой «сибирской плеяды», западная граница ареала которых проходит по Уралу и восточным окраинам Русской равнины. Это перламутровки *Issoria eugenia*, *Boloria alaskensis*, *Clossiana angarensis*, *C. tritonia*, сатириды *Erebia jeniseiensis*, *E. fasciata*, *E. rossii*, *E. dabanensis*, *Oeneis magna*, *Oe. melissa*, *Oe. polixenes*. В роли дифференцирующих географических элементов путоранской фауны выступают белянки *Euchloe ochracea*, *E. creusa*, желтушка *Colias hyperborea*, чернушка *Erebia rawlowskii*, по р. Енисей у них проходит западная граница распространения. Одна особь *Euchloe creusa*, правда, была недавно обнаружена на Полярном Урале (устное сообщение В. О. Зурилиной), но, по всей видимости, это был случайный залет, устойчивых или временных популяций, регулярных сезонных миграций этого вида к западу от Енисея пока не установлено.

В Хибинах не обнаружены циркумполярные желтушки *Colias hecla*, *C. tyche*, перламутровки *Clossiana chariclea*, *C. improba*, которые обитают в высокогорьях Скандинавии. Помимо слабой представленности в составе арктических и аркто-монтанных (в широком смысле) булавоусых чешуекрылых фауна Хибин характеризуется почти полным отсутствием собственно горных (монтанных, гольцовых, альпийско-гольцовых) видов. К последним можно отнести лишь гольцовый подвид голубянки *Agriades glandon aquilo* (Bsd.) и европейскую альпийско-гольцовую толстоголовку *Pyr-*

gus andromedae. В ландшафтно-зональной структуре фаун Papilionoidea Полярного Урала и плато Путорана доля горных видов достигает 17%.

Географическое положение исследуемых горных областей на границе умеренного и субарктического поясов обусловило значительный удельный вес в составе фаун Papilionoidea широко лесных и температурных видов. В Хибинах он достигает 58%, причину этого явления надо, прежде всего искать, в относительно мягких для заполярных широт условиях местного климата. Отопляющим влиянием крупнейших речных артерий (Печоры и Усы с запада и Оби с востока) можно объяснить и то, что на Полярном Урале почти половина видов (с учётом сезонных мигрантов и необионтов) булавоусых чешуекрылых не являются арктическими. Кроме того, в последние десятилетия здесь обозначился чёткий тренд расселения видов из лесной зоны на север по линейным транспортным коридорам. Ландшафтно-зональная структура фауны булавоусых чешуекрылых плато Путорана отличается меньшей представленностью широко лесных и температурных видов, таковых здесь около трети состава.

Разнообразие географических и ландшафтно-зональных элементов рассматриваемых горных фаун булавоусых чешуекрылых обусловлено их положением в составе евро-сибирского арктобореального экотона и является отражением поэтапного и разнонаправленного фауногенеза в позднеледниковье и голоцене, а также динамикой их структуры в связи с современной природно-климатической обстановкой и антропогенными факторами.

Таблица

Видовой состав булавоусых чешуекрылых Хибин, Полярного Урала и плато Путорана

Название семейства, вида	Хибины	Полярный Урал	Плато Путорана
Papilionidae			
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	○	○	○
<i>Parnassius phoebus</i> (Fabricius, 1793)	–	●	●
Pieridae			
<i>Leptidea morsei</i> (Fenton, 1882)	–	○	–
<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	○	○	○
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	●

Продолжение таблицы

Название семейства, вида	Хибины	Полярный Урал	Плато Путорана
<i>P. rapae</i> (Linnaeus, 1758)	•	○	○
<i>Pontia callidice</i> (Hübner, 1800)	–	•	•
<i>Euchloe ochracea</i> (Trybom, 1877)	–	–	•
<i>E. creusa</i> (Doubleday, 1847)	–	+	•
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•
<i>Colias hecla</i> Lefebvre, 1836	?	•	•
<i>C. hyperborea</i> Grum-Grzhimailo, 1899	–	–	•
<i>C. hyale</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
<i>C. palaeno</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	•
<i>C. tyche</i> Böber, 1812	–	•	•
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus 1758)	+	+	–
Lycaenidae			
<i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	–
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	•
<i>L. helle</i> ([Denis et Schiffermüller], 1775)	•	•	–
<i>L. hippothoe</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	–
<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	–	•	–
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•
<i>Plebeius idas</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	–
<i>Agriades glandon</i> (de Prunner, 1798)	•	•	•
<i>A. optilete</i> (Knoch, 1781)	•	•	•
<i>Aricia artaxerxes</i> (Fabricius, 1793)	○	–	–
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	•	○	–
<i>P. eros</i> (Ochsenheimer, 1808)	–	•	•
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	•	•	–
Nymphalidae			
<i>Neptis rivularis</i> (Scopoli, 1763)	–	○	–
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus 1758)	•	○	○
<i>N. xanthomelas</i> (Esper, 1781)	–	•	•
<i>N. urticae</i> (Linnaeus, 1758)	○	○	–

Продолжение таблицы

Название семейства, вида	Хибины	Полярный Урал	Плато Путорана
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	○	○	○
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
<i>V. cardui</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
<i>Euphydryas iduna</i> (Dalman, 1816)	●	○	●
<i>E. maturna</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
<i>Speyeria aglaja</i> (Linnaeus, 1758)	○	+	–
<i>Issoria eugenia</i> (Eversmann, 1847)	–	●	●
<i>Brenthis ino</i> (Rottemburg, 1775)	–	●	–
<i>Boloria aquilonaris</i> (Stichel, 1908)	●	●	●
<i>B. alaskensis</i> (Holland, 1900)	?	●	●
<i>Clossiana eunomia</i> (Esper, 1799)	●	●	●
<i>C. angarensis</i> (Ershoff, 1870)	–	●	●
<i>C. chariclea</i> (Schneider, 1792)	–	●	●
<i>C. thore</i> (Hübner, 1803)	●	●	●
<i>C. euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)	●	●	–
<i>C. selene</i> ([Denis et Schiffermüller], 1775)	●	●	●
<i>C. freija</i> (Thunberg, 1791)	●	●	●
<i>C. frigga</i> (Thunberg, 1791)	●	●	●
<i>C. improba</i> (Butler, 1877)	–	●	●
<i>C. polaris</i> (Boisduval, 1829)	●	●	●
<i>C. tritonia</i> (Böber, 1812)	–	●	●
Satyridae			
<i>Lasiommata petropolitana</i> (Fabricius, 1787)	●	–	–
<i>Coenonympha tullia</i> (Müller, 1764)	●	●	●
<i>Oeneis jutta</i> (Hübner, 1806)	●	●	●
<i>Oe. magna</i> Graeser, 1888	–	●	●
<i>Oe. melissa</i> (Fabricius, 1775)	–	●	●

Окончание таблицы

Название семейства, вида	Хибины	Полярный Урал	Плато Путорана
<i>Oe. bore</i> (Schneider, 1792)	•	•	•
<i>Oe. ammon</i> Elwes, 1899	–	?	–
<i>Oe. norma</i> (Thunberg, 1791)	•	•	•
<i>Oe. polixenes</i> (Fabricius, 1775)	–	•	?
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	–
<i>E. euryale</i> (Esper, 1805)	–	•	–
<i>E. jenseiensis</i> (Trybom, 1877)	–	•	•
<i>E. rossii</i> (Curtis, 1834)	–	•	•
<i>E. disa</i> (Thunberg, 1791)	•	•	•
<i>E. embla</i> (Thunberg, 1791)	•	•	•
<i>E. edda</i> Ménétrius, 1851	–	?	•
<i>E. discoidalis</i> (Kirby, 1837)	–	•	•
<i>E. fasciata</i> Butler, 1868	–	•	•
<i>E. pawloskii</i> Ménétrius, 1859	–	–	•
<i>E. dabanensis</i> Ershoff, 1871	–	•	•
<i>E. pandrose</i> (Borkhausen, 1788)	•	–	–
Hesperiidae			
<i>Pyrgus andromedae</i> (Wallengren, 1853)	•	•	–
<i>P. centaureae</i> (Rambur, 1839)	•	•	•
<i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771)	•	•	•
<i>C. silvicola</i> (Meigen, 1830)	?	•	•
<i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758)	?	•	•

Примечание. • – коренной вид; ○ – вид с неясным статусом обитания или регулярный сезонный мигрант, способный в местных условиях размножаться, образовывать временные и зависимые популяционные группировки; + – единичные находки вида, определяемые как случайные залёты; ? – вид, вероятно, встречается в регионе или таксономический статус выявленных популяционных группировок требует дополнительного исследования

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршунов, Ю. П. Булавоусые чешуекрылые Полярного Урала, Ямала, Таймыра / Ю. П. Коршунов, С. В. Ельшин, Г. С. Золотаренко // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск, 1985. – С. 93–105.
2. Kozlov, M. V. Lepidoptera of the Kola Peninsula, northwestern Russia / M. V. Kozlov, Ja. Jalava // Entomol. Fennica. – 1994. – Vol. 5. – P. 65–85.
3. Львовский, А.Л. Булавоусые чешуекрылые Восточной Европы / А. Л. Львовский, Д. В. Моргун. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 443 с.
4. Gorbunov, P. The Butterflies (Hesperioidea and Papilionoidea) of North Asia (Asian part of Russia) in Nature / P. Gorbunov, O. Kosterin. – Moscow : Rodina and Fodio – Cheliabinsk: Gallery Fund, 2003. – Vol. 1. – 392 p.
5. Kozlov, M. V. Lepidoptera of the Taymyr peninsula, northwestern Siberia / M. V. Kozlov, Ja. Kullberg, V. V. Dubatolov // Entomol. Fennica. – 2006. – Vol. 17. – P. 136–152.
6. Gorbunov, P. The Butterflies (Hesperioidea and Papilionoidea) of North Asia (Asian part of Russia) in Nature / P. Gorbunov, O. Kosterin. – Moscow : Rodina and Fodio, 2007. – Vol. 2. – 408 p.

**BUTTERFLIES OF Khibiny Mountains, Polar
Ural and Putorana Plateau: Comparative
Analysis of Mountain Faunas**

A. G. Tatarinov, O. I. Kulakova

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The results of the study of the Butterfly mountain faunas of the of Eastern Europe and Central Siberia are presented. It has been established that 35 Butterfly species regularly inhabit in Khibiny Mts., 55 species in the Polar Urals and 49 species on the Putorana plateau. All Butterfly mountain faunas turned out to be very similar in species composition. There is a small proportion of mountain and arctic species in the Khibiny Mts. There are 14 «siberian» Butterflies found in the Polar Urals, which brings this mountain fauna closer to the Butterfly fauna of the Putorana plateau.

Keywords: Butterflies, Khibiny Mountains, Polar Ural, Putorana plateau, mountain faunas

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕДИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. АРХАНГЕЛЬСКА

Д. Н. Торбик

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»,
Карельский филиал, г. Архангельск
e-mail: dn.torbik@mail.ru

Ключевые слова: вредители, древесно-кустарниковая растительность, фитофаги

В городах и населённых пунктах важные санитарно-оздоровительные, рекреационные и эстетические функции выполняют зелёные насаждения, лесопарки и леса зелёных зон. Они улучшают микроклимат, насыщают воздух кислородом и фитонцидами, служат зелёным барьером от пыли и других загрязняющих веществ, снижают шум, повышают эстетику окружающего условия жизни, особенно в крупных городах. В населённых пунктах и около них зелёные насаждения подвергаются воздействию химических и физических факторов в виде газо- и пылевидных выбросов промышленных предприятий, выхлопных газов автотранспорта и ряда других. Всё это отрицательно сказывается на устойчивости их к болезням, вредителям, механическим повреждениям и в итоге на продолжительности жизни древесных пород, которая сокращается в два-три раза [1].

В настоящее время городская среда становится более агрессивной для растительности: увеличиваются концентрации выбросов от автотранспорта и промышленных предприятий, с увеличением численности населения возрастает рекреационная нагрузка, часто наблюдаются нарушения технологии создания и содержания зелёных насаждений.

Массовое развитие вредителей в уличных насаждениях связано не только с действием абиотических факторов, но и с бедностью видового состава биоценозов.

В результате инвентаризационной оценки видового состава дендрофлоры выявлено, что в Архангельской агломерации (это полицентрическая система городов и прилегающих к ним посёлков на севере Европейской части России с населением более

600 тыс. человек, расположенная в устье реки Северная Двина) насчитывается 53 вида, из них древесных – 24, кустарников – 29.

Насаждения агломерации представлены в основном лиственными породами (85%): береза повислая (*Betula pendula* L.), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), вяз шершавый (*Ulmus scabra* Mill.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клён остролистный (*Acer platanoides* L.), ива белая (*Salicaceae alba* Lindl), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ольха серая (*Alnus incana* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), тополь balsamicкий (*P. balsamifera* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemose* L.), черёмуха Маака (*Padus maackii* Rupr.), яблоня ягодная (*Malus baccata* Borkh.), яблоня сливолистная (*Malus prunifolia* Willd.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). Хвойные: ель колючая (*Picea pungens* Engelm), ель обыкновенная (*Picea abies* Link.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Djil.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Mill.), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.) – редки или единичны (15%) [2].

В городе значительно сужается состав и меняется соотношение видов энтомофагов по сравнению с естественными условиями. Обычно в насаждениях крупного города преобладают скрытоживущие вредители (галлообразующие, минирующие, стволовые вредители, листовёрты, образователи паутинных гнёзд, трубковерты и др.). Богатство и разнообразие ряда отдельных групп вредителей обусловлены тем, что они имеют благоприятные условия обитания и образуют естественные резервации в городских лесах.

К тому же в условиях городской среды минеры и галлообразователи дополнительно защищены от ее воздействия скрытым образом жизни в тканях листьев и хвоинок. Сосущие вредители защищены плотными покровами тела либо специальными щитками (ложнощитовки, щитовки и червецы), либо преодолевают негативное воздействие среды обитания, имея большое количество поколений в течение вегетации (до 20 и выше) с высокой численностью каждого поколения [3].

Численность популяции фитофагов зависит непосредственно от состояния растений, на которых они живут и питаются. Экотопы антропогенного происхождения, в том числе парки, нуждаются

в непрерывном поддержании и регулировании происходящих природных процессов со стороны человека. Регулярная регистрация повреждений парковой растительности и определение их характера является одним из главных шагов в организации мониторинга видового состава и численности энтомофауны в городских насаждениях.

Мероприятия по защите культурных зеленых насаждений от негативного воздействия членистоногих-фитофагов в городских условиях затруднены, поэтому требуют наличия актуальной информации и принятия своевременных мер [4].

В основу работы положены материалы проводившихся в течение вегетационного сезона (с мая по сентябрь) 2022 гг. энтомо-фитопатологических обследований растений в городских зеленых насаждениях на территории г. Архангельска.

В городской черте обследованы четыре участка декоративных зеленых насаждений в центральной части города и на его периферии (табл. 1).

Таблица 1

Список охваченных обследованиями декоративных зеленых насаждений в г. Архангельске

Район города	Исследуемые участки	Расположение мест на карте (см. рис.)
Ломоносовский	Набережная р. Северная Двина	1
Майская горка	Майский парк	2
Варавино-Фактория	Аллеи вдоль Ленинградского проспекта	3
	Насаждения поселка 2-го лесозавода	4

Сбор материала производили путем периодического обследования состояния древесно-кустарниковых пород в зеленых насаждениях на протяжении всего вегетационного сезона. В результате составлен список выявленных вредителей.

За вегетационный период 2022 г. на исследуемых породах деревьев выявлен 21 вид членистоногих-фитофагов, которые наносят различные типы повреждений (табл. 2).

Самыми часто фиксируемыми типами повреждения являются погрызы, широко встречающиеся на всех исследованных видах деревьев (табл. 3). Кроме того на обследованных породах деревьев

и кустарников нередко встречались галлы, мины и скелетирование листовых пластин.

Больше всего вредителей – фитофагов было обнаружено на берёзе, как наиболее распространённой породе в зелёных посадках городской среды, – 8 шт. По 3 вида вредителей зафиксировано на черёмухе обыкновенной и вязе шершавом. На остальных исследованных видах деревьев и кустарников отмечено по 1–2 вида вредителей.

Все отмеченные насекомые-филофаги на территории г. Архангельска имеют незначительную встречаемость и не приносят существенного вреда состоянию деревьев и кустарников.

Результаты работы могут быть использованы специалистами при планировании озеленения городских территорий, разработке профилактических и защитных мероприятий, способствующих повышению устойчивости и сохранению ценности посадок.



Места обследований декоративных зелёных насаждений в г. Архангельске.

Таблица 2

Видовой состав вредителей древесных и кустарниковых пород, выявленных на территории Архангельской области

Виды деревьев и кустарников	Видовой состав вредителей
Береза	Березовый мешчатый клещик – <i>Aceria longisetosa</i> Nal., Березовый трубокверт – <i>Deporaus betulae</i> L., Лапландская моль-малютка – <i>Stigmella lapponica</i> Wock., Пилильщик берёзовый минирующий - <i>Scolioneura betuleti</i> Klug., Щитник серый – <i>Elasmucha grisea</i> L., Берёзовый белый войлочный клещик – <i>Eriophyes Rudis Calycophthirus</i> Nal., Заболонник березовый - <i>Scolytus ratzeburgi</i> Jans.
Вяз	Вязовая листовляшка – <i>Psylla ulmi</i> Forst., Осоково-вязовая тля - <i>Colopha compressa</i> Koch, Вязовый мешчатый клещик - <i>Eriophyes ulmicola-brevipunctatus</i> Nal.
Ива	Листоед ольховый – <i>Agelastica alni</i> L.
Калина	Калиновая тля – <i>Aphis viburnorum</i> Scop.
Липа	Зимняя пяденица – <i>Operophtera brumata</i> L.
Ольха	Листоед ольховый – <i>Agelastica alni</i> L., Ольховый галловый клещик – <i>Eriophyes laevis</i> Nal.
Рябина	Стигмелла splendidissимелла – <i>Stigmella splendidissimella</i> , Рябиновый войлочный клещик – <i>Eriophyes sorbus</i> Nal.
Черёмуха	Черемуховый галловый клещик – <i>Eriophyes padi</i> Nal., Черемуховая моль (горностаевая) – <i>Hyponomeuta evonymella</i> L., Обыкновенная черёмуховая тля – <i>Rhopalosiphum padi</i> L.
Яблоня	Яблоневая тля – <i>Aphis pomi</i> Deg.
Тополь	Скрипун малый осиновый – <i>Saperda populnea</i> L.

Таблица 3

**Встречаемость поврежденности листьев древесных и кустарниковых пород
в городских насаждениях г. Архангельска**

Порода	Погрызы	Скелетирование	Галлы	Мины
Береза	+	+	+	+
Вяз	+	-	+	+
Дуб	+	+	-	-
Ива	+	+	+	+
Калина	+	-	-	-
Клен	+	-	-	-
Липа	+	+	-	-
Ольха	+	+	+	-
Роза	+	-	-	-
Рябина	+	-	+	+
Сирень	+	-	-	-
Черемуха	+	-	+	+
Яблоня	+	-	-	-
Ясень	+	-	-	-
Тополь	+	+	-	-

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбом болезней, пороков и аномалий развития древесных пород, используемых при озеленении городов и населённых мест северо-запада России / И. И. Минкевич [и др.]. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЛТА, 2007. – 58 с.

2. Залывская, О. С. Интродукция видов дендрофлоры в субарктических условиях : автореф. дисс. на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук / О. С. Залывская. – Архангельск, 2022. – 44 с.

3. Лесная энтомология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. Г. Мозолевская [и др.]; под ред. Е. Г. Мозолевской. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 416 с.

4. Злобин, Д. П. Вредители основных древесных культур садово-парковых насаждений г. Петрозаводска / Д. П. Злобин, С. Н. Лябзина, О. В. Синкевич // Биоразнообразие, состояние и динамика природных и антропогенных экосистем России : материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Комсомольск-на-Амуре, 2022. – С. 112–119.

TO THE QUESTION OF STUDYING PESTS OF WOOD AND SHRUBS VEGETATION OF THE CITY OF ARKHANGELSK

D. N. Torbik

FGBU «VNIIKR», Karelian branch, Arkhangelsk

The results of a study of pests that damage the leaves and wood of the trunk of 15 species of woody and shrubby plants growing in the green spaces of Arkhangelsk are presented. During the growing season of 2022, 21 types of pests were identified on the studied rocks, which cause various types of damage (galls, mines, twisting, gnawing, skeletonization).

Keywords: pests, tree and shrub vegetation, phytophages

ОКОЛОВОДНАЯ ФАУНА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ОКРЕСТНОСТЕЙ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»

О. С. Трущицына

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина, г. Рязань
e-mail: *trushicina01@mail.ru*

Ключевые слова: Carabidae, фауна, гигрофильные виды, околородные комплексы, заповедник «Пасвик»

Среди жуужелиц есть большое количество гигрофильных видов, которые обычно не встречаются далеко от воды и в разной степени связаны с берегами различных водоемов. Многие виды обитают только у самой воды, другие предпочитают мокрый песок, третьи встречаются на некотором удалении от воды. Большинство гигрофильных жуужелиц привязаны к определенным почвам. Некоторые виды регистрируются исключительно на галечниках, другие предпочитают песчаные берега, большая часть гигрофильных Carabidae связана с глинистыми и илистыми берегами [5].

Специфика местообитаний и биологии гигрофильных видов жуужелиц требует проведения специальных исследований околородной фауны с целью получения наиболее полных списков при инвентаризации группы в регионе.

Исследования проводили на крайнем северо-западе Мурманской области в Печенгском районе в окрестностях Государственного природного заповедника «Пасвик» в 2011–2012 годах. Большая часть территории представлена грядово-увалистой равниной с развитыми ледниково-аккумулятивными формами рельефа. Моренные песчано-валунные гряды и холмы чередуются с понижениями, занятыми небольшими озерами и болотами [1, 2].

Многообразие водных систем территории представлено реками, крупными и малыми озерами, озерами среди болот, ручьевыми сообществами. Река Паз – сравнительно крупная река на севере Фенноскандии, в которую впадает несколько притоков, самым крупным из которых является река Мениккайоки.

Ручной сбор жуужелиц проводили по берегам реки Паз и реки Мениккайоки в ее среднем течении, также околородная фауна изучалась на берегу озерного расширения ручья в окрестностях бывшего поселка Янискоски.

Всего за время исследования собрано 86 экземпляров жуужелиц. Видовой состав жуужелиц представлен в таблице.

Таблица

Список видов жужелиц околородных биотопов окрестностей заповедника «Пасвик»

№	Вид	Берег среднего течения р. Мениккайоки	Берег р. Паз (окр. бывшего пос. Янискоски)	Озерное расширение ручья у бывшего пос. Янискоски	Итого
1	<i>Pelophila borealis</i> (Paykull, 1790)	4			4
2	<i>Nebria rufescens</i> (Strom, 1768)		5		5
3	<i>Notiophilus germinyi</i> Fauvel, 1863		1		1
4	<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid, 1812			2	2
5	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	1			1
6	<i>Dyschiriodes globosus</i> (Herbst, 1783)		9		9
7	<i>Bembidion bipunctatum</i> (Linnaeus, 1761)		27		27
8	<i>B. difficile</i> (Motschulsky, 1844)		5		5
9	<i>B. virens</i> Gyllenhal, 1827		4		4
10	<i>B. femoratum</i> Sturm, 1825		1		1
11	<i>B. yuconum</i> Fall, 1926		5		5
12	<i>Patrobus assimilis</i> Chaudoir, 1844	1	1		2
13	<i>P. septentrionis</i> Dejean, 1828	1	1		2
14	<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer, 1838			1	1
15	<i>P. diligens</i> (Sturm, 1824)			1	1
16	<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)		1		1
17	<i>Sericoda quadripunctata</i> (DeGeer, 1774)		1		1
18	<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	3	5		8
19	<i>A. gracile</i> Sturm, 1824			1	1
20	<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)		3		3
21	<i>A. interstitialis</i> Dejean, 1828		1		1
22	<i>Curtonotus torridus</i> (Panzer, 1797)		1		1
	Итого	10	71	5	86

Всего в результате исследования выявлено 22 вида жужелиц из 14 родов. Для сравнения отметим, что всего на северо-западе Мурманской области зарегистрировано 48 видов жужелиц [4, 6–8, 10], что сопоставимо с фаунистическими сводками из других северных регионов [3, 9].

Высокое видовое богатство характерно для рода *Bembidion* (пять видов), остальные рода представлены 1–2 видами. Влажные, поросшие прибрежной растительностью берега водоемов, часто с заиленной почвой, предпочитали *Pelophila borealis*, *Elaphrus cupreus*, *Loricera pilicornis*, *Pterostichus diligens*, *Agonum fuliginosum*, *A. gracile*. Виды рода *Bembidion*, а также *Nebria rufescens* приурочены к каменистым берегам реки Паз.

Распределение жужелиц во многом определяется влажностью почвы, поэтому часть обнаруженных видов, наряду с околородными местообитаниями, обычны также и в других влажных и сырых местообитаниях; семь видов (*Nebria rufescens*, *Bembidion bipunctatum*, *B. difficile*, *B. virens*, *B. femoratum* и *Agonum gracile*) в районе исследования зарегистрированы только для береговых комплексов и в других биотопах не отмечались.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Мурманской области. – Москва : ГУГКБ, 1971. – 33 с.
2. Бискэ, С. Ф. Рельеф и четвертичные отложения Печенгского района / С. Ф. Бискэ // Известия Всесоюзного географического общества. – 1946. – Т. 78, вып. 5–6. – С. 545–560.
3. Бызова, Ю. Б. Почвенные беспозвоночные беломорских островов Кандалакшского заповедника / Ю. Б. Бызова, А. В. Уваров, В. Г. Губина. – Москва : Наука, 1986. – 311 с.
4. Зенкова, И. В. К материалам по почвенной фауне Государственного природного заповедника «Пасвик» (Мурманская область) / И. В. Зенкова // Поведение, экология и эволюция животных. Т. 3. – Рязань : НП «Голос губернии», 2012. – С. 313–330.
5. Крыжановский, О. Л. Жуки подотряда Adephaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть, обзор фауны СССР). Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 1, Вып. 2 / О. Л. Крыжановский. – Ленинград : Наука, 1983. – 341 с.
6. Полевой, А. В. Энтомологические исследования на территории Российской части Зеленого пояса Фенноскандии / А. В. Полевой, А. Э. Хумала // Труды Карельского научного центра РАН. – 2014. – № 6. – С. 134–138.

7. Трушицына, О. С. Фауна жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) заповедника «Пасвик» и прилегающих к нему территорий – аннотированный список видов / О. С. Трушицына // Экология, эволюция и систематика животных. – Рязань, 2007. – С. 123–128.

8. Трушицына, О. С. Эколого-фаунистический обзор жужелиц (Coleoptera, Carabidae) северо-запада мурманской части Зеленого пояса Фенноскандии / О. С. Трушицына // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2019. – № 5. – С. 56–65.

9. Филиппов, Б. Ю. Жужелицы южных тундр полуострова Канин / Б. Ю. Филиппов, Е. В. Шувалов // Вестник Поморского университета. Серия Естественные и точные науки. – 2006. – № 1. – С. 99–109.

10. К фауне жесткокрылых насекомых заповедника «Пасвик» (Insecta, Coleoptera) / А. Н. Щербаков [и др.] // Лесной вестник. – 2013. – № 6. – С. 16–21.

THE RIPARIAN FAUNA OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE SURROUNDINGS OF THE PASVIK RESERVE

O. S. Trushitsyna

*Ryazan State University named for S. A. Yesenin,
Ryazan*

As a result of research conducted in 2011–2012 in the shores of water bodies in the vicinity of the Pasvik Nature Reserve, 22 species of ground beetles from 14 genera were identified. The ground beetles *Pelophila borealis*, *Elaphrus cupreus*, *Loricera pilicornis*, *Pterostichus diligens*, *Agonum fuliginosum*, and *A. gracile* preferred silty shores of water bodies with vegetation. Species of the genus *Bembidion*, as well as *Nebria rufescens*, are confined to the stony banks of the Pasvik River. 7 species were recorded only along the shores of water bodies and were not recorded in other biotopes.

Keywords: Carabidae, fauna, hygrophilous species, near-water complexes, Pasvik Nature Reserve

КОНСОРЦИОННЫЕ СВЯЗИ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS LATR.) В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Н. И. Филиппов

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: filippov@ib.komisc.ru

Ключевые слова: шмели, консорционные связи, средняя тайга

Опылители являются важнейшим звеном, обеспечивающим реализацию генеративного потенциала многих видов растений, в том числе редких и охраняемых, что повышает их значимость в сообществах. В условиях Севера основными опылителями являются шмели (Hymenoptera, Apidae, *Bombus Latr.*), которые переносят пыльцу большинства энтомофильных видов растений в таежной и тундровой зонах, где их число от общего числа пчелиных может достигать 95% [1]. В свою очередь, одним из важнейших факторов, определяющих распространение различных видов шмелей, является наличие кормовых растений, так как пищей для них служат нектар и пыльца [2]. Поэтому анализ консорционных связей является важной предпосылкой для понимания характера распространения и численности этих насекомых.

В подзоне средней тайги материала собирался в 31 точке, где отмечено 29 видов шмелей из восьми подродов. Насекомых собирали при помощи энтомологического сачка по стандартной методике сбора насекомых-опылителей [3]. Для определения шмелей использовали работы Løken [4, 5], Определитель насекомых европейской части СССР [6], Rasmont [7]. Таксоны рода *Bombus Latr.* приняты по Williams [8].

Всего было исследовано семь типов местообитаний: пойменные разнотравные луга, травянистые песчаные отмели, скальные обнажения, темнохвойные леса, сосняки беломошники, мелколиственные леса, болота. Наибольшее обилие шмелей и цветущих растений отмечено в интразональных типах местообитаний, таких как пойменные луга и травянистые песчаные отмели.

На данный момент выявлены консорционные связи 29 видов шмелей с растениями из 21 семейства (табл. 1). В средней тайге к предпочитаемым представителями рода *Bombus Latr.* относятся растения из семейств: Asteraceae, Fabaceae, Geraniaceae, Plantaginaceae, Onagraceae, Rosaceae, Grossulariaceae, Lamiaceae.

Таблица

Консорционные связи шмелей в подзоне средней тайги европейского северо-востока России

№	Виды шмелей																						
		Ариáceae	Asteráceae	Caprifoliáceae	Crassuláceae	Empetráceae	Ericáceae	Fabáceae	Geraniáceae	Grossulariaceae	Lamiáceae	Onagráceae	Orchidáceae	Orobancháceae	Polemoniáceae	Polygonáceae	Plantagináceae	Ranunculáceae	Rosáceae	Salicáceae	Valerianáceae	Violáceae	
1	<i>Bombus soroecensis</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	
2	<i>Bombus distinguendus</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	
3	<i>Bombus consobrinus</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	
4	<i>Bombus hortorum</i>	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	
5	<i>Bombus deuteronymus</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	
6	<i>Bombus humilis</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	
7	<i>Bombus muscorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	
8	<i>Bombus pascuorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
9	<i>Bombus ruderarius</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
10	<i>Bombus schrencki</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	
11	<i>Bombus veteranus</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	
12	<i>Bombus barbutellus</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
13	<i>Bombus bohemicus</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	
14	<i>Bombus campestris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	<i>Bombus flavidus</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	
16	<i>Bombus norvegicus</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	
17	<i>Bombus quadricolor</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	<i>Bombus rupestris</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	
19	<i>Bombus sylvestris</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	
20	<i>Bombus cingulatus</i>	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	
21	<i>Bombus jonellus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
22	<i>Bombus hypnorum</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	
23	<i>Bombus modestus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	<i>Bombus pratorum</i>	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	
25	<i>Bombus lucorum s.l.</i>	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	
26	<i>Bombus patagiatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	
27	<i>Bombus sporadicus</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	
28	<i>Bombus sichelii</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	
29	<i>Bombus semenoviellus</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	

ЛИТЕРАТУРА

1. Панфилов, Д. В. Общий обзор населения пчелиных Евразии / Д. В. Панфилов // Сборник трудов Зоологического музея Московского университета. – 1968. – Т. 11. – С. 18–35.
2. Радченко, В. Г. Биология пчёл (Hymenoptera, Apoidea) / В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко ; отв. ред. Г. С. Медведев. – СПб, 1994. – 350 с.
3. Песенко, Ю. А. К методике количественного учета насекомых-опылителей / Ю. А. Песенко // Экология. – 1972. – № 1. – С. 89–95.
4. Løken, A. Studies on Scandinavian Bumblee Bees / A. Lshken // *Noriks ent. Tidsskr.* – 1973. – № 20. – 1–218 p.
5. Løken, A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae) / A. Lshken // *Entomologica Scandinavica*. – 1984. – № 23. – P. 1–45.
6. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 3. ч. 1 / К. В. Арнольди [и др.] – Ленинград : Наука, 1978. – 584 с.
7. Rasmont, P. Catalogue et clé des sous-genres et especes du genre *Bombus* de Belgique et du nord de la France (Hymenoptera, Apoidea) / P. Rasmont, M. Terzo. – Mons : University of Mons, 2017. – 28 p.
8. Williams, P. H. Bumblebees of the World. Natural History Museum. [Электронный ресурс] / P. H. Williams // Natural history museum. – 2023. – Режим доступа: <https://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/subgenericlist.html> (дата обращения: 30.03.2023).

ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ В ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЕ БАССЕЙНА РЕКИ ПЯСИНА

Е. Н. Ядренкина¹, А. В. Ядренкин^{2,1}, Р. И. Тимшанов³, А. В. Еделев²

¹ Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

² Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

³ Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Тюмень
email: Yadrenkina@ngs.ru

Ключевые слова: ихтиофауна, видовое богатство рыб, антропогенное воздействие, п-в Таймыр

Ихтиофауна бассейна реки Пясины во многом уникальна [1–3], что обусловлено как географическим положением района, так и с климатическими условиями среды, разнообразием ландшафтов, а также сложным генезисом фауны озер и рек, расположенных на этой территории. В последнее время повышенный интерес к изучению ихтиофауны бассейна реки Пясины связан с воздействием на водные биологические ресурсы деятельности Норильского горно-металлургического комбината. В августе-сентябре 2021–2022 гг. проведено изучение размерно-возрастной структуры, полового состава, темпов роста и пространственного распределения популяций разных видов рыб, обитающих в р. Пясины, в реках Анабар и Норильская, а также в озерах Пясины, Лама и Мелкое.

С целью оценки реагирования популяций разных видов рыб на техногенную нагрузку со стороны предприятий Норильска проведен отлов рыб в 14 точках бассейна реки Пясины: р. Амбарная – один участок; оз. Пясины – четыре участка (южная, центральная, северная части и в зоне истока р. Пясины); р. Пясины – шесть участков: в 21 км от истока реки Пясины (в устье р. Таловая), в 58 км (устье р. Половинная), в 85 км (устье р. Чёрная), в 112 км (место – Турдагино), в 144 км (устье р. Дудыпта), в 226 км (устье р. Агапа); к фоновым участкам гидросети отнесены р. Норильская – один участок, оз. Мелкое – один участок, оз. Лама – один участок.

Полученные данные использованы для выявления особенностей пространственного распределения популяций разных видов рыб, также для оценки сравнительной плотности рыб в речных и озерных системах и мест нагула молоди первого года жизни по общему объему уловов. Общий объем отловленных рыб составил 1879 экз. с учетом мальковых проб. Определение видов проведен по Атласу пресноводных рыб России [4].

Согласно последнему обзору данных научной литературы, в бассейне реки Пясины, включая группу Больших Норильских озер, обитает 38 видов рыб [2–3]. Четыре – сибирская минога *Lethenteron kessleri* (Anikin, 1905), горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792), сайка *Boreogadus saida* (Lepetchin, 1774), девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758) – обитатели исключительно нижнего течения реки Пясины. В районе проведения исследования обитают 34 вида. Из них 10 видов составляют комплекс непромысловой фауны по причине небольших размеров рыб и малочисленности их популяций: сибирская минога *L. kessleri*, сибирский елец *Leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874), голянь Чекановского *Rhynchocypris czekanowskii* (Dybowski, 1869), озерный голянь *Rh. Percnurus* (Pallas, 1814), обыкновенный голянь *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), ёрш *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758), азиатская корюшка *Osmerus mordax* Steindachner & Kner, 1870, пестроногий подкаменщик *Cottus poecilopus* Heckel, 1839, сибирский подкаменщик *C. Sibiricus* Warpachowski, 1889, четырехрогий керчак *Muchocephalus quadricornis* (Linnaeus, 1758).

В 2021–2022 гг. видовое богатство рыб в местах проведения исследований составили представители сем. Сиговые (Coregonidae) – семь видов: муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814), чир *Coregonus nasus* (Pallas, 1776), пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789), сиг-пыжьян *Coregonus pidschian* (Gmelin, 1789), сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848, тугун *Coregonus tugin* (Pallas, 1814), обыкновенный валец *Prosopium cylindraceum* (Pennant, 1784); сем. Salmonidae – один вид: нельма *Stenodus nelma* (Pallas, 1773), сем. Thymallidae – один вид: сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776); сем. Cyprinidae – три вида: сибирский елец *L. baicalensis*, сибирская плотва *Rutilus lacustris*, речной голянь *Ph. phoxinus*; сем. Percidae – один вид: ерш *G. cernua*; сем. Esocidae – один вид: обыкновенная щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758, сем. Lotidae – один вид: налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758) и один вид миногообразных *L. kessleri*.

По составу уловов ихтиофауна представлена представителями арктического пресноводного, арктического морского, бореального предгорного и бореального равнинного фаунистических комплексов.

Результаты анализа уловов свидетельствуют о высокой вариабельности показателей плотности распределения (в реках Норильская и Амбарная по сравнению с другими участками уловы характеризовались низкой численностью рыб).

Реки. Видовое богатство на разных участках рек варьирует от одного до 13 видов. В р. Норильская отловлены три вида: чир, пелядь и щука, а в р. Амбарная – восемь видов: хариус, сиг, чир, пелядь, валец, голяк, щука, налим. По численности в р. Пясино доминируют тугун (40%), ряпушка (19%) и сиг (17%), комплекс субдоминантов включает хариуса (8%), чира (5%), муксуна (4%) и щуку (4%). Всего зарегистрировано 14 видов. Обращает на себя внимание тренд увеличения видового богатства и численности рыб от истока вниз по течению: самые большие уловы отмечены на участках в 114 км и 226 км ниже оз. Пясино.

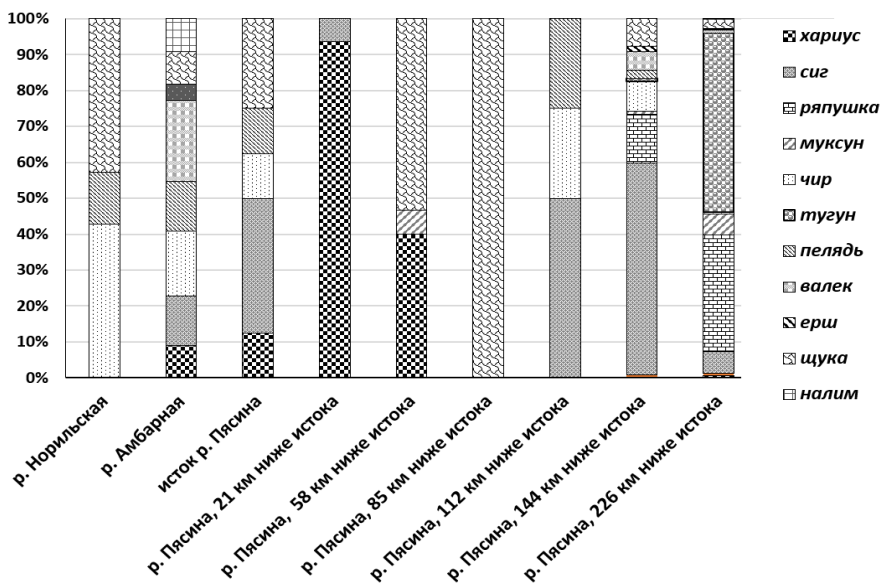


Рис. 1. Видовой состав рыб (комплекс доминантов и субдоминантов по численности) на разных участках речной системы, бассейн р. Пясино.

Озера. В оз. Пясино зарегистрировано 11 видов рыб: хариус, нельма, сиг, ряпушка, муксун, тугун, пелядь, голянь, ерш, щука и налим. По численности доминирует тугун (51%), ряпушка (23%), сиг (11%), комплекс субдоминантов включает хариуса (6%) и ерша (4%) (рис. 2). В оз. Мелкое отмечены девять видов: хариус, сиг, чир, тугун, пелядь, валец, плотва, голянь и щука. Доминируют по численности сиг (46%), валец (11%) и щука (11%). Доля прочих видов составляет от 4 до 7%. В оз. Лама преобладал по численности сиг (более 70%). Обедненный состав рыб в Норильских озерах по мнению авторов связан с ухудшением погодных условий в период проведения лова: сильный ветер и высокая волна могли стать причиной перемещения большей части рыб на другие участки акватории.

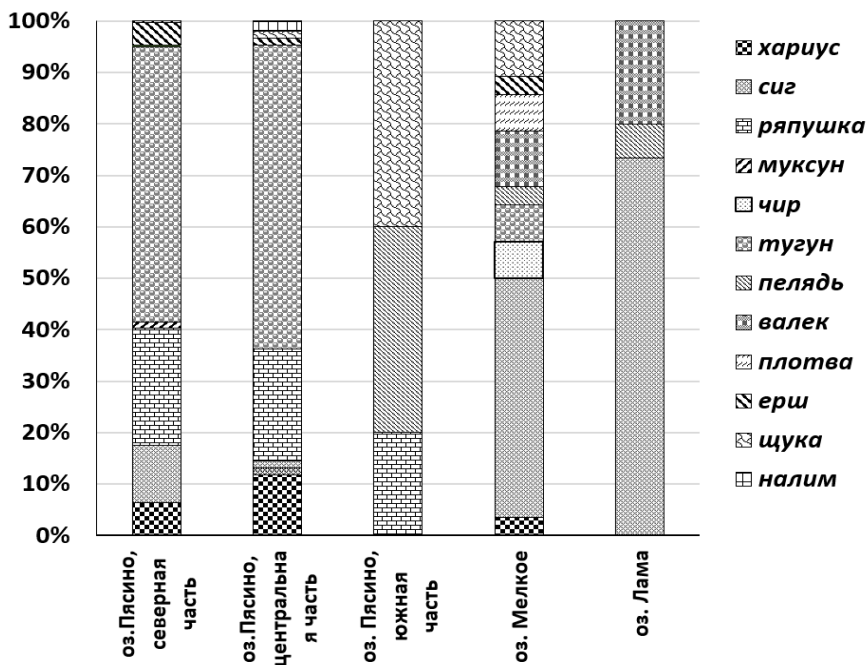


Рис. 2. Видовой состав рыб (комплекс доминантов и субдоминантов по численности) на разных участках Норило-Пясинской системы озера.

Участки с наиболее благоприятными условиями для нагула молоди рыб расположены в среднем течении р. Пясины, что следует учитывать при планировании работ по зарыблению Норило-Пясинского бассейна.

Установлено, что количество молоди рыб возрастает по мере удаления от Норильска. Так, в 2022 г. в р. Амбарная отмечена низкая численность молоди рыб, за шесть притонений было отловлено всего 14 экз., представленные сеголетками сига, хариуса, налима, валька и щуки. В северной части оз. Пясино молодь более многочисленна – за одно притонение отловлено 145 экз. (тугун – 61%, ряпушка – 14%, сиг – 11%, ерш – 8%, хариус – 6%, единичны щука и голяк). Наибольшее количество молоди было отловлено в р. Пясины в устье р. Агапы – за два притонения отловлено 912 экз.: тугун – 57%, ряпушка – 28%, сиг – 6%, муксун – 5%, чир – 2%, валец – 1%, единично – хариус и нельма.

Согласно вышеприведенным данным, в настоящее время участки с наиболее благоприятными условиями для нагула молоди рыб расположены в среднем течении р. Пясины, что следует учитывать при планировании работ по зарыблению Норило-Пясинского бассейна с целью поддержания и восстановления численности популяций промысловых видов. Обоснованный выбор мест для выпуска молоди рыб определяет эффективность рыбоводных мероприятий и рациональное финансирование Программ по восстановлению рыбных ресурсов бассейна Пясины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов, В. И. Ихтиофауна водоемов Южного Таймыра и прилегающих территорий / В. И. Романов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 9. – С. 8–12.
2. Заделёнов, В. А. Ихтиофауна бассейна р. Пясины / В. А. Заделёнов, В. В. Званцев, Ю. Ю. Форина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 4. – С. 4–12.
3. Zadelenov, V. A. Annotated list and current state of ichthyofauna of the Pyasina river system (Eastern Siberia) with some taxonomic remarks / V. A. Zadelenov, Yu. Yu. Forina & Yu. V. Dyldin // Bulletin Lampetra. – 2020. – Т. 9. – Р. 178–214.
4. Атлас пресноводных рыб России. Т. 1 / под ред. Ю. С. Решетникова. – Москва : Наука. – 2003. – 379 с.

**SPECIES COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF
FISH IN THE LAKE AND RIVER SYSTEM OF THE
PYASINA RIVER BASIN**

**E. N. Yadrenkina¹, A. V. Yadrenkin^{2,1},
R. I. Timshanov³, A. V. Edelev²**

¹ *Institute of Systematics and Ecology of Animals
SB RAS, Novosibirsk*

² *Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology
and Geophysics, Novosibirsk*

³ *West Siberian Division of Trofimuk Institute
of Petroleum-Gas Geology and Geophysics SB RAS,
Tyumen*

In the area of the Taimyr Peninsula, under the conditions of anthropogenic impact from the Norilsk Metallurgical Syndicate on the aquatic biological resources of the region (Pyasino Lake, Ambarnaya and Pyasina rivers), the researcher on fish distribution were carried out. The Norilskaya River, Lama Lake and Melkoe Lake were used as an ecology clean part of Paysina basin. In 2021–2022 the species community is represented by 1 species of lampreys and 15 fish species from seven families: fam. Coregonidae – 7 species, fam. Salmonidae – 1, fam. Thymallidae - 1, fam. Cyprinidae – 3, fam. Percidae – 1, fam. Esocidae – 1, fam. Lotidae – 1. Currently, the most favorable biotopes for feeding juvenile fish are located in the middle reaches of the Pyasina River.

Keywords: ichthyofauna, fish species richness, anthropogenic impact, Taimyr Peninsula.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ФОНОВЫХ ВИДОВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

А. Е. Якимова

Институт биологии – обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр
Российской академии наук», г. Петрозаводск

email: angelina73@mail.ru

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, рыжая полевка, обыкновенная бобробубка, динамика численности, потепление климата

В последние десятилетия исследователи, как российские, так и зарубежные, при анализе многолетних рядов данных все чаще обращают внимание на изменение характера динамики численности мелких млекопитающих. При этом отмечается замена «правильного» циклического хода их численности, на хаотический [1, 2, 3, 4 и др.], а также повышение среднего уровня численности [5]. Многие авторы связывают такие изменения с потеплением климата [3, 6]. Для некоторых районов Республики Карелия уже отмечались такие связи [7]. Нами также отмечены подобные явления для популяций мелких млекопитающих южной части Республики Карелия.

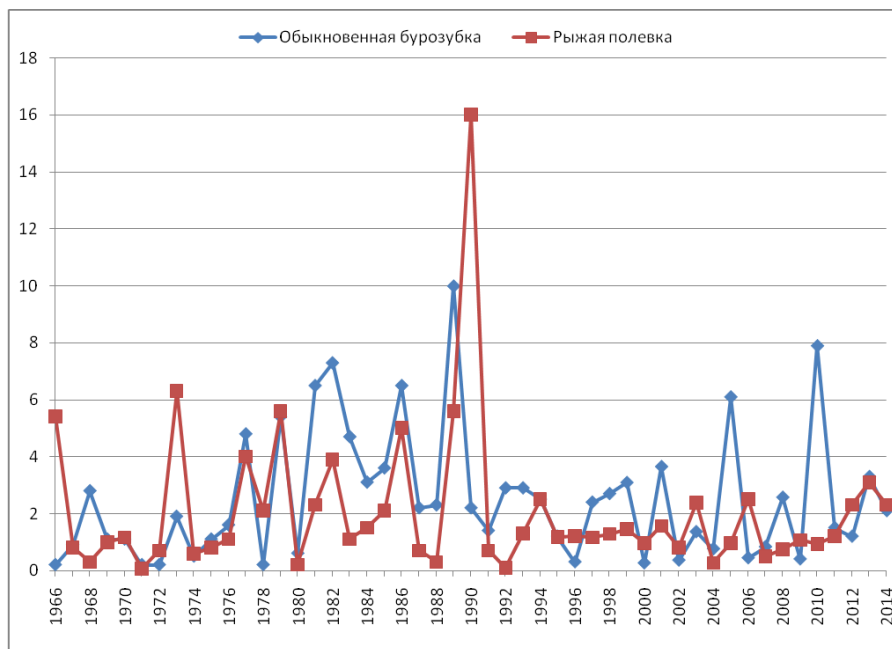
Исследователи климата Республики Карелия при сравнении климатических норм средней годовой температуры воздуха за два стандартных климатических периода 1931–1960 и 1961–1990 гг. и средних значений за 1991–2011 гг. для различных метеорологических станций республики отмечали, что изменение климатических норм в течение двух климатических периодов не происходило совсем или было незначимым (0.1–0.2 °C), в то время как в конце XX начале XXI веков средние многолетние значения годовой температуры воздуха превышают климатические нормы на 0.9–1.2 °C [8]. При анализе температуры воздуха по месяцам, этими же авторами отмечается, что наибольшее значимое потепление по всей территории Карелии наблюдалось для марта (+0.5 ...+0.6 °C/10 лет). Также значительно повышается температура воздуха зимних месяцев (в январе от +0.3 в северных районах до +0.6 °C/10 лет в южных

районах Карелии; в феврале $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет по всей территории республики.

Для анализа многолетних изменений численности фоновых видов мелких млекопитающих использовались данные, полученные сотрудниками ИБ КарНЦ РАН в период с 1966 по 2014 гг. на территории Питкяратского района РК (стационар «Каркку»), территория относится к южной части республики. Сбор данных проводился стандартным методом стационарных ловушко-линий, устанавливавшихся в основных типах биотопов. За показатель обилия принималось число зверьков, попавших за сутки работы в 100 ловушек (экз. на 100 л/с), а также выраженная в процентах доля данного вида в общем улове ловушками (индекс доминирования).

Среди населения мелких млекопитающих обыкновенная бурозубка и рыжая полевка являются доминантами в целом на всей территории Республики Карелия. Характер динамики численности всех мелких млекопитающих региона (как и большинства периферийных популяций) отличается невысоким уровнем численности при значительном размахе амплитуды колебаний. При этом по результатам ранее проведенного спектрального анализа в республике «ни для одного из изученных видов мелких млекопитающих не выявлено простой правильной периодичности изменений численности» [9: с. 59].

При анализе данных было отмечено наличие двух временных периодов (отрезки 1966-1990 гг. – период 1 и 1991 – 2014 гг. – период 2), отличающихся характером динамики численности обоих массовых видов мелких млекопитающих (см. рисунок). Выделяемые нами периоды сопоставимы с рассматриваемыми коллегами [8] периодами температурных изменений в регионе. Результаты корреляционного анализа (ранговая корреляция Спирмена) многолетних изменений численности видов доминантов в 1966–1990 гг. и 1991–2016 гг. показали наличие средней силы достоверной корреляции хода численности обыкновенной бурозубки и рыжей полевки в период 1 ($r=0.485$; $p=0.0174$), и отсутствие достоверной корреляции между изменениями численности этих видов в период 2 ($r=-0.1391$; $p=0.5048$). Также различаются и основные статистические показатели численности каждого из видов-доминантов (см. таблицу), несмотря на то, что различия этих показателей для периодов 1 и 2 в большинстве случаев статистически незначимы.



Многолетняя динамика численности (экз. на 100 л/с) видов-доминантов среди населения мелких млекопитающих южной Карелии.

Таблица
Основные статистические показатели численности (экз. на 100 л/с) обыкновенной бурозубки (ОБ) и рыжей полевки (РП) на протяжении двух временных периодов

Виды	Период 1				Период 2				T-test
	M	Lim	Me	CV	M	Lim	Me	CV	
ОБ	2.84±0.52	0.2-10.0	2.2	92.9 %	2.17±0.37	0.3-7.9	1.8	84.9 %	t=1.02 p=0.31
РП	2.74±0.68	0.06-16.0	1.16	124.3 %	1.35±0.15	0.1-3.1	1.19	57.4 %	t=1.95 p=0.057

Можно предположить, что более низкое значение средней численности рыжей полевки в периоде 2 связано с исчезновением из динамики численности (вследствие более теплых зим и более раннего начала вегетации) глубоких депрессий и значительных пиков,

и изменением характера колебаний с классических циклов (депрессия – подъем – пик – спад) на простое чередование более высокого и более низкого показателей. С этим же связано отсутствие различий медиан и снижение значения стандартного отклонения средней и коэффициента вариации. При этом различие средних значений (*t*-test) близко к значимым. В заповеднике «Кивач» (территория средней Карелии) исследователи [7] объясняли подобное явление, для популяции рыжей полевки, ростом «благоприятности» условий, несмотря на обитание вида в пессимальных областях ареала. Европейские исследователи [1, 2, 5] и ученые Якутии [10] также отмечают нарушение «правильных» циклов у полевков на севере Европы, объясняя это тем, что более теплые зимы значительно снижают зимнюю смертность зверьков, что способствует исчезновению глубоких депрессий, а, следовательно, колебанию показателей численности около уровня средней многолетней численности.

Для обыкновенной бурозубки средние значения показателя численности в периоды 1 и 2 в южной Карелии отличаются незначительно и статистически незначимы. В периоде 2 наблюдается некоторое снижение коэффициента вариации и значений медиан. При этом в заповеднике «Кивач» авторы отмечают значительное (двукратное) достоверное увеличение средней численности этого вида [7], объясняя это тем, что в последние годы из-за более раннего наступления благоприятных условий и затяжной теплой осени в уловах заповедника стали появляться размножающиеся сеголетки обыкновенной бурозубки, что увеличивает летнюю численность, в то время как в норме для нашего региона все сеголетки этого вида зимовали неполовозрелыми.

В целом результаты нашего, пока предварительного и неполного анализа, согласуются отмечающимися на территории севера Европы и Сибири тенденциями изменений характера численности мелких млекопитающих, но требуют дополнительного более глубокого анализа.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Карельского научного центра РАН по теме № FMEN 2022-0003.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hansson, L. Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover / L. Hansson, H. Henttonen // *Oecologia* (Berl.). – 1985. – Vol. 67. – P. 394–402.
2. Population oscillations of boreal rodents: regulation by mustelid predators leads to chaos / Hanski I. [et al.] // *Nature*. – 1993. – Vol. 364, iss. 6434. – P. 232–235. – doi:10.1038/364232a0
3. Захаров, В. М. Изменение климата и популяционная динамика мелких млекопитающих: постановка проблемы / В. М. Захаров, Б. И. Шефтель, С. Г. Дмитриев // *Изменение климата и биоразнообразие России*. – Москва : Акрополь, 2007. – С. 57–63.
4. Ims, R. A. Collapsing population cycles / R. A. Ims, J-A. Henden, S. T. Killengreen // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2008. – V. 23, N 2. – P. 79.
5. Predator – vole interactions in northern Europe: the role of small mustelids revised / H. Pietiäinen [et al.] // *Proceedings of the Royal Society B*. – 2014. – Vol. 281. – P. 2014–2119.
6. Nonlinear effects of climate on boreal rodent dynamics: mild winters do not negate high-amplitude cycles / K. Koprelä [et al.] // *Global Change Biology*. – 2013. – Vol. 19. – P. 697–710.
7. Кутенков, А. П. Анализ многолетней динамики численности двух массовых видов мелких млекопитающих заповедника «Кивач» / А. П. Кутенков // *Заповедники и национальные парки – научно-исследовательские лаборатории под открытым небом : материалы Всероссийской конференции / отв. редактор Н. В. Ильмаст*. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2021. – С. 129–132.
8. Назарова, Л. Е. Климат Республики Карелия (Россия): температура воздуха, изменчивость и изменения / Л. Е. Назарова // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. – 2014. – Т. 10, вып. 1. – С. 746–749.
9. Ивантер, Э. В. Эколого-статистический анализ многолетних изменений численности мелких млекопитающих на северном пределе ареала (Северо-Восточное Приладожье) / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов, А. Е. Якимова // *Экология*. – 2015. – № 1. – С. 57–63.
10. Сафронов, В. М. Изменение климата и млекопитающие Якутии / В. М. Сафронов // *Зоологический журнал*. – 2014. – Том 95, № 12. – С. 1459–1474.

CHANGES OF THE LONG-TERM DYNAMICS OF THE OF DOMINANT SMALL MAMMAL'S POPULATIONS IN SOUTH KARELIA

A. E. Yakimova

*Institute of Biology of the Karelian Research Centre of
the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk*

The analysis of long-term population dynamics of two species of small mammals in southern Karelia, the common shrew and bank vole, was carried out. Since the early 1990s there has been a change in the pattern of the population trends of these species. In the period from 1991 to 2014 the consistency of changes in the number of these species, noted from 1966 to 1990, disappears. Also during this period the main statistical indicators of the abundance of each dominant species, especially for the bank vole, changed.

Keywords: small mammals, bank vole, common shrew, dynamic of population, climate changes

Секция 4

РЕДКИЕ ВИДЫ И СООБЩЕСТВА КРАЙНЕГО СЕВЕРА, ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ

СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В ЛОВОЗЕРСКИХ ГОРАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Р. Ахмерова, Е. А. Боровичёв, О. В. Петрова, А. В. Разумовская

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты

e-mail: *diana.008@mail.ru*

Ключевые слова: редкие виды, биоразнообразие, особо охраняемые природные территории, Ловозерский горный массив, Мурманская область

Ловозерские горы расположены в центральной части Мурманской области и занимают площадь около 600 км². Это платообразный горный массив, который возвышается над болотистой лесистой равниной на 1000 м, расчлененный долинами рек на систему выположенных вершин. Наиболее высокие из них приурочены к северо-западной части горного массива и достигают 1051–1132 м над ур. моря [1]. В геологическом плане горный массив представляет собой щелочную интрузию, сложенную главным образом нефелиновыми сиенитами. Основной чертой геологического строения является их первичная расслоенность, связанная с многоэтапностью процесса формирования щелочных нефелиновых, нефелино-содалитовых сиенитов, подверженных выветриванию, а также луавритов-фойяитов-уртитов, эвдиалитовых луавритов и некоторых других [2, 3].

Основой промышленного производства района является Ловозерский горно-обогатительный комбинат; его основная продукция – лопаритовый концентрат. Существенный вклад в экономику района вносит сельскохозяйственный производственный кооператив «Тундра», осуществляющий выпасное оленеводство. В Ловозерских горах расположены два населенных пункта: пгт Ревда

и с. Ловозеро с населением 8.5 тыс. человек. Вместе с тем территория обладает высокой природоохранной ценностью и высоким рекреационным потенциалом.

Цель работы – охарактеризовать современное состояние территориальной охраны природы в Ловозерских горах и описать перспективы развития сети ООПТ.

Ловозерские горы расположены в подзоне северной тайги Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции [4], в пределах в пределах Ловозерско-Хибинского флористического района [5]. Структуру растительного покрова территории горного массива определяет его расположение близ северной границы леса и горный рельеф. В Ловозерских горах четко выражена вертикальная поясность.

Ловозерский горный массив обладает высоким флористическим разнообразием. Здесь произрастает более трети от общего числа видов сосудистых растений Мурманской области – 465 видов, 227 видов мхов, 119 видов печеночников и 357 видов лишайников [6]. В горах встречается 42 краснокнижных вида сосудистых растений (22% от общего числа охраняемых в регионе), семь видов мхов (16%), 11 видов печеночников (14%) и девять охраняемых видов лишайников (11%). Сведения по наиболее исследованным систематическим группам фауны позволяют говорить о столь же высоком уровне фаунистического разнообразия и представленности (23%) от числа охраняемых объектов Мурманской области.

В настоящее время в Ловозерских горах существуют 9 особо охраняемых природных территорий. В центральной части расположен комплексный региональный заказник «Сейдъяввр». Вокруг него восемь памятников природы: пять из них имеют ботанический профиль («Гора Флора», «Арники ущелья у озера Пальга», «Арники и маки ущелья Индичйок», «Малый Пункаруайв», «Долина реки Киткуай»), один с лесным профилем («Лиственницы сибирские в Ловозерском лесхозе») и два с геологическим («Залежь «Юбилейная», «Пегматиты горы Малый Пункаруайв») [7].

Заказник «Сейдъяввр» был создан в 1982 году под названием «Сейдозеро». Основные цели его создания – сохранение редких видов флоры и фауны, поддержание общего экологического баланса и сохранение исконной среды обитания, традиционного образа жизни, хозяйственной деятельности и промыслов саамов. Однако, изменившиеся условия жизни в регионе и стране 90-х годов XX века показали недостаточность природоохранных мер в связи с

резко возросшим браконьерством. В 2003 году по предложению общественных организаций Мурманской области была проведена реорганизация заказника. Границы остались прежними, усилилась охрана заказника, был организован штат госинспекторов. С начала 2000-х годов поток туристов в Ловозерские горы продолжал увеличиваться, что требовало новых мер охраны. Дальнейшие планы по реорганизации заказника были связаны с проектированием национального парка «Хибины», и заказник должен был войти в кластер «Лувъявр». При согласовании национального парка, Ловозерская часть не вошла в итоговый вариант границ.

В Концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2018 года и на перспективу до 2038 года было предусмотрено, что реорганизация заказника «Сейдъяввр» необходима в случае, если не будет создан национальный парк «Хибины» в том числе на участке, расположенном в Ловозерских горах [7]. В настоящее время наблюдается усиление негативных тенденций, оказывающих значительное влияние на природоохранную и рекреационную ценность Ловозерских гор: усиливается неконтролируемая рекреационная нагрузка на территорию, увеличивается объем геологоразведочной деятельности, возрастает количество участков лесного фонда, предоставляемых в аренду в рекреационных целях, без учета природоохранной ценности этих участков.

Природный туризм (природно-познавательный) и активный отдых является одной из важнейших составляющих рекреационной деятельности в Ловозерских горах. Удобство транспортного подъезда, многочисленные низко-категорийные перевалы, густая сеть речных долин, удобных для ночлега делают природный и спортивный туризм в Ловозерских горах массовым. По данным официальной регистрации посетителей, предоставленным ГОКУ «Дирекция ООПТ» в 2022 г. заказник посетили 4900 человек. При этом на всей территории горного массива существует всего две оборудованные стоянки, которые расположены на территории заказника. Отсутствие достаточного числа подготовленных стояночных мест создает дополнительную нагрузку на территорию. Для всей территории горного массива очень актуальным является вопрос соблюдения правил перемещения на внедорожной технике, наносящей большие разрушения растительному покрову, в результате чего уничтожаются места обитания многих видов, в том числе и краснокнижных, а также резко снижается привлекательность

территории для туристов. В этой связи распространение режима ООПТ на большую часть Ловозерских тундр крайне актуально.

Для предотвращения этих негативных тенденций было предложено реорганизовать заказник «Сейдъявр» в одноименный природный парк. Это закреплено новой Концепцией функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года [8]. Площадь проектируемого парка «Сейдъявр» будет значительно больше в сравнении с заказником «Сейдъявр» (37862 га вместо 17972 га). В границы природного парка войдет пять из семи существующих в Ловозерском горном массиве и непосредственной близости от него региональных памятников природы. Памятник природы «Лиственницы сибирские у поселка Ревда» расположен в непосредственной близости от поселка, и включить его в состав природного парка не представляется возможным; памятник природы «Долина реки Киткуай» окружен перспективным месторождением полезных ископаемых, и может охраняться только обособленно или в составе охранной зоны природного парка. После реорганизации заказника под охраной существенно увеличится количество охраняемых объектов растительного мира (см. таблицу) [6].

Таблица

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды массива Ловозерские тундры в пределах и за границами реорганизуемого заказника «Сейдъявр»

Виды, занесенные в Красную Книгу Мурманской области	Ловозерские горы		Заказник «Сейдъявр» в старых границах		Природный парк, в проектируемых границах	
	ККМО	ККРФ	ККМО	ККРФ	ККМО	ККРФ
Сосудистые растения	42	7	36	5	41	6
Мхи	7		4		7	
Печеночники	11	1	5	1	8	1
Липшайники	9	3	4	1	7	3
Животные	15	5	15	5	15	6
Общее число видов	84	16	64	12	79	16

В Ловозерских горах сложились различные комбинации видов природопользования (северное оленеводство, туризм, любительское рыболовство, подземный поиск и разработка полезных ископаемых) и в такой ситуации для оптимальной охраны этих территорий необходимо зонирование. Исходя из экологической и рекреационной ценности в границах природного парка предлагается выделить четыре функциональных зоны. Реорганизация заказника позволит включить в состав охраняемой территории местообитания подавляющего большинства встречающихся в Ловозерском горном массиве краснокнижных видов растений и лишайников. Также это позволит решить несколько задач: сохранение природных комплексов, развитие устойчивого туризма, в том числе научно-познавательного, возможность функционирования предприятия горной промышленности, сохранение исконной среды обитания народа саамов, и их традиционного природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкина, О. А. Флора высших растений Ловозерских гор (сосудистые и мохообразные) / О. А. Белкина, Н. А. Константинова, В. А. Костица. – Санкт-Петербург : Наука, 1991. – 206 с.
2. Буссен, И. В. Геология Ловозерских тундр / И. В. Буссен, А. С. Сахаров. – Ленинград : Наука, 1967. – 125 с.
3. Комлев, Л. В. О возрасте щелочных интрузий Хибинских и Ловозерских тундр, Кольский п-ов / Л. В. Комлев, А. Л. Михалевская, С. И. Данилович // Доклады АН СССР. – 1961. – Т. 136, № 1. – С 171–174.
4. Исаченко, Т. И. Ботанико-географическое районирование / Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко // Растительность Европейской части СССР. – 1980. – С. 10–22.
5. Раменская, М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии / М. Л. Раменская. – Ленинград : Наука, 1983. – 216 с.
6. Боровичев, Е. А. Материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие изменение режима особой охраны государственного природного комплексного заказника «Сейдьяввр» (изменение категории, функционального зонирования, площади и границ) : Отчет о научно-исследовательской работе по договору 08/09/20 от 08.09.2020 г. [Электронный ресурс] / Е. А. Боровичев. – Апатиты, 2022. – Режим доступа: https://mpr.gov-murman.ru/files/materialy_keo_seyduavr.pdf (дата обращения: 29.03.2023).
7. Особо охраняемые природные территории Мурманской области. Информационные материалы. – Мурманск : КНЦ РАН; Апатиты, 2003. – 72 с.

8. Об утверждении Концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий регионального значения Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года : Постановление Правительства Мурманской области от 03.03.2022 г. № 135-ПП [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» [сайт]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/578135176?section=text> (дата обращения: 29.03.2023).

9. Красная книга Мурманской области. – Кемерово : Азия-принт, 2014. – С. 1–584.

10. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

NATURE PROTECTION STATE IN LOVOZERO MTS OF THE MURMANSK REGION

**D. R. Akhmerova, E. A. Borovichev, O. V. Petrova,
A. V. Razumovskaya**

*Institute of the Industrial Ecology Problems of the
North of the Kola Science Center of RAS, Apatity*

A review of state and development of the protected areas (PAs) network in the Lovozero Mountains (Murmansk Region, Russia) is presented. Today, there are 9 PAs in the region. Nature Reserve «Seidyavr» and 8 natural monuments are located in the central part of the mountains. The main factors of anthropogenic pressure on the area mainly includes an excessive flow of tourists, mining industry and traditional natural use of the Sámi. This may cause the loss of environmental and recreational value of the Lovozero Mts. In this regard, it is necessary to reorganize the Nature Reserve «Seidyavr» into a Natural Park.

Keywords: rare species, biodiversity, protected areas, Lovozero Mts, Murmansk Region

ПОДХОДЫ К ОХРАНЕ РЕДКИХ ВИДОВ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

С. В. Дёгтева

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: degteva@ib.komisc.ru

Ключевые слова: Республика Коми, редкие виды, особо охраняемые природные территории

Обеспечение мер, направленных на сохранение биологического разнообразия, является одним из главных аспектов рационального природопользования. В особом внимании нуждаются таксоны животных, растений и грибов, популяции которых по естественным причинам или из-за деятельности человека неуклонно снижают свою численность и становятся менее распространенными. Со второй половины XX столетия важнейшими механизмами, способствующими их сохранению, стало создание на международном, региональном и местном уровнях Красных книг и формирование систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Ключевую роль в формировании теоретических подходов и разработке практических приемов рационального природопользования играет научное сообщество.

С конца 1950-х годов в Академии наук СССР и ее региональных филиалах начали создавать комиссии по охране природы. В Коми филиале АН СССР такая комиссия работала более четверти века, начиная с 1959 г. Усилиями ее сотрудников: А. М. Вяткиной, А. П. Братцева, В. П. Балибасова, В. П. Гладкова, Л. П. Голдиной и ученых других подразделений Коми ФАН СССР — А. Н. Лашенковой, Н. И. Непомилуевой, Р. Н. Алексеевой (Оплесниной), Г. П. Сидорова, В. А. Чермныха был создан каркас ныне существующей в регионе системы объектов природно-заповедного фонда. Эти специалисты сформулировали основные принципы, по которым в дальнейшем формировали региональную сеть ООПТ. Один из них предполагал обязательность принятия мер к сохранению генофонда растений и животных, находящихся под угрозой исчезновения [1, 2]. При этом исходили из положения о том, что сохранение вида должно достигаться, прежде всего, за счет сохранения естественной среды обитания его популяций.

В 1960-е годы было уделено особое внимание сохранению популяций *Pinus sibirica*, которые находятся на северо-западной границе распространения этого вида, типичного для лесных сообществ сибирской полидоминантной тайги. Сотрудница Института биологии Н. И. Непомилуева детально исследовала распространение и особенности возобновления вида на территории республики, состояние насаждений, в которых он преобладает, выявила состав растений, встречающихся под пологом кедрочей [3]. На основании полученных результатов были подготовлены обоснования для создания шести заказников и 14 памятников природы. В 1970-80-е годы специалисты Института биологии целенаправленно решали задачи выявления и сохранения местообитаний редких видов растений (А. Н. Лашенкова, Н. И. Непомилуева) и животных (А. А. Естафьев, В. В. Турьева, Г. П. Сидоров). Скрупулезно обработанные и обобщенные научные данные опубликованы в книге «Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Коми АССР» [4]. В ней приведена характеристика около 130 видов редких для региона сосудистых растений и 30 видах животных, указаны их местообитания, даны карты распространения в пределах республики. Кроме того, в книге приведен список видов, нуждающихся в постоянном контроле численности в природе (биологическом надзоре). Данное издание стало прообразом региональной Красной книги. Однако, в отличие от Красной книги СССР и Красной книги РСФСР, оно не было законодательным актом, обеспечивающим сохранение редких таксонов растений и животных.

В 1995 г. Россия ратифицировала Конвенцию о биологическом разнообразии, разделив ответственность стран мира за сохранение и рациональное использование биологического разнообразия. В этом же году по инициативе директора Института биологии Коми НЦ УрО РАН А. И. Таскаева коллектив специалистов института, а также Печоро-Илычского государственного природного заповедника (ПИВЗ), Коми государственного педагогического института (КГПИ) начал работать над подготовкой к изданию Красной книги Республики Коми. К этому моменту учеными был накоплен большой объем сведений о редких и нуждающихся в охране объектах животного и растительного мира. При их систематизации были определены критерии для отнесения видов к числу охраняемых: небольшое количество местонахождений на территории Республики Коми; пограничное положение вида в ареале; наличие вида в Красной книге Международного союза охраны природы (МСОП),

Красных книгах бывшего СССР и России; эндемизм и реликтовость вида.

С учетом перечисленных критериев были проанализированы все имеющиеся сведения о разнообразии животного и растительного мира региона, частоте встречаемости видов, их биологических особенностях, возможных угрозах стабильному существованию популяций. Была проведена большая работа с коллекционными фондами гербариев и музеев Института биологии, ПИБЗ, КГПИ. Результатом стали списки нуждающихся в охране таксонов, включающие 110 видов грибов, включая лишайники, 394 вида растений и 107 видов животных. Эти списки неоднократно обсуждали на заседаниях специальной комиссии, созданной при Минприроды Республики Коми. В ее состав входили ведущие ученые-биологи и специалисты различных подразделений республиканской природоохранной службы. При определении статуса охраны вида (подвида) использовали категории статуса редкости (0–4), принятые в Красной книге МСОП.

Красная книга Республики Коми была учреждена Указом Главы Республики Коми № 175 от 18 мая 1998 г. Это был законодательный акт, которым на всей территории республики было запрещено добывание (сбор) животных и растений, относящихся к видам, занесенным в региональную Красную книгу, кроме случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации и Республики Коми. Периодичность издания Красной книги Республики Коми была законодательно определена один раз в десять лет. К настоящему времени увидели свет три ее издания [5–7].

Структура второго издания Красной книги Республики Коми в целом соответствовала структуре Красной книги Российской Федерации [8, 9]. В ней использованы те же критерии и категории статуса редкости видов. Эти подходы сохранились и при подготовке следующего издания. Сведения об изменении числа редких таксонов приведены в таблице.

После учреждения региональной Красной книги особую актуальность приобрел вопрос организации целенаправленного сбора данных о распространении, динамике численности и состоянии популяций редких видов как основы для разработки стратегий их охраны в природных условиях (*in situ*) и в культуре (*ex situ*). В процессе ведения Красной книги Республики Коми ученые уделяли особое внимание обследованию объектов природно-заповедного фонда, на территориях которых сосредоточены локальные популяции многих охраняемых видов. В настоящее время в регионе

функционируют четыре ООПТ федерального значения – Печоро-Илычский государственный природный заповедник, национальный парк «Югыд ва», национальный парк «Койгородский», заказник «Параськины озера», а также 238 заказников и памятников природы республиканского значения. Их общая площадь составляет около 5.8 млн. га или порядка 13.7% от площади республики. В результате многолетнего мониторинга были получены дополнительные данные, подтверждающие значимость ООПТ, особенно расположенных на западном макросклоне Урала и возвышенностях Тиманского кряжа, для сохранения популяций редких растений, животных и грибов. В границах 12 заказников республиканского значения, учрежденных в 2022 г. в северной части региона – в полосе притундровых лесов и тундровой зоне, а также в горах Полярного Урала, сосредоточены места обитания/произрастания значительного числа редких видов, среди которых 33 таксона сосудистых растений, 3 – водорослей, 6 – лишайников, 10 – беспозвоночных, 13 – птиц и 2 – млекопитающих.

Таблица

Распределение видов, занесенных во второе и третье издания Красной книги Республики Коми, по категориям статуса редкости

Группа организмов	Категория статуса редкости						Всего таксонов
	0	1	2	3	4	5	
Царство Грибы							124/150
Настоящие грибы	0/0	0/0	1/1	31/55	10/9	0/0	42/65
Лишайники	0/2	16/17	13/12	41/48	12/6	0/0	82/85
Царство Растения							311/314
Водоросли	0/0	0/0	0/0	4/10	0/0	0/0	4/10
Мохообразные	0/0	0/0	14/12	49/52	8/7	0/0	71/71
Сосудистые	0/0	12/16	49/43	125/144	50/30	0/0	236/233
Царство Животные							99/68
Беспозвоночные	0/0	1/1	4/3	37/25	12/2	0/0	54/31
Рыбы	0/1	2/1	2/0	1/3	0/0	0/0	5/5
Амфибии	0/0	0/0	0/0	1/1	1/0	0/0	2/1
Птицы	0/0	1/0	9/5	16/13	6/7	1/2	33/27
Млекопитающие	0/0	1/1	2/0	2/3	0/0	0/0	5/4
Всего таксонов	0/3	33/36	94/76	307/354	99/61	1/2	534/532

Примечание. В числителе указано число видов, занесенных во второе издание Красной книги Республики Коми (2009), в знаменателе – число видов, занесенных в третье издание региональной Красной книги (2019).

Всего в границах объектов природно-заповедного фонда зарегистрировано 86.7% таксонов, занесенных в третье издание региональной Красной книги. Достаточно хорошо представлены в составе особо охраняемых природных комплексов редкие виды грибов, включая лишайники (91.3% от общего числа видов, занесенных в третье издание Красной книги Республики Коми), а также сосудистые растения и мохообразные (86.7 и 84.3% соответственно), беспозвоночные (83.9%) и позвоночные (83%) животные. В наименьшей степени обеспечены территориальной охраной на ООПТ редкие водоросли (60%).

Для значительного числа видов, занесенных в Красную книгу Республики Коми, все еще отсутствуют данные о численности, плотности, структуре популяций. Специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН по заказу Минприроды Республики Коми разработаны предложения по системному мониторингу «краснокнижных» видов на ключевых ООПТ. Их реализация позволит упорядочить работу по ведению региональной Красной книги, будет способствовать своевременному принятию мер по охране редких видов и их местообитаний в период между ее переизданием, а результаты ежегодного мониторинга послужат основой для подготовки очередного издания Красной книги. В 2022 г. специалисты Института биологии выполнили мониторинг популяций 174 редких видов на 14 ООПТ федерального и регионального значения. Состояние большинства популяций обследованных таксонов оценено как стабильное.

Работа выполнена в рамках темы госзадания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (регистрационный № 122040600026-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития / С. В. Дегтева, Е. Ю. Изъюров, Т. Н. Пыстина, А. Н. Королев, С. К. Кочанов, И. И. Полетаева, Л. Н. Тихушева. – Сыктывкар, 2011. – 256 с.
2. Кадастр особо охраняемых природных территорий Республики Коми. – Сыктывкар, 2014. – 428 с.
3. Непомилуева, Н. И. Кедр сибирский на Северо-Востоке европейской части СССР / Н. И. Непомилуева. – Ленинград, 1974. – 184 с.
4. Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Коми АССР. – Сыктывкар : Коми книжное издательство, 1982. – 152 с.
5. Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угро-

зой исчезновения виды растений и животных. – Москва ; Сыктывкар : Дизайн и картография, 1998. – 528 с.

6. Красная книга Республики Коми. – Сыктывкар, 2009. – 791 с.

7. Красная книга Республики Коми. – Сыктывкар, 2019. – 768 с.

8. Красная книга Российской Федерации : Животные. – Москва, 2001. – 860 с.

9. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – Москва, 2008. – 855 с.

APPROACHES TO THE PROTECTION OF RARE SPECIES IMPLEMENTED IN THE KOMI REPUBLIC

S. V. Degteva

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktuvkar*

The approaches to the protection of rare species implemented in the Komi Republic since the 1960s are considered. A Network of Nature Protected Areas (NPA), including 242 objects, has been created in the region. One of its main functions is to preserve rare species in situ. At this moment 86.7% of the taxa, listed in the third edition of the regional Red Data Book are registered within the boundaries of NPAs.

Keywords: Komi Republic, rare species, Nature Protected Areas

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА В ГРАНИЦАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА» (РЕСПУБЛИКА КОМИ, БАСЕЙНЫ РЕК ЩУГОР И ВАНГЫР)

В. А. Канев

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

email: kanev@ib.komisc.ru

Ключевые слова: флора, сосудистые растения, национальный парк, Приполярный Урал, охраняемые растения

В Российской Федерации особую роль в исследовании и сохранении экосистемного, ценотического, видового и генетического разнообразия выполняют заповедники, в которых проводится системный мониторинг состояния природных комплексов. Республика Коми, расположенная на европейском северо-востоке России, отличается от сопредельных регионов значительным разнообразием природных комплексов. Исследование и мониторинг биоты особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которые имеют ключевое значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия как основы биосферы, рассматриваются в мире в качестве важнейшего приоритета. Республика Коми, где ландшафты мало трансформированы деятельностью человека, представляет собой уникальный полигон для сохранения и изучения биологического разнообразия. Одной из главных черт для любой ООПТ является наличие редких и охраняемых объектов растительного и животного мира.

В регионе созданы 242 ООПТ, четыре из которых – Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник, национальные парки «Югид ва» и «Койгородский», государственный природный заказник «Параськины озера», имеют федеральный статус, остальные (238) – региональное (республиканское) подчинение. Общая площадь природно-заповедного фонда составляет 5.7 млн. га – примерно 13.7% от общей площади республики, из которых почти половина – 2.69 млн. га (6.5%) приходится на федеральные ООПТ [1].

На территории Республики Коми расположена крупная особо охраняемая природная территория (ООПТ): национальный парк «Югыд ва» – один из крупнейших природоохранных объектов федерального значения, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации в 1994 году, который включен в Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО в 1995 г. совместно с Печоро-Илычским заповедником [1, 2]. Сосредоточенный здесь крупнейший в Европе массив ненарушенных таежных лесов играет важную роль в сохранении естественного хода природных процессов и поддержки разнообразия таежного биома. Резерват занимает площадь около 20 тыс. км² или 1 891 701 га. и расположен на западном склоне Уральского хребта, охватывая горную, предгорную и равнинную орографические зоны. Протяженность парка с севера на юг составляет 280 км, с запада на восток – от 50 до 100 км [2].

По сравнению с Печоро-Илычским заповедником, сведения о разнообразии экосистем национального парка «Югыд ва» намного более скудные. Уникальность национального парка «Югыд ва» состоит в том, что здесь произрастает большое количество редких и охраняемых видов растений, и местонахождения некоторых редких видов в Республике Коми отмечено только в данном резервате. Наиболее изучены в национальном парке «Югыд ва» во флористическом отношении являются: нижнее и среднее течение рр. Косью и Кожим с некоторыми притоками, нижнее течение Щугор и Подчерье; а слабо изученными являются верховья и средние течения рр. Косью, Сыня, Щугор и некоторые их притоки, горные хребты на границе Республике Коми и ХМАО [2]. В связи с этим были проведены флористические исследования, в мало исследованных горных и предгорных районах национального парка «Югыд ва», находящихся в южной части Приполярного Урала на западном макросклоне. Ранее была исследована флора находящиеся южнее - хр. Тэльпозиз, расположенный в северной части Северного Урала на границе с Приполярным Уралом и примыкающий к району исследований [3]. Были исследованы 6 локальных флор (ЛФ): 5 расположены в бассейне р. Щугор и одна в бассейне р. Косью. В бассейне р. Щугор исследованы следующие ЛФ: среднее течение р. М. Паток (2005 г., 64°19' с.ш., 59°06'в.д.), исток реки Паток (2006 г., 64°40' с.ш., 59°41'в.д.), нижнее течение реки Торговая (2020 г., 64°09' с.ш., 59°23'в.д.), устье р. Няртсоу (2021 г., 63°59' с.ш., 59°16'в.д.), верхнее течение реки Б.Паток (2022 г., 64°44' с.ш., 59°22'в.д.). В бассейне реки Вангыр была исследована

флора среднего течения реки Вангыр в окрестностях озера Лосиное (2019 г., 64°58' с.ш., 59°10' в.д.).

Для района исследований характерно несколько высотных поясов растительности: горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый. Они сменяют друг друга при подъеме вверх по высотному градиенту. Лесная растительность поднимается в горы до высоты 550–650 м над ур. м. Выше расположен горно-тундровый пояс, сменяющийся с уровня 800–1000 м гольцовым. На равнинной части данной территории преобладают темнохвойные леса, в долинах гор лиственничные и еловые редколесья, с подъемом в горы сменяющиеся березовыми редколесьями, ерниковыми, кустарничковыми, лишайниковыми тундрами. В разных высотных поясах встречаются ивняки (вдоль водотоков, в ложбинах стока), луга (по берегам ручьев и горным склонам), кроме них – ерники и относительно большие по площади болотные комплексы. Пойменные участки заняты ивняками, перемежающимися с разнотравно-злаковыми лугами. Согласно геоботаническому районированию бассейн Щугора и его крупного притока – Торговой, а также река Вангыр (бассейн реки Косью) относится к Восточноуральско-Западносибирской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в северной подзоне тайги [4]. По схеме районирования, принятой для Республики Коми, он входит в округ пармовых и горных еловых, пихтовых и пихтово-еловых лесов с участием кедра и лиственницы на Северном и Приполярном Урале [5].

Изучение локальных флор во всех ЛФ выполняли маршрутным методом от базового лагеря с обследованием всех встречающихся местообитаний и типов растительности. Протяженность радиальных маршрутов составляла до восьми километров. Кроме того, при составлении списка локальной флоры использованы данные геоботанических описаний. Списки видового состава локальной флоры документированы гербарными сборами, хранящимися в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Определение растений выполнено с использованием монографии «Флора Северо-Востока европейской части СССР» [6]. Данная сводка использована и при отнесении вида к географическим группам ареалов. Названия растений и расположение семейств приводятся по сводке С. К. Черепанова [7].

В результате исследований шести ЛФ было выявлено, что во флоре данного района произрастают 455 видов высших сосудистых

растений, относящихся к 160 родам и 58 семействам, что составляет 65.5% от всей флоры национального парка (695 видов) [2]. Исследованные локальные флоры насчитывают от 223 до 340 видов растений. В результате исследований выявлено, что на данной территории произрастает 38 видов растений, включенные в Красную книгу Республики Коми [8], что составляет 28.4% от всех охраняемых растений в национальном парке (134 вида) или 16.3% от охраняемых в нашем регионе видов. Во флоре хребта Тэльполиз, который расположен южнее на Северном Урале и непосредственно примыкает к нашему району, насчитываются 48 видов охраняемых растений. В ЛФ число охраняемых растений составляет от девяти до 20 видов (см. таблицу). Наибольшее количество охраняемых растений произрастает в ЛФ «М. Паток» и «Устье реки Няртсою», 20 и 17 видов соответственно; наименьшее количество в ЛФ «Вангыр» – девять видов.

Два вида, произрастающие в районе исследований, включены в Красную книгу РФ – *Dactylorhiza traunsteineri* Saut. ex Reichb., *Rhodiola rosea* L. [9]. Два вида охраняемых растений *Anemonastrum biarmiense* (Juz.) Holub и *Rhodiola rosea* встречаются во всех локальных флорах и являются широко распространенными видами с большой экологической амплитудой. Часть популяций редких и охраняемых растений, произрастающих в южной части национального парка «Югыд ва» в границах Приполярного Урала, находятся в стабильном состоянии, отличаются высокой численностью и плотностью: *Anemonastrum biarmiense*, *Cryptogramma crispa* (L.) R. Br., *Diapensia lapponica* L., *Paeonia anomala* L., *Pinus sibirica* Du Tour, *Lagotis uralensis* Schischk., *Rhodiola rosea*.

Один вид относится к первой категории статуса редкости, как находящийся под угрозой исчезновения – *Woodsia alpina* (Bolt.) S. F. Gray, отмечен в ЛФ «М. Паток». Три вида – *Cryptogramma crispa*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et C. A. Mey, отнесены к группе таксонов с категорией статуса редкости 2. Тридцать три вида классифицированы как редкие (категория статуса 3) – *Woodsia glabella* R. Br., *Polystichum lonchitis* (L.) Roth, *Isoetes lacustris* L., *Cinna latifolia* (Trev.) Griseb., *Carex glacialis* Mackenz., *Juncus stygius* L., *Salix recurvigemma* A. Skvorts., *Anemonastrum biarmiense*, *Rhodiola rosea*, *Paeonia anomala*, *Saxifraga oppositifolia* L., *Hedysarum alpinum* L., *Diapensia lapponica*, *Lagotis uralensis*, *Cirsium helenioides* (L.) Hill, *Artemisia norvegica* Fries., *Tephroseria atropurpurea* (Ledeb.) Holub, *Saussurea parviflora* (Poir.) DC и др.

Один таксон относится к группе видов с неопределенным статусом (4) – *Thymus paucifolius* Klok.

Таблица

Число охраняемых видов сосудистых растений локальных флор южной части национального парка «Югыд ва» в границах Приполярного Урала (бассейны рек Щугор и Вангыр)

Категория статуса редкости	Локальная флора							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	-	-	-	-	-	1	-
2	3	2	3	2	2	-	1	6
3	33	12	13	9	7	16	18	26
4	1	1	-	-	-	-	-	-
Итого видов	38	12	17	11	9	16	20	48
Бионадзор	18	15	14	7	5	11	4	16

Примечание. Цифрами в первой строке названия изученных локальных флор: 1 – Объединенная флора южной части Приполярного Урала, 2 – верховья р. Б. Паток, 3 – устье р. Няртсою, 4 – нижнее течение р. Торговая, 5 – среднее течение р. Вангыр, 6 – исток р. Паток, 7 – среднее течение р. М. Паток, 8 – хр. Тэльпозиз. Категория статуса редкости приведена в соответствии с Красной книгой Республики Коми (2019). (–) – виды данной категории статуса редкости отсутствуют.

Среди охраняемых растений южной части национального парка «Югыд ва» девять видов принадлежат к папоротниковидным: *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Dryopteris fragrans* (L.) Schott, *Polypodium vulgare* L., *Rhizomatopteris montana* (Lam.) A.Khokhr., *Asplenium viride* Huds., *Cryptogramma stelleri* (S.G. Gmel.) Prantl и др. По одному виду относится к плауновидным и голосеменным – *Isoetes lacustris* и *Pinus sibirica*. Остальные 27 видов относятся к покрытосеменным растениям: семь к однодольным и двадцать к двудольным. Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание представителей северных широтных видов (17 видов): аркто-альпийских (12) – *Dryopteris fragrans*, *Salix recurvigemmis*, *Potentilla kuznetzowii* (Govor.) Juz., *Lagotis uralensis*, *Pedicularis amoena* Adams ex Stev., *Artemisia norvegica* и др.; арктических – *Carex glacialis*, *Ranunculus sulphureus* C. J. Phipps, *Tephrosia atropurpurea*; гипоарктических – *Leucorchis albida* (L.) E. Mey., *Rhodiola rosea*. Двенадцать видов относятся к бореальным видам: *Cinna latifolia*, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Paeonia anomala*, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Epilobium alsinifolium* Vill., *Cirsium helenioides*, *Saussurea*

parviflora и др. Южные широтные группы среди охраняемых растений представлены неморально-бореальной – *Dryopteris filix-mas* и лесостепной – *Anemone sylvestris* L., *Hedysarum alpinum*. Горно-степной вид один – *Polystichum lonchitis*. Бореально-горных видов два – *Polypodium vulgare*, *Asplenium viride*. Три вида относятся к эндемикам Урала – *Gagea samojedorum* Grossh., *Anemonastrum biarmiense*, *Thymus paucifolius*.

Кроме основного списка охраняемых растений в Красной книге Республики Коми, есть дополнительный перечень объектов растительного мира, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде и рекомендуемых для биологического надзора [8]. Таких видов в районе исследований насчитывается 18, в ЛФ – от четырех до 15 (табл. 1). К видам, нуждающимся в бионадзоре, относятся следующие виды: *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm., *Poa remota* Forsell., *Lloydia serotina* (L.) Reichenb., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Xamilenis acaulis* (L.) Tzvel., *Cardamine bellidifolia* L., *Hedysarum arcticum* V. Fedtsch., *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv., *Veronica alpina* L., *Utricularia minor* L.

Собранные образцы растений и лишайников хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)».

Исследования проведены в ходе выполнения темы государственного задания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Оценка эколого-ценотического, видового и популяционного разнообразия растительного мира ключевых особо охраняемых природных территорий Республики Коми», № государственной регистрации 1021051101424-8-1.6.11;1.6.19;1.6.20.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) [Электронный ресурс]. – URL: <http://mpr.rkomi.ru/deyatelnost/osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii-oopt> (дата обращения: 28.03.2023).
2. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / под ред. С. В. Дёгтевой. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 483 с.
3. Канев, В. А. Материалы к флоре высших сосудистых растений горного массива Тэльпозиз (национальный парк «Югыд ва», Северный Урал, Республика Коми) / В. А. Канев // Ботанико-географические исследования. Камелинские чтения : сб. науч. тр. / под ред. С. А. Овеснова,

О. Г. Барановой. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 73–77.

4. Исаченко, Т. И. Ботанико-географическое районирование / Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко // Растительность Европейской части СССР. – Ленинград : Наука, 1980. – С.10–20.

5. Леса Республики Коми / под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаева. – Москва : Дизайн. Информация. Картография, 1999. – 332 с.

6. Флора Северо-Востока европейской части СССР. – Ленинград, 1974. Т. I. 257 с.; 1976. Т. II. 316 с.; 1976. Т. III. 293 с.; 1977. Т. IV. – 312 с.

7. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – Санкт-Петербург, 1995. – 992 с.

8. Красная книга Республики Коми : третье издание, официальное. – Сыктывкар, 2019. – 768 с.

9. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под ред. Л. В. Бардунова, В. С. Новикова. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

**RARE AND PROTECTED VASCULAR PLANTS OF
THE SOUTHERN PART OF THE CIRCUMPOLAR
URALS WITHIN THE BOUNDARIES OF THE YUGYD
VA NATIONAL PARK (KOMI REPUBLIC, SHCHU-
GOR AND VANGYR RIVER BASINS)**

V. A. Kanev

*Institute of Biology of the Komi Scientific Center
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The local flora of higher vascular plants located in the south of the Circumpolar Urals in the Yugyd Va National Park, which had not been studied before, were studied. The floristic richness of the flora has been revealed, new locations of rare and protected plants protected in the Komi Republic and the Russian Federation have been identified.

Keywords: flora, vascular plants, national park, circumpolar Urals, protected plants

К ЭКОЛОГО-ПОПУЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Г. Д. Катаев, Р. И. Катаева

Лапландский государственный природный биосферный заповедник,
г. Мончегорск

e-mail: kataev105@yandex.ru

Ключевые слова: млекопитающие, мониторинг, Лапландский заповедник

Исследования млекопитающих на Кольском полуострове носят мониторинговый характер, наблюдения непрерывно выполняют заповедники – Лапландский (с 1930 г.), Кандалакшский (с 1932 г.) и Пасвик (с 1992 г.). Это позволяет полно охарактеризовать состояние сообществ наземных позвоночных в обширном регионе Кольской Субарктики [1, 2, 3, 4, 5]. Всего грызунов и насекомоядных в пределах Кольского полуострова зарегистрировано 23 вида.

Экологической особенностью для многих зверей является факт их существования на северной периферии ареалов. Фаунистический признак региона – наличие эндемика видовой ранга – норвежского лемминга, ареал которого ограничивается в России территорией Кольского полуострова. Фаунистическими исследованиями было охвачено всего шесть видов насекомоядных млекопитающих (*Eulipotyphla*) и 17 видов грызунов (*Rodentia*). В фауне мелких млекопитающих сопредельного региона Карелии преобладают обыкновенная, средняя и малая бурозубки, рыжая и темная полевки [6].

Видовой состав населения землероек и грызунов, за период наблюдений изменился. Группа мелких млекопитающих *Microtammalia* пополнилась тремя видами – выявлены новые местообитания для равнозубой и крошечной землероек-бурозубок, зарегистрирована восточноевропейская полевка [5]. В природный комплекс Мурманской области вошли в результате акклиматизации ондатра с 1931 г., реинтродуцирован с 1934 г. евразийский бобр, вселился с 2016 г. североамериканский бобр [5].

Приводим краткую характеристику обилия и биотопической приуроченности изучаемых видов млекопитающих.

Обыкновенная кутора *Neomys fodiens* (Penn.) очень редкий вид. Распространение спорадично. Стенотопный вид в регионе.

Встречается в предгорно-лесном поясе, долинных биотопах. В своем распространении землеройка тесно связана с околородной средой. Численность 0.03 экз. на 100 ловушко-суток.

Обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* L. – массовый и широко распространенный вид. Землеройка обычна во всех высотных поясах растительности за исключением боров и болот. Межгодовые колебания численности значительны. Численность 3.7 экз. на 100 ловушко-суток.

Средняя бурозубка *Sorex caecutiens* Laxm. – обычный и широко распространенный вид. Нередко в предгорно-лесном и горно-лесном поясах растительности. Занимает второе место по численности среди землероек-бурозубок. Межгодовые колебания численности значительны. Обычна, численность 1.1 экз. на 100 ловушко-суток.

Равнозубая бурозубка *Sorex isodon* Turon – вид очень редкий, обнаружен впервые на северо-западе Мурманской области в заповеднике Пасвик в 1996 г. Бурозубка регистрировалась четыре раза в заповеднике Пасвик на стационаре «Калкупя» в 1997, 2001, 2008 и 2011 гг.

Малая бурозубка *Sorex minutus* L. – редкий вид для всего региона. В распространении придерживается еловых лесов. Регистрировалась в регионе четыре раза, в том числе в 1997, 1999, 2001 и 2009 гг. Численность 0.4 экз. на 100 ловушко-суток.

Крошечная бурозубка *Sorex minutissimus* Zimm. – вид очень редкий. Распространение повсеместное. В Лапландском заповеднике впервые обнаружен в 1991 г. Всего добыто четыре экземпляра в горно-тундровом поясе Нявкатундры. В заповеднике «Пасвик» вид впервые зарегистрирован в 2009 г. Численность 0.07 экз. на 10 канавко-суток.

Белка обыкновенная *Sciurus vulgaris* L. – обычный вид, широко распространенный в долинных и склоновых хвойных лесах.

Летяга *Pteromys volans* L. – очень редкий вид, возможно, обитает только в южной части Мурманской области. Летягу в регионе достоверно не наблюдали по причине ее скрытного образа жизни, хотя северная граница ее ареала соприкасается с южной границей региона исследований.

Бобр евразийский (речной) *Castor fiber* L. – редкий вид. Распространение спорадично по долинам рек. Интродуцирован с 1934 г. Лапландская популяция одна из самых северных в мире (68°20' с.ш.) и почти полностью сосредоточена в пределах Лапландского

заповедника и на прилегающей к нему территории. Плотность 0.1 экз./1000 га. Современная численность не превышает 30 особей.

Бобр североамериканский *Castor canadensis* Kuhl – редкий вид. Отмечается регулярно с 2018 г. на юге Кольского п-ова. Численность до 10 особей. Ближайшая популяция вида – северная Карелия.

Лемминг норвежский *Lemmus lemmus* L. – редкий эндемичный вид. Распространение повсеместное, с предпочтением ландшафтов подгольцового и горно-тундрового поясов. Характерны резкие нерегулярные перепады численности по годам. Плотность в год массового размножения 7340 экз. на 1000 га.

Лемминг лесной *Myopus schisticolor* Lill. – редкий вид. Распространение повсеместное, встречается чаще на юге региона. Тяготеет к предгорным и равнинным ельникам. Характерны резкие нерегулярные перепады численности по годам. Плотность в год массового размножения 3150 экз. на 1000 га.

Ондатра *Ondatra zibethicus* L. – широко распространенный по долинным биотомам вид, интродуцирован с 1931 г. Численность 0.8–1.1 экз./км береговой линии рек.

Полевка красно-серая *Myodes rufocanus* Sundev – массовый, широко распространенный вид. Редко отмечается в южной части региона. Характерны циклические изменения обилия по годам. Численность 16.8 экз. на 100 ловушко-суток.

Полевка рыжая *Myodes glareolus* Schreber – обычный вид, распространена широко, отсутствует в северной части региона. Численность 9.3 экз. на 100 ловушко-суток.

Полевка красная *Myodes rutilus* Pall. – обычный широко распространенный вид. Редко в южной части региона. Численность 1.6 экз. на 100 ловушко-суток.

Полевка водяная *Arvicola amphibius* L. – очень редкий исчезающий вид. Распространение спорадичное в долинных ландшафтах, преимущественно в южной части Мурманской области.

Полевка-экономка *Alexandromys oeconomus* Pall. – обычный и широко распространенный в равнинных ландшафтах вид. Характерны резкие нерегулярные перепады численности по годам. Численность 0.8 экз. на 100 ловушко-суток.

Полевка восточноевропейская *Microtus rossiameridionalis* Ognev – редкий вид. Локальное распространение в равнинных

ландшафтах. Регистрируется единично в юго-восточной части Кольского п-ва.

Полевка темная *Microtus agrestis* L. – обычный широко распространенный вид. Численность 1.5 экз. на 100 ловушко-суток.

Домовая мышь *Mus musculus* L. – обычный вид синантроп.

Серая крыса *Rattus norvegicus* Berk. – обычный вид синантроп.

Черная крыса *Rattus rattus* L. – редкий вид синантроп, обитает в морских портах.

За период наблюдений произошли нарушения условий обитания – климатические и антропогенные [5, 7]. Эти экзогенные факторы отразились на численности и соотношении видов населения млекопитающих за 87-летний период наблюдений. Приводим средние многолетние показатели численности и соотношение видов мелких млекопитающих, полученные на стационаре «Ельнюн», дифференцированно по временным периодам за 32, 28 и 21 гг. (таблица).

Численность 8 видов млекопитающих низкая или снижающаяся, эти животные включены в Красную книгу Мурманской области. В их числе крошечная бурозубка *Sorex minutissimus* Zimm, кутора обыкновенная *Neomys fodiens* Penn, северный кожанок *Eptesicus nilssoni* Keys. et Blas, евразийский бобр *Castor fiber* L., выдра речная *Lutra lutra* L., рысь *Lynx lynx* L., европейская косуля *Capreolus capreolus* L. и северный олень *Rangifer tarandus* L. На сегодняшний день статус этих видов мало изменился.

Вывод. В ходе многолетних стационарных наблюдений на Кольском полуострове приведена экологическая характеристика современного состояния наземных млекопитающих, в том числе 6 видов отряда *Eulipotyphla* и 17 видов отряда *Rodentia*. На заповедных территориях были впервые обнаружены бурозубки – крошечная и равнозубая, представители сибирского фаунистического комплекса. В природный комплекс Мурманской области вошли в результате акклиматизации ондатра с 1931 г., реинтродуцирован с 1934 г. евразийский бобр, вселился с 2016 г. североамериканский бобр.

Таблица

Хронологическая (1936–2019 гг.) перестройка видовой структуры сообщества мелких млекопитающих *Micromammalia* на Кольском п-ове в разные периоды исследований (материалы стационарных работ)

№ п/п	Вид	1936–1968 гг.		1969–1997 гг.		1998–2019 гг.	
		Количество особей, %					
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
1	Красно-серая полевка	1883	61.2	2844	82.0	2115	77.6
2	Рыжая полевка	837	27.2	134	3.9	122	4.48
3	Красная полевка	33	1.1	5	0.14	53	1.94
4	Норвежский лемминг	19	0.62	13	0.4	2	-
5	Лесной лемминг	11	0.4	7	0.2	16	0.59
6	Полевка-экономка	4	0.13	43	1.2	14	0.5
7	Темная полевка	1	0.03	56	1.6	3	0.1
8	Водяная полевка	1	0.03	0	0	0	0
9	Обыкновенная кутора	2	0.07	1	0.03	3	0.1
10	Обыкновенная бурозубка	71	2.31	203	5.8	302	11.1
11	Средняя бурозубка	184	6.0	130	3.8	82	3.0
12	Малая бурозубка	28	0.91	30	0.9	12	0.4
13	Крошечная бурозубка	0	0	0	0	2	-
	Итого	3074	100	3466	100	2726	100

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошкина, Т. В. Миграции норвежского лемминга / Т. В. Кошкина // Зоологический журнал. – 1962. – Т. 41, вып. 12. – С. 1859–1874.
2. Семенов-Тянь-Шанский, О. И. Звери Мурманской области / О. И. Семенов-Тянь-Шанский. – Мурманск : Кн. изд-во, 1982. – 176 с.
3. Бойко, Н. С. Наземные млекопитающие Кандалакши и ее окрестностей / Н. С. Бойко // Флора и фауна северных городов : материалы Международной научно-практической конференции. – Мурманск, 2008. – С. 103–106.

4. Позвоночные животные заповедника «Пасвик» / И. В. Зацаринный [и др.]. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2018. – 219 с.
5. Катаев, Г. Д. Фауна и экология млекопитающих (*Rodentia, Insectivora*) Лапландии / Г. Д. Катаев ; отв. ред. В. Н. Большаков. – СПб : Изд-во ВВМ, 2021. – 437 с.
6. Курхинен, Ю. П. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации экосистем / Ю. П. Курхинен, П. И. Данилов, Э. В. Ивантер. – Москва : Наука, 2006. – 206 с.
7. Катаев, Г. Д. Норвежский лемминг в период глобального потепления / Г. Д. Катаев, Н. М. Окулова // Доклады Академии наук. – 2010. – Т. 415, № 5. – С. 711–713.

ON THE ECOLOGICAL AND POPULATION CHARACTERISTICS OF MAMMALS OF THE KOLA PENINSULA

G. D. Kataev, R. I. Kataeva

Lapland State Natural Biosphere Reserve, Monchegorsk

The terminological complex of insectivorous mammals and rodents of the Kola North is heterogeneous in composition and is formed by Arctic, European and Siberian species. For almost a century of observations, the relationship between these three groups of mammals has been disrupted. In the region, there is a tendency to reduce Arctic (Norwegian lemming) and the appearance of Western European (Eastern European vole) animals.

Keywords: mammals, monitoring, Lapland State Nature Reserve

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕДКИХ И УГРОЖАЕМЫХ В ЕВРОПЕ ПЕЧЕНОЧНИКОВ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Н. А. Константинова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина, г. Апатиты
e-mail: nadya50@list.ru

Ключевые слова: красные книги, угрожаемые печеночники, ареал

В 2019 году под названием «A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts» [1] были опубликованы очерки всех видов мохообразных Европы, в которых на основании руководства по применению критериев Красного списка МСОП [2] были обоснованы статусы и категории всех видов мохообразных, встречающихся на территории Европы. В основу оценки категории и статуса был положен детальный анализ общего географического распространения вида, состояния его популяций в Европе, экологических особенностей, существующих или возможных угроз существования вида, а также возможного использования вида и уже предпринятых мер охраны [1]. Из 1817 видов мохообразных, представленных на территории Европы (исключая Кавказ, но включая западные склоны Урала) оценены были 1796 видов и 21 вид был отнесен к категории «Not Applicable», то есть «не применим». В подготовке и обсуждении очерков приняли участие бриологи из многих стран Европы, а также специалисты из международного союза охраны природы (IUCN), что отражено в большом авторском коллективе этой публикации, включающем наряду с составителями всех, принявших участие в обсуждении как on-line, так и на нескольких очных рабочих совещаниях, проходивших в разных городах Европы [1]. Большинство видов Европы (1140 или 63.5%) отнесены в этой публикации к категории неугрожаемые (Least Concern, LC), 173 вида (9.6%) оценены как близкие к угрожаемым (Near Threatened, NT) и для 93 видов (5.3%) пока не достаточно информации для оценки риска угрозы их существованию, категория Data Deficient (DD). В группу угрожаемых в Европе попали 22.5%, представленных в Европе вида мохообразных, включая два вида отнесенных к категории «исчезнувшие (Extinct) и шесть – к категории «регионально исчезнув-

шие» (Regionally Extinct, RE). Виды из последних двух категорий на территории России не представлены.

Из критически угрожаемых в Европе видов (категория CR) на территории европейского севера России в настоящее время выявлено три вида, что составляет около 19% видов этой категории в Европе, где их всего 16. Один из них (*Calycularia laxa* Lindb. & Arnell) – арктомонтанный вид, нередкий на севере и в горах Южной Сибири и Дальнего Востока, в Европе обнаружен сравнительно недавно и известен здесь из нескольких точек нахождения только на территории европейской России (рис. 1). *Scapania sphaerifera* H.Buch & Tuom. также спорадически встречается в горах Южной Сибири, Якутии и Дальнего Востока, но в Европе известна, найдена в двух точках на территории Мурманской области и одной на Урале (рис. 1). Третий вид с категорией CR в Европе – *Cephalozia macounii* (Austin) Austin. Это очень редкий, описанный из Америки, очень мелкий печеночник, встречающийся на гниющей древесине в старовозрастных еловых лесах. В северных регионах европейской части России вид известен из единичных точек нахождения (рис. 1), но, возможно, пропускается из-за мельчайших размеров.

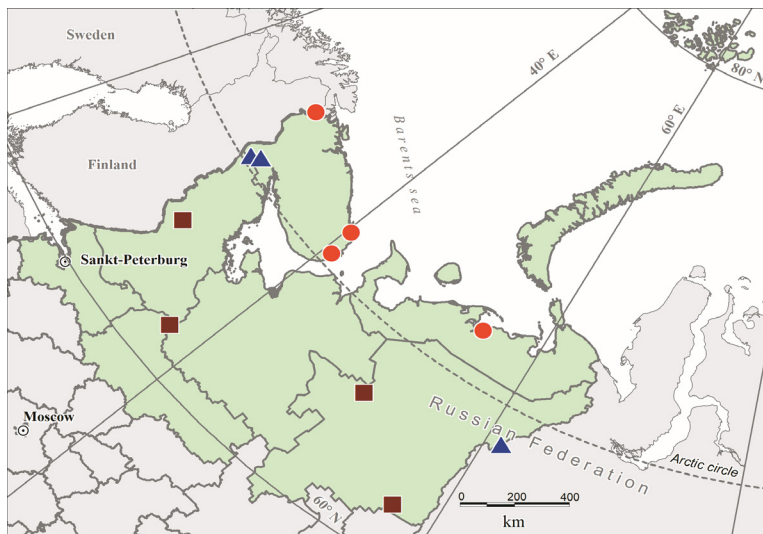


Рис. 1. Распространение на севере Европейской части России: ● – *Calycularia laxa* Lindb. & Arnell, ■ – *Cephalozia macounii* (Austin) Austin, ▲ – *Scapania sphaerifera* H.Buch & Tuom.

Из 38 печеночников, отнесенных в европейском списке к категории EN на европейском севере России встречается пять видов (*Biantheridium undulifolium* (Nees) Konstant. & Vilnet [*Jamesoniella undulifolia* (Nees) Müll.Frib.], *Cephaloziella elachista* (J. B. Jack ex Gottsche & Rabenh.) Schiffn., *Cephaloziella integerrima* (Lindb.) Warnst. [*Dichiton integerrimum* (Lindb.) H. Buch], *Cephaloziella polystratosa* (R. M. Schust. & Damsh.) Konstant. [*Cephaloziella divaricata* var. *polystratosa* (R.M.Schust. & Damsh.) Potemkin], *Schizophyllopsis sphenoloboides* (R. M. Schust.) Váňa & L.Söderstr. [*Anastrophyllum sphenoloboides* R. M. Schust.]). Все они очень редки на рассматриваемой территории (рис. 2).

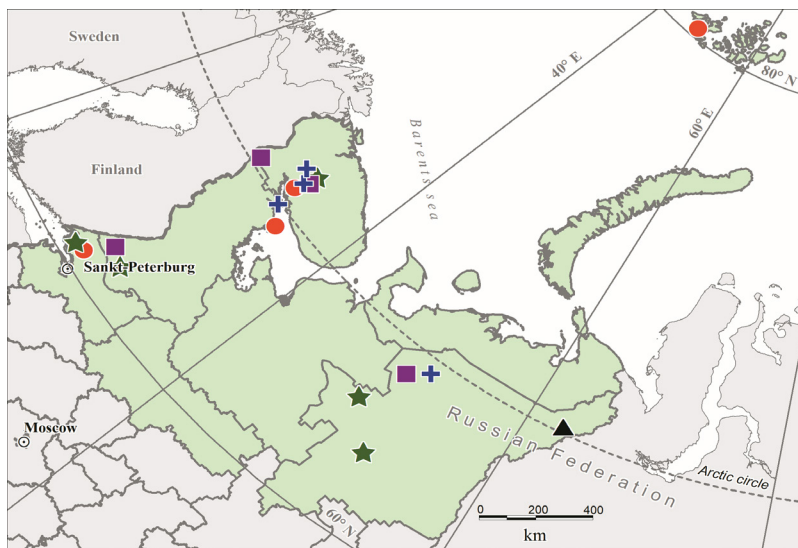


Рис. 2. Распространение на севере Европейской части России: ▲ – *Biantheridium undulifolium* (Nees) Konstant. & Vilnet, ★ – *Cephaloziella elachista* (J.B.Jack ex Gottsche & Rabenh.) Schiffn., ■ – *Cephaloziella integerrima* (Lindb.) Warnst., ● – *Cephaloziella polystratosa* (R.M.Schust. & Damsh.) Konstant., + – *Schizophyllopsis sphenoloboides* (R.M.Schust.) Váňa & L.Söderstr.

К категории VU в Красном списке мохообразных Европы отнесено 43 вида, из которых на европейском севере России представлены 13, т.е. около 30%. Все это арктические или арктомонтанные виды. Из них пять печеночников: *Marsupella condensata* (Engstr.

ex C.Hartm.) Lindb. ex Kaal., *Mesoptychia gillmanii* (Austin) L.Söderstr.&Vána [*Leiocolea gillmanii* (Austin) A. Evans], *Pseudomoerckia blyttii* (Moerch) Vilnet, Konstant., D. G. Long, Lockhart & Mamontov [*Moerckia blyttii* (Moerch) Brockm.], *Scapania simmonsii* Bryhn & Kaal., *Scapania spitsbergensis* Lindb.) Müll.Frib., встречаются спорадически в подходящих местообитаниях, например в Мурманской области (Рис. 3), где могут образовывать обширные куртины, причем местообитаниям их здесь заметных угроз нет. Один вид (*Isopaches decolorans* (Limpr.) H. Buch [*Lophozia decolorans* (Limpr.) Steph.] это очень мелкий, возможно, пропускаемый печеночник, известен из единичных точек в Мурманской области. Из единичных точек нахождения известны и два облигатных кальцефила: *Lophoziosis pellucida* (R. M. Schust.) Konstant. & Vilnet [*Lophozia pellucida* R. M. Schust.] и *Mannia triandra* (Scop.) Grolle, а также такие мало изученные, редкие в мире виды как *Cephalozia arctogena* (R. M. Schust.) Konstant. [*Cephalozia rubella* subsp. *arctogena* (R. M. Schust.) R. M. Schust. & Damsh.], *Lophozia savicziae* Schljakov, *Neoorthocaulis hyperboreus* (R. M. Schust.) L. Söderstr., De Roo & Hedd. [*Barbilophozia hyperborea* (R. M. Schust.) Potemkin, *Orthocaulis hyperboreus* (R.M.Schust.) Konstant.], *Protolophozia elongata* (Steph.) Schljakov, *Scapania kaurinii* Ryan.

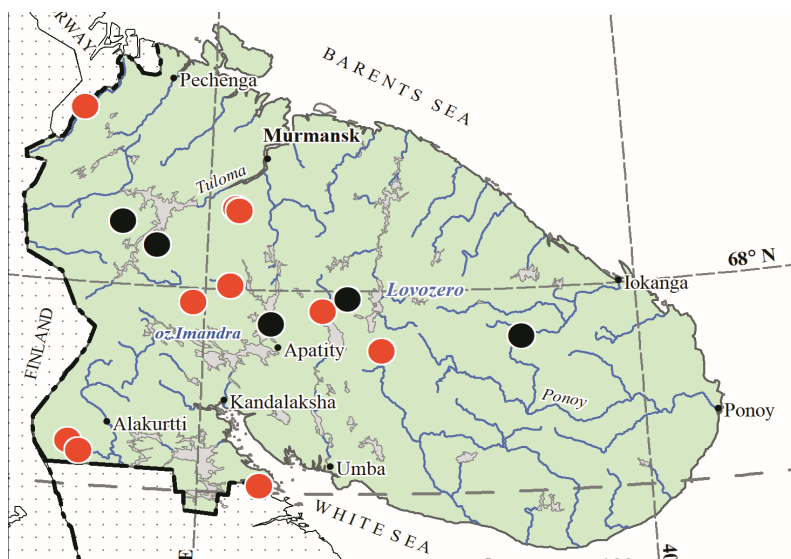


Рис. 3. Распространение на севере Европейской части России: ● – *Marsupella condensata* (Engstr. ex C.Hartm.) Lindb. ex Kaal., ● – *Mesoptychia gillmanii* (Austin) L.Söderstr.&Vána

Знаменательно то, что больше половины печеночников, отнесенных в Европе к категории DD (15 или 58.6%) – виды известные почти исключительно с территории европейского севера России. Это арктические или арктомонтанные виды. Их можно подразделить на несколько подгрупп: 1) недавно описанные виды, например, *Frullania subarctica* Vilnet, Borovich. & Bakalin; 2) малоизвестные и, вероятно, пропускаемые виды, например, *Cephaloziella elegans* (Heeg) Schiffn. [*Cephaloziella rubella* var. *elegans* (Heeg) R. M. Schust], *Gymnocolea fascinigera* Potemkin, *Isopaches alboviridis* (R. M. Schust.) Schljakov; 3) виды, известные по единичным находкам, сделанным очень давно и, обычно, в трудно доступных местах, что делает практически невозможным оценки их состояния и даже существования популяций в настоящее время, как например для *Plagiochila arctica* Bryhn et Kaal., известной на севере Европейской России из одной точки на Земле Франца Иосифа и одной точки из Малоземельской тундры или *Scapania zemliae* S. W. Arnell приводящейся по нескольким гербарным образцам с Земли Франца Иосифа и Новой Земли; 4) неоднозначно таксономически трактуемые виды, например, *Lophozia murmanica* Kaal., *Lophozia subapiculata* R.M.Schust. & Damsh. и некоторые другие.

Европейский север России, за исключением некоторых горных территорий, не отличается ни богатством флоры мохообразных, ни разнообразием видов, отнесенных к угрожаемым в Европе [1]. При этом два вида печеночников (*Calycularia laxa* и *Scapania sphaerifera*) из числа CR представлены в Европе только здесь. Исключительно на Европейском Севере России найдена в Европе *Scapania simmonsii*, относящаяся категории VU. По числу видов, отнесенных к категории DD, отдельные районы на севере Европейской России, например, Хибины, не уступают наиболее флористически богатым районам Скандинавии и горам центральной Европы. Это обусловлено как богатством флоры, так и сопоставимой с отдельными районами Скандинавии степенью изученности, а также относительно недавним выявлением в Хибинах мало изученных, нередко, сравнительно недавно описанных, арктических и арктомонтанных видов, многие из которых попадают в категорию DD.

Таким образом, Европейский Север является прибежищем значительного числа печеночников, подверженных угрозе исчезновения в Европе. Важными задачами наряду с такими очевидными, как поиск новых местонахождений и уточнение распространения

видов, а также мониторинг известных популяций и принятие мер по их охране, является уточнение таксономии этих видов, в том числе характеристика молекулярно-генетических особенностей северных популяций, а также изучение структуры северных популяций видов. Основной проблемой здесь является удаленность и труднодоступность многих известных точек нахождения этих видов.

Работа по подготовке Красного списка мохообразных Европы является хорошим примером эффективной работы по сбору и обобщению всех данных о видах конкретной территории и их оценке под углом зрения охраны. В ходе работы по подготовке Красного списка мохообразных Европы выявилось несколько важных особенностей, отличающих ее от подобных работ в России. Первая из них заключается в том, что по критериям IUCN оцениваются все виды флоры, а не выборочно, как это делается практически во всех регионах России. Причем оценка каждого вида проводится по всем пяти основным критериям IUCN [2]. Это, в значительной степени, ограничивает субъективность в подходе определения категории и статуса вида. Вторая особенность – это участие в оценке каждого вида большого числа специалистов. И, наконец, третья особенность – это то, что анализ корректности использования критериев IUCN и, в конечном счете данной оценки, проверялась специалистами IUCN, имеющими большой опыт работы с этими критериями. Такой подход резко отличается от практики подготовки Красных книг в России и, несомненно, заслуживает внимания.

Работа выполнена в рамках темы НИР Полярно-Альпийского Ботанического Сада-института КНЦ РАН NN № 1021071612832-8-1.6.11 с использованием Уникальной научной установки «Гербарий Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАВГ)», рег. № 499397».

ЛИТЕРАТУРА

1. A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, Belgium / N. Hodgetts [et al.]. – IUCN, 2019. – https://www.researchgate.net/publication/336114944_A_miniature_world_in_decline_European_Red_List_of_Mosses_Liverworts_and_Hornworts
2. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed: 04 July 2019). https://ib.komisc.ru/add/conf/iucn/wp-content/uploads/RedListGuidelines_10_1_en.pdf

**TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF LIVERWORTS
THREATENED IN EUROPE IN THE NORTH
OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA
AND THE PROBLEMS OF THEIR STUDY**

N. A. Konstantinova

*Polar-Alpine Botanic Garden-Institute of the Kola
Science Center, Apatity*

The distribution in the north of the European part of Russia of liverworts assessed in Europe as Critical Endangered (3 out of 16 assigned to this category in Europe), Endangered (5 out of 38 in Europe) and Vulnerable (13 out of 43 in Europe) is discussed. It is also shown that more than half of the species classified in category Data deficient in Europe occur mostly in the north of European Russia. Approaches to the preparation of the Red List of bryophytes in Europe and Russia are compared.

Keywords: Red List, Europe, Russia, threatened liverworts, areal

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СОЛОВЕЦКОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА

Г. А. Копылова, В. А. Рудакова

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск

e-mail: galya.kopylova2017@yandex.ru

Ключевые слова: Ботанический сад, Соловецкие острова, хвойные, молекулярно-генетическая диагностика, фитопатогены

Ботанический сад Соловецкого музея-заповедника является одним из самых северных ботанических садов в мире. Уникальность сада связана как с приполярным расположением и нехарактерными для данной широты посадками, так и с его богатой историей. В 1982 году эта территория получила статус ботанического сада и была включена в состав Всемирного совета ботанических садов. В настоящее время в состав коллекций Ботанического сада входят 1626 видов и сортов растений [1].

В августе 2022 года в рамках научно-образовательного проекта «Комплексное развитие территории с уникальным природным и историко-культурным наследием на примере Соловецкого архипелага» – Соловецкой Летней школы Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова было проведено обследование различных участков сада: кедровой рощи (сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour)), лиственничной аллеи (*Larix* Mill.) и одиночно стоящих деревьев (сосна горная (*Pinus mugo* Turra), кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), сосна черная Спилберг (*Pinus nigra* ‘Spielberg’)).

Кедровая роща разбита в основании Александровской горы. В ее создании исследователи выделяют два периода посадки: первый – 1887–1899 годы; второй – 1910–1912 годы [2]. В природе деревья сосны сибирской распространены в горах и на равнине северо-восточных районов Европейской России. В Ботаническом саду Соловецкого музея-заповедника деревья расположены группой, имеют густую крону, в которой единично встречаются сухие ветки. В средней и нижней части кроны зафиксировано изменение цвета хвои. На хвоинках второго и третьего года преобладают желтые и оранжевые оттенки. На хвое первого года изменения окраски единичные.

Лиственничная аллея была заложена в 1935–1936 гг. [1]. Лиственница живет в умеренных, а также холодных регионах Северной Америки и на территории Евразии. Лиственничные дере-

вья, произрастающие в Ботаническом саду, характеризуются изреженной, флагообразной кроной. В средней и нижней части кроны встречаются единичные сухие ветви с поврежденной хвоей. Деревья активно плодоносят.

Кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) посажен в 2002 году. В природе дерево можно увидеть на Чукотке, Сахалине, в Магаданской области, Якутии и Хабаровском крае. Он легко приживается в суровом климате севернее Полярного круга. Само дерево небольшое с чашеобразной кроной, которая образована за счет раскидистых веток. Хвоя длинная, до шести сантиметров. Иголочки размещаются пучками по пять штук. На одно-, двух-, трехлетних побегах отмечается изменение естественной окраски хвои, которая приобретает ярко-оранжевый цвет.

Сосна горная (*Pinus mugo* Turra) – хвойное вечнозеленое растение. В природе обитает в горах южной Европы от Франции до Греции и Словакии. Имеет шаровидную форму кроны. Хвоя густая, темно-зеленая, изогнутая или скрученная, длиной 2–3 см. Часть хвоинок на двух-, трехлетних побегах имеет светло-оранжевый цвет.

Сосна черная Спилберг (*Pinus nigra* ‘Spielberg’) в природе встречается сравнительно редко, произрастает на территории между Южной Европой и Малой Азией, от юга Испании и Франции через Италию до Балкан, а также на Сицилии, на Кипре, Алжире и Марокко. Дерево хорошо растет на открытых солнечных участках, однако может переносить незначительное затенение. Обследуемое нами дерево находится в ослабленном и угнетенном состоянии. По нашему мнению, это может быть обусловлено недостатком солнечного освещения. Центральный и боковые побеги сосны черной Спилберг погибли. На них сохранилась сухая желтая хвоя. В жизнеспособном состоянии находится лишь единичный боковой побег, который имеет густое охвоение темно-зеленого цвета. Хвоинки собраны в пучки по 2–3 штуки длиной до семи сантиметров.

Обследованные нами хвойные деревья находятся в удовлетворительном состоянии, исключением является сосна черная Спилберг.

Для проведения молекулярно-генетической диагностики на наличие патогенной микробиоты были взяты образцы растительного материала (поврежденная хвоя). Секвенирование ДНК проведено в ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Пушкин, Ленинградская область. Результаты анализа представлены в таблице (см. таблицу). Были идентифицированы грибы 16 родов, относящиеся к 16 семействам, 13 порядкам, семи классам.

Патогенными для растений являются виды следующих родов: *Cladosporium*, *Neocatenulostroma*, *Aureobasidium*, *Didymella*, *Phyllactinia*, *Gremmeniella*, *Lophodermium*, *Taphrina*, *Exobasidium*, *Melampsora* [3–7]. Среди них четверо представителей пагубно влияют на хвойные деревья: *Neocatenulostroma*, *Gremmeniella*, *Lophodermium*, *Melampsora*. Кроме того, идентифицированы грибы, поражающие посадочный материал хвойных (семена, сеянцы, саженцы): *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Didymella*, *Lophodermium*. Внешнее проявление болезней, вызываемыми грибами, сводится к пожелтению и усыханию хвои.

Таблица

**Систематический состав грибов хвойных деревьев Ботанического сада
Соловецкого музея-заповедника**

Класс	Порядок	Семейство	Род
<i>Dothideomycetes</i>	<i>Cladosporiales</i>	<i>Cladosporiaceae</i>	1. <i>Cladosporium</i> Link
	<i>Mycosphaerellales</i>	<i>Teratosphaeriaceae</i>	2. <i>Neocatenulostroma</i> Quaedvlieg & Crous
	<i>Dothideales</i>	<i>Sacotheciaceae</i>	3. <i>Aureobasidium</i> Viala & G. Boyer
		<i>Dothioraceae</i>	4. <i>Hormonema</i> Lagerb. & Melin
	<i>Pleosporales</i>	<i>Didymellaceae</i>	5. <i>Didymella</i> Sacc.
<i>Eurotiomycetes</i>	<i>Chaetothyriales</i>	<i>Cyphellophoraceae</i>	6. <i>Cyphellophora</i> G.A. de Vries
		<i>Trichomeriaceae</i>	7. <i>Knufia</i> L.J. Hutchison & Unter.
<i>Leotiomycetes</i>	<i>Erysiphales</i>	<i>Erysiphaceae</i>	8. <i>Phyllactinia</i> L��tv.
	<i>Helotiales</i>	<i>Godroniaceae</i>	9. <i>Gremmeniella</i> M. Morelet
	<i>Rhytismatales</i>	<i>Rhytismataceae</i>	10. <i>Lophodermium</i> Chevall.
<i>Taphrinomycetes</i>	<i>Taphrinales</i>	<i>Taphrinaceae</i>	11. <i>Taphrina</i> Fr.
<i>Exobasidiomycetes</i>	<i>Exobasidiales</i>	<i>Exobasidiaceae</i>	12. <i>Exobasidium</i> Woronin
<i>Pucciniomycetes</i>	<i>Pucciniales</i>	<i>Melampsoraceae</i>	13. <i>Melampsora</i> Castagne
<i>Tremellomycetes</i>	<i>Cystofilobasidiales</i>	<i>Cystofilobasidiaceae</i>	14. <i>Cystofilobasidium</i> Oberw. & Bandoni
	<i>Tremellales</i>	<i>Phaeotremellaceae</i>	15. <i>Phaeotremella</i> Rea
		<i>Tremellaceae</i>	16. <i>Tremella</i> Pers.

Таким образом, для сохранения уникального памятника природы Ботанического сада Соловецкого музея-заповедника необходимо разработать и осуществить мероприятия по восстановлению поврежденных хвойников и профилактике заболеваний растений. Также считаем целесообразным проводить регулярный мониторинг хвойных растений.

Выражается благодарность ООО «САФУ-ИНЖИНИРИНГ» за финансовую помощь при выполнении исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.solovky.ru/ru/posetiteliyam/muzeynye-obekty> (дата обращения 18.01.2023).
2. Леонова, В. А. К истории исследований кедровой рощи в ботаническом саду на Соловках / В. А. Леонова, А. В. Фролова // Вестник МГУИ - Лесной вестник. – 2018. – № 3. – С. 149–154.
3. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология : Учебник для студентов специальности «Лесное хозяйство» / Н. И. Федоров. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Мн. : БГТУ. – 2004. – 438 с.
4. First record of *Neocatenulostroma germanicum* on pines in Lithuania and Ukraine and its co-occurrence with *Dothistroma* spp. And other pathogens [Электронный ресурс] / S. Markovskaja [et al.] – 2016. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/309557500_First_record_of_Neocatenulostroma_germanicum_on_pines_in_Lithuania_and_Ukraine_and_its_co-occurrence_with_Dothistroma_spp_and_other_pathogens (дата обращения 18.01.2023).
5. Молекулярно-генетическая диагностика грибных болезней в лесных питомниках / О. Ю. Баранов [и др.] // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 6. – С. 21–29.
6. О некоторых пикнидиальных грибах на вегетирующем картофеле в Нечерноземье средней полосы России / М. Б. Копина [и др.] // Фитосанитария. Карантин растений. – 2021. – № 3. – С. 27–39.
7. Мусаев, Ф. А. Грибы. Класс Аскомицеты : Учебное пособие / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова, Н. И. Морозова // Рязань : Издательство РГАТУ. – 2014. – 267 с.

**ASSESSMENT OF THE STATE OF CONIFEROUS
PLANTS OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE
SOLOVETSKY MUSEUM-RESERVE**

G. A. Kopylova, V. A. Rudakova

*Northern (Arctic) Federal University named after
M.V. Lomonosov, Arkhangelsk*

For the first time, a comprehensive survey of coniferous trees was conducted in the Botanical Garden of the Solovetsky Museum-Reserve. The research consists of two parts. The first part is an assessment of the presence of morphological changes in coniferous trees. The second part is molecular genetic diagnostics of needles to identify pathogenic microbiota.

Keywords: Botanical Garden, Solovetsky Islands, conifers, molecular genetic diagnostics, phytopathogens

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ СЕВЕРНОЙ ПИЩУХИ (*OSOTONA (PIKA) HYPERBOREA PALLAS*) ЗАПАДНОГО МАКРОСКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

А. Н. Королев

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: korolev@ib.komisc.ru

Ключевые слова: северная пищуха, Приполярный Урал, численность, пространственное распределение

Северная пищуха – небольшой зверек семейства Пищуховые отряда Зайцеобразные. Ареал пищухи охватывает значительные пространства северо-восточной Палеарктики: вид населяет тундровые и горно-таежные области от Енисея до Чукотки и Камчатки, есть на Сахалине. К югу проникает до Монголии (Хангай, Прикосоголье), Китая (Бол. Хинган, Внутренняя Монголия, Манчжурия), Сев. Кореи и Японии (Хоккайдо). На Таймыре и Урале есть изоляты вида [1]. Республика Коми – единственное место в Европе, где можно встретить северную пищуху. Зверек распространен вдоль восточной окраины республики: обитает на Северном, Приполярном и Полярном Урале ($62^{\circ}40'–66^{\circ}$ с.ш.) в бассейнах рек Илыч, Щугор, Бол. Сыня, Вангыр, Кожим, Лемва [2]. Из-за локального распространения и приуроченности к специфическим местообитаниям – устойчивым средне- и крупнообломочным открытым каменным россыпям в горно-лесном, подгольцовом и горно-тундровом высотных поясах – еще в советский период пищуха была отнесена к видам, нуждающимся в охране [3]. В дальнейшем статус «охраняемый вид» подтверждался для нее неоднократно [2, 4, 5].

Охрана любого вида подразумевает мониторинг его состояния (и состояния среды его обитания), то есть слежение за рядом экологических, биологических, генетических и прочих параметров, но в первую очередь за распространением и численностью. Анализ последних в динамике позволяет выявлять тенденции в состоянии вида (как в целом, так и отдельных его популяций) и принимать взвешенные управленческие решения в части охраны этого вида и перспектив его возможного дальнейшего использования.

Северная пищуха в Республике Коми охраняется уже несколько десятилетий, но полноценных сведений о ее распространении и численности в регионе нет, поэтому изучение экологии и биологии этого вида является актуальным. Целью наших исследований было получение данных о численности и пространственном распределении (размещении) северной пищухи западного макросклона Приполярного Урала. Ниже кратко представлены предварительные результаты этих изысканий.

Работы проводили в августе 2009, 2016–2018, 2020–2022 гг. на северной оконечности хр. Малдынырд (территория Интинского филиала ФГБУ «Национальный парк «Югыд ва», бассейн р. Балбанью, окрестности туристического приюта «Санавож»). Учет численности пищухи вели по разработанной нами методике относительного маршрутного учета (детально описана ранее [6]) на постоянном учетном маршруте, расположенном на склоне юго-восточной экспозиции по границе горно-лесного и горно-тундрового высотных поясов в пределах 588–693 м н.у.м. Местность, вмещающая маршрут, представляет собой чередование типичных местообитаний пищухи – каменных россыпей – и прочих типов местообитаний (опушки лиственничных редколесий, участки мохово-лишайниковых тундр, травянистые сообщества в депрессиях стока и по берегам ручьев, заросли можжевельника и ив, заболоченные участки). Длина учетного маршрута – 5.34 км, из них 4.68 км приходится на каменные россыпи (в 2009 г. учет вели на этом же участке, но на маршруте несколько иной конфигурации (длина маршрута – 5.49 км, из них 4.32 км пришлось на каменные россыпи), в связи с чем результаты этого учета использовали лишь при анализе динамики численности).

В основе разработанной нами методики лежат учет и фиксация местоположения зверьков, издающих звуковые сигналы. В случае опасности пищухи испускают резкий отрывистый «свист» (одиночный или серию) [7]. При прохождении маршрута учетчик вспугивает зверьков, что вызывает у них ответную реакцию в виде звукового сигнала. Одиночный сигнал или серия сигналов, исходящих из определенного места, принимаются за одну особь. Число зверьков на маршруте день ото дня меняется, поэтому маршрут проходится несколько раз. В качестве базового нами принято 5-кратное прохождение маршрута. В 2017 г. учет был проведен в 4-х повторностях; это не должно сильно сказаться на результатах дальнейшего анализа, так как при 5-кратной схеме на четвертый день учетов учитывается 84–96 (в среднем 91)% зверьков на маршруте (рис. 1). Учет вели в утренние и дневные часы, так как наибольшая активность пищухи наблюдается именно в это время [7].

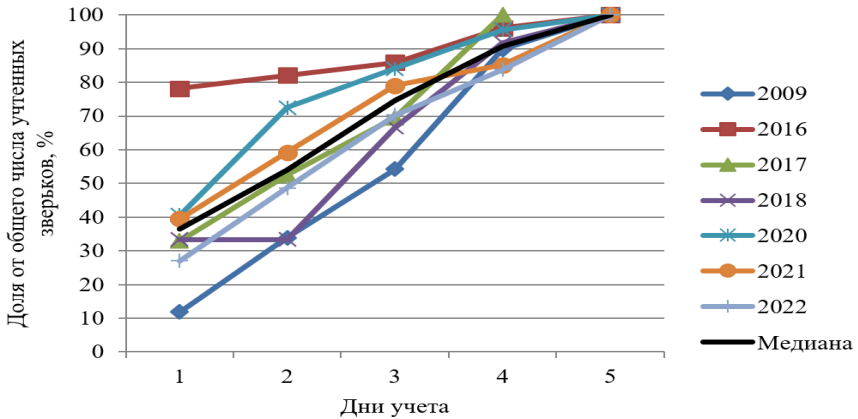


Рис. 1. Ход учета северной пищухи на северной оконечности хр. Малдынырд. Примечание: медиана рассчитана для лет с 5-кратным прохождением маршрута (без 2017 г.).

Для расчета численности и анализа размещения вида учетный маршрут делили на участки длиной по 100 м и для каждого участка подсчитывали число зверьков, учтенных в каждый учетный день. Полученные значения ранжировали по возрастанию и брали наибольшее из них. Это число принимали за минимально возможное число зверьков, обитающих (условно) на каждом сто-метровом отрезке. Полученные таким образом результаты суммировали и переводили на единицу длины маршрута по типичным местообитаниям пищухи (ос./км).

Для сопоставления динамик численности пищухи и мелких млекопитающих проводили учет последних стандартным методом ловушко-линий. Для этого в горно-лесном высотном поясе близ туристического приюта «Санавож» выставляли одну линию из 60–100 ловушек Геро на срок 3-6 дней (объем работ колебался по годам от 300 до 460 ловушко-суток).

В качестве параметров описательной статистики использовали порядковые статистики (минимум, максимум, медиану; в тексте под средними везде понимается медиана), для определения степени связи – коэффициент корреляции Спирмена (r_s) ($p_{кр.} = 0.05$) [8]. Для расчетов и визуализации их результатов применяли программу Microsoft Office Excel 2007.

В результате исследований выявлено, что численность северной пищухи варьирует по годам в пределах 2.6–17.5 ос./км (рис. 2) и составляет в среднем 14.7 ос./км. Ход численности пищухи и мелких млекопитающих хорошо согласован ($r_s=0.79$, $CI=0.099-0.97$, $p=0.04$, $n=7$).

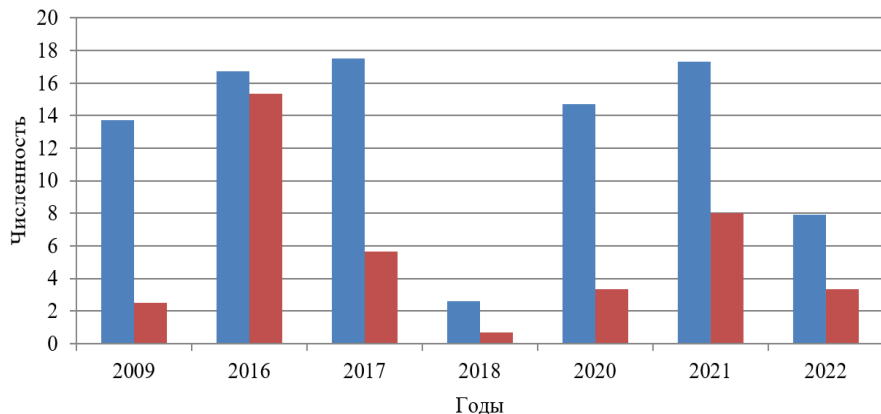


Рис. 2. Динамика численности северной пищухи и мелких млекопитающих на северной оконечности хр. Малдынырд.

Размещение пищухи вдоль маршрута также существенно колеблется. Максимальная заселенность (38 участков) наблюдалась в 2020 г., минимальная (9) – в 2018 г. За весь период наблюдений зверьки не отмечались ни разу лишь на одном из 53 стометровых участков, отмечены по разу – на 4, по 2 раза – на 12, по 3 раза – 11, по 4 раза – на 14, по 5 раз – на 8 и по 6 раз – на 3. На каждом отдельно взятом участке среднее число зверьков колебалось от 0 до 3.5 особей. Максимальное количество зверьков на одном участке составило 8 (2017 г.).

Согласно Н.С. Гашеву «поселения пищух тяготеют к проточной воде» [9, с. 16]: зверьки предпочитают селиться близ водотоков, что, якобы, способствует удалению (смыву) их экскрементов. Анализ связи среднего числа пищух и средней обводненности каждого стометрового участка (обводненность определена как число десятиметровых участков (коих десять на каждом стометровом участке) в пределах которых есть хотя бы один ручей) показал, что между распределениями пищухи и ручьев есть слабая отрицательная связь ($r_s=-0.33$, $CI=(-0.063-0.55)$, $p=0.017$, $n=53$), что противоречит выводам Н.С. Гашева [9].

Таким образом, численность северной пищухи западного макросклона Приполярного Урала довольно сильно колеблется по годам и коррелирует с динамикой численности мелких млекопитающих. Размещение зверьков вдоль линии учетного маршрута также существенно изменяется во времени.

Исследование выполнено в рамках НИОКТР №122040600025-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов, И. М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И. М. Громов, М. А. Ербаева ; ред. выпуска А. А. Аристов, Г. И. Баранова. – Санкт-Петербург. : ЗИН РАН, 1995. – 522 с. – (Определители по фауне России, издаваемые Зоологическим институтом РАН ; вып. 167).

3. Королев, А. Н. Северная пищуха / А. Н. Королев (сост.) // Красная книга Республики Коми / под общ. ред. С. В. Дегтевой. – 3-е изд. – Сыктывкар, 2019. – С. 681.

3. Турьева, В. В. Класс Млекопитающие / В. В. Турьева // Редкие и нуждающиеся в охране животные и растения Коми АССР / ред. М. П. Роцевский (гл. ред.), А. Н. Лащенко, В. В. Турьева. – Сыктывкар : Коми кн. изд-во, 1982. – С. 9–13.

4. Пыстин, А. Н. Северная пищуха / А. Н. Пыстин, А. Н. Петров (сост.) // Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / под ред. А. И. Таскаева. – Москва : Сыктывкар : Изд-во ДИК, 1998. – С. 359.

5. Королев, А. Н. Северная пищуха / А. Н. Королев (сост.) // Красная книга Республики Коми / под ред. А. И. Таскаева. – 2-е изд. – Сыктывкар : Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. – С. 690–691.

6. Королев, А. Н. Методика маршрутного учета северной пищухи (*Ochotona (Pika) hyperborea* Pallas, 1811, Lagomorpha, Ochotonidae) / А. Н. Королев // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – № 1. – С. 44–48.

7. Кривошеев, В. Г. Вопросы биологии северной пищухи (*Ochotona hyperborea* Pall.) / В. Г. Кривошеев, М. В. Кривошеева // Экология пищух фауны СССР / отв. ред. А. Д. Бернштейн, Н. А. Формозов. – Москва : Наука, 1991. – С. 21–34.

8. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – Москва : Физматлит, 2006. – 816 с.

9. Гашев, Н. С. Северная пищуха (*Ochotona hyperborea* Pallas, 1811) / Н. С. Гашев // Млекопитающие Ямала и Полярного Урала. Т. 1. / отв. ред. С. С. Шварц. – Свердловск, 1971. – С. 4–74. – (Труды Института экологии растений и животных ; вып. 80).

**SOME ASPECTS OF THE ECOLOGY OF THE
NORTHERN PIKA (*OCHOTONA (PIKA)*
HYPERBOREA PALLAS) OF THE WESTERN
MACROSLOPE OF THE SUBPOLAR URALS**

A. N. Korolev

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

In 2009, 2016–2018, 2020–2022 according to the author's method the relative number was counted and the spatial distribution of the northern pika was studied along a constant route 5.34 km long, located at the northern tip of the Maldynyrd ridge (Subpolar Urals, Balbanyu river basin, territory of the Inta branch of the Yugyd va National Park). It has been established that the number of the species varies from 2.6 to 17.5 inds./km of typical habitats (stable medium and large fragment open stone rubble) and correlates with the dynamics of the number of small mammals ($r_s=0.84$, $p=0.044$). Along the route line the average number (median) of pika varies from 0 to 3.5 inds./100 m. The maximum number of animals in hundred-meter section was 8 inds. (2017).

Keywords: northern pika, Subpolar Urals, number, spatial distribution

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АТЛАНТИЧЕСКОГО ПОДВИДА МОРЖЕЙ *ODOBENUS ROSMARUS ROSMARUS* НА О. МАТВЕЕВ

А. В. Леус¹, Ю. М. Богомолова², В. А. Ефремов¹, Д. И. Мангазеев¹,
Н. А. Водичев¹

¹ ФГАОУВО «Московский физико-технический институт», г. Долгопрудный

² ФГБУ «Государственный природный заповедник «Ненецкий», г. Нарьян-Мар

e-mail: leus.av@mipt.ru

Ключевые слова: мониторинг, атлантический морж, глубокие сверточные нейронные сети, сегментация, программное обеспечение

Остров Матвеев, входящий в состав государственного природного заповедника «Ненецкий», является местом формирования одной из крупнейших береговых залежек атлантического подвида моржей *Odobenus rosmarus rosmarus* в Баренцевом море, на которой собирается до 7% современной мировой численности этого подвида [1]. Ежегодные исследования, проводимые сотрудниками заповедника с 2016 года, показали, что в настоящий момент данное лежбище является самым продолжительным по срокам функционирования – животные проводят на острове около шести месяцев в летне-осенний период. Количество моржей в это время может колебаться от полутора тысяч особей до их полного отсутствия на лежбище. Пик численности животных приходится на сентябрь – октябрь, когда на лежке может находиться до 2000 моржей [2].

Остров представляет собой небольшой участок суши площадью около 5 км² со скалистыми берегами и галечно-песчаными косами. Максимальная высота над уровнем моря около 11 метров. Основное место, которое используется моржами для формирования лежки – это восемьсот метровая галечная коса в юго-западной части острова, довольно плоская, рядом с которой отсутствуют значительные возвышения. Основной способ учёта численности животных на лежке – сплошной поголовный учёт наблюдателем с использованием бинокля. Опыт учётов 2016–2017 годов показал, что использование традиционных наземных методик учёта при особенностях рельефа острова и особенностях залегания зверей,

когда моржи при нарастании численности поднимаются высоко на гребень косы и выходят глубоко в тундру, приводит к недоучёту животных. Поэтому для максимально достоверного учёта животных с 2018 года было решено проводить аэрофотосъемку залежки с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) DJI Phantom 4, а с 2021 года – с использованием DJI Mavic2 Pro. Использование этих БПЛА позволило ежегодно проводить максимально точный поголовный учёт численности животных по фотографиям, сделанным оператором. Однако возможность использования такого способа учёта не избавила наблюдателей от необходимости вручную помечать моржей на аэрофотоснимках, используя доступные графические программы, что приводило к значительным трудозатратам. Назрела необходимость найти решение в области технического зрения, которое бы позволило автоматизировать этот процесс, что сделало бы возможным не только уменьшить время подсчета численности животных, но и увеличить частоту сбора данных в несколько раз.

Методы обнаружения объектов по фотографиям аэрофотосъемки, при помощи глубоких сверточных нейронных сетей все чаще используются для ускорения и автоматизации процесса поиска и подсчета объектов. Одним из примеров таких работ является статья [3], где авторы сравнивали методы глубокого обучения и гражданской науки для подсчета антилоп гну (*Connochaetes taurinus*) в национальном парке Серенгети, Танзания. Авторы показали, что подсчет животных при помощи волонтеров и алгоритма YOLOv3 имеет схожие среднеквадратичные ошибки, но волонтеры демонстрировали систематическую тенденцию недоучета диких животных в отличие от нейронной сети, которая не показала систематических погрешностей. В работе [4] при помощи сверточных нейронных сетей авторам удалось обнаружить на 8% больше оливковых черепах (*Lepidochelys olivacea*), чем при помощи ручной разметки по изображениям, сделанных с БПЛА во время массового гнездования на побережье Осционала, Коста-рика. Авторы статьи [5] предприняли попытку использования двухэтапной нейросетевой обработки для подсчета китов по спутниковым фотографиям и аэрофотоснимкам. Первая нейронная сеть отвечала за нахождение изображений с присутствием китов, а вторая производила подсчет количества китов на этих изображениях. Авторы продемонстрировали 81% точности при обнаружении и 94% точности при подсчете китов по стандартной метрике F1 [6].

Декодер также имеет блочную структуру. Каждый блок декодера это:

- транспонированная свертка, которая уменьшает количество каналов, но повышает пространственное разрешение;
- объединение каналов декодера и энкодера;
- две свертки 3×3 с функцией активацией ReLU.

Обучение алгоритма проводилось на трех классах – маска объекта, его контур и фон. В качестве функции потерь использовалась IoU Loss. Перед обучением нейронной сети изображения размером 800×800 вырезались из исходных изображений таким образом, чтобы они содержали объекты.

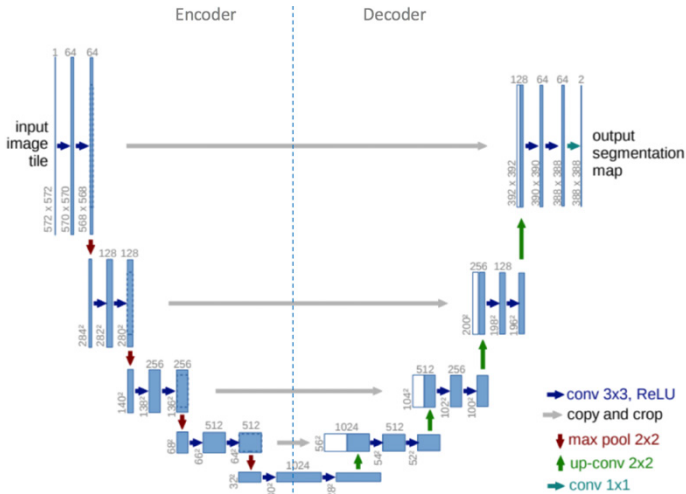


Рис. 2. Схема нейронной сети U-Net. Каждый синий квадрат соответствует многоканальной карте свойств. Количество каналов приведено в верхней части квадрата. Размер x - y приведен в нижнем левом краю квадрата. Белые квадраты представляют собой копии карты свойств. Стрелки обозначают различные математические операции.

Чтобы оценить, насколько хорошо предсказанная сегментационная маска совпадает с истинной, использовалась метрика IoU (Intersection Over Union).

$$IoU = \frac{\text{area of overlap}}{\text{area of union}} \quad 1)$$

Помимо этого, также использовались метрики Precision, Recall, F1, где

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad 2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad 3)$$

$$F1 = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad 4)$$

Предсказанные маски считаются верными (TP), если для таких масок есть истинные маски, для которых $IoU > IoU_thresh$, где IoU_thresh – это пороговое значение IoU , которое выставляется на 0.5. FP – количество неверно предсказанных масок для которых нет истинных масок, чтобы выполнялось условие $IoU > IoU_thresh$. FN – количество не найденных масок. Финальная оценка качества работы алгоритма оценивалась по метрике $F1_score$.

Результаты обучения архитектуры U-Net показали, что на валидационном датасете метрика качества F1 составила 79.4%. Это означает, что из 841 моржей на всей валидационной выборке нейронная сеть смогла найти 638 моржей, 203 моржа не было найдено, а 127 объектов нейронная сеть ошибочно выдала за моржей.

На базе обученной нейронной сети было создано пользовательское программное обеспечение, при помощи которого можно производить подсчет особей по снимкам с БПЛА с возможностью ручной корректировки предсказаний нейронной сети (рис. 3).

В летний сезон 2022 года наблюдателям удалось протестировать возможности данной нейросети. Программа показала высокий уровень достоверности определения животных.

В настоящий момент нами также рассматривается возможность создания системы идентификации отдельных особей моржей на основе уникального набора отличительных признаков. Моржи имеют достаточно маркерных точек, которые делают каждую особь индивидуальной - «морщины» в области носа, ушного отверстия, шрамы, царапины, депигментированные пятна, сколы на клыках, а также рисунок трещин на них. Работы, показывающие возможность идентификации, проводились Крюковой Н. В. на примере

тихоокеанских моржей, содержащихся в неволе в зоопарках [9]. Учитывая, что группировка моржей, которые формируют залежку на острове Матвеев, является постоянной, такой неинвазивный метод мониторинга животных мог бы помочь отслеживать состояние отдельных особей на протяжении их жизни.

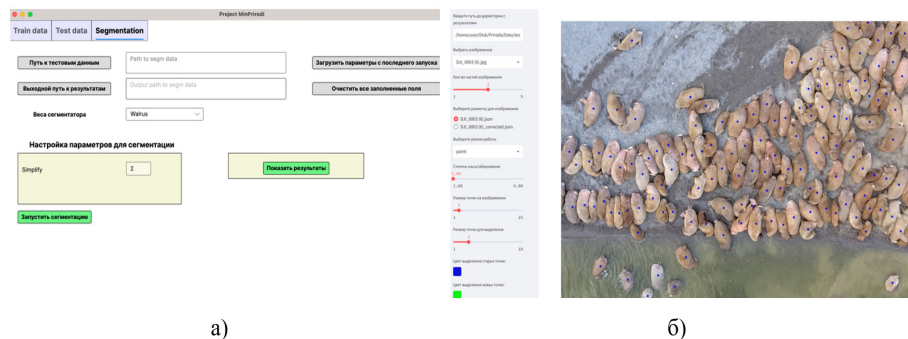


Рис. 3. Вид пользовательского окна для обработки файлов с БПЛА (а) и результат обработки фотографий нейронной сетью – найденные моржи выделены точками (а).

ЛИТЕРАТУРА

1. The atlantic walrus. Multidisciplinary insights into human-animal interactions. Edited by X. Keighley, M. N. Olsen, P. Jordan, S. Desjardins. – London : Academic Press, 2021. – 339 p.
2. Богомолова, Ю. М. Некоторые особенности функционирования берегового лежбища атлантического подвида моржей (*Odobenus rosmarus rosmarus*) на о. Матвеев (Печорское море) в 2017 г. / Ю. М. Богомолова, И. А. Мизин, А. А. Кочнев // Морские млекопитающие Голарктики. Том 2 : материалы X Международной конференции, 29 октября – 2 ноября 2018 г., Архангельск. – Москва, 2020. – С. 68–72.
3. A comparison of deep learning and citizen science techniques for counting wildlife in aerial survey images / C. J. Torney [et al.] // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2019. - Vol. 10, iss. 6. – P. 779–787. – doi: 10.1111/2041-210X.13165
4. A convolutional neural network for detecting sea turtles in drone imagery / P. C. Gray [et al.] // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2019. – Vol. 10, iss. 3 – P. 345–355. – doi: 10.1111/2041-210X.13132
5. Whale counting in satellite and aerial images with deep learning / E. Guirado [et al.] // *Scientific Reports*. – 2019. – P. 9. – doi: 10.1038/s41598-019-50795-9

6. Chinchor, N. MUC-4 Evaluation Metrics / N. Chinchor // In Fourth Message Understanding Conference (MUC-4) : Proceedings of a Conference Held in McLean, June 16–18. – Virginia, 1992.

7. Sofiiuk, K. Reviving Iterative Training with Mask Guidance for Interactive Segmentation / K. Sofiiuk, I. A. Petrov, A. Konushin // IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 16-19 October 2022 Bordeaux, France. – P. 3141–3145. – doi: 10.1109/ICIP46576.2022.9897365

8. Ronneberger, O. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9351. Springer – P. 234–241. – doi: 10.1007/978-3-319-24574-4_28

9. Крюкова, Н. В. Узнай меня, если сможешь: возможности идентификации моржей / Н. В. Крюкова // Природа. – 2019. – Вып. 8. – С. 20–29.

POSSIBILITIES OF USING NEURAL NETWORKS FOR MONITORING THE ATLANTIC WALRUS ON MATVEEV ISLAND

V. Leus¹, I. M. Bogomolova², V. A. Efremov¹,
D. I. Mangazeev¹, N. A. Vodichev¹

¹*Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudny*

²*Federal Nature Reserve «Nenetskii», Naryan-Mar*

The paper presents software for finding and counting Atlantic walrus subspecies *Odobenus rosmarus rosmarus* using a deep convolutional neural network based on the U-Net architecture. The results of counting the number of walruses in the validation sample according to the F1 metric reach 79.4%. To simplify the work with the algorithm, a graphical application has been created for the user, with the help of which it is possible to process directories with aerial photographs, while being able to manually correct the predictions of the neural network for a more accurate count of individuals.

Keywords: monitoring, atlantic walrus, deep convolutional neural networks, segmentation, software

КАРСТОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ: ПОЧВЫ, РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА, ПОЧВОБИТАЮЩИЕ ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ORIBATIDA)

Е. Н. Мелехина, В. А. Канев, С. В. Денева

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: melekhina@ib.komisc.ru

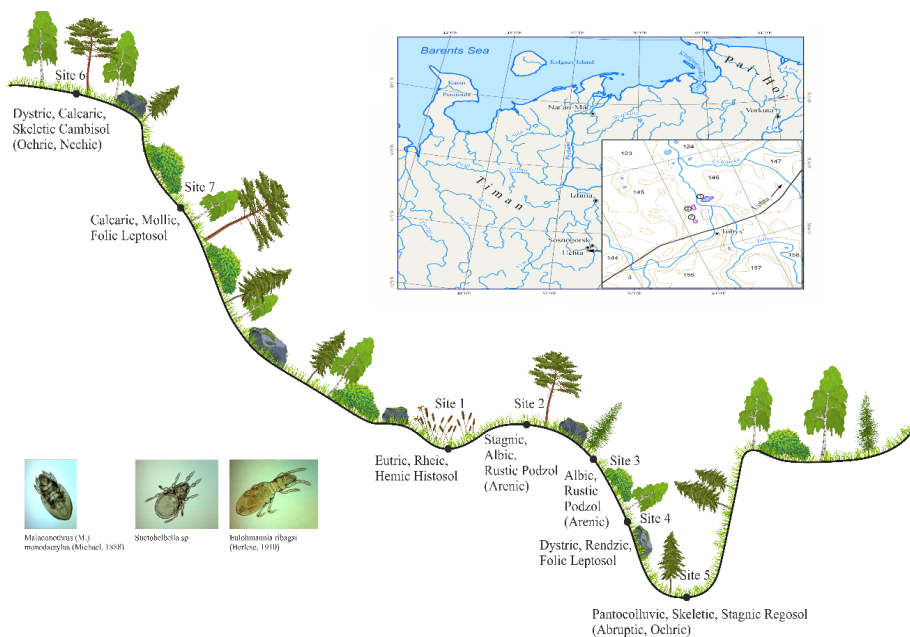
Ключевые слова: карстовая воронка, почва, фитоценоз, Oribatida, Средний Тиман

Сборы материала были проведены в бассейнах реки Ухта и её правого притока реки Тобысь, которые находятся в Ухтинском районе Республики Коми (63°19'17.7" с.ш., 52°52'21.5" в.д.; 63°20'20.1" с.ш., 52°54'10.2" в.д., 63°25'55.9" с.ш., 52°58'25.3" в.д.). Район исследований расположен на Тиманском кряже, к югу от одной из возвышенностей Тимана – Вымско-Вольской гряды, в так называемой Ухтинской седловине [1]. По современной классификации, район бассейна рек Тобысь и Ухта относится к Канино-Тиманской карстовой провинции Восточно-Тиманской карстовой области Русской равнины [1]. В бассейне реки Тобысь представлен карбонатный и сульфатный карст. На площади развития карбонатного карста широко распространены карстовые воронки; их диаметр иногда достигает 20–30 м, а глубина 10–15 м. Известно, что наиболее интенсивные карстовые процессы на Тимане наблюдаются в пределах Среднего Тимана в районах неглубокого залегания карбонатных отложений нижнепермского и каменноугольного периодов. Возраст этого карста большинство исследователей считают современным. Степень закарстованности площади: слабая и значительная, участками высокая и предельная [2].

Цель настоящего исследования: в условиях северо-таежных лесов, в карстовых формах рельефа исследовать специфику разнообразия типов почв, растительных сообществ и почвенных беспозвоночных на примере панцирных клещей (орибатид).

В карстовых формах рельефа исследованы следующие позиции: в профиле воронки: верхняя, средняя и нижняя часть склона, а также в долине реки Ухта верхняя и нижняя часть

склона с выходами скальных пород (см. рисунок). При подъеме снизу вверх в карстовой воронке изучены следующие фитоценозы: еловый зеленомошный, сосновый разнотравный и сосновый разнотравно-зеленомошный лес, а на склоне гряды в долине реки Ухта – смешанный разнотравный и смешанный кустарничково-разнотравный лес. Также обследованы растительные сообщества в депрессии (понижении) между холмами: осоковое болотное сообщество в ложбине стока и сосновый чернично-зеленомошный лес [3].



Расположение в рельефе обследованных участков.

В карстовых формах рельефа формируются почвы с близким подстиланием нижнепермских отложений, представленных терригенно-карбонатными и сульфатными образованиями, в карстовых воронках выходят близко к поверхности карбонатно-терригенные красноцветные толщи отложений уфимского яруса.

В нижней части склонов глубоких карстовых воронок исследуемой территории часто встречаются стратоземы серогумусовые грубогумусированные (Pantocolluvic Skeletic Stagnic Regosols (Abruptic, Ochric)), средней – торфяно-литоземы перегнойно-торфяные (Dystric Rendzic Folic Leptosols) и верхней – подзолы иллювиально-железистые (Albic Rustic Podzols (Arenic)).

В долине р. Ухта, по крутым склонам гряд формируются щебнистые мелкопрофильные почвы с сильным влиянием процессов денудации и аккумуляции – карболитоземы темногумусовые грубогумусиролванные (Calcaric Mollic Folic Leptosols). Вершины и верхние полого-покатые части склонов гряд заняты серогумусовыми грубогумусированными оподзоленными остаточно-карбонатными почвами (Dystric Calcaric Skeletic Cambisols (Ochric, Nechic)).

В депрессии между увалами часть площади занимают гидроморфные почвы – торфяные эутрофные глеевые иловато-торфяные (Eutric, Rheic, Hemic Histosols). Формирование таких почв тесно связано с функционированием болотных экосистем. На более высоких элементах рельефа с ровной поверхностью почвенный покров подчиняется зональным признакам. Здесь, на флювиогляциальных отложениях, подстилаемых моренными суглинками, формируются подзолы иллювиально-железистые контактно-оглеенные (Stagnic, Albic, Rustic Podzols (Arenic)).

На плоских вершинах и верхних частях полого-покатых склонов увалов и гряд создаются условия для проявления подзолообразовательного процесса: слабокислая реакция среды, относительно высокая гидролитическая кислотность, ненасыщенность основаниями; на склоновых участках – для дернового процесса: нейтральная и слабощелочная реакция среды, низкое содержание потенциальной кислотности и высокое обменных оснований.

Структура и видовой состав карстовых ландшафтных фитоценозов отличаются от характеристик сообществ типичных ледниковых ландшафтов. Здесь присутствуют кальцефильные виды растений, это *Cotoneaster cinnabarinus* Juz., *Cypripedium calceolus* L., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser, *Tephrosieris integrifolia* (L.) Holub и *Polygala amarella* Crantz.

Всего обнаружен 51 вид панцирных клещей из 39 родов и 31 семейства. Наибольшее таксономическое разнообразие оribатид отмечено в лесных фитоценозах, расположенных в верхней и нижней части склона карстовой воронки, а также на скальных выходах в нижней части склона в долине р. Ухта (см. табл.).

Таблица

**Численность (экз./м²) и индексы разнообразия панцирных клещей
в исследованных растительных сообществах**

Сообщество	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Всего видов	9	26	29	22	15	20	22
Численность	^a 26700± 5748.9	^b 117800± 44144.8	^{cb} 97300± 9364.3	^{abcd} 92900± 20739.9	^{af} 82200± 9999.3	^{gklpq} 122200± 16235.4	^{dbc} 58300± 11527.8
H'	1.851	2.102	2.508	2.08	1.849	2.397	2.474
Berger–Parker	0.2809	0.2572	0.3296	0.4499	0.4793	0.1989	0.2988
Жизненные формы (число видов)							
эпигейные	1	13	16	9	7	10	11
гемиэдафические	1	5	3	6	2	3	4
эуэдафические	3	4	4	3	3	4	4
эврибионты	1	4	3	4	3	2	2
неспециализированные	–	–	3	–	–	1	1
гидробионты	3	–	–	–	–	–	–

Примечание.

S1 – Участок 1. Осоково-болотное сообщество. Депрессия между ледниковыми холмами и возвышенностями. Почва - торфяная эутрофная глеевая иловато-торфяная (Eutric, Rheic, Hemic Histosol).

S2 – Участок 2. Сосново-чернично-зеленомошный лес. Ровный участок между ледниковыми холмами и возвышенностями. Почва - подзол иллювиально-железистый контактно-оглеенный (Stagnic Albic Rustic Podzol (Arenic)).

S3 – Участок 3. Смешанный разнотравный лес. Верхняя часть склона карстовой воронки. Почва - подзол иллювиально-железистый (Albic Rustic Podzol (Arenic)).

S4 – Участок 4. Смешанный разнотравно-злаково-земляничный лес. Средняя часть склона карстовой воронки. Почва – торфяно-литозем перегнойно-торфяный (Dystric Rendzic Folic Leptosol).

S5 – Участок 5. Ельник зеленомошный. Нижняя часть склона карстовой воронки. Почва – стратозем серогумусовый грубогумусированный (Pantocolluvic Skeletic Stagnic Regosol (Abruptic, Ochric)).

S6 – Участок 6. Кустарниково-травяный смешанный лес. После пожара. Долина реки Ухты, скальные выходы. Верхняя часть склона. Почва – серогумусовая грубогумусированная оподзоленная остаточо-карбонатная (Dystric Calcaric Skeletic Cambisol (Ochric, Nechic)).

S7 – Участок 7. Разреженный смешанный травянистый лес. Долина реки Ухты, скальные выходы. Нижняя часть склона. Почва – карболитозем темногумусовый грубогумусированный (Calcaric Mollic Folic Leptosol).

– Отсутствие вида.

(a, b, c, d, e, f, m, n, g, k и q) – значимость различий в плотности населения; U-критерий

рий Манна-Уитни: $p < 0.05$.

Ординация сообщества панцирных клещей методом NMDS показала объединение в одну группу участков S3, S4, S5, расположенных на склоне карстовой воронки, и участков S6, S7, расположенных на склоне в долине р. Ухта, и S2 (сосново-чернично-зеленомошный лес, расположенный в котловине между ледниковыми холмами и возвышенностями), в другую группу. Болотное сообщество располагалось обособленно от других сообществ. В лесных сообществах, расположенных в нижней, средней и верхней части профиля карстовой воронки (участки 3, 4 и 5), наблюдался сходный состав доминирующих видов.

Специфика населения панцирных клещей карстовых ландшафтов заключалась в том, что наряду с чертами фауны, характерными для зональных северотаежных лесов (преобладание полизональных широко распространенных видов), встречались «условно южные» виды, основной ареал которых расположен в более низких широтах. Это виды *Phthiracarus (P.) laevigatus* (Koch), *Diapterobates humeralis* (Hermann), *Diapterobates oblongus* (L. Koch). Полученные результаты закладывают основу для будущих исследований малоизученных панцирных клещей карстовых ландшафтов Северной Европы.

Настоящее исследование выполнено в рамках госбюджетных тем Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН №№ 122040600025-2, 122040600026-9, 122040600023-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиманский кряж. В 2 т. Т. 1. История, география, жизнь : монография. – Ухта : Издательство Ухтинского ГТУ, 2010. – С. 1–339.
2. Торсуев, Н. П. Современное карстообразование территории Тиманского поднятия / Н. П. Торсуев // Физическая география и геоморфология Среднего Поволжья (и других регионов страны). – Казань : Изд-во Казанского университета, 1972. – С. 75–82.
3. Melekhina, E. N. Karst Ecosystems of Middle Timan, Russia: Soils, Plant Communities, and Soil Oribatid Mites / E. N. Melekhina, V. A. Kanev, S. V. Deneva. – Diversity. – 2022. – № 14. – С. 718. – doi: 10.3390/d14090718

**KARST LANDSCAPES OF THE EUROPEAN NORTH
OF RUSSIA: SOILS, PLANT COMMUNITIES, SOIL
INHABITING oribatid mites (ORIBATIDA)**

E. N. Melekhina, V. A. Kanev, S. V. Deneva

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Soils, species composition of phytocenosis, and taxonomic diversity of oribatid mites in karst landscapes of the Timan Ridge, in the European northeast of Russia, in the conditions of northern taiga forests, are described. The research sites were located on a flat top of the hill, in the profile of the karst crater, and on the slope profile in the Ukhta River Valley. In total, seven sites have been considered. Geobotanical descriptions were made by standard methods, descriptions of the soil profile, and samples of soil microfauna were collected. The structure and species composition of karst landscape phytocenosis differs of the typical glacial landscapes and calciphilic plant species include. A total of 51 oribatid mite species from 39 genera and 31 families were found.

Keywords: karst craters, soils, phytocenosis, Oribatida, European Northeast, Timan Ridge

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОГО ТУРПАНА *MELANITTA FUSCA* НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

О. Ю. Минеев, С. К. Кочанов, Ю. Н. Минеев

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: mineev@ib.komisc.ru

Европейский северо-восток России является местом размножения около 70% популяции обыкновенного турпана *Melanitta fusca* (Linnaeus, 1758) Западной Сибири и Северной Европы. В 1990-е годы общая численность европейской/западносибирской популяции турпана оценивалась в более чем 1 млн. особей [1]. По данным мониторинга на местах зимовок в Балтийском море и у побережья Западной Европы, численность взрослых турпанов за период 1992–2009 гг. снизилась на 60% [2], а в настоящее время общая численность этого вида в мире оценивается в 300 тысяч особей [3]. Из-за значительного сокращения числа уток зимующих на Балтийском море с 2010-х годов, турпан был классифицирован как «уязвимый» вид в Красном списке Международного Союза охраны природы [3] и включен в ряд региональных Красных книг [4, 5].

На европейском Северо-востоке России турпан встречается в тундровых и лесотундровых местообитаниях мозаично по всей территории региона, включая острова Колгуев и Вайгач. Гнездится, преимущественно в подзоне южных тундр. Известные крупные линные скопления турпанов отмечаются в дельте р. Печоры [6], и на акватории Хайпудырской губы [7, 8].

В гнездовой период турпан встречается преимущественно на глубоких озёрах ледникового и аккумулятивно-ледникового происхождения, расположенных среди холмистых тундр. Наиболее часто населяет: озера с сухими берегами без кустарников (более 33%), водоёмы с сухими берегами поросшими ивняками (29%), озера расположенные в болотистых местах (17%) и озера среди болот с кустарниковой растительностью (8%). В первой половине летнего сезона также встречается на реках, во время сезонных миграций и на линьке – на морской акватории и заливах [6, 9]. Гнездится в различных условиях: в траве, в осоковых кочкарниках, в приозёрных ивняках и ерниках среди кустарников, в мелколесье, в лесу под деревьями, на различном расстоянии от водоёмов [9,

10]. Гнездовая продуктивность относительно высокая – в кладках отмечено от пяти до девяти яиц. Размножение в тундре начинается поздно. Откладка яиц происходит в конце июня – начале июля, вылупление птенцов – в конце июля-начале августа.

Самцы и холостые самки к середине июля отлетают к местам линьки, которые находятся в дельте р. Печоры и на мелководьях акватории Баренцева моря. Из северной тайги и материковых тундр птицы перемещаются вдоль русел рек к морскому побережью. Осенний пролёт идёт над морем вдоль берега в западном направлении к местам зимовок [6, 7, 9]. Основные места зимовок обыкновенного турпана находятся на Балтийском, Северном морях, Каспийском и Черном морях.

За период наших исследований с 1973 по 2022 гг. средняя плотность населения обыкновенного турпана в различных районах Малоземельской тундры варьировала от 0,01 до 0,8 особи на 1 км² [6], в Большеземельской тундре – от 0,1 до 5,7, и на Югорском полуострове – от 0,04 до 1,3 особи/км² [9]. На о. Колгуев численность турпана колеблется от 0,03 до 0,3 особей на 1 км² [11].

Основные причины общего сокращения популяции турпана связывали с условиями зимовки в Балтийском море [2]. Наши данные показывают, что потеря или ухудшение условий в основных местах размножения обыкновенного турпана в арктической зоне России является основным фактором, влияющим на быстрое сокращение популяции. Многие ключевые места размножения турпана были полностью утрачены в Большеземельской тундре, так как эта территория превратилась в крупный объект добычи нефти и газа. Трансформация и транспортировка нефти на этих участках привела к нарушению и загрязнению прилегающих местобитаний нефтью, что привело к прямой утрате многих ключевых мест гнездования и заметному быстрому сокращению гнездящейся популяции турпана в Большеземельской тундре. Кроме того, концентрации линяющих и зимующих птиц очень чувствительны к разливам нефти и других загрязнителей моря. Другой серьезной угрозой является случайная поимка уток во время лова рыбы жаберными сетями [12]. Загрязнение морского дна приводит к снижению численности моллюсков, служащих основным кормом турпану вне периода размножения.

Для сохранения и увеличения численности этого обыкновенного турпана, находящегося под угрозой глобального исчезновения, необходимы срочный поиск новых мер защиты в ключевых рай-

онах размножения в арктической зоне России, развитие управления популяциями и новые исследовательские программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rose, P. M. Waterfowl Population Estimates (Second edition) / P. M. Rose, D. A. Scott // Wetlands International Publication : Wageningen, Netherlands. – 1997. – № 44. – P. 50.
2. Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea / H. Skov [et al.] // Nordic Council of Ministers. – Copenhagen, 2011. – 550 p.
3. BirdLife International. IUCN Red List for birds. – 2019. – <http://www.birdlife.org> (дата обращения 25.01.2023).
4. Красная книга Ненецкого автономного округа: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов / под ред. О. М. Потютко, Т. А. Яковлевой. – Калининград ; Нарьян-Мар : РОСТ-ДООАФК, 2018. – 480 с.
5. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы / отв. ред. С. Н. Эктова, Д. О. Замятин. – Екатеринбург, 2010. – 308 с.
6. Минеев, Ю. Н. Птицы Малоземельской тундры и дельты Печоры / Ю. Н. Минеев, О. Ю. Минеев. – Санкт-Петербург, 2009. – 263 с.
7. Успенский, С. М. Птицы востока Большеземельской тундры, Югорского полуострова и острова Вайгач / С. М. Успенский // Труды Института биологии УФАИ. – 1965. – Вып. 38. – С. 65–101.
8. Плешак, Т. В. Миграционные скопления турпана в юго-восточной части Печорского моря / Т. В. Плешак // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Вып. 7. – Екатеринбург, 2002. – С. 209.
9. Минеев, Ю. Н. Птицы Большеземельской тундры и Югорского полуострова / Ю. Н. Минеев, О. Ю. Минеев. – Санкт-Петербург, 2012. – 383 с.
10. Рябицев, В. К. Птицы Сибири: Справочник-определитель : в 2 т. Т. 1 / В. К. Рябицев. – Москва ; Екатеринбург, 2014. – 438 с.
11. Кондратьев А. В. Квадраты 39WVS1, 39WVS2, 39WVS3, 39WVT2. Ненецкий автономный округ, о. Колгуев / А. В. Кондратьев // Фауна и население птиц Европейской России. – Ежегодник Программы «Птицы Москвы и Подмосковья». – 2013. – Вып. 1. – С. 730–735.
12. Zydalis, R. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: a global review / R. Zydalis, C. Small, G. French. – Biological Conservation. – 2013. – № 162. – P. 76–88.

**DISTRIBUTION OF THE VELVET SCOTER
MELANITTA FUSCA IN THE EUROPEAN NORTH-
EAST OF RUSSIA**

O. Y. Mineev, S. K. Kochanov, Y. N. Mineev

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

The European North-East of Russia is the breeding ground for about 70% of the population of the Velvet Scoter *Melanitta fusca* (Linnaeus, 1758) of Western Siberia and Northern Europe. In the European North-East of Russia, the Velvet Scoter is occurring in tundra and forest-tundra habitats mosaically throughout the region, including the Kolguev and the Vaygach islands. During the breeding period, the Velvet Scoter is observed mainly on deep lakes of glacial and accumulative-glacial origin, located among the hilly tundra. The main reasons for the rapid decline in the Velvet Scooter population are associated with wintering conditions on the Baltic Sea, as well as the loss or deterioration of key breeding sites in the Arctic zone of Russia. Another major cause is the accidental capture of ducks while fishing with gillnets. Pollution of the seabed leads to a decrease in the number of mollusks which are the main food supply for the Velvet Scoter out of the breeding season.

Keywords: The Velvet Scooter, European North-east of Russia, distribution

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *GYPSOPHILA URALENSIS* L.)

Ж. Э. Михович, Л. В. Тетерюк

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: mihovich@ib.komisc.ru

Ключевые слова: коэффициент размножения, культура *in vitro*, фитогормоны, Республика Коми

В настоящее время одной из главных задач ботанических садов мира является сохранение, комплексное изучение и содействие рациональному использованию генетических ресурсов живых растений [1]. Одной из задач Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН является привлечение в научные коллекции видов растений природной флоры Республики Коми, в том числе редких и исчезающих. Для успешного сохранения редких видов растений необходимы всесторонние исследования их биологии и экологии. В Ботаническом саду ведутся фенологические, онтогенетические, биохимические исследования, разрабатываются и совершенствуются способы размножения растений, в том числе в культуре *in vitro*. Микроклональное размножение растений с успехом используют для сохранения, размножения и изучения редких видов растений в России и за рубежом [2, 3]. Особое внимание при сохранении редких и исчезающих растений привлекают эндемичные таксоны. Объектом наших исследований является *G. uralensis* Less. (качим уральский) – высокогорный эндемик Урала. В южной части Уральского хребта вид многочисленен, к северу становится редким и подлежит охране [4, 5]. На западном макросклоне Северного и Приполярного Урала вид встречается в бассейнах рек Щугор, Кожим, Лемва, Хайма. В двух небольших реликтовых фрагментах ареала *G. uralensis*, которые сохранились в таежной зоне, происходят активные процессы видообразования. В Архангельской области, в долинах рек Пинега, Сотка, Сояна, Сев. Двина, произрастает *G. uralensis* Less. subsp. *pinagensis* (Perf.) Kamelin, включенный в Красную книгу Российской Федерации [6]. Популяции вида

на территории Республики Коми (Средний Тиман: долины рек Мыла, Печорская Пижма и Светлая), также генетически дифференцированы [7]. Уязвимость реликтовых популяций *G. uralensis* связана с их малочисленностью, стенопопностью, низкой конкурентоспособностью вида, разрушением его естественных местообитаний. Одним из этапов успешного сохранения генетического разнообразия *G. uralensis* на европейском северо-востоке России, является введение вида в культуру, а также разработка подходов к реконструкции его малочисленных популяций. Работы, посвященные микрклональному размножению *G. uralensis* в литературе отсутствуют.

Цель настоящих исследований – выявить возможность длительного культивирования *in vitro* и ускоренного размножения эндемика Урала *G. uralensis*.

Работа выполнена в отделе Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН». Объектом исследования служили микропобеги *G. uralensis*, выращенные из семян, собранных в местах естественного произрастания (02.08.2012, Приполярный Урал, р. Кожим, урочище «Орлиное гнездо»). Протокол введения *G. uralensis* в культуру *in vitro* описан в статье Ж.Э. Михович и Л.В. Тетерюк [8].

Для культивирования микропобегов использовали питательные среды по прописи Woody Plant Medium (WPM), а также среду *Silene cretacea* Saratov (SCS) [9]. Эта среда с набором регуляторов роста (БАП 0.2 + ГК 1.0 + КИН 1.0 + ИУК 0.5 мг/л) используется в качестве питательной среды для размножения редких кальцефильных растений, полученных путем прямого органогенеза в культуре *in vitro* [9]. В качестве ауксинов использовали индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) и индолилмасляную кислоту (ИМК), в качестве цитокининов – 6-бензиламинопурин (БАП) и кинетин (КИН). В течение двух лет субкультивирование побегов проводили на этих же средах. В среднем длительность одного пассажа составила 40–50 суток.

С увеличением числа пассажей коэффициент размножения на среде SCS не изменялся и варьировал от 10 до 15 шт. на эксплант. Длина побегов достигала высоты 3 см. (рис. 1).



Рис. 1. Собственно микроразмножение *Gypsophila uralensis* на среде SCS на 50-е сутки культивирования.

Для индукции ризогенеза использовали питательную среду WPM с добавлением ИМК 0.5 мг/л и ИУК 0.2 мг/л. Около 50% побегов формировали тонкие белые многочисленные корни длиной от 1 до 6 см. Через 4–5 недель культивирования растения-регенеранты пересаживали в контейнеры объемом 250 мл, наполненные грунтом. Приживаемость регенерантов высокая, около 90% (рис. 2 а).

С целью сохранения и выявления механизмов адаптации к новым почвенно-климатическим условиям укорененные растения-регенеранты *G. uralensis* высаживали в открытый грунт с учетом их экологических требований (к почвенному грунту, освещенности и влажности). В период вегетации проводили подсчет перезимовавших особей, наблюдения за ритмом роста и развития растений, учитывали морфометрические изменения растений.

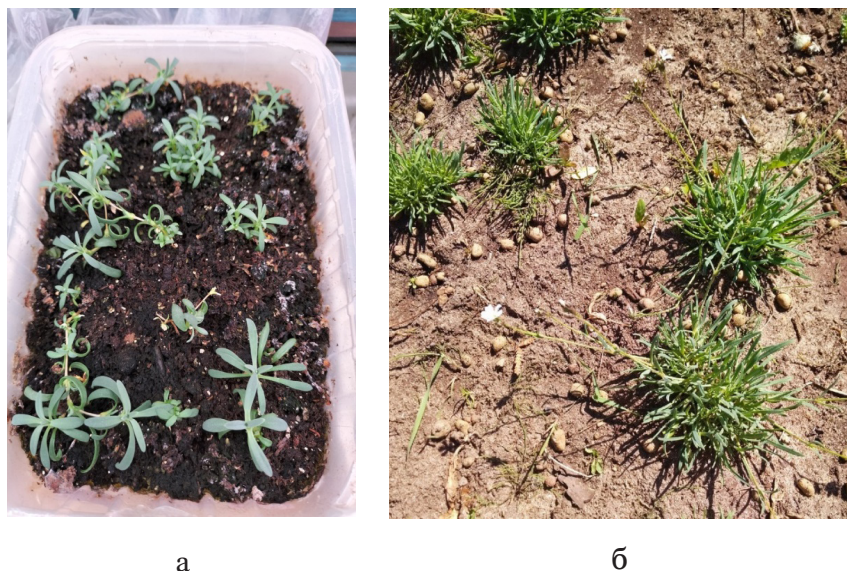


Рис. 2. Укоренение растений-регенерантов *Gypsophila uralensis* (30-е сутки культивирования) (а) и цветение растений, высаженных в открытый грунт (б).

Фенологические наблюдения показали, что массовое отрастание растений-регенерантов *G. uralensis* начинается в первой-второй декадах мая, к массовому цветению растения переходят в первой декаде июня (рис. 2 б). Продолжительность периода цветения составляет около 21 суток. Через 14 суток наблюдалось вторичное цветение.

Таким образом, показана возможность длительного культивирования *in vitro* и получения растений-регенерантов *G. uralensis*. Установлено, что в течение двух лет субкультивирования сохраняется высокий коэффициент размножения. Растения, высаженные в грунт, обладают высокой приживаемостью и проходят все фенологические фазы развития.

Исследования выполнены на базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН» (№ 507428), «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)» и в рамках государственного задания по темам «Репродуктивный

потенциал ресурсных растений при интродукции на Европейском северо-востоке» (№ 122040600020-7), «Оценка эколого-ценотического, видового и популяционного разнообразия растительного мира ключевых особо охраняемых природных территорий Республики Коми (№ 122040600026-9)».

ЛИТЕРАТУРА

1. Международная программа ботанических садов по охране растений. – Москва, 2000. – 57 с.
2. A novel method for efficient micropropagation of *Radermachera xylocarpa* (roxb.) k. schum., a rare medicinally important forest species / M. Sathe [и др.] // Plant tissue culture and biotechnology. – 2013. – № 23 (1). – P. 21–29. – DOI: 10.3329/ptcb.v23i1.155569
3. Клональное микроразмножение редкого вида *Astragalus sericeocanu* Gontsch. и содержание фенольных соединений в условиях *in vitro* / Е. В. Амброс [и др.] // Turczaninowia. – 2018. – Т. 21, вып. 4. – С. 87–99. – DOI: 10.14258/turczaninowia.21.4.10
4. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы. – Екатеринбург : Баско, 2013. – 460 с.
5. Красная Книга Республики Коми. – Сыктывкар, 2019. – 768 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – Москва : Тов-во науч. изд. КМК, 2008. – 855 с.
7. Генетическая дифференциация эндемика Урала *Gypsophila uralensis* (Caryophyllaceae) в реликтовых фрагментах ареала на европейском северо-востоке России / Л. В. Тетерюк [и др.] // Экология. – 2018. – № 2. – С. 92–100. – DOI: 10.7868/S0367059718020026
8. Mikhovich, Zh. E. In vitro culture of the Ural endemic *Gypsophila uralensis* Less. (Caryophyllaceae) / Zh. E. Mikhovich, L. V. Teteryuk. // Turczaninowia. – 2020. – № 23 (3). – С. 28–34. – DOI: 10.14258/turczaninowia.23.3.4
9. Крицкая, Т. А. Питательная среда для микроразмножения кальцефильных растений в культуре *in vitro* / Т. А. Крицкая, Е. А. Блюднева, А. С. Кашин // Патент на изобретение RU №2552174 С1, МПК С 12N5/00 (2006.1). Опубл. 10.06.2015 Бюлл. № 16.

**MICROPROPAGATION AS A METHOD OF
CONSERVATION FOR RARE PLANT SPECIES
(ON THE EXAMPLE OF *GYPSOPHILA URALENSIS* L.)**

Zh. E. Mikhovich, L. V. Teteryuk

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

The possibility of long-term in vitro cultivation and obtaining regenerant plants of *G. uralensis* has been demonstrated. Morphogenesis induction was carried out on the SCS medium with a complex set of growth regulators (BA 0.2 + IAA 0.5 + KIN 1.0 + GK 1.0 mg/L). It has been established that a high multiplication coefficient (from 10 to 15 explants) is maintained during the two-year transplantation culture. Rhizogenesis was observed on the WPM nutrient medium with the addition of IAA 0.2 + IBA 0.5 mg/L auxins. The beginning of root formation was observed after three to four weeks, and the proportion of rhizogenesis was 50%. Plants planted in soil have high survival rates and pass through all phenological phases of development.

Keywords: multiplication coefficient, in vitro culture, phytohormones, Komi Republic

О СОХРАНЕНИИ МЕСТООБИТАНИЙ ЛЕСНОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ (*RANGIFER TARANDUS FENNICUS* LONNB.) В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

Д. В. Панченко¹, О. В. Ильина²

¹ Институт биологии — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск

² Карельская региональная общественная организация «Северная природоохранная коалиция», г. Петрозаводск
e-mail: danja@inbox.ru

Ключевые слова: лесопользование, малонарушенные леса, северный олень, особо охраняемые природные территории, редкие виды

В настоящее время все популяции дикого северного оленя европейской части России занесены в Красную книгу РФ (категория 3, EN, II) [1]. В Карелии обитает лесная форма вида (*Rangifer tarandus fennicus* Lonnb.), а антропогенное воздействие на группировки животных в республике выражается, прежде всего, в прямом преследовании человеком и уничтожении местообитаний в результате лесозаготовки. Так, например, в 2021 г. было заготовлено 8.1 млн. м³ древесины [2]. Это усугубляет и без того бедственное положение популяции, и требуются срочные меры для снижения негативного влияния этих факторов. В Республике Карелия и Финляндии лесной северный олень использует мозаику зрелых хвойных таежных лесов, болот и озер [3]. Сведение коренных лесов крайне негативно отражается на состоянии популяции, поскольку в результате рубки леса уничтожаются пастбища этого вида, и происходит уменьшение площадей ягеля, который он использует в пищу в течение всего года [4]. Кроме того, вместе с напочвенным покровом уничтожаются и другие растения (кустарнички, травы и др.), используемые оленем в пищу. Высоковозрастные сосновые леса имеют особенно большое значение в зимний период, что обусловлено большей доступностью лишайников в снежный период [5], тогда как на открытых пространствах вырубок, даже при условии сохранения лишайникового покрова, особенности залегания снегового покрова

и его плотность увеличивают энергозатраты на добычу корма. Высоковозрастные леса значимы для оленя не только как кормовые угодья, но и как места отдыха, отела, гона (размножения), а также используются в процессе миграций. Таким образом, уничтожение коренных лесов ограничивает перемещения зверей, негативно влияет на успешность гона и отела, сохранность потомства, что в целом снижает воспроизводство группировок и приводит к уменьшению численности в последующие годы. Трансформация местообитаний в результате рубок приводит к сукцессии растительности и развитию на вырубленных участках молодняков сосны, ивы, осины, березы, что приводит к увеличению кормовой базы для лося в течение 3–5 лет, а затем росту его поголовья на территории. Вслед за этим происходит и увеличение численности главного хищника наших лесов – волка [6]. В итоге риск гибели оленей от волка на территориях пройденных вырубками, а, следовательно, сокращения поголовья группировок, растет.

Первые результаты анализа данных спутниковой телеметрии о перемещениях лесного северного оленя в Карелии показали высокую значимость малонарушенных лесов в течение всего жизненного цикла этого зверя (рис. 1). В работе использованы данные о перемещениях трех важенок (самок) лесного северного оленя тодозерской группировки и четырех – кухмо-каменноозерской. Для последних использованы точки регистраций полученных с территории Республики Карелия.

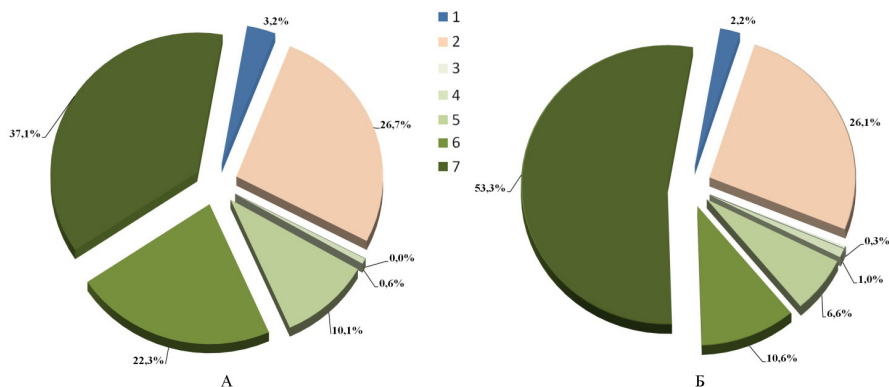


Рис. 1. Использование местообитаний (доля точек для каждого типа, %) лесным северным оленем тодозерской (А, n=11021) и кухмо-каменноозерской (Б, n=22734) группировок: 1 – озеро, 2 – болото, 3 – вырубки возрастом менее 5 лет, 4 – вырубки возрастом 6–15 лет, 5 – вырубки возрастом 16–40 лет, 6 – леса, не имеющие следов рубок за последние ~40 лет, 7 – малонарушенные леса.

В качестве источника данных о высоковозрастных лесах использовались данные о малонарушенных лесных территориях – МЛТ (площадь отдельного участка более 50 000 га) и малонарушенных лесных массивах – МЛМ (площадь отдельного участка более 1000 га для северотаежной подзоны и более 500 га – для среднетаежной подзоны РК) – природных территориях, не имеющих следов промышленной эксплуатации (в том числе рубок). Для нарушенных лесопользованием территорий датировка давности нарушений лесного покрова проводилась на основе данных о потере и восстановлении лесного покрова с 1986 г. [7, 8], а также данных спутниковой съемки [9].

Результаты анализа показали, что процент точек отмеченных в малонарушенных лесах составил более трети от общего числа регистраций для меченных важенок топорской группировки лесного северного оленя. Это при том, что в среднем для трех важенок доля таких местообитаний в пределах участков обитания, рассчитанных с помощью минимального полигона для всех регистраций составила только 6.4%. Для кухмокаменнозерской группировки процент точек, отмеченных в малонарушенных лесах составил уже более половины от общего числа регистраций, однако, необходимо отметить, что участки обитания этих меченных важенок охватывали в том числе и особо охраняемые природные территории, где сохранились высоковозрастные леса – в среднем доля малонарушенных лесов была значительно выше и составила 49.6%. Вырубки возрастом до 15 лет практически не посещаются животными, что можно объяснить смыканием древостоя, который для вырубок в условиях северной тайги происходит в это время, и такие угодья обладают низкой защитностью. Кроме того, низкая привлекательность этих местообитаний может быть обусловлена поврежденным и не восстановившимся ягельным и травянисто-кустарничковым покровом. На территориях, где возраст рубок был более 15 лет, процент посещаемости был уже довольно высок. Привлекает внимания факт практически равной доли болот и озер от общего числа регистраций при сравнении этих показателей у двух обозначенных группировок.

Лесной северный олень в Карелии в течение жизненного цикла активно осваивает побережья многочисленных озер республики. Анализ размещения точек регистраций показал, что более чем половина из них была удалена от озер на расстоянии от 0 до 500 м (рис. 2).

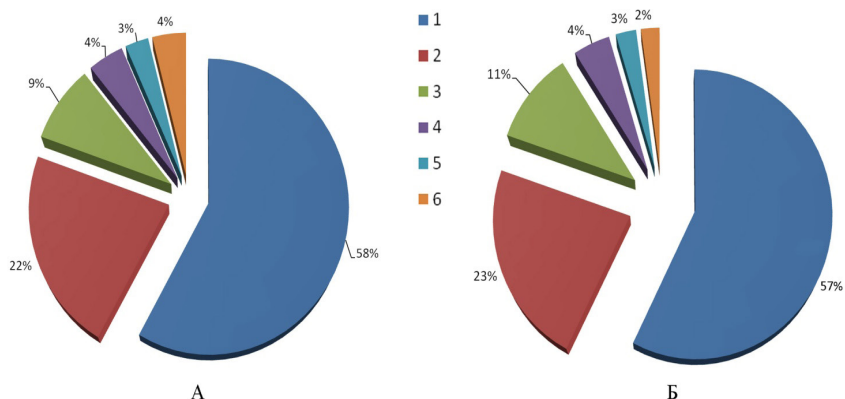


Рис. 2. Удаление точек регистраций лесного северного оленя топозерской (А, n=10672) и кукмо-каменноозерской (Б, n=22373) группировок от побережья озер (%): 1 – 0–500 м, 2 – 501–1000 м, 3 – 1001 – 1500 м, 4 – 1501–2000 м, 5 – 2001–2500 м, 6 – более 2500 м.

Обобщая сказанное можно заключить, что для того чтобы территория осталась пригодной для лесного северного оленя, необходимо сохранение массивов высоковозрастных лесов. Тем не менее, учитывая большую площадь участков обитания лесного северного оленя, полностью исключить территорию из лесопользования в их пределах не представляется возможным. Лесной северный олень в течение года осваивает большие пространства и для благополучного существования группировок зверей необходимо сохранять местообитания на довольно большой площади. Так, участок обитания лесного северного оленя включает в себя различные биотопы и может составлять от 15 до 200 км² в летний период. Зимой площадь может быть более 1000 км² [10].

Именно поэтому одним из оптимальных решений проблемы сохранения популяции на фоне активной лесохозяйственной деятельности является создание сети ООПТ для сохранения ключевых участков местообитаний лесного северного оленя. Кроме того, не менее важно сохранить экологические коридоры, связывающие ООПТ, а также важные для зверей участки вне охраняемых территорий. Такие участки можно сохранять в статусе особо защитных участков леса, а до их выделения – на добровольной основе по соглашению с арендаторами лесного фонда для заготовки древесины. Важность местообитаний прибрежной

зоны обуславливает необходимость их сохранения, и, как одно из решений, может быть предложено увеличение полосы защитных лесов по берегам водоемов и рек с полным запретом рубок.

Работа выполнена в рамках госзадания КарНЦ РАН (№ ГМЕН 2022-0003).

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Российской Федерации. Животные. – Москва : ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2021 г. / отв. ред. А. Н. Громцев. – Петрозаводск, 2022. – 263 с.
3. Summer habitats of wild forest reindeer (*Rangifer tarandus fennicus* Löb.) in Finland – A preliminary predictive model / A. Paasivaara, S. Kaartinen, V. Puoskari, S. Rytkönen, J. Pusenius // Динамика популяций охотничьих зверей Северной Европы : тезисы 7 международного симпозиума, 24–28 сентября 2018 г., Петрозаводск. – Петрозаводск, 2018. – С. 207–208.
4. Изучение питания лесного северного оленя на основании анализа экскрементов / С. Сулкава [и др.] // Лесной северный олень Фенноскандии : материалы 1 советско-финляндского симпозиума, 30 мая – 3 июня 1988 г., Петрозаводск. – Петрозаводск, 1989. – С. 29–34.
5. Kumpula, J. Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? / J. Kumpula, A. Colpaert, M. Anttonen // *Annales Zoologici Fennici*. – 2007. – Vol. 44. – P. 161–178.
6. European Wild Forest Reindeer and Wolves: Endangered Prey and Predators / I. Kojola [et al.] // *Annales Zoologici Fennici*. – 2009. – Vol 46, N 2. – P. 416–422.
7. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. [Электронный ресурс] / M. С. Hansen [et al.] // *Science*. – 2013. – Режим доступа: <https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change>. (дата обращения: 11.03.2023)
8. Eastern Europe’s forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive / P. V. Potapov [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2014. – Режим доступа: <https://glad.geog.umd.edu/dataset/eastern-europe-forset-cover-dynamics-1985-2012> ((дата обращения: 11.03.2023)
9. Modified Copernicus Sentinel data [2017–2023] processed by Sentinel Hub. – Режим доступа: <https://scihub.copernicus.eu>. (дата обращения: 11.03.2023)
10. Данилов, П. И. Северный олень Восточной Фенноскандии. / П. И. Данилов, Д. В. Панченко, К. Ф. Тирронен. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2020. – 187 с.

**PRESERVATION OF HABITATS OF THE FOREST
REINDEER (*RANGIFER TARANDUS FENNICUS*
LONNB.) UNDER THE CONDITIONS
OF INTENSIVE FOREST EXPLOITATION
IN THE REPUBLIC OF KARELIA**

D. V. Panchenko¹, O. V. Ilina²

*¹Institute of Biology of the Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk*

*²Karelian Regional Public Organization «Northern
Environmental Coalition», Petrozavodsk*

The results of the analysis of telemetry data on the movements of forest reindeer in Karelia showed the high importance of intact forests throughout the entire life cycle of this animal. Staying in intact forests accounted for more than a third of the total number of registrations for collared animals of the Topozero and Kuhmo-kamennoozersky population. Cuttings under the age of 15 years almost not visited by animals. One of the solutions to the problem of population conservation against the backdrop of forestry activities is the maintain of a network of protected areas to preserve key forest reindeer habitats. It is equally important to preserve the ecological corridors connecting the protected areas, as well as areas important for animals outside the protected areas.

Keywords: forest management, intact forests, reindeer, specially protected natural areas, rare species

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ КАРЕЛИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В КУЛЬТУРЕ

Е. А. Платонова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Петрозаводский государственный университет,
г. Петрозаводск

e-mail: meles@sampo.ru

Ключевые слова: фенология, травянистые растения, редкие виды, интродукция, ex-situ

Исследование проводилось в Ботаническом саду ПетрГУ, который располагается в южной Карелии, на берегу Петрозаводской губы Онежского озера, в среднетаежной подзоне. Коллекции многолетних травянистых растений Ботанического сада включают целый ряд редких и охраняемых видов региона. Среди них девять видов, включенных в Красную книгу Республики Карелия [1], 18 видов, произрастающих на территории Карелии, включенных в Красную книгу Восточной Фенноскандии [2]. Виды были привлечены в коллекцию благодаря их декоративным качествам и возможному использованию в озеленении. Исследование биологии растений в культуре позволяет выявить особенности сезонного роста и развития, возможности размножения, длительности жизни, предположить лимитирующие факторы распространения в природе.

Семенной материал исследуемых видов был получен из ботанических садов России и стран Европы. Экспериментальная работа по выращиванию растений велась с 2010 года, детальные фенологические наблюдения – в течение последних семи лет. Растения выращиваются в составе экспозиций Ботанического сада на открытых участках или в тени в соответствии с экологическими характеристиками их местообитания в природе.

Согласно категориям Красной книги РК и МСОП к сокращающимся в численности и находящимся в опасном состоянии 2 (EN) относится *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., редким уязвимым 3 (VU) – *Potentilla crantzii* (Crantz) Beck ex Fritsch, *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop, *Asarum europaeum* L., редким, находящимся в состоянии, близком к угрожаемому 3 (NT) – *Dra-*

cocephalum ruyschiana L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Thalictrum aquilegiifolium* L., редким видам, по которым имеется недостаток данных для отнесения к той или иной категории 4 (DD) – *Jasione montana* L., *Sibbaldia procumbens* L.

Все перечисленные виды, за исключением *Dracocephalum ruyschiana* L., занесены в Красную книгу Восточной Фенноскандии [2]. Также в этом издании представлены другие 10 исследуемых видов, они отнесены к 3 и 4 категориям. Восемь видов (*Allium schoenoprasum* L., *Anemone ranunculoides* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Carex muricata* L., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Origanum vulgare* L., *Ficaria verna* Huds.) являются редкими, находящимися в состоянии, близком к угрожаемому (категория 3). Численность двух видов (*Campanula latifolia* L. и *Thalictrum simplex* L.) сокращается, но пока они отнесены к категории с неопределенным статусом (4).

По своей географии 15 видов встречается в южных районах Карелии, где произрастают в разных типах местообитаний [3]. Распространение двух видов (*Allium schoenoprasum* и *Thalictrum simplex*) связано по большей части с побережьями озер и Белого моря. *Sibbaldia procumbens* отмечается только по гербариям, вид считается исчезнувшим. Интересный факт связан с *Potentilla crantzii*: этот вид ранее произрастал в окрестностях Ботанического сада в р-не Соломенное, но впоследствии местообитание было нарушено. Выращивание вида в коллекциях Ботанического сада является вариантом реинтродукции. Среди исследуемых видов *Allium schoenoprasum*, *Brachypodium pinnatum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Origanum vulgare* произрастают также на природной территории Ботанического сада, где ведется мониторинг состояния их популяций.

В результате фенологических наблюдений удалось установить следующее. Все исследуемые растения проходят в условиях культуры полный цикл сезонного развития.

К группе эфемероидов относятся *Anemone ranunculoides* и *Ficaria verna*. Этот феноритмотип характеризуется коротким циклом сезонного развития. Вегетация начинается в последних числах апреля – начале мая и заканчивается во второй половине июня. Цветение у двух видов происходит в конце мая.

Остальные виды имеют цикл вегетации, который продолжается до осени. Большинство начинают вегетацию в конце апреля –

начале мая. В более поздние сроки – во второй декаде мая начинается рост *Thalictrum simplex*, в последней декаде мая – *Eupatorium cannabinum*. Оба вида можно отнести к более теплолюбивым.

Сроки цветения отличаются у исследуемых видов и соответствуют их биологическим особенностям. Раннее цветение наблюдается у *Asarum europaeum*. Начало этой фенофазы варьирует по годам в широких пределах и отмечается обычно в мае. Семена созревают во второй половине июня – первых числах июля. В последних числах мая – первых числах июня начинается цвести *Potentilla crantzii*. Фаза цветения у этого вида слабо связана с варьированием температурного режима мая месяца в разные годы. Для вида характерны также ранние сроки плодоношения и осыпания семян (начало июля).

В первой половине июня начинается цветение у *Galium odoratum*, продолжается две недели. Созревание семян сильно варьирует по годам и происходит либо во второй половине июля, либо в августе. В середине июня начинается цвести *Thalictrum aquilegiifolium*, эта фаза продолжается от двух до четырех недель. В эти же сроки отмечается цветение *Allium schoenoprasum* и *Carex muricata*, но период цветения более короткий.

Во второй половине июня – первых числах июля начинается цвести *Campanula latifolia*. Его цветение продолжается в течение 2–3 недель. Период созревания семян сильно варьирует по годам. В конце июня начинается цветение у *Dracosephalum ruyschiana*, которое обычно длится в течение двух недель. В конце июня начинается цвести и *Pyrethrum corymbosum*, но его цветение более длительное – от одного до двух месяцев. В конце июня – первой декаде июля начинается цвести *Chaerophyllum aromaticum*, для которого также характерно довольно длительное цветение в пределах трех-четырех недель.

Сроки начала цветения *Helianthemum nummularium* в разные годы варьируют в пределах июня. После осыпания семян (обычно в конце июля) проходит немного времени, и в начале сентября часто наблюдается повторное цветение. Цветение *Sibbaldia procumbens* отмечается обычно в середине июня и продолжается недолго, в пределах одной недели. Осыпание семян происходит в конце июля – начале августа. Даты начала цветения *Jasione montana* изменяются в широких пределах с третьей декады июня до середины июля. Сроки созревания семян также сильно варьируют по годам. Иногда наблюдается повторное цветение.

Сроки начала цветения *Thalictrum simplex* отмечаются в июле и изменяются по годам в пределах трех недель. Фаза цветения длится около месяца. Период созревания семян продолжительный, заканчивается в конце сентября. В конце июля происходит цветение *Origanum vulgare*, *Eupatorium cannabinum*, *Brachypodium pinnatum*. *Origanum vulgare* и *Eupatorium cannabinum* цветут очень долго – до окончания вегетационного сезона.

Вегетационный сезон заканчивает сравнительно рано *Campanula latifolia* (в пределах августа – первых числах сентября). Позднее, в середине октября – *Thalictrum aquilegiifolium*, во второй половине октября – *Dracocephalum ruyschiana*, *Eupatorium cannabinum*, *Thalictrum simplex*.

Зимуют с зелеными листьями *Asarum europaeum*, *Carex muricata*, *Helianthemum nummularium*, зимующие розетки листьев наблюдаются у *Jasione montana*, *Pyrethrum corymbosum*. В некоторые годы зеленые листья остаются до весны у *Brachypodium pinnatum*, *Galium odoratum*, *Origanum vulgare*, *Potentilla crantzii*, *Sibbaldia procumbens*.

В результате исследований удалось установить, что все исследуемые виды проходят полный сезонный цикл развития, цветут и дают семена. Самосев наблюдался у *Asarum europaeum*, *Campanula latifolia*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Eupatorium cannabinum*, *Jasione montana*, *Origanum vulgare*, *Pyrethrum corymbosum*, *Ficaria verna*, *Thalictrum aquilegiifolium*. Активное семенное размножение и расселение отмечено у *Campanula latifolia*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Eupatorium cannabinum*, *Origanum vulgare*. Семена *Chaerophyllum aromaticum* сохраняют всхожесть в течение нескольких лет, вид проявляет инвазивные свойства, по этой причине для содержания в культуре в смешанных цветниках не рекомендуется.

Проведенное исследование демонстрирует возможность сохранения и размножения редких и охраняемых видов в условиях культуры. В южной Карелии изучаемые виды полностью проходят сезонный цикл развития, поэтому в этой части региона в природных условиях лимитирующими, по всей видимости, являются ценоотические факторы и нарушение мест обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Карелия / А. В. Артемьев [и др.] ; гл. ред. О. Л. Кузнецов. – Белгород : Константа, 2020. – 448 с.
2. Red Data Book of East Fennoscandia / H. Kotiranta [et al.] – Helsinki : Ministry of the Environment ; Finnish Museum of Natural History, 1998. – 351 p.
3. Кравченко, А. В. Конспект флоры Карелии / А. В. Кравченко ; ред. Н. Н. Цвелев. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2007. – 403 с.

**PHENOLOGICAL RHYTHMS OF RARE PLANTS OF
NATURAL FLORA OF KARELIA EX-SITU****E. A. Platonova***Petrozavodsk State University, Petrozavodsk*

The research was carried out in the Botanical Garden of PetrSU, located in South Karelia. 9 species included in the Red Book of the Republic of Karelia, 18 species included in the Red Book of Eastern Fennoscandia were grown from seeds obtained from botanical gardens in Russia and foreign countries. The results of seasonal development (the average multiannual dates of vegetation, flowering and fruiting) of the studied plants are given. All the species go through a full seasonal development cycle, bloom and produce seeds, therefore, under natural habits in South Karelia the climatic factor is not cause the decline and threats. These may be cenotic factors, habitat disturbance or other reasons. The conducted research demonstrates the possibility of conservation and reproduction of rare and protected species under cultural conditions.

Keywords: phenology, herbaceous plants, rare species, introduction, ex-situ

ПОПЫТКА ВОЗРОЖДЕНИЯ ЖЕМЧУЖНЫХ ПРОМЫСЛОВ В СЕВЕРНОМ КРАЕ (ОПЫТ И. В. ГУТТУЕВА)

В. В. Рыкусов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н. П. Лавёрова Уральского отделения
Российской академии наук, г. Архангельск
e-mail: r_vadim@fciactic.ru

Ключевые слова: пресноводные, мидии, жемчужины, рыбалка

Пресноводный двустворчатый моллюск жемчужница европейская (*Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758)) – один из важнейших биотических компонентов речных экосистем Севера России. Как и другие представители отряда унионид (*Unionida*) жемчужница обеспечивает биофильтрацию речной воды [1]. Популяции этого вида также сыграли на Русском Севере существенную культурно-историческую роль: продуцирующий жемчуг моллюск в дореволюционную эпоху был объектом промысла. Местные жители использовали речной жемчуг для создания декоративных головных уборов, украшения одежды, окладов икон и церковных книг [2].

В настоящий момент жемчужница внесена в Красную книгу Российской Федерации (и ряд региональных Красных книг) и имеет статус исчезающего вида [3, 4]. Рассматриваются различные причины сокращения её численности [5, 6]. Однако предпосылки негативных процессов, вероятно, возникли не в XXI веке, а значительно раньше. Одним из подтверждений тому является информация, связанная с попытками возрождения промыслов в годы первой советской пятилетки (1928–1932). Целую серию попыток, например, предпринял поморский подвижник жемчужного дела, исследователь И. В. Гуттуев.

О личности И. В. Гуттуева известно немного. В очерке «Ловля жемчужниц на реке Казанке» он называет себя простым рабочим и любителем северной природы, отдавшим несколько лет жизни изучению раковин и способов добычи жемчуга, а в авторской подписи указывает: «Гуттуев Иван Васильевич, уроженец г. Оне-

ги, Архангельской губ.». В другом источнике говорится, что к началу экспедиционной деятельности Гуттуев жил и работал в Архангельске, а интерес к поиску жемчуга он унаследовал от отца-онежанина [7, 8].

Первая экспедиция Гуттуева на реку Казанку под эгидой Архангельского института промышленных изысканий прошла летом 1929 года [9]. Казанка – река бассейна Белого моря, являющаяся притоком реки Солза. Экспедиция фактически пролегла по восточной границе ареала жемчужницы, где и сейчас сохранились популяции *M. margaritifera* [10].

Организаторы предполагали, что Казанка должна быть более заселённой жемчужницами в сравнении с реками Кожа, Сывтуга и Яреньга, которые в 1928 году были обследованы другими специалистами (Е. В. Терентьева, А. А. Ржаницын). Прогноз основывался на данных Гуттуева, который удачно ловил жемчуг на Казанке ранее (в 1926 году), и удалённости водоёма от населённых пунктов. Вместе со вторым ловцом жемчуга Гуттуев прошёл всю реку Казанка – от устья до истоков. Несмотря на сложности, связанные с подъёмом и помутнением воды после дождей, участники экспедиции попытались определить плотность популяции на локальных участках и проверили раковины на наличие жемчуга [9].

По сведениям краеведа А. Евдокимова, Гуттуев был природождённым исследователем, который, глядя на истощающиеся запасы жемчужницы, искал способы искусственного возобновления промыслового ресурса и, вероятно, знал о традициях восточноазиатских стран, где принято подкладывать в раковины моллюсков песчинки или мелкие предметы в качестве раздражителя. Чтобы освободиться от инородного тела, моллюск начинает выделять перламутр, который обволакивает песчинку, образуя жемчужину [8]. Из подготовленного Гуттуевым отчёта становится понятно, что уже в первой экспедиции (1929) он использовал метод подсадки раздражителей на 200 раковинах [11] для последующих наблюдений за ростом жемчужин.

Летом 1930 года состоялась вторая экспедиция на Казанку, в которой принимал участие Гуттуев. На этот раз в качестве инструктора. Руководителем согласно рукописному отчёту числился П. В. Симонов. В инструкции для участников речных экспедиций тех лет указано, что именно Гуттуев обучает людей способу просмотра раковин для извлечения жемчужин, а также

принимает жемчуг от ловцов и ведёт подсчёт и указывает характеристики добытых жемчужин [12].

Вероятно, группа совершала попытку уточнения точек, густонаселённых раковинами, и продолжила эксперимент с искусственным выращиванием жемчуга. В рукописи содержится информация о выполненных исследованиях, включающих схематические зарисовки, добытом в незначительном количестве жемчуге, о проведённой посадке мелких частиц светлого кварца в 8 000 раковин, которые были помечены специальными насечками. Чтобы эксперимент завершился удачно, автор отчёта предлагает запретить лов жемчуга на Казанке в течение нескольких лет [13].

Очевидно, что сезон 1930 года был наиболее продуктивным для Гуттуева. А следующее лето стало для него роковым. Как отмечает краевед Е. Евдокимов, помощник, который работал в паре с Гуттуевым, покинул поисковые работы раньше срока, а на его место пришёл больной работник, которого пришлось отпустить. Доставляя раковины и пробы воды для исследовательских целей в Архангельск, И. В. Гуттуев фактически подорвал свои силы и вскоре умер [9].

Драматично завершились и наблюдения за помеченными жемчужницами с подсаженными раздражителями. В результате проведённой в 1936 году экспедиции было установлено, что жемчужины в них приросли к внутренней стенке раковины и имели вид не традиционных округлых жемчужин, а наростов [14].

Тем не менее, работа Гуттуева была оценена современниками достаточно высоко. По мнению краеведов, к истощению популяций жемчужницы на Русском Севере на рубеже XIX-XX веков привела именно варварская добыча. Гуттуев знал, как добывать жемчуг с минимальным ущербом для природы, и совершил попытку восполнить утраченный ресурс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёхина, Г. П. Характеристика фильтрационной способности пресноводных двустворчатых моллюсков семейства Unionidae среднего течения реки Урал / Г. П. Алёхина, И. А. Мисетов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 10. – С. 34–36.
2. Беспалая, Ю. В. Жемчуг и жемчужница в Архангельской области / Ю. В. Беспалая, И. Н. Болотов // Вестник Поморского университета. Сер. ест-е и точные науки. – 2010. – № 1. – 30 с.

3. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. – Москва : ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – С. 84–86.
4. Красная книга Архангельской области / О. В. Аксёнова и [и др.]. – Архангельск : Сев. (Арктич.) федер. ун-т, 2020. – 361 с.
5. Европейская жемчужница (*Margaritifera margaritifera* (L. 1758)): состояние изученности и пути сохранения в реках Карелии / А. А. Махров [и др.] // Труды Карельского научного центра РАН. – 2009. – № 1. – С.101–113.
6. Climate Warming as a Possible Trigger of Keystone Mussel Population Decline in Oligotrophic Rivers at the Continental Scale / I. N. Volotov [et al.] // Scientific Reports. – 2018. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18873-y> (дата обращения: 15.03.2023).
7. Гуттуев, И. В. Ловля жемчужниц на реке Казанке / И. В. Гуттуев // Хозяйство в дикой природе Севера. Архангельск : Арх. книж. изд-во, 1930. – С. 44–47.
8. Евдокимов, А. Искатели жемчуга. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 37–42.
9. Евдокимов, А. Жемчуг в Северном крае. 28 августа 1929 года. Материалы Архангельского института промышленных изысканий. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 7–8.
10. Вихрев, И. В. Историческая динамика границ ареала жемчужницы европейской *Margaritifera margaritifera* (L.) на северо-западе России / И. В. Вихрев // Актуальные проблемы биологии и экологии : материалы докл. XVIII Всерос. молодеж. науч. конф., 4–8 апр. 2011 г., Сыктывкар, Респ. Коми, Россия. – Сыктывкар, 2011. – С. 79–81.
11. Из отчёта И. В. Гуттуева, 1929 г. Материалы Архангельского института промышленных изысканий. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 25–27.
12. Инструкция экспедиции по обследованию жемчужности речек Казанки и Солзы. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 105–107.
13. Доклад «О работе экспедиций по исследованию жемчужности реки Казанка (Приморский район) в 1930 году. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 108–114.
14. Протокол исследования реки Казанки экспедицией в составе научного сотрудника ВНИОРХа Жигло Якова Ивановича, представителя Московской пуговичной фабрики им. Баума Алехина Александра Александровича и представителя Архангельского общества краеведения

Фомина Николая Петровича от 5 сентября 1936 года. Архив ГБУК Архангельской области «Архангельский краеведческий музей», д. 645/18. – л. 142–144.

**AN EFFORTS OF REVIVAL OF THE PEARL
FISHING IN THE NORTHERN REGION
(EXPERIENCE OF IVAN V. GUTTUEV)**

V. V. Rykusov

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic
Research of the Ural Branch of the Russian Academy
of Sciences, Arkhangelsk*

The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) is one of the most important biotic components of the river ecosystems of the North of Russia. According to local historians, pearl mussel reserves were depleted at the end of the 19th century. Residents of the North of Russia undertook efforts to artificially grow freshwater pearls.

Keywords: freshwater, mussel, pearl, fishing

ЗРЕЛОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ СЕРЫХ ТЮЛЕНЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Т. В. Селиверстова

Мурманский морской биологический институт Российской академии наук,
г. Мурманск

e-mail: minzyuk@mail.ru

Ключевые слова: нейтрофилы, эозинофилы, сегменты ядра, серый тюлень, катионный белок

Впервые нами проведена оценка зрелости лейкоцитов по степени сегментированности клеточного ядра у серых тюленей (*Halichoerus grypus* (Fabricius 1791)) разных возрастных групп. Рассчитана ядерная формула (индекс Гинека) нейтрофилов и эозинофилов (среднее количество сегментов в ядрах). У исследуемых нами тюленей встречаются в основном полисегментированные гранулоциты, ядро нейтрофилов состоит из 2–8 сегментов, эозинофилов – 2–6 сегментов. Показано, что с возрастом животных данный параметр возрастает (см. таблицу). Также установлена прямая связь между содержанием катионных белков в лейкоцитах (окрашивали прочным зеленым по методике М. Олферта и И. Гешвинда [1]) и степенью зрелости в нейтрофилах млекопитающих (коэффициент корелляции 0.68).

Феномен сегментации ядер нейтрофилов рассматривают как проявление компенсаторного процесса – внутриклеточной репаративной регенерации, не зависящей от состояния функции кроветворения [2]. Сдвиг же лейкоцитарной формулы вправо у взрослых серых тюленей не только говорит о достаточном количестве сегментоядерных нейтрофилов в крови, но и сопровождается наличием в кровяном русле зрелых клеток данного типа с высоким содержанием активных ферментов.

Использование отдельных гематологических показателей, в частности индекса Гинека, является недостаточно информативным и требует применения совместных дополнительных количественных и качественных измерений [3–9]. Применение индекса Гинека для оценки зрелости лейкоцитов по степени сегментированности клеточного ядра необходимо дополнить качественным (определение интенсивности окрашивания клеточного ядра) и количественным (использовать относительный размер площади клеточного ядра к площади клетки) анализом.

Таблица

Некоторых цитохимические показатели в гранулоцитах серых тюленей

Возрастная группа тюленей	Количество сегментоядерных нейтрофилов, %	Индекс Гинека в нейтрофилах, усл.ед.	СЦК (по катионному белку), усл.ед.	Количество эозинофилов, %	Индекс Гинека в эозинофилах, усл.ед.
0–1 нед.	60.00	3.53	0.08	1.67	1.87
2–3 нед.	58.15	3.52	0.09	1.70	2.14
1–1.5 мес.	41.50	3.41	0.18	3.83	3.03
3–4 мес.	58.67	4.01	0.15	6.25	2.98
3.5 года	57.50	4.33	0.35	3.50	2.75

ЛИТЕРАТУРА

1. Цитохимия и электронная микроскопия клеток крови и кроветворных органов / З. А. Бутенко [и др.] – Киев : Наукова думка, 1974. – 248 с.
2. Антонишкис, Ю. А. Сегментация ядер нейтрофилов: новый взгляд на природу / Ю. А. Антонишкис // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – № 8. – С. 22–25.
3. Лецкий, В. Б. Цитохимические исследования лейкоцитов (методические рекомендации) / В. Б. Лецкий. – Ленинград : Медицина, 1973. – 33 с.
4. Славинский, А. А. Критерии функциональной активности нейтрофильных лейкоцитов, основанные на компьютерном анализе изображения и люминесценции: автореферат диссертации доктора биологических наук / А. А. Славинский. – Москва, 2000. – 38 с.
5. Кальф-Калиф, Я. Я. О лейкоцитарном индексе интоксикации и его практическом значении / Я. Я. Кальф-Калиф // Врачебное дело. – 1941. – № 1. – С. 31–35.
6. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1990. – 224 с.
7. Показатели крови и лейкоцитарного индекса интоксикации в оценке тяжести и определении прогноза при воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваниях / В. К. Островский [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – № 6. – С. 50–53.
8. Сперанский, И. И. Общий анализ крови — все ли его возможности исчерпаны? Интегральные индексы интоксикации как критерии оценки тяжести течения эндогенной интоксикации, ее осложнений и эффективности проводимого лечения / И. И. Сперанский, Г. Е. Самойленко, М. В. Ло-

бачева // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Интенсивная медицинская помощь: проблемы и решения»: 7–8 октября 2004 г., Ленинск-Кузнецкий. – Новосибирск, 2004. – С. 28–29.

9. Davis, A. K. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists / A. K. Davis, D. L. Maney, J. C. Maerz // *Functional Ecology*. – 2008. – V. 22. – P. 760–772.

MATURITY OF LEUKOCYTES IN GRAY SEALS OF DIFFERENT AGES

T. V. Seliverstova

Murmansk Marine Biological Institute Russian Academy of Sciences, Murmansk

For the first time, we assessed the maturity of leukocytes by the degree of segmentation of the cell nucleus in gray seals (*Halichoerus grypus* (Fabricius 1791)) of different age groups. The nuclear formula (Gynek index) of neutrophils and eosinophils (the average number of segments in the nuclei) was calculated. In the seals we studied, mainly polysegmented granulocytes are found, the nucleus of neutrophils consists of 2–8 segments, eosinophils – 2–6 segments. It was shown that this parameter increases with the age of the animals. A direct relationship was also established between the content of cationic proteins in leukocytes and the degree of maturity in mammalian neutrophils (correlation coefficient 0.68).

Keywords: neutrophils, eosinophils, nuclear segments, gray seal, cationic protein

О НЕОБХОДИМОСТИ ОХРАНЫ КРУПНЕЙШЕЙ ПОПУЛЯЦИИ ПИОНА УКЛОНЯЮЩЕГОСЯ (*PAEONIA ANOMALA* L.) В БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЕ

А. Е. Скопин

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова

e-mail: scopin@bk.ru

Ключевые слова: *Paeonía anomala*, охрана растений, Большеземельская тундра

Большеземельская тундра в течение последних десятилетий подвергается значительному техногенному воздействию при проведении геологоразведки и строительстве объектов нефтегазового комплекса. Ведение хозяйственной деятельности в течение многих лет сопровождается мониторингом среды и биологического разнообразия, что особенно необходимо на наиболее уязвимых природных территориях. В этих экологических изысканиях одним из приоритетных направлений является поиск новых местонахождений редких видов с целью разработки программ по их сохранению.

Пион уклоняющийся (*Paeonía anomala* L.) – многолетнее травянистое растение, бореальный сибирский и среднеазиатский вид с широким ареалом, заходящий по северу в европейскую часть России. На территории восточно-европейских тундр проходит северная граница ареала пиона уклоняющегося. Пион наиболее часто встречается на территории Малоземельской тундры и Канина [1], в травяных ельниках Тимана [2] и на западе локально распространен вплоть до юго-восточной части Кольского полуострова [3]. В Большеземельской тундре его произрастание известно только вблизи г. Нарьян-Мар и по литературным сведениям в урочище Пым-Ва-Шор [1]. В Республике Коми в самых северных районах пион не отмечен [4]. Самая северная популяция пиона в Республике Коми встречается в долине р. Уса в районе пос. Сейда [3]. Наиболее обильно произрастает пион в горно-лесном поясе на Приполярном Урале, в том числе в национальном парке «Югыд ва» [4, 5].

Пион обычно встречается по поймам рек, приручьевым лугам, в кустарниковых тундрах на опушках березовых, хвойных и смешанных редколесий и лесов на достаточно плодородных богатых дренированных почвах [1]. На севере европейской части страны это растение обычно произрастает в виде отдельных особей или десятков особей и крайне редко образует заросли [1]. На основании спорадичного распространения и малочисленности представленных популяций пион уклоняющийся получил статус охраняемого вида. В Красной книге Ненецкого автономного округа пион уклоняющийся как вид с сокращающейся численностью имеет статус 2 [1], а в последнем издании Красной книги Республики Коми ему присвоен статус 3 [4].

Популяция пиона уклоняющегося в окрестностях поселка Харягинский не указана ни в одной ботанической публикации и не упомянута в региональных Красных книгах, что крайне удивительно, поскольку это достаточно хорошо обследованный ботаниками район, где в течение многих лет проводится ежегодный экологический мониторинг. Цель данного сообщения дать краткое описание этой популяции пиона, которая на настоящий момент, вероятно, является крупнейшей на территории Большеземельской тундры.

Территория у пос. Харягинский расположена за пределами очерчиваемого ареала пиона уклоняющегося, хотя известно, что распространение этого растения на север идет по поймам рек [6]. Популяция пиона расположена на правом берегу реки Харьяха (Харьяга) в районе ее устья и на правом берегу р. Колва, после впадения в нее р. Харьяха (см. рисунок). Общая площадь популяции пиона уклоняющегося составляет примерно 0.35 км². Ядро популяции расположено в треугольнике между N67°09'20", E56°43'48" и N67°09'22", E56°44'06" и N67°09'16", E56°44'08".

Ширина р. Харьяха составляет около 20 м, а р. Колва – 140–150 м. В междуречье этих рек создается благоприятный микроклимат для произрастания пойменных кустарниковых и редколесных растительных сообществ. Большая часть территории подвергается ежегодному затоплению в половодье, и почвы здесь достаточно плодородные. Популяция пиона произрастает в двух типах растительных сообществ: пойменные ивняково-луговые сообщества и еловое редколесье. Встречаемость и обилие пиона в редколесье существенно ниже, поскольку этот вид светолюбивый. Под кронами елей встречаются обычно отдельные растения или редко группы

и цветения разнотравья в июле, пион становится слабо заметен. Состав разнотравья этого участка поймы типичный для зоны лесотундры и южной тундры (*Trollius europaeus*, *Veratrum lobelianum*, *Aconitum excelsum*, *Geranium albiflorum*, *Chamaenerion angustifolium*, *Thalictrum minus*, *Filipendula ulmaria*, *Viola sp.*, *Vicia sp.* и др.). Покрытие травного покрова в пойме достигает 100%. Выраженной особенностью является высокая степень синантропности растительности, что заметно по обилию иван-чая на многих участках пойменных луговин. Редколесье, пойменный комплекс и произрастающую там популяцию пиона пересекает на две части дорога, идущая от устья р. Харьяхи к ближайшему техногенному объекту, расположенному в 700 м от устья и в 400 м от ближайших куртин пиона. Значительная часть зарослей пиона на пойменном участке растет в окрестностях старой дороги, проходившей, вероятно, много лет назад вдоль р. Колва. Наиболее крупные куртины пиона имеют по 30–50 генеративных побегов. Несмотря на известную синхронность цветения, присущую данному виду, на момент последнего обследования (23 июня 2022 г.) примерно четверть генеративных побегов пиона уже отцвела. Всего популяция пиона уклоняющегося насчитывает не менее 500 генеративных побегов (более 100 цветоносов в пойме р. Харьяха – левее дороги, пересекающей редколесье, более 400 цветоносов в пойме р. Колва – правее дороги). Для пиона уклоняющегося характерна высокая представленность в популяции генеративных побегов, достигающая 60–70% [5]. На основании этого можно предполагать, что совокупное число побегов (особей) пиона харьяхинской популяции составляет около одной тысячи. Поэтому это крупнейшая популяция дикорастущего пиона уклоняющегося в Большеземельской тундре. Для выяснения точной структуры сообщества пиона необходимы специальные ценопопуляционные исследования.

Ближайшие из известных популяций пиона уклоняющегося расположены в 200 км севернее и восточнее пос. Харьягинский, поэтому интересным является вопрос о происхождении этой популяции. Река Харьяха одна из немногих наиболее крупных притоков р. Колва, но в устье других подобных рек и на других участках поймы р. Колва, пион пока не обнаружен. Известный геолог Г. А. Чернов, путешествуя в Большеземельской тундре, в 1939 г. проходил по р. Колва и сделал указание, что в устье р. Харьяха на высоком берегу стояла изба, в которой жили одинокие

женщины (мать и две дочери) на фоне окружающей ненаселенной глухой местности [7]. То есть еще сто лет назад растительность могла испытать изменение со стороны человека и могли быть привнесены чужеродные виды в эту экосистему. Полностью нельзя исключить преднамеренный завоз первыми жителями пиона на эту территорию. Хотя прорастание пиона из семян затруднено – в почве происходит через 1–2 года, а взрослые вегетативные растения плохо переносят пересаживание [8], тем не менее, как декоративное и культивируемое лекарственное растение пион использовался в прошлом веке в некоторых населенных пунктах европейского Севера, а в Западной Сибири – также и в качестве пищевого растения [9].

Распространение пиона в устье р. Харьяхи на достаточно широкой территории в разных растительных сообществах подтверждает, что это самовозпроизводящая популяция. Часть особей произрастает даже на первой пойменной террасе, подверженной наиболее интенсивному воздействию паводка. Тем не менее естественное семенное возобновление пиона на севере затруднено, так как семена не всегда успевают вызреть, и пион размножается в основном вегетативно [5]. Поэтому крайне важна охрана мест произрастания и самих локальных популяций растений, которые могут выступать источником заселения близлежащих территорий. Близость техногенных объектов и дорог, а также легкая доступность человека к харьяхинской популяции пиона, может создать угрозу для ее выживания в ближайшем будущем. Пион уклоняющийся – вид чувствительный к вытаптыванию, сенокосению, загрязнению и пожарам. Необходима разработка планов по охране, мониторингу и проведению специальных ценопопуляционных исследований, что позволит разработать рекомендации по сохранению вида на территории, отведенной под недропользование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиенко, В. Г. Пион уклоняющийся (*Paeonia anomala* L.) / В. Г. Сергиенко // Красная книга Ненецкого автономного округа. – Белгород : Константа, 2020. – С. 166–167.
2. Мартыненко, В. А. Род *Paeonia* L. Пион / В. А. Мартыненко // Флора северо-востока европейской части СССР. Том 3. – Ленинград : Наука, 1976. – С. 11–12.
3. Толмачев, А. И. Род *Paeonia* L. Пион / А. И. Толмачев // Арктическая фора СССР. Том 6. – Ленинград : Наука, 1971. – С. 123.

4. Полетаева, И. И. Пион уклоняющийся (*Paeonia anomala* L.) / И. И. Полетаева // Красная книга Республики Коми. – Сыктывкар, 2019. – С. 524–525.
5. Полетаева, И. И. Состояние популяций некоторых редких лекарственных растений в бассейне реки Кожим (Приполярный Урал) / И. И. Полетаева // Вестник Института Биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – № 4. – С. 10–15.
6. Выдрина, С. Н. Пион уклоняющийся, марьин корень – *Paeonia anomala* L. (*P. sibirica* Pall.) / С. Н. Выдрина // Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – Москва, 1976. – С. 176–177, 281.
7. Чернов, Г. А. Печорский край – судьба моя / Г. А. Чернов. – Москва : Научный мир, 2002. – 388 с.
8. Кротова, З. Е. Интродукция декоративных травянистых растений в условиях Крайнего Севера / З. Е. Кротова, О. А. Ярина. – Новосибирск : Наука, 1977. – 160 с.
9. Шипчинский, Н. В. Род Пион *Paeonia* / Н. В. Шипчинский // Флора СССР. Том 7. – Москва-Ленинград : АН СССР, 1937. – С. 24–35.

THE NEED TO CONSERVE THE LARGEST POPULATION OF *PAEONIA ANOMALA* L. IN THE BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA

A. E. Scopin

*Prof. B. M. Zhitkov Russian Research Institute of Game
Management and Fur Farming, Kirov*

The population of *Paeonia anomala* L. at the mouth of the Kharyakha river in the southern part of the Nenets Autonomous Okrug is described. This is the largest wild population of peony on the northern border of its range. There are about 1000 individuals of *Paeonia anomala* on an area of 0.35 km². The population of *Paeonia anomala* is located near man-made objects, so it is necessary to develop measures for its conservation.

*Keywords: Paeonia anomala, conservation, Bolshezemel-
skaya tundra*

Секция 5**ПОЧВЫ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ: ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ, ГЕНЕЗИС И ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ****МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЕ АВТОТРАССЫ ЯКУТС-ПОКРОВСК**

А. А. Алексеев, А. П. Чевычелов, А. Н. Горохов, Л. И. Кузнецова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

e-mail: alex3.fromru@gmail.com

Ключевые слова: мерзлотные почвы, объемная магнитная восприимчивость, техногенное загрязнение

Наши исследования по измерению объемной магнитной восприимчивости (ОМВ) мерзлотных почв проводились на территории Центральной Якутии, в окрестностях г. Якутск. Исследуемый полигон в форме прямоугольника размером 200×50 м располагался в придорожной полосе, с правой стороны автомобильной трассы Якутск-Покровск на 12 км от г. Якутск (рис. 1). Географические координаты данного полигона составляли: 61°56'19.6" N; 129°36'38.0" E – 61°56'20.8" N; 129°36'20.0" E – 61°56'23.1" N; 129°36'24.9" E – 61°56'21.9" N; 129°36'27.3" E. Вся площадь полигона была разбита на пикеты с шагом по горизонтали – 10 м, а по вертикали – 5 м. На каждом пикете площадью 10×5 м в 3х-кратной повторности определялось значение ОМВ поверхности почвы. Вся ровная поверхность полигона была представлена одним контуром мерзлотной лугово-черноземной почвы. Измерение ОМВ осуществлялось с помощью малогабаритного каппаметра КМ-7, который является усовершенствованной версией прибора КТ-6 чешского производителя SatisGeo. Прибор КМ-7 обладает высоким разрешением и превосходной точностью. Следовательно, по сути определялось ОМВ поверхностного гумусово-аккумулятивного гор. А. Согласно, нашим исследованиям, полученным на

основе анализа 6 педонов изучаемых мерзлотных лугово-черноземных почв данного региона гор. А обладает следующими физико-химическими характеристиками: pH_{H_2O} – 8.1 ± 0.2 ; гумус – $4.3 \pm 1.1\%$; сумма обменных оснований Ca^{+2} и Mg^{+2} – 25.4 ± 2.4 ммоль(экв)/100 г почвы; сумма солей – $0.236 \pm 0.076\%$; содержание ила (<0.001 мм) – $13.3 \pm 3.8\%$; содержание физической глины (<0.01 мм) – $26.4 \pm 2.1\%$ [1].

Таким образом, гор. А изучаемой почвы характеризовался слабощелочной реакцией среды, средним содержанием гумуса, насыщенным основаниями почвенно-поглощающим комплексом и среднесуглинистым гранулометрическим составом. Климат данного региона характеризуется как резко континентальный, криоаридный с холодной морозной зимой и жарким засушливым летом, при этом среднемесячная t июля составляет 18.7 °С, января – (-43.2 °С), среднегодовая – (-10.3 °С) среднегодовое количество осадков – 234 мм, а коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову – 0.3, коэффициент континентальности – 302. Многолетняя мерзлота распространена повсеместно, а глубина сезонного протаивания составляет около 1.5 м.



Рис. 1. Фрагмент космического снимка участка (выделен красным цветом) в полосе автомобильной трассы Якутск-Покровск.

Основной целью данного исследования являлась оценка степени аэротехногенного загрязнения мерзлотной лугово-черноземной почвы тяжелыми металлами (ТМ) в 50-метровой полосе данной автотрассы посредством определения ОМВ этой почвы.

В последнее время у нас в стране [2–4] и за рубежом [5, 6] для экспрессной оценки степени техногенного загрязнения почв ТМ, а также для целей почвенно-геохимического и почвенно-экологического картирования используется интегральный показатель ОМВ. В мерзлотной области Центральной Якутии подобные работы были начаты только в последнее время [7], а ранее вообще не проводились.

Вариационно-статистический анализ полученных данных показывает, что в пределах площади данного полигона значения ОМВ ($n=220$) почвы изменяются в широких пределах $60-262 \times 10^{-5}$ ед. Си, то есть максимально в 4.4 раза, а среднее значение ОМВ составляет 159.9 или 160×10^{-5} ед. Си. Общая вариабельность изменения величин ОМВ в целом незначительная, равная 12–27%, при этом максимальная изменчивость данного показателя ($V=27\%$) отмечается непосредственно вблизи от трассы, а также на расстоянии 50 м ($V=24\%$) от данной автомобильной магистрали (см. таблицу).

Таблица

Вариационно-статистические показатели изменения ОМВ ($n=20$) на различном расстоянии от автомобильной трассы Якутск-Покровск

L, м	lim	x	S	Sx	V, %
0	60-142	88.0	24.2	5.4	27
5	91-168	120.2	20.7	4.6	17
10	95-186	135.1	22.2	5.0	16
15	109-181	148.6	22.9	5.1	15
20	109-218	164.9	29.3	6.5	18
25	113-220	182.6	32.4	7.2	18
30	133-262	200.0	31.7	7.1	16
35	174-255	201.9	24.5	5.5	12
40	134-241	195.3	41.1	9.2	21
45	121-198	162.8	20.6	4.6	13
50	96-217	159.3	38.4	8.6	24

Примечание. n – объем выборки; L – расстояние от трассы, м; lim – пределы изменения величины; x – среднее значение; S – стандартное отклонение; Sx – ошибка среднего; V – коэффициент вариации.

Если рассматривать график изменения средних значений ОМВ данной почвы в зависимости от расстояния от трассы, то

можно заметить, что минимальное значение равно 88×10^{-5} ед. Си отмечается в самом начале профиля, а максимальное, составляющее 201.9×10^{-5} ед. Си, фиксировалось на расстоянии 35 м от автомобильной дороги (табл. 1, рис. 2). В этом отношении наши данные совпадают с таковыми исследователей из Ганы, которые также отмечали максимальное среднее значение ОМВ почв, составляющее 159.2×10^{-5} ед. Си на расстоянии 35 м от автотрассы [5].

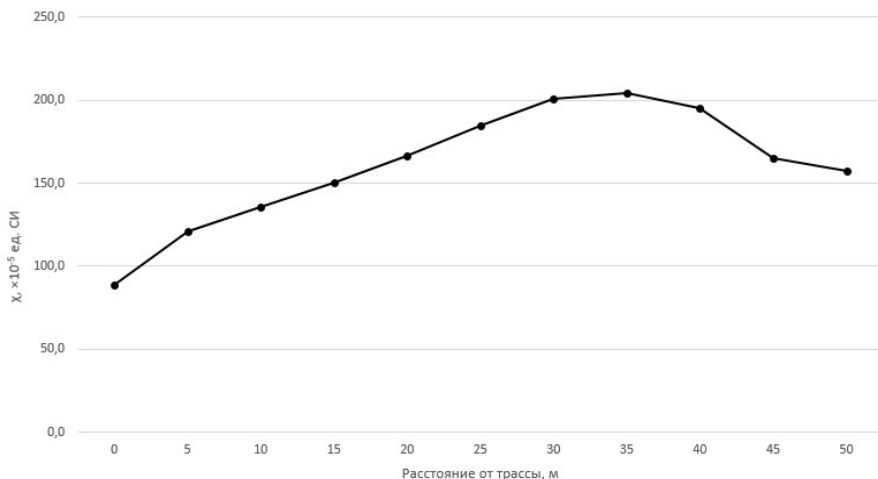


Рис. 2. Средние значения ОМВ ($n=20$) на различном расстоянии от автомобильной трассы Якутек-Покровск.

Пространственное распределение значений ОМВ исследуемой мерзлотной лугово-черноземной почвы отражено на рисунке 3. Видно, что значения ОМВ почвы по площади полигона, составляющей 5000 м^2 распределены мозаично, при этом наибольшие значения ОМВ (выше 200×10^{-5} ед. Си) расположены в северо-западной части полигона. Если разбить весь массив значений ОМВ на 8 интервалов (классов) с шагом 20×10^{-5} ед. Си, а всю площадь полигона принять за 100%, то распределение значений ОМВ по всей площади полигона будет следующим: <100 – 0.9%; $100-120$ – 2.6%; $120-140$ – 7.5%; $140-160$ – 37.2%; $160-180$ – 24.3%; $180-200$ – 17.3%; $200-220$ – 9.5%; $>220 \times 10^{-5}$ ед. Си – 0.7%. При этом на область значений ОМВ, составляющую $140-200 \times 10^{-5}$ ед. Си приходится 78.8 или почти 80%, а на модальный интервал, рав-

ный $140-160 \times 10^{-5}$ ед. Си – 37.2 или 37% от общей площади полигона (рис. 3).

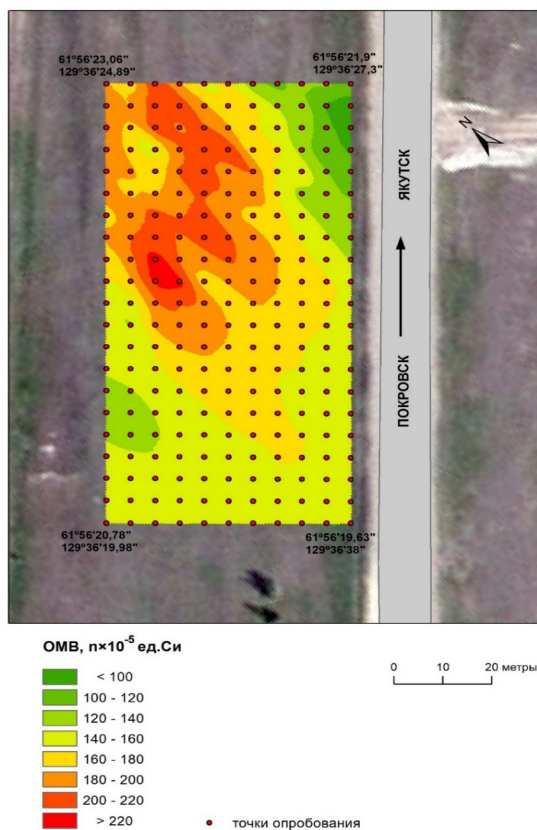


Рис. 3. Значения ОМВ на обследованном участке в полосе автомобильной трассы Якутск-Покровск.

Для оценки степени техногенного загрязнения почвогрунтов посредством определения их ОМВ в своё время было предложено отношение $\chi_{\text{изм}}/\chi_{\text{фон}}$, где $\chi_{\text{изм}}$ – измеренное значение ОМВ, а $\chi_{\text{фон}}$ – фоновая величина. При этом, если данное отношение составляет 1.2–1.3, то загрязнение характеризуется как умеренное, а если

в пределах 1.8–2.0 – то уже как сильное [8]. Если в нашем случае за уровень фоновой величины ОМВ почвы принять значение 80×10^{-5} ед. Си, то около 90% (89.0%) площади полигона попадает в градацию сильного и только 3% (3.5%) – в градацию умеренного техногенного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чевычелов А. П. Вариационно-статистические показатели свойств и состава мерзлотных лугово-черноземных почв Центральной Якутии // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: материалы IV Всероссийской конференции, 15–18 июня 2021 г., Улан-Удэ / А. П. Чевычелов, О. Г. Захарова, Л. И. Кузнецова. – Улан-Удэ, 2021. – С. 518–520.
2. Водяницкий, Ю. Н. Загрязнённость тяжелыми металлами и металлоидами почв г. Пермь / Ю. Н. Водяницкий, А. А. Васильев, Е. С. Лобанова // Агрехимия. – 2009. – № 4. – С. 60–68.
3. Водяницкий, Ю. Н. Магнитная восприимчивость как индикатор загрязнений тяжелыми металлами городских почв (обзор литературы) / Ю. Н. Водяницкий, С. А. Шоба // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 13–20.
4. Гладышева, М. А. Выявление ареолов техногенного-загрязнённых почв Москвы по их магнитной восприимчивости / М. А. Гладышева, А. В. Иванов, М. Н. Строганова // Почвоведение. – 2007. – № 2. – С. 235–242.
5. Brempong, F. The use of magnetic susceptibility measurements to determine pollution of agricultural soils in road proximity / F. Brempong, Q. Mariam, K. Preko // African Journal of Environmental Science and Technology. – 2016. – Vol. 10, N 9. – P. 263–271.
6. Magnetic susceptibility and heavy metal contamination in agricultural soil Tadla plain / M. Baghdadi [et al.] // J. Mamer. Environ. Sci. – 2011. – Vol. 2. – P. 513–519.
7. Чевычелов, А. П. Использование показателя магнитной восприимчивости почв для оценки экологического состояния почвогрунтов г. Якутска / А. П. Чевычелов, А. А. Алексеев, Л. И. Кузнецова // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2021. – Т. 26, № 1. – С. 78–92.
8. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере Балаковского полигона Саратовской области) / П. Д. Павлов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 2. – С. 21–25.

**MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF PERMAFROST
MEADOW-CHERNOZEM SOILS IN THE ROADSIDE
LANE OF THE YAKUTS-POKROVSK HIGHWAY**

**A. Alekseev, A. P. Chevychelov, A. N. Gorokhov,
L. I. Kuznetsova**

*Institute of Biological Problems of Cryolithozone
SB RAS, Yakutsk*

For the first time, the volumetric magnetic susceptibility (VMS) of permafrost meadow-chernozem soil was studied at a 5000 m² landfill located in the lane of the Yakutsk-Pokrovsk highway, on the territory of Central Yakutia. The values of the VMS at the polygon changed significantly, while the minimum value of this indicator was 60, the maximum was 262, the average was 160×10^{-5} Si units. The distribution of VMS values on the polygon area is mosaic in nature. At the same time, for the VMS value range of $140-200 \times 10^{-5}$ units. Si accounts for almost 80%, and the modal interval is equal to $140-160 \times 10^{-5}$ units. Si – 37% of the total area of the landfill. If the value of 80×10^{-5} units is taken as the level of the background value of the soil VMS. Si, then about 90% of the landfill area falls into the gradation of severe technogenic pollution with heavy metals.

Keywords: permafrost soil, volumetric magnetic susceptibility, technogenic pollution

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОТАИВАНИЯ ПОЧВ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОЦЕССА ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Б.-М. Н. Гончиков, А. И. Куликов, А. Ц. Мангатаев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт общей и экспериментальной биологии
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Улан-Удэ
e-mail: batomunk74@mail.ru

Ключевые слова: глобальные изменения, потепление климата, климатический тренд, многолетняя мерзлота, сезонноталый слой

На основе современных природных и природно-антропогенных катастроф лежит потепление климата. Аномалия средней температуры воздуха Северного полушария Земли за 2020 г. составила $+1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (с точностью до $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Среднегодовая температура стала рекордно высоким значением за всю историю регулярных метеонаблюдений на планете, т.е. с 1891 г. Предыдущее рекордное достижение, установленное в 2016 г., превышено на $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая температура воздуха Северного полушария ежегодно начиная с 1986 г. больше нормы. В XXI веке она каждый год превышает норму более чем на $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а с 2015 г. – на $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более, за исключением 2018 г., когда она равнялась $+0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Все 20 лет XXI столетия входят в число 20 самых жарких лет в истории регулярных метеонаблюдений на планете.

В 2020 г. крупные положительные аномалии среднегодовой температуры воздуха (более $+3...+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более) сформировались на территории России. Более $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ они на большей части Европы и Ближнего Востока, а также частично в Северной Африке и Китае. В России, Европе и Китае среднегодовая температура воздуха впервые достигла или повторила максимум.

В отличие от предшествующих 2018 и 2019 гг., в которых ни в один месяц средняя температура воздуха по полушарию не достигала максимума, в 2020 г это произошло четырежды: январь, май, август и ноябрь. Экстремально жарким стало лето [1].

В России суммы атмосферных осадков за год в основном составили норму. Больше нее их накопилось за год на севере европейской территории и в отдельных районах Приморья и юга Сибири, а дефицит на севере Дальнего Востока [2].

Из инструментальных наблюдений сети Всемирной метеорологической организации следует, что тренд изменения средней годовой температуры воздуха имеет разную величину, но повсеместно от Заполярья, тайги, сухих степей, высокогорий, тропиков до внутриконтинентальной Антарктиды и сухих долин Антарктики, везде его знак один, и он указывает на потепление.

В последние десятилетия в Забайкалье потепление происходит активнее, чем в среднем по России и северному полушарию [8]. Аналогичные изменения на протяжении XX и начала XXI столетия наблюдаются в Западном Забайкалье. Анализируя наши данные и данные метеостанций по среднегодовой температуре воздуха на разных типах мерзлоты с 1940 по 2020 гг., получены уравнения линейного тренда на ключевых полигонах (рис. 1):

$$Y = 0.00079X - 0.6 \text{ (Хурумша, метеостанция Иволгинск).}$$

$$Y = 0.00094X - 1.8 \text{ (Кижинга).}$$

$$Y = 0.0038X - 4.2 \text{ (Еравна, метеостанция Сосново-Озерское).}$$

$$Y = 0.0056X - 6.6 \text{ (Багдарин).}$$

Линия тренда на четырех полигонах, четко отражает устойчивое повышение среднегодовых значений температур. На южной границе криолитозоны Западного Забайкалья рост температуры воздуха за 81 лет составило в северных областях на полигонах Багдарин ($0.056 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$) и составила $0.05 \text{ }^\circ\text{C}$, в Еравне ($0.038 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$) и составила $0.04 \text{ }^\circ\text{C}$, на южных полигонах рост температуры незначительный в Кижинге ($0.0094 \text{ }^\circ\text{C} / 10 \text{ лет}$) и Хурумше ($0.0079 \text{ }^\circ\text{C} / 10 \text{ лет}$). Факт перехода среднегодовой температуры воздуха выше предела $0 \text{ }^\circ\text{C}$ отмечается на полигоне Хурумша с 1990 года. Это радикальным образом изменяет термодинамические условия в регионе.

Исходя из концепции солнечно-земных связей Чижевского, формирования климатической системы при управляющем воздействии солнечной активности рассмотрим временной характер изменения уровня солнечной активности.

Солнечная активность имеет четко выраженную цикличность с периодом примерно в 11 лет (рис. 2), хотя существуют и циклы других порядков, о чем неоднократно упоминается в литературе

[3, 9, 10]. Линия тренда отражает увеличение активности Солнца в течении более чем 81 год, и это увеличение, скорее всего, является фазой солнечного цикла с периодичностью большей, чем это входит в рамки нашего исследования.

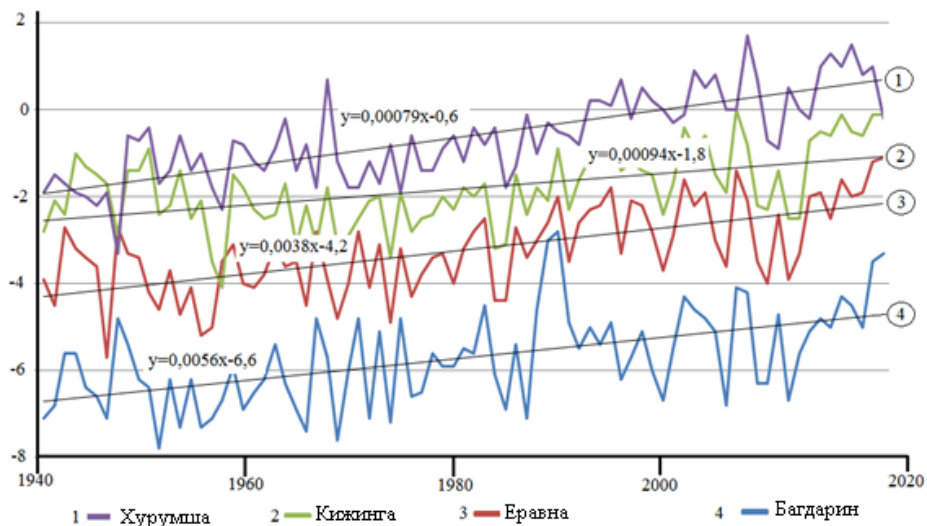


Рис. 1. Многолетняя динамика и тренды среднегодовой температуры воздуха на южной границе криолитозоны Западного Забайкалья.

Для выявления главных закономерностей цикличности климата проводилась процедура предварительной фильтрации шумовой (короткопериодной флуктуационной) составляющей. По динамике сглаженной среднегодовой температуры воздуха видно, что до начала 50-х годов XX столетия прослеживается достаточно четкая синхронная связь с динамикой чисел Вольфа. Максимумы обеих кривых примерно совпадают. Сбой климатической системы наблюдается с середины 50-х годов, когда кривые изменяются в противофазе. В этой связи примечательна инверсия знака коэффициента корреляции (r) между средней годовой температурой воздуха и числами Вольфа, указывающая на такие метаморфозы. Так, на отрезке согласованного хода $r=0.36$, а при противофазной динамике он становится слабо отрицательным $r=-0.08$.

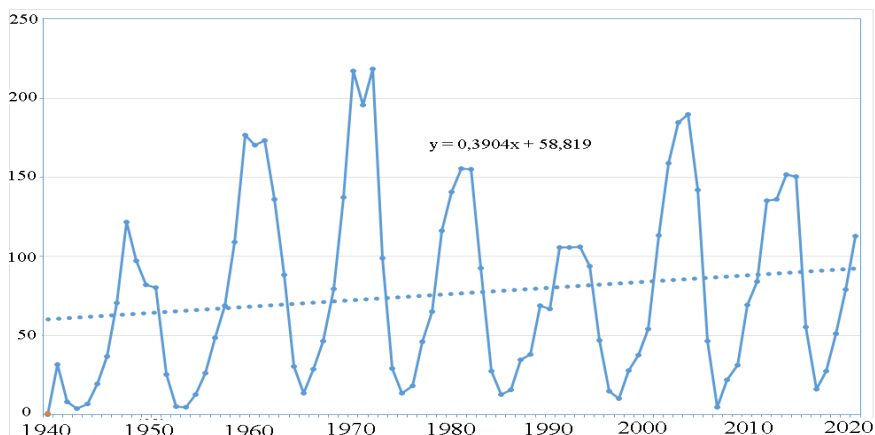


Рис. 2. Многолетняя динамики солнечной активности и линия тренда.

Уравнение линии тренда имеет вид (рис. 2): $Y=0.3904X+58.819$; где Y – числа Вольфа, X – годы.

Из линии тренда следует, что за 81 год число Вольфа выросло на 32 единицы, скорость роста согласно, коэффициенту регрессии равняется $3.9^{-1}/10$ лет.

Объективное представление о вековом и внутривековых изменениях мощности сезонноталого слоя (СТС) почвы можно получить, используя данные начала XX в., приведенные в монографии А.В. Вознесенского и В.Б. Шостаковича «Основные данные для изучения климата Восточной Сибири» [4]. Эти авторы сообщают, что по Забайкальской области имеется 176 пунктов, по которым имеются сведения о мерзлоте. Для одного из пунктов Еравнинской котловины (с. Укыр) приводятся данные инженера г-на Е. Кабанова, полученные 28 августа 1909 г. В 1981 г. эти геосистемы в окрестностях с. Укыр были идентифицированы и в них буровым методом определена глубина протаивания почв. Повторные исследования проведены в 2008 и в 2020 гг.

Что касается дат, то заметим, что русская метеорология перешла на григорианский календарь (новый стиль) еще в XIX в., а в быту новый стиль принят с 1918 г., поэтому даты, приведенные г. Е. Кабановым, видимо, являются метеорологическими, т.е. соответствующими современным, поэтому они не требуют поправок.

Сравнительный анализ показывает, что пространственное поле вековой и внутривековых изменений мощности СТС в Еравнинской котловине, входящей в южную полосу перехода сплошной вечной мерзлоты к прерывистой и островной, достаточно неоднородно [4]. За период 1909–1981 гг. наибольшие изменения в глубине протаивания почв произошли в открытых экосистемах. Так, на открытых сухих пространствах на черноземах глинисто-иллювиальных квазиглеевых мерзлотных 1981 году почва стала протаивать на 81 см больше, чем в 1909 году тренд составил 1.13 см/год, а за последующие 27 лет с 1981 по 2008 год мощность СТС увеличилась еще на 80 см и тренд составил 2.96 см/год. За последующие 12 лет с 2008 по 2020 году почва стала протаивать еще на 35 см и в настоящее время равняется 320 см, т.е. почти достигает максимальной величины, характерной для фоновых черноземов глинисто-иллювиальных квазиглеевых мерзлотных степных экосистем Еравнинской котловины. В открытых экосистемах наблюдается наибольший тренд изменения мощности СТС за последние 39 лет с 1981 по 2020 год тренд составил 2.95 см/год. Небольшие тренды изменения характерны в закрытых лесных экосистемах на буроземах грубогумусовых мерзлотных почвах пологих склонов и плоских водоразделов под лиственничным лесом глубина протаивания с 1981 по 2008 год составила 10 см и тренд составил 0.37 см/год. На черноземах глинисто-иллювиальных квазиглеевых мерзлотных приращение мощности СТС весьма незначительно (до трех см) и находится в пределах ошибки измерения или в пределах ежегодных колебаний глубины протаивания. Кроме того, нельзя исключать и тот факт, что в 2008 г. криолитологические измерения проводились, хоть и немногим, но раньше срока максимальной глубины протаивания, который наступает в период перехода температуры воздуха через 0 °С.

В тех экосистемах, где к факторам почвенного климатообразования относится затрудненный дренаж, постоянно высокое увлажнение и экранированность деятельной поверхности древесно-кустарниковой и, естественной травянистой растительностью и особенно органоменными напочвенными покровами, тепловое равновесие почвогрунта устойчиво и глубина протаивания стабилизирована. При усугублении увлажнения и криогидроморфизма происходит ужесточение мерзлотно-тепловых условий и проградация вечной мерзлоты. Это находится в соответствии с общей эволюцией тренда потепления климата в северном полушарии за последние 39 лет.

Например, в дождливые годы существенно улучшаются условия конвективного теплопереноса и глубина протаивания увеличивается почти на 10% [6]. Вследствие холеричности и дальнейшего повышения неустойчивости условий при потеплении, аридизации и опустынивании толщина переходного слоя возрастает, что является одним из механизмов саморегуляции и самоподдержания мерзлотных обстановок в криолитозоне. Для определения мощности теплофизического феномена «переходный слой» нами принят такой формальный показатель как среднеквадратическое отклонение [7].

Деградация многолетнемерзлой толщи в островной криолитозоне происходит преимущественно за счет оттаивания снизу за счет резервов внутреннего тепла. Этому способствует ослабление поступающих из атмосферы «импульсов холода». В зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты, содержащей в своей толще значительной величины «запасы холода», при современном потеплении деградация криолитосферы происходит сверху. Это проявляется в отступлении от дневной поверхности верхней границы многолетнемерзлой толщи, т.е. происходит увеличение мощности деятельного слоя, т.е. СТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирман Б.А. Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли / Б. А. Бирман. – ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ 2020. – 68 с.
2. Бирман, Б. А. Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли : Аналитический обзор / Б. А. Бирман, Т. В. Бережная, А. Д. Голубев. – ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ 2019. – 64 с. // <http://www.meteoinfo.ru>
3. Витинский, Ю. И. Цикличность и прогнозы солнечной активности Ю. И. Витинский. – Ленинград : Наука, 1973. – 265 с.
4. Вознесенский, А. В. Основные данные для изучения климата Восточной Сибири / А. В. Вознесенский, В. Б. Шостакович. – Иркутск, 1913. – 218 с.
5. Куликов, А. И. Утилизирующая емкость почв // Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал / А. И. Куликов, М. А. Куликов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2008. – С. 155–160.
6. Парагенезис и парадинамизм почв / А. И. Куликов [и др.]. – Улан-Удэ, 2005. – 312 с.

7. Куликов, А. И. Мерзлотные почвы: экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности / А. И. Куликов, В. И. Дугаров, В. М. Корсунов. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 1997. – 312 с.

8. Куликов, А. И. О глобальном изменении климата и его экосистемных следствиях / А. И. Куликов, Л. Л. Убугунов, А. Ц. Мангатаев // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20, № 3 (60). – С. 5–13.

9. Миланкович, М. Математическая климатология и астрономическая теория колебания климата / М. Миланкович. – Москва ; Ленинград : ГОНТИ РТТЛ, 1939. – 208 с.

10. Чижевский, А. Л. В ритме Солнца / А. Л. Чижевский, Ю. Г. Шишина. – Москва : Наука, 1969. – 112 с.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF SOIL
THAWING DEPTH AT THE SOUTHERN BORDER
OF THE PERMAFROST AREAS UNDER THE
INFLUENCE OF THE PROCESS OF GLOBAL
WARMING IN WESTERN TRANSBAIKALIA**

B-M. N. Gonchikov, A. I. Kulikov, A. Ts. Mangataev

*Institute of General and Experimental Biology of the
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Ulan-Ude*

The most noticeable warming of the climate in the territory of Western Transbaikalia occurs in the last 35–40 years, which resulted in an increase in air temperature by 1.5–3.0 °C and led to the transition of the average annual air temperature in a number of points through the boundary threshold of 0 °C. The thickness of the seasonally thawed layer increases by 170–196 cm compared to 1909; however, there are ecosystems where the permafrost-thermal conditions become more severe.

Keywords: global changes, climate warming, climate trend, permafrost, seasonally thawed layer

ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ СУБАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ

П. П. Данилов, К. А. Степанов

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
им. проф. Д. Д. Саввинова Северо-Восточного Федерального Университета,
г. Якутск

e-mail: *DanPP@mail.ru*

Ключевые слова: лесотундра, северо-запад Якутии, геолого-разведочные работы, техногенное воздействие, антропогенно-преобразованные почвы

В рамках комплексных экологических исследований были проведены почвенные мониторинговые наблюдения лицензионных участков в пределах лесотундровой равнинной почвенной провинции северо-западной Якутии. Исследуемый район находится на границе северотаежной и тундрово-лесной подзоны [1]. Здесь естественные мерзлотные почвы отражают общие закономерности формирования почвенного покрова Северной Якутии и входят в состав Восточно-Сибирской мерзлотно-северотаежной области бореального (умеренно холодного) пояса почв России. По литературным данным, на лесотундровой равнинной почвенной провинции доминирующе распространены таежные глеевые торфянисто-перегнойные в сочетании с тундровыми глеевыми торфянисто-перегнойными, почвами пятен и мерзлотных трещин [2].

Согласно региональной классификации мерзлотных почв Якутии на водораздельных пространствах доминирующе распространены криоземы гомогенные глеевые в комплексе с криоземами тиксотропными [3]. Эти почвы занимают очень пологие склоны с уклоном $\sim 2-3^\circ$. На пологих склонах с уклоном $\sim 3-5^\circ$ они постепенно сменяются на криоземы гомогенные неоглеенные.

В почвенном покрове исследованной территории выявлены участки с техногенно-трансформированным почвенным покровом в результате прямого воздействия, к которым относятся площадки с нарушенным или полностью уничтоженным почвенно-растительным покровом, а также с иными механическими нарушениями верхних генетических горизонтов почв (поверхности), вызывающими значительные изменения рельефа, гидрологических условий и т.п. Это, прежде всего, площадки скважин, территория нефтебазы, вахтового поселка, кернохранилища, вертолетной площадки и

др. Кроме прямого воздействия на почвенный покров, параллельно наблюдается косвенное, к которому относятся различные загрязнения почвенного покрова - механические, физические и химические.

По характеру воздействия участки с нарушенными или преобразованными почвами можно разделить на площадные, линейные и локальные (точечные). К разряду площадных нарушений почвенного покрова в данном случае относятся территории близко расположенных площадок скважин, нефтебазы, вахтового поселка и т.п. Автодороги и просеки относятся к линейному типу воздействия. Локальные или точечные воздействия – это, как правило, отдельно находящиеся единичные различные скважины, мелкие полигоны и т.п.

По предварительным данным нарушенные земли, где уничтожен естественный почвенный покров и сформированы техногенные поверхностные образования, занимают около 1% от общей площади лицензионного участка. Преобразованные почвы занимают около 5% территории лицензионного участка, за исключением слабо трансформированных хемозёмов (рис. 1).



Рис. 1. Структура почвенного покрова лицензионного участка.

В районе исследования антропогенно-преобразованные почвы встречаются в основном на прилегающих к промышленным объ-

ектам территориях (близ площадок скважин, полигонов и т.д.) с преобладанием относительно пониженных форм рельефа. Последнее, как известно, связано с водными и ветровыми потоками.

К такого рода образованиям относятся [4]:

- аквазёмы – почвы, трансформированные под воздействием длительного затопления;
- химически преобразованные – почвы, профиль которых трансформирован под воздействием техногенной химической агрессии;
- хемозёмы – почвы, испытывающие сильное техногенное химическое загрязнение.

Анализ соотношения площадей распространения антропогенно-преобразованных почв и техногенных поверхностных образований выявил, что основное изменение в структуре почвенного покрова в период ГРР произошло от линейного воздействия – автодороги, просеки и т.п. (рис. 2).



Рис. 2. Соотношение площадей распространения антропогенно-преобразованных почв и техногенных поверхностных образований.

Обобщая полученные сведения по степени трансформации почв, мы пришли к выводу, что эти территории характеризуются

наличием в структуре почвенного покрова сильно-, средне- и слабо преобразованные категории почвенных разностей.

К сильно преобразованной категории отнесены площадки, где уничтожен естественный почвенный покров или/и снят или погребен верхний органогенный или/и другие ниже лежащие горизонты почв. К таким зонам относятся территории, попавшие под прямое воздействие с изменением природного ландшафта, например, территория нефтебазы, густо находящихся площадок буровых скважин и др. К сильно преобразованной категории также отнесены участки, где в результате механического линейного нарушения почвенно-растительного покрова, наблюдается развитие термоэрозионных процессов. Эти участки зафиксированы в центральной части лицензионной площади.

К средне преобразованной категории отнесены площадки с частичным изменением (преобразованием) естественных мерзлотных почв, т.е. где наблюдается химическое (сильное засоление антропогенного (техногенного) происхождения и др.), физическое (чрезмерное обводнение почвенного профиля и др.) и механическое (химически и физически инертным мусором и др.) загрязнения. В результате загрязнений в почвенном профиле проявляется морфологические трансформации границ горизонтов, перемешивание почвенного материала, новообразования и т.п. Средне преобразованная категория – это территория вахтового поселка, просеки, дороги, участки земель, прилегающие к скважинам и другие территории, где впоследствии произошло изменение водного режима почв и трансформация морфологических свойств.

К слабо преобразованной категории относятся площади, подвергшиеся опосредованному слабому загрязнению и/или частичным нарушением растительного покрова. Это в основном прилегающие к промышленным объектам территории. Определение ареалов их распространения требует более детальных эколого-почвенных исследований.

В целом, почвы преобразованных естественных ландшафтов исследуемой территории, в настоящее время идентифицируются только на уровне отделов и более подробная их систематика и диагностика требует дальнейших специальных проработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. – Москва : ГУГК при СМ, 1989. – 115 с.
2. Еловская, Л. Г. Почвы Северной Якутии / Л. Г. Еловская, Е. И. Петрова, Л. В. Тетерина. – Новосибирск : Наука, 1979. – 303 с.
3. Еловская, Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л. Г. Еловская // АН СССР. Сиб. Отд. Якут. филиал СО АН СССР, 1987. – 172 с.
4. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

**TRANSFORMED SOILS OF THE SUBARCTIC
TERRITORIES OF NORTH-WESTERN YAKUTIA****P. P. Danilov, K. A. Stepanov***Research Institute of Applied Ecology of the North.
prof. D.D. Savvinova NEFU, Yakutsk*

The results of the conducted soil studies of the licensed areas of the Tomtorskoye field in the north-west of Yakutia are summarized. Anthropogenically transformed soils, technogenic surface formations have been identified and their distribution areas within the boundaries of licensed areas have been determined. As a result, the degree of transformation of the study area is given.

Keywords: forest tundra, north-west of Yakutia, technogenic impact, geological exploration, anthropogenic-transformed soils

К ОЦЕНКЕ ФОСФАТНОГО СОСТОЯНИЯ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

О. Г. Захарова, А. П. Чевычелов

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск

e-mail: olya.choma@mail.ru

Ключевые слова: криолитозона, мерзлотные почвы, свойства, фосфаты

Цель статьи – оценка фосфатного состояния основных типов мерзлотных лесных и лугово-степных почв Центральной Якутии в зависимости от их географо-генетических особенностей, а также от литолого-геохимических и ландшафтно-климатических условий данной территории. Объектами исследования являлись основные типы мерзлотных лесных и лугово-степных почв Центральной Якутии. При выполнении данных работ использовались общепринятые почвенные методы [1, 2]. Содержание общего фосфора Р в почвах определялось в процессе изучения их валового состава [3], минеральные формы фосфора по Чанга-Джексону выделялись согласно методике [4]. Полученные данные обрабатывались методами вариационно-статистического анализа [5].

Лесные почвы Центральной Якутии характеризуются кислой и слабокислой реакцией среды верхних почвенных горизонтов, а также нейтральной и слабощелочной нижних, незначительным и резко убывающим профильным содержанием гумуса, насыщенным обменными основаниями Ca^{2+} и Mg^{2+} почвенно-поглощающим комплексом (ППК). В ППК данных почв также одновременно присутствуют в составе катионов Na^+ и H^+ , а их профиль дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу по содержанию мелкодисперсных фракций почвенного мелкозема, то есть ила и физической глины. В данных почвах также отмечается в основном отсутствие подвижных карбонатов (CaCO_3 и MgCO_3), в связи с формированием в них мерзлотного периодически промывного водного режима. Мерзлотные лугово-степные почвы изучаемого региона, характеризуются слабокисло-нейтральной реакцией верхних почвенных горизонтов и слабощелочной и щелочной нижних, насыщенностью их ППК поглощенными основаниями Ca^{2+} и Mg^{2+} при существенном содержании катиона Na^+ и отсутствии обменного H^+ . Содержание гумуса в гумусово-аккумулятивных горизонтах данных почв среднее, и не так резко уменьшается с глубиной. Профильное распределение гумуса, а также частиц глины и ила, как правило, носит аккумулятивный характер.

Таблица 1

**Содержание валового фосфора в мерзлотных почвах
Центральной Якутии, мг/кг**

Тип почвы	Горизонт	n	lim	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	V, %
Подзолистые	A0(A0A1)	5	103–286	204±29	32
	A2	5	87–176	122±16	30
	Bf	5	149–352	244±38	35
	BC	5	44–286	162±42	57
	C	5	44–220	144±29	45
	Среднее*			174±34	
Палево-бурые	A0(A0A1)	5	304–510	399±37	20
	A1(A1A2)	5	194–418	272±40	33
	B	5	152–366	259±42	36
	BC	5	87–261	183±33	40
	C	5	65–240	161±35	49
	Среднее*			214±37	
Палевые	A1(A1A2)	7	198–486	374±44	31
	A2	3	264–392	336±25	19
	B	7	154–418	338±38	30
	Bca	7	242–653	401±49	32
	BC	7	131–457	320±42	34
	C	7	88–632	323±63	52
	Среднее*			344±47	
Черноземы обыкновенные	A(Aa)	5	422–520	482±18	8
	AB	5	418–517	471±18	9
	Bca	5	286–460	379±28	16
	BC	5	264–372	320±22	16
	C	5	188–355	273±29	29
	Среднее*			358±24	
Лугово-черноземные	A(Aa)	8	409–638	500±33	19
	AB	8	308–484	392±19	14
	Bca	8	284–396	351±14	11
	BC	8	264–462	358±23	18
	C	8	242–460	335±27	23
	Среднее*			376±24	
Черноземно-луговые	A(Aa)	5	151–770	589±113	43
	AB	5	110–506	405±74	41
	Bca	5	127–374	285±43	34
	BCg	5	104–264	201±27	30
	C	5	104–220	175±19	25
	Среднее*			302±49	

Примечание. n – объем выборки, lim – пределы изменения содержаний,
 $\bar{X} \pm S\bar{x}$ – среднее и его ошибка, V – коэффициент вариации.

*Приведено средневзвешенное содержание для почвенного профиля.

В целом мерзлотные лугово-степные почвы содержат в среднем больше валового Р, чем лесные почвы (табл. 1). По средневзвешенному содержанию данного элемента изучаемые типы мерзлотных почв образуют следующий убывающий ряд: лугово-черноземные > черноземы > палевые > черноземно-луговые > палево-бурые > подзолистые. Причем, если в почвах первых трех типов отмечается незначительное снижение общего количества Р, то в последних трех типах почв фиксируется почти двухкратное снижение валового Р. Поэтому необходимо отметить относительную обогащенность валовым Р мерзлотных палевых почв, формирующихся главным образом на лессовидных карбонатных суглинках, по сравнению с другими типами лесных почв данного региона, развивающимися преимущественно на сильновыветрелых легких почвообразующих породах древней аллювиальной равнины плейстоценового возраста.

Содержание рыхлосвязанных фосфатов в изучаемых почвах (табл. 2, 3) в верхних почвенных горизонтах (А, В), как правило, не превышает 10% от общей суммы минеральных фосфатов. Лишь в нижних горизонтах мерзлотных лесных почв общее относительное количество фосфатов данной фракции увеличивается до 13.6–24.5%, причем максимальное их содержание отмечается в подзоле и палево-бурой оподзоленной почве (табл. 2). Следовательно, в мерзлотных лесных почвах данного региона в условиях периодически промывного водного режима, происходит вынос и относительное накопление рыхлосвязанных фосфатов в нижних надмерзлотных почвенных горизонтах. При этом данное явление не обнаруживается в мерзлотных лугово-степных почвах в связи с формированием в них криогенно-выпотного водного режима. Общее количество фосфатов полуторных окислов в исследуемых почвах изменяется значительно, причем в составе последних почти во всех почвах, за исключением гор. Vca и VCSa аллювиальной темногумусовой почвы (табл. 3, разр. 5ЧТ-04) Fe-P относительно преобладали над фосфатами Al (табл. 2, 3). Общее количество Al-P изменялось от 0.5 до 45.5 мг $P_2O_5/100$ г почвы или относительно – от 1.2 до 26.3%. Сумма фосфатов данной фракции в лесных мерзлотных почвах, так же как и в лугово-степных, составляла соответственно 0.7–44.6 мг $P_2O_5/100$ г почвы и 0.5–45.5 мг $P_2O_5/100$ г почвы. Можно утверждать, что с ростом увлажненности лесных почв по сравнению с лугово-степными, в данных мерзлотных почвах также относительно возрастает доля Al-P с 24.1–26.3% до 24.9–42.9%. При этом максимальное абсолютное содержание Al-P, равное 45.5 мг $P_2O_5/100$ г почвы, отмечается в гумусово-аккумулятивном горизонте мерзлотного чернозема (табл. 3, разр. 2ЧТ-03).

Во всех типах мерзлотных почв исследуемого региона выявлено высокое абсолютное и относительное очень вариабельное количество Fe-P, которое составляет в лесных почвах соответственно 2.5–152.5 мг P₂O₅/100 г почвы или 9.7–92.6% (табл. 2).

Таблица 2
Формы минеральных фосфатов в мерзлотных лесных почвах
Центральной Якутии, мг P₂O₅/100 г почвы

Горизонт	Глубина, см	Формы минеральных фосфатов						Сумма
		Рыхло-связанные	Al-P	Fe-P	Ca-P	Оккл. Al-P	Оккл. Al(Fe)-P	
Подзол иллювиально-гумусово-железистый, разр. 1Кэн-09								
A2	7–17	5.8	0.7	42.2	2.7	–	15.5	66.9
		8.7	1.0	63.1	4.0	–	23.2	100
Bh,f	23–33	4.4	27.8	37.8	4.1	–	48.0	122.1
		3.6	22.7	31.0	3.4	–	39.3	100
BC	70–80	2.7	2.6	5.8	0.3	–	–	11.4
		23.7	22.8	50.9	2.6	–	–	100
Палево-бурая оподзоленная, разр. 3ЧТ-03								
A1A2	4–9	4.8	44.6	48.0	4.1	0.1	2.5	104.1
		4.6	42.9	46.1	3.9	0.1	2.4	100
B	30–40	3.2	7.9	14.2	1.2	1.2	4.0	31.7
		10.1	24.9	44.8	3.8	3.8	12.6	100
BC	60–70	3.4	2.5	5.8	0.3	0.1	1.8	13.9
		24.5	18.0	41.8	2.1	0.7	12.9	100
Палевая осолодевая, разр. 6Т-05								
A1A2	2–10	4.5	12.3	43.5	20.5	0.8	4.0	85.6
		5.3	14.4	50.8	23.9	0.9	4.7	100
Bca	30–40	2.7	3.3	152.5	1.1	2.1	3.0	164.7
		1.6	2.0	92.6	0.7	1.3	1.8	100
BCca	70–80	3.5	1.5	2.5	12.9	–	5.3	25.7
		13.6	5.8	9.7	50.2	–	20.7	100

Примечание. Здесь и далее: над чертой – мг P₂O₅/100 г почвы, под чертой – в % от суммы всех фракций.

При этом минимальное количество фракции Fe-P отмечается в аккумулятивно-карбонатном гор. Bca мерзлотных лугово-степных почв (табл. 3, разр. 60Й-04 и разр. 5ЧТ-04), в которых относительно преобладают Ca-P. Максимальное содержание данных фосфатов наблюдается соответственно в гор. A2 и Bca подзола и палевой осолодевой почвы (табл. 2, разр. 1Кэн-09 и разр. 6Т-05). Это еще раз подтверждает барьерную функцию гор. Bca в распределении минеральных фосфатов в мерзлотных палевых осолодевших почвах Центральной Якутии. Максимальное количество Ca-P наблюдалось в мерзлотных лугово-степных, то есть в лугово-черноземной и аллю-

виальной темногомусовой почвах. Минимальное содержание Са-Р было выявлено в лесных почвах, то есть в подзоле и палево-бурой оподзоленной. А в лесной палевой осолоделой почве, сформированной на аллювиальных карбонатных суглинках Центральной Якутии, отмечается относительно высокое количество Са-Р, которое составляет 12.9–20.5 мг $P_2O_5/100$ г почвы.

Таблица 3

Формы минеральных фосфатов в мерзлотных лугово-степных почвах Центральной Якутии, мг $P_2O_5/100$ г почвы

Горизонт	Глубина, см	Формы минеральных фосфатов						Сумма
		Рыхло-связанные	Al-P	Fe-P	Са-P	Оккл. Al-P	Оккл. Al(Fe)-P	
Чернозем обыкновенный, разр. 2ЧТ-03								
А	1–11	<u>6.0</u>	<u>45.5</u>	<u>90.0</u>	<u>1.8</u>	<u>1.0</u>	<u>44.0</u>	<u>188.3</u>
		3.2	24.1	48.0	0.9	0.5	23.3	100
Вса	40–50	<u>5.7</u>	<u>5.9</u>	<u>18.8</u>	<u>1.5</u>	<u>1.0</u>	<u>29.0</u>	<u>61.9</u>
		9.2	9.5	30.4	2.4	1.6	46.9	100
ВСса	60–70	<u>8.5</u>	<u>3.5</u>	<u>64.5</u>	<u>0.6</u>	–	<u>27.0</u>	<u>104.1</u>
		8.2	3.4	61.9	0.6	–	25.9	100
Лугово-черноземная, разр. 60Й-04								
А	0–10	<u>3.6</u>	<u>15.5</u>	<u>28.0</u>	<u>11.3</u>	<u>0.1</u>	<u>4.6</u>	<u>63.1</u>
		5.7	24.6	44.3	18.0	0.1	7.3	100
Вса	37–47	<u>3.8</u>	<u>0.9</u>	<u>2.7</u>	<u>14.0</u>	<u>0.5</u>	<u>4.1</u>	<u>26.0</u>
		14.6	3.5	10.4	53.8	1.9	15.8	100
ВС	60–70	<u>3.3</u>	–	<u>7.1</u>	<u>20.8</u>	–	<u>5.6</u>	<u>36.8</u>
		9.0	–	19.3	56.5	–	15.2	100
Аллювиальная темногомусовая, разр. 5ЧТ-04								
А	5–15	<u>2.9</u>	<u>0.5</u>	<u>8.3</u>	<u>23.6</u>	<u>1.2</u>	<u>4.2</u>	<u>40.7</u>
		7.1	1.2	20.4	58.0	2.9	10.4	100
Вса	30–40	<u>3.4</u>	<u>8.5</u>	<u>5.5</u>	<u>16.5</u>	–	<u>22.1</u>	<u>56.0</u>
		6.1	15.1	9.8	29.5	–	39.5	100
ВС	70–80	<u>4.0</u>	<u>17.3</u>	<u>13.4</u>	<u>22.6</u>	–	<u>8.6</u>	<u>65.9</u>
		6.1	26.3	20.3	34.3	–	13.0	100

Содержание окклюдируемых Al-P в данных почвах незначительно и даже в отдельных горизонтах почв или почвах (табл. 2, разр. 1Кэн-09, табл. 3, разр. 5ЧТ-04) вообще не обнаружено. И наоборот окклюдируемые Al(Fe)-P, которые в почвах представляют прочно закрепленные полуторными оксидами Fe и Al соединения, не доступные для растений, были обнаружены [6]. Минимальное содержание суммы всех фракций данных минеральных фосфатов выявлено в гор. ВС лесных почв, а максимальное – в гумусово-аккумулятивном гор. А чернозема (табл. 2, 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Роде, А. А. Система методов исследования в почвоведении / А. А. Роде. – Новосибирск : Наука, 1971. – 92 с.
2. Розанов, Б. Г. Морфология почв / Б. Г. Розанов. – Москва : Изд-во МГУ, 1983. – 320 с.
3. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – Москва : Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
4. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. – Москва : Наука, 1975. – 656 с.
5. Дмитриев, Е. А. Математическая статистика в почвоведении / Е. А. Дмитриев ; науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. – Москва : Либроком, 2009. – 328 с.
6. Гинзбург, К. Е. Фосфор основных типов почв СССР / К. Е. Гинзбург ; отв. ред. А. В. Соколов; – Москва : Наука, 1981. – 241 с.

**TO THE ASSESMENT OF THE PHOSPHATE STATUS
OF PERMAFROST SOILS OF CENTRAL YAKUTIA****O. G. Zakharova, A. P. Chevychelov**

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk*

An assessment of the phosphate state of six types of permafrost soils in Central Yakutia, namely, forest podzolic, pale brown and pale, as well as meadow-steppe chernozems, meadow-chernozem and chernozem-meadow, was carried out. The total content and intra-profile distribution of total phosphorus, as well as the forms of mineral phosphates determined by the Chang-Jackson method were determined. The weighted average content of total phosphorus in the studied in soils is low. The fractional composition of mineral phosphates of frozen forest soils of Central Yakutia is absolutely dominated by phosphates of one and a half oxides that are difficult to reach for plants, and among the latter are iron phosphates, the maximum content of which reaches 63.1–92.6% of the total amount of all fractions.

Keywords: cryolithozone, permafrost soils, properties, phosphates

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Н. П. Кузьмина, С. В. Ермолаева, А. П. Чевычелов

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

e-mail: ere11982@mail.ru

Ключевые слова: мерзлотные черноземы, состав и свойства, количество и распределение микроорганизмов, корреляционные зависимости

Целью работы является изучение численности основных эколого-физиологических групп микроорганизмов и выявление корреляции между различными параметрами почв, характеризующими состояние микробного комплекса мерзлотных черноземов Центральной Якутии.

В процессе проведенных работ применялись различные почвенные методы исследований, такие как сравнительно-географический и сравнительно-аналитический [1], профилльно-генетический [2], а состав и свойства почв определялись по общепринятым методикам [3, 4]. Диагностика и классификация изучаемых почв осуществлялась в соответствии с критериями и принципами диагностики и классификации мерзлотных почв Якутии [5]. Пробы для микробиологических исследований отбирали по стандартной методике. Численность культивируемых микроорганизмов определяли методом посева на селективные питательные среды [6]. Засеянные чашки Петри инкубировали при 24°C. Морфологию клеток культур изучали методами световой микроскопии при помощи микроскопа «Биолам Р-15» (увеличение 1250). Общую численность микроорганизмов (ОЧМ) в исследуемых почвах определяли с выведением средних значений данных по численности микроорганизмов. Статистическая обработка материалов проводилась на 95%-ном уровне значимости по стандартной программе EXCEL 2019 (пакет программ Windows).

Разрез 1Т-22 заложен на гривном повышении II надпойменной террасы р. Лена в окрестностях г. Якутск. Географические координаты: широта (N) – 61°52'37.7", долгота (E) – 129°34'34.9", Н – абсолютная высота местности – 101.2 м над ур. м. Остепненный разнотравно-злаковый луг. Строение профиля: Av(0–1) – A(1–27)

– АВСа(27–52) – ВСа(52–77) – ВССа(77–89) – ССа(89–129 см). Почва: мерзлотный чернозем обыкновенный.

Разрез 2БС-09 заложен на территории Якутского ботанического сада в окрестностях г. Якутск, на гривном мезоповышении II надпойменной террасы р. Лена, на пашне. Географические координаты: широта 61°01'15.8" N, 129°36'58.4" E, Н – 100.3 м. Строевые профили: Аа(0–26) – АВ(26–52) – В(52–67) – ВССа(67–100) – Са(100–146 см). Почва: мерзлотный агрочернозем.

Реакция среды в обоих разрезах изучаемых черноземов изменяется от нейтрально-слабощелочной в гор. А до щелочной в нижней части профиля, когда значения pH_{H_2O} соответственно составляют 7.0–7.9 и 8.6–8.9. Содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном гор. А также предельно близки и составляют 4.1–4.2%, что согласно известной шкале [7] позволяет оценить его как среднее. В нижних горизонтах гумусового профиля (гор. АВ и ВСа) в почве разреза 1Т-22 общее количество гумуса почти в 2 раза меньше такового, отмечаемого в почве разреза 2БС-09. Следовательно в отмеченных горизонтах целинного чернозема обыкновенного по сравнению с агрочерноземом фиксируется более низкое и резко убывающее содержание гумуса. Содержания общего азота в данных почвах, также значительно схожи, особенно это отмечается в гор. А, где таковые составляют 0.08–0.09%. Целинный разрез почвы обыкновенного чернозема по сравнению с агрочерноземом содержит также в почвенно-поглощающем комплексе в 1.3–2.3 раза больше обменных катионов Ca^{+2} и Mg^{+2} , что указывает на более тяжелый гранулометрический состав первой почвы по сравнению со второй. Действительно, согласно известным критериям [8] гранулометрический состав почвы разреза 1Т-22 нужно характеризовать как преимущественно средне-тяжелосуглинистый (гор. А, ВССа и ССа) и даже легкосуглинистый (гор. АВСа и ВСа), в то время как таковой состав почвы разреза 2БС-09 – только как супесчаный (гор. Аа, АВ и ССа) или как легкосуглинистый (гор. В и ВССа).

В целом по профилю почва мерзлотного целинного чернозема по сравнению с агрочерноземом содержит соответственно в 2.0–4.1 и в 1.9–3.8 больше частиц ила (<0.001 мм) и физической глины (<0.01 мм). Также профиль почвы агрочернозема существенно отмыт от карбонатов в процессе орошения по сравнению с профилем целинной почвы чернозема, сформированной на багаре. Так, в первой почве подвижные карбонаты обнаруживаются только в гор.

ВСа на глубине 80 см, тогда как во второй почве – значительно выше в гор. АВса, на глубине 40 см.

По результатам микробиологического анализа, количество микроорганизмов в исследуемых почвах колебалось от $6.0 \pm 0.1 \times 10^2$ до $8.0 \pm 0.1 \times 10^5$ КОЕ/г почвы (табл. 1). Численность микроорганизмов в мерзлотных черноземах летом 2022 года (10^5 КОЕ/г почвы) оказалась меньше на 3 порядка их численности в черноземе маломощном на аласе Мюрю Усть-Алданского улуса (10^8 КОЕ/г) и в черноземе селитебных территорий Центральной Якутии (10^8 КОЕ/г) [9, 10].

Таблица 1

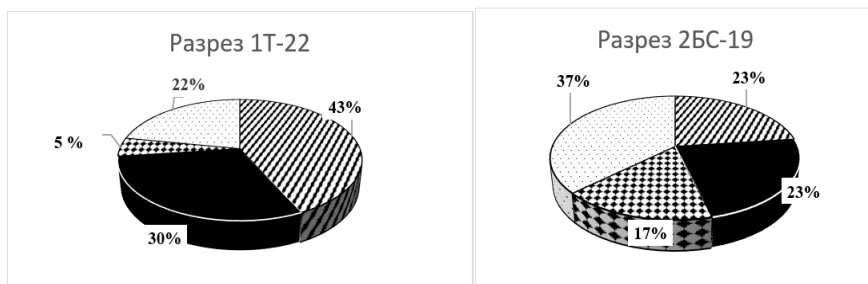
Численность микроорганизмов в мерзлотных черноземах, июль 2022 г.

Глубина, см	Бактерии на МПА	Бактерии на Эшби	Актиномицеты на КАА	Грибы на Чапека	Целлюлозолитики	Азотфиксаторы
	КОЕ/г					%
Чернозем обыкновенный, разрез 1Т-22						
10-20	$1.7 \pm 0.3 \times 10^5$	$5.0 \pm 0.1 \times 10^4$	$1.0 \pm 0.1 \times 10^4$	$1.3 \pm 0.6 \times 10^5$	$8.0 \pm 0.2 \times 10^2$	Н.о.
30-40	$8.0 \pm 0.1 \times 10^5$	$5.9 \pm 0.1 \times 10^5$	$7.0 \pm 0.1 \times 10^3$	$4.0 \pm 0.6 \times 10^5$	$3.2 \pm 0.01 \times 10^3$	Н.о.
60-70	$1.3 \pm 0.09 \times 10^3$	$1.7 \pm 0.2 \times 10^5$	$7.0 \pm 0.5 \times 10^4$	$3.7 \pm 0.5 \times 10^4$	–	–
75-85	$6.6 \pm 1.0 \times 10^4$	$3.0 \pm 0.8 \times 10^4$	Н.о.	$2.5 \pm 0.5 \times 10^4$	–	–
100-110	$1.5 \pm 0.8 \times 10^4$	$2.0 \pm 1.0 \times 10^4$	Н.о.	$2.5 \pm 0.5 \times 10^4$	–	–
Агрочернозем, разрез 2БС-09						
8-18	$4.4 \pm 0.9 \times 10^5$	$5.0 \pm 1.9 \times 10^5$	$3.1 \pm 0.8 \times 10^5$	$8.0 \pm 0.2 \times 10^5$	$5.1 \pm 0.4 \times 10^3$	78
30-40	$7.0 \pm 0.2 \times 10^4$	$7.0 \pm 0.2 \times 10^4$	$6.0 \pm 0.3 \times 10^4$	$6.0 \pm 0.2 \times 10^4$	$6.0 \pm 0.1 \times 10^3$	Н.о.
55-65	$5.1 \pm 0.9 \times 10^4$	$2.3 \pm 0.5 \times 10^4$	$2.3 \pm 0.5 \times 10^4$	$2.3 \pm 1.1 \times 10^4$	–	–
80-90	$2.2 \pm 0.5 \times 10^4$	Н.о.	$5.6 \pm 1.1 \times 10^4$	$1.1 \pm 0.5 \times 10^4$	–	–
110-120	$1.8 \pm 0.6 \times 10^4$	Н.о.	Н.о.	$1.2 \pm 0.6 \times 10^4$	–	–

Примечание. Н.о. – не обнаружено, прочерк – не определено.

В день отбора проб, 9 июля 2022 года стояла жаркая погода $+29$ °С. Во всех декадах июля, в большинстве районов республики устанавливалась жаркая, сухая погода, которая обусловила возникновение опасных агрометеорологических явлений почвенная и атмосферная засуха. Пик жары в западных, центральных и юго-восточных районах пришелся на 3–7 июля, температура воздуха достигала $+30$ – $+38$ °С 2–9 июля в г. Якутске наблюда-

лась опасное явление- аномально жаркая погода со среднесуточной температурой воздуха на 7–9 °С выше климатической нормы [11]. Поэтому, столь низкая численность микроорганизмов можно объяснить тем, что июль 2022 г. оказался крайне засушливым и жарким. При подсчете общей численности микроорганизмов (ОЧМ), микробоценозы обеих почв содержали микроорганизмы в одинаковом количестве ($5.7 \pm 3.4 \times 10^5$ КОЕ/г (разрез 1Т-22) и $5.3 \pm 4.1 \times 10^5$ КОЕ/г (разрез 2БС-09)). В черноземе обыкновенном обнаружены максимальные значения численности бактерий на МПА ($8.0 \pm 0.1 \times 10^5$ КОЕ/г) и на Эшби ($5.9 \pm 0.1 \times 10^5$ КОЕ/г), на глубине 30–40 см. В агрочерноземе отмечены наибольшие содержания актиномицет ($3.1 \pm 0.8 \times 10^5$ КОЕ/г) и мицелиальных грибов ($8.0 \pm 0.2 \times 10^5$ КОЕ/г). Также, в этой же почве, обнаружено максимальное количество целлюлозолитиков ($5.1 \pm 0.4 \times 10^3$). Следует отметить, что азотфиксаторы (78%) выделены только из пробы агрочернозема. Таким образом, в микробоценозе агрочернозема обнаружены максимальные значения численности актиномицет, грибов, целлюлозолитиков и азотфиксаторов. Нужно отметить, различия в процентном соотношении составляющих основных физиологических групп микроорганизмов. Например, в черноземе обыкновенном, доминировали бактерии на МПА (43%), а в агрочерноземе – мицелиальные грибы (37%) (см. рисунок).



Соотношение состава функциональных групп (%) в микробоценозах мерзлотных черноземов, 2022 г. – Бактерии на МПА; – Бактерии на Эшби; – Актиномицеты; – мицелиальные грибы.

Корреляционный анализ зависимости количества микроорганизмов от гидротермического режима почв показал, что в июле 2022 г, влажность не влияла на численность микроорганизмов в исследуемых почвах (табл. 2). В агрочерноземе наблюдали сильную зависимость от температуры почти у всех групп микроорганизмов (0.76–0.83). По сравнению с черноземом обыкновенным, в микробоценозе агрочернозема, наблюдалась корреляционная зависимость у всех исследуемых групп микроорганизмов от всех параметров, кроме влажности. От рН связь была значимой, но отрицательной.

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции (r) между численностью микроорганизмов и гидротермическими, физико-химическими параметрами черноземов, июль 2022 г.

Фактор	Бактерии на МПА	Бактерии на Эшби	Актиномицеты на КАА	Мицелиальные грибы
Чернозем обыкновенный, разрез 1Т-22				
Температура	0.57	0.44	0.34	0.64
Влажность	-0.09	0.09	0.64	-0.15
рН _{Н2О}	0.23	0.41	0.47	0.08
Гумус	0.08	-0.08	-0.14	0.22
N	0.34	0.20	0.15	0.42
Агрочернозем, разрез 2БС-09				
Температура	0.81	0.80	0.83	0.76
Влажность	-0.51	-0.52	-0.58	-0.46
рН _{Н2О}	-0.74	-0.75	-0.76	-0.70
Гумус	0.75	0.77	0.72	0.72
N	0.73	0.76	0.73	0.71

Таким образом, количество микроорганизмов в исследуемых почвах колебалось от $6.0 \pm 0.1 \times 10^2$ до $8.0 \pm 0.1 \times 10^5$ КОЕ/г почвы. По общей численности микроорганизмов, обе почвы содержали микроорганизмы в одинаковом количестве (разрез 1Т-22 – $5.7 \pm 3.4 \times 10^5$ КОЕ/г и разрез 2БС-09 – $5.3 \pm 4.1 \times 10^5$ КОЕ/г). В микробоценозе чернозема обыкновенного доминировали бактерии на МПА (43%),

а в агрочерноземе – мицелиальные грибы (37%). В агрочерноземе обнаружены максимальные значения численности актиномицет, грибов, целлюлозолитиков и азотфиксаторов. Из этого следует, что в измененном черноземе (агрочернозем) микробиологические процессы протекают более активно, чем в целинном и соответственно почва более плодородна. Жарким летом 2022 года, в иссушенном черноземе обыкновенном, микроорганизмы не коррелировали с физико-химическими свойствами почвы, а в агрочерноземе, микроорганизмы в большей степени зависели от изменения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роде, А. А. Система методов исследования в почвоведении / А. А. Роде ; отв. ред. д-р с.-х. наук, проф. Р. В. Ковалев. – Новосибирск : Наука, 1971. – 92 с.
2. Розанов, Б. Г. Морфология почв / Б. Г. Розанов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 320 с.
3. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
4. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 272 с.
5. Еловская, Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л. Г. Еловская. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев [и др.]. – Москва : Изд-во МГУ, 1980. – 224 с.
7. Орлов, Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
8. Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев [др.]. – Москва : Колос, 1980. – 272 с.
9. Иванова, Т. И. Микробоценозы мерзлотных почв долины Туймаада Центральной Якутии / Н. П. Кузьмина, Д. Д. Саввинов // Известия РАН. Серия биологическая. – 2014. – № 6. – С. 573-585.
10. Иванова, Т. И. Сообщества микроорганизмов аласных почв Лено-Амгинского междуречья Центральной Якутии / Н. П. Кузьмина, Д. Д. Саввинов // Почвоведение. – 2013. – № 4. – С. 459 – 473.
11. Якутское УГМС – гидрометеорологическая информация в Республике Саха (Якутия) ukuthydromet.ru.

**MICROBIAL COMMUNITIES
OF ANTHROPOGENICALLY
TRANSFORMED MEADOW SOILS
OF CENTRAL YAKUTIA**

N. P. Kuzmina, S. V. Ermolaeva, A. P. Chevychelov

*Institute of Biological Problems
of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk*

It was found that the number of microorganisms in the studied soils ranged from $6.0 \pm 0.1 \times 10^2$ to $8.0 \pm 0.1 \times 10^5$ CFU/g of soil. According to the total number of microorganisms, both soils contained microorganisms in the same amount (section 1T-22 – $5.7 \pm 3.4 \times 10^5$ CFU/g and section 2BS-09 – $5.3 \pm 4.1 \times 10^5$ CFU/g). The microbocenosis of ordinary chernozem was dominated by bacteria on MPA (43%), and mycelial fungi (37%) in agrochernozem. The maximum values of the number of actinomycetes, fungi, cellulolytics and nitrogen fixators were found in agrochernozem. It follows from this that in modified chernozem (agrochernozem) microbiological processes are more active than in virgin and, accordingly, the soil is more fertile. In the hot summer of 2022, in dried ordinary chernozem, microorganisms did not correlate with the physico-chemical properties of the soil, and in agrochernozem, microorganisms were more dependent on temperature changes.

Keywords: permafrost chernozems, composition and properties, number and distribution of microorganisms, correlation dependencies

ПАМПИНГ-ЭФФЕКТ В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Л. Э. Лапина

Институт водных проблем РАН, г. Москва

e-mail: *l.e.lapina@yandex.ru*

Ключевые слова: нелинейная волновая диффузия тепла, пампинг-эффект, амплитуда колебаний, температура почвы

Нелинейная волновая диффузия (пампинг-эффект) возникает в краевых задачах для нелинейного параболического уравнения типа теплопроводности с периодическими граничными условиями [1, 2]. Этот эффект заключается в том, что чисто гармоническое колебание изучаемой характеристики среды на границе области приводит к увеличению или уменьшению ее значения внутри области относительно ее среднего значения на границе.

В работе [3, с. 666] утверждается на основе достаточно сложных расчетов, что «при увеличении амплитуды многолетних колебаний температуры поверхности Мирового океана тепло, в силу отрицательности пампинг-эффекта для океана, будет «откачиваться» из глубинных слоев в атмосферу, а при уменьшении амплитуды, наоборот, тепло будет «закачиваться» в глубинные слои». Возникает вопрос: возможен ли такой эффект для других сред, например, почвы? Кроме того, в работе [2, с. 237] утверждается, что «пампинг-эффект для колебательных процессов во льду (включая ледники, многолетнюю мерзлоту) является отрицательным. Это означает, что тепло будет откачиваться из нижних слоев ледяного массива при увеличении амплитуды колебаний на его верхней границе». Второй вопрос: подтверждается ли натурными измерениями этот эффект «откачки» тепла в мерзлотных почвах? Ответы на эти вопросы получены в работе [4] на основе измерений температуры почвы на небольшом участке Большеземельской тундры, где показано, что наиболее устойчивыми к изменениям температуры воздуха являются плоскобугристые торфяники, на которых отмечаются наибольшие амплитуды колебаний как годовых, так и суточных колебаний температуры почвы.

Процессы теплопереноса в почвах описываются с достаточной степенью точности дифференциальным уравнением следующего вида:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(F(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right), \quad (1)$$

где T – температура почвы ($^{\circ}\text{C}$), $F(T)$ – функция температуропроводности, зависящая только от температуры почвы, ось z направлена вниз по вертикали, $z=0$ – поверхность почвы. Заметим, что знание зависимости $F(T)$ от температуры среды является существенным условием для оценки нелинейной волновой диффузии тепла в почву. Эту функцию всегда можно оценить по данным измерений.

Рассматривается периодическая задача на полупрямой с граничными условиями:

$$T|_{z=0} = f(t), \quad T|_{z \rightarrow \infty} = C < \infty. \quad (2)$$

$f(t)$ – периодическая функция с периодом ω . Обычно $f(t)$ имеет вид:

$$f(t) = T_0 + T_1 \cos(\omega t). \quad (3)$$

Как доказано в работе [1] периодическое решение уравнения (1) с граничными условиями (2), (3) стремится при $t \rightarrow \infty$ к константе T^{∞} , которая находится следующим образом:

$$T^{\infty} = \Psi^{-1}[\langle \Psi(f(t)) \rangle], \quad \text{где} \quad (4)$$

$$\Psi(T) = \int F(T) dT \quad (5)$$

Количественная оценка пампинг-эффекта определяется разностью. Если разность больше нуля, то пампинг-эффект имеет положительное воздействие, то есть происходит «закачка» тепла, в противном случае – отрицательное и происходит «откачка» тепла. Пампинг-эффект связан как с суточными колебаниями, так и годовыми колебаниями температуры почвы и оценка влияния этого эффекта на разных масштабах времени может быть различной. Для мерзлотных почв суть этого эффекта можно кратко выразить

так: чем больше амплитуда годовых колебаний температуры поверхности почвы, тем холоднее почвы. Подтверждают ли данные наблюдений Гидромета существование этого эффекта? Для ответа на этот вопрос рассмотрели данные нескольких метеостанций: Диксон, Якутск, Петрунь. Данные температуры приземного слоя воздуха и поверхности почвы аппроксимировали функцией следующего вида:

$$T(t) = A(0) \sin(\omega t + \varphi(0)) + B(0), \quad (6)$$

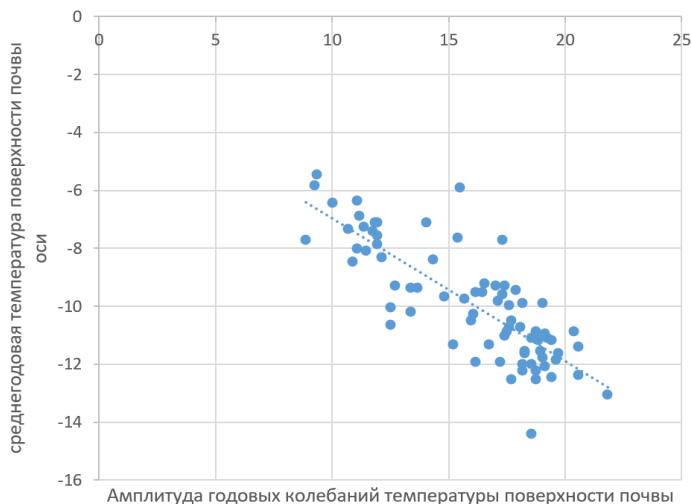
где $T(t)$ – значение температуры почвы на поверхности в момент времени t (день), $A(0)$ – амплитуда годовых колебаний температуры поверхности ($^{\circ}\text{C}$), $B(0)$ – среднее годовое значение ($^{\circ}\text{C}$), ω – частота годовых колебаний (рад/день-1).

Данные аппроксимировались с 1966 по 2019 гг. Получили набор значений, по которым проведен корреляционный анализ между амплитудой годовых колебаний температуры почвы на поверхности и ее среднегодовым значением. Для указанных метеостанций он показал значимые отрицательные значения коэффициента корреляции, что косвенно подтверждает отрицательное влияние изучаемого эффекта на температуру почв.

На рисунке показана связь между амплитудой годовых колебаний температуры поверхности почвы и среднегодовым значением для метеостанции Диксон.

Как видно из уравнения (1), ключевой проблемой для изучения эффекта является определение функции температуропроводности $F(T)$. Ее по данным измерений можно вычислять по разным методикам. Данные измерений теплофизических характеристик, приведенные в работе [5] показывают, что вид функции $F(T)$ определяется температурой, а параметры кривой – влажностью и типом почвы, коэффициент температуропроводности для мерзлотных почв нужно искать в виде:

$$F(T) = aT^2 + bT + c + \gamma T^{-2/3} \quad (7)$$



Соотношение между амплитудой годовых колебаний температуры поверхности почвы и среднегодовым значением по данным метеостанции Диксон с 1966–2019гг.

$F(T)$ – функция температуропроводности ($\text{см}^2 \text{ час}^{-1}$), T – температура почвы ($^{\circ}\text{C}$), a, b, c, γ – эмпирические параметры, которые находятся методом наименьших квадратов и размерность которых такова, чтобы размерность соответствующего слагаемого была равна размерности коэффициента температуропроводности. Для того, чтобы при интегрировании формулы (5) не возникло неопределенности в точке $T=0$, взята дробная степень показателя в последнем слагаемом формулы (7), а не степень, равная минус единице.

Рассчитанные коэффициенты температуропроводности, вычисленные по затуханию амплитуд суточных колебаний, отдельно делились на две группы: для отрицательных температур и положительных. Значения параметров аппроксимации, полученные по формуле (7) для рассмотренного участка Большеземельской тундры, опубликованы в работе [6]. Известно, что формул для вычисления коэффициента температуропроводности, достаточно много. Часто используются формулы:

$$A = A_0 e^{-\beta z}, \quad (8)$$

$$K_T = \frac{\pi}{24\beta^2}, \quad (9)$$

$$K_T(z_1) = \frac{\pi(z_2 - z_1)^2}{24 \ln^2\left(\frac{A(z_2)}{A(z_1)}\right)} \quad (10)$$

Параметр β описывает затухание амплитуд колебаний с глубиной. Коэффициент температуропроводности, описываемый формулой (9) представляет собой осредненное по глубине измерений значение, по формуле (10) этот коэффициент вычисляется на каждой глубине, но есть проблемы: если амплитуда мала или амплитуды на двух соседних точках близки между собой, то полученное значение окажется неадекватно большим. Поэтому есть проблема и выбора формулы расчета.

Перспективы. В работе [7] по данным измерений на Шпицбергене показано, что толщина мохового покрова существенно влияет на температурный режим. Например, в солнечную погоду максимальная температура поверхности породы под мхом толщиной 1 см почти на 13 градусов выше, чем под мхом толщиной 5 см. Отсюда следует вывод о необходимости изучения структуры мхов и на этой основе проведения серии термогидродинамических расчетов. Возможно, это даст нужную информацию для создания новых материалов с хорошими теплоизоляционными свойствами.

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-01 Государственного задания ИВП РАН

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырянов, В. Н. Пампинг-эффект в теории нелинейных процессов типа уравнения теплопроводности и его приложение в геофизике / В. Н. Зырянов, М. Г. Хубларян // Доклады АН. – 2006. – Т. 408. – С. 535–538.
2. Зырянов, В. Н. Антипотепление глубинных слоев Мирового океана / В. Н. Зырянов // Океанология. – 2007. – № 5. – С. 666–673.
3. Зырянов, В. Н. Нелинейный пампинг-эффект в колебательных процессах в геофизике / В. Н. Зырянов // Водные ресурсы. – 2013. – № 3. – С. 227–239.
4. Лапина, Л. Э. Оценка пампинг-эффекта в мерзлотных почвах типичной тундры Европейского северо-востока России / Л. Э. Лапина, Д. А. Ка-

верин, А. В. Пастухов // Экологический мониторинг и моделирование экосистем. – 2021. – Т. 32, № 3–4. – С. 100–111.

5. Гаврильев, Р. И. Определение теплофизических характеристик мерзлых грунтов расчетным методом / Р. И. Гаврильев, Г. П. Кузьмин // Наука и образование. – 2009. – № 4. – С. 51–54.

6. Лапина, Л. Э. Зависимость коэффициента температуропроводности почвы от температуры среды / Л. Э. Лапина // Фундаментальные концепции физики почв: развитие, современные приложения и перспективы : 27–30 мая. – Москва, 2019. – С. 748–751.

7. Осокин, Н. И. Влияние метеорологических условий на теплоизоляционные свойства мохового покрова по данным измерений в Шпицбергене / Н. И. Осокин, А. В. Сосновский // Криосфера Земли. – 2021. – № 4. – С. 17–25.

PUMPING EFFECT IN PERMAFROST SOILS: OBJECTIVES, CHALLENGES AND PROSPECTS

L. E. Lapina

*Institute of Water Problems of the Russian Academy
of Sciences, Moscow*

The pumping effect in permafrost soils has a negative value, that is, the larger the amplitude of annual fluctuations in soil surface temperature, the colder the soil. An analysis of data from some Arctic weather stations confirms this. The key problem is obtaining a temperature conductivity function that depends only on temperature. When searching for this dependency, a number of problems arise due to the incorrect formulas in individual cases.

Keywords: nonlinear wave heat diffusion, pumping effect, amplitude of oscillations, soil temperature

ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА КАРЬЕРАХ В ТУНДРОВОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И. А. Лиханова, С. В. Денева, Е. А. Доронин, Е. М. Лаптева

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: likhanova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: первичное почвообразование, запас углерода, техногенный песчано-гравийный материал, южная тундра, карьер

Горнодобывающая деятельность является одной из основных причин деградации земель во всем мире. Нарушенные земли крайне негативно влияют на окружающие их экосистемы. Уничтожение почвенно-растительного покрова и обнажение/вынос на поверхность малопродуктивных, а нередко и токсичных субстратов усложняет протекание восстановительных процессов.

Воркутинский промышленный район характеризуется значительным количеством нарушенных земель. Помимо крупномасштабных нарушений земли угледобывающей промышленностью, имеются земли, нарушенные при добыче строительных материалов (гравия, глины, песка, известняка) открытым карьерным способом. Несмотря на значительную деградацию земель в районе г. Воркуты и прилегающих к нему поселков, проблема разработки эффективных методов рекультивации для данного региона не решена.

Поскольку выбор рекультивационных мероприятий должен основываться на изучении процесса самовосстановления экосистем, нами начаты исследования первичного почвообразования на разных техногенных субстратах Воркутинского промышленного района. Данная работа посвящена выявлению особенностей генезиса почв на легких по гранулометрическому составу субстратах карьеров строительных материалов в подзоне южной кустарниковой тундры.

Район исследования расположен на территории Печорской низменности, занимающей северо-восточный сегмент Восточно-Европейской платформы. Согласно данным метеостанции Воркута среднегодовая температура воздуха составляет -5.9 °С. Восточ-

но-европейская тундра представляет собой область распространения «вечной» мерзлоты. В районе Воркутинских тундр (подзона южной тундры) мерзлота массивно островная. Суровость климата обуславливает образование специфических форм мерзлотного нано(микро-)рельефа. На большинстве водоразделов ледниковой (ледниково-морской) равнины встречается реликтовый полигональный (блочный) рельеф. Согласно почвенно-географическому районированию РК, район исследования относится к Воркутинскому округу тундровых поверхностно-глеевых, торфянисто- и торфяно-тундровых глеевых мерзлотных почв [1]. Песчаные почвы южной тундры северо-востока европейской части России представлены подзолами [2] и подбурами [1].

В 2023 году были проведены почвенные исследования двух карьеров месторождения «Участок поля шахты № 25» у поселка Комсомольский Воркутинского промышленного района. Субстрат карьеров представлен аллювиально-морскими песчаными и песчано-гравийными отложениями. По данным А. П. Коштыревой [3] годы отработки карьера «Комсомольский-1» – с 1973 по 1987 гг. К моменту исследования продолжительность сукцессии составляла более 36 лет. Карьер «Комсомольский-2» выбран нами для исследования ноль-момента восстановительного процесса. Данный карьер разрабатывается с 2011 г по настоящее время.

В ходе исследований на территории карьеров обследованы участки, различающиеся степенью гидроморфизма. На участках сделаны почвенные разрезы и их морфологическое описание. Химический анализ почвенных образцов проведен в экоаналитической лаборатории ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН согласно общепринятым в почвоведении методам [4]. Запас органического углерода рассчитывался по формуле:

$$C_{stock} = C_{conc} \times BD \times d \times (100 - V_{stone}) / 100,$$

где C_{stock} – запас органического углерода в т/га, C_{conc} – концентрация органического углерода в%, BD – объемная плотность в г/см³, d – глубина горизонта/слоя в см, а V_{stone} – доля фракции > 2 мм в% от объема.

Техногенно-поверхностные образования (абралиты) днища карьеров, выполняющие роль почвообразующей породы, характеризовались песчаным/супесчаным гранулометрическим составом с преобладанием фракции мелкого песка. Содержание пылеватых и глинистых частиц 5.7–17.4%. В прослоях песчано-гравийных отложений процент каменистости колебался от 30 до 90%. Согласно

данным А. И. Попова [5], содержание кварца в песках изученного месторождения достигает 70–80%, полевых шпатов – 5–20%, постоянно, но в небольших количествах присутствует глауконит (0.5–1%), опал (0.3–4.5) и др. минералы. Для толщи характерно повышенное содержание кальцита – в среднем 4–6%. За присутствия кальцийсодержащего минерала содержания реакция среды – слабощелочная (рН около 8). Для абралитов характерно низкое содержание органического углерода (как правило, не более 0.1%) (табл. 1) и обменных оснований (Ca^{2+} – 2.4–3.4, Mg^{2+} – 0.1–0.2 смоль/кг). В гидроморфных условиях накапливающийся наилок характеризуется повышенной кислотностью (рН – 7.3), большим содержанием углерода (1.1%) и обменных оснований (7.4 и 0.5, соответственно). В целом дифференциация минеральной толщи абралитов по кислотности, содержанию углерода и обменных оснований не отмечена.

В четвертом десятилетии сукцессии в автоморфных условиях почвообразования формируются псамоземы гумусовые потечно-гумусовые глееватые со строением профиля W–Whi,g–C''; в полугидроморфных – псамоземы гумусовые грубогумусированные потечно-гумусовые глееватые (Wao–Whi,g–C''g); в гидроморфных условиях – псаммоземы глеевые иловато-перегнойные потечно-гумусовые (Tmr–Ghi–G–Cg). Строение профилей слаборазвитых почв карьеров существенно отличаются от фоновых подзолов (O–E–BF–B–C), сформированных на песчаных/супесчаных породах в автоморфных условиях центральных частей дренированных блоков и фоновых глееземов (T–Gf–G–CG⊥), характерных для полугидроморфных условий переходной зоны от блоков к ложбинам.

В ряду увеличения гидроморфизма в почвах карьера характерно увеличение мощности органогенных/органоминеральных горизонтов (от нескольких мм до 13 см), содержания в них углерода (от 2.7 до 24.5%), обменных кальция (от 5 до 64 смоль/кг) и магния (от 0.7 до 7.26 смоль/кг). Минеральная часть профиля молодых почв изменена слабо, отмечено только возрастание кислотности верхней части профиля, где значения рН в четвертом десятилетии сукцессии составляли 7.0–7.6. Почвы фоновых участков более кислые, чем почвы карьера. В автоморфных почвах фоновых участков выражен элювиально-иллювиальный характер распределения оксалаторастворимых соединений алюминия и железа. В молодых почвах карьеров проявления подзолообразовательного процесса не отмечено, содержание оксалаторастворимых соединений алю-

миния и железа мало и соответствует значениям в материнских породах фоновых почв.

В ряду увеличения гидроморфизма в фоновых и молодых почвах отмечается увеличение запасов углерода как в органогенных/органо-минеральных горизонтах, так и в расчете на слой почвы 0–20, 0–50 см (таблица). Запасы органического углерода почвах карьеров в 5 раз меньше, чем в фоновых почвах. Скорость накопления углерода в автоморфных условиях почвообразования составляет всего $0.08 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, в полугидроморфных – $0.40 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, в гидроморфных данный показатель достигает $0.68\text{--}0.97 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

Таблица

Запасы органического углерода в фоновых почвах и почвах карьеров, т/га

Почва, условия почвообразования	Запасы в слое,		
	Органогенный/ органо- минеральный горизонт почвы	0–20 см	0–50 см
Абралиты			
Абралит (автоморфные)	–	2.13	4.72
Абралит (гидроморфные)	–	2.71	3.92
Почвы на территории карьера			
Псамозем гумусовый потечно-гумусовый глееватый (автоморфные)	2.05	5.08	6.53
Псамозем гумусовый грубогумусированный потечно-гумусовый глееватый (полугидроморфные)	13.17	16.94	19.40
Псаммозем глеевый иловато-перегнойный потечно-гумусовый под ивняком осоково-моховым (гидроморфные)	25.50	27.20	32.49
Псаммозем глеевый иловато-перегнойный потечно-гумусовый под топянохвощевым сообществом (гидроморфные)	22.0	37.7	64.5
Фоновые почвы			
Подзол иллювиально гумусово-железистый (автоморфные)	14.0	26.0	43.9
Глеезем перегнойно-торфяный иллювиально-ожелезненный (полугидроморфные)	54.4	76.7	118.4

Выявлено, что ведущими процессами почвообразования в четвертом десятилетии сукцессии в условиях южной тундры являются формирование органо-аккумулятивных горизонтов и гумусонакопление, их интенсивность определяется в значительной степени условиями влажности субстратов. Минеральная толща изменена слабо, фиксируется только подкисление верхней части профиля.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв бореальных и арктических экосистем европейского Северо-Востока в условиях антропогенных воздействий, глобальных и современных региональных климатических трендов», регистрационный номер: 122040600023-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас почв Республики Коми / отв. ред. Г. В. Добровольский, А. И. Таскаев, И. В. Забоева. – Сыктывкар : Коми республиканская типография, 2010. – 356 с.
2. Trans-Urals Polar Tour. Guidebook / ed. G. G. Mazhitova, E. M. Lapteva – Syktyvkar: Publishing Service Inst. of Biology KSC UD Russian Academy of Sciences, 2004. – 54 p.
3. Коштырева, А. П. Отчет по объекту «Оказание услуг по проведению ревизионных мероприятий в районах интенсивного использования минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых» (Воркутинский район Республики Коми) / А. П. Коштырева. – Сыктывкар : Полярноуралгеология, 2020. – 96 с.
4. Теория и практика химического анализа почв / отв. ред. Л. А. Воробьева. – Москва : ГЕОС, 2006. – 400 с.
5. Попов, А. И. Отчет о производстве геологической съемки масштаба 1:50000 в Воркутинском промышленном районе на территории листов Q-41-20 А, Б, В, Г и Q-41-21 А, Б, В, Г (геологическая съемка четвертичных отложений и геоморфологическая съемка) / А. И. Попов. – Москва, 1963. – 640 с.

PRIMARY SOIL FORMATION MECHANISMS IN QUARRIES IN THE TUNDRA ZONE OF THE KOMI REPUBLIC

I. A. Likhanova, S. V. Deneva, E. A. Doronin,
E. M. Lapteva

*Institute of Biology Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

The authors have surveyed the primary soil formation mechanisms on the alluvial-marine sand-gravel deposits which became opened under the technogenic impact in the south tundra shrub subzone. In 30 years of succession, the general soil formation processes are the formation of organic-accumulative horizons and humus accumulation. The intensity of the processes largely depends on the soil moisture degree. The increase in soil moisture degree increases the thickness of organic/organic-accumulative horizons (from several mm to 13 cm), as well as the carbon reserves from 5.1 to 37.7 t/ha. The characteristics of the mineral layer remains relatively stable. We have only identified acidification of the upper mineral soil part.

Keywords: primary soil formation, carbon stock, technogenic sand-gravel material, south tundra, quarry

РАЗВИТИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЛУГОВЫХ УГОДИЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ЛЕНА

Л. В. Мартынова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
e-mail: lugved@list.ru

Ключевые слова: природные луговые степи, плодородие почвы, органическое вещество

Сохранение почвенного плодородия, которое является естественным и качественным показателем почв, имеет большое значение в земледелии. Без обеспечения плодородия невозможно получить высокий и качественный урожай сельскохозяйственных культур. Поэтому все почвы, каковы бы ни были их свойства, обладают природным *естественным* плодородием. В почвах для обеспеченности растений почвенным азотом принято определять количество нитратов и аммиака. Наиболее легко и быстро растения усваивают нитраты, поэтому содержание их в почве – основной показатель обеспеченности ее доступным для растений азотом. Чем выше содержание гумуса в почве, тем больше емкость поглощения катионов. Верхние горизонты почвы, содержащие больше органического вещества, обладают и большей емкостью поглощения, чем нижние горизонты [1]. При наибольшем содержании гумуса в 15–20% различия между глинистыми, песчаными почвами по физическим свойствам сглаживаются. Накопление органической массы луговых угодий восполняет плодородия почвы. Вход углерода в почву с растительными остатками обусловлен величиной чистой первичной продукции с разлагаемыми компонентами (углеводами, белками почв) и поступления в почву органических остатков, сохранению и накоплению органических веществ растительности. Итак, сохранению и накоплению органических веществ в биосфере способствуют кормовые экосистемы [2, 3].

Почвы надпойменной террасы отличаются запасом органического вещества в почве, засоленность почв слабая, хлоридная. В почвах природного луга за период с 2003 и до 2020 года при соблюдении режима использования луга под сенокос отмечается повышение плодородия почвы, что выражается в увеличении содержания гумуса максимально до 3.3% то, что свойственно более рыхлой почве насыщенной органическим веществом до 50 тыс.

кг/ га гумуса. В условиях дефицита увлажнения основная масса органического вещества – корней приурочена к более увлажненному слою почвы 20–30 см, и в период насыщения состава травостоя бобовыми видами трав к 2020 году. Гидролитическая кислотность засоленных почв составляет 7–8 экв. в данном случае слабощелочная, бобовые растения лучше произрастают на почвах с нейтральной и слабощелочной реакцией.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы природного травостоя, слой почвы 0-30 см

Слой почвы, см	рН сол	Агрохимические показатели					Содержание, кг/га			
		Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Общий азот, %	Гумус, %	C:N	Подвижный фосфор	Обменный калий	Общий азот	Гумус
В 2003 году природный травостой										
0–10	8.4	183	75	0.33	2.1	3.7	274	112	4950	31500
10–20	8.5	198	70	0.38	1.9	2.9	297	205	5700	28500
20–30	8.7	138	52	0.40	1.8	2.5	207	78	6000	26250
В 2020 году природный травостой										
0–10	7.5	183	271	0.34	2.8	4.9	275	407	5025	42825
10–20	7.5	172	278	0.32	2.8	5.0	257	416	4875	41475
20–30	8.0	290	325	0.49	3.3	4.0	436	488	7350	50100

В 2020 году произошло снижение щелочности почвы, с 8.4 снизилось до 7.5 за счет накопления органической массы гумуса с 32 т до 43 т/га (табл. 1). Низкое содержание фосфатов увеличивает непродуцируемые потери влаги растений и тем самым сдерживает рост продуктивности культур, ослабляет их устойчивость к воздействию засухи. Общий запас его в пахотном слое 270 кг/га при потреблении 10–15 кг подвижного фосфора. Также соотношение C:N 2.5:5 показатель обогащенности гумуса азотом – средний. Мерзлотные почвы характеризуются довольно высоким содержанием валового калия, количество которого в отдельных случаях превышает 3% [4]. Содержание валового калия 420 кг/га или 180 мг/100 г почвы. Растения имеющие более 15 мг/100 г почвы обменного калия не нуждаются в дополнительной калийной подкормке, при этом содержание калия больше в соломе или ветоши многолетних трав. Доступные растениям содержание веществ

в данной почве может быть 50–70:90:150 (N: P: K), при том же содержании ранее (было) 50–60:90:100. Основной источник органического вещества в почве остатки растений. Общий запас азота в пахотном слое почв колеблется от 26000 до 43000 кг/га. По данным таблицы доступных для растений веществ [5] содержание гумуса, фосфора и калия относится ко второй группе, низкое содержание доступных для растений веществ. Химический анализ в образцах почвы и анализ содержания веществ, далее многосторонняя роль лугового кормопроизводства характеризуется в конкретных энергетических показателях [6]. Изменение плодородия почвы за период от исходного состояния повысилась 1.1 и 1.5 раз в основном за счет накопления органического вещества, темпы прироста запасов валовой энергии составили 4–26 ГДж/га. Существенный прирост энергетических показателей плодородия почвы был обусловлен выщелачиванием питательных веществ, теряют их с высокими темпами среднегодового прироста.

Таблица 2

Агроэнергетическая характеристика почвы природного травостоя

Слой почвы, см	Содержание энергии, ГДж/га					% от суммы				± энергии солнца	
	Фосфор	Калий	Общий азот	Гумус	Сумма	Фосфор	Калий	Общий азот	Гумус	ГДж/га	Итого
В 2003 году природный травостой											
0–10	1.3	6.1	545	300	852	0.15	0.72	64	35.2	–	
10–20	1.2	6.2	529	290	827	0.14	0.75	64	35.1	–	
20–30	2.0	7.3	798	351	1158	0.17	0.63	68	30.3	–	
В 2020 году природный травостой											
0–10	1.3	1.7	537	221	761	0.17	0.22	71	20.0	+9	769
10–20	1.4	1.6	618	200	821	0.17	0.19	75	24.3	4	825
20–30	1.0	1.2	651	184	837	0.12	0.14	69	22.0	26	890

Природном лугу опытного участка в составе травостоя: мятлик степной, овсяница Ленская и остролодочник шишковидный. При участии полыни замещающей, ветреницы лесной и льна многолетнего продуктивность трав незначительная 1.6 т/га и запасе органического вещества до 4 т/га [7, 8], степень минерализации органического вещества C:N 1:3 и 1:5 [9], как отношение и показатель и плодородия природного травостоя. Гумификация органического вещества позволяет наращивать фотосинтез растений с минерализацией запаса органического вещества, для повышения

продуктивности травостоя. Вход углерода в почву с растительными остатками обусловлен приростом чистой первичной продукции 34–40 ц/га. Формирование и возобновление природного травостоя, накопление органической массы травы луговых угодий восполняет природное плодородие почвы. При соблюдении режима существенного изменения плодородия почвы не произошло, засоление грунта, вынос азота, гумуса или вымывание органических веществ и калия. В 2020 году в период заложения опытов в 2003 году, за этот период отмечается повышение плодородия почвы и увеличение валового содержания гумуса, соединений азота, фосфора и калия. Изменение плодородия почвы за период от исходного состояния повысилась 1.1–1.5 раз в основном за счет накопления органического вещества, темпы прироста запасов валовой энергии составили 4–26 ГДж/га (табл. 2). Прирост энергетических показателей плодородия почвы был обусловлен накоплением органического питательного вещества почвы. Выщелачиванием наряду с высокими темпами среднегодового прироста и недостатка увлажнения данного участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутузова, А. А. Лекции послевузовского образования по специальности 06.01.06. – луговое хозяйство, лекарственные и эфирно-масличные культуры / А. А. Кутузова. – Москва : Угрешская типография, 2013. – 116 с.
2. Трофимова, Л. С. Управление травяными экосистемами из многолетних трав / Л. С. Трофимова, В. А. Кулаков // Вестник РАСХН. – 2012. – № 4. – С. 67–69.
3. Трофимова, Л. С. Агроландшафтно-экологическое районирование Юга Центрального Федерального округа / Л. С. Трофимова // Адаптивное кормопроизводство. – 2016. – № 2. – С. 62–70.
4. Еловская, Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л. Г. Еловская. – ЯФ АН СССР, 1987. – 172 с.
5. Муравин, Э. А. Агрохимия / Э. А. Муравин. – Москва : Колос, 2003. – 384 с.
6. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем кормопроизводства. – Москва : ВНИИК, 2000. – 52 с.
7. Титлянова, А. А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозе (методическое руководство) / А. А. Титлянова. – Новосибирск, 1971. – 29 с.
8. Продуктивность и средообразующий потенциал луговых фитоце-

нозов в условиях среднетаежной подзоны Якутии / Н. В. Барашкова, А. А. Данилова, А. П. Аржакова, Л. В. Мартынова. – Новосибирск : СО РАН, 2020. – 218 с.

9. Абрамов, А. Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии / А. Ф. Абрамов. – Новосибирск, 2000. – С. 205.

DEVELOPMENT OF LEALAND SOIL FERTILITY OF THE LENA RIVER FLOODPLAIN TERRACE

L. Martynova

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the
Siberian Branch of the RAS, Yakutsk*

Spring humidity of cryogenic meadow-chnozemic soil is characterized as insufficient for the start of meadow grass growing period, this is why meadow steppes have low biological productivity. Under these circumstances in late summer, there is increased mineralization of organic substances with formation of upper humus layer. In soils, there have been observed high level of organic matter – 41 thousand kg/ha of humus, increased share of leguminose grasses, resistant to alkaline soil. Content of matter, mobile phosphorus and available potassium is estimated as low. The gross content of mobile phosphorus is 270 kg/ha and exchange potassium is 420 kg/ha. The C:N ratio is 2.5:5.0 which shows average enrichment of humus by nitrogen.

Keywords: natural meadow steppes, soil fertility, mass of roots

МИКРОБИОМ ПОЧВ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Д. А. Никитин¹, М. В. Корнейкова^{2,3}, Л. В. Лысак⁴, А. В. Почикалов⁵,
Н. С. Мергелов⁵, А. В. Долгих⁵, С. В. Горячкин⁵

¹ ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», г. Москва

² Российский университет дружбы народов, г. Москва

³ Институт проблем промышленной экологии Севера, г. Апатиты

⁴ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва

⁵ Институт географии РАН, г. Москва

e-mail: dimnik90@mail.ru

Ключевые слова: биомасса микроорганизмов, базальное дыхание, метаногенез, денитрификация, численность рибосомальных и функциональных генов

Стремительное потепление в Арктике приводит к возрастанию сомкнутости растительного покрова и, как следствие, к увеличению биологической активности почвы. При этом происходят существенные изменения в направленности процессов почвообразования и структуре сообществ почвенного микробиома. Его изучение в полярных регионах позволит оценить продуктивность и степень устойчивости экосистем к климатическим и антропогенным факторам, а также даст информацию о специфике формирования и зональности почв.

Охарактеризован микробиом фоновых и антропогенно-нарушенных почв архипелагов Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) и Новая Земля (о. Северный), полуостровов Рыбачий, Ямал и Таймыр (пос. Диксон), а также Большеземельской тундры (окрестности Воркуты). Получены данные по структуре микробной биомассе, численности клеток прокариот (бактерий и архей) и спор микобиоты, длине мицелия грибов и актиномицетов, эмиссии парниковых газов из почвы, количестве рибосомальных генов микроорганизмов.

В ходе исследования описан почвенный покров вышеперечисленных территорий. Почвы Земли Франца-Иосифа представлены псаммоземами, пелоземами, криоземами, литоземами и серогумусовыми почвами [1]. Почвы севера Новой Земли относятся к пелоземам сильноскелетным остаточно-карбонатным, карбопетроземам, петроземам и криоземам [2]. Почвы полуострова Рыбачий

представлены Al-Fe-гумусовых подзолами, подбурами, сухо-торфяными и торфяно-болотными почвами. Почвы полуострова Ямал относятся к криоземам оподзоленным и псаммоземам стратифицированным. Почвы полуострова Таймыр представлены криоземами глееватыми и криоземами урбистратифицированными. Почвы Большеземельской тундры относятся к сухоторфяно-подбурам, подбурам перегнойным, глееземам криометаморфическим и прегнойным.

Численность прокариот почв наиболее северных из изученных территорий (ЗФИ, севера Новой Земли) составляла от 107 до 108 клеток/г почвы [2], а для остальных проанализированных локаций – на порядок больше (табл.). Биомасса микроорганизмов рассматриваемых регионов варьировала от десятых долей до сотен мг/г почвы, увеличиваясь в 1.5–3 раза в градиенте с севера на юг и с востока на запад. Доля грибов в микробной биомассе минимальна (70–85%) в почвах полуострова Рыбачий и Большеземельской тундры, где климат наименее суров, и максимальна (80–98%) для ЗФИ и севера Новой Земли [2]. Доля покоящихся спор (спор и конидий) в биомассе микробиоты всех исследованных почв составляла более половины. Длина грибного мицелия варьировала от единиц до сотен м/г почвы, коррелируя с общей биомассой микроорганизмов (табл.). Мицелий актиномицетов для большинства почв зачастую отсутствовал или составлял единицы м/г почвы. В отдельных горизонтах богатых органическим веществом длина мицелия актиномицетов не превышала десятков м/г почвы. В целом, наибольшее развитие микроорганизмов отмечено в очесах и подстильно-торфяных горизонтах, экспоненциально снижаясь с увеличением глубины. Значения показателей микробной биомассы обычно были выше в антропогенно-нарушенных почвах по сравнению с фоновыми.

Уровень базального дыхания большинства почв ЗФИ и севера Новой Земли варьировал от в пределах единиц и десятков мкг $C-CO_2/(г \times сут)$, а активность метаногенеза и интенсивность денитрификации от десятых долей и единиц нг $CH_4/(г \times сут)$ и единиц, десятков мкг $N-N_2O/(г \times сут)$ соответственно (табл.) [1, 2]. В то время, как для более южных исследованных локаций значения данных параметров биологической активности почв могли быть существенно больше. Эмиссия парниковых газов почв резко снижались вниз по профилю, но возрастала в антропогенно-нарушенных биотопах.

Для изученных территорий в наибольшей степени приближен-

ных к полюсу численность 16S рРНК архей изменялась от 10^7 до 10^9 копий генов/г почвы, содержание 16S рРНК бактерий было на 2 порядка выше, а численность ITS рРНК грибов – от 10^8 до 10^9 копий генов/г почвы [3, 4]. Содержание же генетического материала всех микроорганизмов для полуостровов Рыбачий, Ямал и Таймыр, а также Большеземельской тундры было больше на 1-2 порядка, чем на ЗФИ и Новой Земле (табл.).

В регионах с наиболее суровым климатом (ЗФИ, Новая Земля) максимально (от 10^8 до 10^{10} генов/г почвы) число функциональных генов *NifH*, ответственных за азотфиксацию, но существенно меньше (от 10^4 до 10^7 генов/г почвы) генов *AmoA* (нитрификация) и *NirK* (денитрификация) [3, 4]. Для более южных рассматриваемых территорий количество генов *NifH* не так высоко (от 10^6 до 10^9 генов/г почвы), а численность генов *AmoA* и *NirK* выше на 2-3 порядка (табл.).

Таблица

Параметры характеристики активности почвенного микробиома

Параметр/ локация	ЗФИ	Новая Земля	Рыбачий	Большезе- мельская тун- дра (Воркута)	Ямал	Таймыр (п.Диксон)
Численность прокариот, кл/г почвы	от 4.0×10^7 до 8.5×10^8	от 1.5×10^7 до $.1 \times 10^8$	от 7.1×10^8 до 7.3×10^9	от 2.6×10^8 до 9.0×10^9	от $.0 \times 10^8$ до $.9 \times 10^9$	от 2.2×10^8 о 1.2×10^9
Биомасса микроорганизмов, мг/г почвы	от 0.052 до 0.413	от 0.022 до 0.390	от 0.031 до 0.569	от 0.066 до 0.820	от 0.046 до 0.378	от 0.058 до 0.480
Доля грибов в микробной биомассе, %	от 80 до 95%	от 86 до 98%	от 73 до 85%	от 70 до 81%	от 77 до 88%	от 78 до 93%
Длина мицелия грибов, м/г почвы	от 4 до 272	от 3 до 166	от 14 до 654	от 45 до 643	от 28 до 225	от 10 до 579
Длина мицелия актиномицетов, м/г почвы	от 16 до 230	от 1 до 24	от 2 до 102	от 2 до 180	от 1 до 124	от 1 до 87
Базальное дыхание, мкг С- СО ₂ /(г×сут)	от 2 до 92	от 1 до 28	–	–	–	от 1 до 132

Окончание таблицы

Параметр/ локация	ЗФИ	Новая Земля	Рыбачий	Большезе- мельская тун- дра (Воркута)	Ямал	Таймыр (п.Диксон)
Метаногенез, нг CH ₄ /(г×сут)	–	от 0.5 до 6.2	–	–	–	–
Денитрификация, мкг N–N ₂ O/ (г×сут)	–	от 0.5 до 46.0	–	–	–	–
Численность 16S рРНК архей, копий генов/г почвы	от 8.46×10 ⁷ до 2.28×10 ⁹	от 2.20×10 ⁷ до 1.63×10 ⁹	от 2.41×10 ⁹ до .58×10 ¹⁰	от 8.55×10 ¹⁰ до 2.08×10 ¹¹	от 6.49×10 ⁹ до 9.27×10 ¹⁰	от 5.84×10 ⁷ до 5.38×10 ⁸
Численность 16S рРНК бактерий, копий генов/г почвы	от 5.14×10 ⁸ до 5.05×10 ¹⁰	от 4.19×10 ⁹ до 2.26×10 ¹⁰	от 4.75×10 ¹⁰ до 8.95×10 ¹¹	от 1.02×10 ¹¹ до 1.88×10 ¹¹	от 2.25×10 ¹⁰ до 1.32×10 ¹¹	от 1.98×10 ⁹ до 4.85×10 ⁹
Численность ITS рРНК грибов, копий генов/г почвы	от 2.34×10 ⁸ до 4.40×10 ⁹	от 1.58×10 ⁸ до 7.56×10 ⁹	от 1.68×10 ⁸ до 1.19×10 ¹⁰	от 2.86×10 ¹⁰ до 6.96×10 ¹⁰	от 4.86×10 ⁹ до 3.48×10 ¹⁰	от 1.04×10 ⁸ до 1.00×10 ⁹
Численность NifH, генов/г почвы	от 7.56×10 ⁸ до 9.80×10 ¹⁰	от 5.96×10 ⁸ до 9.78×10 ¹⁰	–	–	–	от 4.57×10 ⁶ до 8.65×10 ⁹
Численность AmoA, генов/г почвы	от 9.00×10 ⁴ до 4.35×10 ⁷	от 8.89×10 ⁴ до 1.28×10 ⁷	–	–	–	от 5.20×10 ⁶ до 1.19×10 ¹⁰
Численность NirK, генов/г почвы	от 8.67×10 ⁷ до 4.20×10 ¹⁰	от 7.99×10 ⁷ до 2.13×10 ¹⁰	–	–	–	от 6.27×10 ⁹ до 9.54×10 ¹²

Примечание. «–» – не определяли.

Таким образом, показано, что почвы западного сектора российской Арктики обладают значительной биологической активностью, от которой во многом зависит продуктивность и устойчивость местных экосистем. Уровень биологической активности почв во многом зависит от их географического положения и возрастает с севера на юг и с запада на восток. Судя по большому количеству клеток различных группы микроорганизмов, высокой эмиссии парниковых газов и значительному уровню функциональных генов цикла азота, почвенный микробиом исследованных почв обладает

высоким адаптационным потенциалом к экстремальным условиям окружающей среды, что позволяет им выполнять свои функции даже в условиях антропогенного вмешательства.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-77-300-12.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микробная биомасса, запасы углерода и эмиссия CO₂ в почвах Земли Франца-Иосифа: высокоарктические тундры или полярные пустыни? / Д. А. Никитин [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 4. – С.444–462. – DOI: 10.31857/S0032180X20040115
2. Биологическая активность почв в условиях покровного оледенения в северной части архипелага Новая Земля / Д. А. Никитин [и др.] // Почвоведение. – 2021. – № 10. – С. 1207–1230. – DOI: 10.31857/S0032180X21100087
3. Никитин, Д. А. Характеристика микобиоты почв Земли Франца-Иосифа методами микробиологического посева и ПЦР в реальном времени / Д. А. Никитин, М. В. Семенов // Микробиология. – 2022. – № 91 (1). – С. 62–74. – DOI: 10.31857/S0026365622010098
4. Никитин, Д. А. Молекулярно-биологическая характеристика почвенного микробиома северной части архипелага Новая Земля / Д. А. Никитин, Л. В. Лысак, Д. В. Бадмадашиев // Почвоведение. – 2022. – № 8. – С. 1035–1045. – DOI: 10.31857/S0032180X22080135

**SOIL MICROBIOME OF THE WESTERN SECTOR
OF THE RUSSIAN ARCTIC**

**D. A. Nikitin¹, M. V. Korneikova^{2,3}, L. V. Lysak⁴,
A. V. Pochikalov⁵, N. S. Mergelov⁵, A. V. Dolgikh⁵,
S. V. Goryachkin⁵**

¹ *V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow*

² *Agrarian-Technological Institute, Peoples' Friendship
University of Russia (RUDN University), Moscow*

³ *Institute of North Industrial Ecology Problems —
Subdivision of the Federal Research Centre, Kola
Science Centre of Russian Academy of Sciences, Apatity*

⁴ *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

⁵ *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,
Moscow*

e-mail: dimnik90@mail.ru

Microbiome of background and anthropogenically disturbed soils of the Franz Josef Land and Novaya Zemlya archipelagos, the Rybachy, Yamal, and Taimyr peninsulas (Dikson settlement), as well as the Bolshezemelskaya tundra (near Vorkuta) was characterized. Data on structure of microbial biomass, number of cells of prokaryotes and fungi, emission of greenhouse gases from soil, number of ribosomal genes of microorganisms were obtained.

Judging by large number of cells of various groups of microorganisms, high emissions of greenhouse gases, and a significant level of functional nitrogen cycle genes, soil microbiome of studied soils has a high adaptive potential to extreme environmental conditions, which allows them to perform their functions even under conditions of anthropogenic interference.

Keywords: biomass of microorganisms, basal respiration, methanogenesis, denitrification, number of ribosomal and functional genes

СТРУКТУРА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ И КРУГОВОРОТ АЗОТА В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ТОРФЯНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

А. В. Пастухов, В. А. Ковалева, Д. А. Каверин

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
г. Сыктывкар

e-mail: alpast@mail.ru

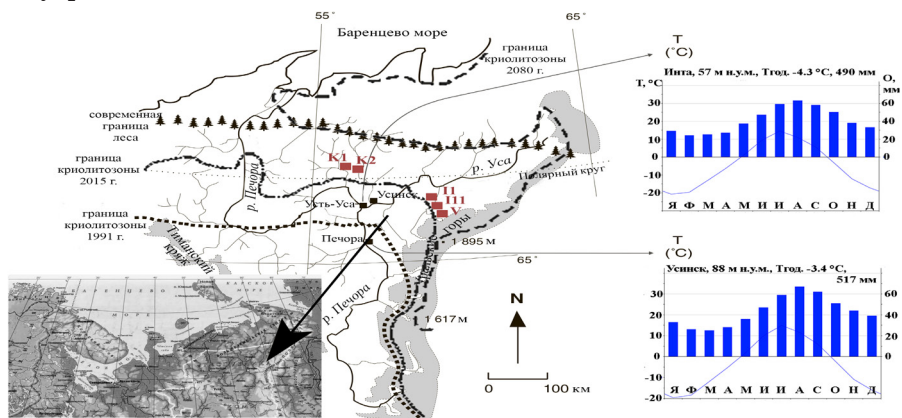
Ключевые слова: аминокислоты, бактерии, археи, грибы, болота

По последним оценкам, северные торфяники занимают площадь 3.7 ± 0.5 млн. км² и содержат 415 ± 150 Пг углерода и 10 ± 7 Пг азота, почти половина площади и запасов которых находятся в области распространения многолетней мерзлоты [1]. Торфяники как мощные резервуары парниковых газов станут источниками выбросов метана и диоксида азота в атмосферу в условиях изменения климата и деградации многолетнемерзлых пород (ММП) [2]. Несмотря на то, что торфяники вносят основной вклад в глобальный углеродный и азотный циклы, которые могут быть уязвимы к изменению климата, микробиология этих сложных экстремальных водно-болотных экосистем недостаточно изучена по сравнению с микробиологией прочих наземных экосистем. Все еще не определен относительный вклад каждой из различных микробных групп в процессы разложения и круговорота питательных веществ. Считается, что данные процессы осуществляются консорциумом организмов с взаимодополняющей ферментативной активностью, взаимодействующих друг с другом и находящихся под влиянием различных переменных окружающей среды.

Сезонные изменения в доступности аминокислот могут играть роль в ограничении или увеличении доступности азота, и, таким образом, аминокислоты могут влиять на рост сосудистых растений и скорость разложения органического вещества торфяной залежи. Доступность аминокислот для поглощения микроорганизмами и растениями, вероятно, будет зависеть от климатических изменений и может повлиять на изменение углеродного и азотного цикла торфяников при деградации многолетней мерзлоты.

Цель исследования – определить структурные особенности и дать оценку профильного распределения микробных сообществ, а также корреляционные связи в зависимости от аминокислотного состава в многолетнемерзлых болотах на южном пределе криоли-тозоны.

Исследуемая территория находится в пределах южной границы современной криолитозоны и северной границы распространения леса с массивно-островным распространением ММП. Подбор объектов осуществлялся по сравнительно-географическому принципу с учетом современной и прогнозируемой геокриологической обстановки в регионе. Описания и отбор образцов торфяных почв производили на вершинах торфяных бугров и топях, примыкающих к буграм.



Местоположение участков исследований. Ежемесячные температуры и суммы осадков взяты из климатической базы данных <https://ru.climate-data.org/> [дата обращения 13.03.2023].

Элементный количественный анализ органических соединений углерода, водорода и азота определяли на автоматическом CHN(S,O)-анализаторе EA-1110 (Carlo Erba) (ФР.1.31.2016.23502). Состав аминокислот 6 моль/дм³ HCl вытяжки определен методом жидкостной хроматографии на ионообменных смолах (аминокислотный анализатор AMINO ACID ANALYZER T 339 (Microtechna Praha)). Количественный учет бактериального, архейного и грибного компонентов в микробиомах исследуемых образцов проводили с использованием количественной полимеразной цепной реакции (ПЦР) с детекцией в реальном времени в амплификаторе CFX96 Touch (BioRad).

Ранее проведенные исследования выявили неоднородность состава и свойств органического вещества торфяных горизонтов в СТС и ММП [3, 4, 5], которые указывают на различные палеогеографические условия их формирования [6, 7, 8].

Идентифицированы и количественно определены 17 аминокислот. Установлено, что доля аминокислотных фрагментов состав-

ляет 2.6–7.8% and highly significantly correlated ($r=0.87$, -0.74 и 0.67 , $p<0.05$) with soil organic nitrogen concentration, C/N ratio and $\delta^{15}\text{N}$. Выявлены тенденции изменения аминокислотного состава органического вещества по профилю и в зависимости от ботанического состава торфа, проявляющиеся в различии относительных мольных долей аминокислотных групп (нейтральных, основных, кислых, циклических). Мольная доля оксиаминокислот и гетероциклических АК отражает биологическую активность и степень гумификации почв.

Полученные данные демонстрируют существование большого пула микроорганизмов, сконцентрированного в многолетнемерзлых торфяниках [9]. Достоверной корреляции между распределением микроорганизмов и ботаническим составом торфяной залежи не обнаружено. Главными факторами, определяющими численность микроорганизмов, являются аэрация и гидротермические условия. Ограниченная доступность азота будет лимитировать способность растений и микроорганизмов реагировать на изменение условий окружающей среды, но, в то же время, при повышенном разложении органического вещества будут высвобождаться аминокислоты как органические источники азота, хранящиеся в белковом материале растений-торфообразователей и микробных сообществ, что может также повлиять на круговорот органического азота.

Благодарности: Исследование выполнено при частичной поддержке бюджетной темы № 122040600023-8 «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв арктических и бореальных экосистем европейского Северо-Востока в условиях современных антропогенных воздействий, глобальных и региональных климатических трендов», а также благодаря поддержке программы развития университетов «Приоритет 2030».

ЛИТЕРАТУРА

1. Large stocks of peatland carbon and nitrogen are vulnerable to permafrost thaw / G. Hugelius [et al.] // PNAS. – 2020. – Vol. 117 (34). – P. 20438–20446. – DOI: 10.1073/pnas.1916387117
2. Climate change and the permafrost carbon feedback / E. Schuur [et al.] // Nature. – 2015. – Vol. 520. – P. 171–179. – DOI: 10.1038/nature14338
3. Пастухов, А. В. Реликтовые бугристые мерзлотные торфяники на южном пределе Восточно-Европейской криолитозоны / А. В. Пастухов, Д. А. Каверин, Н. Н. Гончарова // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – № 1. – С. 77–84. – <http://envjournal.ru/ari/v2015/v1/files/15112.pdf>
4. Маркеры трансформации органического вещества в мерзлотных бугристых болотах на европейском Северо-Востоке / А. В. Пастухов [и др.] // Почвоведение. – 2018. – № 1. – С. 48–61. – DOI: 10.7868/S0032180X18010057

5. Development of permafrost-affected peatlands in the southern limit of the European Russian cryolithozone and their vulnerability to future warming / A. Pastukhov [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2022. – Vol. 828. – 154350. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154350

6. Пастухов, А. В. Экологическое состояние мерзлотных бугристых торфяников на северо-востоке европейской России / А. В. Пастухов, Д. А. Каверин // *Экология.* – 2016. – № 2. – С. 94–102. – DOI: 10.7868/S0367059716010108

7. Динамика развития бугристых торфяников на южной границе Восточно-Европейской криолитозоны / А. В. Пастухов [и др.] // *Почвоведение.* – 2017. – № 5. – С. 544–557. – DOI: 10.7868/S0032180X17030091

8. Vulnerability of the Ancient Permafrost Peatlands in Western Siberia / A. Pastukhov [et al.] // *Plants.* – 2021. – Vol. 10. – 2813. – DOI: 10.3390/plants10122813

9. Pastukhov, A. Microbial Community Structure in Ancient European Arctic Peatlands / A. Pastukhov, V. Kovaleva, D. Kaverin // *Plants.* – 2022. – Vol. 11. – 2704. – DOI: 10.3390/plants11202704

MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE AND NITROGEN CYCLE IN PERMAFROST PEATLANDS OF THE EUROPEAN NORTH-EAST

V. Pastukhov, V. A. Kovaleva, D. A. Kaverin

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Northern permafrost peatlands constitute the main C and N vulnerable pool (415 ± 150 and 10 ± 7 g, respectively) in the region. This study highlights the amino acid (AA) and microbial community composition in peat strata along a gradient of climate. The AA and microbiota diversity were investigated by liquid chromatography and a quantitative polymerase chain reaction. The share of AA fragments is 2.6–7.8%, highly significantly correlated ($r = 0.87, -0.74$ and $0.67, p < 0.05$) with soil N, C/N ratio and $\delta^{15}\text{N}$. The data shows the existence of a large pool of microorganisms concentrated in permafrost peatlands, a vertical continuum of bacteria, archaea and fungi along the peat profile. Determining factors for the development of microorganism abundance are aeration and hydrothermal conditions.

Keywords: amino acids; bacteria; archaea; fungi; bogs

ПОЧВЫ ЯМАЛЬСКОГО СЕВЕРА И ИХ СВОЙСТВА

А. Н. Тихановский

ФГБУН Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии Тюменского научного центра СО РАН,
г. Тюмень

e-mail: cehanovski@yandex.ru

Ключевые слова: агрохимические свойства, гумус, азот, фосфор, калий

Полуостров Ямал целиком относится к области сплошного распространения многолетнемерзлых горных пород (ММП). Однако мощность многолетнемерзлых толщ, их площадное распространение, криогенное строение, температура, глубина сезонного оттаивания существенно различаются в разных подзонах и провинциях Ямала.

Формирование ММП на Ямале началось в среднем плейстоцене и продолжается до настоящего времени. Верхняя часть толщи ММП отражает современные природные условия. Многолетняя мерзлота на Ямале распространена повсеместно: на водоразделах и морские отложения пляжей, мелководий Карского моря, Обской губы также находятся в мерзлом состоянии. Сквозные талики образованы под акваторией Карского моря, Обской губы и под руслами крупных рек в их устьях.

Голоценовые морские отложения лайды развиты наиболее широко вдоль побережья Карского моря. Они представлены супесчано-суглинистыми и глинистыми породами с прослоями песков и включениями органического материала. Слоистость, как правило, горизонтальная. Подошва этих отложений залегает ниже уровня моря [1].

Полуостров Ямал является типичной аккумулятивной равниной, все геоморфологические уровни которой сложены многолетнемерзлыми породами. В летнее время происходит оттаивание самой верхней части разреза этих пород (мощность слоя сезонного оттаивания изменяется в минеральных породах от 0,4–0,6 до 1,5–2 м). В результате этого процесса происходит коренное изменение их состояния и свойств, супесчано-суглинистые и глинистые породы слоя сезонного протаивания приобретают высокую влажность, пластинную, а часто и скрытотекучую консистенцию, резко снижающую несущую способность. Песчаные оттаявшие грунты также становятся водонасыщенными. Территория,

сложенная такими грунтами, становится труднопроходимой даже для гусеничного транспорта. Грунты слоя сезонного оттаивания очень часто разжижаются, переходя в плавунное состояние при воздействии на них даже слабых динамических нагрузок, а при снятии последних происходит очень медленное тиксотропное их упрочнение.

Агрохимическая характеристика почв Ямальского Севера проводилась на различных их типах (таб. 1–2). Установлено, что почвообразующие породы на Ямальском участке представлены главным образом связанными крупнопылевато-мелкопесчаными песками для почв автоморфных ландшафтов и супесями крупнопылевато-мелкопесчаными для гидроморфных. Почвообразующие породы Уральского берега характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом – главным образом суглинками легкими крупно- и среднепылеватыми и суглинками средними иловато-крупнопылеватыми, на выходах горных пород – песками связанными и рыхлыми крупно- и мелкопесчаными (без учета каменистости).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв Уральский берег

№ обр.	Гори-зонт	Глубина, см	pH (H ₂ O)	Гумус, %	P ₂ O ₅ мг/100г	K ₂ O мг/100г	Na ₂ O мг/100г	Аммонийный азот, N, мг/100 г
Торфяно-подбур глеевый иллювиально-железистый мелкоторфянистый								
24	O	0–4	–	–	–	–	–	–
25	T ₁	4–10	3.96	98.07	4.40	7.69	110.80	79.59
26	T ₂	10–19	3.53	79.8	1.59	37.35	126.01	69.21
27	BF	19–48	3.79	38.58	1.43	3.87	10.75	15.97
Подбур оподзоленный глееватый сильно скелетный								
28	O	0–1	4.61	37.51	2.05	137.21	70.61	32.13
29	E	1–2	4.91	2.65	0.54	23.41	5.21	3.06
30	BFH	2–8	4.88	1.33	0.38	6.46	4.02	1.58
31	BF	8–59	5.82	1.64	3.15	4.00	4.56	1.33
32	BFg	59–93	6.33	1.93	4.48	2.90	3.26	2.57
33	G	93–115	5.63	1.97	5.85	11.30	8.26	1.43
Торфяно-глеезем криотурбированный торфянистый								
34	O	0–6	4.32	55.89	3.42	129.14	79.30	6.,81
35	T ₁	6–12	3.98	31.85	1.76	36.91	69.52	52.65
36	T ₂	12–19	3.80	67.44	3.61	40.87	66.26	86.76
37	T ₃	19–30	5.68	12.65	17.88	290.56	1678.42	189.83
38	G	30–49	4.41	3.06	0.40	0.92	4.13	2.77

Актуальная кислотность ($\text{pH H}_2\text{O}$) в исследуемых почвах Ямальского участка колеблется в пределах 3.63–5.31, что соответствует сильнокислой и кислой реакции pH почвенного раствора (градация – по [2]). Наиболее сильнокислая реакция наблюдается в верхних горизонтах почв, что определяется составом растительности, снижаясь вниз по профилю к минеральным горизонтам. Автоморфные почвы (отдел Альфегумусовых почв) в целом менее кислые (за исключением собственно горизонта Е), чем гидроморфные (аллювиальные и торфяно-глееземы). Для Уральского берега отмечены те же закономерности. Колебания актуальной кислотности в исследуемых образцах наблюдаются от 3.53 до 6.33, что соответствует сильнокислой, кислой и слабокислой реакции почвенного раствора.

Подвижные формы фосфора. Содержание P_2O_5 в почвах Ямальского участка колеблется от 0.39 мг/100 г почвы до 8.95 мг/100 г, что соответствует низкой и очень низкой обеспеченности (обеспеченность дана по [3]). Наименьшие значения соответствуют глеевым минеральным горизонтам, наибольшие – верхним органогенным. Можно также отметить в гидроморфных почвах, кроме накопления в органогенных горизонтах, тенденцию к выщелачиванию подвижных форм фосфора в надмерзлотные горизонты. В подзолистых почвах наблюдается характерное аккумулятивно-элювиально-иллювиальное распределение. Незначительно более обеспеченными подвижными фосфатами оказались почвы аккумулятивных форм рельефа в пойменных участках и на лайте. Та же тенденция наблюдается и на Уральском участке створа, где содержание P_2O_5 колеблется от 0.38 мг/100г почвы до 5.85 мг/100г, что также соответствует низкой и очень низкой обеспеченности. Исключение составляет горизонт T_3 разреза U-20 (торфяно-глезем криотурбированный торфянистый), где это значение достигает 17.88 мг/100г почвы. Обменные формы калия и натрия. В исследуемых почвах содержание K_2O и Na_2O колеблется в очень широких пределах – от очень низкого содержания до повышенного и очень высокого. При этом в почвах наблюдается чаще всего характерное для зональных тундровых почв регрессивно-аккумулятивный тип распределения этих соединений с максимумом накопления в дерновых и верхних органогенных горизонтах с резким снижением в минеральной толще профиля и достигая минимума к глеевому горизонту. В подзолистых почвах автоморфных ландшафтов, как и для фосфора, выявлено аккумулятивно-элю-

виально-иллювиальное распределение. В то же время в разрезах, заложенных наиболее близко к береговой морской линии, а также на лайде, наблюдаются резкие скачки.

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почв Ямальский берег

№ обр.	Горизонт	Глубина, см	рН _(H2O)	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	Аммонийный азот, N, мг/100 г
					мг/100г			
Аллювиальная торфяно-глебовая торфянистая почва								
	О	0-1	–	–	–	–	–	–
6	Т	1-27	5.31	7.01	5.67	74.25	464.79	80.83
7	G	27-60	4.9	1.49	5.66	104.92	444.13	6.43
Подбур оподзоленный глееватый								
8	О	0-2	–	–	–	–	–	–
9	Т	2-3	3.63	33.94	4.22	35.51	10.43	16.76
10	Е	3-5/9	4.8	0.68	2.63	3.56	5.43	2.32
11	BFHg	5/9-20	5.18	0.60	2.70	1.98	3.91	1.57
12	BFg	20-47	5.26	0.19	3.06	3.52	11.19	1.88
13	G	47-125	5.19	0.07	2.43	3.25	5.11	4.96
Аллювиальная торфяно-глебовая типичная мелкоторфянистая песчаная почва								
14	О	0-2	–	–	–	–	–	–
15	T ₁	2-9	4.18	56.04	3.13	23.73	39.11	54.13
16	T ₂	9-12	4.29	6.96	1.49	6.05	9.89	5.54
17	G ^{-ff}	12-25	4.52	1.79	0.45	3.91	10.65	2.67
18	G	25-65	4.91	1.44	8.95	2.24	14.77	3.71
Торфяно-глеезем типичный торфяный								
19	О	0-4	3.83	80.46	7.91	266.34	542.26	47.95
20	T ₁	4-10	4.56	50.11	1.56	25.49	335.68	24.72
21	T ₂	10-22	4.24	57.25	0.98	12.74	33.68	45.97
22	T ₃	22-41	4.1	21.39	2.34	11.43	28.24	39.55
23	G	41-51	5.14	1.10	0.39	1.41	3.15	3.91

Так, в уже упомянутом разрезе U-20 содержание K₂O и Na₂O достигает соответственно значений 290.56 мг/100г почвы и 1678.42 мг/100г почвы что в сотни и тысячи раз превышает средние зональные значения. Подобные аномалии являются признаком надмерзлотного криогенного засоления, крайне нежелательного для почв. Примером другого типа засоления – поверхностного, служат разрезы U-3 на Уральском берегу и Y-3 на Ямальском.

Таким типом засоления большей частью характеризуются почвы низкой лайды, заливаемой в нагоны и приливы морской водой. Концентрация обменного натрия в этих условиях может достигать в верхних горизонтах нескольких сотен мг/100г почвы.

Подвижные формы азота. Основная часть доступных растениям форм азота в тундровых почвах находится в аммиачной форме. Как и в случае с обменными формами калия и натрия, основная часть этого элемента сосредоточена в верхних органогенных горизонтах автоморфных почв, достигая значений 16.76–32.13 мг/100 г почвы в пересчете на элемент, резко снижаясь вниз по профилю, проявляя регрессивно-аккумулятивное распределение. Большая же часть аммонийного азота сосредоточена в органогенных горизонтах гидроморфных и полугидроморфных почв (торфяных олиготрофных и торфяно-глееземах) примерно на порядок превышая значения для подбуров, мало различаясь в отношении того или иного берега. Наибольшие же значения (80.83–189.83 мг/100г почвы на элемент) наблюдаются в разрезах у береговой линии.

Органическое вещество почв. Органическое вещество в исследуемых почвах определялось по Тюрину – для минеральных горизонтов почв и определением величины потери при прокаливании для торфяных почв [4]. Распределение органического вещества по профилю исследуемых почв имеет аккумулятивный характер. Большая его часть накапливается в верхних горизонтах вследствие поверхностного поступления, медленного разложения и затрудненной миграции по профилю. Наиболее богаты органическим веществом верхние горизонты торфяников плоскобугристых болот (от 55.89% до 98.07% органического вещества), в аллювиальных торфяно-глеевых почвах снижаясь до 7.01–56.04% за счет приносимого аллювия минерального состава. В обоих случаях содержание органических веществ резко падает в минеральных горизонтах. В минеральных горизонтах автоморфных почв содержание гумуса крайне мало и не превышает 0.07–0.68% в легких по гранулометрическому составу почвах Ямала, и – 1.33–2.65% в более тяжелых почвах Урала. Следует отметить значительную пропитанность гумусом минеральной толщи Al-Fe-гумусовых почв глубоко по профилю, при небольших абсолютных значениях. В гидроморфных и полугидроморфных почвах в минеральных горизонтах содержание гумуса колеблется соответственно от 1.10 до 1.79% в почвах Ямальского участка и до 3.06% – Уральского. Стоит отметить, что представленные данные распространяются

лишь на ограниченное число заложённых разрезов и не являются репрезентативными для всей площади исследуемых участков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Природа Ямала. – Екатеринбург : Наука, 1995. – 435 с.
2. Добровольский, В. В. География почв с основами почвоведения / В. В. Добровольский. – Москва : Высшая школа, 1989. – 320 с.
3. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
4. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 719 с.

SOILS OF THE YAMAL NORTH AND THEIR FEATURES

N. Tikhanovsky

FKBUN Russian Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology of the Tyumen Scientific Center SB RAS, Salekhard

In the studied soils of Yamal, the actual acidity in H₂O (3.63–5.3) corresponds to the acidic and strongly acidic soil solution. Mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium correspond to low and very low availability of soils. The distribution of organic matter along the soil profile is accumulative, most of it accumulates in the upper horizons.

Keywords: agrochemical composition, humus, nitrogen, phosphorus, potassium

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ ЕДОМНЫХ ОСТАНЦОВ П-ВА БЫКОВСКОГО (ТУНДРОВАЯ ЗОНА ЯКУТИИ)

Д. Г. Федоров-Давыдов¹, О. Г. Занина¹, М. И. Дергачева², Н. Л. Бажина²,
А. В. Лупачев¹

¹ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
г. Пушино

² Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
e-mail: *muss-96@yandex.ru*

Ключевые слова: Северная Якутия, тундровая зона, глеезем, почвенный криогенез, окислительно-восстановительные свойства почв

Полуостров Быковский, разделяющий устье протоки Быковской – наиболее восточной протоки р. Лены – и бухту Тикси, представляет собой один из немногих участков низменности в преимущественно горной средней части Северной Якутии. Он является частью позднеплейстоценовой аккумулятивной равнины, сложенной высокольдистыми породами едомной свиты (ледового комплекса). Начавшиеся в голоцене процессы термокарстовой и термоэрозийной трансформации поверхности определили современный облик территории, представленной чередованием останцов древней равнины (едом) и термокарстовых котловин (аласов).

Полуостров относится к подзоне арктической тундры. На плакорах господствуют травяно-кустарничковые лишайниково-зеленомошные, кустарничково-травянистые сфагново-лишайниково-зеленомошные и пушицево-осоково-кустарничковые лишайниково-сфагново-зеленомошные ассоциации. Криогенный бугорковатый нанорельеф выражен повсеместно и определяет комплексную структуру почвенного покрова.

На основании данных метеостанции Тикси климат изучаемой территории может быть охарактеризован как умеренно-континентальный и умеренно-сухой. Почвенный климат водоразделов отличается большей континентальностью из-за сдувания снежного покрова и крайне низкими летними температурами – среднесуточные значения на глубине 20 см редко превышают 5 °С. Мощность деятельного слоя под бугорками составляет 38–50 см.

Почвы полуострова имеют тяжелый гранулометрический состав (тяжелые суглинки и легкие глины), близкое содержание трех

фракций – песчаной, крупнопылевой и пылевой – и довольно высокую долю илистых частиц (16–23%). К числу их особенностей относится небольшая примесь гравия (0.01–0.75%), по всей видимости, связанная с особенностями происхождения едомных отложений в этой части Северной Якутии [1]. Аккумулятивное распределение гравийных отдельностей, по-видимому, связано с вымораживанием скелетного материала на дневную поверхность, а их повышенное содержание в почвах микрозападин – с процессами криогенной сортировки материала.

Из-за активного пятнообразования непрерывные органо-аккумулятивные горизонты в профилях под бугорками выражены менее чем в половине всех случаев. В центральной части бугорка дерновинки мхов и цветковые растения часто произрастают непосредственно на минеральном материале. В других случаях здесь наблюдаются оторфованные гумусово-слаборазвитые (Wt) горизонты. Под периферическими частями бугорков формируются фрагментарные торфянистые горизонты. Довольно часто последние имеют и непрерывное простираение, но под центральной частью бугорка их мощность обычно уменьшается.

Территория характеризуется глеевым типом почвообразования, господствующим в том числе и на водораздельных позициях. Все многообразие почвенных профилей под бугорками, формирующихся в автономных условиях, может быть отнесено к трем основным типам, между которыми возможно существование промежуточных вариантов. В первом типе (Wt-Bg-Gox-G) отсутствуют неоглеенные горизонты кроме маломощного оторфованного гумусово-слаборазвитого, под которой залегают оструктуренный глееватый Bg. Средняя (Gox) и нижняя (G) части профиля отличаются бесструктурностью и плотным сложением. Окисленный глеевый горизонт (Gox) имеет мраморовидную, лоскутную, реже пятнистую окраску, представленную чередованием серо-сизых и охристо-бурых морфонов. Восстановленный глеевый (ортоглеевый) горизонт имеет почти однородную лиловато-сизую окраску с редкими и неравномерно выраженными охристыми примазками. В профилях второго типа (Wt-B-Bg-Gox-G-Gt) под оторфованной дерниной наблюдается хорошо структурированный горизонт B без признаков оглеения. Общая мощность верхней оструктуренной толщи здесь больше, кроме того элементы агрегированности могут встречаться и в средней части профиля (Gox) в виде субвертикально ориентированных полиморфонов, приуроченных к

криогенным трещинам. Средняя и нижняя части профиля всегда несут следы криотурбаций, а в надмерзлотной части непременно присутствует надмерзлотная аккумуляция грубого органического вещества (горизонт Gt или CRO (по С.В. Губину и А.В. Лупачеву [2]), которая в профилях первого типа может наблюдаться лишь в зачаточном виде. В профилях третьего типа (Wt-B-Bg-Gox(G@)-Gt) средняя и нижняя части профиля интенсивно криотурбированы, содержат многочисленные торфяные включения и частично оструктурены. Восстановленный глей выражен лишь у подошвы деятельного слоя в пределах горизонта Gt. В нижней части профиля могут встречаться фрагменты горизонта G, не утратившего своего плотного и бесструктурного сложения, но в значительной мере окисленного. Верхняя граница восстановленных глеевых горизонтов G или Gt имеет тенденцию к углублению от первого к третьему типу профилей: ее среднее значения составляют 27, 33 и 40 см для первого, второго и третьего типов соответственно.

Согласно действующей классификации [3] почвы с профилями первого типа могут быть отнесены к глееземам типичным, почвы с профилями второго типа – к глееземам криотурбированным, а почвы с профилями третьего типа – к глееземам окисленно-глеевым.

В обозначенном ряду наблюдается нарастающее окисление глея, признаки которого коррелируют со степенью выраженности криогенных процессов: растрескивания, пятнообразования, криотурбации, криогенного оструктуривания. Окисленно-глеевые глееземы встречаются лишь на наиболее дренированных участках водоразделов, где в составе растительных ассоциаций отсутствуют сфагновые мхи.

Действие криогенных процессов нарушает исходное сложение почвенных горизонтов, способствует появлению трещиноватости, агрегированности, более высокой порозности. Происходит как увеличение мощности верхней хорошо оструктуренной части профиля (Wt-B-Bg), возрастание ее структурности, так и частичное оструктуривание средней и даже нижней частей профиля. Изменение сложения может быть проиллюстрировано на примере таких показателей как агрегатный состав и объемный вес. Так, коэффициент структурности верхних горизонтов профиля типичных глееземов равен 2.06–2.47, а криотурбированного – 3.66–5.99. В средней части профиля значения коэффициента структурности соответственно составляют 0.21 и 0.45. Объемный вес верхних горизонтов типичных глееземов изменяется в пределах

0.77–1.43 г/см³, криотурбированных глееземов – 0.76–1.06 г/см³, а в горизонте В окислено-глеевого глеезема – равен 0.71 г/см³. В средней части профиля (горизонты G_{ox}) значения объемного веса для профилей типичных глееземов составляют 1.35–1.42, а для криотурбированных и окисленно-глеевых – 1.18–1.40 г/см³. Интенсивно криотурбированные окислено-глеевые горизонты (G@) имеют объемный вес 1.01–1.39 г/см³. Наибольшими значениями объемного веса отличаются ортоглеевые горизонты G, для которых подтиповые различия невелики: 1.48–1.51 и 1.41–1.51 г/см³ в профилях типичных и криотурбированных глееземов соответственно. В надмерзлотной области, где выражены криотурбационные аккумуляции органического вещества, значения объемного веса резко падают до 1.12 г/см³ (р. 113–19). В еще большей мере различия между подтипами проявляются в соотношении более и менее плотных горизонтов: мощность последних от типичных к окисленно-глеевым глееземам увеличивается.

В результате криогенного воздействия на сложение горизонтов возрастает водопроницаемость почвы, способствующая профильной дифференциации, и аэрация ее, обуславливающая интенсификацию окислительных процессов. По всей видимости, таков главный механизм окислительной деградации глея в исследуемом ряду. Верхним горизонтам (W_t-B-B_g) всегда свойственна окислительная обстановка, значения окислительно-восстановительного потенциала (E_h) изменяются в пределах 464–704 мВ. Фоновые величины E_h в окисленно-глеевых горизонтах G_{ox} типичных и криотурбированных глееземов изменяются в пределах 404–626 мВ, но в серо-сизых морфонах значения этого показателя обычно лежат в слабовосстановительной области – 299–388 мВ. В средней части профиля окисленно-глеевых глееземов среда всегда окислительная (462–652 мВ). В нижних горизонтах значения окислительно-восстановительного потенциала отвечают восстановительной обстановке и изменяются в широких пределах: от –159 до 383 мВ. Однако в профилях криотурбированных и окисленно-глеевых подтипов здесь локально встречаются окисленные зоны (470–544 мВ).

В том же ряду наблюдается тенденция к понижению содержания подвижного железа, экстрагируемого 0.1N H₂SO₄ из свежих образцов почвы. Так, в верхних горизонтах типичных глееземов оно составляет 201–510, криотурбированных – 101–303, а окисленно-глеевых – 108–153 мгFe/100 г. В горизонтах G_{ox} типичных и криотурбированных глееземов содержание подвижного железа

изменяется в пределах 254–581 мгFe/100 г, а в средней части профиля окисленно-глеевого – 230–346 мгFe/100 г. В нижней части профиля типичных глееземов экстрагируемость железа составляет 1022–2186, а в горизонтах G и Gt криотурбированных и окисленно-глеевых глееземов – 700–1431 мгFe/100 г. В верхней и средней частях профиля трехвалентное кислоторастворимое железо почти всегда преобладает над двухвалентным. В нижней же части трехвалентная форма либо отсутствует, либо составляет не более $\frac{1}{4}$ от общего содержания подвижного Fe₂O₃.

Почвы полуострова характеризуются высокой актуальной и потенциальной кислотностью, что, по-видимому, связано с преобладанием мхов и лишайников в растительном покрове, а также с относительно большим количеством осадков, создающим в сочетании с малой мощностью деятельного слоя благоприятный режим для выщелачивания оснований. По величине рН KCl-вытяжки все они сильнокислые. Величины гидролитической кислотности колеблются в пределах 10.9–148.4 сМоль⁺/кг для органоаккумулятивных горизонтов и 4.7–13.5 сМоль⁺/кг – для минеральных. Бимодальный тип распределения значений этого показателя характерен для ряда профилей криотурбированного и окисленно-глеевого подтипов глеезема, что объясняется наличием надмерзлотного Gt. Тенденция к насыщению сверху вниз по профилю может отсутствовать, а может быть достаточно четкой.

Принципиальное сходство нижних ортоглеевых горизонтов G или G-Gt и по морфологии, и по окислительно-восстановительным характеристикам указывает на возможную принадлежность всех трех подтипов глеезема к единому эволюционному ряду. К начальной фазе этого ряда следует отнести почвы водораздельных поверхностей с еще худшими условиями дренажа, где бугорковатый нанорельеф отсутствует и почти не выражено пятнообразование. Они относятся к торфяно-глееземам и имеют профиль: T-Gox-G. Тот факт, что ортоглеевые горизонты продолжают в многолетнемерзлой толще, говорит о вероятном начале их формирования в более теплую эпоху, чем нынешняя, с большей глубиной сезонного протаивания породы. Вместе с тем распространение глеевых почв на изучаемой территории отвечает комплексу современных природных условий: относительно высокой норме летних осадков; малой мощности деятельного слоя, обуславливающей переувлажнение; господству мхов в растительном покрове; тяжелому гранулометрическому составу и бесструктурности большей части профиля.

Работа выполнена в рамках госзаданий ИФХиБПП РАН №122040500038-3 и ИПА СО РАН

ЛИТЕРАТУРА

1. Куницкий, В. В. Криолитология низовья Лены / В. В. Куницкий ; отв. ред. П. А. Соловьев. – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. – 164 с.
2. Губин, С. В. Надмерзлотный горизонт аккумуляции грубого органического вещества в криоземах тундр Северной Якутии / С. В. Губин, А. В. Лупачев // Почвоведение. – 2018. – № 7. – С. 815–825.
3. Полевой определитель почв России. – Москва : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.

THE DIVERSITY OF SOILS ON YEDOMA REMNANTS OF THE BYKOVSKY PENINSULA (TUNDRA ZONE OF YAKUTIA)

D. G. Fyodorov-Davydov¹, O. G. Zanina¹,
M. I. Dergacheva², N. L. Bazhina², A. V. Lupachev¹

¹ *Institute of physico-chemical and biological problems
in soil science RAS, Puschino*

² *Institute of soil science and agrochemistry SB RAS,
Novosibirsk*

Tundra soils of the Bykovsky Peninsula watersheds are mainly fall into three subtypes of gleezems: typical, cryoturbated and oxiaquic. Differences between these soils are mainly determined by the spatial heterogeneity of the cryogenic processes: frost cracking, cryoturbation and cryogenic structure forming. The intensity of soil cryogenic processes correlate with the level of oxidizing degradation of gleyic features which is manifested in the disturbed relationship between the gleyic and non-gleyic horizons, rising of the redox potential, lowering of the mobile forms of iron content. Studied soils preliminary consist a full evolutionary ensemble.

Keywords: North Yakutia, tundra zone, gleezem, soil cryogenesis, redoximorphic soil features

ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

А. П. Чевычелов, А. А. Алексеев, Л. И. Кузнецова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

e-mail: chev.soil@list.ru

Ключевые слова: криолитозона, мерзлотные черноземы, состав, свойства

Впервые мерзлотные черноземы, как зональный тип почв равнинных территорий Якутии приводится в систематическом списке, составленном Л. Г. Еловской с соавторами [1]. Впоследствии особенности географического распространения, формирования свойств и состава данных почв также отмечались в работе [2].

В представленной статье изучаются география, генезис, состав и свойства, а также магнитная восприимчивость шести почвенных разрезов мерзлотных черноземов, сформированных в условиях криоаридного климата Центральной Якутии (табл. 1, 2).

При проведении почвенных исследований использовались сравнительно-географический, сравнительно-аналитический [3], и профильно-генетический методы [4], а изучение свойств и состава данных почв осуществлялось по общепринятым в почвоведении методикам [5]. Объемная магнитная восприимчивость (ОМВ – χ) измерялась специальным способом с помощью малогабаритного каппаметра КМ-7. Удельная магнитная восприимчивость (УМВ – χ) определялась по формуле: $\chi = \chi/\rho$, где ρ – плотность почвы, кг/м³.

Черноземы обыкновенные формируются по мезоповышениям рельефа низких надпойменных террас рек (I и II) на Средней Лене, а черноземы выщелоченные – на нижних склонах южных экспозиций коренного берега р. Лена под степной растительностью. Физико-химические свойства исследуемых подтипов мерзлотных черноземов существенно различаются. Так черноземы обыкновенные характеризуются, как правило, двухчленным верхним – нейтральным и нижним – слабощелочным и щелочным профилем, средним содержанием гумуса в гор. А и АВ и его резко убывающим профильным распределением. Почвенно-поглощающий комплекс (ППК) данных почв насыщен

основаниями и в его составе присутствует обменный Na^+ , максимальное количество подвижных карбонатов CaCO_3 и MgCO_3 отмечается в иллювиально-карбонатном гор. Вса. Гранулометрический состав данных почв изменяется от супесчано-легко-суглинистого до средне-тяжелосуглинистого и легкоглинистого. Обыкновенные черноземы легкого гранулометрического состава обычно не засолены (табл. 1, разр. 2ЧТ-03, разр. 7Ой-04, разр. 2БС-09), тогда как их суглинисто-легкоглинистые разновидности (табл. 1, разр. 1Т-13 и разр. 2Т-13) характеризуются уже, как слабо- и средnezасоленные почвы.

Физико-химические свойства черноземов выщелоченных (табл. 1, разр. 1Т-07) существенно отличаются от таковых черноземов обыкновенных. Данные почвы обычно не засолены, характеризуются нейтрально-слабощелочными значениями $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, более высоким содержанием гумуса и более мощным гумусовым профилем, меньшим количеством обменного Na^+ в составе ППК, большей выщелоченностью от карбонатов щелочных земель.

Также существенно различаются значения ОМВ и УМВ исследуемых подтипов мерзлотных черноземов. Так, средневзвешенные значения ОМВ и УМВ чернозема выщелоченного соответственно составляют 9.9×10^{-5} ед. Си и 8.9×10^{-8} м³/кг, тогда как таковые черноземов обыкновенных – $57.2\text{--}106.9 \times 10^{-5}$ ед. Си и $51.4\text{--}83.7 \times 10^{-8}$ м³/кг, то есть в среднем увеличиваются почти в 8 раз (табл. 2). Незасоленные мерзлотные черноземы обыкновенные легкого гранулометрического состава (табл. 2, разр. 2ЧТ-03, разр. 7Ой-04, разр. 2БС-09) по сравнению с таковыми засоленными тяжелого гранулометрического состава (табл. 2, разр. 1Т-13 и разр. 2Т-13) характеризуются большими значениями ОМВ и УМВ. Так, если в первых почвах данного типа средневзвешенные значения ОМВ и УМВ соответственно составляют $87.8\text{--}106.9 \times 10^{-5}$ ед. Си и $78.4\text{--}83.7 \times 10^{-8}$ м³/кг, то во-вторых – $57.2\text{--}62.1 \times 10^{-5}$ ед. Си и $51.4\text{--}57.1 \times 10^{-8}$ м³/кг, то есть снижаются в 1.5 и 1.6 раз.

Результаты корреляционного анализа указывают на то, что УМВ мерзлотных черноземов Центральной Якутии формируется посредством гумусовых веществ и магнитных минералов, входящих во фракции частиц крупного и среднего, а также мелкого песка (табл. 3). В мерзлотных черноземах, носителями магнитных свойств являются, помимо гумуса, также и песчаные фракции почвенного мелкозёма, содержащие магнитные минералы. Между МВ и рН исследуемых черноземов также обнаруживается устойчивая отрицательная корреляционная зависимость.

Следовательно, увеличение значений pH_{H_2O} этих почв выше нейтральных сопровождается либо засолением, либо накоплением свободных карбонатов. При этом происходит одновременное снижение значений УМВ мерзлотных черноземов. Вследствие этого также отмечаются отрицательные корреляционные связи между УМВ и суммой солей, обнаруженные в мерзлотных черноземах. В антропогенно-измененных мерзлотных черноземах данные корреляционные связи или ослабевают, или вообще нарушаются (табл. 3).

Таблица 1
Физико-химические свойства мерзлотных черноземов Центральной Якутии

Горизонт	Глубина, см	pH_{H_2O}	Гумус, %	Обменные катионы, ммоль(экв)/100 г почвы			Содержание частиц <0.01 мм, %	Сумма солей, %	CO ₂ карбонатов, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺			
Чернозем обыкновенный, разрез 2ЧТ-03									
Av	1–11	6.3	5.4	15.4	2.4	1.8	14.4	0.077	Н.о.
A	12–22	6.9	4.4	20.0	2.9	1.6	21.7	0.088	-/-
AB	25–35	7.5	2.9	18.0	5.3	3.0	29.5	0.120	-/-
Bca	40–50	7.8	1.4	18.7	11.1	2.3	28.2	0.874	3.2
BCca	60–70	8.2	0.6	8.3	6.3	0.7	14.4	0.160	2.8
C	90–100	7.5	0.1	3.3	2.6	0.3	4.5	0.028	Н.о.
Чернозем обыкновенный, разрез 70й-04									
Aa	5–15	6.6	5.3	23.2	2.7	1.8	20.5	0.074	Н.о.
AB	30–40	7.6	2.3	22.5	1.3	1.2	23.3	0.100	-/-
Bca	43–53	8.5	1.4	39.6	17.1	2.3	20.4	0.324	12.8
BCca	65–75	8.7	1.0	38.6	20.5	3.8	22.9	0.386	4.8
C	120–130	8.8	0.9	12.7	5.7	1.9	25.0	0.173	Н.о.
Чернозем обыкновенный, разрез 2БС-09									
Aa	8–18	7.9	4.2	9.1	4.6	1.8	15.6	0.045	Н.о.
AB	30–40	8.0	3.7	9.1	4.1	2.1	15.3	0.090	-/-
B	55–65	8.7	1.7	6.6	4.6	2.0	20.6	0.094	-/-
BCca	80–90	8.7	1.3	8.7	5.1	2.3	25.0	0.129	5.3
Cca	101–107	9.0	–	–	–	–	11.8	0.080	3.5
Cca	110–120	8.9	–	–	–	–	15.1	–	3.2

Окончание таблицы 1

Горизонт	Глубина, см	рН _{Н₂О}	Гумус, %	Обменные катионы, ммоль(экв)/100 г почвы			Содержание частиц <0.01 мм, %	Сумма солей, %	СО ₂ карбонатов, %
				Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺			
Чернозем обыкновенный, разрез 1Т-13									
Av	0–2	6.2	9.9	26.7	5.1	–	12.7	0.201	Н.о.
A	7–17	7.0	4.1	16.4	8.2	–	36.7	0.381	–/–
ABca	26–36	8.9	1.4	14.3	6.1	–	58.1	0.773	8.1
Bca	50–60	8.9	0.9	11.2	7.1	–	51.4	0.575	5.3
BCca	100–110	8.6	0.8	–	–	–	47.2	0.468	2.5
Cca	135–145	8.6	–	–	–	–	37.6	–	2.4
Чернозем обыкновенный, разрез 2Т-13									
Aa	10–20	7.5	4.7	22.0	7.7	–	24.0	0.250	Н.о.
AB	40–50	7.2	2.3	14.2	9.2	–	28.5	0.445	–/–
Bca	70–80	9.0	1.0	12.2	7.1	–	47.6	0.592	6.0
BCca	100–110	8.7	0.8	10.1	6.2	–	51.6	0.547	4.2
C	140–150	8.4	–	–	–	–	35.4	0.543	Н.о.
Чернозем выщелоченный, разрез 1Т-07									
Av	0–1	6.9	5.9	22.7	7.7	1.8	12.0	–	Н.о.
A	2–12	6.6	4.3	18.5	7.2	1.2	19.3	–	–/–
A	20–30	6.7	2.1	19.6	9.3	1.1	23.0	–	–/–
AB	40–50	7.0	1.9	17.5	10.0	1.3	24.3	–	–/–
B	55–65	7.5	1.7	15.1	10.2	1.3	24.7	–	–/–
BCca	70–80	8.1	1.6	13.9	10.8	1.2	23.4	–	1.4
Cca	120–130	8.1	–	–	–	–	25.4	–	2.7

Примечание. Н.о. – не обнаружено, прочерк – не определено.

Таблица 2

Магнитная восприимчивость мерзлотных черноземов Центральной Якутии

Горизонт	Глубина, см	$\chi, \text{п} \times 10^{-5}$ ед. Си	$P, \text{п} \times 10^3$ кг/м ³	$\chi, \text{п} \times 10^{-8}$ м ³ /кг	χ/χ^c
Чернозем обыкновенный, разрез 2ЧТ-03					
Av	0–1	42.1	0.54	78.0	0.9
A	1–11	101.0	1.03	98.0	1.2
A	12–22	96.1	1.03	93.3	1.1
AB	23–35	83.7	1.09	76.8	0.9
Bca	40–50	63.9	1.06	60.3	0.7
BCca	60–70	97.4	0.99	98.3	1.2
C	140–150	113.9	1.39	82.0	1.0
	Среднее*	99,5		78.4	
Чернозем обыкновенный, разрез 70й-04					
Aa	5–15	85.8	0.94	91.3	1.2
AB	30–40	85.2	0.98	86.3	1.1
Bca	43–53	91.4	1.01	90.5	1.2
BCca	65–75	85.2	1.10	77.4	1.0
C	120–130	90.7	1.16	78.2	1.0
	Среднее*	87.8		82.3	
Чернозем обыкновенный, разрез 2БС-09					
Aa	8–18	117.9	1.36	86.7	1.0
AB	30–40	103.3	1.30	79.5	0.9
B	55–65	112,2	1.40	80.1	0.9
BCca	80–90	89.6	1.16	77.2	0.9
C1ca	101–107	132.0	1.32	100.0	1.1
C2ca	110–120	107.8	1.23	87.6	1.0
	Среднее*	106.9		83.7	
Чернозем обыкновенный, разрез 1Т-13					
Av	0–2	61.6	0.82	75.1	1.5
A	7–17	82.7	1.08	76.6	1.5
ABca	26–36	57.1	1.02	56.0	1.1
Bca	50–60	41.9	1.07	39.2	0.8
BCca	100–110	51.8	1.19	43.5	0.8
Cca	135–145	59.0	1.15	51.3	1.0
	Среднее*	57.2		51.4	

Окончание таблицы 2

Горизонт	Глубина, см	$\chi, n \times 10^{-5}$ ед. Си	$P, n \times 10^3$ кг/м ³	$\chi, n \times 10^{-8}$ м ³ /кг	χ/χ^c
Чернозем обыкновенный, разрез 2Т-13					
Аа	10–20	79.6	1.01	78.8	1.4
АВ	40–50	75.4	1.13	66.7	1.2
Вса	70–80	48.9	1.01	48.4	0.9
ВСаа	100–110	49.2	1.18	41.7	0.7
С	140–150	63.0	1.12	56.2	1.0
	Среднее*	62.1		57.1	
Чернозем выщелоченный, разрез 1Т-07					
Аv	0–1	15.7	0.97	16.2	2.2
А	2–12	14.5	1.09	13.3	1.8
АВ	20–30	11.5	1.09	10.5	1.4
В	40–50	10.0	1.10	9.1	1.2
ВСаа	70–80	5.9	1.15	5.1	0.7
Саа	120–130	8.4	1.13	7.4	1.0
	Среднее*	9.9		8.9	

Примечание. * – приведено средневзвешенное значение для почвенного профиля.

Таблица 3

Значения коэффициентов корреляции между удельной магнитной восприимчивостью и свойствами мерзлотных черноземов

N разреза, n	$r_{N\chi_0}$	Гумус	Фракции песка		Сумма солей
			1–0.25 мм	0.25–0.05 мм	
Почвы естественных ландшафтов					
Р. 1Т-07, n=6	- 0.772	0.992	0.829	0.633	–
Р. 1Т-13, n=6	- 0.891	0.793	0.605	0.761	- 0.593
Р. 2Т-13, n=5	- 0.860	0.955	0.595	0.881	- 0.912
Антропогенно-измененные почвы					
Р. 2ЧТ-03, n=6	- 0.377	0.374	0.154	0.529	- 0.776
Р. 2БС-09, n=5	0.393	- 0.242	0.087	0.797	- 0.496

Примечание. Выделены статистически значимые связи для данного уровня $p=0.95$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еловская, Л. Г. К вопросу о классификации и систематике почв Якутии / Л. Г. Еловская, Е. Н. Иванова, Н. Н. Розов // Мерзлота и почва. Вып. 3. Генезис, география и классификация мерзлотных почв. – Якутск : Издание ЯФ СО АН СССР, 1974. – С. 29–78.
2. Еловская, Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л. Г. Еловская ; отв. ред. И. А. Соколов. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172с.
3. Роде, А. А. Система методов исследования в почвоведении / А. А. Роде ; отв. ред. Р. В. Ковалев. – Новосибирск : Наука, 1971. – 92 с.
4. Розанов, Б. Г. Морфология почв / Б. Г. Розанов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 320 с.
5. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 272 с.

**GEOGRAPHICAL AND GENETIC FEATURES AND
MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF PERMAFROST
CHERNOZEMS OF CENTRAL YAKUTIA**

A. P. Chevychelov, A. A. Alekseev, L. I. Kuznetsova

*Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS,
Yakutsk*

Permafrost chernozems of Central Yakutia are formed at a low level of the alluvial plain (0-140 m above sea level) of the Lena River under steppe vegetation. Depending on the position in the relief, two subtypes are distinguished in the type of permafrost chernozems – ordinary chernozems and leached chernozems, which differ significantly in composition and physico-chemical properties. The weighted average values of VMS and SMS of leached chernozem, respectively, were 9.9×10^{-5} units. Si and 8.9×10^{-8} m³/kg, and ordinary chernozems – $57.2-106.9 \times 10^{-5}$ units. Si and $51.4-83.7 \times 10^{-8}$ m³/kg, that is, on average increased by 8 times. Unsalted permafrost ordinary chernozems of light granulometric composition in comparison with those of saline heavy granulometric composition are characterized by high values of VMS and SMS.

Keywords: cryolithozone, permafrost chernozems, composition, properties

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТАХ ПОСТАГРОГЕННОЙ ТУНДРОВОЙ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

О. В. Шахтарова, Е. М. Лаптева, С. В. Денева

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: olga.shakhtarova@mail.ru

Ключевые слова: постагrogenная тундровая почва, макро- и микроэлементы, структурные компоненты

Одной из функций почв, как компонента экосистем, является регулирование поведения макро- и микроэлементов, особенно тяжелых металлов, выступающих в качестве загрязнителей природной среды в районах с высоким техногенным прессом [1]. К настоящему времени исследовано содержание и профильное распределение макро- и микроэлементов в основных типах почв Большеземельской тундры (БЗТ) и установлен региональный уровень их фонового содержания [2, 3]. Однако, особенности перераспределения макро- и микроэлементов между структурными компонентами почв не исследованы, особенно в почвах, подверженных тому или иному антропогенному (техногенному, агрогенному, постагrogenному) воздействию.

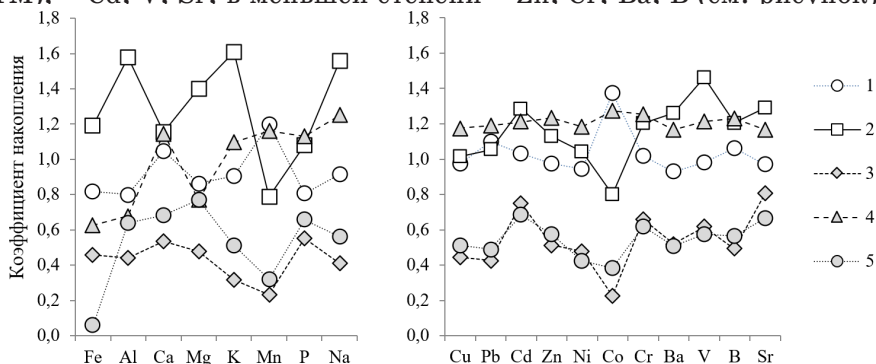
Цель исследования – выявление особенностей распределения макро- и микроэлементов в структурных компонентах глеезема криометаморфического постагrogenного.

Исследования проводили в Воркутинском районе Республики Коми, входящему в состав Арктической зоны Российской Федерации. Его территория представляет собой эрозионно-денудационно-аккумулятивную равнину с островным характером залегания многолетнемерзлых пород (ММП) и, с геохимической точки зрения, относится к ландшафтам с кислым глеевым классом миграции [4]. Объект исследования – глеезем криометаморфический постагrogenный (ГКМпа) [5], приурочен к автоморфным позициям водораздельных ландшафтов южной тундры с глубоким (более 2 м) залеганием ММП и поверхностным оглеением. Формула строения профиля: АУ() – Вg() – CRM1() – CRM2() – BC() см. Анализ валовых форм макро- (Fe, Al, Ca, Mg, K, Mn, P, Na) и микроэлементов (Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Co, Cr, Ba, V, B, Sr) в структурных компонентах почвы (внутрипедная масса – ВПМ, скелетаны – СК) и общей массе

почвы (ОМ) выполнен в экоаналитической лаборатории ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Исследования показали, что в ГКМпа рассмотренные химические элементы образуют следующий ряд по валовому содержанию: $Al > Fe > Mg > K > Ca > Mn > P > Na > Ba > V > Cr > Zn > Sr > Ni > Cu > Co > Pb > Cd$. По сравнению с данными, характеризующими фоновое содержание макро- и микроэлементов в почвах БЗТ [2, 3], их содержание в рассмотренной нами почве ниже. Практически для всех химических элементов (Fe, Ca, Mg, K, Mn, Na, Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Co, Cr, Ba, V, Sr) выявлен элювиально-иллювиальный характер их распределения в профиле ГКМпа. Для всех структурных компонентов почвы (ОМ, ВПМ, СК) установлено возрастание вниз по профилю валового содержания всех элементов. Их выносу из верхних горизонтов профиля в нижние способствуют: (1) кислая реакция среды; (2) нисходящая миграция Fe-органических соединений; (3) слабая насыщенность основаниями.

Расчет коэффициентов накопления (Кн), как отношение содержания элемента в структурном компоненте (ВПМ, СК) к общей массе, показывает (см. рисунок), что их максимальное содержание приходится на внутриведную массу криометаморфических горизонтов – CRM1 и CRM2. При этом ВПМ горизонта CRM1 (глубина 38-60см) отличается наибольшими значениями величин Кн. Из макроэлементов в ВПМ концентрируются Al, Mg, K, Na, в меньшей степени Fe и Ca; из микроэлементов, в т.ч. тяжелых металлов (ТМ), – Cd, V, Sr, в меньшей степени – Zn, Cr, Ba, B (см. рисунок).



Коэффициент накопления химических элементов в структурных компонентах (ВПМ, СК, ОМ) глеезема криометаморфического постагроенного. Горизонты: 1 – Bg (ВПМ/ОМ); 2 – CRM1 (ВПМ/ОМ); 3 – CRM1 (СК/ОМ); 4 – CRM2 (ВПМ/ОМ); 5 – CRM2 (СК/ОМ).

Преимущественная концентрация Fe, Al, Mg в ВПМ горизонта CRM1 по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами может быть обусловлена активным разрушением глинистых минералов в поверхностной части педов (почвенных агрегатов) под влиянием педо- и криогенеза. Такие элементы, как Zn, Cu, Ni, Pb (в меньшей степени Cd) подвижны в кислой глеевой среде и активно мигрируют вниз по профилю в составе органо-минеральных комплексов с гуминовыми и фульвокислотами [4]. Их аккумуляция в ВПМ горизонта CRM1 также обусловлена, скорее всего, процессами разрушения кристаллических решеток первичных минералов в процессе педо- и криогенеза и выносом этих элементов из поверхностных слоев педов с нисходящим током влаги вниз по профилю. Аналогичным механизмом можно объяснить преимущественное накопление таких элементов, как Ca, K, Mn, P, Na и ТМ в ВПМ горизонта CRM2 (глубина 60–100 см). Не исключено, что увеличению содержания элементов в горизонте CRM2 также способствует утяжеление гранулометрического состава этого горизонта за счет увеличения фракции физической глины [5]. А это в свою очередь может способствовать возрастанию емкости геохимического и сорбционного барьеров в этом горизонте.

В скелетанах всех горизонтов накопление химических элементов практически не выражено. Величины коэффициентов накопления (K_n) меньше единицы. В зависимости от горизонта и природы химического элемента они варьируют от 0.2 до 0.8 (см. рисунок). Минимальные значения K_n как макро-, так и микро-элементов отмечены для скелетан горизонта CRM1. Некоторое накопление элементов в скелетанах горизонта CRM2 может быть обусловлено процессами иллювирования элементов в форме органо-минеральных соединений и осаждением на окислительном барьере, о чем свидетельствуют: повышенное содержание органических веществ в горизонте CRM2, возрастание здесь аэрированности, чему способствует ярко выраженная криогенная структура. Кроме того, возможно иллювирование в профиле самих скелетан, что находит свое подтверждение в возрастании доли этих структурных компонентов в профиле ГКМпа и увеличении их толщины до 0.8 мм [6].

Поскольку скелетаны приурочены к границе раздела фаз, они выполняют функцию микробарьера, на котором происходит как сорбционная концентрация компонентов из мигрирующих растворов, так и их осаждение. Повышенная концентрация элементов (в том

числе ТМ) в скелетанах может служить индикатором загрязнения мигрирующих в почвы растворов. Оценка содержания ТМ в структурных компонентах исследованной нами почвы показала, что ГКМпа, в соответствии с классификацией почв по степени загрязнения ТМ [7], характеризуется средним и низким уровнем содержания Cu (5.5–12.6 мг/кг), Pb (4–11.2 мг/кг), Zn (25–47 мг/кг), Ni (11–39 мг/кг), средним и повышенным – Cd (0.21–0.46 мг/кг). Низкое содержание Pb, Zn, Cu, Ni характерно для СК, среднее – для ВПМ и ОМ, повышенное содержание Cd выявлено при анализе образцов ВПМ и ОМ, характеризующих криометаморфический горизонт CRM2. В целом, содержание в исследованной нами приоритетных для промышленных регионов России поллютантов ниже регламентированных для суглинисты132х кислых почв России значений ОДК (ПДК) [8]: Pb – в 5–16, Ni – в 3.6–1.1, Cd – в 4.7–2.2, Zn – в 1.9–5.5, Cu – в 3.3–12, V – в 1.6–5, Mn – в 2.3–11 раз.

Таким образом, на примере глеезема криометаморфического постагрогенного, формирующегося в биоклиматических условиях южной тундры после вывода сельскохозяйственных угодий из режима агроиспользования, оценено содержание макро- и микроэлементов в его структурных компонентах. Выявлены особенности распределения химических элементов в системе: «общая масса почвы – внутрипедная масса почвы – скелетаны». Установлен элювиально-иллювиальный характер профильного распределения химических элементов в структурных компонентах глеезема криометаморфического постагрогенного. Отмечено преимущественное накопление большинства макро- и микроэлементов элементов во внутрипедной массе криометаморфических горизонтов. Содержание в структурных компонентах глеезема криометаморфического постагрогенного таких приоритетных загрязнителей (Pb, Ni, Cd, Zn, Cu, V, Mn) не превышает регламентированные для кислых суглинистых почв значения ОДК(ПДК).

Работа выполнена в рамках госзадания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по теме «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв арктических и бореальных экосистем европейского Северо-Востока в условиях современных антропогенных воздействий, глобальных и региональных климатических трендов» (№122040600023-8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Macro- and microelements in Fe-Mn concretions of cryogenic soils / S. V. Deneva, E. M. Lapteva, A. N. Panyukov, A. B. Novakovskiy, O. V. Shakhtarova // The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Vol. 862. – Bristol : IOP Publishing, 2021. – P. 012002
2. Фоновое содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводов в почвах Большеземельской тундры / А. А. Дымов, Е. М. Лаптева, А. В. Калашников, С. В. Денева // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – № 4. – С. 43–48
3. Ландшафтно-биогеографические аспекты аккумуляции и миграции тяжелых металлов в почвах Арктики и Субарктики европейского Северо-Востока / Е. М. Лаптева, Д. А. Каверин, А. В. Пастухов, Е. В. Шамрикова, Ю. В. Холопов // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2015. – № 3 (23). – С. 28–41. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/download/22558419.pdf>
4. Перельман, А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – Москва : Астрей, 2000. – 764 с
5. Путеводитель научных почвенных экскурсий : VIII съезд Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Школа молодых ученых по морфологии и классификации почв : Почвы – стратегический ресурс России : (Сыктывкар – Воркута – Киров, 10–17 августа 2022 г.) / ред. Е. М. Лаптева, А. А. Дымов, Д. А. Каверин. – Москва – Сыктывкар : ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2022. – 241 с
6. Shakhtarova, O. V. Structural organization and composition peculiarities of soil neof ormations in some types of automorphic soils in the southeast of the Bolshezemelskaya tundra / O. V. Shakhtarova, S. V. Deneva, E. M. Lapteva // The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Vol. 862. – Bristol : IOP Publishing, 2021. – P. 012012
7. Обухов, А. И. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами / А. И. Обухов, Л. Л. Ефремова // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы: Материалы Всесоюзной конференции, 28–30 декабря 1987 г., Москва. – Москва, 1988. – С. 23–36
8. ГН 2.1.7.2042-06 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

**DISTRIBUTION OF MACRO- AND MICROELEMENTS
IN STRUCTURAL COMPONENTS OF
POSTAGROGENIC TUNDRA SOIL
(IN THE CASE OF THE KOMI REPUBLIC)**

O. V. Shakhtarova, E. M. Lapteva, S. V. Deneva

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

The study of one soil located on the territory of the Vorkuta district in the Komi Republic (Arctic zone of the Russian Federation) is carried out. Content of macro- and microelements in soil structural components is assessed in case of postagrogenic cryometamorphic gleyzem formed under the bioclimatic conditions of the southern tundra in the post-agricultural stage. The peculiarities in distribution of chemical elements in the complex: «soil ground mass – soil intraped mass – skeletons» are revealed. The eluvial-illuvial behavior in profile distribution of chemical elements in the structural components of postagrogenic cryometamorphic gleyzem is determined. We indicate the predominant accumulation of large number of macro- and microelements in the intraped mass of cryometamorphic horizons. The content of priority pollutants (Pb, Ni, Cd, Zn, Cu, V, Mn) in the structural components of postagrogenic cryometamorphic gleyzem is shown to exceed the APC (MPC) values regulated for acid loamy soils.

Keywords: postagrogenic tundra soil, macro- and microelements, structural components

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ОБРАЗЦАХ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ ТУНДРОВЫХ ТОРФЯНИКОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Е. В. Яковлева, Д. Н. Габов

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: kaleeva@ib.komisc.ru

Ключевые слова: модельный эксперимент, торфяники, органическое вещество, полициклические ароматические углеводороды

Торф содержит большое количество высокомолекулярных и низкомолекулярных органических веществ. В значительных количествах в составе торфа присутствуют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения бензольного ряда, которые могут иметь как природное, так и антропогенное происхождение. ПАУ могут образовываться из более сложных высокомолекулярных органических соединений присутствовавших в торфе: гуминовых кислот, лигнина и других [1, 2]. На основании корреляционного и дисперсионного анализов была показана достоверная взаимосвязь между степенью ароматичности фульво- и гуминовых кислот и содержанием тяжелых полиаренов в разных слоях торфа [3].

Целью данной работы было исследовать изменения содержания ПАУ в образцах сезонно-талого слоя тундровых торфяников при повышении естественных температур в условиях модельного эксперимента.

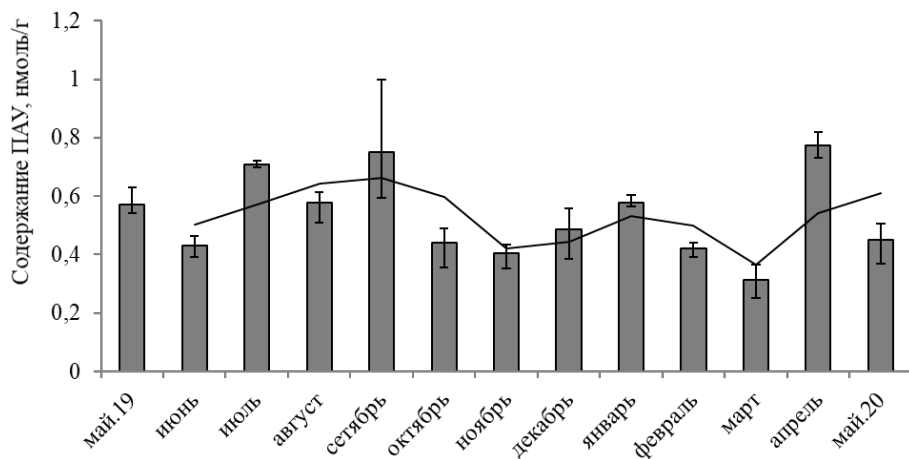
Был проведен эксперимент по разложению органических веществ сезонно-талого слоя тундровых торфяников. Замороженный торф сезонно-талого слоя, был разморожен в стерильных условиях, тщательно перемешан и размещен в стерильные виалы из темного стекла объёмом 30 см³. Образец набивался в виалы и тщательно утрамбовывался, чтобы ограничить поступление воздуха. Закладку эксперимента проводили в стерильных условиях, чтобы избежать попадания микроорганизмов извне. Виалы помещали в холодную комнату с температурой 5 ± 1 °С, пробы хранились в отсутствие света. Каждый месяц три пробы эксперимента доставали из холодной комнаты, высушивали в течение двух дней при ком-

натной температуре, измельчали и проводили химический анализ на содержание ПАУ. На первом этапе также были отобраны и проанализированы три пробы торфа. Эксперимент проводили в течение года с мая 2019 по май 2020 года.

Химико-аналитические исследования торфа выполняли в ЦКП «Хроматография» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Для извлечения ПАУ из почв и растений использовали систему ускоренной экстракции растворителями ASE-350 (Dionex Corporation, США). Содержание ПАУ определяли методом ВЭЖХ на флюорате «Люмахром» (Люмекс, Россия).

Были проведены сравнительные исследования сухих и влажных образцов торфа на основании которых был выбран метод анализа сухих образцов.

В ходе эксперимента были выявлены постоянные изменения в содержании ПАУ, которые описывались синусоидальной кривой с несколькими максимумами и минимумами (рис.).



Изменение среднего значения содержания ПАУ в торфе в течение эксперимента, нмоль/г, где планки погрешностей отражают минимальное и максимальное содержание ПАУ в торфе.

В мае на начальной стадии эксперимента в торфе обнаружено семь структур ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, хризен и бенз[а]пирен. В июне суммарное содержание ПАУ статистически значимо понизилось. В июле мы наблюдали

статистически значимое повышение содержания суммарного содержания полиаренов, по сравнению как с июнем и маем. В августе выявлено очередное снижение содержания ПАУ, статистически значимое относительно июля и статистически не значимое по сравнению с исходным уровнем. Изменения содержания ПАУ в сентябре были статистически не значимы. В ноябре происходило статистически значимое снижение содержания по сравнению с исходным уровнем, июлем и августом. В дальнейшем выявлено постепенное повышение количества ПАУ, которое было статистически значимо только в январе. С февраля содержание ПАУ вновь начало статистически значимо снижаться, минимальные количества ПАУ идентифицированы в марте. В апреле выявлен резкий статистически значимый рост количества ПАУ с последующим значимым снижением в мае 2020 года.

Аналогично изменениям общего содержания полиаренов, изменялась содержание нафталина. Возможно, это обусловлено доминированием нафталина в составе ПАУ торфа, его доля от суммарного содержания ПАУ в торфе составляла 46–74% на разных этапах проведения эксперимента. Количество флуорена, фенантрена, флуорантена и антрацена изменялось сходным образом, но был выявлен дополнительный максимум его накопления в ноябре, когда для общего содержания ПАУ и нафталина выявлен минимум. Для хризена получены сходные данные с фенантrenom, но с ноября до конца эксперимента его содержание почти не изменялось, в мае 2020 года хризен в торфе обнаружен не был. Пирен в торфе отсутствовал в начале эксперимента и был обнаружен в только в октябре, в ноябре отмечен минимум его накопления, затем планомерный рост. Сходные закономерности выявлены и для 5–6 ядерных ПАУ. Их суммарная доля в начале эксперимента составляла 1.5%, и последовательно возрастала со временем, к концу эксперимента достигая 11.5%.

Возрастание содержания тяжелых ПАУ обеспечивалось приростом содержания разных индивидуальных структур в разные месяцы. В октябре наблюдали количественный максимум бенз[k]флуорантена, в декабре бенз[a]пирена и бенз[ghi]перилена, в январе бенз[b]флуорантена, в феврале и апреле бенз[k]флуорантена и дибенз[a,h]антрацена, в мае 2020 года бенз[b]флуорантена и бенз[a]пирена. Возможно, это обусловлено тем, что разные структуры ПАУ могли быть связаны с разными фракциями органического вещества [4].

Исследования разложения органических веществ тропических торфяных почв в условиях модельного эксперимента показало, что изменения ферментативной кинетики определяют оптимальную стратегию кормодобывания почвенных микроорганизмов. Микроорганизмы увеличивают свои усилия по добыванию пищи в направлении получения ограничивающих питательных веществ, уравнивая распределение ресурсов для неограничивающих питательных веществ [5]. В нашем случае, это выражается в том, что в отсутствие легкодоступных для разложения легких ароматических углеводов микроорганизмы начинали разлагать более тяжелые структуры ПАУ, а при снижении их содержания высокомолекулярные органические вещества торфа. Ранее нами [6] и другими исследователями [7] в природных условиях была показана обратная зависимость в накоплении легких и тяжелых структур ПАУ.

Значения содержания ПАУ в конце эксперимента (май 2020) близки к начальным значениям (май 2019), отклонения статистически не значимы. При этом происходила перекомбинация качественного состава ПАУ, выраженная в снижении содержания легких структур ПАУ и повышение количества высокомолекулярных ПАУ в конце эксперимента. Эксперименты по разложению торфа с измерением содержания ПАУ раз в полгода не позволили выявить значимых изменений в составе ПАУ [8]. Что подтверждает необходимость ежемесячного контроля содержания ПАУ в эксперименте, который позволил отследить статистически значимые изменения, происходящие в составе ПАУ торфа, в том числе связанные с процессами разложения высокомолекулярной органики.

Таким образом, в ходе модельного эксперимента по разложению органического вещества торфяников при естественных повышениях температур выявлены циклические изменения содержания полиаренов, обусловленные переключением почвенной микробиоты с активного разложения ПАУ на разрушение высокомолекулярных соединений почвы: молекул лигнина, гуминовых кислот. Синусоидальная кривая измерения содержания ПАУ растягивалась в течение эксперимента. Если в начале эксперимента количественные минимумы и максимумы ПАУ сменяли друг друга ежемесячно, то к концу эксперимента для таких изменений требовалось уже два месяца. Возможно такой эффект связан со стабилизацией микробного сообщества, которое на начальных этапах эксперимента, в связи с размораживанием, находилось в экстремальных условиях.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы НИР № 122040600023-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Potential origin and formation for molecular components of humic acids in soils / N. DiDonato [et al.] // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2016 – Vol. 178. – P. 210–222.

2. The role of reactive oxygen species in the degradation of lignin derived dissolved organic matter / D. C. Waggoner [et al.] // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2017. – Vol. 208. – P. 171–184.

3. Ароматические соединения в бугристых торфяниках криолитозоны / Д. Н. Габов [и др.] // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2017. – № 6. – С. 15–29.

4. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during Sphagnum litters decay / Z. Wang [et al.] // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2018. – Vol. 25. – P. 18642–18650.

5. Sihi, D. Warming rate drives microbial nutrient demand and enzyme expression during peat decomposition / D. Sihi, P. W. Ingletta, K. S. Inglett // *Geoderma*. – 2019. – Vol. 336. – P. 12–21.

6. Яковлева, Е. В. Аккумуляция полиаренов в растениях бугристых торфяников побережья баренцева моря / Е. В. Яковлева, Д. Н. Габов, А. Н. Панюков // *Почвоведение*. – 2020. – № 11. – С. 1316–1327.

7. Berset, J. D. Concentrations and distribution of some polychlorinated biphenyls PCBs and polycyclic aromatic hydrocarbons PAHs in an ombrotrophic peat bog profile of Switzerland / J. D. Berset, P. Kuehne, W. Shotyk // *The Science of the Total Environment*. – 2001. – Vol. 267. – P. 67–85.

8. Thuens, S. How suitable are peat cores to study historical deposition of PAHs / S. Thuens, C. Blodau, M. Radke // *Science of the Total Environment*. – 2013. – Vol. 450–451. – P. 271–279.

**POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN
THE SEASONALLY THAWED LAYER SAMPLES
OF TUNDRA PEATLANDS UNDER MODEL
EXPERIMENT CONDITIONS**

E. V. Yakovleva, D. N. Gabov

*Institute of Biology of Komi Science Center Ural
Branch of Russian Academy of Science, Syktyvkar*

A model experiment was carried out to study the change in the composition of PAHs under conditions of an increase in the temperature of peat in the seasonally thawed layer. Cyclic changes in the composition of PAHs described by a sinusoidal curve with several maxima and minima have been revealed. They may be associated with a change in the feeding strategy of the soil microbiota: first, low molecular weight organic substances in the form of PAHs are used as an energy source, and then, as the PAH content in peat decreases, enzymes are activated that are aimed at the decomposition of high molecular weight soil compounds (lignin and humic acids).

Keywords: model experiment, peatlands, organic matter, polycyclic aromatic hydrocarbons

Секция 6

ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА СЕВЕРНОМ И ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ НА ФОНЕ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Д. С. Балакин^{1,2}, С. О. Вьюхин^{1,2}, А. А. Григорьев^{1,2},
Ю. В. Шалаумова¹, П. А. Моисеев¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург.

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Уральский государственный лесотехнический
университет, г. Екатеринбург

e-mail: dmitrijbalakin047@gmail.com

Ключевые слова: радиальный приrost, *Lárix sibirica* Ledeb., экотон верхней
границы леса, Северный Урал, Полярный Урал

В связи с наблюдаемым в последние десятилетия глобальным потеплением тема реакции лесных экосистем на изменения климата стала более актуальной в научном сообществе. Наиболее подходящим и информативным индикатором изменений этих условий являются древесная растительность, а именно их годовичные кольца, изменение ширины которых хорошо отражает динамику окружающей среды и «хранят» их во времени. Показателем изменения условий среды так же является смещение высотного расположения древесной и кустарниковой растительности в горах. Это проявляется в изменениях видового состава, облесения тундр и увеличение площади редколесий. Исследования пространственное

временной динамики на Северном [1] и Полярном [2] Урале указывают на смещение верхней границы леса выше в тундровые сообщества. Исследования климата так же указывают на общий тренд увеличения зимних и летних температур в этих двух районах исследования, что положительно сказывается на изменении, улучшения условий среды, тем самым позволяя древостоем, в данном случае лиственницы сибирской заселять всё больше мест обитаний вдоль высотного градиента [3]. Однако работ связанных с изучением радиальных приростов относительно не много. Изучение данных изменений позволит понять во сколько раз современное изменение климата повлияло на приросты деревьев. Исходя из этого нами были изучены изменения особенности роста стволов лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), произрастающей в экотоне верхней границы древесной растительности (ЭВГДР) в горах Северного (г. Серебрянский камень) и Полярного (вблизи г. Чёрная) Урала, в связи с улучшением климатических условий в последние столетия в этих регионах.

В 2021 и 2022 годах на юго-восточных склонах г. Серебрянский Камень (59.6142° с.ш., 59.2796° в.д., Северный Урал) и сопки с отметкой 312 м над ур. м. вблизи г. Черной (66.8138° с.ш., 65.5796° в.д., Полярный Урал) в пределах ЭВГДР были обследованы древостои лиственницы – описано точное местоположение, измерены диаметр и высота стволов, взяты буровые образцы. На Северном Урале сплошной высотный профиль-полигон (10.2 га) был разделен три высотных уровня, где было взято 582 образцов. Из-за большой протяженности (840 м) на Полярном Урале профиль-полигон (5.8 га) был разделён на семь высотных уровней, где было взято более 1700 образцов. В лабораторных условиях на комплексе LINTAB-V была измерена ширина годичных колец (ШГК) с точностью 0.01 мм с дальнейшей перекрёстной датировкой для определения точной даты появления каждого обследованного дерева.

Для того чтобы оценить на сколько изменился в среднем рост стволов лиственницы в последние столетия в связи с изменениями климата вся выборка деревьев была разбита на три возрастные группы: 1 – от 40–80 лет, 2 – от 81 до 120 лет и 3 – старше 121 года. В полученные данные по ШГК усреднили по каждому высотному уровню в каждой возрастной группе и привели полученные серии

изменения радиального роста в каждой возрастной группе к одному биологическому возрасту для дальнейшего сравнения и оценки изменений.

Полученные результаты показывают, что на фоне улучшения условий роста деревьев на верхнем пределе произрастания на Северном и Полярном Урале (теплообеспеченности и длительности вегетационного периода) наблюдается существенное увеличение радиальных приростов – на всех высотных уровнях ЭВГДР деревья в более молодых возрастных группах стали расти в 1.1-3.3 раза быстрее по сравнению с деревьями из более старших групп.

Полученные результаты в ходе работ на Полярном Урале приведены для примера на рисунке 1, где отображены различия радиальных приростов на 1 высотном уровне между возрастными группами, а в таблице 1 различия (количество раз) между возрастными группами на 7 высотных уровнях.



Рис. 1. Различия радиальных приростов между возрастными группами на 1 высотном уровне на Полярном Урале.

Таблица 1

**Различия (количество раз) между возрастными группами
на 7 высотных уровнях на Полярном Урале**

Высотный уровень	Различия между возрастными группами		
	1 и 2	1 и 3	2 и 3
1	1.28	1.92	2.47
2	1.85	1.39	2.57
3	3.26		
4	1.39	2.49	3.47
5	1.18	1.36	1.61
7	1.09	1.74	1.89

Полученные результаты в ходе работ на Северном Урале приведены для примера на рисунке 2, где отображено различия радиальных приростов на 2 высотном уровне между возрастными группами. В таблице 2 приведены различия в количество раз между возрастными группами на 3 высотных уровнях.

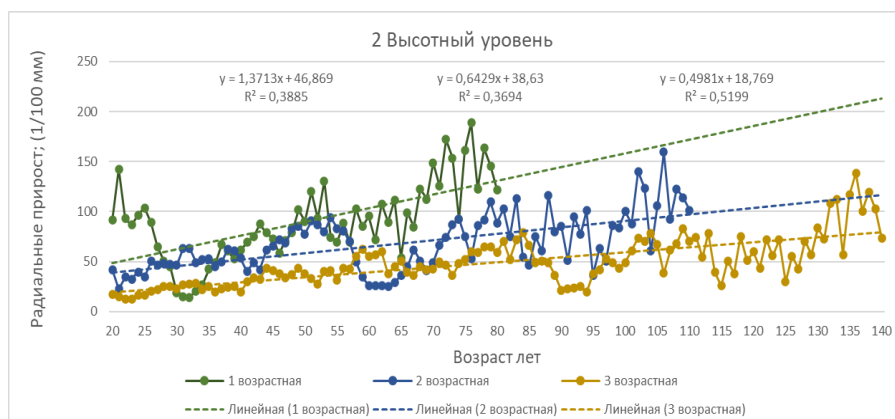


Рис. 2. Различия радиальных приростов на 2 высотном уровне между возрастными группами на Северном Урале.

Таблица 2

**Различия (количество раз) между возрастными группами
на 3 высотных уровнях на Северном Урале**

Высотный уровень	Различия между возрастными группами		
	1 и 2	1 и 3	2 и 3
1	1.76	2.12	1.21
2	1.74	2.67	1.54
3	2.02	2.98	1.47

ЛИТЕРАТУРА

1. Changes in the composition, structure, and altitudinal distribution of low forests at the upper limit of their growth in the Northern Ural Mountains / D. S. Kapralov, S. G. Shiyatov, P.A. Moiseev, V. V. Fomin // Russ. J. Ecol. – 2006. – № 6. – 367–372 p.

2. Moiseev, P. A. Climate changes and tree stand dynamics at the upper limit of their growth in the North Ural / P. A. Moiseev, A. A. Bartysh, Z. Ya. Nagimov // Mountains Russ. J. Ecol. – 2010. – № 6. – 486–497 p.

3. Shiyatov, S. G. Dinamika drevesnoi i kustarnikovoï rasti tel'nosti v gorakh Polyarnogo Urala pod vliyaniem sovremen nykh izmenenii klimata (Dynamics of Tree and Shrub Vegetation in the Polar Ural Mountains under the Effect of Current Climate Change) / S. G. Shiyatov // Yekaterinburg : Ural. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2009.

**CHANGES IN RADIAL INCREMENTS OF SIBERIAN
LARCH IN THE NORTHERN AND POLAR URALS
ON THE BACKGROUND OF MODERN CLIMATE
CHANGE**

**D. S. Balakin^{1,2}, S. O. Vyuhin^{1,2}, A. A. Grigoriev^{1,2},
J. V. Shalaumova¹, P. A. Moiseev¹**

*¹Institute of plant and animal ecology Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg*

²Ural State Forest Engineering University

On the example of these two regions, we can observe that global climate change has a positive effect on the radial growth of Siberian larch trees on the studied profiles in the younger age groups. Differences between increments depend directly on the conditions of the places of growth, so we can observe on the graphs differences from increments in the same age group, but at different altitude levels, where the conditions are locally different from each other. The general trend towards an increase in radial increments is observed at all altitude levels and in each age group in the Northern and Polar Urals, which proves the impact of climate change on the growth of trees at all ages, especially on the young generation of the forest.

*Keywords: *Lárix sibirica*, upper forest boundary ecotone, Northern Urals, Polar Urals*

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕВЫПАСА НА МИКРО- МЕЗОФАУНУ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ АЛАСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В. С. Боескоров, Г. Н. Саввинов

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
им. профессора Д. Д. Саввинова СВФУ (НИИПЭС СВФУ), г. Якутск

e-mail: vstepb@mail.ru

Ключевые слова: гамазовые клещи, дождевые черви, мерзлотные почвы, криолитозона, почвенные беспозвоночные

Численный состав, соотношение доминирующих групп и структурная организация беспозвоночных в почвенной системе может служить важной оценкой влияния антропогенных факторов на их существование в геопространстве земной поверхности.

Антропогенное воздействие на почвенный покров сопровождается обеднением почвенных сообществ и снижением интенсивности процессов почвообразования. Сохранение естественного почвенного плодородия тесно связано с сохранением разнообразия и активности населяющих ее организмов.

Проведенные исследования роли микро- и мезофауны в биологической индикации антропогенного воздействия на почвенный покров показали, что они являются чувствительными при сенокосно-пастбищном воздействии. Отмечается изменение их численности и соотношение видовых и морфоэкологических групп.

Аласы Центральной Якутии – это интразональные ландшафты криолитозоны со своеобразными почвами и луговой растительностью, микроклиматом и животным миром. Они представляют собой динамичную систему, тесно связанную с динамикой климата. Важнейшей характеристикой аласов является структура, возраст и обводненность аласных отложений. Климат Центральной Якутии – резко континентальный с отрицательными среднегодовыми температурами, продолжительной и холодной зимой – обуславливает глубокое промерзание почвенных толщ и небольшой деятельный слой в короткий летний период.

Почвенная микро- и мезофауна играет важную роль в экосистемах, в том числе и аласных и является одним из важнейших показателей их состояния. Почвенные беспозвоночные характе-

ризуются большим разнообразием видов, различающихся по экологическим группам, жизненным формам, трофическим связям, влиянием на почву и растения. Велика роль почвенных беспозвоночных в переработке растительного опада. В то же время среди них много вредителей сельского и лесного хозяйства.

Комплекс почвенных беспозвоночных аласных экосистем характеризуется большим разнообразием видов и групп, различающихся трофическими потребностями, влиянием на почву, растения, накоплением массы и энергии. Почвенные беспозвоночные, в частности микро- и мезофауна играют важную роль в жизни природных экосистем, являются одним из важнейших показателей их состояния.

Зональным типом почв исследованного участка Лено-Амгинского междуречья являются мерзлотные палевые почвы [5]. На аласных территориях доминирующими типами являются мерзлотные аласные дерново-глеевые почвы, мерзлотные аласные остепенные почвы, мерзлотные лугово-болотные и торфянисто-болотные почвы.

В Якутии для мерзлотных почв исследования позволяющие проводить территориальные и региональные сравнения количественных и качественных показателей почвенной микро – и мезофауны ранее слабо изучались. В связи с этим в настоящее время выявляется необходимость проведения работ в этом направлении.

В настоящее время почвы аласных экосистем изучаются с различных позиций. Наши исследования проводились на пятой надпойменной (Тюнгюлюнской) террасе р. Лены в северной части Лено-Амгинского междуречья Центральной Якутии. Изучались микро- и мезофауна двух типичных зрелых котловинных проваль-но-термокарстовых аласов, имеющих разную степень антропогенной нагрузки. Почвенный покров антропогенно нарушенного аласа деградирован вследствие нерегулируемого выпаса. На фоневом нарушенном аласе хозяйственная деятельность частично регулируется, травостой используется под сенокос. Объектами наших исследований являлись гамазовые клещи *Mesostigmata* и дождевые черви *Eisenia nordeskioldi*, *Eisen*.

Материал взят стандартным почвенным буром, для определения и изучения гамазовых клещей использовали наиболее распространенный способ выгонки микроартропод из почвы – эклекторный метод Берлезе-Тульгрена. [1]. Всего обнаружено 832 экземпляров гамазид. Определение клещей проведено И. И. Марченко

(ИСиЭЖ СО РАН, г. Новосибирск). Для извлечения и изучения дождевых червей применен метод раскопок и ручной разборки. Почвенные образцы отбирали по генетическим горизонтам почвы (до глубины встречаемости дождевых червей). Обработка проб проведена обычными в почвенно-зоологической практике методами [2].

Из основных факторов, влияющих на состав и численность микро-мезофауны, учитывались следующие показатели: физико-химические свойства и гидротермические условия почв (гумус, рН, грансостав, плотность, влажность, температура).

Почвенные гамазовые клещи – неотъемлемый компонент биогеоценозов всех природных широтных зон мира. Исследователями первоначально большое внимания уделялось изучению паразитических гамазид в связи с их медико-ветеринарным значением. В настоящее время неуклонно растет интерес к свободноживущим гамазовым клещам. Интерес вызван их важной ролью в почвенных процессах – на 1 м² приходится до 98 тысяч особей [3, 4, 6] Свободноживущие гамазиды служат удобным объектом экологических и биогеографических исследований.

Нами обследовано 5 типов биотопов (лес, склон, верхний, средний, нижний пояса аласов), отличающихся по различным физико-химическим и гидротермическим показателям.

Обнаруженные гамазовые клещи относятся к 24 видам и восьми семействам. Наиболее разнообразно представлены клещи семейства Ascidae (11 видов) и Zerconidae (4 вида). Все остальные семейства представлены 1–3 видами. Алас (фоновый) представлен семью, а алас (антропогенный) шестью семействами гамазовых клещей. Видовое богатство во всех местообитаниях низкое, 1–8 видов.

Это свидетельствует о сложившемся комплексе семейств и видов, характерных для аласных экосистем Центральной Якутии. Данный комплекс состоит на четверть из зональных восточно-палеарктических семейств (Zerconidae, Ascidae Digamasellidae и Parholaspidas). Как правило, эти семейства встречаются в лиственных лесах, окружающих аласы Центральной Якутии.

Сами аласы от нижнего пояса с прибрежно-водной растительностью до среднего с настоящими лугами и верхнего сухого остепненного пояса населены семействами с очень широкими типами ареалов (Ascidae Digamasellidae, Phytoseiidae, Laelapidae, Eviplididae).

Верхние пояса аласов, где мерзлотные аласные остепненные почвы населены постоянным комплексом семейств, характерным для нарушенных, интразональных и азональных местообитаний всей Палеарктики, наблюдается резкое колебание плотности населения в связи с нестабильными гидротермическими условиями среды.

Общая картина количественного распределения гамазовых клещей по двум аласам выглядит следующим образом. На антропогенно нарушенном аласе наблюдается максимальная численность (5050 экз./м²) клещей, чем на фоновом аласе где численность клещей достигает лишь 1350 экз./м². Увеличение численности клещей на антропогенно нарушенных участках происходит за счет семейств г-стратегов Ascidae, Digamasellidae, Laelapidae, видами с высоким репродуктивным потенциалом, которые первыми заселяют и колонизируют нарушенные биотопы.

Преобладание численности достигается видами эврибионтами, а также за счет смены доминантных видов. При этом доминируют виды «компостного» комплекса, экологически связанные с субстратами, в которых органическое вещество (навоз) находится на средних стадиях разложения. Вследствие этого, происходит изменение соотношения морфо-экологических групп внутри видов. Так, на антропогенно нарушенном участке доминируют подстильно-почвенные и верхнепочвенные формы. На фоновом участке уменьшение численности гамазид происходит за счет исчезновения (миграции) подстильно-почвенных и верхнепочвенных форм, так как они являются свободноживущими видами, доминантами на этом участке становятся почвенные формы гамазид.

В условиях криолитозоны Якутии дождевые черви представлены одним видом *Eisenia nordeskioldi*, *Eisen*. Результаты проведенных исследований дождевых червей показали, что они чутко реагируют на происходящие в биотопах изменения. Уменьшение кормовой базы, иссушение и уплотнение почв являются основными факторами, способствующими снижению численности дождевых червей. Так, в изученных 48 почвенных пробах аласных почв дождевые черви найдены только в трех пробах.

Изучение структурных изменений и динамики численности дождевых червей в аласных болотных почвах показало, что их численность в июне, августе и октябре на фоновом участке аласа составляет в среднем 2 экз/м², 2.7/м² и 1.3/м² соответственно, а на антропогенно нарушенном аласе с бесконтрольным интенсивным

выпасом не обнаружено ни одной особи. Все описанные экземпляры дождевых червей относятся к почвенно-подстилочной морфоэкологической группе.

Исследования в мерзлотных аласных дерново-луговых и аласных дерновых остепненных почвах исследуемых аласов показали, что в этих почвах дождевые черви отсутствуют.

Полученные данные по численности дождевых червей свидетельствуют, что более оптимальные условия для их жизнедеятельности (влажность, плотность) формируются в болотных почвах антропогенно нарушенного аласа, имеющих легкосуглинистый гранулометрический состав. Следует отметить что, почвы нижнего пояса фонового аласа являются более рыхлыми, чем почвы антропогенно нарушенного аласа.

В болотных почвах фонового участка аласа, наименьшая и наибольшая величина объемной массы по всему профилю варьирует от 0.71 до 1.05 г/см³. Влажность почв колеблется от 49.77 до 77.17%. Эти показатели свидетельствуют об оптимальных условиях для жизнедеятельности дождевых червей и в целом для всех обитателей беспозвоночных аласных почв нижнего пояса.

Таким образом, проведенные исследования почвенной микро- и мезофауны в аласах Лено-Амгинского междуречья показывают, что микро- и мезофауна чувствительна к антропогенному воздействию. В почвах аласов при сенокосно-пастбищном использовании отмечается значительное изменение численности и соотношения их видовых и морфоэкологических групп. Отсутствие дождевых червей в антропогенно нарушенных почвах показывает, что черви являются эффективными индикаторами экологического состояния почвы.

Четко прослеживается закономерность, что в антропогенно нарушенных почвах доминируют подстильно-почвенные и верхнепочвенные формы гамазовых клещей. В то время в почвах фоновых участков доминируют почвенные формы гамазовых клещей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю. Б. Бызова, М. С. Гиляров, Дунгер В. [и др.]. – Москва : Наука, 1987. – 188 с.
2. Гиляров, М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – Москва : Наука, 1965. – 278 с.
3. Давыдова, М. С. Гамазовые клещи семейства «Parasitidae» Запад-

ной Сибири / М. С. Давыдова. – Новосибирск, 1976.

4. Давыдова, М. С. Клещи Северной Азии / М. С. Давыдова. – Новосибирск : Наука, 1982.

5. Десятки, Р. В. Почвы аласов Лено-Амгинского междуречья / Р. В. Десяткин. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1984. – 168 с.

6. Чернов, Ю. И. К изучению животного населения почв арктических тундр Якутии / Ю. И. Чернов // Зоологический журнал. – 1961. – Т. 40, № 3. – С. 326–333.

INFLUENCE OF OVERGRAZING ON THE MICRO-MESOFAUNA OF PERMAFROST SOILS OF THE PASTURE LANDS OF THE ALASSES OF CENTRAL YAKUTIA

V. S. Boeskorov, G. N. Savvinov

*Research Institute of Applied Ecology of the North
named after Professor D.D. Savvinova NEFU (NIIPES
NEFU), Yakutsk*

In modern conditions of management in the village, there are practically no territories left that would be absolutely not subject to anthropogenic impact, therefore, in order to study the effect of grazing on the quantitative indicators of the microfauna of alas soils, we compared alases of medium and severe downfall in the Tyungyulyunskaya terrace of the river. Lena of the northern part of the Leno-Amga interfluve of Central Yakutia.

Keywords: gamasid mites, earthworms, frozen soils, permafrost zone, soil invertebrates

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ БУГРИСТЫХ БОЛОТ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ

Р. С. Василевич, Е. Д. Лодыгин

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук,
г. Сыктывкар

e-mail: vasilevich.r.s@ib.komisc.ru

Ключевые слова: климат, мерзлотные почвы торфяников, гуминовые кислоты, структурно-функциональные параметры, тяжелые металлы

Болотные экосистемы Арктики находятся в экстремальных условиях и играют ключевую роль в глобальных процессах связывания углерода и регенерации кислорода, поддержания водного баланса, сохранения биологического разнообразия на обширных территориях тундровых ландшафтов. Высокоширотные торфяные экосистемы, расположенные на севере России, особенно чувствительны к изменениям климата. Таяние многолетней мерзлоты и последующее высвобождение углерода оказывает воздействие на глобальное изменение климата вследствие потенциального выброса большого количества парниковых газов от торфяных месторождений [1]. Торфяные залежи, содержащие значительные количества биодоступных тяжелых металлов (ТМ), под влиянием потепления климата становятся источниками миграции токсикантов в окружающую среду [2]. Установлено, что торфяной профиль, на подобии природного архива, фиксирует не только климатические условия периода его формирования, но даже кратковременные изменения природной среды, кодируя в своем составе стадии и фазы развития почв [3, 4]. Состав гумусовых веществ (ГВ) торфяников является характеристическим показателем, отражающим климатические условия периода его формирования [5]. Это связано с составом ботанического и палинологического материала в периоды голоцена [6]. Высокая сорбционная способность торфа позволяет удерживать минеральные вещества, выпадающие из атмосферы, что дает возможность реконструкции геохимического фона микроэлементов атмосферного аэрозоля в различные временные периоды в слоях торфяных почв [7].

Цель исследований сосредоточена на изучении закономерностей трансформации молекулярного состава высоко- и низкомолекулярных органических соединений и вариации состава минеральных компонентов в бугристых болотах Европейской Арктики и Субарктики как маркера климатических и антропогенных изменений в голоцене и оценке стабилизации почвенного органического вещества (ПОВ) в условиях современного климатического потепления.

Исследования проведены в пределах бугристо-мочажинных болотных комплексов на торфяных олиготрофных (мерзлотных) почвах бугров (Hemic Folc Cryic Histosol) (P-1-1, P-2-1, P-3-1, P-3-2, P-4-1, P-5-1) и торфяных олиготрофных деструктивных (мерзлотных) почвах бугров (Hemic Folc Cryic Histosol (Turbic)) (P-1-2, P-2-2, P-4-2, P-5-2) в зональном ряду от крайнесеверной тайги до северной тундры (побережье Баренцева моря): в крайнесеверной тайге (РК, Интинский район, P-1-1, P-1-2); в лесотундре (РК, Воркутинский район, P-2-1, P-2-2); в южной тундре (РК, Воркутинский район, P-3-1, НАО, P-3-2); в экотоне северной и южной тундр (НАО, P-4-1, P-4-2) и в северной тундре (НАО, P-5-1, P-5-2). Послойный отбор проб проведен до глубины 1.5–3.5 м. Верхняя граница многолетней мерзлоты в летнее время находится на глубине 40–75 см.

По данным радиоуглеродного датирования и ботанического состава торфа исследованных разрезов торфонакопление началось в пребореальный, борреальный, а для большинства разрезов в ранний атлантический период и для большей части своего существования (8000–3700 л.н.) происходило в условиях эвтрофных болот при отсутствии вечной мерзлоты с преобладанием древесно-осоковых сообществ. Максимальное торфонакопление приходилось на атлантический период с максимумом в период климатического голоценового оптимума I (8000–6800 л.н.) с линейной скоростью прироста торфа до 0.8–1.0 мм/год. Следующий температурный максимум приходится примерно на период 5500 л.н. (климатический максимум II позднеатлантического периода). Далее с накоплением торфяной толщи и более глубоким залеганием грунтовых вод относительно дневной поверхности, наблюдается высокая доля типичных мезотрофных и олиготрофных видов (*Betula nana*, *Eriophorum* sp.). Резкое похолодание и уменьшение увлажнения раннего суббореала (5000–4700 л.н.), и позднего суббореала, начавшееся с похолодания среднего бронзового века (3500 л. н.), затормозило прирост биомассы до 0.10 мм/год. С началом раннего

субатлантика 2500 л.н. линейная скорость упала до 0.02 мм/год, с глубины (15–20 см) в торфянике преобладают представители олиготрофного сообщества. В настоящее время торфонакопление на буграх практически не происходит.

Элементный состав гумусовых кислот – основополагающая характеристика, наиболее объективно отражающая уровень гумификации органического вещества. Наиболее информативно использование мольных отношений $x(\text{H}) : x(\text{C})$ и $x(\text{O}) : x(\text{C})$ для оценки конденсированности и степени окисленности гуминовых кислот (ГК). Выявлено уменьшение $x(\text{H}) : x(\text{C})$ для ГК по профилю почв Р-2-1 с 1.16 до 0.90, для Р-4-1 с 1.19 до 0.87 для Р-5-1 с 1.04 до 0.88, что обусловлено естественным отбором биотермодинамически устойчивых молекулярных структур и определяет большую степень гумификации органического вещества нижних слоев торфа. Изменение данного показателя по профилю исследованных почв имеет как общие закономерности, так и свои особенности. Для большинства разрезов в пределах СТС происходит планомерное уменьшение $x(\text{H}) : x(\text{C})$. Это связано как с изменением ботанического состава торфа, увеличением степени его разложения, так и с климатическими особенностями его формирования. Климатические условия атлантического периода определили специфику состава растительности, с доминированием осоковых и древесных сообществ, и как следствие – прекурсоров ГК с более высоким содержанием конденсированных лигнинных компонентов. Современные торфяные отложения, образованные в период среднего и позднего голоцена преимущественно из растительных остатков бриофитов содержат ГК с большим вкладом углеводных и парафиновых структур (данные ^{13}C ЯМР спектроскопии).

Ранее исследования Д. С. Орлова показали достоверные изменения элементного состава и биологической активности ГК в зональном ряду от черноземов до тундровых глеевых почв [8]. Структурно-функциональные параметры ГК из верхних слоев торфа в зональном ряду торфяных почв отражают современные климатические особенности территории (Рис.). Наши исследования показывают тренд увеличения доли парафиновых фрагментов и карбогидратов (рис. Б-В) и уменьшение ароматических фрагментов (рис. А) в составе ГК из верхних слоев зонального ряда торфяных почв от крайнесеверной тайги до северной тундры, что связано с показателями биологически активных температур почв. Для

ГК с побережья Баренцева моря по атомному отношению $x(\text{H}) : x(\text{C})$ (рис. А) и степени ароматичности (^{13}C ЯМР) отмечается более высокая гумификация ГК из поверхностных слоев торфа. Это может свидетельствовать об отепляющем действии морской акватории на климат территории и стабилизации органического вещества.

Данные по содержанию и составу кислото- и водорастворимых форм ТМ в стратифицированных слоях бугристых болот свидетельствуют об аккумуляции халькофильных Hg, Cd, Pb, Cu и As и иногда сидерофильных элементов: Ni, Co, Cr и V в верхней части профилей. Накопление химических элементов, в том числе тяжелых металлов (ТМ) и мышьяка, почвами Арктики и Субарктики – индикатор экзогенного привноса из атмосферы примесей техногенных веществ в результате антропогенной деятельности и промышленного производства (локальные и трансграничные переносы). Значительное увеличение содержания таких элементов Cd, Cr, Ni, Mn, Zn, As в водной вытяжке на верхней границе многолетнемерзлых пород свидетельствует о нисходящей миграции элементов, обладающих низким химическим сродством к гуминовым кислотам, с одной стороны и о возможности поступления неорганических загрязнителей в гидрологическую сеть территории, с другой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zimov, S. A. Permafrost and the global carbon budget / S. A. Zimov, E. A. G. Schuur, F. S. Chapin // *Science*. – 2006. – Vol. 312. – P. 1612–1613.
2. Frey, K. E. Geochemistry of west Siberian streams and their potential response to permafrost degradation / K. E. Frey, D. I. Siegel, L. C. Smith // *Water Resour. Res.* – 2007. – Vol. 43. – W03406.
3. Калласс, Е. В. Гумусовый профиль почв как отражение стадийности почвообразования / Е. В. Калласс, М. И. Дергачёва // *Сибирский экологический журнал*. – 2007. – № 5. – С. 711–717.
4. Zaccone, C. Qualitative comparison between raw peat and related humic acids in an ombrotrophic bog profile / C. Zaccone, T. M. Miano, W. Shotyk // *Org. Geochem.* – 2007. – Vol. 38, – P. 151–160.
5. Klavinš, M. Peat humic acid properties and factors influencing their variability in a temperate bog ecosystem / M. Klavinš, O. Purmalis, V. Rodinov // *Est. J. Ecol.* – 2013. – Vol. 62, – P. 35–52.
6. Левашенко Д. В. Климатический оптимум в дельте реки Печоры / Д. В. Левашенко, Е. С. Малясова // *Известия РАН. Сер. геогр.* – 2007. – № 4. – С. 125–132.

7. Bindler, R. Mired in the past – looking to the future: geochemistry of peat and the analysis of past environmental changes / R. Bindler // Glob. Planet Change. – 2006. – Vol. 53, – P. 209-221.

8. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON THE COMPOSITION OF ORGANIC MATTER AND MINERAL COMPONENTS OF THE ARCTIC AND SUBARCTIC PERMAFROST PEAT MOUNDS

R. S. Vasilevich, E. D. Lodygin

*Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

Comprehensive studies of the transformation patterns in the molecular composition of organic compounds and variations in the composition of mineral components from peat mounds of the European Arctic and Subarctic in the zonal series of soils as a marker of climatic and anthropogenic changes in the Holocene have been carried out. It was revealed that climatic conditions are encoded in the structural and functional parameters of humic acids (HAs), reflecting both global climatic trends over a long period of time and local changes. A trend has been established for an increase in the proportion of paraffin fragments and carbohydrates and a decrease in the contribution of aromatic fragments in the composition of HAs from the upper layers (UL) of the zonal series of peat soils from the extreme northern taiga to the northern tundra. The composition of mineral components in the UL of peatlands reflects the composition of atmospheric aerosol and indicates the influx of technogenic impurities as a result of anthropogenic activities.

Keywords: climate, permafrost-affected soils of peat mounds, humic acids, structural-functional parameters, heavy metals

ВЛИЯНИЕ АТЛАНТИФИКАЦИИ НА ПЕЛАГИЧЕСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В. В. Водопьянова, А. С. Булавина, П. С. Ващенко

Мурманский морской биологический институт РАН, г. Мурманск

e-mail: vodopyanova@mmbi.info

Ключевые слова: хлорофилл-а, водные массы, атлантификация, Баренцево море

Термин атлантификация впервые был применен для характеристики периодической смены вертикальной структуры вод в центральной части Баренцева моря [1]. В дальнейшем понятие было расширено на все Баренцево море, как возрастание притока атлантических вод, приводящее к сокращению морского льда. Усиление атлантификации Северного Ледовитого океана (СЛО), заключается в расширении зоны влияния атлантических вод на его гидрологический и ледовый режим [2].

Цель работы – исследование пространственной изменчивости концентрации хлорофилла-а (Chl-а) в Баренцевом море в условиях продолжающейся атлантификации. Chl-а в целом отражает ход биомассы фитопланктона и может служить показателем общего обилия и продуктивности. Основной акцент сделан на изучение распределения Chl-а в различных водных массах (ВМ) в весенний период, когда формируется максимальная часть годовой биомассы фитопланктона арктических морей.

В работе использованы данные судового мониторинга концентраций Chl-а *in situ* в весенне-летний период 2016–2019 и 2021 гг. Для анализа пространственного распределения концентраций Chl-а по всей акватории моря использовали спутниковые данные: дешифрованные снимки NASA, Level-3 CHL со спутников SeaWiFS (1998 г.) и MODIS-Aqua (2021 г.).

По многолетним данным, самый ледовитый месяц для Баренцева моря — март, когда льдом покрыта вся восточная часть моря, а в западной части льды распространяются на юг вплоть до 75° с. ш. До середины апреля продолжается увеличение площади льда, а затем начинается постепенное отступление кромки на север и восток. В мае ото льда освобождается вся центральная часть, а в кон-

це июня – начале июля Печорское море и побережье арх. Новая Земля [5]. Сезонное положение кромки льда в разные годы может существенно отличаться от среднего многолетнего. В аномально холодные годы, последним из которых был 1998 г., юго-восточная часть моря была полностью или частично покрыта льдом вплоть до середины июля. Согласно спутниковым данным в марте – апреле 1998 г. наблюдались низкие концентрации *Chl-a*. Только в мае было зарегистрировано активное развитие фитопланктона на всей свободной ото льда акватории Баренцева моря и максимальные концентрации *Chl-a* (рис. 1). В аномально теплые годы, одним из которых являлся 2021 г. уже в конце мая побережье арх. Новой Земли и Печорское море могут быть полностью свободны ото льда. Как в теплые, так и в холодные годы, в течение всего года свободна ото льда юго-западная часть Баренцева моря. По спутниковым данным уже в апреле (в отличие от аномально холодного года), наблюдалось активное развитие фитопланктона в юго-восточной части Баренцева моря и на отдельных участках остальной акватории. В мае процесс распространился в центральном и северном направлении, охватив практически всю акваторию моря (рис. 1).

Многолетние наблюдения *in situ* за особенностями распределения *Chl-a* в различных по происхождению типах вод Баренцева моря позволяют систематизировать эти данные для теплых лет. Годы наблюдений 2016–2019 гг. и 2021 г. характеризуются отрицательными аномалиями ледовитости. На рис. 2 представлены усредненные концентрации *Chl-a* в различных ВМ Баренцева моря.

По нашим данным в годы с отрицательными аномалиями ледовитости уже в третьей декаде марта – первой декаде апреля можно наблюдать начало весеннего цветения. Обширная акватория свободная ото льда способствует развитию этого процесса в нескольких разобщенных районах — на юго-западе и юго-востоке акватории. Места локализации повышенных *Chl-a* отмечены в прибрежных, атлантических и колгуевских водах. По нашим данным в марте, средние показатели *Chl-a*, в Колгуевских водах, которые являются прибрежными по своему происхождению, были выше, чем в других водных массах. В апреле концентрации *Chl-a* в прибрежных водах на юго-западе составили в среднем 0.64 мг/м^3 , а в мае этот показатель снизился. В арктических и баренцевоморских водах в марте содержание *Chl-a*, было очень низким. В баренцевоморских водах этот показатель в сред-

нем составил 0.13 мг/м^3 . Столь же низкие концентрации $\text{Chl-}a$ в баренцевоморских водах были зарегистрированы и в апреле, и лишь в мае достигли значимых величин (среднее 1.32 мг/м^3). Арктические воды в марте также характеризовались крайне низкими концентрациями $\text{Chl}a$, однако уже в апреле наблюдалось резкое увеличение содержания хлорофилла (среднее 1.32 мг/м^3); в мае в этих водах концентрации $\text{Chl-}a$ продолжали расти. Максимальные значения в арктических водах в апреле и мае были 5.69 и 5.77 мг/м^3 , соответственно. К июлю мы наблюдали снижение концентраций $\text{Chl-}a$ в арктических и баренцевоморских водах, однако они все еще оставались значительными — в среднем 0.70 мг/м^3 (Арк) и 1.18 мг/м^3 (Бар). В атлантических водах в апреле концентрации $\text{Chl-}a$ в среднем составляли 0.44 мг/м^3 (максимум 1.39 мг/м^3). В мае в трансформированных атлантических водах содержание пигмента было уже значительно выше (максимально 5 мг/м^3). В этом месяце установился общий высокий фон концентраций во всех типах вод.

В настоящее время уровень знаний о том, как климат влияет на сроки начала весеннего цветения фитопланктона, его продолжительность и уровни количественного развития (для арктических вод), остается ограниченным. Предполагается, что сокращение площади морского льда в СЛО приведет к увеличению первичной продукции фитопланктона [8, 9]. Этому будет способствовать увеличение площади открытой воды, более продолжительный вегетационный период и дополнительный экспорт углерода в пелагиаль из атмосферы [10]. Все эти факторы могут повлиять на фенологию цветения фитопланктона в Баренцевом море.

Мы отметили зависимость весеннего развития фитопланктона от площади ледяного покрова. В холодные годы (положительные аномалии ледовитости) активное весеннее цветение наступало поздно – в мае. В годы с отрицательными аномалиями ледовитости – вспышка весеннего цветения начиналась в апреле-мае в прибрежных водах Баренцева моря, а начало этого процесса можно было наблюдать уже в третьей декаде марта. При отрицательных аномалиях ледовитости мы выявили несколько эпицентров начала весеннего развития – в прибрежных водах вдоль мурманского побережья и на юго-востоке моря в колгуевских водах; частично в атлантических водах, на тех участках, где существовало влияние прибрежной ВМ. Мониторинг концентраций $\text{Chl-}a$ в, свидетель-

ствует о влиянии на весенний сукцессионный цикл фитопланктона возрастающей атлантификации Баренцева моря. Именно в весенний период формируется максимальная часть годовой биомассы фитопланктона, что может оказывать влияние на продуктивность всех остальных звеньев пелагической экосистемы.

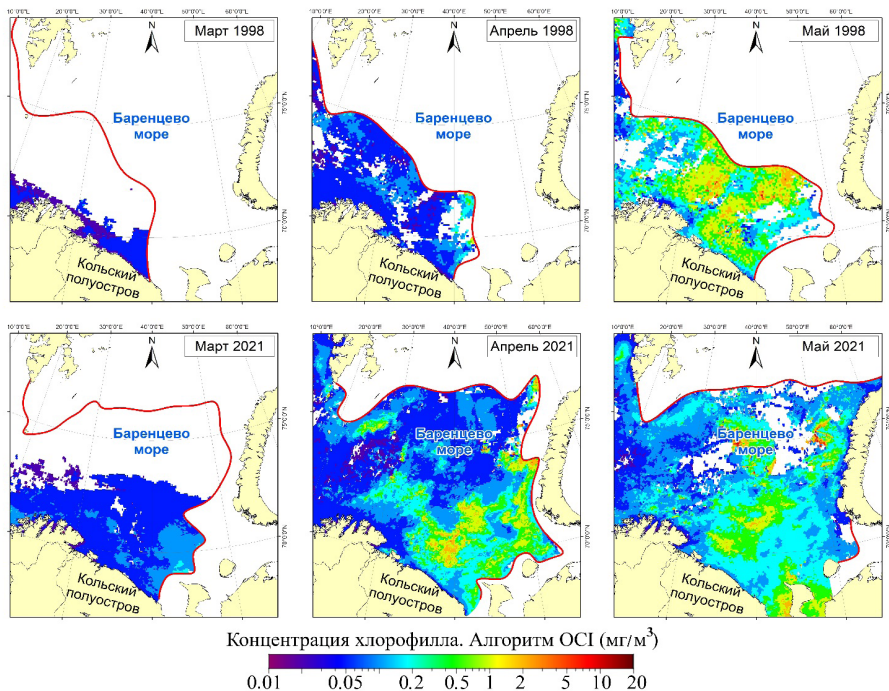


Рис. 1. Концентрации хлорофилла-а (мг/м^3) осредненные за месяц (по данным [6]). Красная линия – среднее положение кромки льда за месяц (по данным: [5, 7]).

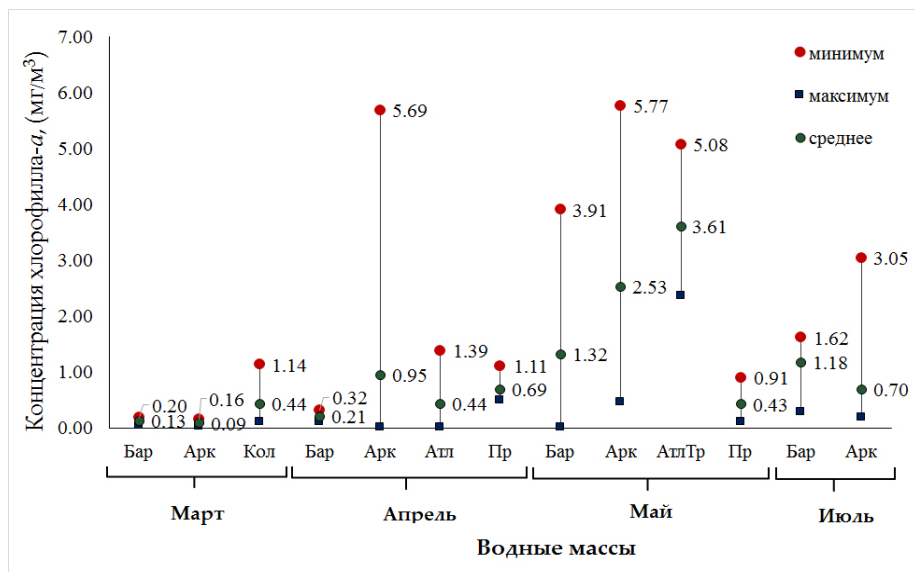


Рис. 2. Концентрации хлорофилла-а (мг/м^3) осредненные для горизонта 0–50 м и ВМ. Бар — баренцевоморские воды; Кол — колгуевские воды; Атл — атлантические воды; АтлПр — трансформированные атлантические воды; Арк — арктические воды; Пр — прибрежные воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Variations in hydrography, nutrients and chlorophyll *a* in the marginal ice-zone and the central Barents Sea / M. Reigstad [et al.] // *Journal of Marine Systems*. – 2002. – V. 38, № 1–2. – P. 9–29.
2. Аксенов, П. В. «Атлантификация» как вероятная причина сокращения площади морского льда в бассейне Нансена в зимний сезон / П. В. Аксенов, В. В. Иванов // *Проблемы Арктики и Антарктики*. – 2018. – Т. 64, № 1. – С. 42–54.
3. Планктон морей Западной Арктики / отв. ред. Г. Г. Матишов. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 352 с.
4. Biological Atlas of the Arctic Seas 2000: Plankton of the Barents and Kara Seas [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/BARPLANK/start.html> (дата обращения 20.03.2023).
5. Remote sensing of the sea ice in the Northern Sea Route. Studies and applications [Электронный ресурс] / О. Johannessen [et al.] // Chichester, UK : Praxis Publishing, 2007. – Режим доступа: <https://www.nersc.no/>

sites/www.nersc.no/files/front-matter.pdf (дата обращения 20.03.2022).

6. Ocean Color NASA [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/13/> (дата обращения 25.02.2022).

7. EOSDIS Worldview [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> (дата обращения 25.02.2022).

8. Arctic marine ecosystems an era of rapid change / P. Wassmann [et al.] // *Progress in Oceanography*. – 2011. – V. 90, № 1–4. – P. 1–17.

9. Kahru M. Are phytoplankton blooms occurring earlier in the Arctic? / M. Kahru // *Global Change Biology*. – 2011. – V. 17, № 4. – P. 1733–1739.

10. Lewis K. M. Changes in phytoplankton concentration now drive increased Arctic Ocean primary production / K. M. Lewis, G. L. van Dijken, K. R. Arrigo // *Science*. – 2020. – V. 369, № 6500. – P. 198–202.

IMPACT OF ATLANTIFICATION ON THE PELAGIC ECOSYSTEM OF THE BARENTS SEA

V. V. Vodopyanova, A. S. Bulavina, P. S. Vashchenko

Murmansk Marine Biological Institute RAS, Murmansk

Atlantification of the Barents Sea leads to a decrease in the area of ice cover and an increase in the period of open water. In abnormally cold years, the low position of the ice edge in March – April limited the possible area of phytoplankton development, and the active phase of phytoplankton bloom occurred in May. In years with negative ice cover anomalies the active phase of phytoplankton bloom occurred already in the second or third decade of April in various types of water masses of the Barents Sea – in Arctic, Atlantic and coastal waters. Atlantification of the Barents Sea contributes to the formation of several bloom spots and the spread of phytoplankton

Keywords: chlorophyll-a, water masses, atlantification, Barents Sea

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ КОРМОВ ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ В ЮЖНЫХ ТУНДРАХ ЯМАЛА С 1930-х гг.

А. М. Горбунова, Д. В. Веселкин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

e-mail: anastasiya_psu1991@mail.ru

Ключевые слова: Ямал, южные тундры, олени пастбища, кормовые запасы, делихенизация

Большинство масштабных исследований Арктики, выполненных дистанционными методами, констатируют повышение продуктивности арктических экосистем, описывая его терминами «позеление», «олугование», «закустаривание» [1–3]. Однако на локальных и региональных уровнях может отмечаться снижение фитомассы в растительных сообществах, что свидетельствует, что перевыпас оленей может влиять на экосистемы сильнее, чем изменения климата [4, 5]. Численность домашних северных оленей на полуострове Ямал очень высокая: в 1930-е гг. она оценивалась в 100–130 тыс. особей [6], а в 2018 г. – свыше 330 тыс. особей [7]. В результате интенсивного выпаса на Ямале происходит деградация растительных сообществ оленьих пастбищ, снижение запасов трав и кустарников и разрушение лишайникового покрова [8, 9].

Целью работы было сравнить запасы кормов северного оленя на оленьих пастбищах полуострова Ямал в период с начала 1930-х по 2017–2019 гг. Места сбора полевых данных находятся в южных субарктических тундрах Ямала и относятся к двум разным административным районам ЯНАО – Ямальскому и Приуральскому.

Запасы фитомассы в 2017–2019 гг. определяли методом укусов (по три укуса 25×25 см на каждой пробной площади 10×10 м; всего 88 площадей). Затем укусы в воздушно-сухом состоянии разбирали по фракциям, отдельно отбирая те, которые относятся к кормам: кустистые лишайники, осоки, злаки, листья и годичные побеги кустарников, разнотравье, поедаемые кустарнички (*Salix nummularia* Andersson, *Salix polaris* Wahlenb., *Dryas octopetala*

L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium uliginosum* L.). Сведения о запасах оленьих кормов для Ямальского и Приуральского районов в 1930-х гг. были получены из публикации В.Н. Андреева [6]. Для оценки кормовых запасов свели все фракции фитомассы к двум обобщенным – лишайниковые и зеленые корма.

Сообщества исследуемой территории относятся к трем типам растительности: тундры, луга и болота. В преобладающей тундровой растительности выделяли формации: моховые тундры, травяные тундры, кустарниковые тундры, кустарничковые тундры, лишайниковые тундры. Поскольку данные по запасам для кустарничковых тундр в 1930-е гг. отсутствуют, а для травяных тундр немногочисленны [6], анализировали пять типов пастбищ: 1) моховые и травяные тундры; 2) лишайниковые и кустарничковые тундры; 3) кустарниковые тундры; 4) болота; 5) луговые сообщества.

Запасы зеленых кормов в разных типах пастбищ в Ямальском районе в 1930-е гг. варьировали в диапазоне 1.4–25.0 ц/га, а в 2017–2019 гг. – 5.7–11.1 ц/га; в Приуральском районе в 1930-е гг. – 8.8–25.0 ц/га, в 2017–2019 гг. – 9.5–22.3 ц/га. Больше всего зеленых кормов было в кустарниковых тундрах и на болотах. Запасы лишайниковых кормов в Ямальском районе в 1930-е гг. варьировали в диапазоне 0–34.6 ц/га; а в 2017–2019 гг. были ниже – 0–2.5 ц/га. В Приуральском районе лишайников было меньше, чем в Ямальском: в 1930-е гг. – 0–2.7 ц/га, в 2017–2019 гг. – 0–0.4 ц/га. Больше всего лишайниковых кормов было в лишайниковых и кустарничковых тундрах. Общий запас кормов (сумма зеленых и лишайниковых кормов) в 1930-е гг. в Ямальском районе варьировал в диапазоне 12.3–36.0 ц/га, а в 2017–2019 гг. он был ниже – 7.0–12.1 ц/га. Наибольший запас кормов в 1930-е гг. был в кустарниковых тундрах, в лишайниковых и кустарничковых тундрах; а в 2017–2019 гг. – в луговых сообществах, моховых и травяных тундрах. В Приуральском районе общий запас кормов в 1930-е гг. был 10.0–26.3 ц/га, а в 2017–2019 гг. – 9.8–22.7 ц/га, причем наибольшие его значения были в кустарниковых тундрах и на болотах. Доли лишайниковых кормов в разных типах пастбищ в Ямальском районе в 1930-е гг. варьировали в диапазоне 0–95%, в 2017–2019 гг. – 0–28%. В Приуральском районе доля лишайников в общем кормовом запасе была ниже, чем в Ямальском: в 1930-е гг. – 0–22%, в 2017–2019 гг. – 0–6%.

Таким образом, на пастбищах южного Ямала с 1932 г. (за 85–87 лет) запасы зеленых оленьих кормов не изменились, а запасы лишайниковых кормов снизились. Общие запасы кормов уменьшились из-за снижения запасов лишайников. Эти изменения наблюдаются в обоих районах. В целом наши результаты указывают на делихенизацию пастбищ южных тундр Ямала, что подтверждает ранее описанные на Ямале пастбищные трансформации [2, 8, 9], причиной которых является перевыпас оленей. Уже в 1930-х гг. поголовье оленей в районах нашего исследования оценивалось как близкое к максимально возможному [6]. Наши оценки позволяют говорить о «позелении» в том смысле, что в связи с делихенизацией повышается доля сосудистых растений в общем запасе кормов, но общий запас кормов и запас зеленых кормов не увеличиваются.

Авторы выражают благодарность Л. С. Горбунову за помощь в сборе полевого материала. Работа выполнена в рамках темы государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН № 122021000092-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Позеленение тундры как драйвер современной динамики арктической биоты / А. А. Тишков [и др.] // Арктика: экология и экономика. – 2018. – № 2 (30). – С. 31–44.
2. Позеленение Российской Арктики и современные тренды изменения ее биоты / Е. А. Белоновская [и др.] // Известия РАН. Сер. геогр. – 2016. – № 3. – С. 28–39.
3. Effects of summer grazing by reindeer on composition of vegetation, productivity and nitrogen cycling / J. Olofsson [et al.] // Ecography. – 2001. – V. 24, № 1. – P. 13–24.
4. Legacies of historical human activities in arctic woody plant dynamics / S. Normand [et al.] // Annu. Rev. Environ. Res. – 2017. – V. 42. – P. 541–567.
5. Rangifer management controls a climate-sensitive tundra state transition / K. A. Brethen [et al.] // Ecol. Appl. – 2017. – V. 27, № 8. – P. 2416–2427.
6. Андреев, В. Н. Кормовая база ямальского оленеводства / В. Н. Андреев // Советское оленеводство. – 1934. – Т. 1, вып. 1. – С. 99–164.
7. Веселкин, Д. В. Снижение значений NDVI в южных тундрах Ямала в 2001–2018 гг. коррелирует с численностью домашних северных оленей / Д. В. Веселкин, Л. М. Морозова, А. М. Горбунова // Современные про-

блемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 143–155.

8. Bogdanov, V. D. Anthrax in Yamal: an ecological view on traditional reindeer husbandry / V. D. Bogdanov, M. G. Golovatin // Russ. J. Ecol. – 2017. – V. 48, № 2. – P. 95–100.

9. Системный анализ биогеоценозов полуострова Ямал: имитационное моделирование воздействия крупностадного оленеводства на растительный покров / Ф. В. Кряжимский [и др.] // Экология. – 2011. – № 5. – С. 323–333.

CHANGING IN FORAGE STOCKS OF REINDEER PASTURES IN THE SOUTHERN TUNDRA OF YAMAL SINCE THE 1930s

A. M. Gorbunova

*Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg*

Reindeer overgrazing at local and regional levels can affect the ecosystems more than climate changes. The number of domestic reindeer in Yamal in the 1930s was estimated 100-130 thousand individuals, and in 2018 - already more than 330 thousand individuals. As a result of overgrazing in Yamal, plant communities are degradation. The aim of the study was to compare the reindeer forage reserves in the southern tundra in two administrative districts of the YNAO from the beginning of the 1930s to 2017–2019. We found that in the southern Yamal since the 1930s deer green forage stocks did not change; lichen forage stocks decreased, and total forage stocks decreased due to declining lichen stocks. Thus, our results confirm the delichenization of the southern tundra of Yamal.

Keywords: Yamal, southern tundra, reindeer pasture, forage stocks, delichenization

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА CLADOCERA В КОЛОНКЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЗЫМЯННОГО ОЗЕРА КАК СЛЕДСТВИЕ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ

А. Г. Ибрагимова^{1,2}, Л. А. Фролова¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

² Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова

Российской академии наук, г. Москва

e-mail: ais5_ibragimova@mail.ru

Ключевые слова: Cladocera, рецентные остатки, голоцен, Ямал

Нами была исследована колонка донных отложений Безымянного озера, расположенного в районе поселка Новый Порт, долина реки р. Пяседаяха (площадь – 0.4 км², максимальная глубина озера – 3.4 м). Согласно геоботаническому районированию пос. Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) расположен в тундровой зоне, подзоне южных кустарниковых тундр, в Южно-Ямальском округе ерниковых моховых тундр в сочетании с лишайниковыми тундрами и болотами [1]. Станция Новый Порт находится в районе влияния антропогенных (газовые месторождения Западной Сибири) и природных (увлажненные территории, естественные арктические резервуары метана) источников парниковых газов. Согласно данным Росгидромета [2], здесь отмечаются существенные межсезонные изменения CO₂ – средние значения концентраций превышают фоновые на 1.5%. Колонка донных отложений озера была отобрана с помощью гравитационного пробоотборника GOIN на глубине 3.4 м и имеет длину 58 см. В лаборатории колонка донных отложений была нарезана с интервалом в два см. Для анализа Cladocera было отобрано 28 образцов. Датирование образцов проведено в Лейбницкой лаборатории радиометрического датирования и исследования стабильных изотопов, Киль, Германия. По данным AMS-датирования колонка донных отложений озера соответствует возрасту 1300 кал. л. н.

В тафоценозе Cladocera донных отложений Безымянного озера идентифицировано 24 таксона, относящихся к семи семействам (Chydoridae, Bosminidae, Daphniidae, Sididae, Macrothricidae,

Polyphemidae, Cercopagidae) и 18 родам. Доминантом в тафоценозе Cladocera является *Bosmina (Eubosmina) cf. longispina* (43.4%), субдоминантом – *Chydorus cf. sphaericus* (21.7%). Роль второстепенного вида выполняет *Bosmina longirostris* (11.6%). Стратиграфическая диаграмма распределения Cladocera в колонке донных отложений была разделена на три фаунистические зоны. В слое 56–58 см колонки отложений остатки Cladocera не обнаружены. Зона I (54–35 см) характеризуется максимальным количеством выявленных таксонов (21 таксон). Доминирует *Chydorus cf. sphaericus* (23.1–71.0%), который выступает в роли «вида-гемералиста», приспособленного к колеблющимся и непредсказуемым условиям. Здесь обнаруживаются остатки *Latona setifera*, населяющей песчано-илистое дно олиготрофных озер Палеарктики. В данной зоне отмечается наибольшее разнообразие литоральной фауны Cladocera. Пелагическая фауна представлена в основном представителями рода *Daphnia* и рода *Bosmina*. Обнаруживаются остатки хищных Cladocera – *Bythotrephes longimanus*, *Polyphemus pediculus*. Стоит отметить, что в зоне I многочисленны представители крупных Cladocera (*Alonopsis elongata*, *Euryercus lamellatus*, *Camptocercus rectirostris*, *Daphnia pulex*, *D. longispina*, *Biapertura affinis*, *A. quadrangularis*). В зоне II (35–15 см) происходят значительные изменения в составе тафоценоза Cladocera, характеризующиеся сменой доминирующего комплекса и уменьшением количества выявленных таксонов (18 таксонов). Здесь отсутствуют доминанты клadoцерного сообщества, субдоминантами являются *B. (E.) cf. longispina* (13–50%), *C. cf. sphaericus* s.l. (10–46%), *B. longirostris* (10–33%) и *Bosmina* spp. (6–26%). Роль пелагических таксонов рода *Bosmina* значительно возрастает при уменьшении доли *C. cf. sphaericus* s.l. Наблюдается уменьшение количества обнаруженных остатков крупного зоопланктона. Об изменении экологических условий в озере свидетельствует и уменьшение численности *L. setifera* в зоне II с дальнейшим исчезновением вида. В зоне III (15–0 см) отмечается наименьшее количество идентифицированных таксонов (14 таксонов). Наблюдается дальнейшее снижение доли *C. cf. sphaericus* и абсолютное доминирование *B. (E.) cf. longispina* (42–80%). О хорошо развитой пелагической части озера свидетельствует также увеличение доли *Daphnia pulex* agg. Литоральная фауна в зоне III представлена слабо. *Biapertura affinis* встречается в единичных экземплярах, *Alona quadrangularis* полностью исчезает в зоне III.

Тафоценоз Безымянного озера сформирован в основном типичными северными видами, устойчивыми к неблагоприятным условиям среды. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о развитой пелагической зоне в Безымянном озере, что подтверждается доминированием планктонных форм, относящихся к семейству *Bosminidae*, обитавших в озере на всех этапах его развития. Разнообразие видов *Cladocera*, принадлежащих к семейству *Chydoridae*, свидетельствует о развитой прибрежной зоне. Зона I представлена наибольшим числом таксонов, что вероятно связано с небольшой глубиной озера и многообразием литоральных биотопов на данном этапе его существования. Доминант кладоцерного сообщества данной зоны – *C. cf. sphaericus* – это группа близких видов, обитающих в различных экологических и географических условиях. Известно, что *C. cf. sphaericus* может успешно развиваться как в эвтрофных, так и в олиготрофных водоёмах [4]. Анализ зависимости содержания органического вещества в донных отложениях и встречаемости *Cladocera* в озёрах Кольско-Карельской провинции является очередным доказательством пионерности вида [5]. Однако увеличение биомассы этого таксона в позднем голоцене может являться свидетельством повышения содержания органики в воде [4], что отмечается в озёрах Харбейской системы [6]. Присутствие в зоне I остатков *Latona setifera*, указывает на низкий биогенный статус озера на данном этапе и постепенное его повышение с возрастом [7]. В связи с хрупкостью экзоскелета и его плохой сохранностью в донных отложениях, идентификация остатков вида проводилась по обнаруженным постабдоминальным коготкам и сегментам базального экзоподита. Разнообразие литоральной фауны *Cladocera* может быть связано с началом формирования кладоцерного таксоценоза озера. Известно, что первые вселенцы гляциогенных озёр отличаются небольшим числом таксонов и представлены видами-пионерами, толерантными к холодному климату и низкому содержанию органического вещества [5]. Переход от доминирования хидоруса к доминированию босмины начинается в зоне II и продолжается в зоне III. Также в зоне III происходит увеличение доли представителей рода *Daphnia*, являющихся типичными обитателями толщи воды. Эти изменения в тафоценозе могут быть связаны с увеличением пелагической части озера, его углублением, что вероятно связано с протаиванием многолетнемерзлых пород на фоне климатических изменений. Уменьшение

доли крупных форм зоопланктона может объясняться как увеличением прессинга рыб-планктонофагов, первостепенно выедающих именно крупные формы зоопланктона, так и уменьшением количества предпочитаемых таксонами биотопов [8]. В водоемах Ямала зоопланктон потребляют пелядь, ряпушка и личинки большинства видов рыб [9]. Уменьшение таксономического разнообразия может быть связано с увеличением антропогенной нагрузки на регион исследования. Строительство и обустройство газо- и нефтеносных месторождений способствует поступлению в воду мелкодисперсных минеральных взвесей, сопровождающееся заиливанием донных грунтов, повышением мутности воды и формированием не характерных для тундровых рек и озер биотопов, что приводит к угнетению гидробионтов и ухудшению условий воспроизводства рыб, сокращению видового разнообразия, снижению количественных показателей фитопланктона, зоопланктона и зообентоса, увеличению степени доминирования отдельных видов и упрощению структуры различных групп гидробионтов [9]. Согласно предыдущим исследованиям, видовой состав фауны пресноводных водоемов полуострова Ямал весьма разнообразен, широко представлен всеми основными группами – Rotatoria, Cladocera, Copepoda. На полуострове Ямал обитают широко распространенные виды планктона, имеющие северное и арктическое распространение. По данным различных авторов, объединенным в работе В. Д. Богданова и др [3], в озерах Ямала отмечен 31 таксон Cladocera. Среди них 15 видов Cladocera были выявлены и в донных отложениях Безымянного озера. В донных отложениях были обнаружены остатки восьми таксонов, которые ранее не были отмечены при гидробиологических исследованиях. Среди них, например, *Camptocercus rectirostris* и *Bythotrephes longimanus*, появление которых в арктических регионах связывают с потеплением [10].

Проведение кладоцерного анализа поддержано Российским научным фондом (проект № 20-17-00135). Статистический анализ проведен в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета (ПРИОРИТЕТ – 2030). Исследования Ибрагимовой А. Г. проводились при финансовой поддержке Стипендии Президента Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова, Л. М. Структура растительного покрова и растительные ресурсы полуострова Ямал / Л. М. Морозова, М. А. Магомедова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2004. – 63 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год / Росгидромет. – Москва, 2019. – 79 с.
3. Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, И. П. Мельниченко. – Екатеринбург, 2000. – 88 с.
4. Flцssner, D. Nاپlopoda and Cladocera (without Bosminidae) in Central Europe (original: Die Nاپlopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas) / D. Flцssner. – The Netherlands Leiden: Backhuys Publishers. German, 2000. – 428 p.
5. Ibragimova, A.G. The changes in the composition of Cladocera community in bottom sediments of Lake Maloye Shibrozero (Zaonezhsky Peninsula) as a consequence of shifts of environmental and climatic conditions / A. G. Ibragimova, L. A. Frolova, D. A. Subetto, N. A. Belkina, M. S. Potakhin // IOP Publishing Limited. Conf. Series : Earth and Environmental Science. – 2018. – 107:1-8. doi :10.1088/1755-1315/107/1/012029
6. Frolova, L. Climate and environmental reconstructions of Bolshezemelskaya tundra based on subfossil Cladocera remains from Kotovo lake (Kharbey sytem) / L. Frolova, A. Ibragimova // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2017, Book 4. Energy and Clean Technologies. – Albena, 2017. – 2:383–391.
7. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) / А. А. Котов, А. Ю. Синев, С. М. Глаголев, Н. Н. Смирнов // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. Т. 1. Зоопланктон / отв. ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. – Москва : Т-во научных изданий КМК, 2010. – С. 151–276.
8. Brooks, J. L. Predation, body size and composition of plankton. / J. L. Brooks, S. I. Dodson. – 1965. – № 150 (3692) – P. 28–35.
9. Оценка современного состояния водных экосистем и проблемы охраны биологических ресурсов при обустройстве Круzensштернского Гкм / В. Д. Богданов, Л. Н. Степанов, Е. Н. Богданова, И. П. Мельниченко, М. И. Ярушина // Экономика региона. – 2015. – № 3. – С. 266–278. – doi: 10.17059/2015-3-22 УДК 574.5 + 597-15 + 556
10. Многолетние изменения в сообществах гидробионтов в Харбейских озерах / Е. Б. Фефилова, М. А. Батурина, О. Н. Кононова, О. А. Лоскутова, Л. Г. Хохлова, О. П. Дубовская // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2014. – № 7 (3). – С. 240–266.

**CHANGES IN CLADOCERA COMPOSITION IN THE
BOTTOM SEDIMENT COLUMN OF THE UNNAMED
LAKE AS A CONSEQUENCE OF ECOLOGICAL AND
CLIMATIC CHANGES ON THE YAMAL PENINSULA**

A. G. Ibragimova^{1,2}, L. A. Frolova¹

¹ *Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan*

² *A. N. Severtsov Institute for Ecology and Evolution of
the Russian Academy of Sciences, Moscow*

Recently, there has been a significant increase in the number of climate studies to obtain additional information, develop new methods for monitoring and responding to the changes taking place. In order to reconstruct the ecological and climatic conditions of the past for the territory of the Yamal Peninsula and to identify future trends, we conducted a Cladocera analysis of the bottom sediment column of the lake in the valley of the Pyasedayakha River, near the Novy Port settlement. The changes revealed by us indicate an increase in the pelagic zone of the lake due to thawing of permafrost and a decrease in the taxonomic diversity of Cladocera.

Keywords: Cladocera, subfossil remains, Holocene, Yamal

НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ ЯКУТИИ

Н. Н. Иванова, Н. К. Чирикова

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, г. Якутск
e-mail: niklaida@mail.ru

Ключевые слова: Якутия, криолитозона, растения, фенольные соединения

В последние годы многие исследования в области физиологии и биохимии растений связаны с разнообразием и биологическим действием фенольных соединений – веществ вторичного метаболизма, образующихся в растениях [1].

Состав вторичных метаболитов растений напрямую зависит от места произрастания. Общеизвестно, что температурные и световые факторы влияют на длину вегетации и накопление действующих веществ в целом. Кроме этого, количество осадков, влажность и состояние почвы также оказывают влияние на метаболизм растений. В частности, Республика Саха (Якутия) обладает уникальными климатическими условиями. Согласно земельному кадастру на 01.01.2021 г., площадь Якутии равна 308.352 млн. га, из которых за лесным фондом закреплены 252.819 млн. га. Почти вся территория республики охвачена многолетней криолитозоной. В течение лета верхний слой почвы оттаивает лишь на глубину до 3.5 м. Климат резко континентальный, отличается продолжительным зимним и коротким летним периодами. Максимальная амплитуда средних температур самого холодного месяца, января, и самого теплого, июля, составляет 70–75 °С. Подобные условия произрастания приводят растения в состояние стресса, что в конечном счете позволяет активизировать биохимическую адаптацию организма, которая заключается в антиоксидантных свойствах фенольных соединений. Кроме того, растения с высоким содержанием фенольных соединений имеют практическое применение в качестве лекарственного сырья.

В данной работе представлены результаты количественного анализа фенольных соединений спиртовых экстрактов некоторых растений, произрастающих на территории Республики Саха (Якутия). Сбор, сушка и хранение растительного сырья осуществлялись

согласно требованиям, описанным в Государственной Фармакопее XIII [2]. Общее содержание фенольных соединений в растительном сырье устанавливали по продуктам их окисления с реагентом Фолина-Чокальтеу [3].

Pinus pumila (Pall.) Regel. Образцы хвои *P. pumila* собраны в Оймяконском районе. Район имеет достаточно сложный тип климата. На климат влияет географическая широта, большая удалённость от океана (резко континентальный климат), нахождение на высоте 741 метра над уровнем моря (влияет высотная поясность). Высота над уровнем моря понижает температуру на четыре градуса по сравнению с той, которая наблюдалась бы при нахождении на уровне моря и ускоряет ночное выхолаживание воздуха. Зимой стекается холодный воздух, так как район находится в котловине. Зимой на территории Томторского наслега температура понижается до -55°C , а летом повышается до $+35^{\circ}\text{C}$, т.е. годовая амплитуда достигает почти 90 градусов. Содержание фенольных соединений в спиртовом экстракте хвои *P. pumila* в зависимости от ценопопуляций колеблется в пределах от 249.5 ± 0.30 мг/г до 339.3 ± 0.40 мг/г. При этом наибольшее содержание фенольных соединений в хвое *P. pumila* приходится на образцы из ольховниково-багульниковой ассоциации.

Pyrola incarnata (DC.) Freyn, *Pyrola rotundifolia* L. Образцы *P. incarnata* и *P. rotundifolia* были собраны в Центральной Якутии. В результате количественного анализа фенольных соединений было установлено, что в водных извлечениях *P. incarnata* содержится 385.94 ± 0.44 мг/г, в *P. rotundifolia* – 337.52 ± 0.39 мг/г. В спиртовых извлечениях *P. incarnata* содержится 161.23 ± 0.95 мг/г и в *P. rotundifolia* – 171.86 ± 0.38 мг/г соответственно. В водных извлечениях *Pyrola* количество фенольных соединений превышает спиртовые примерно в 2–2.3 раза. Данные позволяют предположить, что фенольные соединения *Pyrola* лучше всего извлекаются с помощью воды.

Juniperus communis L. образцы хвои *J. communis* были собраны в Хангаласском, Алданском, Сунтарском, Верхоянском районах Республики Саха (Якутии). Общее содержание фенольных соединений в 70% этаноловом экстракте хвои *J. communis*, собранного в Хангаласском районе – 263.5 ± 0.35 мг/г, в Алданском районе – 307.3 ± 0.52 мг/г, в Сунтарском районе – 314.2 ± 0.37 мг/г, в Верхоянском районе – 357.1 ± 0.73 мг/г. Согласно результатам анализа, наибольшее количество фенольных соединений содержится

в хвое *J. communis*, произрастающего в Верхоянском районе. Образец хвои *J. communis* из Хангаласского района характеризуется наименьшим количеством фенольных соединений, так как представляет собой интродуцированный вид в данном районе.

Установлено количественное содержание фенольных соединений спиртовых экстрактов с использованием реагента Фолина-Чокальтеу четырех видов растений, произрастающих в Якутии. Так, в хвое *Pinus pumila* в зависимости от ценопопуляций содержание фенольных соединений достигает до 339.3 ± 0.40 мг/г. В спиртовых извлечениях *Pyrola incarnata* содержится 161.23 ± 0.95 мг/г и в *P. rotundifolia* – 171.86 ± 0.38 мг/г соответственно. В водных извлечениях у обоих представителей *Pyrola* количество фенольных соединений превышает в 2–2.3 раза, чем в спиртовых экстрактах данных растений. Согласно результатам анализа, наибольшее количество фенольных соединений в спиртовом извлечении содержится в хвое *Juniperus communis*, произрастающей в Верхоянском районе.

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России (FSRG-2023-0027).

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамчук А. В. Дикорастущие травянистые растения / А. В. Абрамчук, В. Р. Лаптев. – Екатеринбург, 2012. – 72 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. XIII изд. – Москва, 2015. – 1470 с.
3. Singleton V. L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent / V. L. Singleton, R. Orthofer, R. M. Lamuela-Raventys // Methods in enzymology. Academic press. – 1999. – V. 299. – P. 152–178.

ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN YAKUTIA PLANTS

N. N. Ivanova, N. K. Chirikova

*M. K. Ammosov North-Eastern Federal University,
Yakutsk*

The quantitative content of phenolic compounds of alcohol extracts using the Folin-Chokalteu reagent of four plant species growing in Yakutia. In *Pinus pumila* conifers, depending on the cenopopulations, the content of phenolic compounds reaches up to 339.3 ± 0.40 mg/g. Alcohol extracts of *Pyrola incarnata* contain 161.23 ± 0.95 mg/g and *P. rotundifolia* – 171.86 ± 0.38 mg/g, respectively. In the aqueous extracts of both representatives of *Pyrola*, the amount of phenolic compounds exceeds alcohol compounds by about 2–2.3 times. According to the results of the analysis, the largest amount of phenolic compounds in alcohol extraction is contained in the coniferous *Juniperus communis* growing in the Verkhoyansky district (357.1 ± 0.73 mg/g).

Keywords: Yakutia, cryolithozone, plants, phenolic compounds

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СУБАРКТИКИ КОЛЬСКОГО ПОЛУСТРОВА И В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА

М. Н. Катаева, А. И. Беляева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

e-mail: marikat2021@yandex.ru

Ключевые слова: *Bryoria fuscescens*, Кольский полуостров, северная тайга, микроэлементы

В настоящее время возрастает интерес к изучению экологических проблем, вызванных промышленным загрязнением, на состояние лесов. Кольский полуостров – регион с развитой металлургической промышленностью и атмосферным загрязнением. Эпифитные лишайники обладают способностью к аккумуляции тяжелых металлов, и используются как индикаторы атмосферного загрязнения. Современных данных определения концентраций тяжелых металлов в лишайниках на Кольском полуострове мало, в особенности в старовозрастных лесных сообществах. Цель работы – выявить накопление тяжелых металлов в эпифитном лишайнике *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. (сем. Parmeliaceae) в старовозрастном сообществе северной тайги, показать особенности состава на разных форофитах, провести сравнение с соседним регионом северо-запада европейской части. Образцы *Bryoria fuscescens* собраны в 2013 г. в фоновом районе. Лесное сообщество – березово-еловый кустарничково-зеленомошный лес, возраст 376 лет, в бассейне среднего течения р. Лива. Средний возраст ели сибирской в сообществе – 208 лет, березы пушистой 145 лет, средний диаметр стволов на h 1.3 м – 20.9 см и 9.8 см соответственно, древостой 72Е23Б5С. Образцы лишайников собраны с деревьев ели сибирской с диаметром стволов 1.3 м – 4–38 см, березы 10–27 см. Лишайники собраны в бумажные пакеты на высоте 1.3 м. Собирали пробы субстратов с деревьев ели (8) и березы (9 шт.). Анализировали пробы лишайников с отдельных деревьев ели и берез (8 и 9 шт.). Длина таллома 8–10 см. Корку стволов ели, образующую пластины, собирали с 10 деревьев (внешний слой 1–3

мм). Анализировали полностью очищенные от коры средние пробы древесины ветвей ели (диаметр живых ветвей 6–11 мм и сухих 2–3 мм) и коры. Концентрации в лишайниках сопоставляли с результатами среднетаежных сообществ в южной части Ладожско-Онежского перешейка. Вид *Bryoria fuscescens* собран в ельнике кустарничково-зеленомошном на ели европейской, березе повислой в 2018 г. На можжевельнике на берегу Ладожского озера вид собран 23.07.2018 г. Длина 8–14 см, на стволе можжевельника 15 см. Образцы высушивали в термостате. Концентрации Ni, Cu, Cd, Pb, Mn, Fe, Zn в образцах лишайников и субстратов определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре Квант-АФА после сухого озоления (450 °С) и растворения проб в 2N HCl.

В результате анализа *Bryoria fuscescens* более высокие концентрации химических элементов, компонентов техногенных выбросов, обнаружены на ветвях ели, по сравнению со средними концентрациями для вида на стволах березы пушистой (табл. 1). Концентрации Ni в лишайнике на ветвях ели выше в 1.2–1.4 раза, Cu в 1.07–1.14 раза, чем на березе.

Таблица 1

Средние концентрации металлов в *Bryoria fuscescens*, Кольский полуостров, мг/кг сух. в-ва

Субстрат	Ni	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn
Ель, сухие ветви	3.82±0.52	4.21±0.81	84.5±8.5	224±61	1.33±0.12	0.08±0.01	42.7±2.9
Ель, живые ветви	3.12±0.49	3.88±0.78	73.6±6.6	208±29	1.83±0.21	0.14±0.09	43.1±5.5
Стволы березы	2.65±0.44	3.68±0.65	86.2±15	195±17	0.98±0.10	0.17±0.04	54.0±3.9

Длительное влияние промышленных выбросов металлургии создает отличающийся повышенный геохимический фон содержания тяжелых металлов в западной части территории Кольского полуострова. По сравнению со стволами ели, корка и внутренние слои коры ветвей ели в старовозрастном березово-еловом сообществе накапливают более высокие концентрации Ni, Cu, Pb, Cd, что характеризует поступление загрязненных осадков, и осаждение частиц атмосферной пыли на субгоризонтальные

поверхности ветвей (табл. 2). Состав лишайника на ветвях ели согласуется с его субстратами. На ветвях ели в талломах *B. fuscescens* более высокие концентрации Ni, Cu, Pb, по сравнению со стволами березы пушистой.

Таблица 2
Средние концентрации металлов в субстратах, Кольский полуостров, р. Лива, мг/кг сух. в-ва

Субстрат	Ni	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn
Стволы ели корка	1.33±0.08	4.73±0.23	56.0±5.0	261±22	1.48±0.12	0.07±0.02	109±0.66
Стволы березы, корка	1.29±0.35	4.81±0.74	40.7±13	147±27	1.26±0.35	0.06±0.00	27.9±3.1
Древесина, ветви кроны ели сибирской							
Живые ветви ели	0.17±0.01	1.45±0.07	2.36±0.2	156±11	0.15±0.03	0.03±0.01	54.1±5.2
Сухие ветви ели	0.80±0.07	1.48±0.07	5.87±1.1	73.5±19	0.42±0.18	0.02±0.01	22.7±6.6
Кора, ветви кроны ели сибирской							
Корка и внутренняя часть коры, живые	10.2±4.2	11.9±3.2	370±142	152±46	4.26±1.4	0.101±0.02	43.3±8.9
Корка сухие ветви	9.3±1.4	12.1±0.05	245±53	218±19	4.97±1.7	0.124±0.01	79.6±22

Тяжелые металлы поступают в фитоценозы с промышленными выбросами при осаждении аэрозолей, пыли, в виде растворенных соединений со снеговыми и дождевыми осадками. Строение кроны березы способствует собиранию осадков и их стоку по стволам. Осадки частично стекают по стволам, где образуется более концентрированный и интенсивный сток. Часть проходит сквозь ветви и листья. Крона хвойных, в частности, крона ели и можжевельника, способствует задерживанию осадков, что влияет на накопление элементов в лишайнике. Кроны хвойных пород перехватывают больше осадков, что показывают эксперименты по задерживанию осадков хвойными и лиственными породами [1] и др.

По сравнению с елью, содержание Zn в *Bryoria fuscescens* выше на стволах березы до 1.26 раз. В фоновых условиях береза

пушистая накапливает Zn в листьях [2], что соответствует составу лишайников на березе и связано с вымыванием Zn осадками из листьев. Сток осадков по стволам березы способствует обогащению микроэлементного состава лишайников. На стволах березы в *Hypogymnia physodes* также накапливается Zn. В лишайнике *B. fuscescens* на стволах березы также в два раза выше Cd (0.17 мг/кг), что связано с интенсивным стоком осадков по стволам березы.

В корке ветвей и внутренней части коры ветвей ели сибирской, на которых собраны лишайники, выше концентрации тяжелых металлов – Ni, Cu, Pb, Cd, чем в древесине ветвей с крайне низкими содержаниями этих элементов (табл. 2). В древесине живых ветвей ели выше Mn и Zn, по сравнению с сухими ветвями.

Содержание металлов-компонентов выбросов в побегах ветвей ели сибирской (краевые сухие ветви с коркой) на Кольском полуострове выше, чем в побеге ели европейской в средней тайге. В засохших побегах ветвей ели сибирской накопление Ni – 7.0, Cu – 9.4 мг/кг, в 1–2 летнем побеге ели европейской Ni – 1.35, Cu – 5.9 мг/кг.

При сравнении состава лишайника в разных лесных сообществах следует учитывать возраст таллома. В лишайнике ельника средней тайги, по сравнению с Кольским полуостровом, концентрации тяжелых металлов, компонентов выбросов, на сухих ветвях ели ниже, не более 1–2 мг/кг (табл. 3). Различия по Ni – 5.78 раз, Cu до 2.2 раза.

Таблица 3

Концентрации микроэлементов в талломах *Bryoria fuscescens* в средней тайге, мг/кг

Субстрат	Ni	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn
Ельник кустарничково-зеленомошный							
Сухие ветви, ель	0.66±0.2	1.9±0.08	94.4±18	304±48	1.5±0.1	0.10±0.01	28.1±5
Ствол березы	0.50±0.02	1.8±0.3	79.5±8	677±50	1.9±0.5	0.21±0.02	61.4±3
Сообщества кустарничкового и древовидного можжевельника, берег Ладоги							
Можжевельник, ветви кроны	0.85±0.1	2.1±0.1	128±10	38.7±4	2.6±0.2	0.14±0.01	19.3±2

Содержание Pb в кустистом лишайнике *B.fuscescens* в условиях двух подзон на ели варьирует слабо, от 1.5 до 1.8 мг/кг. В среднетаежном ельнике концентрация Zn в лишайнике на стволах березы выше – в 2.2 раза, как и Cd, но более резко различается содержание Mn на стволах березы и на ели, в связи с поступлением осадков. В лесных сообществах средней тайги, в местообитаниях в редких ландшафтных условиях берега Ладожского озера отмечается высокое видовое разнообразие эпифитных лишайников [3]. Кроны сообществ можжевельника на берегу Ладоги формируют особый микроклимат. На них действует особый ветровой режим и поступление осадков. В этих сообществах можжевельника и в ельнике не выявлено значительного загрязнения лишайников, но есть различия по Fe, Pb, Cd, и Mn.

С кроновыми осадками Zn и Mn, а также Cd, вымываются из листьев кроны и с поверхности корки побегов березы, что характеризует состав лишайника на березе. Выявлена биоаккумуляция тяжелых металлов в кустистом эпифитном лишайнике *Bryoria fuscescens* под влиянием крон березы и ели сибирской в северной тайге. Береза пушистая как вид форофит может применяться для оценки концентраций металлов в лишайнике, кроме Zn. Определены низкие концентрации металлов, соответствующие фоновым значениям. В северной тайге Кольского полуострова в *B. fuscescens* концентрации выше, на стволе березы Ni в 5.3 раза, Cu в два раза, чем в средней тайге, что связано с длительными выбросами металлургического производства в атмосферу.

Работа выполнена по плановой теме НИР 2021–2023 гг. № 121032500047-1 «Растительность европейской части России и северной Азии: разнообразие, динамика и принципы организации».

ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко, Д. Е. Экспериментальные данные по проникновению экстремальных ливневых осадков под полог хвойных и лиственных лесов / Д. Е. Клименко, А. Л. Остахова // Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития : труды II Всероссийской конференции, 19–20 декабря 2018 г., Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 351–354.
2. Сухарева, Т. А. Особенности накопления химических элементов древесными растениями северотаежных лесов на фоновых и техногенно нарушенных территориях / Т. А. Сухарева // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2017. – № 14. – С. 438–441.

3. Лишайники можжевельников сообществ мыса Шурыгский (Ленинградская область) / Степанчикова, И. С. [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2015. – Вып. 2. – С. 121–126.

**CONTENT OF HEAVY METAL IN EPIPHYTIC
LICHENS IN NORTHERN TAIGA CONIFEROUS
FORESTS IN THE SUBARCTIC IN THE KOLA
PENINSULA AND IN THE MIDDLE TAIGA FORESTS
OF THE NORTHWEST**

M. N. Kataeva, A. I. Belyaeva

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of
Sciences, Saint-Petersburg*

The metal concentration (Fe, Mn, Zn, Ni Cu, Pb, and Cd) in the lichen thalli *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. growing in a shrub-green-moss Spruce forest on the branches of Siberian Spruce (*Picea obovata* Ledeb.) and trunks of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) in the northern taiga has been studied. The bark of phorophyte trunks and branches in lichen habitats were studied. A higher content of metals Ni and Cu has been revealed in the thalli of lichens in the northern taiga as compared to the middle taiga subzone on *Picea abies* L., *Betula pendula* Roth. and common juniper (*Juniperus communis* L.).

Keywords: Bryoria fuscescens, Kola Peninsula, northern taiga, middle taiga, microelements

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ОЗ. ХОЛМОВСКОГО ПРИМОРСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Климовский, О. Ю. Морева, В. М. Быков

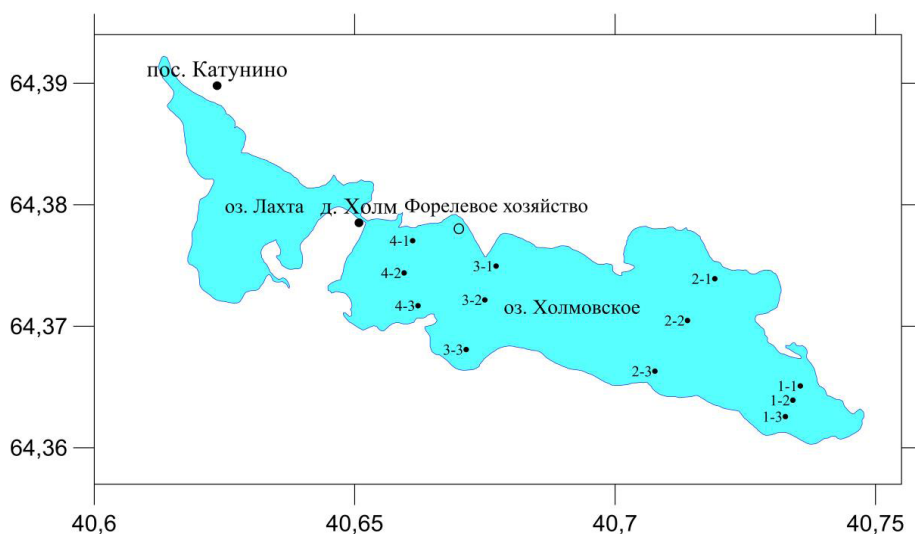
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук,
г. Архангельск

e-mail: klimovskiy.nikolay@yandex.ru

Ключевые слова: озеро Холмовское, биогенные элементы, растворенный кислород, минерализация, трофический статус

Озеро Холмовское находится в Приморском районе Архангельской области в 18 км от г. Архангельска (см. рисунок). Площадь озера составляет 5 км². Общая площадь водосбора – 26 км². Значительных водотоков в озеро не впадает, за исключением небольшого ручья без названия на востоке, имеющего значимость только весной и в дождливые годы. Озеро питается подземными родниками. Сток водных масс в озере направлен с востока на запад. Водоем на западе соединяется узкой протокой с озером Лахта, в которое впадают реки Илес и Черная, а вытекает река Лесная, которая впадает в р. Северную Двину.

В настоящее время оз. Холмовское используется в качестве источника питьевого водоснабжения и для хозяйственно-бытовых нужд. Для этих целей из озера изымается 1.95 млн. м³ воды в год. Последствия антропогенной нагрузки выражаются в обмелении озера, зарастании макрофитами, ежегодном цветении сине-зеленых водорослей, что ведет к заиливанию дна и засорению подземных источников, питающих озеро и, как итог, к снижению водообмена. Антропогенное воздействие на водоем, прежде всего, связано с хозяйственной деятельностью человека. На западном берегу озера расположена деревня Холм и дачные участки, опоясанные искусственно вырытой канавой, куда попадают все хозяйственные стоки. Кроме того, в настоящее время, на гидрохимический режим водоема оказывает особое влияние форелевое хозяйство. Садковый модуль, установленный в северной части озера, увеличивает приток биогенных элементов в оз. Холмовское. В настоящее время изменился гидрологический режим озера, т.к. водоем долгое время был зарегулирован плотиной, служившей для накопления воды.



Карта-схема оз. Холмовское со станциями отбора проб.

В летний период 2022 г. отбор проб воды осуществлялся на 4 разрезах с поверхностного горизонта (см. рисунок). При выполнении съемки измерялись температура, электропроводность, концентрация растворенного кислорода, водородный показатель. В отобранных пробах оценивалось содержание биогенных элементов. Пробы воды согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 [1] отбирались с поверхностного горизонта пластиковым батометром Нискина. Химические анализы были проведены в соответствии с общепринятым в гидрохимической практике Руководством [2]. Растворенный в воде кислород измерялся с помощью оксиметра МАРК MW-600, активная реакция среды pH и минерализация воды определялись pH-метра «ЭКСПЕРТ-pH» и кондуктометра МАРК-603. Фосфатный (минеральный) фосфор, нитритный, аммонийный азот и кремний определяли фотометрическим методом согласно Руководству [2]. Нитратный азот определялся фотометрический методом с салициловой кислотой с образованием желтого комплексного соединения по ПНДФ 14.1:2:4.4-95 [3].

Электропроводность воды является хорошим показателем для оценки как пространственных, так сезонных изменений, происходящих в водных объектах. Электропроводность воды исследуемого объекта отражает ее минерализацию, которая

изменялась незначительно от 220 до 229 Мсм/см (см. таблицу). По имеющим данным, согласно классификации П.А. Лозовика [4] по величине минерализации воды озера относятся к мезополигумусным. Сумма ионов в различных участках водоема не превышает 131 мг/л. По принципу доминирующих компонентов воды относятся к гидрокарбонатным.

Содержание растворенного кислорода в исследуемом районе изменялось от 7.5–9.6 мг/л. Количество растворенного в воде кислорода является одним из главных гидрологических показателей и показателем санитарного состояния водного объекта. В соответствии с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения содержание растворенного кислорода не должно быть менее 6.0 мг/л – данный норматив соблюдался во всех исследуемых пробах (см. таблицу).

Концентрация нитритов в пробах изменялась незначительно от 0.65 до 1.90 мкгN/л при среднем значении 1.10 мкгN/л. Нитриты являются промежуточным продуктом окисления аммиака или восстановления до нитратов. Их концентрации в пресных водах практически минимальны, однако повышенное содержание в водной среде обычно указывает на ее загрязнение [5]. Согласно существующим нормативам [6], критический уровень, равный 20 мкгN/л, не был превышен ни в одной из проанализированных проб (см. таблицу).

Таблица
Гидрохимические показатели оз. Холмовского в летний период 2022 г.

Показатель	Среднее (минимум- максимум)	Стандартное отклонение	Медиана
Электропроводность Мсм/см	223 (220-229)	2.64	224
Растворенный кислород, мг/л	8.7 (7.5-9.6)	0.63	8.7
Нитраты, мкгN/л	85.4 (74.8-99.3)	6.48	86.3
Нитриты, мкгN/л	1.10 (0.65-1.90)	0.42	1.10
Фосфаты, мкгP/л	4.7 (2.1-8.0)	1.8	4.4
Азот аммонийный, мкгN/л	42.5 (29.5-80.8)	14.1	41.9
Фосфор общий, мкгP/л	19.7(16.7-24.1)	2.00	19.2
Азот общий, мкгN/л	347 (221-515)	88.3	351
Кремний, мкг/л	100 (46-154)	40	109

Содержание нитратов в исследуемом участке изменялось в пределах от 74.8 до 99.3 мкгN/л. Летом, благодаря потреблению нитратов растениями, их содержание в водных объектах не превышает сотых долей мг/л. Предельное значение содержания нитратов не должно превышать 40000 мкг/л, согласно нормативам [6], предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения. По полученным нами результатам, концентрация нитратов в водах оз. Холмовского находится значительно ниже указанного выше норматива. Нитритный ион является промежуточным продуктом микробиального окисления аммиака или восстановления до нитратных ионов. В водах нитриты переходят в нитраты, и их наличие в воде обычно, минимально. В то же время, повышенные дозы нитритов в воде указывают на ее загрязнение [5].

По полученным нами результатам, содержание в воде аммонийного азота, на исследованных участках значительно ниже установленной ПДК. Диапазон содержания аммонийного азота составлял 29.5–80.8 мкгN/л (см. таблицу). Присутствие ионов аммония в природных водах связано с бактериальным разложением белковых веществ, а также биохимическим разложением азотсодержащих органических соединений (аминокислот, мочевины и пр.). В соответствии с нормативами [6] ПДК вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения, содержание аммонийного азота в водах не должно превышать 500 мкг/л (см. таблицу).

В данный период исследования средняя концентрация фосфатов составила 4.7 мкгP/л (см. таблицу). Фосфор является одним из важнейших биогенных элементов, но высокая концентрация его солей может ограничивать развитие жизни в водоеме. Повышение содержания фосфатов до нескольких мг/л указывает, как правило, на загрязнение данного водоема. Повышенные концентрации фосфора приводят к эвтрофированию водоема, и действуют неблагоприятно на рыб и даже могут вызывать отравление [5]. Согласно нормативам [6] ПДК загрязняющих веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения содержание фосфатов не должно превышать 50 мкг/л – данный норматив в исследуемом нами районе также не превышен.

Содержание кремния на исследуемом участке изменялось в широком диапазоне от 46 до 154 мкг/л (см. таблицу). Кремнекислые соли, так же, как и соли других биогенных элементов, являются

питательными солями для водных организмов. После их отмирания часть кремния минерализуется и вновь усваивается организмами [7].

Средняя концентрация общего азота в природных водах колеблется в значительных пределах и зависит от трофности водного объекта: для олиготрофных изменяется обычно в пределах 300–700 мкг/л, для мезотрофных – 700–1300 мкг/л, для эвтрофных – 800–2000 мкг/л. Концентрация общего растворенного фосфора (минерального и органического) в незагрязненных природных водах изменяется от 50 до 200 мкг/л [8]. Содержание общего азота и общего фосфора в озере составляет в среднем 347 мкгN/л и 19.7 мкгP/л соответственно. По содержанию общего азота озеро можно отнести к олиготрофному.

Для характеристики трофических условий очень важным показателем является отношение содержания общего азота к содержанию общего фосфора (N/P). В оз. Холмовское (N/P) составляет в среднем 17 и классифицируется как умеренный показатель [9]. Наиболее оптимальные условия по величине N/P для развития фитопланктона, по данным разных авторов, изменяется в широких пределах. В своей работе Н. Hillebrand и U. Sommer указывают на наиболее оптимальные для фитопланктона величины N/P – 13–22 [10]. Считается, что при соотношении N/P менее 10 наблюдается дефицит азота, а более 17 – фосфора [11]. Соотношение N/P (17) в водах оз. Холмовское свидетельствует об отсутствии лимитирования развития фитопланктона в водоеме обоими элементами.

В целом, проведение комплексного мониторинга среды обитания экосистемы оз. Холмовского позволило выявить основные характеристики ее современного состояния. Установлено, что концентрации солей фосфора и азота за весь период наблюдений не превысили предельно допустимых значений для рыбохозяйственных водоемов. Концентрации растворенного кислорода в водах оз. Холмовского не превышала ПДК. Случаев снижения его величины ниже уровня ПДК (т.е. проявления заморных явлений) не было отмечено ни на одной точке мониторинга. Исследуемое озеро относится к олиготрофному типу.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
2. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана – Москва : ВНИРО, – 2003. – 202 с.
3. Методика ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. – Москва, 1995. – 25 л.
4. Лозовик, П. А. Оценка качества воды, степени загрязнения и трофического состояния водоемов по химическим показателям / П.А. Лозовик // Современное состояние водных объектов республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. – Петрозаводск, 1998. – С. 20–23.
5. Привезенцев, Ю. А. Гидрохимия пресных водоемов / Ю. А. Привезенцев. – Москва: Пищевая промышленность, 1973. – 120 с.
6. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 06.05.2020 г. № 238 «Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния» – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 27.03.2023).
7. Метелев, В. В. Водная токсикология / В. В. Метелев, А. И. Канаев, Н. Г. Дзасохова. – Москва : Колос, 1971. – 247 с.
8. Зенин, А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1988. – 240 с.
9. Китаев, С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С. П. Китаев. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.
10. Hillebrand, H. The nutrient stoichiometry of benthic microalgal growth: Redfield proportions are optimal / H. Hillebrand, U. Sommer // Limnol. and Oceanogr. – 1999. – Vol. 44 (2). – P. 440–446.
11. Smith, V. H. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: An empirical and theoretical analysis / V. H. Smith // Limnol. And Oceanogr. – 1982. – Vol. 27 (6). – P. 1101–1112.

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER OF LAKE. KHOLMOVSKY PRIMORSKY DISTRICT OF THE ARKHANGELSK REGION

N. V. Klimovskiy, O. Yu. Moreva, V. M. Bykov

*Federal State Budgetary Institution of Science Federal
Research Center for Comprehensive Study
of the Arctic. N. P. Laverov of the Ural branch
of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk*

The article presents the results of hydrochemical studies of Lake Kholmovskoye in the summer of 2022. Data on the content of dissolved oxygen and biogenic elements in water are given, and the mineralization of the environment is determined. As a result of the assessment of the ecological state of the lake waters by hydrochemical parameters, no anthropogenic impact was revealed. The trophic status of the lake is characterized as oligotrophic.

Keywords: Lake Kholmovskoe, biogenic elements, dissolved oxygen, mineralization, trophic status

ДИНАМИКА ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ И ФАКТОРЫ ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

С. К. Кочанов

Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар
e-mail: kochanov@ib.komisc.ru

Ключевые слова: птицы, изменения видового разнообразия, влияние природных и антропогенных факторов, Европейский северо-восток

Достаточно много исследований посвящены изменениям фауны и населения птиц под воздействием климатических изменений [1, 2, 3]. В то же время эти работы указывают на то, что изменение климата вряд ли является единственным фактором, определяющим изменение ареалов и плотности видов – различные формы хозяйственной деятельности также влияют на изменения указанных параметров в сообществах птиц [4].

Для оценки динамики фауны и населения птиц в анализ привлечены литературные данные (с 1875 г.) и современные авторские данные по численности, территориальному распределению и ареалам обитания в 32 ключевых территориях материковой части европейского северо-востока России с 1979 г. За анализируемое время здесь отмечено пребывание 274 вида птиц из 17 современных отрядов. На начальном этапе исследований (с 1875 по 1930 гг. отмечен 201 вид (14 отрядов), а в последующем (с 1946 по нынешнее время) – 271 (17 отрядов). Стали встречаться, в том числе и на гнездовании, представители отрядов: Аистообразные, Ракшеобразные, Удодообразные. Увеличилось представительство отрядов Поганкообразные (с 1 до 5), Гусеобразные (с 25 до 34), Соколообразные (с 17 до 20), Журавлеобразные (с 3 до 6), Ржанкообразные (с 37 до 49), Голубеобразные (с 3 до 5), Совеобразные (с 8 до 10), Дятлообразные (с 5 до 7), Воробьинообразные (с 89 до 110) и др. Только три вида – серая куропатка, белокрылый жаворонок и сибирский конек не встречаются в настоящее время в исследуемом регионе, почти исчезла обыкновенная горлица.

Анализ метеорологических данных показывает, что современное потепление климата четко выражено в арктических и особенно

субарктических широтах [5]. На европейском севере и на северо-востоке потепление климата не выражено (до 0.5–0.7 °С). Эти регионы характеризуются наименьшими тенденциями современного повышения температуры воздуха – 0.06–0.08 °С/год. При анализе данных об изменении температуры за год (1888–1940 и 1941–1993) можно выделить два периода повышения и понижения температуры воздуха, причем, начиная с третьей декады мая и до конца ноября, наблюдается снижение температуры воздуха [6] – накопленные перепады температуры на 79 °С. Этот временной интервал охватывает весь вегетационный период; температура воздуха имеет тенденцию к повышению зимой и ранней весной (накопленное повышение температуры составляет 86 °С) [6], а смещение летних температурных поясов (18 °С) к северу в пределах лесной полосы Русской равнины за период 1999–2003 гг. по сравнению с периодом до 1975 г. составило 700 км [7]. Потепление приводит к изменению сроков и интенсивности миграций, изменению ареалов, перераспределению мест гнездовых, что недостаточно изучено на Севере европейской части России. Известно, что повышение температуры окружающей среды у перелетных птиц связано с более ранним прилетом, что позволяет проводить более раннее размножение, и приводит к увеличению их численности. Таким образом, более 60 видов птиц достоверно изменили период своего весеннего прилета в среднем на 10–15 дней ранее [8]. Например, в 1951–1955 годах средней датой прибытия в Сыктывкар было 31 марта [9], в то время как в 2001–2020 годах это было 18 марта. По сравнению с 50–60 гг. XX века и начало XXI произошли явные сдвиги в ареалах обитания – в среднем 450 км на север и северо-восток продвинулись 70 видов птиц (лебедь-шипун, черный коршун, травник, черный дрозд и др.) При этом, отодвинулись на север и границы зимовок некоторых видов (серая ворона, грач, дубонос, зеленушка, рябинник, урбанизированные группировки кряквы и др.) более чем на 400 км. Увеличилась степень оседлости некоторых видов (часть популяций дубоноса, зеленушки, рябинника, урбанизированные группировки кряквы и др.), которые достаточно регулярно отмечаются на зимовке в окрестностях Сыктывкара. Немаловажное значение имеет и начало активного сельскохозяйственного освоения территории, который приходится на 17 век, а пик его развития приходится на 90-е годы XX столетия, когда посевы многолетних трав практиковались даже в тундрах (окрестности г. Воркута). В это время площадь посевных

культур составляла 100510 тыс. га. Развитие сельского хозяйства способствовали к продвижению на север некоторых видов птиц. Посевы пшеницы и ржи стали причиной появления в южных районах региона серой куропатки, которая после 60-х годов 20 века вновь исчезла связи с прекращением посевов этих культур. Вплоть до гг. Воркуты и Инты расселились вяхирь, чибис, полевой жаворонок, в южных районах стали обычными горлица, клинтух, иволга, бормотушка, и др. После 1990 г. происходит резкое снижение посевных площадей, и к настоящему времени (2005 г.) их общая площадь составляет 55200 тыс. га. Данный факт повлиял на численность и распространение многих видов, связанных с агроландшафтами. На модельном участке под Сыктывкарком за указанный период произошло значительное снижение численности голубей, и возросла численность куликов и чаек. Основной причиной снижения численности голубей является сокращение на 65% посевов горохово-овсянных смесей, используемых ими в питании, а повышения численности куликов и чаек связано с увеличением площадей не используемых земель, пригодных для гнездования.

Сплошные вырубки, возделывание монокультур на больших площадях резко снижают не только видовой состав птиц, но и общую биомассу и трансформируемую птицами энергию. В ходе вторичных сукцессий изменение количественных показателей населения подчиняется общей закономерности, установленной для таежной зоны европейского Севера – численность и видовой состав птиц возрастает от свежих вырубок через молодняки к вторичным смешанным лесам. Следует указать, что сформировавшиеся в районах интенсивной лесохозяйственной деятельности вторичные леса (Средняя Вычегда) по экологическому разнообразию населения птиц первичным лесам (Печоро-Ильчский государственный заповедник).

При урбанизации в сообществах птиц прослеживается ярко выраженная тенденция к увеличению численности, биомассы и трансформированной энергии, но при этом резко уменьшается видовое разнообразие птиц. В свою очередь, наличие умеренно нарушенных мозаичных местообитаний может привлекать целый ряд групп птиц и повышать общее разнообразие региональной фауны, что характерно для пригородных зон региона. Увеличение мозаичности и создание новых нетипичных для таежной зоны местообитаний способствовало продвижению на север представителей смешанных и лиственных лесов.

По результатам современных данных по численности и распределению птиц в различных местообитаниях и сопоставляя сведения предыдущих исследований, было установлено, что около 40% птиц уменьшают численность при увеличении антропогенной нагрузки. Среди этой группы птиц 70% видового состава неворобьиные, 43% оседлые и 46% сибирские виды. С другой стороны, около 30% видового состава положительно реагируют на антропогенные изменения и увеличиваются по численности. Среди этих птиц 75% воробьиных, 30% оседлых и только 4% составляют сибирские виды.

Наряду с изменениями в фауне и населении птиц, связанных с климатическими и антропогенными факторами, существует природная динамика численности и ареалов птиц, связанная с внутрипопуляционными механизмами [10]. Процесс расширения ареала один из способов существования вида. В эволюции каждого вида наблюдаются периоды подъема численности и расширение ареала, чередующихся со спадом и сокращением таковых. Наиболее яркими примерами, по нашему мнению, являются виды, расселяющиеся с востока, где, с одной стороны, климатические изменения наиболее ощутимы, а с другой, антропогенное воздействие меньше чем на западе. Такими видами можно назвать дубровника, сибирскую завирушку, синехвостку, полярную овсянку и азиатского бекаса. Первый вид за прошлое столетие достиг практически Фенноскандии, а остальные виды от крайнего Северо-Востока региона до дельты р. Печора и далее.

Таким образом, основные изменения в фауне, населении и ареалов птиц в регионе связаны как с изменениями климата и хозяйственной деятельности, так и естественной динамикой ареалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Experimental whole-stream warming alters community size structure / D. Nelson [et al] // *Global change biology*. – 2016. – Vol. 23, iss. 7. – P. 2618–2628.
2. Hanzelka, J. Spatial gradients in country – level population trends of European birds / J. Hanzelka, P. Horká, J. Reif // *Biodiversity research*. – 2019. – Vol. 25, N 10. – P. 1509–1511.
3. Koleček, J. Shifts in migration phenology under climate change: temperature vs. abundance effects in birds / J. Koleček, P. Adamčík, J. Reif // *Climatic Change*. – 2020. – Vol. 159. – P. 177–194.

4. Lehikoinen, E. Changes in migration / E. Lehikoinen, T. Sparks // Effects of climate change on birds. – Oxford : Oxford University Press, 2010. – Vol. 1. – P. 89–112.

5. Павлов, А. В. Оценка современных изменений температуры воздуха на территории криолитозоны России / А. В. Павлов, Г. В. Ананьева // Криосфера Земли. – 2004. – № 2. – С. 3–9.

6. Братцев, А. А. Анализ климатических изменений на территории европейского северо-востока России. Информационная база / А. А. Братцев // Моделирование пространственной динамики растительного покрова на территории европейского северо-востока России в зависимости от климатических характеристик за период инструментальных наблюдений. Итоговый отчет по теме исследования за 2009–2011 годы (код 0120.0 853982). – Сыктывкар, 2011. – С. 60.

7. Болотов, И. Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биома в области Плейстоценовых материковых оледенений: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / И. Н. Болотов. – Сыктывкар, 2006. – 44 с.

8. Бобрецов А. В. Влияние изменения климата на фенологию растений и животных юго-восточной части республики Коми (Печоро-Илычский биосферный заповедник) / А. В. Бобрецов, Т. К. Тертица, В. П. Теплова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2017. – Т. 28, № 4. – С. 77–97.

9. Природа Сыктывкара и окрестностей / Л. Н. Соловкина [и др.] – Сыктывкар : Коми книжное издательство, 1972. – 160 с.

10. Mayr, E. Animal Species and Evolution / E. Mayr. – Cambridge : Belknap Press of Harvard University Press, 1963. – 797 p.

OF FAUNA AND BIRD POPULATION IN THE EUROPEAN ORTHEAST OF KUSSIA AND THEIR DETERMINING FACTORS

S. K. Kochanov

*Institute of Biology of Komi Science Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktывkar*

The main changes in the fauna and population of birds are considered, which are associated with both climatic conditions and anthropogenic impact, as well as with

the natural dynamics of territories. The climatic warming leads to a change of the migration periods and to an increase of the sedentary level for some species. Agricultural development, intensive forestry, growing urbanization and related landscape changes have fostered species shift to the north, though southern and western regions used to be their usual habitats. Simplification of ecological structure occurs at the extreme stages of anthropogenic landscape transformation (urbanization, deforestation at the young succession stages, farming). The decrease of native taiga habitat and the increase of the recreation impact reduce the quantity of birds ecologically connected with secondary forest (grouses, raptors, waterfowl, tits, crossbills and others). Only three species (Grey Partridge, White-winged Lark and Pechora Pipit) no longer exist in the research area.

Keywords: birds, changes in species diversity, influence of natural and anthropogenic factors, European North-East

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ БАТАГАЙСКОГО ПРОВАЛА

М. И. Ксенофонтова

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
им. проф. Д. Д. Саввинова СВФУ им. М. К. Аммосова, г. Якутск
e-mail: ksemaria@mail.ru

Ключевые слова: Батагайский провал, ручьи, река Батагай, гидрохимия, микроэлементы

Батагайский провал ($67^{\circ}34'49.8''$ с.ш., $134^{\circ}46'19.3''$ в.д.) расположен в 10 км к юго-востоку от п. Батагай Верхоянского района (рис. 1). Данный провал является одним из известных и крупных форм термокарстового рельефа на Северном полушарии и располагается на северо-восточном склоне холма примерно в 1.5 км вниз по склону седловины между горами Киргиллях и Хатынгнах. Высота на возвышенной стороне участка составляет примерно 290 м над. ур. м. Склон холма имеет уклон примерно 3° и спускается в пойму р. Батагай, правобережного притока р. Яна. Несколько оврагов пересекают склон холма, один из которых превратился в мегапровал «Батагайка». Мегаоползень занимает площадь более 81 га, имеет ширину до 800 м и глубину до 86 м.

Причиной образования Батагайской котловины считается природно-климатический фактор, также антропогенный, так как на склонах Киргиллях-Хатынгнахской седловины в 40–50 гг. XX века шла активная вырубка леса и вывоз лесоматериалов в близлежащие населенные пункты и объекты «Дальстроя». Экзогенные и техногенные процессы способствовали образованию различных форм депрессий из-за слабой устойчивости почвенно-растительного покрова склоновых ландшафтов Янского плоскогорья [2, 3].

Таким образом, Батагайский провал является одним из уникальных объектов, образованный в ходе природно-климатических и антропогенных факторов. Из Батагайского провала ручьями выносятся выработанные горные породы в виде взвеси в пойму р. Батагайку, трансформируя ее химический состав.

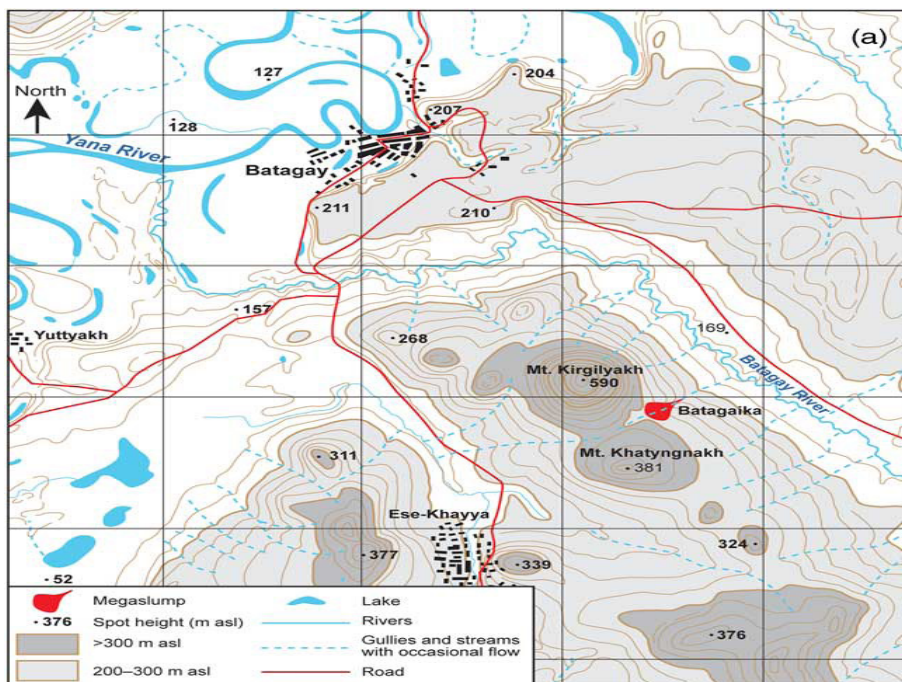


Рис. 1. Месторасположение Батагайского провала [1].

Материалом для данной работы являются результаты гидрохимических исследований, полученных в ходе выполнения Госзадания МОН РФ за 2020–2022 гг. в период открытой воды. Объектами исследования выступают безымянные ручьи из провала и р. Батагай (рис. 2).

Химико-аналитические исследования выполнены в аккредитованной лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ (аттестат аккредитации RA.RU.210B48) с использованием методов потенциометрии, капиллярного электрофореза, флуориметрии, гравиметрии и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Река Батагай – правый приток р. Яна и образуется при влиянии двух небольших ручьев, длиной 150–200 м, стекающих с массива

Ыннах-Хая. Рельеф бассейна в верховье реки характеризуется как хорошо выраженный горный, расчлененный с высокими массивами и кряжами, сложенными твердыми кристаллическими породами. Сложен бассейн р. Батагай сланцево-песчаниковыми гранитами.

Основные гидрохимические параметры р. Батагай и ручья безымянного на выходе с конуса выноса представлены в таблице.



а

б

Рис. 2. Исследованные водотоки Батагайского провала: ручей безымянный Батагайского провала (а); р. Батагай, ниже устья ручья безымянного (б).

Таблица

Гидрохимические параметры исследованных водотоков Батагайского провала

Показатель	р. Батагай, выше впадения безымянного ручья с конуса выноса	Ручей безымянный с конуса выноса Батагайского провала	р. Батагай, 1 км ниже устья безымянного ручья с конуса выноса	р. Батагай устьевая часть
Минерализация, мг/дм ³	<u>22.8-32.0*</u> 28.9	<u>1509.2-1929.1</u> 1651.8	<u>134.2-984.6</u> 507.1	<u>202.8-936.4</u> 450.4
Водородный показатель рН	<u>6.4-7.0</u> 6,5	<u>7.1-7.5</u> 7.3	<u>7.3-7.8</u> 7.5	<u>7.3-7.6</u> 7.4
Мутность, ЕМФ	<u><1.0-32.7</u> 11.6	<u>40-279.7</u> 122.3	<u>24.8-256</u> 150.2	<u>17.2-132.6</u> 64.8

Продолжение таблицы

Показатель	р. Батагай, выше впадения безымянного ручья с конуса выноса	Ручей безымянный с конуса выноса Батагайского провала	р. Батагай, 1 км ниже устья безымянного ручья с конуса выноса	р. Батагай устьевая часть
Цветность, град. цв.	<u>11.7-115.9</u>	<u>384-466.7</u>	<u>172.5-466.1</u>	<u>98.5-387.5</u>
	47.2	436.3	364.4	232.1
Взвешенные вещества, мг/дм ³	<u>5.0-301.3</u>	<2.5-17799	<u>50-2510</u>	<u>50-373.3</u>
	103.8	5950.5	1045.8	191.2
ХПК, мгО/дм ³	<u>5.2-15.2</u>	<u>42.3-566.5</u>	<u>53-198</u>	<u>67.9-104.0</u>
	8.6	220.6	104.2	87.1
Кальций, мг/дм ³	<u>3.2-4.6</u>	<u>153-186</u>	<u>22-91.8</u>	<u>29.5-104</u>
	4.1	164.7	53.4	55.5
Магний, мг/дм ³	<u>1.2-1.8</u>	<u>111.5-151.0</u>	<u>6.5-73</u>	<u>10.7-64.8</u>
	1.5	126.8	35.1	29.1
Натрий, мг/дм ³	<u>1.3-2.5</u>	<u>75.0-77.7</u>	<u>3.0-64.6</u>	<u>5.4-57.9</u>
	1.7	76.0	31.2	23.0
Калий, мг/дм ³	<0.5	<u>4.6-5.2</u>	<u>0.9-3.6</u>	<u>1.2-2.6</u>
		4.9	2.2	1.9
Гидрокарбонаты, мг/ дм ³	<u>10.4-17.3</u>	<u>887.2-1429.6</u>	<u>83.4-615.9</u>	<u>127.3-473.8</u>
	12.9	1121.7	302.9	245.8
Хлориды, мг/дм ³	<u><0.5-3.0</u>	<u><0.5-65.5</u>	<u>2.1-65.2</u>	2.9-56.3
	1.4	40.5	31.4	21.0
Сульфаты, мг/дм ³	<u>6.1-9.5</u>	<u>51-221</u>	<u>16.2-70.5</u>	<u>20.8-178.0</u>
	7.5	117.2	50.8	74.1
Фториды, мг/дм ³	<0.1	<u><0.1-0.51</u>	<u>0.17-0.47</u>	<u>0.25-0.5</u>
		0.36	0.36	0.4
Аммоний, мг/дм ³	<0.5	<u>4.4-8.4</u>	<u><0.5-6.1</u>	<u>0.53-2.5</u>
		6.1	2.9	1.3
Нитриты, мг/дм ³	<0.2	<0.2	<u><0.2-0.35</u>	<u><0.2-1.2</u>
			0.25	0.53
Нитраты,	<u>0.7-2.7</u>	<u><0.2-0.52</u>	<u>0.3-32.4</u>	<u><0.2-9.7</u>
	1.5	0.31	11.1	3.5
Стронций, мг/дм ³	<0.25	<u><0.25-1.3</u>	<u><0.25-0.52</u>	<u><0.25-0.7</u>
		0.73	0.34	0.4

Окончание таблицы

Показатель	р. Батагай, выше впадения безымянного ручья с конуса выноса	Ручей безымянный с конуса выноса Батагайского провала	р. Батагай, 1 км ниже устья безымянного ручья с конуса выноса	р. Батагай устьевая часть
Барий, мг/дм ³	<0.1	<u><0.1-7.3</u> 2.5	<u><0.1-2.1</u> 0.8	<u><0.1-1.3</u> 0.5
Алюминий, мг/дм ³	<u>0.061-1.39</u> 0.51	<u>0.064-6.12</u> 2.1	<u><0.02-6.43</u> 2.2	<u>0.075-2.3</u> 0.87
Железо, мг/дм ³	<u><0.05-0.76</u> 0.38	<u>2.27-15.0</u> 6.9	<u>0.19-1.45</u> 0.89	<u>0.17-1.77</u> 1.02
Молибден, мг/дм ³	<0.0010	<u><0.001-0.0028</u> 0.0016	<u><0.001-0.0022</u> 0.0015	<u><0.001-0.0015</u> 0.0012
Ванадий, мг/дм ³	<u><0.0010-0.0036</u> 0.0019	<u>0.0038-0.086</u> 0.032	<u><0.0010-0.0073</u> 0.0038	<u><0.001-0.027</u> 0.0097
Медь, мг/дм ³	<u>0.0012-0.0038</u> 0.0029	<u>0.0034-0.028</u> 0.013	<u>0.003-0.013</u> 0.0083	<u>0.0021-0.014</u> 0.0077
Мышьяк, мг/дм ³	<0.005	<u>0.0067-0.046</u> 0.029	<u><0.005-0.027</u> 0.018	<u><0.005-0.0089</u> 0.0063
Свинец, мг/дм ³	<u><0.002-0.0025</u> 0.0022	<u><0.002-0.0026</u> 0.0022	<u><0.002-0.0056</u> 0.0032	<u><0.002-0.0029</u> 0.0023
Марганец, мг/дм ³	<u><0.002-0.061</u> 0.025	<u>0.62-11</u> 4.4	<u>0.28-11</u> 4.1	<u>0.42-8.7</u> 3.2
Никель, мг/дм ³	<u><0.005-0.0067</u> 0.0056	<u>0.0075-0.045</u> 0.02	<u><0.005-0.015</u> 0.011	<u>0.0052-0.014</u> 0.0095
Кобальт, мг/дм ³	<0.0025	<u><0.0025-0.007</u> 0.004	<u><0.0025-0.0028</u> 0.0026	<u>0.0052-0.014</u> 0.0095
Хром, мг/дм ³	<0.0025	<u><0.0025-0.0083</u> 0.0044	<0.0025	<0.0025
Нефтепродукты, мг/дм ³	<u><0.005-0.016</u> 0.009	<u><0.005-0.075</u> 0.039	<u>0.019-0.04</u> 0.033	<u>0.017-0.064</u> 0.034

Примечание. *в числителе – минимальные и максимальные значения; в знаменателе – среднее содержание

В период исследования вода р. Батагай, два километра выше ручья из Батагайского провала характеризуется малой минерализацией (0.03 г/дм³) со слабокислой средой. В среднем концентрация взвешенных веществ в среднем составляет 103.8 мг/дм³, показатель мутности 11 ЕМФ, цветность воды составляет 47.2 град.

Ионный состав воды по классификации Алекина О. А. (1953) преимущественно сульфатно-гидрокарбонатно-магниево-кальциевый. Превышения нормативов ПДК_{р/х} в среднем отмечаются по алюминию до 1.3 раз, по железу до 3.8 раз, по меди до 2.9 раз, по ванадию до 1.9 раз, по марганцу до 2.5 раз.

Ручей безымянный с Батагайского провала на выходе с конуса выноса имеет высокую минерализацию до 1.6 г/дм³ с нейтральной средой. Химический состав воды по классификации Алекина О.А. (1953) преимущественно гидрокарбонатно-сульфатного класса группы кальция и магния. По усредненным данным концентрация взвешенных веществ составляет 5950 мг/дм³, показатель мутности достигает до 122.3 ЕМФ и цветность составляет 436.3 град., таким образом, вода с очень высокими содержаниями взвешенных веществ, сильно мутная и сильно окрашена. Превышения нормативов ПДК_{р/х} выявлены в среднем по ХПК до 15 раз, по магнию до 3.2 раз, по аммоний до 12.2 раз, по нитритам до 3.2 раз, по фторидам до 7.2 раз, по стронцию до 1.8 раз, по барью до 3.4 раз, по алюминию до 5.3 раз, по железу до 69 раз, по молибдену до 1.6 раз, по ванадию до 32 раз, по меди до 13 раз, по никелю до 2.0 раз, по марганцу до 440 раз.

Река Батагай, 1 км ниже устья ручья Безымянный из Батагайского провала в период исследования характеризуется повышенной минерализацией до 0.5 г/дм³ с нейтральной средой. Ионный состав воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-магниево-кальциевого состава. В среднем содержание взвешенных веществ достигает до 1045.8 мг/дм³, показатель мутности составляет 150 ЕМФ, показатель цветности достигает до 364.4 град. цветности, таким образом, исследованная вода имеет очень высокое содержание взвеси, очень мутная и сильно окрашена по сравнению с точкой отбора выше впадения ручья безымянного из Батагайского провала. Превышения нормативов ПДК_{р/х} в среднем наблюдается по ХПК до 6.9 раз, по аммоний до 5.8 раз, по фторидам до 7.2 раз, по барью до 1.1 раз, по алюминию до 5.5 раз, по железу до 8.9 раз, по молибдену до 1.5 раз, по ванадию до 3.8 раз, по меди до 8.3 раз, по марганцу до 410 раз.

В устьевой части вода р. Батагай в период исследования характеризуется средней минерализацией (0.45 г/дм³) с нейтральной средой. Химический состав воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатного класса группы кальция и магния. По усредненным данным содержание взвеси достигает 191.2 мг/ дм³,

показатель мутности составляет 65 ЕМФ, цветности – 232 град. Превышения нормативов ПДК_{р/х} в среднем зафиксированы по ХПК до 5.8 раз, по нитритам до 6.6 раз, по фторидам до 8 раз, по аммонию до 2,6 раз, по алюминию до 2.2 раз, по железу до 10,2 раз, по молибдену до 1.2 раз, по ванадию до 9.7 раз, по меди до 7.7 раз, по марганцу до 320 раз.

Таким образом, ручей безымянный вытекающий из Батагайского провала существенно влияет на химический состав р. Батагай. Отмечается резкое повышение содержания взвешенных веществ, показателя мутности и цветности воды, а также таких показателей как фториды, стронций, барий, алюминий, железо, молибден, ванадий, медь, марганец, никель.

В целом, с выработанными горными породами в виде взвесей с водами ручья из Батагайского провала идет обогащение р. Батагай элементами, не характерными для воды данного водотока и наблюдается трансформация ее химического состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Preliminary paleoenvironmental analysis of permafrost deposits at Batagaika megaslump, Yana Uplands, northeast Siberia / J. Murton [at al.]. – Quaternary Research. – 2017. – N 87 (2). – P. 314–330. – doi:10.1017/qua.2016.15
2. Экологические проблемы Верхоянского района / Г. Н. Саввинов, П. П. Данилов, А. А. Петров, В. С. Макаров, В. С. Боесков, С. Е. Григорьев // Вестник СВФУ. – 2018. – № 6 (68). – С. 18–32.
3. Шепелев, А. Г. Мерзлотные ландшафты Верхоянского района на примере Батагайского провала и Кисиляхской гряды (Северная Якутия) [Электронный ресурс] / А. Г. Шепелев, А. М. Черепанова // Современные проблемы территориального развития. – 2019. – № 3.

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WATERCOURSES OF THE BATAGAI CRATER

M. I. Ksenofontova

*Institute of applied Ecology of the North North East
Federal University, Yakutsk*

The paper presents the results of hydrochemical studies of the watercourses of the Batagai Crater. Exogenous

and technogenic processes contributed to the formation of various forms of depressions due to the weak stability of the soil and vegetation cover on the slope landscapes of the Yanskoye Plateau. The nameless stream flowing out of the Batagay Crater significantly affects the chemical composition of the river Batagay. There is a sharp increase in the content of suspended solids, turbidity and color of water, as well as such indicators as fluorides, strontium, barium, aluminum, iron, molybdenum, vanadium, copper, manganese, nickel.

In general, with the developed rocks in the form of suspensions with the waters of the stream from the Batagay Crater, the river Batagay is being enriched with elements that are not characteristic of the water of this watercourse and a transformation of its chemical composition is observed.

Keywords: Batagay Crater, streams, river Batagay, hydrochemistry, microelements

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРАХ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

И. А. Лиханова, Г. В. Железнова, Т. Н. Пыстина

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук,
г. Сыктывкар

e-mail: likhanova@ib.komisc.ru

Ключевые слова: песчаные и песчано-гравийные карьеры, южная тундра, вторичная растительность, кальцефильные виды, сукцессия

В связи активным техногенным нарушением территорий Крайнего Севера становятся актуальными исследования процессов восстановления экосистем. Первичные сукцессии на техногенных местообитаниях – удобная модель для выяснения закономерностей стартового этапа формирования биогеоценозов. Особенно важны исследования растительности, поскольку она служит и индикатором степени нарушения, и показателем регенеративного потенциала экосистемы, т.е. интегральным показателем общего состояния экосистемы и протекающих в них динамических процессов [1].

Цель данной работы – выявить закономерности формирования растительности на песчаных и песчано-гравийных отложениях карьеров по добыче строительного песка в южной тундре северо-востока европейской части России.

Исследования проведены в окрестностях поселков, прилегающих к г. Воркута. Согласно геоботаническому районированию район исследования относится к полосе южных тундр Восточно-европейской подпровинции Европейско-Западносибирской тундровой провинции циркумполярной тундровой области [2]. Преобладающий тип растительности – ивняково-ерниковая моховая тундра. На большинстве водоразделов встречается реликтовый полигональный (блочный) рельеф. Блоки представляют собой более или менее уплощенные холмообразные формы (размерами от нескольких десятков до нескольких сотен метров), разделенные неглубокими полосчатыми ложбинами, временно служащими стоком воды.

В 2020–2022 гг. проведены исследования фоновых и посттехногенных сообществ, сформированных на легких по гранулометрическому составу субстратах. Характеристика исследованных карьеров приведена в таблице.

Таблица

Объекты исследований

Месторождение	Субстрат	Карьер	Окончание отработки	Год сукцессии на момент исследования
Участок поля шахты № 25	аллювиально-морские песчаные и песчано-гравийные отложения с прослоями суглинков	Комсомольский-1	1987	36
		Комсомольский-2	ведется в настоящее время	1–2
Месторождение песков у поселка Заполярный	аллювиально-морские песчаные отложения с прослоями суглинков	Заполярный-1	2002	21
		Мульда	ведется в настоящее время	1–2

На фоновых территориях южной кустарниковой тундры, характеризующихся автоморфными песчаными (супесчаными) почвами и приуроченных к центральной части блоков, описаны кустарничково-лишайниковые сообщества. Для почв характерны процессы оподзоливания, подстилка тонкая (до 4 см). Стелющаяся *Betula nana* имеет высоту всего 10 см, среди кустарничков отмечены *Vaccinium vitis-idaea*, *Arctous alpina*, *Empetrum hermaphroditum*. Лишайниковый покров (ПП 80%) достаточно пестрый, наиболее обильны *Alecoria nigricans*, *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*, *C. mitis*, *Cetraria islandica*, *Flavicetraria cuculata*, *F. nivalis*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon paschale*. На окраине блоков под мелкоерниково- и багульничково- лишайниково-моховыми сообществами усиливается процессы торфонакопления (глубина торфа достигает до 30 см) и оглеение. Начинают превалировать *Ledum palustre* subsp. *decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, высота *Betula nana* увеличивается до 40 см. Лишайники сменяются мхами (*Aulacomnium turgidum*, *Dicranum elongatum*, *Polytrichum strictum*). В ложбинах межблочий в ряду увеличения увлажнения формируются ивняково-разнотравные сообщества, ивняково-осоковые сообщества и осоковники. Видовой состав мхов начинает включать виды родов *Sphagnum* sp., *Plagiomnium* sp., *Warnstorfia* sp., *Calliergon* sp. и др.

В результате техногенного воздействия почвенно-растительный покров, тундровый нано-и мезорельеф полностью уничтожен. На поверхности исследованных карьеров обнажены обогащенные кальцитом песчаные или песчано-гравийные субстраты, характеризующиеся щелочной реакцией водной суспензии. Сформиро-

ваны разнообразные формы антропогенного рельефа. Углубление карьеров в процессе их разработки до уровня почвенно-грунтовых вод, возможно, и нарушение мерзлотных условий привело к заболачиванию части территории карьеров и образованию водоемов.

Инициальные открытые группировки первых лет сукцессии на хорошо дренированных территориях карьеров Комсомольский-2 и Мульда с высокой константностью состоят из *Achillea millefolium*, *Cerastium holosteoides*, *Chamenerion angustifolium*, *Crepis multicaulis*, *Equisetum arvense*, *Erysimum cheiranthoides*, *Festuca ovina*, *Poa alpigena*, *P. alpina*, *Rumex crispus*, *Tripleurospermum hookeri*. Уже на данной стадии с высоким постоянством отмечены всходы ив. Моховой ярус отсутствует.

В местах с периодически застойным увлажнением в первые годы сукцессии внедряются *Alopecurus aequalis*, *Equisetum arvense*, *Eriophorum* sp., *Juncus filiformis*, *Rorippa palustris*, *Tussilago farfara*. Местами в значительном количестве зафиксированы всходы ивы. За счет внедрения пионерных видов (*Bryum* sp., *Dicranella* sp., *Pohlia* sp., *Pohlia wahlenbergii*) начинает формироваться моховой ярус.

В третьем-четвертом десятилетии сукцессии в дренированных условиях формируются разреженные ивняки злаково-разнотравно-лишайниково-моховые или злаково-разнотравно-мохово-лишайниковые сообщества с единичными ивами. В формирующемся кустарниковом ярусе преобладают *Salix glauca* и *S. phylicifolia*, высота которых около 0.5 м. Отмечена *Betula nana*, но с меньшей константностью и обилием. В разреженном травостое из видов разнотравья преобладают *Chamenerion angustifolium* и *Equisetum arvense*. Среди злаков наиболее обилён *Poa alpigena*. С высокой константностью зафиксированы: *Achillea millefolium*, *Erigeron elongatus*, *Euphrasia frigida*, *Festuca ovina*, *Poa alpina*, *Pyrola rotundifolia*, *Solidago virgaurea*, *Tanacetum bipinnatum*, *Trifolium repens*, *Vaccinium uliginosum* и др. В моховом покрове (ПП до 60%) отмечены пионерные (*Bryum* sp., *Ceratodon purpureus*, *Pohlia* sp.) и луговые (*Brachythecium campestre*, *B. salebrosum*) мхи. Значительно число и обилие видов, приуроченных к карбонатным породам: *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Brachythecium glareosum*, *Ditrichum flexicaule*, *Distichium capillaceum*. Наиболее сухие песчаные склоновые поверхности закрепляются *Niphotrichum canescens*, *Pogonatum urnigerum*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum* и видами рода *Pohlia*. Значительно разнообразие лишайников, отмечены виды родов *Alecoria*, *Bryocaulon*, *Cetraria*, *Cladonia*, *Flavocetraria*, *Peltigera*, *Stereocaulon*. Достаточно обильны накипные лишайни-

ки: *Baeomyces placophyllus*, *Ochrolechia frigida*, *O. geminipara*. Зафиксированы виды, приуроченные к карбонатным породам: *Bacidia bagliettoana*, *Caloplaca jungermanniae*, *Muxobilimbia microcarpa*, *Cladonia symphycarpa*.

В гидроморфных и полугидроморфных условиях описаны ивняки моховые и топянохвощевые сообщества с единичными ивами. В кустарниковом ярусе ивняков высота ив (*Salix glauca*, *S. hastata*, *S. lanata*, *S. phylicifolia*, *S. viminalis*) составляет 1–2 м. В разреженном травостое отмечены: *Arctophila fulva*, *Cardamine pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Epilobium palustre*, *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *Juncus filiformis*, *Parnassia palustris*, *Poa palustris*, *Ranunculus repens*, виды родов *Carex*, *Eriophorum* и др. Для влажных субстратов характерен сомкнутый, достаточно пестрый моховой покров из *Aulacomnium palustre*, *Ceratodon purpureus*, *Dicranella grevilleana*, *D. schreberiana*, *Drepanocladus aduncus*, *D. sendtneri*, *Leptobryum pyriforme*, *Marchantia polymorpha*, *Philonotis caespitosa*, *Pohlia wahlenbergii*, видов рода *Bryum* sp. При увеличении увлажнения (в топянохвощевых сообществах) преобладающими видами становятся *Calliergon giganteum*, *C. richardsonii*, *Warnstorfia exannulata*, также отмечены *Drepanocladus aduncus*, *Philonotis tomentella*, *Plagiomnium curvatulum*, *P. ellipticum* и др.

Уровень адвентизации сообществ – средний. Процент заносных видов в инициальных сообществах – 14%. В третьем-четвертом десятилетиях сукцессии показатель снижается до 7%. Среди адвентивных видов отмечены: *Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album*, *Elytrigia repens*, *Leucanthemum vulgare*, *Tanacetum vulgare*, *Trifolium pratense* и др.

Таким образом, производные сообщества в третьем-четвертом десятилетиях сукцессии существенно отличаются по составу и структуре от фоновых сообществ. В фитоценозах карьеров преобладают раннесукцессионные виды сосудистых растений, достаточно типичные для антропогенно нарушенных территорий южной тундры [3]. Видовой же состав лишайников и мхов содержит значительное количество кальцефильных видов, что придает своеобразие флористическому комплексу песчаных/песчано-гравийных карьеров окрестностей г. Воркуты.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв бореальных и арктических экосистем Европейского северо-востока в условиях антропогенных воздействий, глобальных и современных региональных климатических трендов», регистрационный номер: 122040600023-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумина, О. И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России / О. И. Сумина – Санкт-Петербург : Информ-Навигатор, 2013. – 340 с.
2. Растительность Европейской части СССР / отв. ред. С. А. Грибова [и др.]. – Ленинград : Наука, 1980. – 425 с.
3. Дружина, О. А. Охрана растительного покрова Крайнего Севера: проблемы и перспективы / О. А. Дружина, Е. Г. Мяло. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 176 с.

**VEGETATION FORMATION IN THE SAND
QUARRIES OF THE TUNDRA ZONE
IN THE NORTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA**

I. A. Likhanova, G. V. Zheleznova, T. N. Pystina

*Institute of Biology Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

The authors have studied the secondary vegetation cover in the sand, sand-gravel quarries in the outskirts of Vorkuta. In the course of anthropogenic succession, the pioneer vegetation groups are replaced by secondary communities that significantly differ by structure and species composition from the background phytocenoses. The 20–30-year-long succession process is dominated by early-succession vascular plant species being quite typical of the anthropogenically disturbed territories of the south tundra subzone. As the plant communities form on the calcium-containing rocks, there is a significant number of calciphilous species in the moss-lichen layer which are responsible for a peculiar floral complex in sand/sand-gravel quarries in the outskirts of Vorkuta. The characteristics of phytocenoses formed on soil materials with different moisture degree have been analyzed.

Keywords: sand and sand-gravel quarries, south tundra, secondary vegetation, calciphilous species, succession

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГО-ЗАПАДА ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА

Г. Р. Нигаматзянова, Н. М. Нигматуллин, Л. А. Фролова

Казанский федеральный университет, г. Казань

e-mail: Gulnaraniyatyanova@kpfu.ru

Ключевые слова: палинологический анализ, пыльца, споры, палеоэкология, реконструкция

Анализ динамики растительного покрова и природной среды в голоцене обеспечивает основу для понимания современного структурно-функционального состояния растительных экосистем и прогнозирования тенденций их развития в условиях глобальных климатических изменений [1]. Учитывая тот факт, что изменения климата наиболее ярко выражены в арктическом регионе и что арктические экосистемы особенно чувствительны к внешним воздействиям [2, 3], реконструкции динамики растительности на п-ове Ямал приобретают большую ценность. Несмотря на значительное число опубликованных работ о палеореконструкциях п-ова Ямал [4, 5, 6], палеоклиматических и палеоэкологических данных региона по-прежнему недостаточно.

Район исследований расположен в бассейне р. Еркута в юго-западной части п-ова Ямал и характеризуется суровым климатом. Среднегодовая температура составляет $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Годовая норма осадков оценивается в 295 мм/год. Безморозный сезон длится 68 дней. Средняя температура июля повышается до $+5 - +13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура февраля опускается до $-22 - -27\text{ }^{\circ}\text{C}$ [7]. Исследуемая территория находится в пределах подзоны южной субарктической тундры. Широко распространены тундрово-болотные и болотно-тундровые комплексы [8, 9].

Объект исследования – безымянное арктическое озеро с кодовым названием 21-Уа-02 – окружен растительными сообществами, типичными для кустарниково-моховой тундры, в которых преобладают карликовая береза, ива, морошка, хвощ полевой и мхи. В 2021 г. сотрудниками Казанского федерального университета в центральной части озера с глубины 4.3 м была отобрана 67 см колонка донных отложений (координаты точки отбора $68^{\circ}09.897'$

nae, *Alnus*, *Ericaceae*, *Salix*) и древесных пород (*Betula sect. Albae*, *Pinus s/g Haploxyton*, *Pinus s/g Diploxyton*, *Picea*, *Larix*). Среди травянистых таксонов преобладает пыльца *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Poaceae*, *Typhaceae*. Из споровых палиноморф в спектрах были встречены споры *Sphagnum*, *Polytrichum*, *Lycorodiaceae*. Концентрация пыльцевых зерен в нижней части зоны достигает максимальных значений ($27 \cdot 10^5$ зерен/г), после чего резко снижается до $4 \cdot 10^5$ зерен/г и остается примерно на одном уровне. В спектрах PZ II (5100–2200 кал. л.н., 58–27 см) начинает преобладать пыльца *Betula sect. Albae*, содержание пыльцы *Betula sect. Nanae* снижается. В нижней части зоны отмечено максимальное содержание спор *Sphagnum*. В PZ III (2200–600 кал. л.н., 27–13 см) вновь меняется доминирующий таксон с *Betula sect. Albae* на *Betula sect. Nanae*. Снижение доли участия в спектрах отмечается у пыльцы *Cyperaceae* и спор *Sphagnum*. В палиноспектрах PZ IV (600–50 кал. л.н., 13–2 см) пыльца *Betula sect. Nanae* продолжает доминировать. Выпадает из спектров верхней части зоны пыльца *Picea*. Увеличивается доля участия пыльцы *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Amaranthaceae*.

Согласно полученным данным, развитие елово-лиственничного леса с березой на водосборном бассейне озера в интервале 6000–5100 кал. л.н. было вызвано оптимумом голоцена. Теплые и влажные условия середины голоцена, описаны во многих работах по северной Евразии [12, 13]. Переход к березово-еловым редколесьям и сокращение болот вокруг озера в интервале 5100–3600 кал. л.н. произошло, скорее всего, вследствие снижения температуры, что совпадает с суббореальным похолоданием. По мнению [14, 15] в суббореальное похолодание на многих арктических и субарктических участках произошло возвращение к тундровой среде. Пик березы древовидной (~3500 кал. л.н.) очевидно объясняется улучшением климатических условий в суббореальный тепловой максимум. С начала субатлантического периода (~2200 кал. л.н.) локальная растительность начала формироваться в современную южную тундру с кустарничками (береза карликовая, ольха, ива), еловыми редколесьями, осоково-сфагновыми болотами в низменностях.

Статистический анализ был поддержан грантом Российского научного фонда (№ 22-47-08001). Палинологический анализ проведен в рамках Программы стратегического академического лидерства КФУ (Приоритеты-2030), а также за счет средств субсидии, выделенных КФУ для выполнения государственного задания № FZSM-2023-0023 в сфере научной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Antipina, T. G. The Holocene Dynamics of Vegetation and Climatic Conditions on the Eastern Slope of the Subpolar Urals / T. G. Antipina, N. K. Panova // *Russian Journal of Ecology*. – 2016. – Vol. 47, N 4. – P. 329–337.
2. Палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции Карельского Перешейка на основе изучения субфоссильных Cladocera озера Медведевское (Северо-Запад России) / Л. А. Фролова, А. Г. Ибрагимов, Д. А. Субетто, Л. Б. Назарова, Л. С. Сырых // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2018. – Т. 160, кн. 1. – С. 93–110.
3. Vegetation and climate history reconstructed from an arctic lake of the Pur-Taz interfluvial region, Western Siberia / G. R. Nigmatzyanova, N. M. Nigmatullin, E. A. Valieva, L. A. Frolova // *SGEM*. – 2021. – № 4. – P. 501–506. – doi: 10.5593/sgem2021/4.1/s19.64
4. Vasil'chuk, Yu.K. Variations in $\delta^{18}O$, δD , and the Concentration of Pollen and Spores in an Autochthonic Heterogeneous Massive Ice on the Erkutayaha River in the Southern Part of the Yamal Peninsula / Yu. K. Vasil'chuk, N. A. Budantseva, A. C. Vasil'chuk // *Doklady Earth Sciences*. – 2011. – Vol. 438, № 1. – P. 721–726.
5. Динамика растительности и экологических условий в голоцене на Южном Ямале (по данным комплексного анализа отложений реликтового торфяника) / Н. К. Панова, С. С. Трофимова, Т. Г. Антипина, Е. В. Зиновьев, А. В. Гилев, Н. Г. Ерохин // *Экология*. – 2010. – № 1. – С. 22–30.
6. Лаптева, Е. Г. Флора и растительность р. Юрибей полуострова Ямал в позднеледниковье и голоцене / Е. Г. Лаптева, С. С. Трофимова, О. М. Корона // *Динамика современных экосистем в голоцене*. – Казань : Отечество, 2013. – С. 226–227.
7. Czernyadjeva, I. V. Moss flora of Yamal Peninsula (West Siberian Arctic) / I. V. Czernyadjeva // *Arctoa: Journal of Bryology*. – 2001. – Vol. 10, iss. 1. – P. 121–150.
8. Юрцев, Б. А. Арктический флористический регион / Б. А. Юрцев. – Ленинград : Наука, 1978. – 166 с.
9. Морозова, Л. М. Структура растительного покрова и растительные ресурсы полуострова Ямал / Л. М. Морозова, М. А. Магомедова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2004. – 63 с.
10. Faegri, K. Textbook of pollen analysis / K. Faegri, J. Iversen. – Chichester : Publisher John Wiley and Sons, 1989. – 328 p.
11. Grimm, E. Tilia TILIA and TILIAGRAPH / E. Grimm. – Springfield : Illinois State Museum, 1991. – 56 p.
12. Andreev, A. A. Quantitative Holocene climatic reconstruction from Arctic Russia / A. A. Andreev, V. A. Klimanov // *Journal of Paleolimnology*. – 2000. – № 24. – P. 81–91.

13. Environmental changes on Yugorski Peninsula, Kara Sea, Russia, during the last 12,800 radiocarbon years / A. A. Andreev, W. F. Manle, O. Ingolfsson, S. L. Forman // *Global and Planetary Change*. – 2001. – № 31. – P. 255–264.

14. Velichko, A. A. Climate and vegetation dynamics in the tundra and forest zone during the late glacial and Holocene / A. A. Velichko, A. A. Andreev, V. A. Klimanov // *Quaternary International*. – 1997. – Vol. 41/42. – P. 71–96.

**DYNAMICS OF VEGETATION COVER OF THE
SOUTH-WEST OF THE YAMAL PENINSULA IN
THE HOLOCENE ACCORDING TO THE DATA OF
SPORE-POLLEN ANALYSIS OF BOTTOM
SEDIMENTS OF THE ARCTIC LAKE**

**G. R. Nigamatzyanova, N. M. Nigmatullin,
L. A. Frolova**

Kazan Federal University, Kazan

Reconstruction of vegetation cover in the catchment basin of Lake 21-Ya-02 (south-west of Yamal Peninsula) revealed components of forest-tundra and tundra landscape (*Betula* sect. *Nanae*, *Betula* sect. *Albae*, *Alnus*, Cyperaceae, *Rubus chamaemorus*, *Sphagnum*). In the range of 6000-5100 cal. yr bp (Holocene optimum) vegetation was represented by spruce-larch forest with birch. Subboreal cooling (5100-3600 cal. yr bp) contributed to the transition to birch-spruce woodlands. Since the beginning of the Subatlantic period (~2200 cal. yr bp), local vegetation began to form into the modern southern tundra with shrubs, spruce woodlands, sedge-sphagnum swamps.

Keywords: pollen analysis, pollen, spore, paleoecology, reconstruction

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУБАРКТИЧЕСКИХ ПОСТАГРОГЕННЫХ СООБЩЕСТВ

А. Б. Новаковский, А. Н. Панюков

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар

e-mail: novakovsky@i.komisc.ru

Ключевые слова: субарктика, агроценоз, функциональное и филогенетическое разнообразие, восстановление растительности

Тундровая (субарктическая) растительность – важная часть глобальной биосферы, которая занимает обширные территории на крайнем севере. Вследствие суровых климатических условий, тундровые сообщества наиболее уязвимы перед любым внешним воздействием [1] по сравнению с растительностью более южных регионов. Отсюда, восстановление естественной субарктической растительности, как основы функционирования экосистем, является важной задачей современной биологической науки [2].

В качестве модельной территории по восстановлению тундровой растительности мы рассматривали агроэкосистему, созданную во второй половине XX века в Воркутинском районе Республики Коми [3]. Это уникальный опыт сельскохозяйственного преобразования ландшафтов в тундровой зоне, не имеющий аналогов ни в России, ни за рубежом. Здесь, для создания кормовой базы животноводства, были освоены и засеяны злаковыми культурами большие территории типичной тундры. В дальнейшем, вследствие экономических преобразований, эти угодья были заброшены, что позволило нам получить долговременные ряды наблюдений по естественному восстановлению земель, подвергшихся интенсивному сельскохозяйственному воздействию. На основе данных о сельскохозяйственном использовании изучаемой территории весь период наблюдений был разделен на пять этапов: первый (1960–1974) – становление лугового фитоценоза, второй (1975–1990) – устойчивое функционирование, третий (1991–2000) – нарушение агрорежима, четвертый (2001–2008) – снятие агрорежима и пятый (2009–2017) – адаптация [4]. Для изучения растительности на объекте использовали метод постоянных учетных площадок, на которых делались стандартные геоботанические описания. Для

сравнения была выбрана ивняково-ерниковая кустарничково-моховая (фоновая) тундра – широко распространенный тип тундр, характерный для ландшафтов, аналогичных распаханным.

В качестве инструмента анализа мы использовали методы анализа функционального и филогенетического разнообразия. Функциональное разнообразие оценивали на основе морфологических и физиологических признаков растений, которые тесно связаны с процессами фотосинтеза, продуцирования биомассы, конкуренции за ресурсы и балансом элементов минерального питания. Были изучены: высота растений, площадь и сухая масса листьев, доля сухой массы листа и его относительная площадь, содержание в листе общего азота и углерода, масса диаспор. Расчеты проводили при помощи функции dbFD пакета “FD” [5]. Филогенетическое разнообразие оценивали на основе положения видов в мегадереве при помощи пакета V.PhyloMaker [6]. Расчеты проводили в программе R версии 4.0.5.

Сравнение функциональных показателей растений продемонстрировало ряд четко выраженных и статистически значимых трендов. Так после отмены регулярного сенокоса (этапы 4 и 5) среднее значение высоты растений увеличилось с 450–500 мм до 650–700 мм, площадь листьев увеличилась с 1000–1100 мм² до 1500–1600 мм², а доля сухого вещества с 25% до 30%. Средние значения относительной площади листьев снижались с 25–26 мм²/мг, до 22 мм²/мг, а содержание общего азота в листьях уменьшилось с 27 мг/г до 24 мг/г на последнем этапе (рис. 1). Для тундровых сообществ характерны низкие значения высоты растений (500 мм), минимальные значения площади листьев (1000 мм²), относительной площади листьев (18 мм²/мг), содержания азота (25 мг/г). Показатель доли сухой массы в тундровых сообществах был максимальным и составлял 33–34%. Наиболее сильные различия отмечены для содержания общего углерода в листьях. Если средние значения для растений модельного луга лежат в пределах 430–435 мг/г, то для тундровой растительности этот показатель равен 460–470 мг/г.

Наблюдаемые, в ходе сукцессии агроценоза, изменения функциональных показателей можно разделить на две группы. Первая группа (высота растений, площадь и масса листьев) хорошо согласуется с первой осью глобального спектра растений (Global Spectrum of Plant) [7] и показывает переход от видов с r стратегией (колонизация) к K стратегии (эксплуатация). Вторая группа (относительная площадь листа, содержание сухой массы, доля обще-

го азота в листьях) хорошо коррелирует с экономичным спектром листа (Leaf Economics Spectrum) [8], который показывает переход от растений с небольшой конструкционной ценной, характерной для быстрорастущих растений рудеральных стратегий к медленно растущим видам, с высокой конструкционной ценной характерной для стресс-толерантов [9].

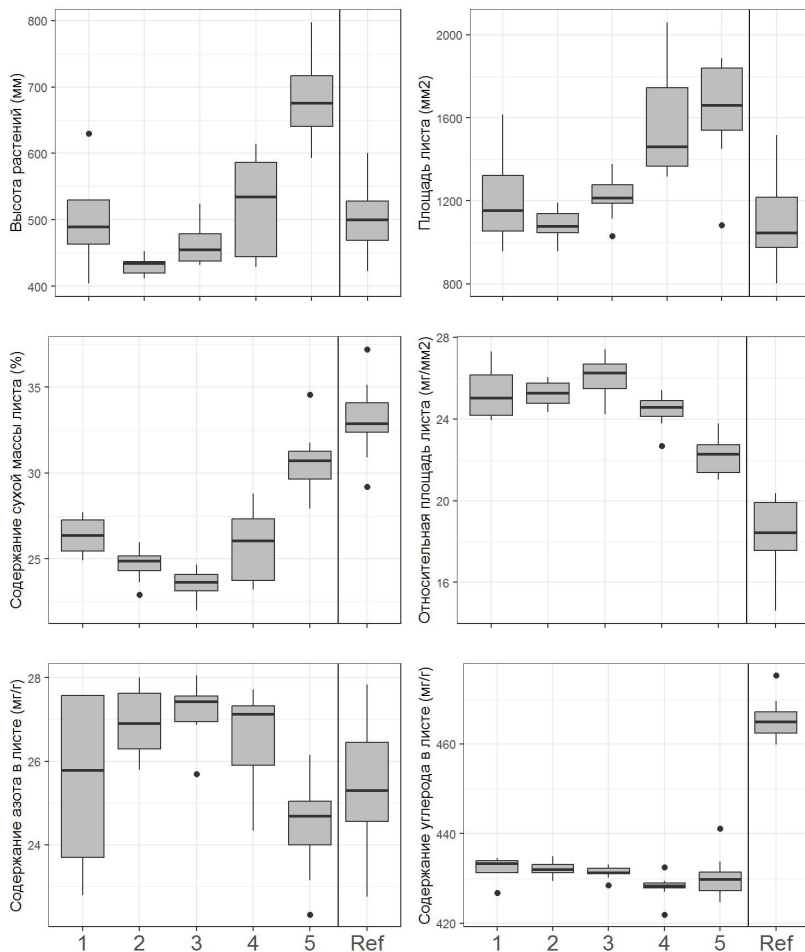


Рис. 1. Изменение усредненных значений показателей растений для разных сукцессионных этапов модельного луга (1–5) в сравнении с фоновой тундрой (Ref).

Оценка стандартизованных эффектов на основании евклидовой матрицы сходств между всеми функциональными показателями растений показало отрицательные значения (кластеризация) для первых этапов существования модельного луга. В дальнейшем, при нарушении и снятии агрорежима значения стандартного эффекта увеличивается до положительных значений (рассредоточение) и становится лишь незначительно меньше фоновых территорий (рис. 2А). Другими словами, регулярное сенокосение оказывало определяющее влияние на функциональные показатели растений и выступало в роли основного (внешнего) фильтра для сообществ. На последних этапах существования модельного луга, после отмены агроиспользования, стандартный эффект стал положительным, что указывает на эффект рассредоточения, т.е. преобладания конкурентных взаимодействий между видами. Это взаимодействие приводит к формированию растительных сообществ состоящих из растений с разными функциональными показателями и занимающих разные экологические ниши. Фоновые субарктические сообщества также имеют положительные показатели стандартного эффекта на основе функциональных показателей, что говорит о преобладании конкурентных взаимодействий между растениями и в тундровой растительности.

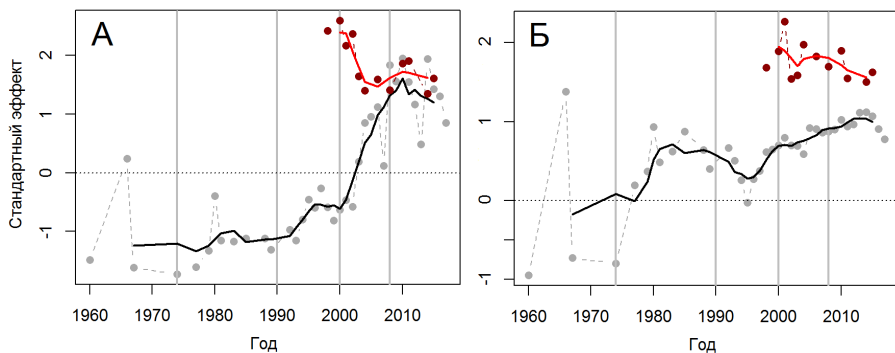


Рис. 2. Величина стандартного эффекта для функциональных характеристик растений (А), и филогенетического положения видов (Б). Черная линия – модельный луг, красная линия – фоновая тундра. Вертикальными линиями выделены условные этапы существования луга.

Оценка стандартного эффекта построенного на филогенетической близости между видами (рис. 2Б) дает достаточно схожую с функциональными параметрами картину, хотя и менее выраженную. На первых этапах существования луга отмечена случайная филогенетическая структура. После снятия агрорежима наблюдается тенденция к филогенетическому рассредоточению, что говорит об увеличении филогенетического разнообразия модельного сообщества и к увеличению биотических взаимодействий между видами. Тундровые сообщества характеризуются наибольшей степенью филогенетического рассредоточения, поскольку в их составе отмечены принципиально разные группы видов: от хвощей и осок до вересковых кустарничков, ив и можжевельника.

Таким образом, регулярные вмешательства в функционирование модельного фитоценоза (сенокошение, внесение удобрений) привели к формированию сообщества состоящего из близких, в функциональном и филогенетическом смысле, видов. Т.е. физическое нарушение растительного покрова является определяющим фактором, по сравнению с общим воздействием неблагоприятных условий среды, характерных для субарктического региона. Далее, при отмене агрорежима, и возобновлении естественной трансформации сообщества, фильтрование средой сменилось конкурентным исключением. Причем этот эффект наблюдался как для последних этапов существования модельного луга, так и для фоновой тундры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cumulative Impacts of Oil Fields on Northern Alaskan Landscapes / D. A. Walker [et al.] // *Science*. – 1987. – Vol. 238, № 4828. – P. 757–761.
2. Novakovskiy, A. B. Long-term dynamics of plant communities after biological remediation of oil-contaminated soils in far north / A. B. Novakovskiy, V. A. Kanev, M. Y. Markarova // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 4888.
3. Хантимер, И. С. Сельскохозяйственное освоение тундры / И. С. Хантимер. – Ленинград : Наука, 1974. – 227 с.
4. Новаковский, А. Б. Анализ сукцессионной динамики сеяного луга при помощи системы жизненных стратегий Раменского-Грайма / А. Б. Новаковский, А. Н. Панюков // *Экология*. – 2018. – № 2. – С. 110–118.
5. Jin, Y. V. PhyloMaker: an R package that can generate very large phylogenies for vascular plants / Y. Jin, H. Qian // *Ecography*. – 2019. – Vol. 42, № 8. – P. 1353–1359.
6. Laliberté, E. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits / E. Laliberté, P. Legendre // *Ecology*. – 2010. – Vol. 91, № 1. – P. 299–305.

7. The global spectrum of plant form and function / S. Diaz [et al.] // *Nature*. – 2016. – Vol. 529, № 7585. – P. 167–171.
8. The worldwide leaf economics spectrum / I. J. Wright [et al.] // *Nature*. – 2004. – Vol. 428, № 6985. – P. 821–827.
9. Пьянков, В. И. Конструкционная цена растительного материала у видов бореальной зоны с разными типами экологических «стратегий» / В. И. Пьянков, Л. А. Иванов, Х. Ламберс // *Физиология растений*. – 2001. – Т. 48, № 1. – С. 81–88.

PHYLOGENETIC AND FUNCTIONAL ASPECTS OF THE RESTORATION OF SUBARCTIC POSTAGROGENIC COMMUNITIES

A. B. Novakovsky, A. N. Panyukov

*Institute of Biology, FRC Komi Scientific Center, Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

We analyze the functional and phylogenetic diversity of the subarctic tundra during its restoration after active agricultural use. The observed changes of plant traits show a transition from species with the r strategy (colonization) to the K strategy (exploitation). Also, the found changes of plant traits demonstrate the shift from the “acquisitive” plants with a high construction cost to “conservative” slowly growing plants. An analysis of the standard effect size for functional and phylogenetic diversity shows the decisive influence of the regular mowing (external filtering) to the vegetation. After mowing canceling the intraspecific interaction (internal filtering) began to prevail.

Keywords: subarctic, agrocenosis, vegetation restoration, functional diversity, phylogenetic diversity

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОПЛАНКТОНА И КЛАСС КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА ХОЛМОВСКОЕ (БАССЕЙН СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ) В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Ю. В. Новикова

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н. П. Лаверова УрО РАН, Архангельск
e-mail: juli-nv@mail.ru

Ключевые слова: фитопланктон, микрофитоценозы, *Alabaena leimnethannii*, качество озерных вод

Показатели развития фитопланктона широко используются для оценки экологического состояния водоемов, что обусловлено его положением автотрофного продуцента в основании экологической пирамиды. Быстро реагируя на изменения водной среды, фитопланктон может служить индикатором состояния всей водной экосистемы. Любые изменения условий существования гидробионтов отражаются на их видовом составе, структуре популяций и количественных показателях.

Целью работы является анализ состояния фитопланктонного сообщества оз. Холмовское в летний период. Озеро Холмовское находится в Приморском районе Архангельской области в 18 км от г. Архангельска. На западном берегу озера расположена деревня Холм и дачные участки. На акватории озера расположено действующее садковое форелевое хозяйство, являющееся источником дополнительного поступления в озерные воды органики.

Для изучения качественного и количественного состава фитопланктона и качества вод были отобраны пробы фитопланктона с акватории оз. Холмовское (13 проб), находящегося в нижней части бассейна р. Северная Двина, в летний период 2022 г. (рис. 1).

Сбор и камеральная обработка собранного материала осуществлялись в соответствии со стандартными методами [1]. Фиксация фитопланктона производилась кислым раствором Утермеля. Микроскопирование материала проводилось с помощью светового микроскопа «БиОптик С-300». Численность (млн. кл./м³) фитопланктона в единице объема воды проводилась с использованием камеры Фукса-Розенталя (глубина 0.2 мм) и рассчитывалась стандартным методом [1]. Класс качества вод определялся согласно «Ком-

плексной экологической классификации качества поверхностных вод суши» [2], а также с помощью вычисления индекса сапробности (по методу Пантле-Букка в модификации Сладечека) [3].

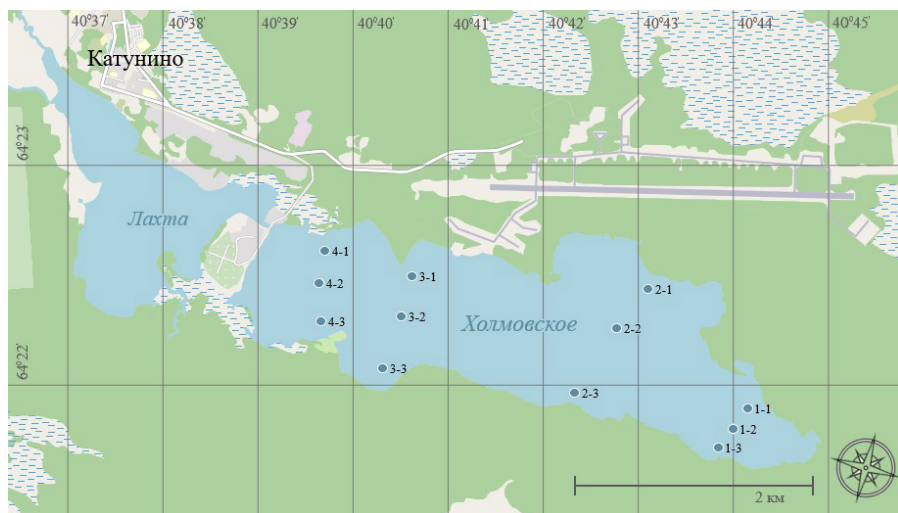


Рис. 1. Карта-схема оз. Холмовское со станциями отбора проб.

В июне 2022 г. в оз. Холмовское обнаружено 40 видовых и надвидовых таксонов фитопланктона, принадлежащих семи отделам микроводорослей: диатомовые (Bacillariophyta), зеленые (Chlorophyta), золотистые (Chrysophyta), динофитовые (Dinophyta), криптофитовые (Cryptophyta), желтозеленые (Xanthophyta) водоросли и цианопрокариоты (Cyanoprokaryota). При этом основу видового разнообразия альгофлоры исследуемого водоема составили 2 отдела: диатомовые (16 видов) и зеленые (12 видов) водоросли (рис. 2).

На всех станциях мониторинга абсолютным доминантом являлся представитель цианопрокариот *Anabaena lemmermannii* P. G. Richter, 1903 (в среднем 85 % от суммарной численности). В роли субдоминанта на некоторых станциях был отмечен представитель золотистых водорослей *Dinobryon divergens* O.E.Imhof, 1887 (в среднем 9.7 % от суммарной численности). Микрофитоценозы исследованных участков характеризовались малым видовым составом (количество видов составляло от 7 до 16).

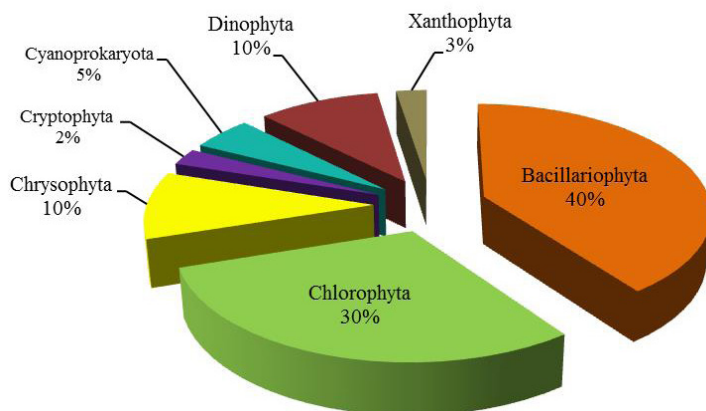


Рис. 2. Процентное распределение таксонов фитопланктона оз. Холмовское в июне 2022 г.

Численность фитопланктона изменялась от 1234.7 (станция 2–3) до 5068.8 млн. кл./м³ (станция 4–2), в среднем составила 2653.5 млн. кл./м³. Наибольшую долю по суммарной численности на всех обследованных станциях имели представители цианопрокариот, доля которых достигала свыше 90 %. На станциях разрезов 2 и 3 значительный вклад в суммарную численность привнесли золотистые микроводоросли (в среднем 13.4 и 14.5 % от общей численности соответственно) за счет представителей рода *Dinobryon*.

Оценка качества вод оз. Холмовское показала, что в летний период индикаторные виды составляли 55% от общего числа видов, большинство из которых являются показателями β-мезосапробных условий. Также в значительном количестве обнаружены виды-индикаторы олиго-, олиго-β-мезосапробных вод. Индекс сапробности на станциях мониторинга изменялся в малом диапазоне от 1.84 до 1.99 и в среднем составил 1.91, что соответствует II классу качества вод и характеризует воды как «слабозагрязненные».

Работа выполнена в рамках государственного задания FUUW-2022-0068 «Изучение изменений в экосистеме р. Северная Двина и в водоемах особо охраняемых природных территорий (ООПТ)

европейского северо-востока России в условиях климатических сукцессий и воздействия антропогенных факторов» (гос. Рег. № 122011800593-4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / ред. В. А. Абакумов. – Санкт-Петербург : Гидрометеоиздат, 1992. – 318 с.
2. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Санкт-Петербург : Гидрометеоиздат, 2003. – 55 с.
3. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. – Ростов-на-Дону : Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2016. – 104 с.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON AND WATER QUALITY CLASS OF LAKE KHOLMOVSKOYE (NORTH DVINA BASIN) IN SUMMER

Yu. V. Novikova

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk

The results of the analysis of the phytoplankton of Lake Kholmovskoye (Severnaya Dvina river basin) in summer were presented. The phytoplankton community was characterized by poor species composition. The absolute dominance of cyanoprokaryota *Anabaena lemmermannii* P. G. Richter, 1903 was revealed. When analyzing the indicator species and calculating the saprobity index, the waters of the lake were assigned class II of water quality, which characterizes them as “slightly polluted”.

Keywords: phytoplankton, microphytocenoses, *Anabaena lemmermannii*, lake water quality

СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССИНГА, ВОЗМОЖНОСТИ ЕЁ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А. П. Новоселов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск
e-mail: alexander.novoselov@rambler.ru

Ключевые слова: Европейский Север, пресноводная ихтиофауна, климатические и антропогенные факторы, хозяйственное использование рыб

Восточная часть европейского севера России включает Архангельскую область, Ненецкий автономный округ и Республику Коми и занимает огромную территорию. Все эволюционные преобразования в водных экосистемах региона определяются двумя глобальными факторами: природным (естественно-историческим) и антропогенным, вызванным хозяйственной деятельностью человека. В историческом аспекте наиболее важным фактором, определившим современный облик ихтиофауны в водоемах Палеоарктики, был природный (естественно – исторический). Он обусловил периодические колебания климата в северном полушарии, перестройки рельефа, гидросети региона, крупные колебания уровня океана, оледенения [1, 2, 3]. Природные факторы, кроме формирования филогенетических связей и путей расселения пресноводных рыб, оказали влияние на многие экологические и биологические стороны их жизни, в том числе и на изменение границ биотопов, определивших «экологические ниши» рыб в процессе онтогенеза [4].

За многолетний период наблюдений (с 1980 по 2015 гг.) среднегодовая температура воды в прибрежной зоне Печорского моря и в Байдарацкой губе показала тренд повышения температуры воды [5]. Это неизбежно сказалось на континентальных водоемах и привело к изменениям в составе пресноводной ихтиофауны. Прежде всего, активизировался процесс саморасселения южных видов в северный регион. Так, в бассейне Северной Двины появился ряд видов рыб (белоглазка, жерех, по отдельным сведениям – чехонь), которые здесь ранее никогда не встречались [6].

Климатические изменения на Европейской части России в послеледниковый период выражались в уменьшении общей водности, повышении температуры и последующем ее снижении. Под влиянием колебаний климата в фауне рыб происходили соответствующие изменения, имевшие часто локальный характер. Изучение остатков рыб из раскопок от древнейших палеолитических стоянок до городов средневековья свидетельствует о том, что воздействие климата на видовой состав ихтиофауны проявлялось не на всей территории Восточной Европы и Северной Азии, а лишь в отдельных регионах [7, 8, 9, 10, 11].

В среднем голоцене холодный и влажный бореальный климат сменился теплым атлантическим и суббореальным. В водоемах северной части европейской территории России в тот период обитали представители теплолюбивого комплекса [11]. Г.В. Никольский [7, 8], работая с раскопками неолитических стоянок на оз. Лача (в бассейне р. Онега), обнаружил среди 10 видов ископаемые остатки трех видов рыб, отсутствующих, по его мнению, в бассейне Белого моря в настоящее время. Это рыбы семейства карповых – синец (*Abramis ballerus*), жерех (*Aspius aspius*) и красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), которые относятся к типичным представителям средиземноморской фауны, обитающим в бассейнах Каспийского и Черного морей. Судя по ископаемым остаткам, синец и красноперка были широко распространены в бассейне Белого моря в неолите и являлись массовыми объектами добычи, жерех встречался единично. В бассейне реки Северной Двины (протока Кузнециха) в раскопках позднего неолита были найдены остатки леща (*Abramis brama*), щуки (*Esox lucius*) и окуня (*Perca fluviatilis*). Г. В. Никольским было обращено внимание на значительный удельный вес остатков ископаемого леща, что не соответствовало его доле в составе ихтиофауны Северной Двины в 30–40-х годах прошлого века [7, 8].

Проанализировав полученные материалы, Г. В. Никольский пришел к выводу, что ихтиофауна бассейна Белого моря в суббореальное, а возможно еще и в атлантическое время, была более теплолюбивой и содержала около 40% видов, в настоящее время здесь не встречающихся. Во время неолита в бассейне Белого моря водились такие теплолюбивые виды как синец, красноперка, жерех, сом, стерлядь, что было связано с более теплым климатом до конца суббореального времени. С похолоданием в субатлантический период эти виды, по мнению автора, исчезли

и сформировалась современная фауна в озерах и реках с преобладанием лососевых и сиговых рыб, при этом вымирание теплолюбивых форм произошло примерно на рубеже I и II тысячелетий до н.э. С мнением Г. В. Никольского был согласен Л. С. Берг, отмечавший, что названные южные рыбы могли проникнуть в бассейн Белого моря в одну из теплых послеледниковых эпох [7, 8; 12, 13]. На основании анализа этих сведений и полученных в результате раскопок собственных данных, Е. А. Цепкин приходит к заключению, что «...в хронологических рамках всего голоцена теплолюбивому комплексу рыб в бассейне реки Онеги был отведен только один период – суббореальный. Красноперка, жерех, синец, сом и стерлядь проникли в бассейн этой северной реки в самом конце атлантического – начале суббореального периода, и просуществовав здесь до конца II тысячелетия до н. э., исчезли вследствие похолодания в наступившем субатлантическом периоде» [11].

Можно согласиться с тем, что рыбы теплолюбивого комплекса распространились в бассейне Белого моря в конце атлантического – начале суббореального периодов. Однако постулат о том, что эти виды просуществовали здесь до конца II тысячелетия до н. э., а затем исчезли вследствие похолодания, и в настоящее время в рассматриваемом регионе не встречаются, вызывает возражение. По всей видимости, рыбы тепловодного комплекса, попав в период потепления в северные водоемы, все же постепенно приспособились к существующим условиям обитания. В силу этого, в период очередного похолодания в субатлантическом периоде адаптивные механизмы позволили отдельным популяциям этих видов сохраниться на отдельных участках ареала.

И сейчас, в условиях продолжающегося потепления, мы наблюдаем достаточно активное расширение их ареалов за пределы водоемов-рефугий. В настоящее время стерлядь широко распространена в бассейне р. Северной Двины, где обитает в реках Сухоне, Юге (с Лузой), Вычегде (с Сысолой), самой Двине и ее притоках (Емце, Ваге, Пинеге). В целях расширения ареала она была интродуцирована в реки Печору, Мезень, Онегу и Шую. Сейчас она часто встречается в Печорском и Онежском бассейнах, где ее численность лимитируется режимом естественного воспроизводства [14]. В дореволюционный период стерлядь занимала заметное место в промысле на Северной Двине и среднегодовые ее уловы составляли порядка 10 т [15], сейчас ее среднегодовой вылов находится примерно на том же уровне – 7–9 т. По имеющимся

нашем распоряжении материалам, синец присутствует в составе ихтиофауны 2 озер Онежского полуострова и еще до недавнего времени фигурировал в статистике вылова как промысловый вид в озерах Нюхчозеро и Пешозеро. По результатам кадастровых исследований, он отмечен также в ряде озер Сийской системы бассейна р. Северной Двины [16]. Отсутствие красноперки в составе ихтиофауны Северных водоемов отмечалось Л. С. Бергом [17] как характерная черта всей циркумполярной подобласти Голарктики. Однако во время проведения кадастровых исследований она была обнаружена нами в озерах Кенозерской группы. Обитающую в некоторых озерах Двинского бассейна популяцию красноперки Л. Н. Соловкина [18] относит к реликтовой форме. Жерех, как уже отмечалось выше, начал попадать в р. Северной Двине с конца 80-х годов, а с 1999 г. он начал регулярно отмечаться нами при проведении ихтиологических мониторинговых работ.

Не меньшие изменения в состав ихтиофауны региона вносят и антропогенные факторы. Практика показала, что любые виды хозяйственной деятельности непосредственно на водоемах, их берегах или площади водосбора, оказывают на водные экосистемы многофакторное негативное воздействие. При этом проявление экологических последствий не обязательно носит мгновенный характер. Как правило, происходит постепенное накопление отрицательных воздействий и переход к стадии неустойчивости водных экосистем. Это сопровождается ухудшением гидрологических и кормовых условий, изменением видового состава ихтиофауны, уменьшением численности ценных видов рыб и, в целом, снижением общей продуктивности водоемов. Дальнейшая антропогенная нагрузка может в конечном итоге привести к частичному или полному их разрушению. Экологические последствия, вызванные совокупным воздействием природных и антропогенных факторов, выражаются: а) непосредственной гибелью рыб при их изъятии из водоемов (промысел, любительское рыболовство); б) сукцессиями на популяционном и организменном уровнях, являющимися следствием изменения среды обитания.

Так, преднамеренная и спонтанная интродукция рыб, а также акклиматизация привели к тому, что на территории Республики Коми в течение последних нескольких десятилетий было зарегистрировано, по меньшей мере, 11 видов рыб, ранее не встречавшихся в водоемах региона или значительно расширивших свой ареал. Список рыб, обитающих в бассейне р.

Печора, пополнился шестью видами, в водоемах Вычегодского бассейна обнаружено 8 видов, ранее не встречавшихся на данной территории или расселившихся на новые, ранее нехарактерные для них участки [19].

Интенсивное загрязнение и нерациональное рыболовство привели к изменению структуры промысловых уловов. Так, за последние пол века вылов сиговых в Печорском бассейне снизился с 700 до 16 т, т.е. более чем в 40 раз. При этом и их доля в общем улове так же упала за этот период вдвое – а именно с 80% до 40%. В Северодвинском бассейне рыб лососево-сигового комплекса уменьшилась с 50% в 50–70-е годы прошлого столетия до 5% в 10-е годы нынешнего столетия. В то же время практически в обратной пропорции увеличилась доля карповых видов рыб. Т.е. в уловах произошло реальное перераспределение промысла с ценных видов рыб на менее ценные.

В качестве экологического прогноза на ближайшее будущее следует отметить: 1) продолжающееся хроническое загрязнение пресноводных экосистем всех крупных речных экосистем бассейнов Европейского севера; 2) дальнейшую депрессию рыб лососево-сигового комплекса, более требовательного к условиям окружающей среды; 3) Прогрессирование карповых и других частичковых видов рыб и замена более ценных видов на малоценные, расширяющие свое жизненное пространство в результате формирования более благоприятных условий для их воспроизводства. В этой связи, в условиях нестабильной экологической ситуации возникает необходимость в разработке и осуществлении комплекса мероприятий, направленных на стабилизацию уловов и развитие рыбного хозяйства на внутренних водоемах европейского севера России. При этом первоочередной задачей является улучшение экологической обстановки в регионе, что требует решения вопросов оперативно-биологического мониторинга и долгосрочного прогнозирования возможных экологических ситуаций.

Возможности хозяйственного использования рыбных ресурсов внутренних водоемов Архангельской области должны базироваться на интенсификационных мероприятиях, основанных на переходе от простых форм эксплуатации водоемов к культурным способам ведения рыбного хозяйства. Они включают: 1) Сиговодство, дающее возможность получать в определенных объемах рыбный продукт высокой пищевой ценности. Включает в себя развитие озерного и эстуарного сиговодства. Первое предусматривает форми-

рование на озерах полносистемных сиговых хозяйств с формированием собственных маточных стад. Второе – изучение и использование различных форм проходных сиговых рыб бассейнов крупных рек как объектов аквакультуры. 2) Разведение частичковых рыб, составляющих основу озерных и речных ихтиоценозов. Предусматривает формирование сети нерестово-выростных хозяйств (НВХ) на базе пойменных заливных водоемов полойного типа, а также создание управляемых хозяйств любительского рыболовства на базе малых озер (выращивание молоди щуки и леща в заводских условиях и зарыбление ими естественных водоемов). 3) Индустриальное выращивание рыб. Предусматривает расширение производственной базы существующего в области индустриального рыболовства и дальнейшее совершенствование биотехнологии тепловодного рыболовства на базе промышленных предприятий, включая садковое выращивание товарной форели в естественных водоемах. 4) Формирование агрогидробиоценозов позволяет комплексно, т.е. наиболее оптимально использовать природные ресурсы водоемов благодаря различным формам поликультур, используемых на малых озерах.

Намеченные пути интенсификации имеют реальную базу для дальнейшего развития и могут способствовать обеспечению населения Европейского севера России рыбной продукцией высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гросвальд, М. Г. Покровные ледники континентальных шельфов / М. Г. Гросвальд. – Москва : Наука, 1983. – 216 с.
2. Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы / Д. Д. Квасов. – Ленинград : Наука, 1975. – 278 с.
3. Черешнев, И. А. Состав ихтиофауны и особенности распространения пресноводных рыб в водоемах Северо-Востока СССР / И. А. Черешнев // Вопросы ихтиологии. – 1996. – Т. 30, вып. 5. – С. 836–844.
4. Никольский, Г. В. Экология рыб / Г. В. Никольский. – Москва : Высшая школа, 1974. – 367 с.
5. Long-term changes in the ichthyofauna of the Pechora Sea in response to ocean warming / A.V. Semuchin, A. P. Novoselov, V. S. Sherstkov, A. L. Levitsky, Y. V. Novikova // Polar biology. – Published online 04 Oktober 2018.
6. Новоселов, А. П. О появлении каспийских видов белоглазки *Abramis sapa* (Pallas, 1814) и жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) в бассейне

р. Северной Двины / А. П. Новоселов, И. И. Студенов // Вопросы ихтиологии. – 2002. – Т. 42. № 8. – С. 615–622.

7. Никольский, Г. В. Список рыб из неолита бассейна р. Онеги / Г. В. Никольский // Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы. – 1935. – Вып. 3. – С. 113–118.

8. Никольский, Г. В. К истории ихтиофауны бассейна Белого моря / Г. В. Никольский // Зоологический журнал. – 1943. – Т. 22, вып. 1. – С. 27–32.

9. Лебедев, В. Д. Пресноводная четвертичная ихтиофауна Европейской части СССР / В. Д. Лебедев. – Москва : Изд-во МГУ, 1960. – 402 с.

10. Цепкин, Е. А. Изменения промысловой фауны рыб континентальных водоемов Восточной Европы и Северной Азии в четвертичном периоде / Е. А. Цепкин // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Вып. 35, № 1. – С. 3–17.

11. Цепкин, Е. А. Ихтиофауна бассейна реки Онеги – четкий индикатор изменений климата в Голоцене / Е. А. Цепкин // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39, № 1. – С. 117–119.

12. Берг, Л. С. Рыбы из неолита бассейна р. Онеги / Л. С. Берг // Природа. – 1935. – № 9. – С. 82.

13. Берг, Л. С. О стерляди в бассейне Белого моря / Л. С. Берг // Природа. – 1945. – № 6. – С. 66.

14. Новоселов, А. П. К вопросу о распространении стерляди на Европейском северо-востоке и перспективах ее искусственного воспроизводства в бассейне р. Северной Двины / А. П. Новоселов // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера. – Петрозаводск, 1999. – С. 263–266.

15. Якобсон, Р. П. Рыболовство в Двинском бассейне в пределах Архангельской губернии / Р. П. Якобсон // Мат. к познан. русск. рыболовства. – 1915. – 43 с.

16. Козьмин, А. К. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области / А. К. Козьмин, В. В. Шатова. – Архангельск, 1997. – 79 с.

17. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Т. 1 / Л. С. Берг. – Москва : Изд-во АН СССР, 1948. – 466 с.

18. Соловкина, Л. Н. О находках серебрянного карася (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) и красноперки (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)) на европейском северо-востоке СССР / Л. Н. Соловкина // Вопросы ихтиологии. – 1969. – Т. 9, вып. 5. – С. 945–948.

19. Захаров, А. Б. Современные изменения рыбного населения крупных рек Европейского северо-востока России / А. Б. Захаров, Э. И. Бознак // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2011. – № 1. – С. 23–33.

**THE STATE OF THE ICHTHYOFAUNA OF
FRESHWATER ECOSYSTEMS OF THE EUROPEAN
NORTH OF RUSSIA IN THE CONDITIONS
OF CLIMATIC CHANGES AND ANTHROPOGENIC
PRESSURE, THE POSSIBILITY
OF ITS ECONOMIC USE**

A. P. Novoselov

*Federal State Budgetary Institution of Science Federal
Research Center for Comprehensive Study of the
Arctic. N. P. Laverov of the Ural branch of the Russian
Academy of Sciences, Arkhangelsk*

The article presents materials that determine the possible ways of development of the Arctic zone by representatives of thermophilic ichthyofauna. The authors have worked out and confirmed the hypothesis that the warm-water complex fish that lived in the White Sea basin in the subboreal period (sterlet blue bream, rudd, white-eye bream, asp) and were considered extinct during the subsequent cooling in the subatlantic period, adapted to the changed conditions, preserved in certain parts of the range and in limited numbers became part of the modern ichthyofauna. A set of measures has been developed aimed at stabilizing and improving fisheries in real-world conditions. They include the implementation of intensification measures based on the transition from simple forms of exploitation of reservoirs to cultural methods of fisheries management. These include: pig breeding, the organization of spawning and growing farms, the breeding of partial fish, industrial fish farming in the warm waters of industrial enterprises, as well as the formation of agrohydrobiocenoses.

Keywords: European North, freshwater ichthyofauna, climatic and anthropogenic factors, economic use of fish

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АРЕАЛА СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЕГО ВОЗМОЖНОГО ИЗМЕНЕНИЯ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА

Д. С. Орлов¹, Ф. И. Коренной², С. М. Малхазова¹

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

² ФГБУ Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»),
г. Владимир
e-mail: orlovds@list.ru

Ключевые слова: сибирская язва, моделирование ареала, метод экологических ниш (Maxent), Арктическая зона Российской Федерации, потепление климата

В настоящее время с глобальным потеплением климата связывают активизацию ряда инфекций и инвазий, особенно природноэндемичных заболеваний. В исследовании рассмотрено особо опасное зоонозное заболевание – сибирская язва. Для РФ сибирская язва до сих пор представляет серьезную проблему. Наличие очагов сибирской язвы характерно и для Арктического региона. Самая крупная вспышка в последнее десятилетие зафиксирована в ЯНАО на полуострове Ямал летом 2016 г. В результате контакта с больными животными сибирской язвой заразились 36 человек. Вспышку связывают с потеплением, которое способствовало оттаиванию вечной мерзлоты и активизации бактерии сибирской язвы в замерзших скотомогильниках [1, 2].

В связи с этим актуально построение потенциального ареала сибирской язвы в Арктической зоне РФ (АЗРФ), определение территории, где условия среды наиболее благоприятны для функционирования очагов инфекции, а также прогноз возможных изменений распространения заболевания в условиях меняющегося климата.

Моделирование потенциальных ареалов сибирской язвы в современном и будущем климате проведено с использованием техники экологических ниш (Maxent). Метод разработан с целью выявления территорий, наиболее пригодных для существования различных видов живых организмов. Он основан на сопоставлении данных об известных местах присутствия изучаемого объекта и условиях среды [3].

Для моделирования были использованы сведения о захоронениях животных, павших от сибирской язвы на исследуемой территории (выбраны субъекты РФ, полностью или частично входящие в АЗРФ) за период с 1882 по 2015 гг. База данных включает 357 захоронений.

В качестве объясняющих переменных были рассмотрены климатические данные с портала worldclim [4] по современному (1970–2000 гг.) и прогнозируемому климату на конец XXI в. (2081–2100 гг.). Использован набор из 19 биоклиматических факторов BIO_1 – BIO_19. Для исключения мультиколлинеарности все переменные были протестированы с помощью скрипта USDM в языке программирования R. В итоге климатические факторы представлены следующими показателями: 1) средняя годовая температура воздуха; 2) среднегодовое количество осадков; 3) минимальная средняя суточная температура воздуха; 4) максимальная средняя суточная температура воздуха; 5) годовая амплитуда средней суточной температуры воздуха; 6) средняя годовая сумма осадков, выпадающая при положительных температурах; 7) средняя годовая сумма осадков, выпадающая при отрицательных температурах.

Исходя из экологических особенностей возбудителя сибирской язвы рассмотрен более широкий набор природных факторов, включающий, кроме климатических, ландшафтные показатели, такие как вид и рН почвы, высота над ур. м., тип растительного покрова и др.

Выбрана климатическая модель INM-CM5.0 [5], как наиболее детально отражающая ситуацию на территории АЗРФ. Модель представлена в жёстком климатическом сценарии – SSP5-8.5. Таким образом, выполнялось моделирование ареала сибирской язвы как для текущих климатических условий, так и для прогностического климата.

Моделирование современного потенциального и прогнозного ареалов показало хорошую предсказательную способность модели ($AUC = 0.969 \pm 0.004$). Полученные карты пригодности, характеризующие вероятность выживания сибиреязвенных спор в данных физико-географических условиях приведены на рис. 1 для современных климатических условий и рис. 2 для прогностического климата. Карта на рис. 3 демонстрирует места статистически значимого повышения и снижения пригодности.

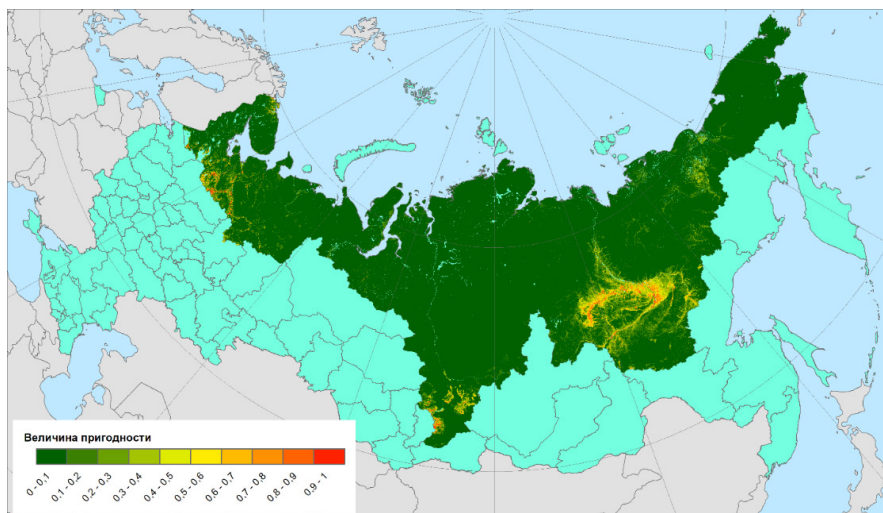


Рис. 1. Пригодность АЗРФ для функционирования очагов сибирской язвы в условиях современного климата.

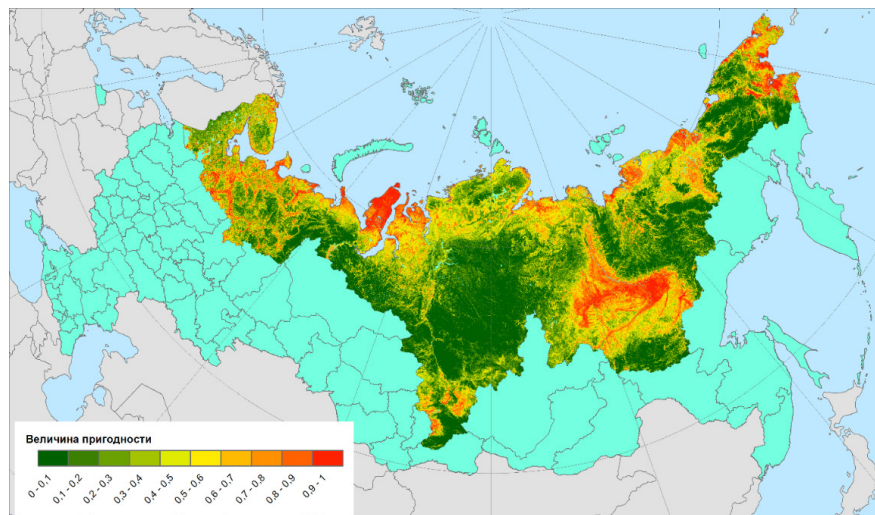


Рис. 2. Пригодность территории АЗРФ для функционирования очагов сибирской язвы в условиях прогнозного климата, конец XXI в.

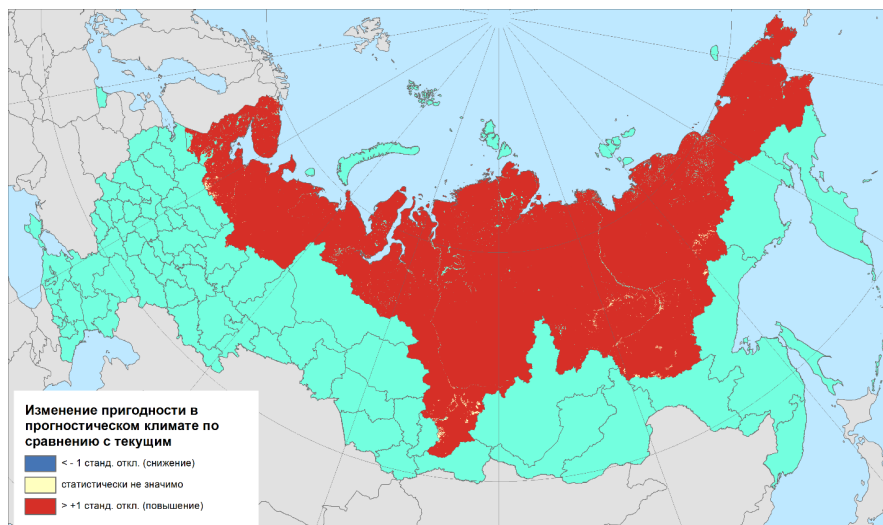


Рис. 3. Изменение пригодности территории АЗРФ в прогнозируемом климате по сравнению с современным.

В современных климатических условиях ареал сибирской язвы в границах АЗРФ в целом ограничен местами регистрации случаев инфекции в прошлом. К регионам с повышенной вероятностью возникновения вспышек относятся: южные районы Архангельской области и Республики Карелия, а также север Мурманской области; южные районы Красноярского края; территории Республики Саха (Якутия) вдоль р. Лена и в районе Колымской низменности (рис. 1). Наибольший вклад в модель вносят такие факторы как вид и рН почвы, средняя годовая температура воздуха и максимальная средняя суточная температура воздуха.

В условиях прогнозируемого изменения климата к 2100 г. потенциальный ареал СЯ значительно расширится, демонстрируя существенное повышение вероятности возникновения заболевания почти во всей АЗРФ. Можно особенно отметить значительное повышение пригодности на полуострове Ямал, в центральной Якутии и на Анадырской низменности. Повышение пригодности в наибольшей степени обусловлено повышением среднего значения годовой температуры воздуха и максимальной средней суточной температуры воздуха, что может привести к активному таянию вечной мерзлоты и активизации законсервированных почвенных очагов сибирской язвы.

Полученные результаты согласуются с литературными данными об особенностях экологии патогена и позволяют прогнозировать изменение эпидемической ситуации и границ ареалов инфекций в связи с меняющимися природными условиями.

Применение метода моделирования экологических ниш Maxent позволило построить потенциальный ареал сибирской язвы в современном климате; показать возможные пространственно-временные изменения в распространении инфекции к концу XXI и выявить факторы, в наибольшей степени влияющие на существование природных очагов сибирской язвы. К таким факторам относятся вид и рН почвы, средняя годовая температура воздуха и максимальная средняя суточная температура.

Данный подход может быть использован для медико-географического моделирования пространственно-временных изменений распространения различных природноочаговых болезней в условиях меняющегося климата.

Благодарности. Методическая часть работы выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 21-47-00016 «Новые и возвращающиеся природнообусловленные инфекционные заболевания в Китае и России: пространственно-временной анализ и оценка трансграничных рисков». Тематическая часть исследования проведена в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

1. Вспышка сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе в 2016 году. Эпидемиологические особенности / А. Ю. Попова [др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – Т. 4. – С. 42–46.
2. Climatic factors influencing the anthrax outbreak of 2016 in Siberia, Russia / E. Ezhova [et al.] // EcoHealth. – 2021. – № 18 (2). – P. 217–228. – doi: 10.1007/s10393-021-01549-5
3. Phillips, S. J. Maximum entropy modeling of species geographic distributions / S. J. Phillips, R. P. Anderson, R. E. Schapire // Ecological Modelling. – 2006. – Vol.190. – P. 231–259.
4. Fick, S. E. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas / S. E. Fick, R. J. Hijmans // Intern. J. Climatol. – 2017. – doi: 10.1002/joc.5086

5. Volodin, E. Simulation of observed climate changes in 1850–2014 with climate model INM-CM5 / E. Volodin, A.Gritsun // *Earth Syst. Dynam.* – 2018. – № 9. – P. 1235 Volodin E., Gritsun A. 1242.

**MODELING OF THE MODERN POTENTIAL RANGE
OF ANTHRAX IN THE ARCTIC ZONE OF THE
RUSSIAN FEDERATION AND FORECASTING ITS
POSSIBLE CHANGES DUE TO GLOBAL CLIMATE
WARMING**

D. S. Orlov¹, F. I. Korennoy², S. M. Malkhazova³

¹ *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

² *Federal State-Financed Institution «Federal Centre
for Animal Health», Vladimir*

³ *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Application of the method of ecological niche modeling (Maxent) made it possible to create a potential range of anthrax in the modern climate for the Arctic zone of Russia; to show possible spatial and temporal changes in the spread of infection by the end of the 21st century; to identify the factors that most influence the existence of natural foci of anthrax. These factors include the type and pH of the soil, the average annual air temperature and the maximum average daily temperature.

Keywords: anthrax, areal modeling, ecological niche approach (Maxent), Arctic zone of the Russian Federation, climate warming

ВЛИЯНИЕ СЕРПЕНТИНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЛАКОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А. Г. Петрова¹, М. В. Слуковская²

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск

²Лаборатория природоподобных технологий и техносферной безопасности
Арктики, Кольский научный центр РАН, г. Апатиты

e-mail: Petrova_anna93@mail.ru

Ключевые слова: вермикулит, серпентин, тяжелые металлы, Субарктика, ремедиация

Развитие горнодобывающей и перерабатывающей промышленности с высоким темпом технологического прогресса является причиной огромного количества выбросов загрязнителей (тяжелых металлов, ТМ) в атмосферу. Выбросы тяжелых металлов приводят к образованию нарушенных ландшафтов и активизации эрозии, заболачиваемости почв. Окружающая среда Крайнего Севера подвергается значительной антропогенной нагрузке, а также климатические условия для данных земель достаточно суровые, они обусловлены коротким вегетационным сезоном, низкими средними температурами воздуха летних месяцев, угнетение корневой системы и дефицитом минерального питания. Низкая скорость биологических циклов и длительный процесс регенерации северных экосистем является сильным лимитирующим фактором их самостоятельного восстановления. Наиболее важными являются импактные зоны, расположенные вблизи предприятий цветной металлургии, часто представляют собой техногенные пустыни, которые практически лишены растительности [1]. Особое внимание заслуживает техногенная пустошь на территории Мурманской области в районе действия Кольской горно-металлургической компании города Мончегорск.

Интенсивное развитие промышленности приводит к образованию огромного количества отходов. Одним из перспективных материалов для работ по ремедиации являются щелочные отходы горнодобывающей промышленности региона. Использование отходов позволяет снизить огромные затраты на материалы для восстановления больших по площади территорий,

а также утилизировать большое количество горнопромышленных отходов, что особенно актуально для техногенных пустошей в Мурманской области.

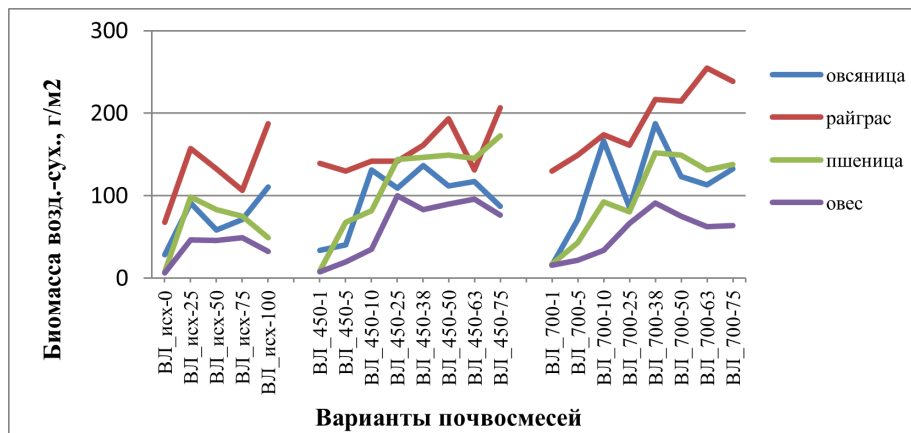
В связи с этим цель работы – оценка использования горнопромышленных отходов в качестве субстратов для фиторемедиации нарушенной и загрязнённой почвы техногенной пустоши.

Камеральный эксперимент по оценке влияния внесения серпентинсодержащих материалов на токсические свойства почвы, загрязненной Cu и Ni, был проведен на базе лаборатории кафедры ботаники и физиологии растений Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ). Торфяная почва с высоким содержанием подвижных фракций тяжелых металлов была отобрана с территории техногенной пустоши возле г. Мончегорск Мурманской обл. В качестве мелиоранта был использован зернистый продукт, полученный при обогащении вермикулит-лизардитовых отходов добычи флогопита (г. Ковдор. Мурманская обл.) [5]. Суммарное содержание вермикулита и лизардита в продукте составляет свыше 60%, в качестве примесей в нем также содержатся пироксены и оливины. Данные слоистые минералы обладают сорбционными, кислотонейтрализующими и мелиоративными свойствами, что позволяет использовать содержащие их материалы для снижения токсичности почв, загрязненных ТМ [3]. Обжиг зернистого продукта в муфельной или электрической модульно-спусковой печи приводит к вспучиванию вермикулита и повышению кислотонейтрализующих свойств лизардита, причем свойства обоих минералов меняются в зависимости от температуры обжига [4, 5]. В связи с этим, эксперимент включал три серии: с исходным зернистым продуктом (ВЛ_исх), а также продуктами, обожженными при 450 (ВЛ_450) и 700 °С (ВЛ_700). Продукты добавляли к техногенно загрязненной торфяной почве в соотношениях 25, 50 и 75% для серии ВЛ-исх, и 1, 5, 10, 25, 38, 50, 63 и 75% для серий ВЛ_450 и ВЛ_700.

Тест-объектами являлись злаки с разной устойчивостью к действию ТМ: овсяница красная (*Festuca rubra* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), овес посевной (*Avena sativa* L.) и пшеница обыкновенная (*Triticum aestivum* L.) [2, 6]. Лабораторные исследования проводились в мае-июле 2020 г. при естественном освещении: средняя освещенность в пасмурные дни составляла 6 клк, а в солнечные – 20 клк; температура воздуха – 18–22 °С. Растения выращивались при фотопериоде 18 часов, температуре 20–22 °С в контейнерах размером 108×82×115 мм с равным объемом субстрата (300 мл). Растения ежедневно поливались дистиллированной

водой из расчета 1:6 по объему. Длительность эксперимента составляла 36 дней.

Анализ воздушно-сухой надземной фитомассы показал, что вносимый минеральный материал оказывает положительный эффект на продуктивность всех изученных видов растений, причем биомасса растений увеличивалась по мере увеличения доли материала в почвосмеси (рис.). Биомасса растений определялась как видовыми особенностями, так и различной устойчивостью к ТМ. Биомасса райграса в серии с исходным материалом была максимальной в варианте без добавления торфяной почвы, а в сериях с термообработанным материалом при температуре 450 и 700 °С – при его доле 75 и 63%, соответственно. Для овсяницы красной максимальная биомасса отмечена в варианте с 38% долей минерального материала (136 г/м²), для овса посевного в варианте с 25% долей материала (100 г/м²), а для пшеницы – в варианте с 75% долей продукта (172.7 г/м²). В серии с материалом, обожженным при 700 °С, максимальная величина была для райграса пастбищного в варианте с 63% долей материала (254.5 г/м²).



Воздушно-сухая надземных органов.

Одним из важных физиологических параметров растений, служащим биоиндикатором стрессового воздействия, является соотношение между концентрациями хлорофилла (Chl) *a* и *b*. По истечении 36 дней эксперимента, нарушений функционирования фотосинтетического комплекса в листьях не выявлено. Максимальное содержание зеленых пигментов у райграса и овсяницы

отмечено в варианте с 50% долей минерального материала во всех сериях эксперимента. Так, у райграса в серии 1 количество Chl *a* увеличилось на 30% (0.81 мг/г), в серии 2 и 3 на 48 и 45% (от 0.90 до 0.92 мг/г), соответственно. У овсяницы содержание Chl *a* увеличилось на 42% в серии с 1, а в серии 2 и 3 на 54 и 46%, соответственно. Наиболее высокие содержания Chl *a* и *b* у пшеницы и овса отмечены при 75% доле минерального материала. Содержание Chl *b* в листьях у всех видов меньше, чем Chl *a*. Наблюдения показали, что изменение содержания Chl *a* в пределах 20% и Chl *b* – 40%, а также светособирающий комплекс (ССК) во всех вариантах опыта увеличивался, что связано с высоким уровнем затенения растений в опыте. Содержание каротиноидов (*car*) у пшеницы и овса в серии ВЛ_исх было выше на 15%, чем в сериях ВЛ_450 и ВЛ_700. У овсяницы и райграса, напротив, содержание *car* было на 25% (0.14 мг/г свежей массы) выше в сериях с термоактивированным материалом. По результатам проведенного регрессионного линейного анализа обнаружено, что значения биомассы и содержания пигментов незначимы, возможно так пигментный аппарат перераспределяет энергию на поддержание биомассы в условиях затемнения.

Эксперимент по изучению дробного внесения дробленого и термоактивированного зернистого вермикулит-лизардитового продукта, полученного при обогащении отходов добычи флогопита, в загрязненную торфяную почву импактной зоны медно-никелевого предприятия, показал, что уже внесение минерального материала в небольших концентрациях (около 25%) может ингибироваться содержанием макроэлементов (кальция, магния), а овсяница красная и райграс пастбищный способен накапливать Cu и Ni, и тормозить их миграции в экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробейчик, Е. Л. Воздействие точечных источников эмиссии поллютантов на наземные экосистемы: методология исследований, экспериментальные схемы, распространенные ошибки / Е. Л. Воробейчик, М. В. Козлов // Экология. – 2012. – № 2. – С. 83–91.
2. Игнатова, Г. А. Фитомелиоранты и их применение / Г. А. Игнатова // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 4 (73). – С. 25–28.
3. Ремедиация антропогенно-нарушенных территорий с использованием серпентинсодержащих отходов / М. В. Слуковская, И. П. Кременецкая, И. А. Мосендз [и др.] // Труды Кольского научного центра РАН. – 2018. – Т. 9, №. 6. – С. 45–51.

4. In Situ Control of Thermal Activation Conditions by Color for Serpentes with a High Iron Content / T. K. Ivanova, I. P. Kremenetskaya, A. I. Novikov, V. G. Semenov, A. G. Nikolaev, M.V. Slukovskaya // Materials. – 2021. – Vol. 14, № 21. – P. 6731. – doi: 10.3390/ma14216731

5. Vermiculite-lizardite ameliorants from mining waste / I. Kremenevskaya, S. Tereshchenko, S. Alekseeva, I. Mosendz, M. Slukovskaya, L. Ivanova, I. Mikhailova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 368, № 1. – P. 012027. – doi: 10.1088/1755-1315/368/1/012027

6. Remediation in conditions of an operating copper-nickel plant: results of perennial experiment / M. V. Slukovskaya, I. P. Kremenetskaya, L. A. Ivanova, T. N. Vasilieva // Non-ferrous Metals. – 2017. – P. 20–26.

**INFLUENCE OF SERPENT-CONTAINING
MATERIALS ON PHYSIOLOGICAL AND BIOMETRIC
PARAMETERS OF GRAINS UNDER CONDITIONS
OF EXTREME PEAT SOIL POLLUTION
WITH HEAVY METALS**

A. G. Petrova¹, M. V. Slukovskaya²

¹*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk*

²*Laboratory of nature-like technologies and technosphere
safety of the Arctic, Kola Science Center of the Russian
Academy of Sciences, Apatity*

The possibility of remediation of the soil of a technogenically polluted territory formed as a result of long-term exposure to emissions from copper-nickel production (Monchegorsk, Murmansk oblast) was studied. As an ameliorant, it was used with different contents of sorption active minerals (vermiculite and lizardite) obtained during the enrichment of phlogopite mining waste (Murmansk region). Analysis of the biomass and pigment apparatus showed that the addition of a minimum proportion of mineral material (25%) was already effective enough for remediation due to the addition of mineral materials.

Keywords: vermiculite, serpentine, heavy metals, Subarctic, remediation

О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ГИБЕЛИ МЕДВЕДЕЙ КАМЧАТКИ В 2022 г.

Т. И. Примак

Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанский институт географии (КФ ТИГ)
ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: primak05@list.ru

Ключевые слова: бурый медведь, болезни диких животных, Камчатка

В ноябре 2022 г. на Камчатке получила широкую огласку ситуация с повышенной смертностью бурых медведей в окрестностях Курильского озера в Южно-Камчатском заказнике (ЮКЗ). Сотрудники заказника сообщали о большем, чем в предыдущие годы, количестве встреченных мертвых животных без видимых повреждений, преимущественно молодых. Агентство по ветеринарии Камчатского края по результатам исследования пробы от одной молодой особи не озвучило в январе 2023 г. точные причины смерти «особей, умиравших на протяжении некоторого времени... гибель животных не носила массового характера... в пробе одного были найдены микоплазмы, часто встречающиеся у зайцев, которых большое количество в этом году...», также запланирован мониторинг по микоплазмозу [1, 2].

Причины гибели бурых медведей в естественной среде мало освещены в литературе, ведь большая часть естественной смертности диких животных остается незамеченной людьми из-за трудностей с обнаружением мертвых животных в природе, и определенный процент погибших животных остается неучтенным.

Желтухин А. С. [3] для Центрально-Лесного заповедника и прилегающих территорий за 47 лет наблюдений сообщает о четырех найденных мертвых медведях: в трех случаях причина – огнестрельное ранение, четвертый – причина не установлена.

Исследования в Иране в 2004–2019 гг. дают классификацию отмеченных ($n=135$) смертей бурого медведя по причинам: 2% ($n=3$) зарегистрированных смертей были вызваны естественными причинами – два случая болезни и один из-за внутривидовой конкуренции, в 14% случаев информация о причинах смерти отсутствовала, 84% смертей были вызваны антропогенными причинами (ранения, столкновения с транспортом) [4].

В Словении для периода 1998–2008 анализируется 927 случаев смерти бурых медведей: 3% смертей медведей от естественных причин, 16% в столкновениях с транспортными средствами, 77% – в результате охоты и вынужденных изъятий, и около 4% приходится на браконьерство и отлов с целью перемещения [5].

В популяции бурых медведей в Кантабрийских горах Испании исследование 25 погибших в 1998–2018 гг. медведей показывает, что основными причинами смерти являются травмы, не связанные с человеком, и инфекционные заболевания, главным образом клостридиоз или инфекционный собачий гепатит, у одного медведя была выявлена септицемия, у другого – новообразования в печени и протоках. А в Швеции ни одна гибель из 98 медведей не была связана с каким-либо инфекционным заболеванием. Авторы полагают, что причинами высокого инфекционного поражения кантабрийских медведей может быть ослабление иммунной системы, а также высокая степень циркуляции патогенов как в окружающей среде, так и у носителей инфекционного собачьего гепатита – волков или собак [6].

Клостридиозы – острые инфекционные заболевания человека и животных. Большинство видов клостридий постоянно живут в кишечнике, немногие патогенны для человека и животных. В период с 2000 г. по 2020 г., до пандемии новой коронавирусной инфекции, наблюдался повсеместный рост заболеваемости клостридиальной инфекцией среди людей [7]. Главной причиной возникновения клостридиозов является повышенный микробный фон вследствие нарушения санитарии или рациона, ослабления иммунитета. Если с клостридиозом не бороться, может начаться массовый падеж животных, смертность среди людей.

Септицемия – форма сепсиса, для которой характерны резко выраженная интоксикация организма, повышенная реактивность, отсутствие гнойных метастазов и молниеносное течение. При септицемии важным является факт быстрого гнилостного изменения трупa, который затрудняет доказательство прижизненного скопления микробов в сосудах [8]. Среди людей летальность от всех форм сепсиса в разных странах составляет от 17.5% до 46.3%, в Бразилии – до 64.5%. По данным ВОЗ, во всем мире ежегодно сепсис развивается более чем у 48 млн. человек, 20% умирают [9]. Сепсис у бурого медведя может развиваться вследствие нагноения ран, также источником могут быть внутренние воспаления, например, периостит с образованием гнойной полости в челюстях,

резорбцией костной ткани (встречается у 2,5% медведей) и возможным проникновением патогенов в кровь. Глубокий кариес с возможным последующим переходом в периодонтит-периостит встречается у 16,3% медведей Камчатки [10].

Инфекционный гепатит собачьих питомниках иногда охватывает до 75% собак и сопровождается высокой летальностью (35% и более). Заражение происходит через корм и воду [11].

В исследовании 231 пробы, собранной в период 1993–2014 гг. на Пиренейском полуострове, гемотропные микоплазмы различных видов обнаружены у волка, лисицы, барсука, куницы, ласки, дикой кошки. Это исследование подтверждает широко распространенный характер и высокое генетическое разнообразие инфекции у плотоядных [12].

Хотя имеются сообщения об выделении микоплазм у диких плотоядных животных, лишь в немногих случаях отмечается их причастность к заболеванию. В первом масштабном обзоре [13] по микоплазмозу среди диких животных указывают на то, что микоплазмозы являются *новыми* заболеваниями для многих популяций диких животных: львов, пум, рысей, тигров и гепардов, енотов и диких жвачных, рептилий, и подчеркивают настоятельную необходимость усиления эпиднадзора за микоплазмой в дикой природе и борьбы с ней. Предыдущая догма о том, строгой специфичности микоплазм к хозяину, должна быть пересмотрена в свете новых результатов. Также приводятся список видов микоплазм, имеющих зоонозное значение, и выделенных у слонов, приматов, диких крыс, толсторогов, львов, сервалов, тигров, морских млекопитающих, ястреба-тетеревятника.

В России об отсутствии инфекционных заболеваний у медведей Якутии писали И. И. Мордосов и Н. П. Прокопьев, а в Восточном Забайкалье Е.Б. Самойлов упоминает о случаях бешенства, токсокароза и стронгилидоза, при поражении которым нервной системы могут наблюдаться признаки признаки менингита, в тяжёлых случаях – коматозное состояние [14].

Основная информация по состоянию территорий Южно-Камчатского заказника (ЮКЗ) (находящегося под управлением ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»), данные по мониторингу животных и отчеты о проведенных работах содержатся в официальных ежегодных научных отчетах «Летопись природы Кроноцкого государственного заповедника» [15]. Данные о смертности медведей показаны в таблице.

Таблица

Смертность бурого медведя в Южно-Камчатском заказнике в 2010–2020 гг.

Годы	Количество мертвых медведей	Примечания
2010–2011	–	–
2012	1	Мертвый медвежонок в стадии разложения
2013–2019	–	–
2020	–	Хотя останки встречались на популярных туристских маршрутах Курильского озера (наблюдения автора)

В 2012 г. по численность популяции бурого медведя на территории ЮКЗ определена в 945 особей, а в 2017 г. – 990 особей. В 2020 г. сообщается об уменьшении числа встреченных семейных групп почти наполовину по сравнению с 2019 г. Однако учеты в 2020 г. проводились лишь четыре дня, ситуация с кормами была неоднозначная, что могло внести коррективы в данные. «Летопись природы» за 2021–2022 гг. пока не доступна, но численность популяции бурого медведя Южно-Камчатского заказника была, видимо, на уровне предыдущих лет. Поскольку в 2022 г. число медведей резко сократилось почти вдвое к предыдущим оценкам (личное сообщение начальника Управления госохотнадзора В. Н. Гордиенко).

Что касается найденного в пробе медведя с Курильского озера микоплазмоза, то он (часто ассоциированный с возбудителями других инфекций) встречается не только у зайцев, но и у серебристо-черных лисиц, кошек, собак и птиц, крупного рогатого скота, свиней, кроликов [16]. Численность зайцев на Камчатке циклична, пики делятся от 2–3 до 4–5 лет, очередной пик численности приходится на 2019–2022 гг. [17]. Но не только зайцами, микоплазмы также быстро распространяются птицами [18].

На Камчатке случаи естественной смертности медведей не анализируются: Управление государственного охотничьего надзора ежегодно регистрирует число медведей, изъятых в процессе охоты, вынужденных изъятий и случаи столкновений с транспортом. Хотя, например, в мае 2022 г. в Акте вынужденного изъятия описан явно очень больной молодой медведь: общее истощение, потеря ~20% шерсти, гнойные раны в области щек, выделения из носа, бледный язык; при вскрытии обнаружены бляшки в нижних долях легких, частичная потеря зрения.

Естественную смертность бурых медведей трудно обнаружить и, следовательно, оценить. Само определение «вызванная человеком» требует уточнения – ведь распространение заболеваний, связанных с хозяйственной деятельностью человека, потепление климата, усугубляемое антропогенными выбросами, деградация среды обитания, а также ухудшение кормовой базы (чрезмерный вылов лососей) также можно отнести к причинам болезней и смертности, вызванной человеком.

Анализ данных из «Летописей природы» за 2010–2020 гг. не дает картины смертности и ее возможных причин среди медведей в окрестностях Курильского озера. Хотя в 2020–2022 гг. в соцсетях сотрудников ООПТ и СМИ есть несколько сообщений о повышенном уровне каннибализма, снижении количества медведей и медвежат в выводках, нехватке рыбы. Снижение численности медведей в конкретном районе может быть также вызвано миграциями или сезонностью, необнаруженной смертностью из-за ухудшения кормовой базы [19].

Необходим ежегодный санитарный контроль местности и расширенный анализ проб от всех найденных погибших медведей и других видов животных, поскольку в литературе описаны случаи обнаружения бруцеллеза у бурого медведя [20], который в Камчатском крае не регистрируется с 1967 г., а сибирская язва – с 1974 г. Но активизировались природные очаги других зоонозных инфекций – с 2010 г. отмечен рост (до 27%) обнаружения в пробах мелких млекопитающих возбудителей и иксодовых клещей туляремии, лептоспироза и др. Вероятным объяснением этого роста может служить значительное потепление климата, регистрируемое на Камчатке с 2006 г. [21, 22]. Однако в настоящее время мониторинг опасных болезней человека и животных сокращен из-за финансирования: например, соболей исследуют только на туляремию и только в количестве 60 проб со всего Камчатского края.

Сложная картина причин смертности и факторов, которые могут влиять на выживание бурого медведя требует комплексной оценки масштабов, увеличения ряда наблюдений, включения дополнительных территорий, видов животных и методов исследований. Список видов опасных инфекционных природно-очаговых заболеваний, выявленных в период 1961–2023 гг. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае» – порядка двадцати. Для мониторинга здоровья камчатских медведей и

выявления причин их «повышенной» смертности, можно выбрать несколько наиболее релевантных: арбовирусные инфекции, риккетсиозы, туляремию, лептоспирозы, листериоз, сибирскую язву, бешенство, хантавирусы, гранулоцитарный анаплазмоз, эрлихиоз, пироплазмоз, инфекционный клещевой боррелиоз [23]. Тщательный сбор информации обо всех погибших животных на ООПТ поможет составить объективную картину смертности. Также стоит более детально исследовать состояние кормовой базы не только животного, но и растительного происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артем Никитин медведи на Курильском озере [Электронный ресурс] // Официальный ресурс Правительства Камчатского края. – Режим доступа: <https://youtu.be/6Th-d46r3-k> (дата обращения 12.03.2023).
2. Мониторинговое исследование бурых медведей проведут на Камчатке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamgov.ru/omr/news/monitoringovoe-issledovanie-buryh-medvedej-provedut-na-kamcatke-58903> (дата обращения 12.03.2023).
3. Желтухин, А.С. Основные причины гибели животных в природной среде // Научные исследования и экологический мониторинг на особо охраняемых природных территориях России и сопредельных стран: сборник конференции Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2022. – С. 440–448.
4. Characteristics of natural and anthropogenic mortality of an endangered brown bear population [Электронный ресурс] / D. Nayeri [et al.] // Journal for Nature Conservation. – Vol. 70. – 2022. – P. 126288. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126288> (дата обращения 12.03.2023).
5. Krofel, M. Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population / M. Krofel, M. Jonozovic, K. Jerina // Ursus. – 2012. – № 23 (1). – P. 91–103.
6. Mortality Causes in Free-Ranging Eurasian Brown Bears (*Ursus arctos arctos*) in Spain 1998–2018 / A. Balseiro [et al.] // Animals. – 2020. – № 10. – P. 1538. – doi: 10.3390/ani10091538
7. Клостридиальная инфекция: диагностика, лечение и профилактика. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов, Научного общества гастроэнтерологов России, Общества гастроэнтерологов и гепатологов «Северо-запад» [Электронный ресурс] / О. М. Драпкина [и др.] – 2022. – 41 с. – Режим доступа: <https://www.rnmot.ru/public/uploads/RNMOT/clinical/2022/ФИНАЛЬНЫЕ%20КЛИНИЧЕСКИЕ%20РЕКОМЕНДАЦИИ%20Клостридиальная%20инфекция%209112022.pdf> (дата обращения 18.03.2023).

8. Харин, Г. М. Диагностика сепсиса в прозекторской практике / Г. М. Харин, А. З. Шакирова // Казанский медицинский журнал. – 2006. – Том 87, № 4. – С. 304–308.
9. Гоманова, Л. И. Сепсис в XXI веке: этиология, факторы риска, эпидемиологические особенности, осложнения, профилактика / Л. И. Гоманова, А. Ю. Бражников // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2021. – № 20 (3). – С. 107–117. – doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-3-107-117
10. Примак, Т. И. К одонтологической характеристике бурого медведя Камчатки / Т. И. Примак, В. В. Жаков, П. П. Снегур // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : материалы XXII международной научной конференции. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2021. – С. 61–65.
11. Инфекционный гепатит у собак [Электронный ресурс] // Ветеринарная служба Владимирской области. – Режим доступа: <https://vetvo.ru/infekcionnyj-gepatit-u-sobak.html> (дата обращения 14.03.2023).
12. High diversity of hemotropic mycoplasmas in Iberian wild carnivores / J. Millána [et al.] // Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. – 2018. – № 60. – P. 11–16. Doi: 10.1016/j.cimid.2018.09.007
13. Mycoplasmosis in wildlife: a review / T. G. Sumithra [et al.] // European Journal of Wildlife Research. – 2013. – № 59. – P. 769–781. – DOI: 10.1007/s10344-013-0769-9
14. Смирнов, М. Н. Бурый медведь в Центральной Сибири (образ жизни, поведенческая экология) : монография / М. Н. Смирнов. – Красноярск : Поликом, 2017. – 292 с.
15. Летопись природы Кроноцкого заповедника, 2010–2020.
16. Красиков, А. П. Микоплазмозы человека и животных и их эпидемиологическое и эпизоотологическое значение: Монография / А. П. Красиков, Н. В. Рудаков. – Омск : Омский научный вестник, 2015. – 717 с.
17. Валенцев, А. С. Заяц-беляк в Камчатском крае – местообитания, цикличность динамики численности и добыча / А. С. Валенцев, Т. И. Примак. – 2023, в печати.
18. Field manual of wildlife diseases: general field procedures and diseases of birds / Biological Resources Division. p. cm. // Information and technology report. – 1999. – № 1. – P. 115–119.
19. Лососевая путина – 2022: давно на Камчатке не отмечали таких цифр [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.fishnet.ru/news/promysel_i_pererabotka/lososevaya-putina-2022-davno-na-kamchatke-otmechali-takih-cifr-video/ (дата обращения 04.02.2023).
20. Забродин, В. А. Материалы о некоторых болезнях диких северных оленей таймырской популяции / В. А. Забродин // Дикий северный олень в СССР. – Москва : Сов. Россия, 1975 – С. 121–128.

21. Смирнов, А. Ю. К вопросу активности природных очагов инфекций на территории Камчатского края в последние годы / А. Ю. Смирнов, А. С. Валенцев, С. Г. Орешкина // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 8. – С. 47–50.

22. Вошук, Л. В. Динамика изменчивости метеорологических условий за последние годы на полуострове Камчатка. ВКР. Российский государственный гидрометеорологический университет [Электронный ресурс] / Л. В. Вошук. – Туапсе, 2023. – Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_5452c6278f534db386c6582efdalac43.pdf (дата обращения 18.03.2023).

23. Смирнов, А. Ю. Современная ситуация по зоонозным инфекциям в Камчатском крае. Справка, 2022. Фонды ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае».

POSSIBLE CAUSES OF KAMCHATKA BEARS MORTALITY IN 2022

T. I. Primak

*Kamchatka Branch of Pacific Geographycal Institute
(KB PGI) FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky*

The paper refferes diseases of brown bears and wildlife at all, possible causes of brown bears mortality in Kamchatka. Also, the experience of other countries is examined. It contains monitoring recommendations either.

Keywords: brown bear, wildlife diseases, Kamchatka

ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА В ОЗЕРНЫХ ВОДАХ г. ЯКУТСК

А. А. Руфова

Государственное бюджетное учреждение Академия наук
Республики Саха (Якутия), г. Якутск

e-mail: alenaruf@inbox.ru

Ключевые слова: озерные экосистемы, городские озера, интегральный показатель, взвешенные вещества

Озера, как в природных ландшафтах, так и в пределах селитебных территорий выполняют множество экологических функций, таких как регулирование и хранение воды, улучшение качества воды, обеспечение среды обитания для животных, регулирование местного климата и обеспечение людей питьевой водой и пищей [1]. Во всем мире, особенно в развивающихся странах, из-за урбанизации, роста населения и промышленного развития огромное экологическое давление оказывается на водную среду озер, что приводит к ее загрязнению и ухудшению экологических функций. Эти процессы с развитием техногенного воздействия закономерно ухудшают качество городских озерных экосистем и на территории столицы одного из самых крупных регионов РФ – г. Якутска, где городские озера подвергаются сильному заилению, зарастанию и обмелению, что вызывает необходимость организации постоянного мониторинга за качеством гидрохимического состава озерных экосистем [2–4]. При этом их исследование и изучение необходимо основывать на интегральных показателях. Одним из таких комплексных индикаторов загрязнения поверхностных вод являются взвешенные вещества.

Взвешенные вещества – это один из уникальных интегральных показателей состояния поверхностных вод, которые находятся в воде в твёрдом состоянии и включают в себя глиняные частички, песок, ил, суспендированные частицы, имеющие органическое и неорганическое происхождение.

На сегодняшний день накопилось достаточное количество достоверного и фактического материала для анализа изменения взвешенных веществ в озерных водах г. Якутск, которая будет являться основой для разработки ретроспективного и комплексного анализа гидрохимического состояния в целом. В настоящей работе

приведено описание динамики изменения взвешенных веществ состава наиболее крупных озер г. Якутска, позволяющая оценить эколого-геохимическое состояние и «ценность» каждого водоема.

Объектом исследования послужили озера, расположенные в пределах селитебной территории города Якутск – Белое, Хатынг-Юрях, Ытык-Кюель, Сергелях и Сайсары, которые имеют природное старичное происхождение, отличаются разной антропогенной нагрузкой в зависимости от местоположения водоема на территории города.

С 2014 по 2021 гг. проведено гидрохимическое опробование в летний период времени с мая по сентябрь с отбором проб раз в месяц в первую его декаду. Всего отобрано 125 проб поверхностных озерных вод.

Химико-аналитические работы проводились в лабораториях НИИПЭС СВФУ им. М. К. Аммосова и ИГАБМ СО РАН. Оценка состояния водоемов по гидрохимическому составу проведена с использованием классификации О. А. Алекина.

Карта-схема фактического опробования построена с помощью программы SAS. Планета 201212.10106 Stable и MC Paint 3D. Схемы, диаграммы, графики сделаны в программе MS Excel. Описательная статистика выполнена в программе Statistica 10.

Озера города Якутск характеризуются преимущественно гидрокарбонатно-натриевым составом, повышенной минерализацией и умеренно-жесткой водой (табл. 1).

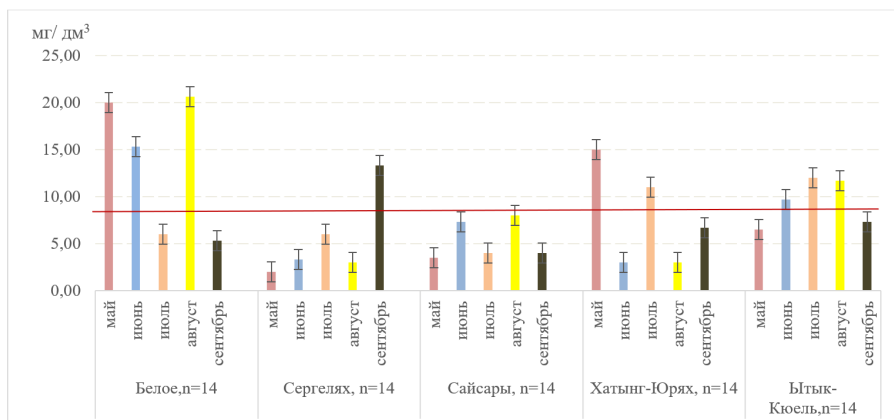
Таблица 1

Усредненная характеристика интегральных показателей и органического загрязнения озерных вод г. Якутск

Показатель, ед. изм.	Количество проб, n	Белое n=52	Хатынг- Юрях n=52	Ытык- Кюель n=52	Сергелях n=52	Сайсары n=52	Среднее геометрическое/ max-min	$\frac{ПДККб}{*K_{пдк}}$
pH	51	8.27	7.81	7.93	7.91	8.09	$\frac{7.99}{9.40-6.35}$	-
Жесткость, мг-экв/л	52	3.78	5.69	2.76	3.06	3.69	$\frac{3.27}{25.12-1.50}$	$\frac{7.00}{0.47}$
Минерализация, мг/дм ³	52	545.83	403.87	298.66	301.86	441.47	$\frac{306.32}{1058.04-137.21}$	$\frac{1000}{0.31}$
Взвешенные вещества, мг/ дм ³	70	16.18	21.00	15.22	6.62	6.29	$\frac{9.73}{597.40-24.40}$	$\frac{0.75}{12.97}$

В целом для озерных вод суммарный объем катионов составляет 93.37 мг/дм^3 , основной вклад вносит Na^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} . Сумма анионов составляет 243.30 мг/дм^3 с доминированием HCO_3^- и Cl^- . Колебания гидрохимических показателей, в том числе HCO_3^- и Cl^- в значительной степени связаны с проточностью городских озер.

Оценка состояния взвешенных веществ в озерах г. Якутска приведена на основании анализа изменений содержания взвешенных веществ за теплый период времени (рис. 1). На вариации содержания взвешенных веществ влияют различные факторы: смена сезонов года, поступление сточных вод с поверхности, таяние снега, запыленность территории. Среднее геометрическое значение содержания взвешенных веществ, которое можно принять за условно фоновое, равно 8.23 мг/дм^3 , что значительно выше существующих ПДК для водных объектов культурно-бытового назначения. Согласно СанПиН в водных объектах рыбохозяйственного значения при содержании в межень более 30 мг/дм^3 природных взвешенных веществ допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%. Наиболее высокое содержание взвешенных веществ обнаружено в озерах Белое, Сайсары и Хатынг-Юрях.



Условные обозначения:

— среднее содержание взвешенных веществ в озерных водах г. Якутска

Рис. 1. Динамика изменения содержания взвешенных веществ в воде озер г. Якутск за теплый период времени.

Изменения содержания взвешенных веществ в каждом озере носит индивидуальный характер, но ни в одном водоеме колебания значений не носили линейный характер. Это значит, что нарушены природные закономерности, когда, например, относительно высокие содержания взвешенных веществ фиксируются в период весенне-летнего и осеннего половодья, а далее наблюдается закономерный спад.

В таблице 2 приведена система уравнений, позволяющая описывать вариации содержания взвешенного вещества в исследуемых озерных водах в теплый период времени. Функции основного тренда относятся к полиномиальному типу распределения, который не меняется на всех исследуемых площадках. На основе анализа величины достоверности аппроксимации выявлены трансформационные изменения гидрохимического режима озерных вод.

Таблица 2

Критерии состояния озерных вод по характеру содержания взвешенных веществ на основе метода экспоненциального сглаживания [5]

Название озера, количество проб (n)	Функция основного тренда, величина достоверности аппроксимации (R)	Состояния водоема по характеру содержания взвешенных веществ
Ытык-Кюель, n=14	$y = -1.2619x^2 + 7.9381x - 0,5$	Слабая трансформация, условия близкие к природным
	$R^2 = 0.9592$	
Сергелях, n=14	$y = 0.881x^2 - 3.0524x + 5$	Средняя трансформация
	$R^2 = 0.7163$	
Хатынг-Юрях, n=14	$y = 1.0952x^2 - 8.2381x + 20.4$	Сильная трансформация
	$R^2 = 0.4073$	
Сайсары, n=14	$y = -0.5952x^2 + 3.7381x + 0.7$	Сильная трансформация
	$R^2 = 0.2906$	
Белое, n=14	$y = 0.1905x^2 - 3.5429x + 22$	Сильная трансформация
	$R^2 = 0.2642$	

Прослеживается зависимость содержания взвешенных веществ от концентрации общего железа, описываемая полиномиальной функцией (рис. 2).

Основными поллютантами, осложняющими эколого-геохимическое состояния озерных вод Якутска, являются высокое содержание взвешенных веществ. В наиболее крупных озерах г.

Якутска выявлено загрязнение вод, характеризующееся аномально высокими содержаниями взвешенных веществ (превышение ПДК_{кб} от 8 до 20 раз на всех исследуемых площадках), что соответствует сильному загрязнению с высоким риском.

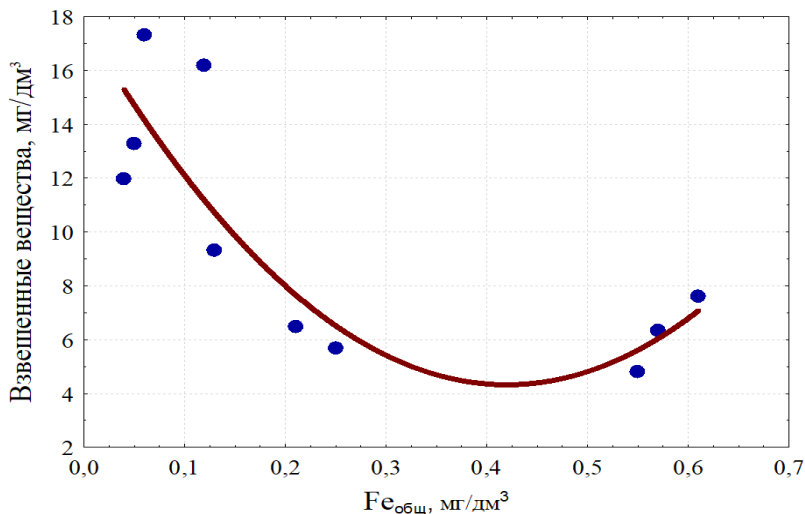


Рис. 2. Зависимость содержания взвешенных веществ и общего железа в озерных водах г. Якутск.

Приведенные примеры показывают, что даже предварительный анализ имеющихся результатов наблюдений озерных вод позволяет установить тенденции изменения качества воды. Дальнейший анализ и статистическая обработка рядов наблюдений гидрологических и гидрохимических характеристик позволит дать более точную оценку тенденций изменения качества воды, роли различных факторов и выполнить прогноз на ближайшую перспективу.

Воды изученных озер преимущественно гидрокарбонатно-натриевые с повышенной минерализацией, по величине общей жесткости – умеренно-жесткие. В суммарный объем ионного состава воды основной вклад вносят Na^+ и Ca^{2+} , HCO_3^- и Cl^- . Отмечены повышенные концентрации взвешенных веществ.

Выводы сделаны на основе многолетних исследований, в результате проведенной описательной статистики рассчитаны средние значения основных показателей качества озерных вод, в

частности взвешенных веществ, городских территорий, которые могут быть основой для дальнейшего гидрогеохимического мониторинга поверхностных вод г. Якутск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров, В. Н. Экогеохимия городских озер Якутска / В. Н. Макаров, А. Л. Седельникова. – Якутск : ИМЗ, 2016. – 207 с.
2. Габышев, В. А. К изучению влияния тяжелых металлов на развитие фитопланктона озер г. Якутска и окрестностей / В. А. Габышев, О. И. Габышева // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2020. – № 25 (4). – С. 81–91.
3. Легостаева, Я. Б. Анализ гидрохимического режима наиболее крупных озер г. Якутск / Я. Б. Легостаева, А. А. Руfoва // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2022. – № 27 (4). – С. 572–591.
4. Occurrence, Distribution and Ecological Risk Assessment of Contaminants in Baiyangdian Lake / S. He [et al.]. – Water. – 2022. – №14. – P. 33–52.
5. Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы прогнозирования / Ю. П. Лукашин. – Москва : Статистика, 1979. – 254 с.

SUSPENDED SUBSTANCES IN LAKE YAKUTSK

A.A. Rufova

*Academy of Sciences of the Republic of Sakha
(Yakutia), Yakutsk*

The analysis of the hydrochemical regime of lakes in the Yakutsk was carried out on the basis the integral indicator of suspended solids. The largest lakes were investigated – Beloe, Khatyng-Yuryakh, Ytyk-Kyuul, Sergelyakh, Saysary. The studied lakes are predominantly bicarbonate-sodium with high mineralization and moderately hard water. The main contribution to the total volume of cations is made by Na^+ and Ca^{2+} , HCO_3^- and Cl^- anions. The average value of suspended solids is much higher than the existing MCL, the change in their content in each lake is individual, the highest was found in lakes Beloe, Saysary and Khatyng-Yuryakh.

Keywords: lake ecosystems, urban lakes, integral indicator, suspended solids

МОНИТОРИНГ ПАТОГЕННЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ПОСАДКАХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИИ

О. В. Синкевич¹, С. Н. Лябзина^{1,2}

¹Карельский филиал ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск

²ФГБУ ВО «Петрозаводский госуниверситет», г. Петрозаводск

e-mail: ovbio@mail.ru

Ключевые слова: земляника садовая, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Phytophthora*

В последнее время в Республике Карелия активно возделывают землянику садовую *Fragaria × ananassa* на фермерских хозяйствах и сегодня число таких хозяйств насчитывает более пятидесяти. Изначально для предприятий приобреталась frigo-рассады класса А, полученная из Нидерландов, в настоящее время саженцы закупают как импортного, так и отечественного производства.

Мониторинг за возделываемой культурой земляники должен осуществляться постоянно. Наряду, с другим посадочным материалом, эта культура может являться источником ряда опасных болезней, которые значительно снижают качество урожая, но поражают другие плодово-ягодные и декоративные растения. Ранее на землянике наиболее часто отмечали серую гниль, мучнистую росу, белую и бурую пятнистостью листьев [1].

Обследование посадок земляники, проводимое в рамках мониторинга Североморским управлением Россельхознадзора, показало увеличение ряда числа видов грибных фитопатогенов. Исследованию подвергались фермерские хозяйства Прионежского, Пряжинского, Олонецкого и Питкярантского районов в течение 2019–2022 гг. Сбор материала проводился в два периода вегетации растения: начало бутонизации и массового плодоношения.

Используя метод влажной камеры на растениях земляники садовой подтверждено наличие грибов *Fusarium oxysporum* Schldl., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link и псевдогриба *Phytophthora cactorum* ((Lib. et Cohn) Schroet). Выявленные патогены способные нанести значительный ущерб в хозяйствах не только производству земляники, но и другим культурным растениям.

Псевдогриб *P. cactorum* у земляники поражает корневую систему и надземную часть растения (рис. 1). Явно выраженных

симптомов от воздействия фитофторы *P. cactorum* не проявляется. Отмечено потемнение сосудов на некоторых участках прикорневой части рожка. Этот микроорганизм обладает очень широкой вариабельностью, позволяющей ему паразитировать на плодовых, овощных, цветочных культурах, картофеле и многих сорных растениях [6].



Рис. 1. Пораженное растения земляники садовой и зооспора *Phytophthora cactorum*.

Кладоспориум *C. herbarum* также встречается на широком спектре культурных растений, вызывая поражение наземных органов. Листья земляники, подвергшиеся кладоспориуму, покрываются красно-бурыми округлыми пятнами, светлыми в центре и темными по краю (рис. 2). Далее в местах расположения спор образуются черные подушечки спор. Сильное развитие болезни способствует преждевременному отмиранию листьев, раньше положенного срока, угнетанию закладки цветоносов и резкому снижению урожайности. Нетипичное жаркое лето и достаточное количество осадков может вызвать эпифитотичное развитие бурой пятнистости, вызванное *C. herbarum*.

Фузариум *F. oxysporum* обладает широкой филогенетической специализацией, кроме земляники садовой может поражать зерновые культуры, свеклу, томат, картофель и ряд других сельскохозяйственных культур. В растение он проникает через корни, развиваясь, выделяет большое количество токсических

веществ, приводящих к отмиранию сосудов. Потери от фузариозного увядания могут составлять 50% урожая ягод и розеток.



Рис. 2. Симптомы поражения *Cladosporium herbarum* на листьях земляники садовой.

Первые признаки увядания проявляются в виде некрозов по краям листьев и слабого подвядания пораженных долей листа. Черешки и листья постепенно буреют, затем становятся темно-коричневыми и отмирают (рис. 3). На пораженной поверхности можно наблюдать капли экссудата.

Розетка листьев куста разваливается, а большие кусты прижимаются к земле (садятся). У больных растений после этого все листья теряют тургор и поникают. Гибель растения наступает через 1,5 месяца после появления первых признаков. Увядание растений чаще замечается с фазы налива и созревания ягод, т. е. в период повышенной потребности растений в воде и питательных веществах.

Другие патогены земляники – серая гниль, белая и бурая пятнистость, также обильно встречаются на полях фермерских хозяйствах.



Рис. 3. Симптомы поражения *Fusarium oxysporum* на усиках земляники садовой.

Серая гниль (возбудитель *Botrytis cinerea* de Bary Whetzel) – развивается практически всех вегетативных органах растений: ягоды, листья, бутоны, цветки, плодоножки, завязи и соцветия. Развитию серой гнили способствует обилие сорняков и бессменная культура земляники [1].

Белая пятнистость (возбудитель *Ramularia tulasnei*) – повсеместно распространенное и вредоносное заболевание. Оно поражает листья, черешки, цветоножки и плодоножки растения. Наиболее массовое проявление белой пятнистости наблюдается в первую половину вегетации. Зимует инфекция в растительных остатках [3].

Одно из основных заболеваний земляники на фермерских хозяйствах – это бурая пятнистость (возбудитель гриб *Marssonina petontillae*). Болезнь поражает листья, черешки листьев, цветоносы и усы. Распространение болезни происходит в дождливую погоду. Зимует возбудитель в пораженных листьях [2].

Контроль ввозимых саженцев и своевременный мониторинг посадок обеспечивает предотвратить распространение новых видов патогенных организмов в регионе и дает возможность фермерам выращивать экологически чистую продукцию высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пермякова, В. Н. Защита растений от болезней и вредителей / В. Н. Пермякова. – Петрозаводск : Карелия, 1988. – 96 с.
2. Говорова, Г. В. Грибные болезни земляники : монография / Г. В. Говорова, Д. Н. Говоров. – Москва : ВСТИСП, 2010. – С. 51–83.
3. Говорова, Г. Ф. Ягодные культуры / Г. Ф. Говорова. – Краснодар : Краснодарское книжное, 1966 – С. 232.

**MONITORING PATHOGENIC ORGANISMS OF
STRAWBERRY
IN THE REPUBLIC OF KARELIA**

O. V. Sinkevich ¹, S. N. Lyabzina ^{1,2}

All-Russian Plant Quarantine Center, Petrozavodsk

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk

Some fungi *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link and *Phytophthora cactorum* ((Lib. et Cohn) Schroet) have been found on farms in Karelia. Identified pathogens capable of causing significant damage in strawberry farms. Control of imported seedlings and timely monitoring of plantings prevents the spread of new types of pathogenic organisms in the region and enables farmers to grow environmentally friendly products of high quality.

Keywords: strawberry, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Phytophthora*

ФИТОРЕМЕДИАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГАЛОФИТОВ

Е. Н. Теребова, М. А. Павлова

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск
e-mail: *mariya-leta@yandex.ru*

Ключевые слова: фиторемедиация, галофиты, литоральная зона, Белое море, железо, металлы

Фиторемедиационная способность растений – накопление растениями поллютантов из среды обитания, приводящее к ее очищению. Фиторемедианты должны быть устойчивы к поллютантам. Древесные растения успешно используются для очистки почвы от металлов [1], травянистые злаковые растения также предлагаются для рекультивации техногенных территорий в составе специальных газонов. Уникальность галофитов в том, что они существуют на границе океан–суша, участвуют в круговороте элементов из водной и наземной среды. Кроме того, галофиты имеют разнообразие механизмы устойчивости к действию тяжелых металлов, по сравнению с гликофитами, за счет кросс-адаптации к совместному действию солей и тяжелых металлов [2]. В течение длительного времени сотрудники каф. ботаники и физиологии растений ПетрГУ изучают приморский галофитный комплекс на карельском берегу Белого моря. У галофитов литорали Белого моря отмечены анатомические особенности листа: наличие у триостренника морского и подорожника морского суккулентных листьев, в центре листовой пластинки триостренника морского образуется аэренхима с крупными межклетниками, а в листе подорожника морского хорошо развита водозапасающая паренхима листа. Установлены особенности фотосинтетической функции подорожника морского: в стабильном состоянии в полный прилив и максимальный отлив растения подорожника имеют высокие функциональные показатели флуоресценции хлорофилла А и открытые устьица, а в переходном состоянии, когда залиты и осушены не все части растения, отмечается частичное закрытие устьиц и ингибирование функциональной активности хлорофилла А [3]. У растений триостренника морского и подорожника морского была показана высокая ионообменная способность клеточной стенки листа (2710–3700) и корня (1160–2350 ммоль г⁻¹ сух вес клет. стенки) [4]. Цель исследования – оценить накопление металлов у галофитов, обитающими на карельском берегу Белого

моря. В работе представлены результаты исследования на литорали Белого моря в районе г. Кемь.

Объекты исследования – виды приморского галофитного комплекса триостренник морской (*Triglochin maritima* L.), подорожник морской (*Plantago maritima* L.), астра солончаковая или морская (*Aster tripolium* L.). Содержание металлов определяли атомно-абсорбционным методом (спектрофотометр АА-7000 (Shimadzu, Япония)). Грунт отбирали как отдельно вне обитания растений, так и в зоне непосредственного существования корней для расчета коэффициента биологического поглощения (КБП). Коэффициент биологического поглощения металлов рассчитывали, как отношение содержания металла в растении к сумме его содержанию в воде и грунте. КБП металлов характеризует способность растений поглощать тяжелые металлы из среды. Считается, что если коэффициент больше единицы, то растение активно накапливает металлы. Растения галофиты отбирали в средней части литорали (n=5) и делили на подземную (корневище, корни) и надземную часть (стебель, листья, соцветия). Достоверность полученных результатов оценивали с помощью критерия Фишера (Fisher's LSD test). Морская вода в окрестностях г. Кемь значительно загрязнена железом, никелем и свинцом (табл.1).

Таблица 1

Содержание металлов (M–среднее арифметическое значение) в грунтах и морской воде литорали Белого моря, г. Кемь

Элемент	M морская вода, мг/л	M грунты, мг/кг	Фон* донные отложения, мг/кг	ОДК** донные отложения мг/кг	ПДК*** морская вода, мг/л
Fe	0.192	12359	–	46500	0.05
Mn	0.020	122.80	–	1500	0.05
Zn	0.004	15.50	62	150	0.05
Cu	0.002	13.34	18	35	0.005
Ni	0.548	9.73	30	30	0.01
Pb	0.041	2.50	15	30	0.01

Примечание.

*Фоновые значения содержания тяжелых металлов в донных отложениях морей [4]

**ОДК – ориентировочно допустимые концентрации для незагрязненных донных осадков [4].

*** ПДК – предельно-допустимые концентрации в морской воде водных объектов рыбохозяйственного значения [4]

Содержание марганца, цинка и меди в морской воде не превышает предельно допустимых значений. Соленость воды 23–26‰. Грунты литорали не загрязнены тяжелыми металлами (табл. 1). Можно отметить, что загрязнение морской воды нитратами, железом, никелем и свинцов наблюдается на всем карельском берегу Белого моря. Галофиты обитают в условиях загрязнения тяжелыми металлами водной среды при достаточно бедных по элементному составу грунтах. В этих условиях существования, галофиты активно накапливают металлы из среды, о чем свидетельствует КБП>1. Средний ряд накопления металлов Pb(10.03)>Ni(9.87)>Zn(2.86)>Cu(2.49)>Fe(1.93)>Mn(1.26). Растение триостренника, подорожника и астры – гипераккумуляторы железа, так как накапливали очень высокие уровни железа (13–33 г/кг). Содержание железа в тканях исследуемых галофитов в тысячи раз превышает содержание других элементов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание металлов (M – среднее арифметическое значение) и коэффициент биологического поглощения (КБП) в корневищах, наземных органах галофитов литорали Белого моря, г. Кемь

<i>Plantago maritima</i> L.						
Элемент	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb
M _{всe раст.}	13351±1037	162.46±30.65	42.67±2.95	21.16±2.23	15.61±7.07	3.25±0.01
M _{надл. орг.}	2580±258	50.59±14.25	19.02±4.85	8.07±2.45	3.19±0.89	1.35±0.15
M _{корень}	10771±2147	111.87±28.00	23.65±3.96	13.08±1.45	12.41±1.20	1.91±0.63
КБП _{раст.}	0.97	1.21	2.81	3.29	1.57	1.30
<i>Triglochin maritima</i> L.						
Элемент	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb
M _{всe раст.}	22021±1136	134.30±27.75	26.01±4.63	14.35±2.70	36.01±6.71	2.88±0.31
M _{надл. орг.}	3241±115	59.86±10.23	10.88±3.85	4.46±1.15	14.18±4.74	0.85±0.10
M _{корень}	18780±2125	74.44±15.10	15.12±4.20	9.89	21.82±2.96	2.03±0.56
КБП _{раст.}	2.08	1.31	1.84	1.91	3.80	1.51
<i>Aster tripolium</i> L.						
Элемент	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb
M _{всe раст.}	32905±2589	162.26±15.20	249.41±35.00	70.52±15.12	559.45±63.00	477.71±30.30
M _{надл. орг.}	1471±300	37.52±7.20	21.00±3.58	5.32±1.00	6.01±1.06	2.69±0.63
M _{корень}	31433±5000	124.74±10.60	228.41±25.80	65.20±7.78	553.44±80.10	475.01±45.20
КБП _{раст.}	2.50	1.26	3.94	2.26	24.24	27.70
Критический уровень в растениях*	> 500	300–500	>100	20–100	10–100	20–100

Примечание. *Критический уровень металлов в растениях [5].

Считается, что если растения накапливают металл до значений более чем, 1000 мг/кг (1 г/кг), то их относят к гипераккумуляторам, а если до значений <500 мг/кг – то к не гипераккумуляторам или вторичным аккумуляторам этого металла [6]. При этом корневища растений депонируют 70–90% всех поступающих в растение металлов. Активное депонирование железа галофитами литорали Белого моря связано с 1. повышенным содержанием железа в морской воде Белого моря, 2. высокой химической активностью металла в грунтах и доступностью для растений Fe^{2+} по сравнению с Fe^{3+} в условиях гипоксии, 3. многолетним функционированием корневищ галофитов. За счет аккумуляции металла галофиты являются основными сайтами фиксации железа в системе берег–море. Тем самым многолетняя галофитная растительность с хорошо развитыми корневищами при последующем разложении органического вещества возвращает железо в биогеохимический цикл с океана на побережье и наоборот. Нами установлена способность *T. maritima*, *P. maritima*, *A. tripolium* аккумулировать сверхуровни металлов, в частности железа, на литорали Белого моря, в течение многолетнего существования корневища растений. При этом галофиты не имеют внешних признаков интоксикации металлами, обладают механизмами устойчивости к их действию [7] и потенциальной фиторемедиационной способностью. В настоящее время фиторемедианты сем. *Asteraceae* (*Atremisia absinthium* L., *Atremisia annua* L., *Agropyron pectinatum* (M. Vieb.) P. Beauv. и др.) применяются для фиторемедиации почв хранилищ хлорорганических пестицидов в районе г. Алматы [8]. Также галофиты *Atriplex portulacoides* L., *Salicornia dolichostachya* Moss, *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz. используются для фиторемедиации воды морских аквапонных систем [9].

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

ЛИТЕРАТУРА

1. Potential for *Salix schwerinii* E. Wolf to uptake heavy metals in the contaminated territories of mining industry in the north-west Russia / E. F. Markovskaya, V. I. Androsova, N. A. Galibina, E. Kaipainen // Siberian Journal of Forest Science. – 2017. – Vol. 1. – P. 74–86.

2. Influence of *Spartina alterniflora* on the mobility of heavy metals in salt marsh sediments of the Yangtze River Estuary, China / L. M. Zhou, X. M. Zheng, P. Qian, Y. H. Wu // Environmental Science and Pollution Research. – 2013. – Vol. 20 (3). – P. 1675–1685.

3. Марковская, Е. Ф. Роль устьиц в адаптации растений *Plantago maritima* L. к приливно-отливной динамике на литорали Белого моря / Е. Ф. Марковская, Е. Н. Гуляева // Физиология растений. – 2020. – Т. 67, № 1. – С. 75–83.

4. Cell wall functional activity and metal accumulation of halophytic plant species *Plantago maritima* and *Triglochin maritima* on the White Sea littoral zone (NW Russia) / E. F. Markovskaya, V. I. Androsova, M. A. Pavlova, N. V. Oreshnikova // Czech Polar Reports. – 2020. – Vol. 10 (2). – P. 169–188.

5. Pendias, A. Trace Elements in Soils and Plants (4th ed.) – CRC Press, 2010. – 548 p.

6. A review on global metal accumulators—mechanism, enhancement, commercial application, and research trend / A. Naila, G. Meerdink, V. Jayasena, A. Z. Sulaiman, A. B. Ajit // Environmental Science and Pollution Research. – 2019. – Vol. 26. – P. 26449–26471.

7. Ecological and biological features of *Triglochin maritima* L. in the biotopes of the littoral zone with different degree of flooding on the coast of the White sea / A.V. Sonina, E. N. Terebova, T. Yu. Dyachkova, K. V. Morozova, N. A. Elkina // Czech Polar Reports. – 2021. – Vol. 11 (2), № 2. – P. 233–252.

8. Нуржанова, А. А. Эколого-генетические аспекты токсичности и мутагенеза пестицидов / А. А. Нуржанова. – Алматы, 2007. – 172 с.

9. Optimization of culturing conditions and selection of species for the use of halophytes as biofilter for nutrient – rich saline water / A. K. Buhrmann, V. Waller, B. Wecker, J. Papenbrock // Agricultural Water management. – 2015. – Vol. 149. – P. 102–114.

PHYTOREMEDIATION CAPACITY OF HALOPHITES

E. N. Terebova, M. A. Pavlova

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk

In the work, the accumulation of heavy metals of halophytic species *Triglochin maritima* L., *Plantago maritima* L., *Aster tripolium* L. of the White Sea near the city of Kem was studied. Sea water throughout the Karelian coast of the White Sea is significantly

polluted with nitrates, iron, nickel and lead. Littoral soils are not contaminated with metals; they are poor in elemental composition. The plants had no outward signs of heavy metal intoxication. The average accumulation series of metals is $Pb(10.03) > Ni(9.87) > Zn(2.86) > Cu(2.49) > Fe(1.93) > Mn(1.26)$. *Triglochin maritima*, *Plantago maritima*, and *Aster tripolium* are iron hyperaccumulators, as they accumulated very high levels of iron (13–33 g/kg). At the same time, plant rhizomes deposited 70–90% of all metals entering the plant compared to the aerial part of halophytes. The active deposition of iron by halophytes of the White Sea littoral is associated with 1. increased iron content in the seawater of the White Sea, 2. high chemical activity of the metal in soils and the availability of Fe^{2+} for plants compared to Fe^{3+} under hypoxic conditions, 3. long-term functioning of halophyte rhizomes. Due to metal accumulation, halophytes are the main sites of iron fixation in the coast–sea system. Thus, perennial halophyte vegetation with well-developed rhizomes during the subsequent decomposition of organic matter returns iron to the biogeochemical cycle from the ocean to the coast and vice versa. The ability to accumulate metals by halophytes can be used for phytoremediation technologies, for example, for phytoremediation of water in marine aquaponic systems.

Keywords: phytoremediation, halophytes, littoral zone, the White Sea, iron, metals

РЕЦЕНТНЫЕ И СУБФОСИЛЬНЫЕ КЛАДОЦЕРНЫЕ СООБЩЕСТВА ТУНДРОВОГО ОЗЕРА В ДЕЛЬТЕ Р. ПЕЧОРЫ

Л. А. Фролова, Н. М. Нигматуллин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

e-mail: larissa.frolova@kpfu.ru

Ключевые слова: Cladocera, субфосильные остатки, Голоцен, дельта Печоры

Российская Арктика привлекает пристальное внимание со стороны исследователей в условиях продолжающегося глобального изменения климата и сокращения биоразнообразия. Пресноводные экосистемы Арктики особенно подвержены негативным последствиям действия факторов изменения окружающей среды. Палеоклиматические исследования позволяют лучше понять климатическую и экологическую ситуацию отдельных регионов и водных объектов в прошлом и помогают прогнозировать их будущие изменения, а также способствуют анализу тенденции развития климата Земли в целом [1]. Озерные отложения в качестве ненарушенных архивов прошлого содержат множество органических и неорганических остатков, которые можно использовать для реконструкции истории развития озера или его водосбора, а также изменения экологических условий на прилегающих территориях.

Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) являются ключевым компонентом водных экосистем; структура их сообщества отражает совокупность физических, химических и биологических характеристик экосистемы, в которой они обитают [2]. Нужно отметить, что кладоцерный анализ является наиболее «молодым» среди видов палеобиологического анализа и основан на анализе сохранившихся в донных отложениях хитиновых структур данных ракообразных [3]. Раковины, головные щиты, постабдомены и концевые коготки кладоцер относятся к числу наиболее часто обнаруживаемых хитинизированных остатков животных в донных отложениях водоемов [4]. На основе анализа субфосильных остатков Cladocera в донных отложениях арктического озера Аркто-Пимберто нами была выполнена палеоэкологическая реконструкция развития кладоцерного сообщества водоема за последние 6400 лет.

Озеро Аркто-Пимберто (68°26'10.7"N 053°32'34.4"E) расположено в Ненецком государственном природном заказнике, на севере Малоземельской тундры в подзоне южных тундр. Озеро округлой формы, имеет относительно глубокую котловину в центральной части (максимальная глубина девять м, тогда как глубина большинства местных озер не превышает 2.5 м) и хорошо выраженную мелководную литоральную зону. Колонка донных отложений длиной в 95 см была отобрана в ходе летней экспедиции НИЛ «Палеоэкологии, палеоклиматологии и палеомагнетизма» КФУ в августе 2018 г. В полевых условиях колонка была нарезана с высокой степенью разрешения с шагом в один см. Образцы донных отложений для анализа *Cladocera* были подвергнуты термохимической пробоподготовке по стандартной методике [5]. Остатки кладоцер идентифицировали с помощью светового микроскопа AxioLab A1 при увеличении 100–400х. В каждой пробе определяли остатки около 200 особей. Использовались специализированные ключи идентификации субфоссильных [6] и современных кладоцер [7].

Результаты анализа ионного состава воды свидетельствуют о преобладании в водах озера ионов хлорида (Cl^-) и натрия (Na^+). Общая минерализация исследуемого озера в среднем составила 12.98 мг/л, что соответствует пресным (ультрапресным) водам. По общей жесткости воды вода в озере характеризуется как очень мягкая (0.13 мг-экв/л). Удельная электропроводность воды в озере составила 34.20 мкс/см. Значения рН варьировали от слабокислого до нейтрального.

В результате анализа 95 проб донных отложений нами были идентифицированы остатки 3939 *Cladocera*, принадлежащих к 16 таксонам. Большинство видов относится к семейству Chydoridae. Семейство Vosminidae было представлено лишь двумя таксонами. Доминирующим видом была *Bosmina (Eubosmina) longispina* (72.66% от общего числа кладоцер). Субдоминантными являются следующие таксоны: *Chydorus cf. sphaericus* (12.77%) – таксон хорошо адаптировался к условиям литорали; *Biapertura affinis* (6.07%) – этот вид является индикатором холодных периодов и классифицируется как «субарктический» из-за относительно высокой встречаемости в Арктике; *Rhynchotalona falcata* (4.11%) – придонный вид, широко распространенный на песчаных грунтах литорали равнинных и высокогорных озер, а также в водохранилищах, прудах и реках [7].

По зоогеографическому районированию видовое богатство оз.

Аркто-Пимберто определяется преимущественно северными видами. По биотопической приуроченности литоральные таксоны преобладают (67%) над пелагическими (17%) и эвриотпными (17%). Индекс Шеннона-Уивера, отражающий видовое разнообразие и косвенно отражающий качество воды и трофический статус водоема, варьировал от 0.86 до 1.85 бит/экз. Среднее значение показателя составило 1.44 ± 0.06 бит/экз., что характерно для β -мезотрофной зоны. Индекс сапробности, рассчитанный по индексу Пантле-Бука в модификации Сладечека, варьировал в пределах от 1.39 до 1.44. Среднее значение показателя составило 1.42 ± 0.01 , что характерно для олигосапробных условий водных экосистем.

На основании выявленных изменений в составе субфоссильных кладоцерных сообществ с помощью кластерного анализа CONISS выделены четыре стратиграфические зоны.

В нижней части колонки, в зоне I (95–77 см) выявлено 11 таксонов субфоссильных кладоцер из двух семейств (Chydoridae и Bosminidae). Видовое богатство данной стратиграфической зоны варьировало от 8 до 10. Зона I характеризуется доминированием пелагического таксона *Bosmina (Eubosmina) longispina* (75.60%). В этой зоне субдоминантами являлись эврибионтный и преимущественно литоральный *Chydorus cf. sphaericus* (12.60%) и литоральный вид *Biapertura affinis* (3.99%). Кроме того, отмечены находки *Graptoleberis testudinaria* – таксона, тесно ассоциированного с прибрежной растительностью, и *Alona intermedia*. Индекс Шеннона в зоне I варьировал от 0.86 до 1.57 бит/экз. при среднем значении 1.24 ± 0.21 бит/экз. Индекс Пантле-Бука в среднем составил 1.43 ± 0.01 при колебаниях от 1.42 до 1.44.

В зоне II (77–45 см) где обнаружено 11 таксонов кладоцер. Видовое богатство отдельных проб было ниже по сравнению с предыдущей зоной, от 8 до 9. Здесь по-прежнему доминировала *Bosmina (Eubosmina) longispina* (81.76%), *Chydorus cf. sphaericus* (6.68%), *Biapertura affinis* (4.56%), *Rhynchotalona falcata* (3.35%) (населяет открытые литорали озер и песчаные почвы). Среднее значение индекса Шеннона составило 1.07 ± 0.04 бит/особь, а среднее значение индекса Пантле-Бука – 1.41 ± 0.01 .

В горизонте 45–19 см (зона III) выявлено девять таксонов кладоцера. Средняя концентрация остатков кладоцер в зоне III составила 3465 экз./г. *Bosmina (Bosmina) longispina* была менее многочисленной (73.86%). Увеличилось обилие видов-субдоминантов: *Chydorus cf. sphaericus* и *Alona affinis*. Численность *Rhynchotalona*

falcata (3.73%) была стабильной. Значения индекса Шеннона варьировали от 1.01 до 1.47 бит/экз.; индекс Пантле-Букка – 1.42 ± 0.01 .

В зоне IV отмечено увеличение видового богатства, число таксонов возросло до 12, варьируя от 8 до 12 для отдельных слоев. Доминантные и субдоминантные таксоны остались прежними. В сообществе увеличилась доля вида *Alonopsis elongata* (2.88%). Кроме того, в этой зоне впервые отмечается вид *Alona quadrangularis* – один из наиболее часто встречающихся видов, широко распространенных в Европе и встречающихся в самых различных местах обитания. Среднее значение индекса Шеннона шерсти 1.66 ± 0.04 бит/особь, среднее значение индекса Пантле-Бука – 1.41 ± 0.01 .

Таким образом, нами проанализирована структура кладоцерных сообществ в танатоценозах оз. Аркто-Пимберто в дельте р. Печора. Всего в исследованной колонке обнаружено 16 таксонов кладоцер. Доминантом на протяжении формирования исследованный донных отложений возрастом 6400 лет в озере была *Bosmina (Eubosmina) longispina* – холодноводный таксон, характерный для олиготрофных водоемов. В комплекс субдоминантных таксонов вошли *Chydorus cf. sphaericus*, *Biapertura affinis* и *Rhynchotalona falcata*. Видовое богатство озера Аркто-Пимберто определяется преимущественно северными по зоогеографической принадлежности таксонами. Наиболее значимые изменения в составе сообществ отмечены в последнее время, выразившиеся в увеличении видового богатства за счет появления в сообществе более южных таксонов. По индексу Шеннона озеро относится к β -мезотрофным. Согласно индексу Пантле-Бука, модифицированному Сладечком, озеро является олигосапробным.

Проведение кладоцерного анализа поддержано Российским научным фондом (проект № 20-17-00135). Н.Н. поддержан в рамках государственного задания в сфере научной деятельности КФУ, проект № FZSM-2023-0023.

ЛИТЕРАТУРА

1. Frolova, L. A. Climate and environmental reconstructions of Bolshezemelskaya tundra based on subfossil cladocera remains from Kotovo lake (Kharbey system) / L. A. Frolova, A. G. Ibragimova // Proceedings of 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM. – 2017. – Vol. 17, iss. 41. – P. 383–390.

2. Subfossil cladoceran remains from sediment in thermokarst lakes in northeastern Siberia, Russia / L. Frolova, L. Nazarova, L. Pestryakova, U. Herzsuh // *Journal of Paleolimnology*. – 2014. – Vol. 52, iss. 1. – P. 107–119. – DOI 10.1007/s10933-014-9781-7
3. Frolova, L. A. Stratigraphy of Cladocera in a core from a Yamal peninsula lake (Arctic Russia) / L. A. Frolova, A. G. Ibragimova, I. Fedorova // *Proceedings of 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM*. – 2016. – Vol. 2. – P. 579–585.
4. Korhola, A. Cladocera and other branchiopod crustaceans. / A. Korhola, M. Rautio // *Tracking environmental change using lake sediments*. – Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 5–41.
5. Szeroczyńska, K. Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe / K. Szeroczyńska, K. Sarmaja-Korjonen. – Friends of the Lower Vistula Society, 2007. – 84 p.
6. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) / А. А. Котов, А. Ю. Синев, С. М. Глаголев, Н. Н. Смирнов ; отв. ред. В. П. Алексеева, С. Я. Цаллолихина // *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России*. Т. 1. Зоопланктон. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – С. 151–276.
7. Bledzki, L. A. Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis / L. A. Bledzki, J. I. Rybak. – Springer International Publishing, 2016. – P. 918.

**RECENT AND SUBFOSSIL CLADOCERAN
COMMUNITIES OF THE TUNDRA LAKE
IN THE PECHORA DELTA**

L. A. Frolova, N. M. Nigmatullin

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

Russian Arctic regions are most sensitive to global climate change. Their unique and fragile ecosystems are very dependent on fresh water. This work is relevant for better understanding of the biota of the Russian Arctic. Cladocerans are very promising for studying climate change risks owing to their inherently predictive nature. The aim of the study was to analyze of the subfossil cladoceran community of Lake Arko-

Pimberto in the Pechora River delta (in the northeast of European Russia). A total of 16 taxa were registered in the subfossil cladoceran community of the lake. Most of the identified taxa belong to the Chydoridae family. The representatives of the Bosminidae family were less frequent. *Bosmina longispina* was the dominant species. The subdominants were represented by *Chydorus* cf. *sphaericus*. Lake Arkto-Pimberto is inhabited mostly by northern littoral species. The Shannon–Wiener diversity index varied between 0.86 and 1.85. According to the Pantle–Buck saprobity index, the lake is mesosaprobic. Significant changes in the composition of cladoceran communities were observed over time, thereby reflecting the environmental and climate changes in the region.

Keywords: Cladocera, subfossil remains, Holocene, Pechora Delta

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ КОЛВЫ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2022 ГОДА

Т. Г. Шихова¹, А. Е. Скопин¹, А. В. Калашников²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск
e-mail: biota.vniioz@mail.ru

Ключевые слова: зообентос, биоиндикация, река Сандивей, река Коллавис, малые притоки реки Колва

Современное масштабное освоение нефтегазовых месторождений в бассейне Печоры сопровождается изменением физико-химических и биологических параметров поверхностных вод, вызывая структурные перестройки в гидроценозах [1–5]. Водосборная территория правобережья Печоры, включая бассейн р. Колва, входит в число опорных зон экологического мониторинга Российской Арктики [6]. С целью уточнения состояния акваторий бассейна средней Колвы было обследовано семь водотоков: реки Колва, Сандивей, Коллавис, Харьяха, ручьи Безымянный, Сеношор, Олыгашор (табл. 1). Отбор проб зообентоса проводили в прибрежной зоне водоемов с глубины 20–160 см по общепринятым методикам [7].

Всего обработано 17 количественных проб зообентоса, из них девять (№№ 1– 4, 6, 9, 12, 14) отобраны 16–22 июня дночерпателем Мордухай-Болтовского (площадь захвата 1/200 м²) и восемь (№№ 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 17) 16–18 сентября водным сачком (площадь захвата 1/25 м²). В лаборатории материал промывали через систему сит с размерами ячеек 0.25–1.0 см и фиксировали 70%-ным этиловым спиртом. Организмы идентифицировали в зависимости от стадии развития до вида, рода, семейства [8, 9]. Рассчитаны индексы: биоразнообразия Шеннона (H'), встречаемости (%), обилия (N, экз./м²), доминирования (D,%), биотический Вудивисса (W, баллы), хириноmidный Балушкиной (K_{ch}). Количественные показатели зообентоса в значительной степени подверже-

ны сезонной динамике. Холодная затяжная весна 2022 г. вызвала задержку развития амфибиотических насекомых, а высокий уровень воды в июне усложнил процесс сбора биоматериала. Во время полевых работ 16–22 июня температура воздуха была 11–16 °С, воды – 13–15 °С, а в сентябре –14–18 °С и 10–14 °С соответственно.

На водосборной территории среднего течения р. Колва расположено несколько нефтяных месторождений, поэтому из-за погрешностей в процессе промысла и транспортировки углеводородов акватории испытывают хроническое загрязнение. Накопление поллютантов отражается прежде всего на донной фауне. В составе мезо- и макрозообентоса исследованных водотоков обнаружено 84 таксона 38 семейств: Oligochaeta, Mollusca, низшие Crustacea, личинки Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae и др. В каждом водном объекте регистрировалось от шести до 23 таксонов.

Таблица 1

Места отбора гидробиологических проб в бассейне среднего течения р. Колва в 2022 г.

Водные объекты	Координаты	Грунт	Течение	Дата	№.№ проб
р. Сандивей	N6714'00.9" E057'34'40.8"	Глина	Спокойное	20.06	1
	N6714'05.6" E057'34'29.0"	Галька	Спокойное	21.06	2
р. Колвавис	N6722'40.5" E058'22'14.7"	Песок, глина	Быстрое	19.06	3
р. Колва станция №1	N6722'45.0" E058'19'59.5"	Галька, глина	Спокойное	20.06	4
р. Колва станция №2	N6717'06.0" E056'56'29.6"	Камни, галька	Спокойное	18.09	5
р. Колва станция №3	N6713'09.2" E056'44'43.7"	Песок	Спокойное	21.06	6
р. Колва станция №4	N6713'07.1" E056'44'41.9"	Песок	Спокойное	16.09	7
р. Колва станция №5	N6713'13.8" E056'44'50.4"	Камни, галька	Спокойное	16.09	8
р. Харьяха у моста	N 6712'26.2" E056'26'33.7"	Камень, глина	Быстрое	22.06	9
	N 6712'18,8" E056'26'15,2"	Камень, глина	Быстрое	17.09	10
р. Харьяха устье	N 6709'00.3" E056'41'44.8"	Камень, глина	Быстрое	17.09	11
Ручей Безымянный	N6712'11.7" E056'38'35.2"	Камень, глина	Спокойное	22.06	12
			Спокойное	17.09	13
Ручей Сеношор	N6709'35.7" E056'44'57.1"	Галька, песок	Спокойное	22.06	14
			Спокойное	17.09	15
Ручей Ольгашор	N6705'59.4" E056'48'59.9"	Галька, глина	Быстрое	22.06	16
	N6706'01.9" E056'48'24.9"	Песок, глина	Быстрое	17.09	17

В крупном притоке Колвы р. Сандивей обнаружено 8 таксонов – личинки Chironomidae (Chironominae, Tanypodinae), Simuliidae, моллюски Unionidae, Sphaeriidae. Наблюдался массовый лет поденок, их личинки в пробах не было. Средняя численность зообентоса 0.44 тыс. экз./м² с доминированием Chironomidae (33%). Большинство таксонов β-мезосапробной группы, а из видов-показателей чистой воды – *Rheotanytarsus exiguus* (Johannsen, 1905).

В реке Коллавис обнаружено 6 таксонов – кладоцеры (Daphniidae, Bosminidae), униониды (*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)), личинки хирономид и мошек. Средняя численность донных беспозвоночных 0,6 тыс. экз./м². Гидроценоз реки рачкового типа – Cladocera доминировали по численности (65%). Вероятно, это связано со стоком воды из торфяного озера. Большинство обнаруженных видов толерантны к умеренному органическому загрязнению.

В р. Колва (проба № 4) выше устья р. Коллавис обнаружено три вида моллюсков: *Anodonta anatina*, *Euglesa fedderseini* (Westerlund, 1890), *E. dupuyana* (Normand, 1854). Отмечался массовый лет поденок, а ларвальные формы не обнаружены. В бентоценозе р. Колва (проба № 5) в 12 км выше п. Харьяга на участке реки с перекатами обнаружено шесть таксонов: – хирономиды Orthocladinae, моллюски Sphaeriidae, олигохеты Naididae. На данном участке реки средняя численность зообентоса 0.8 тыс. экз./м² с доминированием хирономид 64%. Присутствовали α-β-мезосапробные виды: олигохеты *Ophidonais* sp. и личинки *Eukiefferiella* sp.

В р. Харьяга (№№ 9–11) обнаружено 17 таксонов средней численностью 2.06 тыс. экз./м². Доминировали личинки Chironomidae (35.7%), в качестве субдоминант – Sphaeriidae (23.8%). Встречаются виды-индикаторы чистых вод – веснянка рода *Diura* и моллюск *Euglesa obtusale*. Хирономиды *Endochironomus impar* (Walker, 1856), *Polypedilum brevi antennatum* Chernovsky, 1949 относятся к группе видов, выдерживающих умеренное загрязнение.

В ручье Безымянном с галечно-глинистым грунтом и зарослями осоки по берегам обнаружено 13 видов: олигохеты Pristinidae, низшие ракообразные Cladocera и Ostracoda, личинки веснянок, ручейников, хирономид, мошек. Из показателей чистых вод встречаются *Eurycercus lamellatus* Muller, 1776, *Nemurella pictetii*

(Klapálek, 1900), *Agraylea multipunctata* Curtis, 1834, *Prodiamesa olivacea* (Meigen, 1818).

Донная фауна р. Колва на выходе с месторождения (№№ 6-8) представлена 13 таксонами – личинки комаров-звонцов, олигохеты, двустворчатые моллюски, ракообразные (Copepoda, Cladocera, Ostracoda). Очень много пустых домиков ручейников (848 экз./м²). Средняя численность зообентоса составляла 1.2 тыс. экз./м² с доминированием хирономид (58.7%), большинство из которых о-β-мезосапробы – *Stempellina* sp., *Cladotanytarsus mancus* (Walker, 1856), *Orthocladius rivulorum* Kieffer, 1909. Присутствовали и другие виды чистых вод – моллюски *Euglesa obtusale*, циклоп *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), рачок *Alona affinis* (Leydig, 1860). Встречалась утиная беззубка *Anodonta anatina*.

Бентофауна ручья Сеношор представлена 18 видами – олигохеты, рачки Cladocera, Ostracoda, личинки Ephemeropter, Trichoptera, Megaloptera, Limoniidae, Chironomidae. Средняя численность зообентоса 3.9 тыс. экз./м² с доминированием хирономид (75%). Из о-β-мезосапробов – *Alona affinis*, *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), *Apatania crymophila* McLachlan, 1880, *Rheotanytarsus exiguus* (Johannsen, 1905), *Eukiefferiella tshernovskii* Pankratova, 1968. В то же время здесь обитают виды, свойственные загрязнённым водоемам (β-α-мезосапробы) – *Sialis* sp., *Chironomus dorsalis* Meigen, 1818, *Procladius ferrugineus* (Kieffer, 1918).

Донное сообщество ручья Олыгашор отличалось большим разнообразием – 23 вида (волосатики Gordiidae, олигохеты Enchytraeidae, двустворчатые и брюхоногие моллюски (Sphaeriidae, Planorbidae), Ostracoda, Hydrachnidia, личинки Heptageniidae, Chloroperlidae, Polycentropodidae, Elmidae, хирономид (Chironominae, Tanypodinae, Diamesinae, Prodiamesinae), мошек, мокрецов, атерицид, комаров-болотниц. Средняя численность донных гидробионтов составляла 5.4 тыс. экз./м² с доминированием хирономид (46%).

В рассмотренных водных объектах наиболее характерные группы донных сообществ – личинки Chironomidae, двустворчатые моллюски Sphaeriidae и олигохеты (Naididae, Pristinidae, Enchytraeidae, Lumbriculidae). Бентоценозы большинства рассмотренных водоемов относятся к хирономидному типу – Chironomidae D = 37–75%. Только в р. Колва в низине ниже стока из торфяного озера сообщество рачкового типа – доминировали Cladocera D = 65%. Встречаемость личинок Chironomidae составляла 82% проб, в

реках Sphaeriidae – более 60% проб, олигохет – более 40%, низшие ракообразные (Cladocera, Ostracoda, Conchostraca) встречались в 35% проб. Остальные донные беспозвоночные встречались в менее 25% проб.

Анализ гидробиологических показателей качества вод среднего течения Колвы и ее притоков свидетельствует об умеренном и незначительном органическом загрязнении большинства водотоков, за исключением ручья Олыгашор, который по всем показателям относится к чистым (табл. 2). В целом биоразнообразие водных объектов относительно благополучное: в пяти водотоках (реки Колвавис, Сандивей, Харьяха, Колва на станциях № 1, 2, руч. Олыгашор) индекс Шеннона $H' > 2$, что соответствует чистым или незначительно загрязненным акваториям. В остальных водотоках этот показатель меньше двух, но больше единицы: $H' 1.59–1.88$, что соответствует умеренному загрязнению. Бедное видовое разнообразие зообентоса р. Колва на выходе с месторождения, возможно, связано не только с антропогенным загрязнением, но также с методическими погрешностями из-за усложненных условий отбора проб в период высокой воды и массового вылета амфибионтных насекомых.

Во всех водных объектах встречались те или иные биологические индикаторы чистых вод – моллюски (*Euglesa obtusale*), копеподы (*Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops fimbriatus*), кладоцеры (*Bosmina longirostris*, *Eucyclops lilljeborgi*, *Alona affinis*), подёнки (*Baetis rhodani*, *Siphonoperla burmeisteri*), веснянки (*Diura* sp., *Nemourella pictetii*), ручейники (*Apatania crymophila*, *Agraylea multipunctata*), водные жуки (*Elmis* sp., *Oulimnius* sp.), атерициды и др. Большинство личинок хирономид, составляющие руководящую группу бентоценозов этих водотоков, относятся к видам чистых или умеренно-загрязненных вод. В реках Колвавис, Колва (проба № 4) и Сандивей встречается утиная беззубка *Anodonta anatina*, занесенная в Красную книгу Ненецкого АО [10] в статусе 3 (редкий вид, распространенный спорадично).

Увеличение техногенного воздействия на водные объекты, расположенные в границах нефтяных месторождений, актуализирует необходимость мониторинговых исследований всех компонентов гидробоценозов. В качестве фоновых целесообразно использовать акватории, испытывающие меньшую антропогенную нагрузку и характеризующиеся достаточно высоким видовым разнообразием. На данной территории этим критериям соответствуют ручьи Сеношор, Олыгашор и река Харьяха.

Таблица 2

**Биоиндикационные показатели качества воды
водотоков среднего течения р. Колва**

Индексы	Водоёмы							
	р. Сандивей	р. Колвавис	р. Колва (станции 1, 2)	р. Колва (станции 3-5)	р. Харьяха	руч. Безымянный	руч. Сеношор	руч. Ольгашор
Вудивисса W	6	5	6	6	8	7	8	10
Балушкиной K_{ch}	3.87	-	-	1.22	1.33	1.83	1.05	0.79
Шеннона H'	2.12	2.16	2.18	1.59	2.19	1.86	1.88	2.52
Сапробность зоны	β -мезосапробная	β -мезосапробная	β -мезосапробная	β -мезосапробная	α - β -мезосапробная	β -мезосапробная	олиго-сапробная	олиго-сапробная
Степень загрязнения	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная	чистая- умеренно загрязненная	умеренно загрязненная	чистая	очень чистая
Класс качества воды	III	III	III	III	II-III	III	II	I

ЛИТЕРАТУРА

1. Сообщества гидробионтов нефтезагрязненных акваторий бассейна реки Печора / А. Б. Захаров, О. А. Лоскутова, Е. Б. Фефилова, Л. Г. Хохлова, Ю. П. Шубин. – Сыктывкар, 2011. – 268 с.
2. Скопин, А. Е. Современное состояние ихтиофауны реки Колвы в районе Харьягинского нефтегазового месторождения (Ненецкий автономный округ) / А. Е. Скопин // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – Киров, 2012. – С. 464–465.
3. Loskutova, O. A. Fauna of chironomids (Diptera, Chironomidae) of the Kolva River (Pechora basin) in conditions of oil pollution / O. A. Loskutova, N. I. Zelentsov, G. K. Shcherbina // Inland Water Biology. – 2015. – Т. 8, № 3. – P. 276–286. – DOI: 10.1134/S1995082915030104
4. Lapteva, E. M. Environmental state of a small northern river after an emergency discharge of oil products / E. M. Lapteva, O. A. Loskutova, Y. V. Kholopov // Water Resources. – 2019. – Т. 46, № 5. – P. 738–747. – DOI: 10.1134/S0097807819050130
5. Шихова, Т. Г. Результаты биоиндикации водоемов Большеземельской тундры / Т. Г. Шихова, А. Е. Скопин, Р. Г. Большаков // Труды

ИБВВ РАН. – 2021. – Вып. 95 (98). – С. 83–92. – DOI: 10.47021/0320-3557-2021-83-92

6. Реки опорных зон Российской Арктики и их современное состояние / В. А. Брызгалов, М. В. Третьяков, Е. В. Румянцева, Е. Н. Шестакова, О. В. Муждаба // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2018. – Т. 64, № 4. – С. 365–379. – DOI: 10.30758/0555-2648-2018-64-4-365-379

7. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – Москва : Наука, 1975. – 240 с.

8. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. – Москва ; Санкт-Петербург : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.

9. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос. – Москва ; Санкт-Петербург : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.

10. Красная книга Ненецкого автономного округа : официальное издание / отв. ред. д.б.н. Н. В. Матвеева. – 2-е издание. – Белгород : Константа, 2020. – 456 с.

STATUS OF THE BASIN'S WATERCOURSES OF THE MIDDLE CURRENT OF THE KOLVA IN SUMMER 2022

T. G. Shikhova¹, A. E. Scopin¹, A. V. Kalashnikov²

¹*Russian Research Institute of Game Management and
Fur Farming, Kirov*

²*Northern (Arctic) Federal University named after
M.V. Lomonosov, Arkhangelsk*

To evaluate the state of the water areas of the middle Kolva basin, seven watercourses were surveyed: the Kolva, Sandivey, Kolvavis, Kharyakha rivers, the Bezymyanny, Senoshor, and Olygashor streams. 84 taxa of 38 families were found in the zoobenthos: Oligochaeta, Mollusca, Crustacea, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, etc. From 6 to 23 taxa were recorded in each water body. The research results indicate moderate and insignificant organogenic pollution of most watercourses, with the exception of the Olygashor stream, which is clean in all respects.

Keywords: zoobenthos, bioindication, Sandivey River, Kolvavis River, small tributaries of the Kolva River

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4

СЕКЦИЯ 1**РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА, ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА, ВОПРОСЫ ЕЕ КЛАССИФИКАЦИИ И
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ***Бруева Ж. А., Феклистов П. А.*ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВОСТОЕВ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....5*Веровкина Е. Л., Лапина Е. Д.*ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТ ПРИРОДНОГО
ПАРКА «НУМТО».....11*Вьюхин С. О., Григорьев А. А., Балакин Д. С., Шалаумова Ю. В.,
Тимофеев А. С., Моисеев П. А.*СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
В ГОРАХ ПЛАТО ПУТОРАНА.....18*Григорьев А. А., Громов А. М., Шалаумова Ю. В., Моисеев П. А.,
Вьюхин С. О., Балакин Д. С., Тимофеев А. С.*ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ДРЕВЕСНОЙ
И КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВЫСОКОГОРЬЯХ
ПРИПОЛЯРНОГО И ПОЛЯРНОГО УРАЛА.....25*Дьячкова Т. В.*МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫБИТЫХ
ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА
«НЕНЕЦКИЙ»33*Етылина А. С.*ДРИАДОВЫЕ СООБЩЕСТВА ЮГО-ВОСТОКА ЧУКОТСКОГО
ПОЛУОСТРОВА.....39*Кутявин И. Н., Манов А. В., Дымов А. А.*РАЗМЕРНАЯ, ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА В СОСНЯКАХ КРАЙНЕЙ
СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ.....42

<i>Манов А. В., Кутявин И. Н.</i> ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В СУБАРКТИЧЕСКОМ ПОЯСЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	48
<i>Скворцов К. И., Нешатаева В. Ю.</i> РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НА ЮГЕ КОРЯЖСКОГО НАГОРЬЯ (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ).....	56
<i>Сумина О. И., Копцева Е. М.</i> ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ СЕВЕРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ.....	62

СЕКЦИЯ 2
РАЗНООБРАЗИЕ СОСУДИСТЫХ И СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ,
ГРИБОВ, ВОДОРОСЛЕЙ И ЛИШАЙНИКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА

<i>Андрянова Е. А.</i> КРУГЛОГОДИЧНАЯ ВЕГЕТАЦИЯ РАСТЕНИЙ В НЕЗАМЕРЗАЮЩИХ ВОДОТОКАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	68
<i>Егорова И. Н., Кулакова Н. В., Бедошвили Е. Д.</i> ЗЕЛЕННЫЕ МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА <i>CHODATODESMUS</i> (SCENEDESMACEAE, CHLOROPHYTA).....	73
<i>Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н.</i> МОРОШКА ПРИЗЕМИСТАЯ (<i>RUBUS CHAMAEMORUS</i> L.) В МЕЖДУРЕЧЬЕ ВЯТКИ И КАМЫ: ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ФИТОЦЕНОЛОГИИ.....	78
<i>Потиевская Н. А., Михалкина О. А., Зуева Н. В., Гришуткин О. Г., Бобров А. А.</i> ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК СЕВЕРА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ...../.....	84
<i>Новаковская И. В., Патова Е. Н.</i> СНЕЖНЫЕ ВОДОРОСЛИ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ УРАЛА.....	89
<i>Олонова М. В.</i> К ИЗУЧЕНИЮ МЯТЛИКОВ (<i>POA</i> L. <i>POACEAE</i>) РОССИЙСКОГО КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	92

Панкратов Т. А., Мелехин А. В.

РАЗНООБРАЗИЕ БАКТЕРИЙ В МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВАХ
ЛИШАЙНИКОВ СЕВЕРА РОССИИ: РОД *CLADONIA*.....98

Патова Е. Н., Новаковская И. В., Гусев Е. С., Шадрин Д. М., Сивков М. Д.

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И МИКРОВОДОРОСЛЕЙ
В ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ УРАЛА НА ОСНОВЕ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТАГЕНОМНЫХ ПОДХОДОВ.....105

Плюснин С. Н.

ЛИХЕНОФЛОРЫ И ЛИХЕНОСИНУЗИИ ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ПОЛЯРНОГО УРАЛА.....109

Полежаев А. Н.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ
РАСТЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ.....116

Поспелов И. Н., Поспелова Е. Б.

СЕМЕЙСТВО FАVАСЕАЕ LINDL. (БОБОВЫЕ) ВО ФЛОРЕ СЕВЕРА
СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....122

Пыстина Т. Н., Семенова Н. А.

РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ НА ООПТ ВОРКУТИНСКОГО
РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....129

Рыжик И. В., Малавенда С. В.

НАХОДКИ *ZOSTERA MARINA* (ZOSTERACEAE, MAGNOLIOPHYTA)
В ГУБЕ ИВАНОВКА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....134

Савинов И. А.

МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СОЛОВЕЦКОГО
АРХИПЕЛАГА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ). ИСПРАВЛЕНИЯ И
ДОПОЛНЕНИЯ.....141

Филиппова Н. В., Звягина Е. А., Рудыкина Е. А., Добрынина А. С.

ЧЕКЛИСТ МАКРОМИЦЕТОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ: РЕЗУЛЬТАТЫ
МОНИТОРИНГА НА ПЛОЩАДКАХ И БАРКОДИНГ ВЫЯВЛЕННЫХ
ТАКСОНОВ В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....147

Холод С. С., Афонина О. М.

МХИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧУКОТСКОГО НАГОРЬЯ НА ГРАДИЕНТАХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....153

СЕКЦИЯ 3
ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

- Акёнова О. В., Беспалая Ю. В., Соколова С. Е., Травина О. В.*
НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКАХ НЕНЕЦКОГО
АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....159
- Ананина Т. Л., Суходольская Р. А.*
ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ В ГРАДИЕНТЕ
БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ).....166
- Батурина М. А.*
ВОДНЫЕ МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: РАЗНООБРАЗИЕ И
РАСПРОСТРАНЕНИЕ.....173
- Бизин М. С., Макарова О. Л.*
ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ (ACARI) ВЫСОКОАРКТИЧЕСКОГО ОСТРОВА
ШОКАЛЬСКОГО (КАРСКОЕ МОРЕ), 73° С.Ш.....179
- Богомолова Ю. М.*
НОВЫЕ ВИДЫ ПТИЦ В ОРНИТОФАУНЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «НЕНЕЦКИЙ».....185
- Бондарь М. Г., Колпащиков Л. А.*
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТАЙМЫРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ.....190
- Бурнашева А. П.*
ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МЕДВЕЖЬИ
ОСТРОВА» (АРКТИЧЕСКАЯ ЯКУТИЯ).....196
- Быховец Н. М., Петров А. Н.*
К ФАУНЕ БЛОХ (SIPHONAPTERA) МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
(RODENTIA; LIPOTYRNHA) МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ.....203
- Данилова Е. В.*
МИГРАЦИИ ПТИЦ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ....206
- Дитц А. А.*
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЮЖНЫХ ТУНДРАХ.....210

Дубинин Е. А.

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДОЛИНЫ КОЛЫМЫ
В ЗОНЕ ЗАТОПЛЕНИЯ УСТЬ-СРЕДНЕКАНСКОЙ ГЭС.....216

Захаров А. Б.

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОТРАСЛЬ РЕСПУБЛИКИ КОМИ:
СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ.....222

Захаров А. Б., Бознак Э. И.

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕК ПЕЧОРА, МЕЗЕНЬ
И ВЫЧЕГДА: ПРОМЫСЕЛ, ДИНАМИКА, РЕТРОСПЕКТИВНАЯ
И СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА.....228

Логонова О. А., Панченко Д. В.

ГЕЛЬМИНТОФАУНА ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В МУРМАНСКОЙ
ОБЛАСТИ.....234

Мизин И. А., Попов Ю. А.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О НОВОЗЕМЕЛЬСКОМ СЕВЕРНОМ ОЛЕНЕ
В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «РУССКАЯ АРКТИКА».....237

Миронов А. Д., Стасюк И. В.

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ МЫШЕВИДНЫХ
ГРЫЗУНОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ПО МАТЕРИАЛАМ
ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2015–2022 ГОДОВ).....243

Михайлов В. В., Колпацников Л. А.

ОБ УПРАВЛЕНИИ ПОПУЛЯЦИЕЙ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ
НА ПРИМЕРЕ ДИКИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ ТАЙМЫРА.....249

Николаева Н. М.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПТИЦ Г. НАРЬЯН-МАРА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ..255

Парамонов Н. М., Богомолова Ю. М.

ТИПУЛОИДНЫЕ ДВУКРЫЛЫЕ (DIPTERA: TIPULOIDEA)
ЗАПОВЕДНИКА «НЕНЕЦКИЙ».....260

Петров А. Н., Быховец Н. М.

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (LIPOTYRNIA, RODENTIA)
МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ: ФАУНА, ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ
И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ.....264

Пономарев В. И.

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЫБНОМ НАСЕЛЕНИИ БАССЕЙНА РЕКИ
МОРЕ-Ю (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА).....269

<i>Решетников Ю. С.</i> ОСОБЕННОСТИ ИХТИОФАУНЫ АРКТИКИ.....	276
<i>Синев С. Ю.</i> ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛЕПИДОПТЕРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ.....	284
<i>Скопин А. Е.</i> ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....	290
<i>Суханова Н. С.</i> ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРАНИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЛУХАРЕЙ (<i>TETRAO UROGALLUS</i> L.) ИЗ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	297
<i>Сухих Н. М., Фефилова Е. Б.</i> ВИДЫ РОДА <i>EURYTEMORA</i> (COPEPODA, CRUSTACEA) КРАЙНЕГО СЕВЕРА С АКЦЕНТОМ НА <i>E. GRACILICAUDA</i> AKATOVA.....	303
<i>Таскаева А. А., Конакова Т. Н.</i> СТРУКТУРА РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВООБИТАЮЩИХ КОЛЛЕМБОЛ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ: МУЛЬТИМАСШТАБНЫЙ ПОДХОД.....	309
<i>Татаринов А. Г., Кулакова О. И.</i> БУЛАВОУСЫЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ ХИБИН, ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ПЛАТО ПУТОРАНА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРНЫХ ФАУН.....	312
<i>Торбик Д. Н.</i> К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕДИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г.АРХАНГЕЛЬСКА.....	319
<i>Трущицына О. С.</i> ОКОЛОВОДНАЯ ФАУНА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ОКРЕСТНОСТЕЙ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК».....	326
<i>Филиппов Н. И.</i> КОНСОРЦИОННЫЕ СВЯЗИ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, VOMBUS LATR.) В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ.....	330
<i>Ядренкина Е. Н., Ядренкин А. В., Тимшанов Р. И., Еделев А. В.</i> ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ В ОЗЕРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЕ БАСЕЙНА РЕКИ ПЯСИНА.....	333

Якимова А. Е.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ФОНОВЫХ ВИДОВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ.....	339
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

СЕКЦИЯ 4

РЕДКИЕ ВИДЫ И СООБЩЕСТВА КРАЙНЕГО СЕВЕРА, ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ

Ахмерова Д. Р., Боровичёв Е. А., Петрова О. В., Разумовская А. В.

СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В ЛОВОЗЕРСКИХ ГОРАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	345
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----

Дёгтева С. В.

ПОДХОДЫ К ОХРАНЕ РЕДКИХ ВИДОВ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	351
------------------------------------------------------------------------	-----

Канев В. А.

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА В ГРАНИЦАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА» (РЕСПУБЛИКА КОМИ, БАССЕЙНЫ РЕК ЩУГОР И ВАНГЫР).....	357
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Катаев Г. Д., Катаева Р. И.

К ЭКОЛОГО – ПОПУЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	364
--------------------------------------------------------------------------------------	-----

Константинова Н. А.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕДКИХ И УГРОЖАЕМЫХ В ЕВРОПЕ ПЕЧЕНОЧНИКОВ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ.....	370
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Копылова Г. А., Рудакова В. А.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СОЛОВЕЦКОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА.....	377
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Королев А. Н.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ СЕВЕРНОЙ ПИЩУХИ (<i>OSNOTONA (PIKA) HYPERBOREA PALLAS</i>) ЗАПАДНОГО МАКРОСКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	381
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Леус А. В., Богомолова Ю. М., Ефремов В. А., Мангазеев Д. И.,
Водичев Н. А.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА АТЛАНТИЧЕСКОГО ПОДВИДА МОРЖЕЙ
ODOBENUS ROSMARENSIS ROSMARENSIS НА О. МАТВЕЕВ.....387

Мелехина Е. Н., Канев В. А., Денева С. В.

КАРСТОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ:
ПОЧВЫ, РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА, ПОЧВООБИТАЮЩИЕ
ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ORIBATIDA).....394

Минеев О. Ю., Кочанов С. К., Минеев Ю. Н.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОГО ТУРПАНА *MELANITTA*
FUSCA НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ.....400

Михович Ж. Э., Тетерюк Л. В.

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ
РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *GYPHOPHILA*
URALENSIS L.).....404

Панченко Д. В., Ильина О. В.

О СОХРАНЕНИИ МЕСТООБИТАНИЙ ЛЕСНОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ
(*RANGIFER TARANDUS FENNICUS* LONN.) В УСЛОВИЯХ
ИНТЕНСИВНОЙ ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ
КАРЕЛИЯ.....410

Платонова Е. А.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ПРИРОДНОЙ
ФЛОРЫ КАРЕЛИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В КУЛЬТУРЕ.....416

Рыкусов В. В.

ПОПЫТКА ВОЗРОЖДЕНИЯ ЖЕМЧУЖНЫХ ПРОМЫСЛОВ
В СЕВЕРНОМ КРАЕ (ОПЫТ И. В. ГУТТУЕВА).....421

Селиверстова Т. В.

ЗРЕЛОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ СЕРЫХ ТЮЛЕНЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА....426

Скопин А. Е.

О НЕОБХОДИМОСТИ ОХРАНЫ КРУПНЕЙШЕЙ ПОПУЛЯЦИИ
ПИОНА УКЛОНЯЮЩЕГОСЯ (*PAEONIA ANOMALA* L.)
В БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЕ.....429

СЕКЦИЯ 5

**ПОЧВЫ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ: ЭКОСИСТЕМНЫЕ
ФУНКЦИИ, ГЕНЕЗИС И ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ**

- Алексеев А. А., Чевычелов А. П., Горохов А. Н., Кузнецова Л. И.*
МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО-
ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ В ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЕ АВТОТРАССЫ
ЯКУТС-ПОКРОВСК.....435
- Гончигов Б.М. Н., Куликов А. И., Мангатаев А. Ц.*
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛУБИНЫ
ПРОТАИВАНИЯ ПОЧВ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА
МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОЦЕССА
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ.....442
- Данилов П. П., Степанов К. А.*
ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ СУБАРКТИЧЕСКИХ
ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ.....449
- Захарова О. Г., Чевычелов А. П.*
К ОЦЕНКЕ ФОСФАТНОГО СОСТОЯНИЯ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....454
- Кузьмина Н. П., Ермолаева С. В., Чевычелов А. П.*
МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА АНТРОПОГЕННО-
ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ЯКУТИИ.....460
- Лапина Л. Э.*
ПАМПИНГ-ЭФФЕКТ В МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВАХ: ЗАДАЧИ,
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....467
- Лиханова И. А., Денева С. В., Доронин Е. А., Лаптева Е. М.*
ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ
НА КАРЬЕРАХ В ТУНДРОВОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....473
- Мартынова Л. В.*
РАЗВИТИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЛУГОВЫХ УГОДИЙ
НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ЛЕНА.....479
- Никитин Д. А., Корнейкова М. В., Лысак Л. В., Почикалов А. В.,
Мергелов Н. С., Долгих А. В., Горячкин С. В.*
МИКРОБИОМ ПОЧВ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ
АРКТИКИ.....484

<i>Пастухов А. В., Ковалева В. А., Каверин Д. А.</i> СТРУКТУРА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ И КРУГОВОРОТ АЗОТА В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ТОРФЯНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА.....	490
<i>Тихановский А. Н.</i> ПОЧВЫ ЯМАЛЬСКОГО СЕВЕРА И ИХ СВОЙСТВА.....	494
<i>Федоров-Давыдов Д. Г., Занина О. Г., Дергачева М. И., Бажина Н. Л., Лупачев А. В.</i> РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ ЕДОМНЫХ ОСТАНЦОВ П-ВА БЫКОВСКОГО (ТУНДРОВАЯ ЗОНА ЯКУТИИ).....	500
<i>Чевычелов А. П., Алексеев А. А., Кузнецова Л. И.</i> ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	506
<i>Шахтарова О. В., Лаптева Е. М., Денева С. В.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТАХ ПОСТАГРОГЕННОЙ ТУНДРОВОЙ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ).....	513
<i>Яковлева Е. В., Габов Д. Н.</i> ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ОБРАЗЦАХ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ ТУНДРОВЫХ ТОРФЯНИКОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	519

СЕКЦИЯ 6

ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

<i>Балакин Д. С., Вьюхин С. О., Григорьев А. А., Шалаумова Ю. В., Моисеев П. А.</i> ИЗМЕНЕНИЕ РАДИАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА СЕВЕРНОМ И ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ НА ФОНЕ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	525
<i>Боескоров В. С., Саввинов Г. Н.</i> ВЛИЯНИЕ ПЕРЕВЫПАСА НА МИКРО- МЕЗОФАУНУ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ АЛАСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	531

Василевич Р. С., Лодыгин Е. Д.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТАВ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И МИНЕРАЛЬНЫХ
КОМПОНЕНТОВ ВУГРИСТЫХ БОЛОТ АРКТИКИ
И СУБАРКТИКИ.....537

Водопьянова В. В., Булавина А. С., Ващенко П. С.

ВЛИЯНИЕ АТЛАНТИФИКАЦИИ НА ПЕЛАГИЧЕСКУЮ
ЭКОСИСТЕМУ БАРЕНЦЕВА МОРЯ.....542

Горбунова А. М., Веселкин Д. В.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ КОРМОВ ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ
В ЮЖНЫХ ТУНДРАХ ЯМАЛА С 1930-х гг.548

Ибрагимова А. Г., Фролова Л. А.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА CLADOSERA В КОЛОНКЕ ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ БЕЗЫМЯННОГО ОЗЕРА КАК СЛЕДСТВИЕ ЭКОЛОГО-
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ.....552

Иванова Н. Н., Чирикова Н. К.

НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ
ЯКУТИИ.....558

Катаева М. Н., Беляева А. И.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭПИФИТНЫХ
ЛИШАЙНИКАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ХВОЙНЫХ
ЛЕСОВ СУБАРКТИКИ КОЛЬСКОГО ПОЛУСТРОВА
И В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА.....562

Климовский Н. В., Морева О. Ю., Быков В. М.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ОЗ. ХОЛМОВСКОГО
ПРИМОРСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....568

Кочанов С. К.

ДИНАМИКА ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ
НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ
И ФАКТОРЫ ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ.....575

Ксенофонтова М. И.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ
БАТАГАЙСКОГО ПРОВАЛА.....581

Лиханова И. А., Железнова Г. В., Пыстина Т. Н.

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРАХ
ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ
РОССИИ.....589

<i>Нигаматзянова Г. Р., Нигматуллин Н. М., Фролова Л. А.</i> ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГО-ЗАПАДА ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА.....	594
<i>Новаковский А. Б., Панюков А. Н.</i> ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУБАРКТИЧЕСКИХ ПОСТАГРОГЕННЫХ СООБЩЕСТВ.....	599
<i>Новикова Ю. В.</i> КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОПЛАНКТОНА И КЛАСС КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА ХОЛМОВСКОЕ (БАСЕЙН СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ) В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД.....	605
<i>Новоселов А. П.</i> СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССИНГА, ВОЗМОЖНОСТИ ЕЁ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	609
<i>Орлов Д. С., Коренной Ф. И., Малхазова С. М.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АРЕАЛА СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЕГО ВОЗМОЖНОГО ИЗМЕНЕНИЯ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА.....	617
<i>Петрова А. Г., Слуковская М. В.</i> ВЛИЯНИЕ СЕРПЕНТИНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЛАКОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	623
<i>Примак Т. И.</i> О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ГИБЕЛИ МЕДВЕДЕЙ КАМЧАТКИ В 2022 г.	628
<i>Руфова А. А.</i> ВЗВЕШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА В ОЗЕРНЫХ ВОДАХ Г. ЯКУТСК.....	636
<i>Синкевич О. В., Лябзина С. Н.</i> МОНИТОРИНГ ПАТОГЕННЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ПОСАДКАХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИИ.....	642

Теребова Е. Н., Павлова М. А.

ФИТОРЕМЕДИАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГАЛОФИТОВ.....647

Фролова Л. А., Нигматуллин Н. М.

РЕЦЕНТНЫЕ И СУБФОССИЛЬНЫЕ КЛАДОЦЕРНЫЕ
СООБЩЕСТВА ТУНДРОВОГО ОЗЕРА В ДЕЛЬТЕ Р. ПЕЧОРЫ.....653

Шихова Т. Г., Скопин А. Е., Калашников А. В.

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА
СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ КОЛВЫ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2022 ГОДА.....659

Научное электронное издание

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА:
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, МОНИТОРИНГ, ОХРАНА
IV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ДОКЛАДЫ**

Технический редактор: Л. Я. Огородовая
Дизайн эмблемы: А. Н. Панюков
Компьютерная верстка: А. М. Вурдов

DOI: 10.5281/zenodo.7825220

ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
167982, Сыктывкар, Коммунистическая, 28
E-mail: directorat@ib.komisc.ru
Сайт: <https://ib.komisc.ru>