

Биологические проблемы Севера Biological Problems of the North



**Материалы Международной научной конференции
(Магадан, 7–11 октября 2024)**

**The materials of International Scientific Conference
(Magadan, October, 7–11, 2024)**

**Магадан, 2024
Magadan 2024**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологических проблем Севера
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal State Budgetary Institution of Science
Institute of Biological Problems of the North
Far East Branch of the Russian Academy of Sciences



Биологические проблемы Севера
Материалы международной научной конференции,
посвященной 300-летию Российской академии наук
(Магадан, 7–11 октября 2024 г.)

Biological Problems of the North
The materials of International Scientific Conference dedicated
to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences
(Magadan, October, 7–11, 2024)

Москва
Знание-М, 2024
Moscow
Znanie-M, 2024

УДК 574/577:57.04 (063)
ББК 28
Б 63

Ответственный редактор чл.-корр. РАН **О. А. Радченко**.
Редакционная коллегия: к. б. н. **Е. А. Андриянова**, к. б. н. **Г. И. Атрашкевич**,
к. б. н. **Н. А. Булахова**, к. б. н. **С. И. Грунин**, д. б. н. **Н. Е. Докучаев**, к. б. н. **А. В. Кондратьев**,
к. б. н. **П. С. Ктиоров**, к. б. н. **Е. В. Хаменкова**, к. б. н. **М. Г. Хорева**.

Утверждено Организационным комитетом конференции.
Публикуется при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Биологические проблемы Севера : Материалы международной научной конференции, посвященной 300-летию РАН (Магадан, 7–11 октября 2024 г.); [отв. ред. О. А. Радченко]. Москва : Знание-М, 2024. – 321 с.

ISBN 978-5-00187-838-4

Изданы материалы Международной научной конференции «Биологические проблемы Севера», посвященной 300-летию Российской академии наук и проведенной в Магадане в рамках Северо-Восточного научного Форума. Изложены результаты фундаментальных и прикладных исследований широкого круга биологических направлений с акцентом на арктические и субарктические территории: по функционированию экосистем Севера, состоянию популяций млекопитающих и птиц, миграции животных, динамике северных экосистем в меняющемся мире, экологии и физиологии организмов, паразитологии, биологическому разнообразию северной флоры и фауны.

Сборник будет интересен и полезен научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам биологических факультетов высших учебных заведений.

© ИБПС ДВО РАН, 2024
© Знание-М, 2024

Responsible editor: **O. A. Radchenko**, corresponding member of RAS.
Editorial board: Candidate of Biological Sciences **E. A. Andriyanova**, Candidate of Biological Sciences **G. I. Atrashkevich**, Candidate of Biological Sciences **N. A. Bulakhova**, Candidate of Biological Sciences **S. I. Grunin**, Doctor of Biological Sciences **N. E. Dokuchaev**, Candidate of Biological Sciences **A. V. Kondratyev**, Candidate of Biological Sciences **P. S. Ktitorov**, Candidate of Biological Sciences **E. V. Khamenkova**, Candidate of Biological Sciences **M. G. Khoreva**.

Approved for printing by Organizing Committee of the Conference.
Printing under financial support from Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Biological problems of the North : The materials of International Scientific Conference dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences (Magadan, October 7–11, 2024); [resp. ed. O. A. Radchenko]. Moscow : Znanie-M, 2024. – 321 p.

The collected book includes materials from International Scientific Conference “Biological Problems of the North” dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences and held in Magadan as a part of the North-Eastern Scientific Forum. The book presents the results of fundamental and applied research in a wide range of biological areas with an emphasis on Arctic and subarctic territories: the functioning of northern ecosystems, the state of mammal and bird populations, animal migrations, the dynamics of northern ecosystems in a changing world, the ecology and physiology of organisms, new parasitological studies, biological diversity of the northern flora and fauna.

The collected book will be of interest for researchers, teachers, graduate students, and students of biological faculties of higher educational institutions.

ISBN 978-5-00187-838-4

© IBPN FEB RAS, 2024
© Znanie-M, 2024

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ЧЕРЕПА ПЕСЦА п-ова ЯМАЛ: ВРЕМЕННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

*А. А. Анашкина¹, О. Г. Нанова¹, А. А. Соколов², Н. А. Соколова², И. А. Фуфачев²,
А. Н. Шиенок¹, В. Г. Штро²*

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва;
e-mail: aylina2410@gmail.com

²Арктический научно-исследовательский стационар ИЭРиЖ УрО РАН, Лабытнанги

PHENOTYPIC PLASTICITY OF YAMAL ARCTIC FOX'S SKULL: TEMPORARY AND SPATIAL VARIABILITY

*A. A. Anashkina¹, O. G. Nanova¹, A. A. Sokolov², N. A. Sokolova², I. A. Fufachev²,
A. N. Shienok¹, V. G. Shtro²*

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow; e-mail: aylina2410@gmail.com

²Science Center for Arctic Studies and Arctic Research Station of Institute of Plant and Animal Ecology,
Ural Branch of RASciences, Labytnangi

Due to the increasing anthropogenic impact on the Yamal Peninsula and global warming, enhanced monitoring of flag species is necessary to assess the state of the fragile tundra ecosystem. The variability in space and time of skulls of Yamal Arctic foxes (*Vulpes lagopus*), the crucial terrestrial predators of the Arctic, was studied. Sex, temporal, and geographic factors on the morphological appearance of skulls were evaluated.

Многие живые организмы обладают определенным набором вариаций фенотипа, зависящих от действия условий внешней среды, – фенотипической пластичностью [1]. Фенотипическая пластичность диких животных может проявляться в результате антропогенного воздействия на окружающую среду, изменения климата и кормовой базы, конкуренции с другими видами [2, 3]. Благодаря фенотипической пластичности виды способны к модификационной изменчивости.

Объектом данной работы был выбран песец (*Vulpes lagopus*), ключевой компонент и самый распространенный хищник арктических экосистем. Пространственный (изменчивость признаков живых организмов в пространстве) и временной (изменчивость морфологических признаков организмов во времени) виды модификационной изменчивости у песца изучены мало. Тем не менее они способны дать существенную информацию о состоянии окружающей среды. Череп песца очень пластичен и может отражать условия, в которых животное развивалось.

Почти весь п-ов Ямал занимает тундра – одна из самых неустойчивых экосистем, медленно восстанавливающаяся после нарушений. На Ямале увеличивается антропогенное влияние [4], в Арктике теплеет климат [5]. Значительно меняется тундровый ландшафт, что влияет и на песца, и на тундровую биоту.

В ходе исследования измерили 262 черепа песцов возрастом старше одного года из коллекции Арктического научно-исследовательского стационара ИЭРиЖ УрО РАН (г. Лабытнанги). Также с черепов сняли 31 промер штангенциркулем. Промеренные черепа разделили на выборки по полу, веку (XX в. – черепа, добытые в 1973–1987 гг., и XXI в. – черепа, добытые в 2009–2023 гг.) и зоне (север и юг) для оценки полового, временного и пространственного видов изменчивости. Северная выборка – зона от северной оконечности п-ова Ямал до пос. Яптик-Сале включительно. К ней относились локалитеты: пос. Сабетта, села Морды-Яха и Се-Яха, дер. Усть-Юрибей, пос. Яптик-Сале. Южная выборка – локалитеты южнее пос. Яптик-Сале до г. Лабытнанги. В эту выборку входили: Няру-Сале, г. Тарко-Сале и с. Новый Порт, научно-исследовательский стационар Еркута, ст. Лаборовая, поселки Полярный Урал, Харп, Белоярск, Панаевск, Харсайм, г. Лабытнанги.

Для оценки влияния факторов (пол, век, зона) на изменчивость провели дисперсионный и дискриминантный многофакторные анализы на всех признаках в совокупности, а также протестировали корреляции между факторами и всеми промерами.

Далее исследовали размерные характеристики черепа (кондилобазальную длину и ширину в скуловых дугах).

Для геометрической морфометрии 69 черепов были сфотографированы с дорсальной стороны при помощи камеры, закрепленной на штативе. Чтобы черепа располагались одинаково, их выровняли в емкости с крупой. В программе tpsDig232 на фотографиях расставили 32 метки на черепе в одних и тех же позициях. Данные рассмотрели в программе MorphoJ, где провели анализ главных компонент, а также прокрустов анализ.

По итогу влияния факторов выявлено следующее: 11.4% изменчивости объясняется фактором «пол», 5.2% – фактором «век» и 0.45% – фактором «зона».

Результаты дискриминантного анализа показали:

по фактору «зона» у самцов обнаружены различия в высоте черепа и расстоянии между заглазничными отростками ($F = 15.42$, $p \ll 0.05$);

черепа XX и XXI в. у самцов в наибольшей степени различаются по ширине в скуловых дугах ($F = 9.86$, $p \ll 0.05$), а у самок – по расстоянию между заглазничными отростками ($F = 4.71$, $p = 0.01$).

У самцов, в сравнении с самками, изменялось больше признаков во времени;

и в XX, и в XXI в. **самцы и самки очень сильно различимы по высоте венечного отростка нижней челюсти** ($F = 7.3$, $p = 0.008$ и $F = 5.26$, $p = 0.02$ соответственно).

Результаты статистического анализа размерных характеристик следующие:

и у самок, и у самцов нет статистически значимых различий в кондилобазальной длине черепа юга и севера, но ширина черепа в скуловых дугах у животных на севере больше, чем на юге – соответственно, 33–34 мм и 32 мм;

в XX в. и у самок, и у самцов черепа длиннее, чем в XXI в.: у самок севера в XX в. длина 114 мм, ширина 66–67 мм, у самок юга в XX в. длина 115 мм, ширина 67 мм, а в XXI в., соответственно, 112 мм и 64 мм;

у самцов севера в XX в. длина черепа 118 мм, ширина 70 мм, в XXI в. – 115 мм и 68 мм, у самцов юга в XX в. длина 120 мм, ширина 70 мм и, соответственно, в XXI в. длина 116 мм, ширина 66 мм.

Большинство промеров скоррелированы между собой; наименее скоррелированы с другими признаками ширина черепа в скуловых дугах и ширина черепной коробки.

С помощью геометрической морфометрии выявлены различия между выборками XX и XXI в. У песцов XX в. удлинена лицевая отдел черепа, однако ростральный отдел короче, чем у животных выборки XXI в. **Кроме того, черепа песцов XX в. шире и у них увеличена площадь поверхности лобных и теменных костей.**

Наблюдается уменьшение размеров черепов у песцов обоих полов со временем, а также небольшое сужение черепов в скуловых дугах у песцов на юге Ямала. Измельчание черепов со временем может быть связано с усилением антропогенного влияния и изменением климата. Из-за теплых погодных условий могли снизиться численность леммингов – основной пищи песцов – и увеличиться количество конкурентных видов, что отрицательно сказалось на онтогенезе песцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 23-24-00013), в рамках государственного задания ИЭРиЖ УрО РАН ЕГИСУ НИОКТР (№ 122021000089-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков А. В., Ивницкий С. Б. Эволюционная роль фенотипической пластичности // Вестник Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. 2016. № 4. С. 3–11.
2. Crispo E. et al. The evolution of phenotypic plasticity in response to anthropogenic disturbance // Evolutionary Ecology Research. 2009. Vol. 12, No. 1. P. 47–66.
3. Merilä J., Hendry A. P. Climate change, adaptation, and phenotypic plasticity: the problem and the evidence // Evolutionary Applications. 2014. Vol. 7, No. 1. P. 1–14.
4. Штро В. Г. Песец Ямала. Екатеринбург : УрО РАН, 2009. 102 с.
5. Алексеев Г. В. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. № 1. С. 11–26.

РАЗНООБРАЗИЕ ЧИСЕЛ ХРОМОСОМ ВОДНЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Е. А. Андриянова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: l_chipmunk@mail.ru

DIVERSITY OF CHROMOSOME NUMBERS IN AQUATIC VASCULAR PLANTS

E. A. Andriyanova

Institute of the biological problems of the North FEB RAS Magadan; e-mail: l_chipmunk@mail.ru

Genome size in plants can vary among different species and within the same species. Different ploidy can occur even in the cells of the same plant (mixoploidy). Different chromosomal races are an important factor in speciation of plants. They are present in 51% of species of aquatic vascular plants in northeast Asia. Mixoploidy of varying frequency was noted in 6 species of Ranunculaceae.

Эволюция растений тесно связана с изменениями размеров генома. Во многих их группах обнаружены следы неоднократной древней полиплоидизации [1]. Современное видообразование у растений часто связано с полной дубликацией генома, т. е. с удвоением набора хромосом. Этот процесс нередко ведет к репродуктивной изоляции полиплоида от диплоидных родителей уже в первом поколении, что в перспективе может привести к образованию нового вида. Разные хромосомные расы (ХР), т. е. группы растений с разными наборами хромосом, внутри одного вида – распространенное явление у сосудистых растений. Хромосомные расы могут быть индикаторами идущего процесса видообразования. Возможно формирование нового вида вследствие автополиплоидии и изоляции группы полиплоидов. Разные ЧХ расширяют возможности гибридизации с другими видами. У видов *Ranunculus* подрода *Batrachium* известно видообразование посредством гибридизации, тесно связанной с разными ХР, в первую очередь триплоидными [2].

При анализе собственных и литературных данных по числам хромосом (ЧХ) водных сосудистых растений Северо-Востока Азии (СВА) было обнаружено, что разные ХР приводятся для 51% видов [3]. Разные ХР даны для видов из семейств Alismataceae, Brassicaceae, Cyperaceae, Haloragaceae, Lemnaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, **Ranunculaceae** и др. Но, по нашим данным, для некоторых таксонов получены неверные ЧХ. Первая и самая частая причина публикации ошибочных ЧХ – неправильное определение вида. Это, вероятно, причина разных данных о ЧХ для видов родов *Potamogeton* и *Stuckenia*, у которых наличие двух или нескольких ХР крайне маловероятно [4]. Для *Ranunculus trichophyllus* на СВА указывались разные ЧХ (обычное ЧХ $2n = 32$), но при внимательном рассмотрении оказалось, что ЧХ $2n = 48$ на самом деле относилось к двум разным видам – *R. codyanus* и *R. ashibetsuensis*. Числа хромосом $2n = 24$ у видов *Ranunculus* подрода *Batrachium*, как правило, относятся к гибридам, каждый такой случай нуждается в проверке.

Вторая причина ошибочного определения ЧХ – плохо различимые хромосомы, характерные для видов родов *Elatine*, *Potamogeton*, *Utricularia*, *Hippuris*, *Sparganium* и др.

Третья – миксоплоидия, когда в одном организме встречаются клетки с разным ЧХ. Это явление известно для многих видов растений [5, 6]. Ранее миксоплоидию изучали в основном у культурных растений [5]. Она более обычна у видов, для которых характерны разные ХР, и у гибридов [5, 6]. Нами получены сходные данные для многих видов водных сосудистых растений. У большинства изученных видов анеуплоидные клетки (с нетипичным для вида ЧХ) отсутствуют или их количество невелико, до 1–2 клеток на образец (виды родов *Callitriche*, *Potamogeton*, *Ranunculus pallasii*, *R. reptans*, *Cicuta virosa*, *Hippuris vulgaris* и др.). Но у некоторых видов (*Ranunculus ashibetsuensis*, *R. trichophullus*, *Myriophyllum verticillatum* и др.) количество анеуплоидных клеток в тканях больше. Отметим, что у *Ranunculus nipponicus* и *R. codyanus* анеуплоидные клетки встречаются далеко не во всех образцах, в отличие от принадлежащих к тому же подроду *R. ashibetsuensis* и *R. trichophullus*. Высокое количество анеуплоидных клеток отмечается у гибридных растений. Считаем, что для видов подрода *Batrachium* высокая степень миксоплоидии у растения может быть подтверждением его гибридного происхождения.

Большое количество ХР обнаружено у *Caltha palustris* s.l. (32, 48, 56, 64, 70, 120). На СВА обычен *Caltha sibirica* – вид, рассматриваемый многими систематиками как подвид *C. palustris*. Морфологически *Caltha sibirica* слабо от него отличается. Все ХР, известные для *C. palustris*, отмечены на СВА для *C. sibirica* [3]. Нами у *C. sibirica* наблюдалось высокое количество анеуплоидных клеток, особенно у растений, находящихся выше 600 м н. у. м. (до 6 вариантов ЧХ в клетках одного растения). К сожалению, точную долю клеток с нетипичными ЧХ подсчитать не удастся, во многих делящихся клетках хромосомы распределяются так, что подсчет невозможен. Для уверенного определения модального (наиболее обычного) ЧХ у миксоплоидного вида надо просмотреть большое количество материала, не менее 10 корней одного растения, или, если это невозможно, 2-3 растений из одного местообитания. В таблице приведены данные по наблюдавшимся нами различным ЧХ в клетках одного растения.

У растений с высокими (6х–8х, 12х) уровнями пloidности (УП) доля анеуплоидных клеток выше, отсутствуют клетки с небольшим ЧХ (24, 32). Для *C. sibirica* известны ЧХ, не кратные основному для рода ($x = 8$) ($2n = 34, 52, 58, 70$), но в просмотренных образцах не наблюдалось значительного количества клеток с такими ЧХ.

Количество хромосом в анеуплоидных клетках разных видов или хромосомных рас

Вид	Количество хромосом					
	18	32	36	40	48	
<i>Ranunculus ashibetsuensis</i>					48	
<i>Ranunculus codyanus</i>	32	48				
<i>Ranunculus gmelinii</i>	16	24	32			
<i>Ranunculus nipponicus</i>	24	32	48			
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	24	32	36	48		
<i>Caltha sibirica</i> ($2n = 4x = 32$)	24	32	40	48		
<i>Caltha sibirica</i> ($2n = 6x = 48$)	24	32	48			
<i>Caltha sibirica</i> ($2n = 7x = 56$)	40	48	56	>86		
<i>Caltha sibirica</i> ($2n = 8x = 64$)	48	56	64	72	96	104
<i>Caltha sibirica</i> ($2n = 12x = 128$)	48	64	ca.70	ca.120	128	ca.146

Примечание. Жирным шрифтом выделено модальное для вида или хромосомной расы количество хромосом, ca. – число хромосом определено приблизительно, пустая клетка – нет данных.

Разнообразие ЧХ в клетках одного растения говорит об устойчивости организма к нарушениям УП и потенциальной склонности к полиплоидии, а внутри одного вида – о современных процессах видообразования, и, при высоких уровнях пloidности, – о расширении ареала.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-14-00115) и в рамках госзадания ИБПС ДВО РАН (№ 1022040500936-0).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадаева Е. Д., Салина Е. А. Структура генома и хромосомный анализ растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 4/2. С. 1017–1043.
2. Zalewska-Galosz J. et al. Origin, genetic structure and evolutionary potential of the natural hybrid *Ranunculus circinatus* × *R. fluitans* // Science Report. 2023. Vol. 13. Article 9030. P. 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36253-7>.
3. Андриянова Е. А., Мочалова О. А. Полиплоидия у водных и прибрежно-водных сосудистых растений Северо-Востока Азии // Труды ИБВВ им. И. Д. Папанина РАН. 2021. Вып. 95(98). С. 63–82. DOI: 10.47021/0320-3557-2021-63-82.
4. Kaplan Z., Jarolímová V., Fehrer J. Revision of chromosome numbers of Potamogetonaceae: a new basis for taxonomic and evolutionary implications // Preslia. 2013. Vol. 85, No. 4. P. 421–482.
5. Кунах В. А. Геномная изменчивость соматических клеток растений // Биополимеры и клетка. 1995. Т. 11, № 6. С. 5–40.
6. Пархоменко А. С., Кашин А. С., Гребенюк Л. В. Полиморфизм хромосом видов *Chondrilla* (Asteraceae) европейской части ареала // Ботан. журн. 2019. Т. 104, № 4. С. 626–643. DOI: 10.1134/S0006813619040069.

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УРОЖАЙНОСТИ *SORBUS SAMBUCIFOLIA*
(Cham. et Schlecht.) M. Roem. НА СЕВЕРНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОХОТСКОГО МОРЯ**

Д. С. Андриянова, А. И. Кочнева, Е. А. Андриянова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: l_chipmunk@mail.ru

**FIRST DATA ABOUT THE PRODUCTIVITY OF *SORBUS SAMBUCIFOLIA*
(Cham. et Schlecht.) M. Roem. ON THE NORTH COAST OF THE SEA OF OKHOTSK**

D. S. Andriyanova, A. I. Kochneva, E. A. Andriyanova

Institute of the biological problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: l_chipmunk@mail.ru

Sorbus sambucifolia (Cham. et Schlecht.) M. Roem. is a valuable food plant, promising for use in breeding and cultivation both as an ornamental and food plant. The taste qualities of the fruit are rated at 3.6 points on a 5-point scale, higher than that of any other species and varieties of *Sorbus*. The yield of *Sorbus sambucifolia* in a shrub community on the slope of the northern coast of the Sea of Okhotsk was determined as 44 kg per 1 ha, the weight of 1 fruit was 0.51±0.01 g.

Рябина бузинолистная (*Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem.) – крупный раскидистый кустарник высотой до 2 (редко 3) м с округлой разреженной кроной. Соцветие – сложный щиток диаметром 5–10 см, состоящий из многих цветков. Плоды крупные, сочные с кисловатым вкусом, лишены горечи, в отличие от других видов рябины.

Sorbus sambucifolia – эндемик Восточной Азии, встречается от Японии и Кореи до юга Чукотки (СДВ), на побережье Охотского и Японского морей и Тихого океана. Произрастает в долинах рек и на склонах в различных сообществах: лиственничниках, каменноберезовых и смешанных лесах, зарослях кустарников, на лугах и курумниках.

Рябина бузинолистная – ценное пищевое и декоративное растение, перспективное для селекции и введения в культуру. По 5-балльной шкале вкусовые качества плодов оцениваются в 3.6 балла – выше, чем у других видов и сортов рябины [1]. Выращивается во многих ботанических садах: в Абакане, Красноярске, Якутске, Новосибирске, Барнауле, Санкт-Петербурге и др. [2].

Цель нашего исследования – определение урожайности рябины бузинолистной на северном побережье Охотского моря.

Работы проводились в августе 2023 г. в кустарниково-разнотравном сообществе на склоне юго-западной экспозиции в окрестностях г. Магадана (59.64° с. ш., 150.77° в. д.). В 80-х гг. XX в. склон был расчищен от древесной растительности. В настоящее время древесный ярус представлен *Larix cajanderii* и *Betula lanata* в виде отдельных молодых деревьев высотой до 0.6 м. В кустарниковом ярусе доминирует *Sorbus sambucifolia* (проективное покрытие 5–10%), встречается *Spiraea stevenii*, редко *Lonicera edulis*. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Calamagrostis langsdorfii*, встречаются *Equisetum arvense*, *Aruncus dioicus*, *Chamaenerion angustifolium*, *Angelica gmelinii*, *Veratrum oxypetalum*, местами обычны *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum androgenum*, *Linnaea borealis*. Нередка лиана *Atragene ochotensis*, стелющаяся по земле из-за отсутствия деревьев.

Для подсчета плотности кустов рябины в данном сообществе были заложены трансекта из 30 площадок размером 5×5 м. Подсчитаны все плодоносящие и не плодоносящие растения на каждой площадке. С 27 кустов после созревания были собраны и взвешены все плоды рябины на том же склоне (для каждого куста отдельно) [3]. Массу плодов рябины определяли, взвешивая 100 плодов в пяти повторностях.

В таблице 1 представлены результаты подсчета количества кустов рябины бузинолистной на трансекте. В таблице 2 – данные о массе плодов.

Таблица 1. Количество кустов рябины бузинолистной на 30 площадках размером 5×5 м

Кол-во кустов на 30 площадках			Кол-во кустов в среднем			Кол-во кустов с плодами на 1 га
с плодами	без плодов	Всего	с плодами	без плодов	Всего	
36	7	43	1.24±0.1	0.23±0.1	1.48±0.1	496

Таблица 2. Масса плодов с одного куста

Кол-во кустов	Масса плодов с 1 куста, г		Всего плодов, г	Средняя масса плодов с 1 куста, г
	наибольшая	наименьшая		
27	405	5	2416	89±7.5

Всего на 30 площадках были обнаружены 36 кустов с плодами и 7 без плодов. Площадок, на которых отмечен хотя бы один куст, – 18, пустых площадок – 12. Средняя высота кустов 0.8 м, это связано с тем, что растут они на открытом месте. В каменноберезово-лиственничном лесу на том же склоне высота кустов рябины бузинолистной была более 2 м.

Для расчета урожайности на 1 га среднюю массу плодов с одного куста (89 г) умножили на среднее количество плодоносящих кустов на площадке (1.24), полученное число (110.36) умножили на количество площадок 5×5 м в 1 га (400) и получили 44144 г, или 44 кг.

Ранее урожайность рябины бузинолистной в природных условиях изучали только на о. Сахалин [4]. Средняя многолетняя урожайность плодов рябины бузинолистной в разных растительных сообществах на Сахалине с 2000 по 2003 г. составила 52.1±2.8 кг/га. Максимальный урожай (166.7±8.8 кг/га) был в 2002 г. в кустарниково-разнотравном сообществе, в среднем за несколько лет в этом же сообществе – 108.9 кг/га. Минимальный урожай (5.9±0.9 кг/га) был в 2001 г. в елово-пихтовом с курильским бамбуком фитоценозе. В горных каменноберезовых лесах средняя урожайность 67.6 кг/га. Урожайность рябины в Магаданской области в 2023 г. была ниже средней для о. Сахалин, но выше, чем самая низкая, отмеченная для елового леса.

Средняя масса одного плода рябины бузинолистной из окрестностей г. Магадана – 0.51±0.01 г. На Сахалине средняя масса одного плода для нескольких разных лесных сообществ составила 0.6 г [4]. Это может быть связано и с тем, что о. Сахалин южнее г. Магадана и условия для роста плодов рябины там лучше, и с тем, что масса плодов, вызревающих в лесу, отличается от массы плодов, вызревающих на открытом месте. При выращивании 49 различных форм рябины бузинолистной в ботаническом саду ЦСБС (г. Новосибирск) средняя масса плода была от 0.51 до 1.29 г, в среднем 0.86±0.02 г [1].

Таким образом, урожайность рябины бузинолистной в кустарниково-луговом сообществе на северном побережье Охотского моря (в окрестностях г. Магадана) в 2023 г. составила 44 кг/га. Средняя масса плода рябины (0.51 г) ниже, чем отмеченная на о. Сахалин и в ботаническом саду ЦСБС. В будущем мы планируем продолжить исследования, чтобы определить урожайность в других сообществах и ее динамику за несколько лет. На основе таких данных можно будет прогнозировать урожайность рябины бузинолистной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асбаганов С. В. Биологические основы интродукции рябины (*Sorbus L.*) в Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2014. 17 с.
2. Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск : СО РАН, 2002. 706 с.
3. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков и др. СПб. : НИИ-Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
4. Денисова Я. В. Биология, экология и урожайность рябины бузинолистной (*Sorbus sambucifolia* (Cham. et schlecht.) M. Roem.) на Сахалине : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2005. 18 с.

ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ МОРСКИХ ПТИЦ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЗАЛИВА ШЕЛИХОВА

Ю. Б. Артюхин

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; e-mail: artukhin61@mail.ru

SUMMER POPULATION OF MARINE BIRDS IN THE INSHORE WATERS OF THE SHELIKHOV GULF

Yu. B. Artukhin

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: artukhin61@mail.ru

As a result of inshore vessel transect surveys (1500 km length) conducted in the Shelikhov Gulf (northeast part of the Sea of Okhotsk), in July-August 2019, 9706 marine birds of 32 species were recorded. Alcids were the dominant group (12 species, 70% of all counted birds). The distribution density of birds in the western part of the studied water area was noticeably higher than in the eastern one, due to the presence of numerous breeding colonies on the Yamskiye Islands (P'yagina Peninsula) and on the Khalpili Islands (west coast of the Taygonos Peninsula). In the Kamchatka area, large aggregations were found only in the southernmost part, where, judging by the species composition and direction of flights, birds from colonies located 200–300 km to the north were feeding.

Летом 2019 г. мы проводили экспедиционные исследования морских птиц и млекопитающих в северо-восточной части Охотского моря, базируясь на большом гидрографическом катере (БГК-286 «Вектор», длина корпуса 21 м). Главной задачей орнитологических наблюдений было описание колоний морских птиц Пенжинской губы для составления кадастра гнездовий [1]. Попутно во время пере-



Расположение учетных трансект и плотность распределения птиц всех видов (ос./км²) в зал. Шелихова и на прилегающих к нему участках побережья

ходов с 18 июля по 1 августа мы выполняли трансектные учеты численности на маршрутах, большинство из которых пролегли в прибрежной зоне. Наблюдения вели из ходовой рубки (6 м н. у. м.) при средней скорости движения 15.4 км/ч. Координаты положения катера, скорость и направление движения регистрировали GPS-приемником с 15-секундным интервалом. Использовали трансектный метод учета [2] – птиц регистрировали непрерывно во время движения в полосе шириной 300 м (по 150 м с каждого борта). При расчете плотности распределения маршрут разбивали на 10-минутные интервалы, после чего полученные для интервалов значения суммировали и усредняли. Общая протяженность трансект 1500 км, продолжительность учетов – 97 ч (см. рисунок).

Всего на трансектах зарегистрировали 9706 ос. 32 видов птиц (см. таблицу). По результатам учетов доминировали чистиковые (12 видов, 70% всех птиц). Многочисленными были также чайковые (6 видов, 15%), обычными – буревестники (2 вида, 6%), бакланы и плавунчики (по 1 виду, по 4%).

Плотность населения птиц в западной части исследованной акватории заметно выше, чем в восточной, это обусловлено размещением массовых птичьих базаров на Ямских островах (п-ов Пья-

Видовой состав и плотность распределения птиц (ос./км²) по результатам судовых трансектных учетов в зал. Шелихова и на прилегающих к нему участках побережья

Вид	Район				Все районы
	I	II	III	IV	
Гага <i>Somateria mollissima</i>	–	0.015	–	–	0.005
Американская синьга <i>Melanitta americana</i>	–	–	0.092	–	0.018
Горбоносый турпан <i>Melanitta deglandi</i>	–	–	0.279	0.032	0.061
Длинноносый крохаль <i>Mergus serrator</i>	0.008	–	–	–	0.002
Гагары <i>Gavia arctica</i> , <i>Gavia stellata</i>	0.039	0.361	0.034	0.099	0.159
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	1.433	0.006	0.083	0.507	0.508
Тонкокловый буревестник <i>Puffinus tenuirostris</i>	0.154	0.023	0.212	4.041	0.861
Сизая качурка <i>Oceanodroma furcata</i>	0.013	0.012	–	–	0.008
Берингов баклан <i>Phalacrocorax pelagicus</i>	0.015	2.009	0.350	0.560	0.862
Серошекая поганка <i>Podiceps grisegena</i>	–	0.006	–	–	0.002
Круглоносый плавунчик <i>Phalaropus lobatus</i>	0.268	2.18	0.415	–	0.895
Короткохвостый поморник <i>Stercorarius parasiticus</i>	0.015	0.020	0.012	0.011	0.015
Длиннохвостый поморник <i>Stercorarius longicaudus</i>	–	0.007	–	–	0.002
Тихоокеанская чайка <i>Larus schistisagus</i>	0.426	2.176	0.323	1.486	1.202
Восточносибирская чайка <i>Larus vegae</i>	0.008	–	–	–	0.002
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i>	0.024	0.007	–	–	0.009
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	1.841	3.890	0.253	1.566	2.174
Речная крачка <i>Sterna hirundo</i>	–	0.007	0.032	–	0.009
Камчатская крачка <i>Sterna camtschatica</i>	–	0.014	–	–	0.005
Кайры <i>Uria aalge</i> , <i>Uria lomvia</i>	7.171	11.924	0.527	8.239	7.689
Тихоокеанский чистик <i>Cephus columba</i>	–	–	–	0.013	0.002
Очковый чистик <i>Cephus carbo</i>	0.587	2.160	0.478	0.363	1.057
Длинноклювый пыжик <i>Brachyramphus perdix</i>	0.008	0.027	–	0.012	0.014
Короткоклювый пыжик <i>Brachyramphus brevirostris</i>	0.079	0.077	–	0.025	0.053
Старик <i>Synthliboramphus antiquus</i>	0.122	0.037	0.645	1.025	0.367
Большая конюга <i>Aethia cristatella</i>	13.372	0.107	–	0.137	3.732
Конюга-крошка <i>Aethia pusilla</i>	1.448	–	–	–	0.397
Белобрюшка <i>Aethia psittacula</i>	0.049	–	–	–	0.013
Ипатка <i>Fratercula corniculata</i>	1.692	0.345	0.525	3.046	1.264
Топорок <i>Lunda cirrhata</i>	1.818	1.299	0.190	0.911	1.151
Все виды	30.588	26.71	4.451	22.073	22.539

Примечание. I – кони-пьягинское побережье и юго-запад зал. Шелихова (м. Алевина – м. Арегичинский), II – Гижигинская губа (м. Арегичинский – м. Тайгонос), III – Пенжинская губа (м. Тайгонос – м. Божедомова), IV – северо-запад п-ова Камчатка (м. Божедомова – вектор от о. Чаячий на п-ов Пьягина), прочерк – нет данных.

гина) и на о-вах Хальпили (западное побережье п-ова Тайгонос). В прикамчатских водах крупные скопления были обнаружены только на самом южном участке района работ, где, судя по видовому составу и направлению перелетов, кормились птицы из колоний, находящиеся на островах в 200–300 км к северу.

Исследования проводили на средства гранта Русского географического общества № 17/2019-И по проекту «Охотское море: проблемы сохранения биоразнообразия в условиях усиления антропогенных рисков (комплексные исследования аборигенных и мигрирующих видов морских млекопитающих и птиц)».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артюхин Ю. Б.* Предварительные результаты орнитологических исследований в Пенжинской губе летом 2019 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы XX Междунар. науч. конф., посвящ. 150-летию со дня рожд. акад. РАН В. Л. Комарова (г. Петропавловск-Камчатский, 12–13 нояб. 2019 г.). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2019. С. 148–152.

2. *Gould P. J., Forsell D. J.* Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Technical Report. No. 25. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service, 1989. P. 1–22.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАЗВИТИИ ЛИЧИНОК РОДОВ *PHOLIS* И *RHODYMENICHTHYS*

А. А. Баланов¹, М. О. Ростовцева²

¹Национальный научный центр морской биологии им. А. В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток;
e-mail: abalanov@imb.dvo.ru

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

NEW DATA ON THE DEVELOPMENT OF *PHOLIS* AND *RHODYMENICHTHYS* LARVAE

A. A. Balanov¹, M. O. Rostovtseva²

¹A. V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok;
e-mail: abalanov@imb.dvo.ru

²Far Eastern Federal University, Vladivostok

Pholis crassispina and *Rhodymenichthys dolichogaster* are the most common species of the family Pholidae in Peter the Great Bay (the Japan Sea). To date, there are no quality data for developing and identifying the larvae of these species. In this work, the development of both species and reliable characters for the separation of larvae of these species in plankton in Peter the Great Bay (the Japan Sea) are described.

Личинки семейства Pholidae исследованы фрагментарно [1, 2]. Крайне редки работы, где рассматривается полный цикл развития личинок отдельных видов [3–5]. Но даже в этих работах каждый из авторов описывал личинок по-своему, и поэтому иногда тяжело понять, какие именно меланофоры рассматриваются в разных статьях [4, 5].

В зал. Петра Великого (Японское море) наиболее массовыми представителями семейства Pholidae являются *Pholis crassispina* и *Rhodymenichthys dolichogaster*, они играют важную роль в морских прибрежных сообществах. Данных по их личиночному развитию крайне мало, и они отличаются в разных источниках [4, 5].

Цель работы – описать личиночные стадии развития обоих видов и сравнить их между собой и с литературными данными.

Материалом для работы послужили личинки *P. crassispina* (TL 12.2–30.8 мм, n = 42 экз.) и *R. dolichogaster* (TL 12.0–36.1 мм, n = 21 экз.), собранные в апреле – июле 2022 г. в прибрежных водах бух. Житкова (43°01,2' с. ш., 131°55,8' в. д.) зал. Петра Великого сотрудниками лаборатории ихтиологии ННЦМБ ДВО РАН. Личинок собирали на световых станциях в темное время суток. Рыб, привлеченных в освещенную зону, облавливали сачками из газа. Личинок фиксировали в 4%-ном формалине для последующей обработки в лаборатории. Предложена оригинальная схема обозначения меланофоров на основе ранее опубликованных работ по масляковым [5], по аналогии со схемами меланофоров у стихеевых рыб [6]. Для описания развития личинок выделили стадии их развития в зависимости от наличия или отсутствия желточного мешка и степени загиба ното хорда [7]. Каждую личинку фотографировали до и после окрашивания ализариновым красным и просветления в 1,5%-ном КОН [8].

Как основные общие элементы меланиновой пигментации у *P. crassispina* и *R. dolichogaster* обнаружены меланофоры: нейтральный пигмент (CP), истмусовый пигмент, меланофоры околосердечной сумки, ряд на дорсальной поверхности кишечной трубки, дорсальные меланофоры на конце кишечной трубки, вентральный ряд, постанальные вентральные меланофоры (PVM), наружный пигмент на боках брюха (ELR) и меланофоры на хвостовом плавнике. У *P. crassispina* как основной отличительный признак отсутствуют меланофоры за головой, а у *R. dolichogaster* они, как правило, есть. Меланофоры на хвостовом плавнике у первого вида хорошо развиты и образуют выраженное скопление, тогда как у второго вида на хвостовом плавнике могут быть лишь отдельные меланофоры.

У *R. dolichogaster*, начиная примерно с длины 20 мм *TL*, на хвостовом отделе присутствуют ксантофоры, тогда как у *P. crassispina* их нет.

В литературных источниках [5] для разделения *P. crassispina* и *R. dolichogaster* предложено использовать меланофоры за головой. С. Кимура с соавторами [4], исследуя личинок *P. nebulosa*, выращенных в аквариальных условиях, показали, что этому виду характерен клейтральный пигмент, тогда как у личинок *P. crassispina* он предположительно отсутствует. Согласно данным из вод зал. Петра Великого, у личинок *P. crassispina* клейтральный пигмент есть на всех личиночных стадиях, кроме того его наличие у данного вида также отмечал и М. Окияма [5]. Таким образом, клейтральный пигмент не является диагностическим признаком для разделения этих видов.

Выяснено, что у обоих исследованных видов определение стадии развития личинок может быть затруднено из-за слабого загиба нотохорда (переход между *preflexion* и *flexion*) и отсутствия точных критериев при переходе от *flexion* к *postflexion* [3]. Также обнаружено, что перед загибом нотохорда в конце *preflexion* хвостовой плавник ассиметричный и его основные лучи направлены вниз и назад; гипуральные кости не окрашиваются ализарином. На стадии *flexion*: нотохорд прямой, загнут вверх и назад; ализарином окрашиваются гипуральные кости, хвостовой плавник ассиметричен и его основные лучи направлены вниз и назад. На стадии *postflexion* вершина нотохорда загнута назад; хвостовой плавник практически симметричный и его лучи направлены назад.

ЛИТЕРАТУРА

1. Matarese A. C., Watson W., Stevens E. G. Blennioidea: development and relationships // Ontogeny and systematics of fishes / Eds. H. G. Moser et al. Spec. Publ. 1. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 1984. P. 565–573.
2. Moser H. G. The early stages of fishes in the California current region // California cooperative oceanic fisheries investigations atlas / California. Marine Research Committee. 1996. Vol. 33. P. 1120–1127.
3. Russell F. S. Fam.: Pholidae // The eggs and planktonic stages of British marine fishes. London ; New York : Academic Press, 1976. P. 309–314.
4. Kimura S., Okazawa T., Mori K. Development of eggs, larvae and juveniles of the tidepool gunnel *Pholis nebulosa*, reared in the laboratory // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1988. Vol. 54, No. 7. P. 1161–1166.
5. Okiyama M. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokyo : Tokai Univ. Press, 1988. 1160 p.
6. Баланов А. А., Енур И. В., Шелехов В. А. Описание пелагических личинок *Chirolophis japonicus* и *Ch. saitone* (Stichaeidae) из вод залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиол. 2020. Т. 60, № 3. С. 271–281.
7. Kendall A. W. Jr., Ahlstrom E. H., Moser H. G. Early life history stages of fishes and their characters // Ontogeny and systematics of fishes / Eds. H. G. Moser et al. Spec. Publ. 1. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 1984. P. 11–22.
8. Якубовски М. Методы выявления и окраски системы каналов боковой линии и костных образований у рыб in toto // Зоол. журн. 1970. Т. 49. Вып. 9. С. 1398–1402.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.14.15

**ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕМАТОДАХ И СКРЕБНЯХ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО
ТРАКТА БОЛЬШОГО БАКЛАНА (*Phalacrocorax carbo*) оз. БАЙКАЛ**

Д. Р. Балданова, Т. Р. Хамнуева, О. Б. Жепхолова, Л. В. Толочко

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ;
e-mail: darima_baldanova@mail.ru

**PRELIMINARY DATA ON NEMATODES AND ACANTHOCEPHALANS
OF THE DIGESTIVE TRACT OF THE GREAT CORMORANT
(*Phalacrocorax carbo*) OF THE BAIKAL**

D. R. Baldanova, T. R. Khamnueva, O. B. Zhepkholova, L. V. Tolochko

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude;
e-mail: darima_baldanova@mail.ru

The species composition of acanthocephalans and nematodes from the gastrointestinal tract of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (Blumenbach, 1798) was studied and their abundance were determined in current environmental conditions. The birds were studied according to the method given in the work of M. N. Dubinina. 5 species of worms have been recorded: 4 species of nematodes (*Contraecum rudolphii* Hartwich, 1964; *Contraecum microcephalum* (Rudolphi, 1819); *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909; *Baruscapillaria carbonis*) and 1 species of acanthocephalan (*P. magnus* Skrjabin, 1913).

Дикие околводные и водоплавающие птицы бассейна оз. Байкал наиболее мобильный элемент экосистем региона. Глобальные климатические изменения вызывают существенную перестройку населения птиц околводного комплекса. Из-за сильного осушения прибрежных экосистем сопредельных территорий Монголии и Китая происходит массовое выселение птиц к северу, что вызывает резкий рост их численности на территории России.

Большой баклан – *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758) – на оз. Байкал и в его бассейне находится на северной периферии своего гнездового ареала и представлен восточным подвидом – *Ph. c. sinensis* (Blumenbach, 1798). Ранее баклан был многочисленным аборигенным видом на озере, в 1960-е гг. исчез, причем так быстро, что его биология и экология (особенно паразитофауна) остались неизученными. После почти полувекowego отсутствия большой баклан восстановил свой ареал в российской части бассейна оз. Байкал буквально за 20 последних лет [1].

Цель работы – выявление видового состава нематод и скребней большого баклана оз. Байкал и определение их численности в современных экологических условиях в рамках исследования полной его гельминтофауны.

Материалы и методы. Видовой состав паразитов дан по результатам специальных гельминтологических вскрытий баклана. Отстреливали птиц на станциях в оз. Байкал: дельта р. Селенга, заливы Малое море и Чивыркуйский. Птиц исследовали по методике, приведенной в работе М. Н. Дубининой [2]. Для оценки количественных показателей зараженности хозяев использовали индексы: экстенсивность инвазии (Эи), интенсивность инвазии (Ии, лимиты), индекс обилия (Ио). Нематоды определены в соответствии с современными идентификационными ключами [3–5], скребни – по ключу, приведенному О. М. Амином [6].

Результаты исследований. У 12 бакланов выявлены 4 вида нематод (*Contraecum rudolphii* Hartwich, 1964; *C. microcephalum* (Rudolphi, 1819); *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909; *Baruscapillaria carbonis* (Dubinin and Dubinina, 1940) и 1 вид скребней (*Polymorphus magnus* Skrjabin, 1913).

Основу гельминтофауны составляют нематоды. У большинства птиц обнаружены смешанные инфекции. Помимо *C. rudolphii*, найденных у всех исследованных птиц, были личинки третьей и четвертой стадий, а также взрослые особи видов *C. microcephalum*, *E. excisus*, *B. carbonis*. Экстенсивность заражения нематодами 100%, общая средняя интенсивность 102.58 экз. Самым распростра-

ненным видом был *C. rudolphii* с интенсивностью инвазии от 4 до 349 экз. Вторым по численности – *B. carbonis* (Ии от 6 до 185 экз.).

Из четырех видов скребней, обнаруженных в Байкальском регионе, у большого баклана (исследовано 45 экз.) отмечен только *P. magnus*. Он найден у 6 видов птиц, Эи достигала 20%. Ранее отмеченные в Байкальском регионе *P. minutus* (Goeze, 1782), *P. acutis* Van Cleave et Starret, 1940, *Filicollis anatis* (Schränk, 1788) не обнаружены. Скребни локализируются в тонком отделе кишечника. Полиморфусы очень глубоко проникают в его стенку. В отличие от эхиноринхид, хоботок которых достигает только подслизистой основы кишечника рыб, хоботок и шейка полиморфид прободают и слизистую, и мышечную оболочки, добираясь до серозной оболочки. На внешней, серозной, стороне кишки есть бугорки, маркирующие места прикрепления скребней.

При высокой численности дефинитивных хозяев нематоды и скребни потенциально могут оказывать регулирующее влияние на численность популяций птиц. При значительных межгодовых колебаниях относительной численности паразита необходим постоянный мониторинг зараженности птиц гельминтами.

Таким образом, у большого баклана, недавно восстановившего свой ареал на оз. Байкал, обнаружены 5 видов первичнополостных червей: 4 вида нематод (*Contraecaecum rudolphii*, *C. Microcephalum*, *Eustrongylides excisus*, *Baruscapillaria carbonis*) и 1 вид скребней (*P. magnus*). Доминантным видом является *C. rudolphii*, он отмечен у всех птиц.

Работа выполнена в рамках темы госзадания (№ 121030900141-8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пыжьянов С. В., Пыжьянова М. С. Современное состояние большого баклана на Байкале и Хубсугуле (Монголия) // Известия ИрГУ. Сер. Биология. Экология. 2010. Т. 3, № 1. С. 60–63.
2. Дубинина М. Н. Паразитологическое исследование птиц. Л. : Наука, ЛО, 1971. 139 с. (Методы паразитологических исследований / АН СССР. Науч. совет по проблеме «Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира» ; вып. 4).
3. Frantova D. Capillariid nematodes (Nematoda: Capillariidae) parasitic in the common cormorant (*Phalacrocorax carbo*), with redescription of *Baruscapillaria carbonis* (Dubinin et Dubinina, 1940) // Folia parasitol. 2001. Vol. 48, No. 3. P. 225–230.
4. Moravec F., Scholz T. Helminth parasites of the lesser great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* from two nesting regions in the Czech Republic // Folia Parasitol. 2016. Vol. 63. P. 1–16.
5. Moravec F., Scholz T., Nasinkova V. The systematic status of *Trichosoma carbonis* Rudolphi, 1819 and a description of *Baruscapillaria rudolphii* n. sp. (Nematoda: Capillariidae), an intestinal parasite of cormorants // Systematic Parasitology. 1994. No. 28. P. 153–158.
6. Amin O. M. Classification of the Acanthocephala // Folia Parasitol. 2013. Vol. 60, No. 4. P. 273–305.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.16.17

РОЛЬ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В СТРАТЕГИИ МИГРАЦИИ МАЛОГО КАНАДСКОГО ЖУРАВЛЯ *ANTIGONE CANADENSIS CANADENSIS*

Д. А. Барыкина¹, С. Л. Вартамян², Д. В. Соловьёва¹

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;

e-mail: daria.barykin@gmail.com

²СВКНИИ ДВО РАН им. Н. А. Шило, Магадан

THE ROLE OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN THE MIGRATION STRATEGY OF THE LESSER SANDHILL CRANE *ANTIGONE CANADENSIS CANADENSIS*

D. A. Barykina¹, S. L. Vartanyan², D. V. Solovyeva¹

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;

e-mail: daria.barykin@gmail.com

²North-Eastern Complex Research Institute FEB RAS, Magadan

Migration stopovers play an important role in replenishing energy reserves during long migrations [1]. Every year, Sandhill cranes (*Antigone canadensis canadensis*) of the Alaska-Siberian subpopulation [2] fly an average of about 16,000 kilometers and hold the record for the longest migration among cranes of the genus *Antigone*. It is known that on the North American continent, during migrations, cranes of the mid-continental migratory population (which includes the Alaska-Siberian subpopulation) prefer wetlands located near agricultural complexes to reduce energy costs for local movements between food resources and resting places on water bodies [3, 4]. However, there are no complexes along the species' flight route to Eurasia. To assess the potential expansion of the Sandhill crane in the northwest direction and the limits of its possible range in Eurasia, we compared anthropogenic and natural migratory stopovers based on the following parameters: the duration of the stopover and the length of the migratory rush after it.

Миграционные остановки играют большую роль в пополнении запаса энергии у птиц во время длительных перелетов [1]. Ежегодно малые канадские журавли *Antigone canadensis canadensis* Аляско-Сибирской субпопуляции [2] пролетают в среднем около 16 тыс. км и являются рекордсменами по протяженности миграции среди журавлей рода *Antigone*. Известно, что на североамериканском континенте во время миграций журавли средне-континентальной пролетной популяции (куда входит Аляско-Сибирская субпопуляция) отдают предпочтения водно-болотным угодьям, находящимся вблизи аграрных комплексов, чтобы уменьшить затраты энергии на локальные перемещения между пищевыми ресурсами и местами отдыха на водоемах [3, 4]. Однако на пути пролета вида в Евразии комплексы отсутствуют. Для того чтобы оценить потенциал экспансии канадского журавля в северо-западном направлении и пределы возможного ареала в Евразии, мы сравнили антропогенные и естественные миграционные остановки по следующим параметрам: продолжительность остановки и длина миграционного броска после нее.

Исследование проводилось на Чаунском биостанционаре ИБПС ДВО РАН, расположенном на о. Айопечан (68°50' с. ш., 170°30' в. д.) в Чаунской низменности (Чукотский АО). За время полевых работ на взрослых канадских журавлях повесили 11 GPS-GSM передатчиков (трекеров) модели WT300 Vulture, компании KoEco Inc. Трекеры один раз в 3 ч записывали местоположение птицы, скорость и направление ее движения. Информация с трекера передавалась в виде СМС-пакета, когда птица достигала территории, покрытой мобильной сетью формата GSM. Качественные данные удалось получить только от 5 птиц. На январь 2024 г. у нас есть 10 полных осенних и 10 полных весенних миграционных треков.

Мы исследовали 441 миграционную остановку (см. таблицу).

Ежегодно во время весенних и осенних перелетов журавли останавливаются в среднем 49+5.6 раз за осеннюю миграцию и 39+3.6 раза за весеннюю. Из них в евроазиатской части ареала все

Число миграционных остановок малого канадского журавля в осенние и весенние сезоны миграции с учетом принадлежности остановок к аграрным или естественным комплексам, 2018–2023 гг.

Сезон миграции	Тип миграционной остановки		
	Аграрный	Естественный	Всего
Осень	71	176	247
Северная Америка	71	129	200
Азия	–	47	47
Весна	95	99	194
Северная Америка	95	65	160
Азия	–	34	34
Всего	166	275	441

миграционные остановки, в т. ч. и кормовые, приходится на натуральные местообитания (зачастую это водно-болотные угодья, особенно часто – поймы рек). За всю миграцию над азиатским континентом, которая в среднем составляет 14% пути (а в случае птицы с р. Алазея – 22% пути), приходится 19% остановок. Остальные миграционные остановки на североамериканском континенте, из них 36% являются естественными местообитаниями (поймы рек и озера); большая часть из них расположена на несельскохозяйственной Аляске. Когда журавли достигают прерий Саскачевана и Альберты (Канада), то отдают предпочтение аграрным местообитаниям, используя при этом небольшую часть коротких остановок в естественной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Gauthreaux S. A., Farner D. S., King J. R., Parkes K. C.* Avian biology. New York, London : Academic Press, 1982. P. 93–168.
2. *Krapu G. L. et al.* Geographic distribution of the mid-continent population of sandhill cranes and related management applications : Distribution Géographique de la Population des Grues du Canada Dans le Centre du Continent et Les Applications Relatives à Leur Gestion // *Wildlife Monographs*. 2011. Vol. 175, No. 1. P. 1–38.
3. *Donnelly J. P. et al.* Migration efficiency sustains connectivity across agroecological networks supporting sandhill crane migration // *Ecosphere*. 2021. Vol. 12, No. 6. P. 1–22.
4. *Pearse A. T. et al.* Changes in agriculture and abundance of snow geese affect carrying capacity of sandhill cranes in Nebraska // *The Journal of Wildlife Management*. 2010. Vol. 74, No. 3. P. 479–488.

К ВОПРОСУ О НИЗКОЙ ЦЕНОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧУЖЕРОДНОЙ ФЛОРЫ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Е. А. Белоновская, А. А. Тишков, Н. Г. Царевская

Институт географии РАН, Москва; e-mail: belena@igras.ru

ON THE ISSUE OF LOW CENOTIC ACTIVITY OF THE ALIEN FLORA OF THE RUSSIAN ARCTIC

E. A. Belonovskaya, A. A. Tishkov, N. G. Tsarevskaya

Institute of Geography RAS, Moscow; e-mail: belena@igras.ru

New data on the distribution of alien plant species in the Russian Arctic are presented. Regional peculiarities of adventization of flora and low cenotic activity of alien species in anthropogenic habitats are discussed.

Сведения о разнообразии чужеродных видов растений Российской Арктики сравнительно многочисленны [1–3]. В рамках программы Арктического Совета CAFF и Циркумполярного мониторинга и оценки арктического биоразнообразия данные по биотическим инвазиям редки. Так, в докладе CAFF «Arctic Biodiversity Assessment» (2013) представлены 395 чужеродных видов сосудистых растений [4]. По данным Глобального фонда информации о биоразнообразии (GBIF) и последним публикациям, в Циркумполярной Арктике выявлен 341 чужеродный вид растений, что составляет 8.6% всей ее флоры [2].

В Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) на нынешний момент отмечены 300 чужеродных видов растений, 63 (20.9%) из них аборигенные в одном из ее регионов и занесены в другие регионы [3]. Их доля в региональных флорах от 1,4–3,8% (Чукотка) до 16,2–27,8% (Кольский полуостров и Большеземельская тундра).

Наиболее распространена *Chenopodium album*, она найдена в большинстве регионов. В 5–7 регионах отмечены около 30 видов, в т. ч. *Artemisia vulgaris*, *Barbarea vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Erodium cicutarium*, *Fallopia convolvulus*, *Festuca pratensis*, *Galeopsis bifida*, *Lappula squarrosa*, *Lepidotheca suaveolens*, *Medicago lupulina*, *Melandrium album*, *Phleum pratense*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Puccinellia hauptiana*, *Ranunculus acris*, *Raphanus raphanistrum*, *Rumex acetosella*, *Sinapis arvensis*, *Stellaria media*, *Trifolium hybridum*, *T. pratense*, *Tripleurospermum inodorum*, *Urtica dioica* и др. Из относительно широко распространенных чужеродных видов лишь один (*Lepidotheca suaveolens*) занесен из другого континента (из Северной Америки), хотя в Арктику он попал из южных континентальных районов. Аналогичная ситуация возникла и с североамериканским и восточносибирским *Hordéum jubátum*.

В составе флоры чужеродных видов АЗРФ преобладают плюризональные виды (48.6%) с северной границей ареала в бореальной зоне. Среди них много луговых видов, видов придорожных местообитаний и селитебных земель. Во второй по численности группе (7.1%) виды, связанные с более южными умеренной, субсредиземноморской и средиземноморской зонами, в основном это сорные и сорно-рудеральные растения.

Общее заключение по результатам анализа – единого тренда в изменении доли чужеродных видов в АЗРФ на долготном градиенте не выявлено; также нет зависимости между числом аборигенных видов и числом чужеродных видов в регионах [3]. Высокая доля чужеродных видов отмечена в европейской Арктике, по сравнению с сибирскими регионами. Она сопоставима с южными регионами, в которых чужеродные виды составляют 25% и более [5]. Высокое значение доли чужеродных видов связано с древностью хозяйственного освоения.

По данным глобальной базы натурализовавшихся видов GloNAF, для арктического биома известны 321 натурализовавшийся чужеродный вид растений [6]; в отдельных районах, например, в Грен-

ландии натурализовались 23.2% чужеродных видов, в северных районах Исландии – 11.6%. Есть и другие оценки – 188 натурализовавшихся чужеродных видов [2]. Для регионов АЗРФ на данный момент такая оценка невозможна из-за отсутствия сведений об инвазионном статусе. Но в полосе «п-ов Канин – Печора – Полярный Урал» натурализовалось 120 видов [2].

Доля адвентивных видов в конкретных флорах тундровой зоны выше, по сравнению с такими в прилегающих районах бореальной зоны [5]. Вполне естественно закономерности увеличения разнообразия чужеродных видов сосудистых растений следует искать в хронологии, географии и характере освоения АЗРФ: в западном (атлантическом) секторе АЗРФ, где освоение поморами арктических земель (от Кольского полуострова до Печоры, включая Новую Землю) началось уже в XII в., разнообразие чужеродных видов растений богаче. По Северному морскому пути и по рекам с юга к концу XVII – началу XVIII в. **шло освоение арктических территорий Северной Евразии**, создавались поселки и фактории. Но самые интенсивные процессы промышленного освоения АЗРФ происходили в первой половине XX в., когда, собственно, и возникли крупные горнодобывающие центры и сеть более мелких поселков (вокруг рудников, приисков и проч.). Адвентизации арктической флоры способствовало и развитие ГУЛАГа; в первую очередь создание при его объектах сельскохозяйственных производств, использующих посевной материал и корма для скота, завозимые с юга. Кроме того, именно в 1930-х гг. повсеместно в границах АЗРФ создавались сельскохозяйственные опытные станции (Хибинская, Печорская, Ямальская, Ханты-Мансийская, Магаданская, Марковская на Чукотке и др.), развивались идеи «полярного земледелия» и сеть научно-исследовательских институтов сельского хозяйства Крайнего Севера [7, 8]. В 1990-х гг. в районах освоения АЗРФ стали активно применяться методы биологической рекультивации, для этого широко использовали посевной материал (т. н. травосмеси) из более южных регионов, в т. ч. из-за рубежа [9]. Например, для районов АЗРФ – смеси *Phalaris arundinacea*, *Poa pratensis* s.l., *Festuca rubra* s.l., *F. pratensis*, *Elytrigia répens*, *Phleum pratense*, *Melilótus álbus*, *Trifolium repens*. Но подчеркнем, что фактор времени хозяйственного освоения и выявление долготного градиента в адвентизации флоры АЗРФ никак не связаны, т. к. во всех регионах очаги антропогенной трансформации арктических экосистем часто возникали синхронно «волнами», а не последовательно; например, с запада на восток. Особенно это касается XX в.

По [10], из 427 исправительно-трудовых лагерей (ИТЛ) системы ГУЛАГа около 70 локализованы в границах АЗРФ, в т. ч. 8 – в Мурманской области, 9 – в Республике Карелия и 14 – в Республике Коми. С XIV по XX в. в АЗРФ образованы не менее 100 поселений, включая древние поселения на побережье Белого моря (Умба, Кемь и др.), Соловецкий монастырь (1429 г.) и города Архангельск (1584 г.), Обдорск (1595 г.), Пустозерск (1499 г.), Мангазея (1601 г.). В конце XIX – начале XX в. создаются поселения на Шпицбергене (1895 г.) и Новой Земле (Полярный, 1897 г.), строятся пос. Диксон (1915 г.) и г. Мурманск (1916 г.). Мы выделяем период ГУЛАГовских поселений 1920–1930-х гг. как предшествующий началу процессов урбанизации АЗРФ. Например, с 1939 по 1945 г. городов и поселков городского типа в Российской Арктике было основано более 20; а с 1949 по 1958 г. – 15 (в т. ч. Норильск – 1953 г.). К примеру, в 1980-х гг. и в начале 1990-х в АЗРФ не построили ни одного нового поселения.

Крупных «очагов» – городских поселений – распространения чужеродных видов растений в АЗРФ к 1939 г. было 29, в 1970 г. – 106, в 1983 г. – 125, в 2002 г. – опять 106, а к 2017 г. только 82. Всего в АЗРФ на сегодня действуют около 70 городов и поселков городского типа, в т. ч. 7 городов численностью более 100 тыс. чел. (Мурманск, Архангельск, Северодвинск, Норильск, Уренгой, Ноябрьск и ранее Воркута). Существует и обратный процесс – население АЗРФ за последние 30 лет сократилось более чем на 1 млн чел., а количество поселений (в основном поселков) уменьшилось со 125 до 82. Как это отразится на темпах антропогенной трансформации флоры? Будет ли в связи с этим процесс вымирания видов-вселенцев?

Первостепенная задача исследований в области адвентизации арктической флоры – выявление участия чужеродных видов в местной сукцессионной системе, что дает перспективу на восстановление растительности трансформированных территорий АЗРФ [9]. Повсеместно здесь отмечается эффект низкой ценотической активности чужеродных видов при формировании разнообразия растительных сообществ на антропогенных местообитаниях. Эта закономерность связана с «дробным» (во времени) и очаговым (в пространстве) характером освоения территорий АЗРФ, когда нарушенные участки оказывались в условиях диаспорического голода для развития сукцессий.

Выявлено, что синтаксономическое разнообразие растительности нарушенных местообитаний АЗРФ включает: один класс, два порядка, два союза, 14 ассоциаций, 11 субассоциаций, 70 вариантов, 108 субвариантов и два безранговых сообщества.

Сообщества антропогенных местообитаний Арктики относятся к классу *Matricaria–Poetea arcticae* Ishbirdin 2001, который включает два порядка: *Phippsio–Cochleariopsietalia* Nadač 1989 corr. и *Chamerio–Betuletalia nanae* (Khusainov et al. 1989) Ishbirdin 2001. По данным О. И. Суминой [11], к первому порядку относится союз *Poion glauco–malacanthae* Sumina 1994, объединяющий сообщества техногенных местообитаний Чукотки. В него входят 4 ассоциации, 3 субассоциации, 14 вариантов, 8 субвариантов и одно безранговое сообщество. Союз второго порядка *Chamerio–Matricarion hookeri* (Ishbirdin et al. 1996) Ishbirdin 2001 характеризует антропогенную растительность севера Восточной Европы и Средней Сибири и состоит из 10 ассоциаций, 8 субассоциаций, 56 вариантов, 100 субвариантов и одного безрангового сообщества. Чужеродные виды в их сложении отсутствуют.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22-17-00168 «Биогеографические последствия изменений климата в Российской Арктике».

ЛИТЕРАТУРА

1. Секретарева Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 131 с.
2. Wasowicz P. et al. Non-native vascular flora of the Arctic: Taxonomic richness, distribution and pathways // *Ambio*. 2020. Vol. 49. P. 693–703.
3. Morozova O. V., Tishkov A. A. Alien plant species in the Russian Arctic: Spatial patterns, corridors, and local invasions // *Russian journal of biological invasions*. 2021. Vol. 12, No. 4. P. 376–385.
4. Daniëls F. J. A., Gillespie L. J., Poulin M. Plants // Arctic biodiversity assessment. Status and trends in Arctic biodiversity / Ed. H. Meltofte. Conservation of Arctic Flora and Fauna. 2013. P. 310–353.
5. Морозова О. В. Участие адвентивных видов в формировании разнообразия и структуры флор Восточной Европы // *Известия РАН. Сер. географическая*. 2003. № 3. С. 63–71.
6. Pyšek P. et al. Naturalized alien flora of the World: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and regional levels of invasion // *Preslia*. 2017. Vol. 89, No. 3. P. 203–274.
7. Белов М. И. Научное и хозяйственное освоение Советского Севера. 1933–1945 гг. Л. : Гидрометеоиздат, 1969. 615 с. (История открытия и освоения Северного морского пути ; т. 4).
8. Хантимер И. С. Сельскохозяйственное освоение тундры. Л. : Наука, ЛО, 1974. 226 с.
9. Тишков А. А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера. М. : УРАО, 1996. 115 с.
10. Система исправительно-трудовых лагерей в СССР, 1923–1960 : Справочник / Сост. М. Б. Смирнов. М. : Звенья, 1998. 597 с.
11. Сумина О. И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России. СПб. : Информ-Навигатор, 2013. 339 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАДИАЛЬНОГО РОСТА ДЕРЕВЬЕВ В АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННОМ КРИОГЕННОМ ЛИСТВЕННИЧНИКЕ

*В. Е. Бенькова¹, А. В. Бенькова¹, Д. А. Машуков¹, А. В. Шашкин¹, А. С. Прокушкин¹,
В. И. Зырянов¹, А. В. Качаев²*

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение
ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск

²Сибирский государственный технологический университет, Красноярск;
e-mail: benkova@yandex.ru

SPECIFICATION OF SEASONAL RADIAL GROWTH OF TREES IN ANTHROPOGENICALLY ALTERED CRYOGENIC LARCH FOREST

*V. E. Benkova¹, A. V. Benkova¹, D. A. Mashukov¹, A. V. Shashkin¹, A. S. Prokushkin¹,
V. I. Zyryanov¹, A. V. Kachaev²*

¹V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Krasnoyarsk,

²Siberian State Technological University Krasnoyarsk; e-mail: benkova@yandex.ru

As an example, tree growth after the even anthropogenic impact (winter road cutting through the forest) has been studied in a larch even-aged permafrost forest of *Larix gmelinii* regenerated after the fire of 1896. We monitored the seasonal radial growth dynamics in 2018 and 2019 using point dendrometers. 6 trees growing in the undisturbed site in the depth of the forest and 5 trees growing in vicinity from the road were under study. It was concluded that the hydro-thermal properties of permafrost soil in the vicinity of the winter road (TR site) became much favorable for tree growth just after cutting. It caused higher intensity of radial growth and sensitivity to weather conditions in comparison with the trees growing in the depth of the forest (TE site). This tendency has been maintained for more than 30 years.

Нынешнее потепление климата вызвало определенные изменения в состоянии криогенных лесов, о чем свидетельствуют результаты многочисленных работ. Однако последствиям антропогенного воздействия на их состояние исследователи уделяют недостаточно внимания. Между тем усилившаяся в последнее время интенсивность антропогенного воздействия на криогенные леса (прокладка дорог, рубки, строительство объектов, проведение геологических изысканий и др.) может значительно превысить эффект потепления климата.

Цель исследования – оценка изменения динамики сезонного радиального роста деревьев в криогенном лиственничнике после разового антропогенного воздействия (прокладка дороги – зимника).

Работы проводили в бас. р. Нижняя Тунгуска, в среднем ее течении (64°19' с. ш., 100°13' в. д.), вблизи пос. Тура, на базе Эвенкийского опорного экспедиционного пункта Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (Эвенкийский муниципальный район Красноярского края).

Для исследования выбрали одновозрастный лиственничник багульниково-брусничный зеленомошный (10 Лц) V класса бонитета на склоне северной экспозиции с уклоном 2°. Лиственничник сформировался после сильного низового пожара 1899 г. В 1984 г. однородность лиственничника нарушили прокладкой через него сверху вниз дороги – зимника. Во время экспертного обследования, проведенного в 2017 г., было отмечено, что вблизи дороги произрастали более крупные деревья, по сравнению с деревьями в глубине леса. Предыдущие наши исследования показали, что в однородном криогенном лиственничнике после прокладки зимника сформировалась пространственная неоднородность локальных условий роста, что определило существенно более интенсивный рост деревьев вблизи вырубki относительно деревьев в глубине леса. В данной локации выявлялись длительные последствия влияния антропогенного нарушения на динамику радиального роста лиственницы.

Сезонный радиальный рост деревьев исследовали в течение двух вегетационных периодов (2018 и 2019 гг.) на пробных площадках (пп), заложенных в 20 м от бровки дороги (пп TR) и в глубине леса (пп ТЕ). Сезон 2018 г. отличался обильными осадками в апреле и скудными в июне, а сезон 2019 г. – скудными осадками в августе. На пяти деревьях с пп TR и шести на пп ТЕ установили точные дендрометры EMS DRL-26 (Чехия). Выбранные деревья были трех категорий: доминантные, содоминантные и супрессивные и использовались как опытные в течение двух сезонов. Дендрометры отслеживали в непрерывном режиме сезонный рост годичного кольца и суточную его вариабельность. Из всех зафиксированных дендрометром значений в течение суток выбирали одно максимальное. Оно соответствует ночному времени, когда стволовая древесина максимально насыщена водой. Вариабельность посуточных максимальных значений обусловлена посуточной вариабельностью метеоусловий. Сезонный набор максимальных суточных значений радиуса ствола в показаниях дендрометра в целом характеризует динамику (ход) сезонного роста годичного кольца.

Ход сезонного роста деревьев лиственницы на пп ТЕ и пп TR хорошо аппроксимирует стандартная сигмоидная, или S-образная, функция. Для каждого дерева S-кривую разбивали на 3 отрезка, характеризующих последовательные этапы роста годичного кольца: *начальный* – связан с образованием первых проводящих клеток ранней древесины; *этап интенсивного роста* – формирование ранней (проводящей) зоны кольца; и *этап становления поздней зоны* с последующим прекращением роста кольца (на кривых это «выход на плато»). Для определения дат начала, конца и продолжительности указанных этапов кривые сезонного роста годичного кольца были аналитически описаны функцией вида $Y = a/(1+bc^{-cx})$, где a , b и c – коэффициенты, которые подбирались для каждого дерева и каждого сезона. Характерные даты находили, вычисляя производные с применением логистической модели.

Анализ сезонного хода роста деревьев на антропогенно нарушенном и ненарушенном участках древостоя показал:

в одинаковых погодных условиях (в один и тот же год) ширина сформировавшегося годичного кольца у деревьев на пп TR в несколько раз превышает таковую у деревьев на пп ТЕ (сравнивали между собой деревья примерно с одинаковой окружностью ствола). Такая тенденция наблюдалась и в 2018, и в 2019 г. Это значит, что сравнительно благоприятная обстановка для роста деревьев, сложившаяся у бровки зимника, обусловила высокий прирост стволовой древесины на пп TR и по прошествии 50 лет;

ширина сформировавшегося годичного кольца оказалась чувствительной к различию погодных условий сезонов роста на обеих пп. Изменение этого показателя при изменении погодных условий относительно предыдущего сезона у деревьев на пп ТЕ и пп TR имело противоположную тенденцию. Так, ширина кольца 2019 г. на пп ТЕ уменьшилась по сравнению с 2018 г., а на пп TR – увеличилась. То есть в сезон 2019 г. погодные условия были менее благоприятными для роста деревьев в глубине древостоя и более благоприятными – на бровке зимника;

в сезоны 2018 и 2019 г. рост годичного кольца лиственницы на пп ТЕ и пп TR начался фактически одновременно – в конце первой декады июня, независимо от различия погодных условий сезона и гидротермических условий почвы;

рост годичного кольца в сезоны 2018 и 2019 г. у деревьев на пп ТЕ остановился примерно в одно и то же время – в конце первой декады июля. У деревьев на пп TR в сезон 2019 г. это произошло на неделю – полторы позже (во второй декаде июля), чем в 2018 г.

Таким образом, благоприятные для роста гидротермические свойства многолетнемерзлой почвы на антропогенно измененном участке TR обуславливают повышенную интенсивность радиального роста и повышенную чувствительность к погодным условиям по сравнению с деревьями в глубине леса на участке ТЕ, и тенденция эта сохраняется уже более 30 лет.

СЕВЕРО-ВОСТОК АЗИИ КАК ЦЕНТР РАЗНООБРАЗИЯ ВОДНОЙ ФЛОРЫ РОССИИ

A. A. Bobrov¹, P. A. Volkova¹, M. O. Ivanova¹, O. A. Mochalova², E. V. Chemeris¹

¹Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок;
e-mail: bobrov@ibiw.ru; polina.an.volkova@gmail.com; m.ivanova3105@gmail.com; lechem@ibiw.ru

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: mochalova@inbox.ru

NORTH-EAST ASIA AS A DIVERSITY HOTSPOT OF AQUATIC FLORA OF RUSSIA

A. A. Bobrov¹, P. A. Volkova¹, M. O. Ivanova¹, O. A. Mochalova², E. V. Chemeris¹

¹Papanin Institute for biology of inland waters RAS, Borok; e-mail: bobrov@ibiw.ru,
polina.an.volkova@gmail.com, m.ivanova3105@gmail.com, lechem@ibiw.ru

²Institute of biological problems of the North FEB RAS, Magadan; e-mail: mochalova@inbox.ru

Since 2012, the diversity of aquatic vascular plants in North-East Russia (East Siberia and the Far East) has been revised and our data on diversity composition have been increased by ca. 10%, as well as the taxonomic composition have been significantly refined. Special attention was paid to poorly studied parts of this area, both by direct study of aquatic flora of the key territories (e.g., eastern Chukotka, northern Okhotsk area, northern Kamchatka, etc.), and by revision of complex taxonomic groups of aquatic plants (e.g., *Utricularia*, *Callitriche*, *Sparganium*). North-East Asia, a vast territory with a highly mosaic relief, a variety of natural and climatic conditions, represents a contact zone of the Siberian, Beringian and East Asian aquatic floras, and has high and unique diversity of aquatic vascular plants, providing a significant contribution to the aquatic flora of Russia.

Водные сосудистые растения до сих пор остаются наименее изученными во многих регионах мира, несмотря на их важнейшее значение в водных экосистемах. Мы проводим ревизию водных сосудистых растений России начиная с 2012 г. Водная флора России включает 357 таксонов (282 вида и 75 гибридов), европейской части – 253 (204 и 49), Западной Сибири – 200 (172 и 28), Восточной Сибири – 190 (160 и 30), Дальнего Востока – 213 (182 и 31). Мы значительно уточнили состав флоры, тем самым увеличив разнообразие водных растений в стране на 29%, а в указанных выше регионах на, соответственно, 8, 21, 11 и 9%. Особое внимание уделяем малоизученным районам Северо-Востока Азии (Восточной Сибири и Дальнего Востока), как изучая флористическое разнообразие ключевых территорий, так и проводя ревизии сложных и слабоизученных таксономических групп водных растений.

На восточной Чукотке в национальном парке «Берингия» водные сосудистые растения представлены 40 видами и 4 гибридами. Флора дополнена 7 новыми таксонами: *Callitriche hermaphroditica*, *Myriophyllum verticillatum*, *Ranunculus codyanus*, *Ruppia megacarpa*, *Stuckenia* × *suecica*, *Utricularia macrorhiza*, *U.* × *ochroleuca*, половина из них впервые указана и для восточной Чукотки. Водные объекты в долинах, особенно с выходами карбонатных пород, отличаются максимальным количеством таксонов (до 8 на водоем), т. к. здесь есть защита от ветров, мерзлота смягчается таликами, а карбонаты обеспечивают необходимый баланс растворенных веществ. В тундровых водоемах и больших озерах встречаются не более трех таксонов на водоем. Выделяются системы Гильмимлинейских и Туманных термоминеральных источников с *Bolboschoenus planiculmis*, *Ruppia maritima* и *Tillaea aquatica*, а также участки долин нижнего течения р. Чегитун с приморскими видами и среднего и нижнего течения р. Курупка с комплексом теплолюбивых видов в значительном отрыве от их основных ареалов.

В Северной Охотии в бас. р. Кава найдены 51 вид и 4 гибрида сосудистых растений. Флора Магаданской области дополнена 2 видами и 3 гибридами: *Equisetum arvense* × *E. scirpoides*, *Elatine* aff. *triandra* vel *americana*, *Potamogeton* × *vepsicus*, *Sparganium rothertii* и *S. gramineum* × *S. rothertii*. Почти все виды водных сосудистых растений (10 из 11), охраняемых в Магаданской области, сконцентрированы и обильны в бас. р. Кава; три «краснокнижных» вида из Хабаровского края обнаружены также в

ее бассейне и с высоким обилием. Флористическое разнообразие водных объектов определено экологическими условиями, а не географическим расположением. Почти все разнообразие водных макрофитов сосредоточено в озерах. Наибольшим богатством и концентрацией редких таксонов выделяется озерно-речная система р. Чукча, которая хорошо изолирована от холодных морских ветров.

На северной Камчатке обнаружены 26 видов и гибридов водных сосудистых растений, новых для флоры о. Карагинский (*Callitriche anceps*, *Elatine* aff. *triandra* vel *americana*, *Lemna turionifera*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. ussuriense*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton fryeri*, *P. sibiricus*, *Ranunculus ashibetsuensis*, *Ruppia megacarpa*, *Sparganium angustifolium*, *S. glomeratum*, *S. natans* и их гибриды, *Stuckenia filiformis*, *Subularia aquatica*, *Utricularia macrorhiza*, *U. × ochroleuca*, *Zostera marina* и др.), из которых 17 – новые для Карагинского района. Почти все из них уже были отмечены в разных районах Камчатки, в т. ч. и в Карагинском районе, что свидетельствует о недостаточной изученности водной флоры о. Карагинский и Карагинского района в целом.

По результатам ревизии пузырчаток *Utricularia* северной Евразии видно, что крупные пузырчатки представлены азиатско-североамериканским *U. macrorhiza* и евросибирским *U. vulgaris*, которые ранее трактовались как один голарктический вид *U. vulgaris*. В симпатрии распространены их гибриды с редким австралийско-восточноазиатским *U. tenuicaulis*, соответственно *U. × japonica* и *U. × neglecta*, которые ранее относили к *U. australis*. Среди мелких пузырчаток критические *U. ochroleuca* и *U. stygia* оказались гибридами *U. intermedia* и *U. minor* (*U. × ochroleuca*). Этот гибрид лучше приспособлен к экстремальным природно-климатическим условиям (тундры, горные районы), по сравнению с родительскими видами, и весьма обычен на севере Дальнего Востока. Восстановлен вид *U. multispinosa* с юга Дальнего Востока – сестринский для всех водных пузырчаток. В результате его гибридизации с *U. minor*, по-видимому, возник западноевропейский *U. bremii*.

Эндемичный для западной Берингии *Callitriche subanceps* вместе с произрастающим в Гренландии и северной части Северной Америки *C. anceps* – одна из эволюционных линий американского *C. heterophylla* s.l., имеют округлые бескрылые плоды. Из-за отсутствия их морфологической и генетической дифференциации эти виды следует рассматривать как один вид с приоритетным названием *C. anceps*. Другая линия, собственно *C. heterophylla*, распространена в Северной Америке. *Callitriche palustris* с крылатыми яйцевидными плодами генетически дифференцирован от обеих форм *C. heterophylla* s.l.

Среди водных ежеголовников *Sparganium* подрод *Xanthosparganium* в северной Евразии встречаются 9 видов и 14 гибридов, 9 гибридов описаны нами впервые, из них 7 – с Северо-Востока Азии. Обнаружено, что *S. angustifolium* не произрастает в континентальных районах. В дополнение к широко распространенному *S. emersum* и восточнosedвероамериканскому *S. chlorocarpum* найден азиатско-тихоокеанский *S. rothertii*. Существование различных эволюционных линий некоторых видов (*S. glomeratum* и *S. hyperboreum*) было причиной таксономических проблем, особенно на Дальнем Востоке. Гибриды широко распространены и многочисленны. В долине р. Колымы они составили 64% от всех изученных образцов, в Якутии – 46, в Корякии – 38, в Северном Приохотье – 27. Гибридизация может представлять угрозу для холодолюбивых видов олиготрофных вод (*S. angustifolium*, *S. gramineum*) – из-за изменений условий обитания, их быстро замещают гибриды с широко распространенными видами.

Наши исследования водных флор ключевых территорий позволили почти на треть увеличить их разнообразие, а выполненные ревизии – тщательно пересмотреть состав и распространение таксонов. Таким образом, Северо-Восток Азии (Восточная Сибирь и Дальний Восток) – как обширная территория с высокой мозаичностью рельефа (от равнин до высокогорий), многообразием природно-климатических условий (от ультраконтинентальных до океанических, от арктических до умеренных) – это зона контакта сибирской, берингийской и восточноазиатской водных флор с высоким и во многом уникальным разнообразием водных сосудистых растений; вносит существенный вклад в водную флору России.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (23-14-00115).

Библиография: http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=84729.

ЗООПЛАНКТОН КАМЧАТСКОГО ЗАЛИВА: ВИДОВОЙ СОСТАВ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

К. В. Богданова¹, П. Ю. Семкин², М. С. Федоров²

¹Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: bogdanovakseniya07@mail.ru

²Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток

ZOOPLANKTON OF KAMCHATKA GULF: SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE CHARACTERISTICS

K. V. Bogdanova¹, P. Yu. Semkin², M. S. Fedorov²

¹Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: bogdanovakseniya07@mail.ru

²V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok

The taxonomic composition and average for Kamchatka Gulf abundance and biomass of zooplankton and its components in August 2023 are given.

Камчатский залив – открытый залив Тихого океана, находящийся на востоке Камчатки между Камчатским и Кроноцким полуостровами. Является традиционным местом обитания и воспроизводства многих ценных промысловых рыб. Первые планомерные исследования планктона были проведены в 1949–1953 гг. во время экспедиционных работ на судне «Витязь» Института океанологии АН СССР [1]. По результатам этих исследований Л. А. Пономаревой [2] опубликованы данные вертикального распределения планктона. Также некоторые сведения по распределению массовых видов зоопланктона Камчатского залива отражены в работе Е. А. Лубны-Герцык [3]. В связи с отсутствием свежих наблюдений в августе 2023 г. были организованы мониторинговые исследования в акватории Камчатского залива для характеристики видового состава и количественной оценки зоопланктона в настоящее время.

Материал для исследования был собран с 25 по 29 августа 2023 г. в 68-м рейсе НИС «Академик Опарин». Отобрали 28 проб сетью Джели с диаметром входного отверстия 36 см (ячей 0.168 мм) в слое 100–0 м. Камеральную обработку проб выполняли в счетной камере Богорова по стандартной гидробиологической методике [4–6]. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида и до более крупного таксона, опираясь на определители фауны северных и Дальневосточных морей [7–9].

Общий список зоопланктона Камчатского залива насчитывает 49 таксонов различных систематических групп, среди которых Crustacea – 31, Hydrozoa – 6, Echinodermata – 3, Mollusca – 3, Rotifera – 2, Fishes – 1, Polychaeta – 1, Chaetognatha – 1, Appendicularia – 1. Среди Crustacea подавляющая часть видов (18) – Copepoda. Ракообразные также были представлены гаммаридами, гипериидами, личинками и молодью эвфаузиид и мизид, личинками десятиногих и усонюгих раков, кумовыми раками, остракодами.

Средняя численность зоопланктона в августе 2023 г. – 9907.9 экз./м³, при доминировании Copepoda (73%), субдоминантами выступали иглокожие (Echinodermata – 14%). На третьем и четвертом местах были личинки Mollusca (9%) и Polychaeta (2%). Доля остальных животных менее 1%. Среди копепод численно преобладали мелкие виды: *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis* (в сумме 90%) с большим доминированием циклопид (77%); представители океанического комплекса – *Metridia pacifica*, *Eucalanus bungi* и *Neocalanus plumchrus* – составляли в сумме 7%. Эпизодически встречались *Pareuchaeta japonica*, *Pleuromamma scutullata*, *Scolecithriella ovata* и *Candacia columbia*. Помимо перечисленных таксонов, также были найдены гарпактициды (Haracticoida) – *Microsetella norvegica* и *Ectinosoma* sp. – и один представитель отряда монстрилл (Monstrilloida) – *Monstrilloida* gen. sp. Кроме этого, в массовом количестве отмечались науплиусы копепод.

Средняя, для обследованной акватории, величина биомассы зоопланктона была 414.7 мг/м³. Ее основу составляли также Copepoda (65%), как крупные океанические, так и мелкие неритические таксоны. Доминантный комплекс видов включал: *E. bungii*, *O. similis*, *M. pacifica*, *P. minutus* и *N. plumchrus* на разных копеподитных стадиях (до 96% всех Copepoda). Биомасса этой группы в основном складывалась за счет *E. bungii* (61%). Значительно реже встречались виды *Triconia borealis*, *Centropages abdominalis*, *A. longiremis*, *Eurythemora herdmanni*, *N. cristatus*, *Microcalanus pygmaeus*, *Tortanus discaudatus*, *Gaitanus simplex* и *Epilabidocera longipedata* и составляли суммарно 3% всех Copepoda.

Личинки иглокожих, среди которых 99% приходилось на брахиолярии, составляли 16% биомассы зоопланктона. Щетинкочелюстные, представленные молодью *Parasagitta elegans*, – 5%; личиночные стадии донных беспозвоночных *Polychaeta*, *Bivalvia* и *Gastropoda* – 4%; яйца, науплиусы, фурцилии и взрослые особи эвфаузиевых раков, в основном *Thisanoessa* sp., – 3.5%. Суммарно чуть более 1% пришлось на молодью *Parathemisto japonica* и *Gammarus* sp., с количественным преимуществом первых. Планктонные стадии книдарий *Aglantha digitale*, *Proboscidactyla flavicirrata*, *Meliceratum octopunctata*, *Rathkea octopunctata*, *Sarsia tubulosa* и *Obelia longissima* составляли в сумме не более 1%. Доля остальных планктеров – оболочников рода *Oikopleura*, десятиногих раков (Decapoda), кумовых раков, мизид, усонюгих раков и коловраток – была менее 1%. Среди последних были найдены *Keratella quadrata* и *Synchaeta* sp. Крылоногие моллюски (Pteropoda) единично представлены молодыми экземплярами *Clione limacina*. Икра и личинки рыб обнаружены на одной из центральных станций.

Таким образом, зоопланктон Камчатского залива в августе 2023 г. формировали представители умеренно холодноводной тихоокеанской фауны – планктонные океанические и неритические виды, а также организмы меропланктона. Как по биомассе, так и по численности в планктоне доминировали копеподы.

Экспедиционные работы на НИС «Академик Опарин» рейса № 68 проведены в рамках финансирования Комплексной межведомственной программы «Экологическая безопасность Камчатки» (НИОКТР № 122110100002-8) сотрудниками ТОИ ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчеты комплексной океанографической экспедиции на э/с «Витязь». М. : ИОАН СССР, 1953. Т. 2. С. 120–130.
2. Пономарева Л. А. Зоопланктон западной части Берингова моря // Научные результаты экспедиций на э/с «Витязь». М. : АН СССР, 1954. Т. 3. С. 189–191.
3. Лубны-Герцык Е. А. Распределение массовых видов зоопланктона в Камчатском и Корфо-Карагинском заливах в августе-сентябре 1965 г. По сборам СРТ «Академик Шулейкин» // Биологические исследования моря. М. : АН СССР, 1961. С. 112–115. (Тр. ИО АН СССР ; т. 51).
4. Инструкция по сбору и обработке планктона. М., 1971. 82 с.
5. Краткое руководство по определению планктона северо-западной части Тихого океана / Сост. В. И. Чучукало, М. С. Кун. Владивосток : ТИНРО, 1990. 77 с.
6. Лубны-Герцык Е. А. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей // ДАН СССР. 1953. Т. 91, № 4. С. 949–952.
7. Анцупевич А. Е. Hydrozoa (гидроиды и гидромедузы) морей России. СПб. : СПбГУ, 2015. 860 с.
8. Бродский К. А. Веслоногие рачки Calanoida Дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. М. ; Л. : АН СССР, 1950. 435 с.
9. Определитель фауны и флоры северных морей СССР / Под ред. Н. С. Гаевской. М. : Совет. наука, 1948. 740 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООПЛАНКТОНА оз. ВАМОЧКА (Чукотка)

Т. В. Бонк¹, Е. В. Голубь²

¹Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: t.bonk@kamniro.vniro.ru

²Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО), Владивосток; e-mail: elena_golub@mail.ru

QUALITATIVE COMPOSITION AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF ZOOPLANKTON IN VAAMOSCHKA LAKE (Chukotka)

T. V. Bonk¹, E. V. Golub²

¹Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: t.bonk@kamniro.vniro.ru

²Pacific branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok; e-mail: elena_golub@mail.ru

Vaamochka lake is a spawning lake of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the Mainypilgin lake-river system. A humble sample of zooplankton collected in the lake allowed to enlarge our knowledge about species composition and quantitative characteristics of organisms in poorly studied water body of Chukotka. The zooplankton analyzed represents 3 groups of organisms: Copepoda, Cladocera and Rotifera. For now we have identified 20 taxa, including 14 rotifers, 6 cladocera and 3 copepods. The group Rotifera demonstrates the highest qualitative and quantitative indices.

Озеро Ваамочка – нерестовый водоем нерки (*Oncorhynchus nerka*) входит в бассейн Мейны-пильгынской озерно-речной системы, расположен на побережье Берингова моря. Бассейн состоит из двух озер и впадающих в них рек. Между собой озера Ваамочка и Пекульнейское соединены протокой Первая речка, а через общее устье, обычно замыкаемое зимой, – с Беринговым морем. Озеро Ваамочка относится к лиманному типу и состоит из трех плесов: Верхней, Средней и Нижней Ваамочки. Площадь оз. Верхняя Ваамочка 56.9 км², длина – 15 км, средняя ширина – 3.8 км, максимальная ширина – 7.5 км. Озеро Средняя Ваамочка значительно меньше: при площади 2,2 км² его длина 2.5 км и ширина 0.9 км при максимальной ширине 1.5 км. Площадь оз. Нижняя Ваамочка 33.6 км², длина – 11.5 км, средняя ширина – 2.9 км и максимальная ширина – 4.0 км. Протока длиной 18 км соединяет его с Беринговым морем. Общая площадь озера Ваамочка 92.8 км², а площадь его бассейна – 2036 км². Глубина не превышает 2–3 м, прозрачность воды низкая – 0.35–1.7 м (в среднем около 1 м), лишь в оз. Верхняя Ваамочка – 2.8 м [1].

Материал был отобран 12.08.2004 г. методом процеживания определенного объема воды через сеть Джеди в плесах озер Верхняя и Нижняя Ваамочка (два отбора), Средняя Ваамочка и в протоке по одному облову в точках с разными глубинами. Слой облова от 1 до 2 м, в зависимости от глубины в месте отбора пробы. Всего собрано и обработано 6 проб, в них определяли таксономический состав и количественные характеристики зоопланктона (см. таблицу). Средняя температура поверхности воды по озеру 16.3°C.

Исследования зоопланктона в оз. Ваамочка, которыми в июле-августе 1970 г. занимались сотрудники Охотскрыбвода [2], показали, что зоопланктон состоял из **Rotifera**, **Cladocera** и **Copepoda**. Общая численность зоопланктона в тот период была высокая – 12.9 тыс. экз./м³, а биомасса – 0.36 г/м³; соотношение групп (Rot. : Clad. : Cop.%) по численности составляло 12:17:71, по биомассе, соответственно, 8:12:80.

В результате изучения зоопланктона из оз. Ваамочка мы выявили 20 таксонов: 14 коловраток, 6 ветвистоусых и 3 веслоногих ракообразных. Самой представительной оказалась группа коловраток, среди которых в зависимости от района доминировали *Keratella quadrata* (15–79% численности коловраток), *Filinia terminalis* (2–67%), *Bipalpus hudsoni* (2–29%) и *Synchaeta stylata* (6–45%). Обильны коловратки были в протоке – 68.0 тыс. экз./м³, биомасса – 90.8 мг/м³. Несмотря на видовое многооб-

Видовой состав, средняя численность (N, экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) в оз. Ваамочка 12.08.2004 г.

Вид	Верхняя Ваамочка, Н = 2,3 м	Средняя Ваамочка, Н = 1,7 м	Нижняя Ваамочка, Н = 1,7 м	Протока оз. Ваамочка, Н = 3,5 м
Долгота	176°50'090	176°40'090	176°40'866	176°48'008
Широта	62°36'213	62°32'291	62°28'991	62°29'281
Показатель	N / B	N / B	N / B	N / B
Rotifera				
<i>Asplanchna priodonta</i>	0	10/0.2	43/0,75	0
<i>Brachionus calyciflorus</i>	1020/1,12	0	0	0
<i>Bipalpus hudsoni</i>	760/0,84	20/0.02	600/0,31	1750/1,93
<i>Keratella cochlearis</i>	60/0,02	125/0.04	188/0,06	1000/0,3
<i>K. quadrata</i>	400/0,56	0	1538/0,64	54000/75,6
<i>Kellicottia longispina</i>	120/0,036	0		750/0,225
<i>Notholca caudata</i>	0	0	5/0,002	0
<i>Filinia terminalis</i>	60/0,03	875/0.39	0	4000/1,76
<i>Polyarthra remata</i>	125/0,15	0	100/0,035	0
<i>Synchaeta stylata</i>	1198/2.03	250/0.43	163/0,28	6500/11,05
<i>Euchlanis delitata</i>		10/0.02	38/0,07	20/0,036
<i>Trichocerca capucina</i>	62.5/0.03	10/0.005	0	0
<i>T. longiseta</i>	0	10/0,005	0	0
<i>Trichotria pocillum</i>	0	10/0,005	0	0
Cladocera				
<i>Daphnia longiremis</i>	0	0	5/0,03	0
<i>D. cucullata</i>	10/0,05	10/0,05	0	0
<i>Bosmina longirostris</i>	200/0,8	20/0,14	0	0
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	125/1.25	0	0
<i>Camptocercus rectirostris</i>	0	0	5/0,002	0
Copepoda				
<i>Eurytemora</i> sp. n	600/1,8	1375/4.13	650/1.11	4000/12
CI-CII	60/0,12	0	100/0,06	1000/10
<i>Cyclops scutifer</i> CI-CII	60/0,27	30/0.25	163/0,21	500/3,5
<i>Ergasilus hypomesi</i>	5/0,055		62.5/0,02	
Показатель				
N _{Rot.} : N _{Clad.} : N _{Cop.%}	74:6:20	45:5:49	73:0:27	93:0:7
B _{Rot.} : B _{Clad.} : B _{Cop.%}	61:10:29	16:21:63	60:1:39	78:0:22

разие группы ветвистоусых раков, численность их была самая низкая в озере. Из Cladocera были отмечены два вида дафний: *D. longiremis* – только молодыми рачками в оз. Нижняя Ваамочка, *D. cucullata* – в основном самцами в плёсах озера Верхняя и Средняя Ваамочка. Большое количество *B. longirostris* обнаружили в оз. Верхняя Ваамочка и *C. sphaericus* – в оз. Средняя Ваамочка (см. таблицу). Остальные виды найдены единично при тотальном просмотре проб. Популяции веслоногих раков были представлены только науплиусами и младшими копеподами I и II стадий развития по всем исследованным районам водоема. Максимальная численность копепод (5.5 тыс. экз./м³) с доминированием науплиусов *Eurytemora* sp. была зафиксирована в протоке. Второе по численности скопление раков этой группы было в акватории оз. Средняя Ваамочка.

Таким образом, в августе 2004 г. наибольшее разнообразие видов отмечено у Rotifera, а среди ракообразных – у Cladocera. Соотношение групп зоопланктона показало, что основу численности и биомассы в озере создавали коловратки (в отличие от 1970 г.). Учитывая гидрологические характеристики оз. Ваамочка: мелководность, температурные условия, зарастание его водной растительностью, происходящее в последние десятилетия [3], можно предположить, что в озере за более чем 30 лет произошли значительные перестройки в видовом составе зоопланктонного сообщества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубь Е. В. Характеристика нерестовых водоемов и распределение производителей нерки (*Oncorhynchus nerka*) на нерестилищах Мейныпильгинской озерно-речной системы (Чукотка) // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 59–71.
2. Отчет отряда экспедиции по рыбохозяйственному обследованию озерно-речной системы Майно-Пильгино / Архив Охотскрыбвода. Магадан, 1970. 69 с. № а256.
3. Голубь Е. В. Возрастной состав чукотской нерки *Oncorhynchus nerka* // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 179. С. 10–31.

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА РОЩ ОСИНЫ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ*У. И. Бочарова¹, А. В. Алфимов¹, Р. Р. Бичурин², Д. И. Берман¹*¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: ulyana.bocarova@gmail.com²Институт географии РАН, Москва**AGE STRUCTURE OF ASPEN GROVES IN NORTHEASTERN ASIA***U. I. Bocharova¹, A. V. Alfimov¹, R. R. Bichurin², D. I. Berman¹*¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: ulyana.bocarova@gmail.com²Institute of Geography RAS, Moscow

The age structure of 5 groves of aspen on rubbly slopes in continental areas of Magadan Region was studied by the method of tree-ring sampling to test the hypothesis that each grove belongs to one young post-fire generation. It was shown that low-growing (2–6 m) and with a predominant diameter of 4–8 cm trees in the grove can be of any age – from 24 to 104 years old and have probably suffered several fires. There are reasons to consider aspen trees in such groves as belonging to a special morphotype, the forming factor of which is not obvious.

Экстремальные условия северо-востока Азии сказываются в обеднении видового состава деревьев, спорадическом распространении и медленном росте некоторых из них. Яркий пример – обыкновенная осина (*Populus tremula* L.), встречающаяся изредка на террасах рек, и, кроме того, на склонах гор небольшими (1–2 га с полянами) почти чистыми островками рощ близкого облика из низкорослых (2–6 м) и тонких деревьев. Складывается впечатление, что осины каждой из рощ на склонах молоды и принадлежат к одной генерации, возникшей одновременно после пожара за счет быстрого роста, свойственного этому дереву [1–3].

Для проверки предположения в августе 2023 г. исследована возрастная структура пяти осинников (см. таблицу) из 23 встреченных на автомобильном маршруте от Магадана до 356-го километра Тенькинской трассы (мост через р. Нерючи). Обширный осинник «338-й км» обследован В. Б. Докучаевой [2], но, вероятно, иная его часть. Мы провели пересчет деревьев, измерили их высоту и диаметр на площадках 10×10 м, отобрали в соответствии с методическими требованиями древесно-кольцевого анализа [4] по 2–3 керна приростным буровом Пресслера из деревьев каждой группы диаметров (1–3, 4–6, 7–9, 10 см и более). Керна сканировали с разрешением 3200–4000 dpi; годовые кольца подсчитывали в программе Coorecorder (9.8.1.).

Изученные осинники расположены на щебнистых южных склонах, часто по соседству с остепненными группировками, и проникающие оттуда виды создают ксероморфный или мезоксероморфный облик сообществ [1, 2]. Высота зрелой осины варьировала от 2 до 6 м (максимально 9 м), диаметр 4–10 см; лишь три дерева достигали диаметра 14–16 см. Все изученные рощи принадлежат к ассоциации осинник ксерофитно-кустарничково-травяной [1]. Различия между ними были в проек-

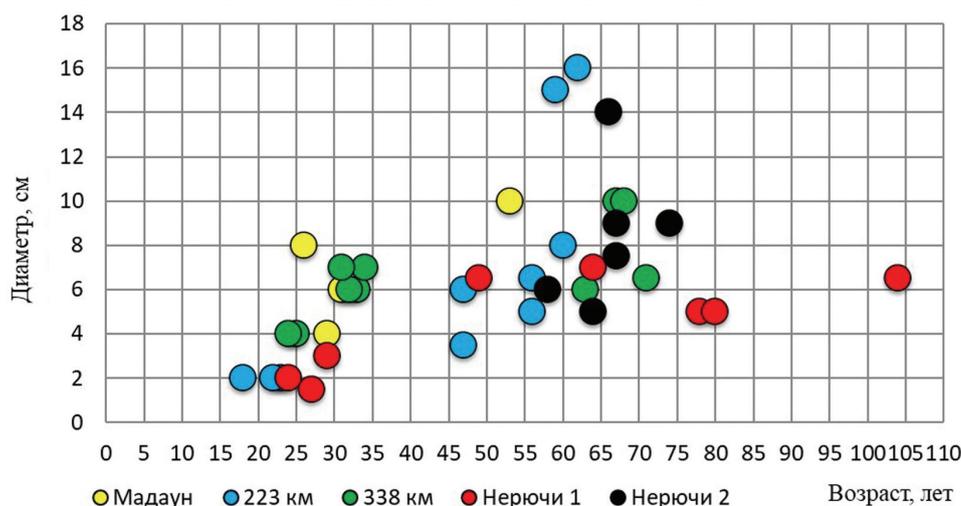
Местоположение пробных площадок в осинниках

Условное название	Координаты	Высота н. у. м., м	Экспозиция	Уклон, градус
Мадаун	60.608695; 150.689397	564	Ю-В	40–45
223-й км	61.28271; 149.01558	695	Ю	30
338-й км	61.85303; 147.51976	762	Ю-З	35
Нерючи-1	61.89676; 147.14151	710	Ю-Ю-В	37
Нерючи-2	61.893815; 147.112409	702	Ю-Ю-В	30

тивном покрытии травяно-кустарничкового яруса и присутствии в двух из пяти рощ можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.).

Возрастная структура рощ, несмотря на выравненность осины по высотам и диаметрам, оказалась сложной (см. рисунок). Судя по кернам, дерево достигает диаметра 4 см примерно к 25 годам, а при диаметрах до 8 см может быть непредсказуемо любого возраста – от 24 до 80 и даже более 100 лет. Осины, превышающие диаметр 10 см, не долгожители, а отражают, видимо, локальные благоприятные условия роста. Близкие размеры деревьев в склоновых рощах тем самым свидетельствуют не об их принадлежности к одной послепожарной генерации. Напротив, наши материалы и наблюдения В. Б. Докучаевой [2] показывают, что осинники переживают многократные пожары, роль которых предстоит изучить. Дендрохронологический анализ свидетельствует о неравномерном и крайне медленном росте осин в склоновых рощах. Для сравнения: в полосе 53–60° с. ш. осинники I бонитета к 50 годам в среднем достигают высоты около 20–25 м при диаметре ствола 20–25 см, в ряде случаев больше [5].

Осины на щебнистых склонах (не на террасах рек) северо-востока Азии могут быть отнесены к особому морфотипу, описания которого в литературе мы не нашли. Его особенности – всегда ничтожный диаметр и небольшая высота деревьев при характерных для осины возрастах; стволы почти прямые с узкой овальной и рыхлой кроной из тонких ветвей. Морфотип распространен в бассейнах тихоокеанских рек (к юго-западу до хр. Прибрежный, данные С. Д. Шлотгауэр), в верховьях р. Колымы и, вероятно, рр. Индигирка и Яна; самая северная его находка – долина р. Омолон [1]. Западная граница может проходить по Верхоянскому хребту и далее к югу по хр. Сетте-Дабан. Анализ факторов, создающих морфотип, а также способы размножения (семенами или вегетативно), – специальная задача. Заметим, что в одном и том же экстремальном климате осина на речных террасах относится к



Соотношение возраста и диаметра осин на пяти пробных площадях

нормальному высокоствольному морфотипу. Не имеют отношения к облику рощ и ветры – в континентальном климате они не сильны и редки.

Таким образом, обследованные осинники на склонах не молоды, разного возраста, перенесли, вероятно, по несколько пожаров; деревья малы, крайне медленно растут и могут быть выделены в особый морфотип, формирующие факторы которого не очевидны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаева В. Б. Осинные леса Магаданской области // Колымские вести. 2001. № 14. С. 17–18.
2. Докучаева В. Б. Эколого-ценотические особенности и устойчивость осинников верхней Колымы // Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России : Материалы III Всерос. конф., посвящ. памяти А. П. Васильковского и в честь его 105-летия (Магадан, 12–14 окт. 2016 г.). Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2016. С. 229–231.
3. Стариков Г. Ф. Леса Магаданской области. Магадан: Кн. изд-во, 1958. 223 с.
4. *Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences* / Eds. E. R. Cook, L. A. Kairiukstis et al. Dordrecht : Kluwer Acad. Publ., 1989. 394 p.
5. Яблоков А. С. Воспитание и разведение здоровой осины. М. ; Л. : Гослесбуиздат, 1949. 276 с.

ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ ЛИЧИНОК СИБИРСКОГО КОКОНОПРЯДА (*Dendrolimus sibiricus*) С СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА

Н. А. Булахова, Д. И. Берман, Е. Н. Мещерякова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;

e-mail: sigma44@mail.ru

COLD HARDINESS OF THE SIBERIAN MOTH (*Dendrolimus sibiricus*) NEAR THE NORTHERN BORDER OF THE RANGE

N. A. Bulakhova, D. I. Berman, E. N. Meshcheryakova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;

e-mail: sigma44@mail.ru

In recent decades, the northern border of the Siberian moth (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) range has shifted in Siberia to 60–63° N. However, it is difficult to predict the further species spread because of insufficient data on environmental stress factors, including the requirements of the species during winter conditions. We estimated the cold hardiness of the wintering Siberian moth larvae in Yakutian population (the coldest region of the range). *D. sibiricus* larvae winters only in a supercooled state (supercooling point is $-18.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$), because do not survive freezing. The lethal temperature for 50% of the larvae was estimated to be $-14 \dots -15^\circ\text{C}$, and for 100% of the larvae it is about $-23 \dots -25^\circ\text{C}$. This study will help better assessing the invasive potential of this species and can be used in mathematical modeling of pest dispersal trends.

Сибирский коконопряд (шелкопряд) (*Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov, 1908) – опасный вредитель хвойных пород семейства Pinaceae, обитающий в азиатской части России, на севере Казахстана, Монголии, Китая и на Корейском полуострове [1–3]. В последние десятилетия его ареал постепенно расширяется на север, и вспышки численности происходят уже у 60° с. ш. в Красноярском крае и у 63° с. ш. в Республике Саха (Якутия) [4–6]. Оценку инвазионного потенциала вредителя затрудняет, в т. ч. и недостаточность данных о требованиях зимующей стадии (личинок) к отрицательным температурам [7]. Мы определили основные характеристики холодоустойчивости личинок *D. sibiricus* разных возрастов – кратковременно и длительно переносимые отрицательные температуры (в т. ч. температуры 50 и 100%-ной смертности) в популяции на северной периферии ареала – в Центральной Якутии близ г. Якутск.

Средняя температура максимального переохлаждения (T_n) личинок составила $-18.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$, она значимо отличалась ($p \leq 0.05$) у особей старшей возрастной группы (IV–IV) от младшей и средней (II–III и III–IV) ($-16.7 \pm 0.8^\circ\text{C}$ против -20.0 ± 0.6 и $-18.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$). Длительное пребывание личинок при температуре -15.5°C привело к гибели 53% особей, при -17.5°C – 63%, а при -20°C – уже 91%. Порог 50%-ной смертности личинок $-14 \dots -15^\circ\text{C}$, 100%-ной – приблизительно в $-23 \dots -25^\circ\text{C}$. Самая низкая в популяции средняя T_n личинок II–III возрастов обуславливает лучшее выживание при -15.5°C (74% против 38–45% в других возрастных группах), однако не дает им преимуществ вблизи минимальных переносимых отрицательных температур – при -20°C доля выживших особей разных возрастов оказалась примерно одинакова – 7–10%.

Несомненно, что почвенные температуры в горизонтах зимовки личинок коконопряда всего лишь на несколько градусов ниже -20°C жестко лимитируют выживание *D. sibiricus* и тем самым ограничивают распространение вида в холодных регионах. Однако смягчение зимних температур в почвах, происходящее при наблюдающемся потеплении климата, очевидно, будет способствовать расширению ареала вредителя, в т. ч. и на север.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флоров Д. Н. Вредитель сибирских лесов : (Сибирский шелкопряд). Иркутск : Иркут. обл. изд-во, 1948. 132 с.

2. Рожков А. С. Массовое размножение сибирского шелкопряда и меры борьбы с ним. М. : Наука, 1965. 180 с.
3. Чистяков Ю. А., Золотухин В. В., Беляев Е. А. Сем. Lasiocampidae – Коконопряды // Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России : в 5 т. Т. 2. Lepidoptera – Чешуекрылые. Владивосток : Дальнаука, 2016. С. 308–316.
4. Винокуров Н. Н. и др. О вспышке массового размножения сибирского шелкопряда в Центральной Якутии // Наука и образование. 2001. № 1. С. 65–68.
5. Гниненко Ю. И., Седельник Н. Д. Сибирский коконопряд в Якутии в XX в. // Лесоведение. 2003. № 6. С. 71–73.
6. Харук В. И., Им С. Т., Ягунов М. Н. Миграция северной границы распространения сибирского шелкопряда // Сибирский эколог. журн. 2018. Т. 25, № 1. С. 32–44.
7. Rafoss T., Flø D., Sundheim L. et al. Pest risk assessment of *Dendrolimus sibiricus* and *Dendrolimus superans* // Opinion of the Panel on Plant Health of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment, VKM report 2018. Vol. 8.

ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ АЗИАТСКОЙ БОЖЬЕЙ КОРОВКИ-АРЛЕКИНА *HARMONIA AXYRIDIS* (Coleoptera: Coccinellidae)

Н. А. Булахова, Е. Н. Мещерякова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: sigma44@mail.ru; kameshky@mail.ru

COLD HARDINESS OF ASIAN HARLEQUIN LADYBIRD *HARMONIA AXYRIDIS* (Coleoptera: Coccinellidae)

N. A. Bulakhova, E. N. Meshcheryakova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: sigma44@mail.ru; kameshky@mail.ru

The predatory Asian harlequin ladybird *Harmonia axyridis* is an effective regulator of insect pests of agricultural plants. It has been widely introduced worldwide, but has become a threat to the biodiversity of native entomofauna. To assess its ability to colonize areas with cold winters, we determined the cold-hardiness of wintering adults of *H. axyridis* from a population near the northern bound of its native range (Khabarovsk Krai). Its supercooling point (SCP) was determined and compared with data from other populations. *H. axyridis* cannot withstand freezing and survives negative temperatures only in the state of supercooling. The average SCP in the Khabarovsk population was $16.1 \pm 0.6^\circ\text{C}$. It is significantly higher than the temperatures above the snow level recorded here. Obviously, the survival of *H. axyridis* in winter in cold regions may be facilitated by the presence of shelters with favorable microclimate or wintering in litter under snow cover than by the cold-hardiness of the species.

Божья коровка-арлекин *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) – широко распространенный и массовый азиатский вид. Его нативный ареал расположен в Восточной Азии (Тайвань, Северный Вьетнам, Корейский полуостров, Япония, Китай, Монголия), а также в Северо- и Юго-Восточном Казахстане, на юге Сибири и Дальнем Востоке России [1]. *Harmonia axyridis* – хищник, который служит эффективным регулятором численности повреждающих сельскохозяйственные культуры тлей (Aphidinea) и кокцид (Coccoidae), поэтому его как агента биологического контроля широко интродуцировали по всему миру (в Северную Америку, Западную Европу, частично – в Южную Америку и Африку) [1]. Однако на новых территориях *H. axyridis* стал угрозой биологическому разнообразию энтомофауны из-за конкуренции за пищевые ресурсы и хищничества на преимагинальных стадиях аборигенных видов коровок [1, 2]. В связи с этим изучение устойчивости вида к новым условиям среды, способствующей натурализации и дальнейшему расселению, имеет большое прикладное значение. В данном исследовании мы оценили холодоустойчивость *H. axyridis* в одной из популяций вблизи северной границы нативного ареала (с. Лесопильное Бикинский район Хабаровского края РФ, ок. 46° с. ш.), поскольку инвазивный потенциал вида зависит в т. ч. и от его способности переносить неблагоприятные условия окружающей среды, например, низкие температуры во время зимовки.

Азиатская божья коровка зимует в стадии имаго в основном выше уровня снега (в трещинах скал и коры деревьев, в постройках), образуя иногда многотысячные скопления, и лишь на некоторых территориях – под снегом (в почвенной подстилке) [1–4]. В настоящее время ее холодоустойчивость изучена из нескольких популяций в регионах с «мягкими» зимами (в нативных – в Китае и Японии, в интродуцированных – в США и Бельгии), в т. ч. определен такой информативный показатель как температура максимального переохлаждения (T_n). Он отражает интервал температур ниже 0°C . Этот интервал животные способны переносить в незамерзшем (переохлажденном) состоянии. В различных популяциях средние значения T_n варьируют от -16.3 до -24°C [2–6].

Мы определили температуру максимального переохлаждения 31 особи *H. axyridis* двух морф, выделяемых по цвету надкрылий («оранжевая», $n = 16$ ос.; «черная», $n = 15$ ос.). Насекомых собирали

в начале октября перед началом зимовки со стен строений, в которых вид ежегодно зимует. Божьих коровок поместили в контейнер с листовным субстратом и содержали по 30 сут при температурах +5, +2 и -5°C, после чего стандартными методами [6] определяли T_n .

Температуры максимального переохлаждения особей оранжевой морфы распределились от -9.3 до -20.4°C (среднее значение -15.7±0.9°C), черной – от -8.2 до -19.8°C (-16.6±0.9°C). Средние значения T_n морф статистически не отличались, и в объединенной выборке этот показатель составил -16.1±0.6°C. В результате охлаждения ниже T_n все особи погибли, что свидетельствует о том, что *H. axyridis* хабаровской популяции не переносят замораживания и зимуют только в переохлажденном состоянии [6]. В результате исследования установлено, что T_n *H. axyridis* с северной периферии нативного ареала не отличаются от таковой особей из регионов с «мягкими» зимами (Бельгия и Китай) и, как и в некоторых интродуцированных популяциях (Бельгия и США), не зависит от морфотипа животных (цвета надкрылий) [2, 3].

Выявленная холодоустойчивость *H. axyridis* из Хабаровского края гораздо выше зимних температур над уровнем снега (средняя минимальная температура воздуха -28.8°C [7]), однако азиатская божья коровка здесь – массовый вид, т. е. успешно перезимовывает. Аналогичная ситуация складывается в некоторых районах севера США и юга Канады, где минимальная температура воздуха также ниже T_n обитающих там *H. axyridis* [3]. Очевидно, *H. axyridis* в подобных условиях находят места зимовок, которые обеспечивают им защиту от экстремальных температур. Считается, что микроклимат укрытий (нежилые здания, узкие щели и трещины в естественных и искусственных поверхностях южной экспозиции), предпочитаемых *H. axyridis* для гибернации, отличается от окружающей среды – температура в них выше. Существует также мнение, что часть популяции в Северной Европе выживает, зимую в жилых помещениях [2]. Кроме того, может быть недооценена распространенность зимовки вида под снежным покровом в почвенной подстилке, существенно смягчающих низкие температуры, которые испытывают божьи коровки [1, 3]. Очевидно, что успешная зимовка *H. axyridis* в холодных регионах может быть больше обусловлена наличием благоприятных мест для гибернации, чем холодоустойчивостью вида, как это показано ранее, например, для бабочки-крапивницы *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) [8]. При этом сведений о том, насколько, например, антропогенные убежища смягчают условия зимовки мало, и этот аспект требует дополнительных исследований [2, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов Б. В. и др. Азиатская божья коровка *Harmonia axyridis*: глобальная инвазия. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2018. 143 с.
2. Berkvens N. et al. Cold tolerance of the harlequin ladybird *Harmonia axyridis* in Europe // Journal of insect physiology. 2010. Vol. 56, No. 4. P. 438–444.
3. Koch R. L. et al. Cold hardiness of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) // Environmental entomology. 2004. Vol. 33, No. 4. P. 815–822.
4. Watanabe M. Cold tolerance and *myo*-inositol accumulation in overwintering adults of a lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) // European journal of entomology. 2002. Vol. 99, No. 1. P. 5–9.
5. Zhao J. et al. Cold tolerance of different adult elytral color morphs in *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) // Chinese Journal of Applied Entomology. 2015. Vol. 52, No. 2. P. 428–433.
6. Берман Д. И. и др. Зимовка и холодоустойчивость муравьев на северо-востоке Азии. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2007. 261 с.
7. Справочник по климату СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1964. Вып. 29. Ч. 2. 282 с.
8. Meshcheryakova E. N. et al. Wintering and cold hardiness of the small tortoiseshell *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) (Nymphalidae, Lepidoptera) in the West and East of the Northern Palearctic // Diversity. 2023. Vol. 15. P. 1–14.

**РАННЕЛЕТНИЙ АСПЕКТ ФАУНЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ
(Lepidoptera, Rhopalocera) МОМСКОГО ХРЕБТА (Северо-Восточная Якутия)**

А. П. Бурнашева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: a_burnacheva@mail.ru

**EARLY SUMMER ASPECT OF THE FAUNA OF BUTTERFLIES
(Lepidoptera, Rhopalocera) OF THE MOMSKY RANGE (North-Eastern Yakutia)**

A. P. Burnasheva

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: a_burnacheva@mail.ru

The early summer aspect of the fauna of butterflies of the Momsky Range are characterized in the theses. For each of the 25 early-summer species, relative abundance and confinement with plant communities are given.

Момский хребет входит в систему хр. Черского, который расположен на северо-востоке Якутии. Он простирается на 700 км вдоль правобережья р. Мома (правый приток р. Индигирки), высота его вершин от около 1800–2000 до 2284 м н. у. м [1]. Лепидоптерофауна этой горной системы, в отличие от хр. Сунтар-Хаята и Оймяконского нагорья, остается недостаточно изученной.

Задачей данной работы – пополнение сведений о фауне булавоусых чешуекрылых Момского хребта, в частности, ее раннелетнего аспекта.

Район исследований охватывает бас. р. Хайырдах от ее устья до впадения р. Хулурин (66°12' с. ш., 144°08' в. д.). Полевые работы проводились с 6 по 17 июня 2023 г., начало исследований совпадает с установлением в районе безморозного периода. Систематика приводится по Каталогу чешуекрылых России [2], распределение видов по баллам обилия – по номограмме, построенной на основе пятибалльной, ограниченной сверху логарифмической шкалы [3]. Объем материала – 172 экз.

На сегодня раннелетняя фауна булавоусых чешуекрылых Момского хребта представлена 25 видами из 16 родов и 5 семейств (см. таблицу). Наибольшее видовое разнообразие у семейств Nymphalidae и Satyridae – по 8 видов (см. рисунок). Семейство парусников (Papilionidae) включает один вид – *Parnassius tenedius*.

При сравнении численного обилия семейств (см. рисунок, б) на первую позицию выходят Nymphalidae, занимающие около ½ всех сборов, следом идут Pieridae (25%) и Satyridae (21%), доли Lyscaenidae (4%) и Papilionidae (%) соответствуют их видовому разнообразию.

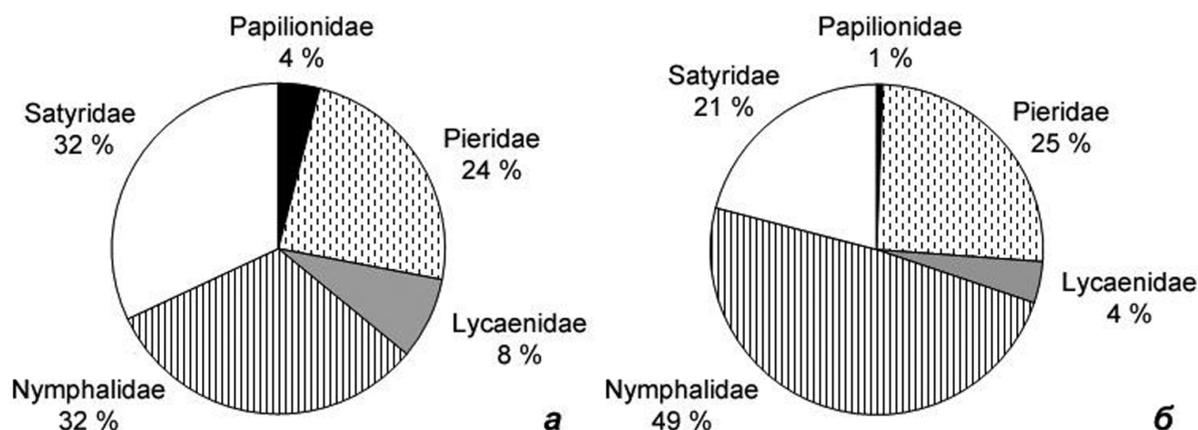
В различных типах исследованных растительных сообществ выявлены от 2 до 14 видов чешуекрылых. Наибольшее разнообразие булавоусых чешуекрылых в раннелетний период отмечено на разнотравных лугах, на песчано-галечниковых косах и берегах р. Хайырдах (I) и долинных ерниково-багульниковых лиственничных лесах (II) – по 14 видов. Доминанты на галечниках *Colias tyche*, *Polygonia c-album*, в лиственничниках – *Clossiana erda*, *C. freija*, *Erebia embla*. Немного уступает по богатству, но обладает своеобразным набором видов, прирусловый злаково-осоковый луг (IV), где 5 видов из 8 не зарегистрированы ни в одном из остальных местообитаний: *Cupido minimus*, *Euphydryas iduna*, *Melitaea athalia*, *Triphysa nervosa*, *Erebia kozhantshikovi*. Видовой состав сфагново-го лиственничного редколесья (III) представляет собой обедненный вариант долинного лиственничника (II) при участии *Pieris napi* и *Erebia disa*. Ожидаемо количество видов резко снижается в горно-лесном (V – *Pieris napi*, *Polygonia c-album*, *Clossiana freija*), подгольцовом (VI – *Pieris napi*, *Clossiana freija*) и тундровом (VII – *Euchloe ochracea*, *Pontia callidice*) поясах гор.

По относительному обилию виды группируются в 4 класса: единичный (от 1 до 4 особей), малочисленный (4–7), среднеобильный, или обычный (8–22), многочисленный (23–62). Раннелетний аспект фауны булавоусых чешуекрылых Момского хребта характеризуется большим количеством

Видовой состав и обилие булавоусых чешуекрылых Момского хребта (6–17 июня 2023 г.)

№	Вид	Растительные сообщества							N, экз.	Балл обилия
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
Papilionidae										
1	<i>Parnassius tenedius</i> Eversmann, 1851	+	–	–	–	–	–	–	1	1
Pieridae										
2	<i>Leptidea morsei</i> (Fenton, 1881)	+	+	–	+	–	–	–	5	2
3	<i>Euchloe ochracea</i> (Trybom, 1877)	+	+	+	–	–	–	+	8	3
4	<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	+	+	–	6	2
5	<i>Pontia callidice</i> (Hübner, [1800])	–	–	–	–	–	–	+	2	1
6	<i>Colias hyperborea</i> Grum-Grshimailo, 1899	+	–	–	–	–	–	–	4	2
7	<i>Colias tyche</i> (Böber, 1812)	+	+	–	+	–	–	–	19	3
Lycaenidae										
8	<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	–	–	–	+	–	–	–	5	2
9	<i>Glaucopsyche lycormas</i> (Butler, 1866)	+	–	–	+	–	–	–	2	1
Nymphalidae										
10	<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–	–	–	–	1	1
11	<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	–	+	–	–	14	3
12	<i>Euphydryas iduna</i> (Dalman, 1816)	–	–	–	+	–	–	–	12	3
13	<i>Melitaea athalia</i> (Rottenburg, 1775)	–	–	–	+	–	–	–	3	1
14	<i>Clossiana angarensis</i> (Erschoff, 1870)	+	+	–	–	–	–	–	3	1
15	<i>Clossiana erda</i> (Christoph, 1893)	+	+	–	–	–	–	–	13	3
16	<i>Clossiana freija</i> (Thunberg, 1791)	–	+	+	–	+	+	–	37	4
17	<i>Clossiana eunomia</i> (Esper, [1799])	–	+	–	–	–	–	–	1	2
Satyridae										
18	<i>Triphysa nervosa</i> Motschulsky, 1866	–	–	–	+	–	–	–	6	2
19	<i>Erebia disa</i> (Thunberg, 1791)	+	–	+	–	–	–	–	2	1
20	<i>Erebia embla</i> (Thunberg, 1791)	+	+	–	–	–	–	–	14	3
21	<i>Erebia lena</i> Christoph, 1889	+	+	+	–	–	–	–	8	3
22	<i>Erebia kozhantshikovi</i> Sheljuzhko, 1925	–	–	–	+	–	–	–	2	1
23	<i>Oeneis magna</i> Graeser, 1888	–	+	–	–	–	–	–	1	1
24	<i>Oeneis melissa</i> (Fabricius, 1775)	–	+	–	–	–	–	–	1	1
25	<i>Oeneis norna</i> (Thunberg, 1791)	–	+	–	–	–	–	–	1	1
Всего		14	14	6	8	3	2	2	172	

Примечание. Растительные сообщества: *долинный комплекс*: I – прирусловые разнотравные луга с чозенией и ивами; II – лиственный лес лишайниково-зеленомошный с ерником и багульником; III – сфагново-багульниково-закопчанное лиственный редколесье; IV – прирусловые злаково-осоковые луга с тополем и ивами; *горно-лесной пояс*: V – лиственный лес кустарничково-лишайниково-зеленомошный с кедровым стлаником; *подгольцовый пояс*: VI – кустарниковая щебнистая и березково-кустарничково-лишайниковая луговины с зарослями кедрового стланика; *тундровый пояс*: VII – эпилитно-лишайниковая щебнистая тундра.



Соотношение семейств булавоусых чешуекрылых в раннелетней фауне Момского хребта по видовому (а) и численному обилию (б)

единичных и малочисленных видов – в сумме 17 (или 68% от всей установленной фауны), что свойственно для многих групп насекомых фауны Якутии. К *многочисленным* в этот период видам можно отнести *Clossiana freija*, к *обычным* видам – *Colias tyche*, *Euchloe ochracea*, *Polygonia c-album*, *Euphydryas iduna*, *Clossiana erda*, *Erebia embla*, *E. lena*.

Автор искренне благодарит С. Н. Ноговицыну (ИБПК СО РАН) и И. И. Федорова (Момский парк) за помощь в сборах, В. В. Дубатолова (ИСиЭЖ СО РАН) – за консультации при определении видов.

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» (№ 121020500194-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тектоника*, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л. М. Парфенов, М. И. Кузьмин. М. : МАИК Наука/Интерпериодика, 2001. 571 с.
2. *Каталог* чешуекрылых (Lepidoptera) России. Версия 2.3. [Электрон. ресурс]. URL: https://www.zin.ru/publications/books/Lepidoptera_Russia/Catalogue_of_the_Lepidoptera_of_Russia_ver.2.3.pdf (дата обращения 26.04.2024).
3. *Песенко Ю. А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.38.39

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ГОЛЬЦОВ (*Salvelinus*) В РАЙОНАХ СИМПАТРИИ

О. Ю. Бусарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;
e-mail: olesyabusarova@mail.ru

INVOLVEMENT OF PARASITOLOGICAL METHOD FOR DIFFERENTIATION OF CHARS (*Salvelinus*) IN AREAS OF SYMPATRIA

O. Yu. Busarova

The Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok; e-mail: olesyabusarova@mail.ru

The detected diversity in chars of the genus *Salvelinus* is largely determined by the correct differentiation of their intraspecific groups. The parasitological method allows assessing long-term food specialization in fish, and identifies ecologically homogeneous groups attributable to ecotypes, forms, and local populations. Aggregation of helminthes, based on a combination of species transmitted to fish through a certain group of invertebrates, can be used as effective bioindicator for differentiation of fish groups. The parasitological approach should not be considered as the only, independent and universal method determining the differentiation of fish groups. It ought to be supplemented with data from other methods of studying fish, at least with information about their current diet.

Основу пресноводной ихтиофауны северных экосистем, в большинстве случаев, составляют гольцы рода *Salvelinus* (Salmonidae, Salmoniformes). Они распространены циркумполярно и наиболее холодолюбивы среди лососевых рыб [1]. В состав рода *Salvelinus* входят от 8 до 52 видов [2]. Гольцы характеризуются высоким внутривидовым разнообразием, способностью к реализации различных жизненных стратегий, образованию экотипов, форм и симпатрических комплексов [3–5].

В методологическом плане изучения полиморфизма гольцов важна корректная дифференциация минимальных внутривидовых группировок [3]. Традиционно идентификацию рыб проводят по внешним морфологическим особенностям и биологическим показателям. Для дифференциации гольцов такой подход не всегда эффективен: с одной стороны, у гольцов разных форм, имеющих разное питание, часто нет заметных морфологических различий, а с другой – гольцы из-за своего высокого внутривидового разнообразия могут существенно отличаться морфологически внутри одной формы [4]. Поиски универсальных критериев, которые позволяли бы дифференцировать внутривидовые группировки, такие как экотипы и формы у гольцов, стали целью нашей работы.

Мы предлагаем для корректной дифференциации гольцов использовать не внешние их признаки, а специализацию питания. Рыбы, питающиеся одинаково в течение длительного времени в одной экологической нише, образуют единую биологическую группировку, соответствующую экотипу, форме, трофической группе.

Для оценки длительного питания рыб в целях идентификации внутривидовых группировок эффективно использовать комбинацию данных о текущем составе питания рыб и зараженности их паразитами. Содержимое желудков рыб не всегда достоверно отражает специализацию их питания, т. к. подвержено суточной и сезонной изменчивости, может быть сложно распознаваемо, а также включать случайные пищевые объекты. Паразитологический метод не имеет этих ограничений, он обладает высокой чувствительностью при изучении рыб-хозяев; данные о паразитах-индикаторах позволяют косвенно оценивать питание рыб на протяжении от нескольких месяцев до нескольких лет [6–8]. Однако использование паразитологического метода в изучении рыб все еще весьма ограничено, потому что он трудоемок. Наше исследование показало, что для дифференциации рыб по специализации питания достаточно использовать данные об агрегациях гельминтов. Агрегацию составляют несколько видов гельминтов, использующих в качестве промежуточного хозяина определенный вид или группу беспозвоночных [7], которая и является биоиндикатором. Биоиндикационное значение

имеет не только наличие конкретной агрегации паразитов, но и отсутствие антагонистической агрегации паразитов у одних и тех же рыб.

Так на примере различных экотипов и форм мальмы из водоемов Камчатки мы выделили агрегации гельминтов, позволяющие оценивать питание рыб. Показано, что из 70 видов паразитов, обнаруженных у камчатской мальмы, биоиндикационное значение имеют лишь 15 (в т. ч. сборных). Хищный характер питания гольцов проявляется в их высокой зараженности *Dibothriocephalus* sp., *Eubothrium salvelini*, *Proteocephalus longicollis*, *Philonema oncorhynchi* и *Neoechinorhynchus salmonis*, которых рыбы аккумулируют, реинвазируясь при хищничестве. В желудках хищных гольцов содержится рыбная пища, их внутренние органы покрыты фиброзной тканью, могут быть сросшимися и плохо различимыми. Бентофаги, питающиеся моллюсками, сильно заражены *Diplostomum* spp., *Ichthyocotylurus erraticus* и *Phyllodistomum umblae*. У гольцов, поедающих амфипод, накапливаются *Cystidicola farionis*, *Cyathocephalus truncatus*, *Crepidostomum metoecus* и *Echinorhynchus salmonis*. Рыбы из рек и ручьев заражены *Salmonema ephemeridarum*, промежуточные хозяева которых личинки насекомых, составляющие основу пищевого комка рыб. Гольцы с широким спектром питания содержат в желудках различные пищевые объекты, и у них невысок уровень инвазии несколькими видами гельминтов, использующих разные группы промежуточных хозяев.

Стоит учитывать, что паразитологический метод не может быть единственным, самостоятельным и универсальным для дифференциации различных группировок рыб. Данные о наличии и отсутствии паразитов разных видов, об уровне инвазии ими должны сочетаться с другими методами, прежде всего с данными о содержимом желудков рыб.

Таким образом, использование для дифференциации гольцов паразитологических данных и информации о питании эффективно и может успешно применяться для оценки полиморфизма гольцов в различных частях их ареала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Behnke R. J. A systematic review of the genus *Salvelinus* // Charrs. Salmonid fishes of the Genus *Salvelinus* / Ed. E. K. Balon. Hague : Springer Dordrecht, 1980. P. 441–480.
2. Nelson J. S., Grande T. C., Wilson M. V. H. Fishes of the world. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2016. 752 p.
3. Савваитова К. А. Арктические гольцы : (Структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). М. : Агропромиздат, 1989. 224 с.
4. Jonsson B., Jonsson N. Polymorphism and speciation in Arctic charr // Journal of Fish Biology. 2001. Vol. 58. Is. 3. P. 605–638.
5. Klemetsen A. The most variable vertebrate on Earth // Journal of Ichthyology. 2013. Vol. 53, No. 10. P. 781–791.
6. Коновалов С. М. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Л. : Наука, ЛО, 1971. 229 с.
7. Knudsen R., Curtis M. A., Kristoffersen R. Aggregation of helminths: the role of feeding behavior of fish hosts // Journal of Parasitology. 2004. Vol. 90. Is. 1. P. 1–7.
8. MacKenzie K., Abaunza P. Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods // Fisheries Research. 1998. Vol. 38. Is. 1. P. 45–56.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.40.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЗАРИТОВ ДЛЛ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЛНИЯ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ ПРИМОРСКОГО КРАЛ

Т. Е. Буторина, Е. Д. Дегтева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;
e-mail: boutorina@mail.ru

THE APPLICATION OF PARASITES FOR INTEGRATED ESTIMATE OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN FRESHWATER RESERVOIRS OF PRIMORYE

T. E. Boutorina, E. D. Degteva

The Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok; e-mail: boutorina@mail.ru

It is shown on three cyprinid fish species of freshwater reservoirs in Primorye that parasitological research allows to obtain information both about the spread of pathogens of dangerous diseases of humans and animals, and about the type of reservoir and anthropogenic changes in natural ecosystems.

Паразитологические данные чрезвычайно информативный материал для выяснения существенных деталей об экологических особенностях рыб (питание, распределение, поведение, миграции и др.) и условиях их существования в водоемах [1–2]. Анализ экологических показателей сообществ паразитов (индексов разнообразия, выравненности видов по численности или биомассе, уровня доминирования) позволяет судить о том, насколько сильные изменения произошли в сообществе гидробионтов, в т. ч. у паразитических организмов, и вынести заключение об общем состоянии водной среды [3–4]. Цель данной работы – на основе анализа паразитофауны массовых видов карповых рыб в водоемах юга Приморья показать возможности метода.

Ихтиологический материал для исследования собран и обработан методами общего биологического, полного паразитологического и математического анализов в 2019–2023 гг. Были обследованы корейская востробрюшка *Hemiculter leucisculus* в рр. Кневичанка (17 экз.) и Кипарисовка (16 экз.), уклей *Culter alburnus* из р. Раздольная (17 экз.) и искусственного озера в ее бассейне (14 экз.), манчжурский гольян *Eupallasella (Phoxinus) perenurus mantschuricus* из р. Кедровая (17 экз.) и озера в бас. р. Раздольная (21 экз.).

Анализ фауны паразитов показал, что у корейской востробрюшки из относительно чистого района (р. Кипарисовка) найдены 10 видов паразитов (в т. ч. 7 видов моногеной и 1 вид ракообразных), в то время как в р. Кневичанка (район международного аэропорта «Кневичи») только 3 вида, доминирует опасный для человека *Metagonimus* sp. [5].

У манчжурского гольяна из р. Кедровая найдены 11 видов паразитов, в озере из бас. р. Раздольная (бывший песчаный карьер) – 9. Большинство видов – микроспоридии, как и их окончательные хозяева олигохеты [6], адаптированные к избытку органики; в озере они обнаруживались чаще, и показатели инвазии ими рыб были выше. В обеих выборках доминировали патогенные виды (в р. Кедровой – *Metagonimus* sp. и *Centrocestus armatus*, в озере – опасный для рыб *Neoechinorhynchus violentum*), что говорит о неблагоприятном состоянии исследованных водоемов [7]. В озере у манчжурского гольяна отмечена *Paratrichodina incisa*, кругоресничные инфузории активно размножаются при повышенном содержании органики [1], моногеной *Paradiplozoon* sp. отмечены в 5.6 раза чаще, а индекс обилия был на порядок выше, чем в реке.

У уклей из р. Раздольная (с. Раздольное, ж/д станция, кирпичный завод) найдены 7 видов паразитов, а в озере – 10 (за счет *Ergasilus briani*, глехидий моллюсков *Buldotskiya*, нематод рода *Rhabdochona*). Состав паразитов сходен, а наиболее значимый показатель встречаемости отмечен для трематод рода *Metagonimus*. Возбудители природно-очагового заболевания человека метагонимоза найдены в рр. Раздольная, Кневичанка и Кедровая, но не отмечены нами в р. Кипарисовка. Таким образом, изучение состава паразитов рыб помогает не только обнаруживать присутствие па-

тогенных видов, но и указывает на характер водоема, изменения в нем под влиянием загрязнения от разных источников.

При нарушениях, происходящих в водной экосистеме, в сообществе паразитов рыб снижаются видовое разнообразие и выравненность обилий видов, при этом повышается уровень доминирования; преобладают виды, в циклах которых рыбы – промежуточные хозяева и паразиты с активным способом заражения рыб, виды-специалисты замещаются генералистами с широким кругом хозяев, аллогенные виды (рыбоядные птицы, млекопитающие – окончательные хозяева) доминируют над автогенными (весь цикл развития проходит в водоеме) [4]. Такая картина складывается в рр. Кедровая, Кневичанка, бас. р. Раздольная. В паразитофауне манчжурского голяна из р. Кедровая преобладают виды-генералисты, в озерке соотношение специалисты / генералисты почти равное, в обоих водоемах большинство – полигостальные виды (8/11 в р. Кедровая и 6/8 в озерке). Активное заражение рыб паразитами отмечено для 7 из 11 видов паразитов в р. Кедровая и для 7 из 8 – в озерке [7]. В р. Кедровая аллогенные виды паразитов доминируют над автогенными. Расчет уравнений регрессии для сообществ паразитов показал, что сумма ошибок получилась выше порогового значения (0.30 и 0.31, критический уровень 0.25), что указывает на нестабильное состояние обоих сообществ паразитов; индекс разнообразия Шеннона в сообществах паразитов был на низком уровне (1.1–1.4).

Изучение сообщества паразитов корейской востробрюшки из р. Кипарисовка показало относительно высокий индекс разнообразия Шеннона (1.9) и слабый уровень доминирования моногеней ($d = 0.3$). Обратная картина у этих рыб в р. Кневичанка: индекс разнообразия Шеннона 1.1, индекс доминирования Бергера – Паркера достигает максимума – 0.93. Если первое сообщество паразитов находится в устойчивом состоянии, то в р. Кневичанка набор видов паразитов минимальный и доминируют возбудители опасной для человека инвазии.

Паразитофауна уклея из р. Раздольная у с. Раздольное характеризуется низким уровнем разнообразия (индекс Шеннона 1.1) и доминированием двух видов (*Metagonimus* sp. индекс $d = 0.51$ и *Rhabdochona longispicula* $d = 0.39$). В озерке (бас. р. Раздольная) те же группы паразитов уклея представлены чрезвычайно разнообразно (индекс Шеннона очень высокий – 3.3), при численности каждого из видов в пределах 10 экз. и отсутствии доминирования ($d = 0.2$). На этом примере особенно заметно влияние всех форм загрязнения р. Раздольная, по сравнению с озерком, где оно проявлено значительно меньше.

Из проведенного исследования видно, что анализ паразитологических данных рыб позволяет выяснить экологические особенности каждой экосистемы. В водоемах разного типа создаются различные условия для гидробионтов, что демонстрируют видовой состав паразитов и количественные показатели инвазии. Характеристики нестабильности сообщества паразитов рыб служат сигналом для принятия дополнительных мер защиты (санитарно-ветеринарных и др.) и охраны неблагополучных водоемов. При сильном антропогенном воздействии для сообществ паразитов рыб условия становятся крайне неблагоприятными, такие сообщества обеднены, заметно изменены, в них доминируют патогенные для человека и животных виды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнчис О. Н., Стрелков Ю. А. Паразиты рыб как индикаторы состояния водной среды // Проблемы паразитологии и болезней рыб и рыбоводство в современных условиях. СПб. : ГосНИОРХ, 1997. С. 111–117. (Сборник науч. тр. ГосНИОРХ ; Вып. 321).
2. Сонин М. Д., Беэр С. А., Ройтман В. А. Паразитарные системы в условиях антропопрессии (проблемы паразитарного загрязнения) // Паразитология. 1997. № 5. С. 453–457.
3. Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Криволицкий Д. А. Биологическое разнообразие : Учеб. пособие. М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 432 с.
4. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Методы сбора и обработки ихтиопаразитологических материалов : Учеб. пособие. Сыктывкар: Сыктывкар. гос. ун-т, 2009. 131 с.
5. Дегтева Е. Д., Зданевич Е. С. Изучение паразитофауны корейской востробрюшки (*Hemiculter leucisculus*) реки Кневичанка (Приморский край) // Рыболовство – Аквакультура : Материалы VII Междунар. науч.-тех. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Владивосток, 21–23 апр. 2021 г.). [Электрон. ресурс]. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. С. 195–199.
6. Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J. L. Muxozoan evolution, ecology and development. Springer Int. Publ., Switzerland, 2015. 441 p.
7. Дегтева Е. Д., Радченко Д. Э., Веливецкий Ю. А. Анализ паразитарных сообществ манчжурского голяна в водоемах Приморья, подверженных антропогенному воздействию // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли : Материалы VI Междунар. науч.-тех. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Владивосток, 27 нояб. 2020 г.). [Электрон. ресурс]. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. С. 26–31.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД РЕК И ОЗЕР РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

А. А. Бызаакай¹, О. Л. Покровский², Л. Г. Колесниченко¹, А. О. Ховалыг³, С. Н. Кирпотин^{1,4}

¹Томский государственный университет, Томск

²Лаборатория GET, UMR 5563 CNRS, Тулуза, Франция

³Тувинский государственный университет, Кызыл

⁴Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул; e-mail: arisiy@inbox.ru

BIOGEOCHEMICAL COMPOSITION OF WATER IN RIVERS AND LAKES OF THE REPUBLIC OF TYVA

A. A. Byzaakay¹, O. L. Pokrovsky², L. G. Kolesnichenko¹, A. O. Khovalygy³, S. N. Kirpotin^{1,4}

¹Tomsk State University, Tomsk

²Geosciences and Environment Toulouse, UMR 5563 CNRS, Toulouse, France

³Tuvan state university, Kyzyl

⁴Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul; e-mail: arisiy@inbox.ru

The study results of water in the lake-river system of the Republic of Tyva are presented. The biogeochemical characteristics of 15 large and small rivers and 5 lakes in the region were obtained.

Республика Тыва относится к территориям с резко-континентальным климатом и большим спектром природно-климатических условий: от тундровых зон с наличием вечной мерзлоты до степных, переходящих в полупустыни. Для лучшего понимания переноса макро- и микроэлементов в водоемах и водотоках региона в 2021–2022 гг. были проведены полевые исследования на макротрансекте Республики Тыва, проходящей от южной точки степей и полупустынь Убсунурской котловины до северо-запада высокогорий Западных Саян. Контролируемыми показателями выступили: температура, pH, электропроводность, газовый состав вод ($p\text{CO}_2$, O_2), эмиссия CO_2 ($f\text{CO}_2$), растворенный и нерастворенный углерод (DOC, DIC), макрокомпоненты (Na, Mg, P, K, Ca, F, Cl), микроэлементы (Li, Be, Al, Si, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Rb, Sr, Rh, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, Tl, Pb, Bi), редкоземельные элементы (B, Sc, Ti, V, Cr, Ge, As, Y, Zr, Nb, Mo, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, W, Th, U). Такие контролируемые показатели как температура, pH, электропроводность измеряли приборами Hanna, WTW Multi 3320. Содержание растворенных газов (O_2 и CO_2) определяли с использованием YSI ProODO Optical DOM Specifications W3-05 и GM70, Vaisala. Эмиссию CO_2 изучали с помощью плавающей камеры с датчиками SensAir. Макро- и микроэлементы определяли в лаборатории GET в Тулузе (Франция) на ICP-MS анализаторе. Содержание растворенного органического (DOC) и неорганического (DIC) углерода определяли на базе лаборатории BIO-GEO-CLIM ТГУ с помощью лабораторного анализатора TOC-LCSN, Shimadzu, анионы – на базе ИЛ СО РАН.

В ходе исследования были выявлены географические закономерности изменений изучаемых параметров: электропроводности, DIC и основных элементов, выражающиеся в увеличении их концентраций с северо-запада на юго-восток. По показателю pH водам исследуемых рек и озер региона присуща нейтрально-слабощелочная реакция. По степени минерализации в районах высокогорий воды ультрапресные, в остальных частях – пресные, исключение – соленое озеро, воды которого относятся к категории рассолов. Наиболее значимыми по своему присутствию в изучаемых объектах были HCO_3^- , Ca, SO_4^{2-} , Na, Mg, K, Cl, среди микроэлементов – Si, Sr, Al, B, Fe, Zn. Поведение химических элементов в водных объектах демонстрирует сильные различия в зависимости от типов объектов и их географического положения. Самые большие концентрации химических элементов приходились на соленое озеро, здесь они превышали значения в сотни раз. В озерных водах содержания всех анализируемых параметров были более значимыми, чем в речных. Воды всех изучаемых объектов относятся к гидрокарбонатным, при этом реки сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, пресные озера – сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевого, термокарстовые озера – гидро-

карбонатные калиево-кальциевые, и лишь в соленом озере воды хлоридно-сульфатные магниевонариевые с меньшим содержанием гидрокарбонатов. При этом в водах малых рек химические компоненты распределяются от большего к меньшему следующим образом: HCO_3 , Ca, Na, SO_4 , Mg, Cl, Si, K, NO_2 , Sr, F, Ba, NO_3 , B; в водах больших рек – HCO_3 , Ca, Na, SO_4 , Mg, Cl, Si, K, NO_3 , F, Sr, NO_2 , Ba, B; в пресных озерах – HCO_3 , Mg, Na, Ca, SO_4 , Cl, K, Si, NO_2 , F, NO_3 , Sr, Fe, Al; в соленых озерах – SO_4 , Na, Cl, Mg, HCO_3 , NO_2 , K, Ca, B, Si, Sr; в термокарстовых озерах – HCO_3 , Ca, K, Na, Mg, Cl, SO_4 , Fe, Si, NO_2 , NO_3 , F.

Содержание pCO_2 в водах рек было выше (922.3 ± 601.2 ppm), чем в озерах (498.3 ± 277 ppm), с увеличением концентраций зимой за счет установления сплошного ледяного покрова. Значения fCO_2 были низкими в большинстве водных объектов без выраженной сезонной динамики. Показатели органического углерода варьировались от 1 до 7 мг/л в реках, от 3 до 14 мг/л – в озерах, с повышением весной и понижением зимой, что связано со временем активности фотосинтеза. Показатель DIC соотносится с удельной электропроводностью и основными ионами, при этом наиболее низкие показатели присущи водным объектам со сниженной солевой нагрузкой – термокарстовым озерам. Концентрации увеличиваются в направлении засушливых районов юга Убсунурской котловины, для которой характерна локальная горно-долинная циркуляция воздуха [1], ведущая к активному процессу испарения. Эта особенность отражается в высоких показателях практически всех наблюдаемых параметров, DIC, электропроводности, макрокомпонентов, в пресных водах бессточного о. Торе-Холь, которое подпитывается подземными водами, что видно в высоких показателях HCO_3 ($529\text{--}595$ мг/л), по сравнению с речными – 127.2 ± 51.8 мг/л.

Работы выполнены при поддержке РФФ проект № 23-14-20015 и программы развития ТГУ «Приоритет 2030» с использованием оборудования УНУ «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кальная О. И., Забелин В. И., Арчимаева Е. П., Аюнова О. Д. Экология и биоразнообразие приграничных территорий Тувы и Монголии // Известия Алтайского отд. РГО. 2018. № 1(48). С. 33–48.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.44.44

РОСОМАХА о. ВРАНГЕЛЯ

Д. В. Васильев, У. В. Бабий

Государственный природный заповедник «Остров Врангеля», Певек;
e-mail: biofly_84@mail.ru; 1988ulya@mail.ru

WOLVERINE OF WRANGEL ISLAND

D. V. Vasilyev, U. V. Babiy

Wrangel Island State Nature Reserve, Pevek; e-mail: biofly_84@mail.ru; 1988ulya@mail.ru

The following thesis contains analysis of wolverine records on Wrangel island using camera traps, ground-based surveys and observations during snow geese monitoring program at the Tundrovaya River valley in 2018–2022. Authors make preliminary conclusions on the population size, abundance and ecology of wolverine on Wrangel island.

Сравнительно небольшой арктический о. Врангеля (площадь 7673 км²) с запада омывается Восточно-Сибирским, а с востока – Чукотским морем. От материка остров отделен проливом Лонга шириной в самом узком месте около 140 км. Лед, большую часть года покрывающий прилегающую акваторию, позволяет песцу, обыкновенной лисице, росомaxe, волку, бурому и белому медведю совершать переходы с материка на остров, лишая островную популяцию хищников изолированности [1].

Первые сведения о присутствии росомахи на о. Врангеля приводит А. Г. Велижанин [2]. Вероятнее всего, до 2004 г. заходы росомах носили случайный характер, общая их численность оценивалась максимум в 2–3 особи [3]. Места обитания были привязаны преимущественно к участкам горных тундр и водоразделам, однако на распределение основное значение оказывало наличие доступных кормов. После массового падежа островной популяции северного оленя численность росомах увеличилась до 5–7 особей, они стали давать потомство, хотя и нерегулярно [4].

По данным 2018–2022 гг., полученным при помощи сети фоторегистраторов, а также во время наземных маршрутных учетов по территории в течение года, можно сделать вывод о некотором увеличении численности росомахи на о. Врангеля в сравнении с оценкой 15-летней давности. По современным данным, на острове обитает 7–10 особей. Вид полностью освоил территорию, встречается во всех ландшафтно-климатических зонах, животные активно используют морской лед для передвижения. Росомахи выводят потомство нерегулярно. Есть несколько центров размножения: бух. Сомнительная, р. Неизвестная (верхнее и среднее течения), р. Тундровая (где ежегодно формируется колония малого белого гуся), долина р. Кларк.

Ежегодные стационарные работы по мониторингу белого гуся позволяют проследить за встречаемостью росомах на территории колонии и в Тундре Академии, где гуси линяют. С 2011 г. весенняя численность белого гуся увеличилась в разы (около 700 000 птиц), поэтому можно с уверенностью сказать, что фактор беспокойства росомахи на популяцию белого гуся незначительный [5]. С 2018 по 2022 г. на колонии в долине р. Тундровая визуально отмечалось до трех росомах, которые в течение сезона истребляли кладки и взрослых гусей во время гнездования и линьки. Росомахи косвенно влияли на разорение гнезд в некоторых районах колонии: даже при безобидном проходе хищника по колонии, испуганная гусыня может сойти с гнезда, а покинутую кладку разоряют чайки и поморники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babiy U. et al. First evidence of a brown bear on Wrangel Island, Russia // *Ursus*. 2022. Vol. 33. Art. e4. P. 1–8. <http://dx.doi.org/10.2192/ursus-d-20-00024.1>
2. Велижанин А. Г. Заметки по фауне наземных позвоночных острова Врангеля // Зап. Примор. фил. Географ. об-ва СССР. 1965. Вып. 1(24). С. 67–78.
3. Старова О. Волк и росомаха о. Врангеля // Охота и охотничье хозяйство. 2014. № 10. С. 12–14.
4. Груздев А. Р., Синко Т. П. Современное состояние популяции овцебыков (*Ovibos moschatus* Zimmermann, 1780) острова Врангеля // Природа острова Врангеля: современные исследования: Сб. науч. трудов / ГПЗ «Остров Врангеля». СПб. : Астерион, 2007. С. 103–116.
5. Бабий У. В., Баранюк В. В. Мониторинг популяции малого белого гуся на острове Врангеля: данные 2020 года // Тр. Мордовского гос. природ. заповедника им. П. Г. Сидовича. 2021. Вып. 29. С. 147–164.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛКА И БЕЛОГО МЕДВЕДЯ НА о. ВРАНГЕЛЯ

Д. В. Васильев¹, У. В. Бабий¹, А. Р. Груздев²

¹Государственный природный заповедник «Остров Врангеля», Певек

²Национальный парк «Гыданский», Тазовский;

e-mail: biofly_84@mail.ru; 1988ulya@mail.ru

INTERACTION BETWEEN WOLF AND POLAR BEAR ON WRANGEL ISLAND

D. V. Vasilyev¹, U. V. Babiy¹, A. R. Gruzdev²

¹Wrangel Island State Nature Reserve, Pevek

²Gydanskiy National Park, Tazovski;

e-mail: biofly_84@mail.ru; 1988ulya@mail.ru

First wolfdogs appeared on Wrangel island in 2011. The current number of wolves and wolfdogs is estimated as 25–30. In recent years they not only hunt ungulates (reindeer and muskox). The following thesis contains information on interaction between wolf, wolfdog and polar bear on Wrangel island.

В первые годы образования заповедника (с 1975 г.) численность волка регулировалась приказом Главохоты РСФСР, и вид не особо влиял на относительно закрытую экосистему о. Врангеля. Как только борьба с волком прекратилась, его численность стала увеличиваться, в т. ч. за счет прихода новых особей с материковой Чукотки. В 2006 г. популяция насчитывала 10 особей [1]. В 2007 г. обнаружены первые волчьи логова, устроенные в разрытых бывших песцовых норах. Благополучию волков способствовало наличие корма – копытных [2]. Пока численность северного оленя катастрофически не упала, он был основным объектом охоты, позже – им стал овцебык, численность которого, наоборот, увеличилась и достигла оптимума для данной территории [3, 4].

В 2011 г. на о. Врангеля достоверно появились первые волко-собачьи гибриды: в 2010 г. волчица спарилась с собакой с полярной станции в долине р. Наша, где позже успешно вывела потомство [5]. На данный момент волки и волко-собачьи гибриды освоили всю территорию острова, их численность значительно увеличилась и оценивается в 25–30 особей [6].

Случаи взаимодействия волка и белого медведя в отечественной и зарубежной литературе известны, однако их немного. В первую очередь от волков страдают молодые медведи и самки с выводком [7, 8].

В последние несколько лет отмечены косвенные признаки преследования волками и волко-собачьими гибридами медведиц с выводком в весеннее время. Например, 7 апреля 2022 г. на южной равнине в 5 ч 29 мин фоторегистратор зафиксировал самку с одним сеголетком, а в 9 ч 49 мин по их следам шел волк. Аналогичная ситуация произошла 11 апреля 2023 г. у оз. Комсомол (западное побережье): самка с одним сеголетком отмечена в 7 ч 20 мин, волк – в 17 ч 41 мин.

Известны прямые наблюдения взаимодействия хищников. Например, в апреле 2020 г. в долине р. Наша два волка преследовали одиночного сеголетка. В марте 2023 г. сотрудники заповедника наблюдали, как два волко-собачьих гибрида гнали небольшого белого медведя (предположительно самка или молодой самец). Поведение гибридов напоминало охотничье: они по очереди нападали на медведя с разных сторон, заставляя крутиться (дезориентироваться), гнали его не менее 3 км до берега бух. Роджерс.

На сегодня рассматривается вопрос о возобновлении регулирования численности хищника на о. Врангеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старова О., Кожечкин В., Казьмин В. Волк и россомаха о. Врангеля // Охота и охотничье хозяйство. 2014. № 10. С. 12–14.

2. Груздев А. Р., Сунко Т. П. Современное состояние популяции овцебыков (*Ovibos moschatus* Zimmermann, 1780) острова Врангеля // Природа острова Врангеля: современные исследования : Сб. науч. трудов / ГПЗ «Остров Врангеля». СПб. : Астерион, 2007. С. 103–116.

3. Mizin I. A. et al. The wild reindeer (*Rangifer tarandus*: Cervidae, Mammalia) on the arctic islands of Russia: a review // Nature Conservation Research. 2018. Vol. 3, No. 3. P. 1–14. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2018.040>.

4. Летопись природы заповедника «Остров Врангеля» 2006 года. Певек, 2007. 315 с.

5. Летопись природы заповедника «Остров Врангеля» 2011 года. Певек, 2012. 118 с.

6. Летопись природы заповедника «Остров Врангеля» 2023 года. Певек, 2024. 64 с.

7. Ramsa M., Stirling I. Interactions of Wolves and Polar Bears in Northern Manitoba // Journal of Mammalogy. 1984. Vol. 65, No. 4. P. 693–694. <http://dx.doi.org/10.2307/1380856>.

8. Richardson E. S., Andriashek D. Wolf (*Canis lupus*) Predation of a Polar Bear (*Ursus maritimus*) Cub on the Sea Ice off Northwestern Banks Island, Northwest Territories, Canada // Arctic. 2006. Vol. 59, No. 3. P. 322–324. <http://dx.doi.org/10.14430/arctic318>.

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕВЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И РАЙОНОВ АРКТИКИ

О. И. Васюнова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск;
e-mail: vasyunova.olga@mail.ru

ARRANGEMENT OF THE NORTHERN ECOSYSTEMS OF THE FAR EAST AND ARCTIC REGIONS

O. I. Vasyunova

National Research Tomsk State University, Tomsk; e-mail: vasyunova.olga@mail.ru

This paper provides a brief overview of vegetation formation, soil functioning, and microbiota adaptability in the northern districts. An ecosystem is a set of cohabiting organisms and their conditions of existence, which are in a natural relationship with each other and form a system of interdependent biotic and abiotic phenomena and processes. An important feature of the northern territories, along with high reserves of natural resources, is their strong vulnerability and low recovery capacity of ecosystems, which manifest themselves as such characteristics as: small species diversity, low primary biological productivity, etc.

The study of these territories corresponds to the strategy under the Decree of the President of the Russian Federation dated 10.26.2020 No. 645 «On the Strategy for the Development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security until 2035», according to which it is necessary to pay great attention to ensuring environmental and biological safety in the implementation of state policy on the development of the Arctic.

Арктика – единственное место на планете, где сохранились большие нетронутые экосистемы с их изначальным набором биологических видов. Но они очень хрупки и подвержены изменениям из-за внешних факторов – климатических или антропогенных [1].

Природные экосистемы Дальнего Востока динамичны и обладают низкой степенью устойчивости по отношению к разноплановым и широкомасштабным антропогенным воздействиям. Территория слабо экономически освоена и мало населена, что влияет на сохранение относительно благоприятной экологической ситуации. Однако природный ресурсный потенциал юга Дальнего Востока испытывает более интенсивное антропогенное воздействие [2].

Арктические экосистемы с большим трудом справляются со сверхнагрузками и после катаклизмов долго восстанавливаются. Сохранение экосистем Дальнего Востока и Арктики – важнейшая задача мирового сообщества, особенно на фоне глобальных изменений климата.

В этих регионах развиты тундровые почвы. Они характеризуются сравнительно большим накоплением органического вещества, слабой микробиологической деятельностью, разделением на небольшое число генетических горизонтов и наличием мерзлотных явлений.

На растительность тундровых ландшафтов и почвообразование существенно влияет многолетняя мерзлота. Глубина ее ежегодного оттаивания зависит от гранулометрического состава пород и почв. Если песчаные почвы и грунты оттаивают на 1.2–1.6 м, то глинистые – на 0.7–1.2 м, а торфяно-болотные – на 0.2–0.4 м. Плотный промерзший грунт служит водупором и обуславливает избыточное увлажнение почвенно-грунтовой массы, несмотря на малое количество атмосферных осадков.

Близость мерзлых грунтов охлаждает почвенную толщу и задерживает развитие почвообразования.

Территории, занятые тундровыми глеевыми почвами, используются преимущественно под пастбища как естественная кормовая база для оленеводства. Земледелие на них ограничено неблагоприятными агрономическими свойствами: бедностью элементами питания, повышенной влажностью, низкими температурами в период вегетации [3].

Необходимо сохранение естественного растительного покрова, защищающего мерзлотные почвы и грунты от вытаивания льдов и катастрофического развития эрозионных процессов.

Микробиота в арктическом регионе образуется различными путями. Микроорганизмы распространяются с воздушными потоками на значительные расстояния, их расселению способствуют животные и птицы. Однако антропогенный фактор – один из определяющих в формировании состава и структуры микробиоты [4].

В целом, по данным исследований, температура в Арктике повышается быстрее, чем в остальном мире. Это может привести к вымиранию многих видов растительности и животных в регионе. Потепление ставит под угрозу существование коренных народов Арктики – уклад их жизни напрямую зависит от растительного и животного мира.

Последствия глобального потепления отразятся на российском Дальнем Востоке в меньшей степени, чем на других территориях мира. В результате изменений климат станет более теплым, влажным, что сделает условия жизни людей благоприятнее [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова Н. И. и др.* Изучение флоры Бурулгинского мыса // Студенческий научный форум 2022 : Материалы XIV Международной студенческой научной конференции. Секция экология и рациональное природопользование (Москва, 01–31 янв. 2022 г.). М. : РАН, 2022.
2. *Поддубный А. В.* Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов. Владивосток : ДВГУ, 2002. С. 90.
3. *Основы почвоведения и географии почв* : учеб. пособие для студентов / Под ред. д-ра биол. наук С. П. Кулижского и д-ра географ. наук, проф. А. Н. Рудого. Томск : ТГПУ, 2004. 383 с.
4. *Краева Л. А. и др.* Эпидемиологическое значение мониторинга микробиоты арктических поселений по Северному морскому пути // Морская медицина. 2021. Т. 7, № 4. С. 23–33.
5. *Крестов П. В.* Изменение климата: модели, оценка рисков и прогнозирование развития наземных экосистем // Доклад на заседании президиума ДВО РАН от 25.01.2024 г.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Е. Л. Веревкина

Природный парк «Нумто», Белоярский; e-mail: numtonauka@mail.ru

BIOLOGICAL VALUE OF THE NUMTO NATURE PARK

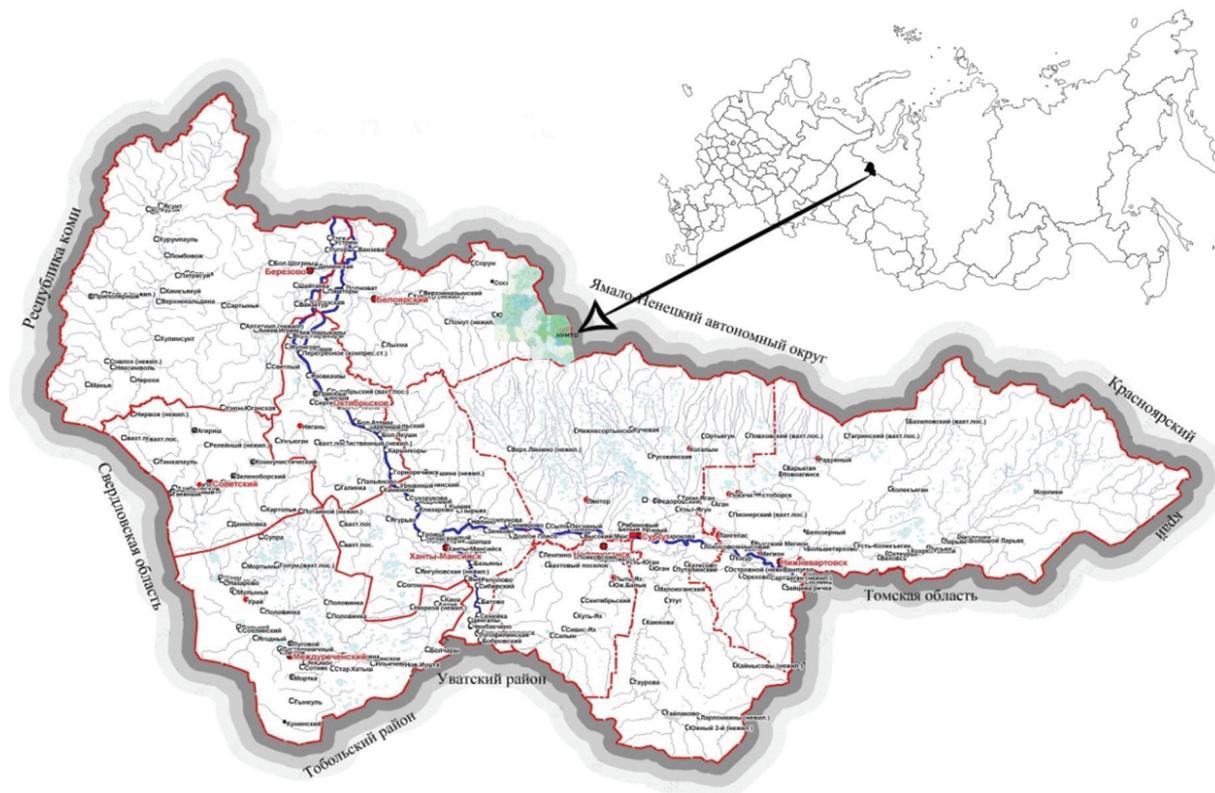
E. L. Verevkina

Nature park Numto, Beloyarskiy; e-mail: numtonauka@mail.ru

Formation of the Numto Nature Park is the first experience of creating a specially protected natural area in the North of Siberia. It involves environmental protection taking into account the interests of the indigenous population, serves as an excellent example of preserving natural resource potential and an environment favorable for the life of present and future generations, which ultimately forms the basis for sustainable development of the region. The nature park has a fairly high level of natural biodiversity.

Природный парк «Нумто» (общая площадь 597 189,5 га) находится на севере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири (см. рисунок). Расположен на северном склоне Сибирских Увалов, откуда берут начало крупные сибирские рр. Казым, Надым, Пим и Тромъеган.

Природный парк образован для сохранения природно-исторического комплекса Верхнего Казыма и оз. Нумто, защиты мест проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера.



Расположение природного парка «Нумто»

Имеет достаточно высокий уровень естественного биоразнообразия. Всего в ходе биологических исследований выявлены 28 видов млекопитающих, отмечены более 160 видов птиц. Зарегистрированы два вида амфибий и два вида рептилий – обыкновенная гадюка (*Vipera berus* L.) и ящерица живородящая (*Zootoca vivipara* L.). Многие, обитающие на территории парка виды животных типичны для таежной зоны лесов Западной Сибири. Из представителей отряда хищных встречаются: соболь (*Martes zibellina* L.), горностай (*Mustela erminea* L.), выдра (*Lutra lutra* L.), норка американская (*Neogale vison* S.), россомаха (*Gulo gulo* L.), обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* L.), песец (*Vulpes lagopus* L.), рысь (*Lynx lynx* L.), бурый медведь (*Ursus arctos* L.). Из грызунов распространены: белка (*Sciurus vulgaris* L.), бурундук (*Tamiasciurus* Weber), заяц-беляк (*Lepus timidus* L.) ондатра (*Ondatra zibethicus* L.), водяная полевка (*Arvicola amphibius* L.). Из копытных – лось (*Alces* Gray), в последние годы часто заходит на территорию парка.

Природные комплексы парка «Нумто» включают глобально значимую по чувствительности к негативному воздействию со стороны человека экосистему, определяющую водосборные площади Казымской и Надымской водных провинций – «Водораздел Нумто», внесенный в перспективный список Рамсарской конвенции. Это одно из самых богатых водно-болотных угодий Западной Сибири. Оно расположено на пути миграции перелетных, околородных и водоплавающих птиц. На территории природного парка «Нумто» отмечены 10 видов птиц (преимущественно водно-болотной группы), занесенных в Красные книги МСОП и России. Среди них наиболее характерны крупные рыбоядные хищники: скопа (*Pandion haliaetus* L.), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* L.), сапсан (*Falco peregrinus* T.). На пролете отмечается краснозобая казарка (*Branta ruficollis* P.), реже встречаются гусь-пискулька (*Anser erythropus* L.), малый лебедь (*Cygnus columbianus bewickii* Y.), а также кречет (*Falco rusticolus* L.) и беркут (*Aquila chrysaetos* L.).

Из птиц, включенных в Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа – Югра, на территории парка отмечены 14 видов (также преимущественно водно-болотные). Среди них характерны для парка обычные как на пролете, так и на гнездовании: серый журавль (*Grus grus* L.), средний кроншнеп (*Numenius phaeopus* L.), малый веретенник (*Limosa lapponica* L.), тулес (*Pluvialis squatarola* L.); реже встречаются краснозобая гагара (*Gavia stellata* Pontoppidan), обыкновенный турпан (*Melanitta fusca* L.), большой кроншнеп (*Numenius arquata* L.), чернозобик (*Calidris alpina* L.), короткохвостый поморник (*Stercorarius parasiticus* L.), кобчик (*Falco vespertinus* L.), серый сорокопуд (*Lanius excubitor* L.), филин (*Bubo bubo* L.). Гуменник (*Anser fabalis* Latham) обычен на пролете, но гнездится редко.

Особенность ландшафтной структуры природного парка «Нумто» – 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 внутриболотных озерков, приходится 13,7% площади [1].

Специфика ландшафтной структуры природного парка отражается на количественном и качественном составе флоры. Флора высших сосудистых растений парка насчитывает 302 вида, из которых только 198 аборигенные, остальные заносные, отмеченные на нарушенных участках [2]. По состоянию фактической изученности флористический список мохообразных природного парка включает 181 вид, в т. ч. 121 вид мхов и 60 видов печеночников. На сегодня в парке выявлены 127 видов лишайников, 28 видов деревообразующих грибов и 48 видов подстилочных. Флористические исследования позволили выявить 15 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, занесенных в Красные книги РФ и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: ситник стигийский (*Juncus stygius* L.), полушник щетинистый (*Isoetes setacea* Durieu), баранец обыкновенный (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et C. Mart. s. l.), ликоподиелла заливаемая (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub), **гроздовник многогроздельный** (*Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr.), ладьян трехнадрезный (*Corallorrhiza trifida* Chatel), тайник сердцевидный (*Listera cordata* (L.) R. Br.), шилолистник водяной (*Subularia aquatica* L.), жирянка волосистая (*Pinguicula villosa* L.), пижма дваждыперистая (*Tanacetum bipinnatum* (L.) Sch. Bip.), кувшинка четырехгранная (*Nymphaea tetragona* Georgi), гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R. Br.), хаммарбия болотная (*Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze), осока свинцово-зеленая (*Carex livida* (Wahlenb.) Willd.), войничек водноперечный (*Elatine hydropiper* L.) [3]. Значимы находки мхов и печеночников, включенных в Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: паллюделла оттопыренная (*Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid), мезезия трехгранная (*Meesia triquetra* (Jolycl.) Angstr), *Heterogemma laxa* (Jørg.) Konstant. & Vilnet, *Odontoschisma denudatum* (Mart.) Dumort.

Природный парк «Нумто» обладает высокой ценностью непрямого использования благодаря своему водораздельному положению и высокой заболоченности и имеет существенное значение в поддержании гидрологического режима ландшафта тайги, что благоприятно сказывается на общем природном балансе региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Валева Э. И., Московченко Д. В., Арефьев С. П.* Природный комплекс парка «Нумто». Новосибирск : Наука, 2008. 280 с.
2. *Валева Э. И., Глазунов В. А., Шишонакова Е. А. и др.* Флористический состав // Парк «Нумто»: Природа и историко-культурное наследие / Под ред. Д. В. Московченко. Сургут : Сургутнефтегаз ; Нефть Приобья, 2017. С. 20–39.
3. *Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / Сост. Э. К. Акопян и др.* 2-е изд. Екатеринбург : Баско, 2013. 459 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.52.53

ДИАПАУЗА В РАЗВИТИИ РАКООБРАЗНЫХ КАК ФОРМА АДАПТАЦИЙ К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ В КАМЧАТСКИХ ОЗЕРАХ

Н. М. Вецлер

Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: n.vecler@kamniro.vniro.ru

DIAPAUSE IN THE DEVELOPMENT OF CRUSTACEANS AS A FORM OF ADAPTATION TO LIVING CONDITIONS IN THE KAMCHATKA LAKES

N. M. Vetsler

Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: n.vecler@kamniro.vniro.ru

Based on a generalization of long-term data, the features of the life cycles of pelagic crustaceans are considered and the adaptive role of diapause to habitat conditions in some lakes of Kamchatka is demonstrated.

К особенностям климата Камчатки относятся сильные ветры, длительная и многоснежная зима, короткое, нередко пасмурное лето и изменчивость погоды во все сезоны [1]. Резкие колебания климатических условий приводят к периодическому изменению биотических и абиотических факторов в водоемах и влияют на условия обитания гидробионтов. Изменчивая среда формирует определенные механизмы и требует выработку адаптивных программ для выживания. Стратегия адаптации планктонных организмов в меняющихся условиях направлена на наиболее рациональное использование кормовых ресурсов и приурочена к определенному времени года, а замедление или прекращение развития (диапауза) происходит в неблагоприятный сезон. Многолетние исследования сезонной динамики численности ракообразных в озерах Саранное (2002–2012 гг.), Ближнее (2000–2015 гг.) и Дальнее (1981–2023 гг.) показали, что состояние физиологического покоя в определенное время года характерно для многих видов ракообразных, обитающих в этих водоемах. Суровые условия островного климата и мелководность оз. Саранное, расположенного на о. Беринга, приводят к сильному выхолаживанию водных масс перед ледоставом [2]. В результате температура озерных вод в слое 0–10 м, занимающих около 60% площади водоема [3], зимой опускается ниже 1°C. У *Eurytemora gracilicauda* Akatova, доминирующего вида пелагических ракообразных в оз. Саранное, механизмом приспособления к выживанию в условиях сильного охлаждения водоема служат формирование двух когорт в структуре популяции и диапауза в подледный период. Жизненный цикл особей первой когорты включает активную фазу с июня по декабрь и эмбриональную диапаузу, приуроченную к зимнему времени года. Самки этой когорты размножаются поздней осенью или в начале зимы и продуцируют латентные яйца, развитие которых происходит весной следующего года. При таком характере жизненного цикла стадии интенсивного роста (науплиальная у младших копепоидов) развиваются в самый оптимальный период – в условиях обилия корма при интенсивном цветении диатомовых водорослей в оз. Саранное, а сильное охлаждение водоема и дефицит кормовых ресурсов рачки переживают на стадии покоящихся яиц. Особи второй когорты *E. gracilicauda* в подледный период находятся в личиночной или имагинальной диапаузе. Реактивация рачков происходит в июне – сразу после вскрытия водоема. Самки этой когорты размножаются летом и максимально плодовиты. Благоприятные трофические условия в водоеме в весеннее время способствуют повышению плодовитости самок и продуцированию наибольшего количества яиц.

Фауны ракообразных двух Паратунских озер (Дальнего и Ближнего), расположенных на юго-востоке Камчатки примерно в 5 км друг от друга, очень схожи по таксономическому составу и включают виды, имеющие одинаковые жизненные циклы. К таким ракообразным относятся *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) и *Daphnia galeata* Sars. Активная фаза в развитии этих двух видов проходит летом и осенью, а в неблагоприятный период года они находятся в эмбриональной диапаузе. Обе популяции рачков характеризуются наличием партеногенетического и гамогенетического типов раз-

множения. Наибольшая интенсивность бесполого размножения приходится на начало генеративного периода и приурочена к максимальному прогреву озер, самки в это время имеют высокую плодовитость и продуцируют партеногенетические яйца. Известно, что переход к гаметогенезу в популяциях *Cladocera* регулируется фотопериодом, связан с изменениями кормовых и температурных условий и предшествует наступлению эмбриональной диапаузы [4]. Сроки появления самцов и эффиопальных самок у *D. galeata* и *B. longirostris* в Паратунских озерах значительно варьировали по годам и не зависели от колебаний температуры воды. По-видимому, наступление полового размножения, в большей степени, связано с ухудшением кормовых условий, чем с изменением температуры. В некоторые годы самцы и гамогенетические самки появлялись во время наибольшего прогрева озер: у *B. longirostris* – в конце августа – начале сентября, у *D. galeata* – в начале или середине сентября.

Доминирующий вид зоопланктона в пелагиали Паратунских озер – *Cyclops scutifer* Sars. Продолжительность жизни и структура популяции этого рачка в разных по глубине озерах существенно отличаются [5]. В неглубоком оз. Ближнее *C. scutifer* представлен монопопуляцией с однолетним циклом развития. Активное размножение рачков происходит летом. В конце мая – начале июня в планктоне сначала появляются взрослые самцы, а через одну-две недели – самки. Массовое отрождение молоди происходит в период наибольшего прогрева водоема (июль – сентябрь). В начале осени популяция преимущественно представлена копеподитами младших стадий (I–III), а в ноябре – январе – старшими стадиями циклопов (IV–V). В течение подледного периода количество рачков в планктоне постепенно сокращается и вновь резко повышается сразу после вскрытия водоема, что свидетельствует о миграции рачков из придонных слоев, где они пребывают в состоянии диапаузы.

В глубоководном оз. Дальнее у популяции *C. scutifer* более сложная структура, она состоит из трех экологических групп (когорт), каждая из них имеет в течение года свои фенологически фиксированные периоды метаморфоза и размножения [5]. Первая когорта доминирует в популяции – более 60% от общей численности. Преобладание особей этой когорты связано с тем, что переход их во взрослое состояние и период размножения приурочен ко времени максимального цветения водорослей и обилия мелких гидробионтов в озере (инфузорий, науплиусов и коловраток), с чем, очевидно, связана высокая плодовитость самок. Появление потомства в первой когорте происходит в самое теплое время года, а неблагоприятные условия они переживают в личиночной диапаузе в придонных слоях озера (пробы, отобранные в марте 2018 г., подтвердили наличие неподвижных циклопов на IV–V стадиях метаморфоза в этом слое). Реактивация рачков происходит уже подо льдом: в конце апреля или в начале мая количество старших стадий копеподитов в планктоне увеличивается и возрастает численность популяции.

Таким образом, диапауза у *C. scutifer* на старших стадиях метаморфоза в Паратунских озерах способствует выживаемости рачков в зимние месяцы и обеспечивает процесс размножения и развития популяции в сезон высокой продукции фитопланктона и в наиболее теплое время года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев В. И. Климат Камчатки. М. : Гидрометеиздат, 1974. 204 с.
2. Вецлер Н. М. Гидрологическая характеристика озера Саранное (Командоры) // Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов: Сб. материалов I Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. И. В. Куренкова (г. Петропавловск-Камчатский, 7–9 окт. 2015 г.). Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2015. С. 38–42.
3. Погодаев Е. Г. и др. Результаты исследований пресноводных биоресурсов и искусственного воспроизводства лососей // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2012. Вып. 25. С. 145–165.
4. Алексеев В. Р. Диапауза ракообразных: эколого-физиологические аспекты. М. : Наука, 1990. 144 с.
5. Куренков И. И. Зоопланктон озер Камчатки. Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2005. 178 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.54.55

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ МХОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Ф. Вильк

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: kelizavetaova@mail.ru

GEOGRAPHICAL STRUCTURE OF THE MOSS FLORA OF THE MAGADAN REGION

E. F. Vilk

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: kelizavetaova@mail.ru

A geographical analysis of the distribution of species of moss flora in the Magadan region is given. Arealogical and zonal-genetic approaches are used. Most species have circumpolar, bipolar, or cosmopolitan habitats. Mosses belonging to the Arctic Alpine, Boreal and Hypoarctic elements predominate.

Несмотря на многолетние работы, флора мхов Магаданской области изучена отрывочно, поскольку большая часть территории труднодоступна из-за отсутствия дорожной сети. В настоящее время сравнительно хорошо исследована западная часть региона, вдоль федеральной автомобильной дороги Р504 «Колыма» и ее ответвления – так называемой Тенькинской трассы. На сегодня флора мхов Магаданской области насчитывает 430 видов [1].

Анализ географической структуры является важным этапом в определении специфики любой бриофлоры. При его проведении для региональных флор используются два подхода: ареалогический – рассматривается территориальное распределение видов по поверхности Земли (используют в основном зарубежные исследователи), и зонально-генетический – изучается широтно-зональная и вертикально-поясная приуроченность мхов. Для российских бриологов более характерен зонально-генетический подход, разработанный А. С. Лазаренко [2–3] и его последователями [4]. Эти подходы не противоречат друг другу, хотя и основаны на разных принципах выделения географических элементов. Мы попробуем использовать оба подхода.

При проведении ареалогического анализа выделяем следующие типы ареалов: космополитный, циркумполярный, биполярный, азиатский, азиатско-североамериканский, восточноазиатский, сибирско-азиатско-американский и евразийско-североамериканский. У основной части флоры мхов Магаданской области широкие циркумполярные и биполярные космополитные ареалы. Космополитами являются 11 видов. Такая картина характерна для многих бриофлор Северного полушария [5]. Число видов мохообразных, имеющих ограниченные ареалы, незначительно, однако благодаря их наличию можно выявить некоторые географические особенности рассматриваемой флоры.

При проведении зонально-генетического анализа рассматриваем следующие географические элементы (с некоторыми дополнениями, принятыми в работе О. М. Афониной) [6]: арктический, арктоальпийский, гипоарктомонтанный, бореально-арктомонтанный, бореальный, бореально-неморальный, неморальный и аридный. При этом около 70 видов (17,4% от общего числа) отнести к какому-либо из указанных элементов не удалось, поскольку либо их распространение в настоящее время недостаточно выявлено, либо они характеризуются неясной зональной приуроченностью (такие таксоны объединены в группу неклассифицированных видов).

Виды изучаемой флоры распределились в следующем порядке: наибольшее количество приходится на долю бореального элемента (28,1%), виды арктомонтанного элемента на втором месте (26,8%), третье место занимают гипоарктомонтанные виды (11,8%). Доля бореально-арктомонтанного и бореально-неморального элементов составляет в общем 6%. Виды неморально-аридного распространения играют небольшую роль в сложении флоры мхов региона, их суммарная доля 5,8%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Afonina O. M. et al.* Mosses of the northern Russian Far East, an annotated check-list // *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*. 2022. Vol. 11, No. 2. P. 103–130. doi: 10.17581/bp.2022.11206.
2. *Лазаренко А. С.* Неморальный элемент бриофлоры Советского Дальнего Востока // *Советская ботаника*. 1944. № 6. С. 43–55.
3. *Лазаренко А. С.* Основні засади класифікації ареалів листяних мохів Радянського Далекого Сходу // *Укр. ботан. журн.* 1956. Т. 13, № 1. С. 31–40.
4. *Игнатов М. С.* Бриофлора Алтая и бриогеография Северной Палеарктики : дис. ... д-ра биол. наук. М., 1996. 393 с.
5. *Рубцова А. В.* Географический анализ бриофлоры Удмуртской Республики // *Вестник Удмурт. ун-та*. 2006. № 10. С. 37–42.
6. *Афонина О. М.* Бриофлора Чукотки : дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2000. 385 с.

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЯКУТИИ В ГРАДИЕНТЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Я. Л. Вольперт^{1,2}, Е. Г. Шадрина¹

¹Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,

ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

²НИИ прикладной экологии Севера им. проф. Д. Д. Саввинова СВФУ, Якутск;

e-mail: ylv52@mail.ru; e-shadrina@yandex.ru

SMALL MAMMAL COMMUNITIES OF YAKUTIA IN THE GRADIENT OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS

Ya. L. Vol'pert^{1,2}, E. G. Shadrina¹

¹Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS, Federal Research Center

«Yakutian Scientific Center SB RAS», Yakutsk

²Scientific research institute of applied ecology of the North named after

prof. D. D. Savvinov of NEFU, Yakutsk; e-mail: ylv52@mail.ru; e-shadrina@yandex.ru

The study of small mammal communities was carried out on the territory of Yakutia in 1979–2023. A total of 12 sites in the valleys of large Yakutian rivers were examined, with a total of 50 000 cone-days. The study covered the middle taiga (including the southern bound), the northern woodlands, forest-tundra, and tundra in the valleys. It has been established that each landscape corresponds to specific communities, which differ primarily in structure. The group of community-forming species includes 7 small mammal species. As we move northward within the taiga zone, the composition and community structure change: monodominance increases, dominants differ regularly, which ensures the coexistence of a number of species with similar requirements to the ecological niche. The latter two phenomena periodically provide a high abundance of a wide range of species in conditions of resource deficit and severe pressure of the climatic factors.

Научный и практический интерес к биоразнообразию в последнее время значительно усилился из-за необходимости прогнозирования возможных трансформаций экосистем на фоне флуктуации климата и растущих масштабов антропогенного отторжения территорий природных ландшафтов.

Изучение сообществ мелких млекопитающих проводили на территории Якутии в 1979–2023 гг.; обследованы 12 пунктов в долинах крупных рек региона, отработаны 50 000 конусо-суток. Отловами были охвачены средняя тайга (включая южную границу), северное редколесье, лесотундра и тундра. Во всех пунктах отлов вели параллельно во всех доступных ландшафтах; рассмотрены горно-таежный, варианты равнинной тайги (равнинно-, озерно- и аласно-таежный ландшафты) и пойма.

Фауна мелких млекопитающих большей части таежной зоны Якутии – это обедненная фауна южной тайги; причем в широтном направлении значительно меньше виды проникают на север вне географических преград, по сравнению с западными регионами [1], а в долготном – основной границей является Верхоянский хребет [2]. Отметим, что выпадают в основном немногочисленные виды, не определяющие облик сообщества.

Каждому ландшафту соответствуют специфические сообщества, различающиеся в первую очередь по структуре. Для каждого сообщества есть ограниченное число видов-эдификаторов (1–3), которые определяют его облик и составляют основу биомассы. В состав группы эдификаторов ландшафтов входят 7 из 18 видов мелких млекопитающих, зарегистрированных в районе исследований: *Sorex caecutiens* Laxmann и *Sorex tundrensis* Merriam, *Myodes rutilus* Pallas, *Craseomys rufocanus* Sundervall, *Alexandromys oeconomus* Pallas, *Myopus schisticolor* Lilljeborg и *Lemmus sibiricus* Kerr.

В абсолютном большинстве вариантов видовое богатство отмечено в ландшафтах равнинной тайги. Пойма по этому показателю в пределах каждого отдельного пункта обычно занимала второе место, горные ландшафты характеризовались, как правило, самым бедным видовым составом. Принципиальные различия отмечены при анализе структуры ландшафтных сообществ. Для оцен-

ки широтных изменений рассмотрены 46 вариантов структуры ландшафтных сообществ. В 76% вариантов в северной тайге наблюдалось монодоминантное сообщество, в 24% – бидоминантное, три- и более доминантных мы не отметили. Преобладание монодоминантных сообществ наблюдается также на п-ове Таймыр [3], тогда как для южной тайги характерны полидоминантные сообщества [4].

На наш взгляд, монодоминантность северных таежных сообществ детерминирована в первую очередь низкой продуктивностью северных ценозов. В пользу данного предположения указывает тот факт, что при глубоких депрессиях численности мелких млекопитающих сообщество становится полидоминантным. С увеличением численности полидоминантные сообщества заменяются на бидоминантные, последняя смена ярче проявляется в лесотундре и в подзоне северного редколесья. Кроме того, для северных сообществ характерна сменяемость доминантов, которую обеспечивает асинхронность движения численности видов в пределах ландшафта, причем не только в пределах отряда, но и между представителями насекомоядных и грызунов [5]. Наиболее ярко асинхронность изменения обилия членов сообщества мы наблюдали в северной тайге [6]. Периодическая смена доминанта позволяет, по нашему мнению, снизить интенсивность возможных конкурентных отношений между видами и обеспечивает в отдельные отрезки времени достижение высоких уровней численности, что дает, с одной стороны, возможность расселения, с другой – является важным механизмом поддержания генетического разнообразия популяции. Обнаруженные особенности сообществ мелких млекопитающих сформировались как адаптации к существованию в условиях высоких широт.

Механизм смены доминанта обеспечивает важную экологическую функцию поддержания продуктивности экосистем в условиях жесткого пресса абиотических факторов. Известно, что в лесотундре продуктивность растительности почти в два раза ниже, чем в средней тайге [7], а суммарная численность и биомасса мелких млекопитающих в высоких широтах, по нашим данным, примерно соответствуют уровню средней тайги. Подобное мнение высказывал ранее С. С. Шварц [8].

Таким образом, не только состав, но и структура сообществ мелких млекопитающих находятся в зависимости от эколого-географической зональности, что проявляется в обедненности видового состава, по сравнению с ландшафтами южной тайги; стремлении к монодоминантной структуре, усиливающейся по мере продвижения на Север; периодической смене доминантов, благодаря которой обеспечивается сосуществование ряда видов с близкими требованиями к экологической нише. Более того, два последних явления периодически обеспечивают высокую численность широкого круга видов в условиях дефицита ресурсов и жесткого пресса климатических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Vol'pert Ya. L., Shadrina E. G.* Latitude- and climate-associated patterns in small mammal fauna changes of the West Yakutia // Russian journal of theriology. 2019. Vol. 18, No. 2. P. 33–40. doi: 10.15298/rusjtheriol.18.2.04.
2. *Кривошеев В. Г.* Зоогеографический очерк фауны млекопитающих Якутии // Фауна Сибири / Отв. ред. Б. С. Юдин. Новосибирск : Наука, СО, 1973. С. 338–371.
3. *Литвинов Ю. Н.* Сообщества и популяции мелких млекопитающих в экосистемах Сибири. Новосибирск : ЦЭРИС, 2001. 125 с.
4. *Юдин Б. С., Галкина Л. И., Потапкина А. Ф.* Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск : Наука, СО, 1979. 296 с.
5. *Вольперт Я. Л., Шадрина Е. Г.* Особенности динамики и структуры сообществ мелких млекопитающих в условиях высоких широт // Известия РАН. Сер. биологическая. 2023. № 7-suppl. С. 109–117. doi: 10.31857/S1026347023600255.
6. *Вольперт Я. Л., Шадрина Е. Г.* Мелкие млекопитающие северо-востока Сибири. Новосибирск : Наука, 2002. 246 с.
7. *Базилевич Н. И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М. : Наука, 1993. 293 с.
8. *Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике : в 3 т. Т. 1. Млекопитающие / С. С. Шварц.* Свердловск, 1963. 132 с. (Тр. Ин-та биологии / АН СССР. Уральский филиал ; Вып. 33).

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.58.60

БЕСКОРМНАЯ СУША, УНЫЛЫЙ ЛАНДШАФТ: ПТИЦЫ В ЭКОСИСТЕМЕ ВЫСОКОШИРОТНОГО ИЗОЛИРОВАННОГО о. ВИЗЕ, КАРСКОЕ МОРЕ

М. В. Гаврило¹, И. И. Чупин², В. Г. Пчелинцев¹

¹ААНИИ, Санкт-Петербург; e-mail: m_gavrilo@mail.ru; vapis@mail.ru

²ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск; e-mail: chupin.i@mail.ru

FEDLESS LAND, BLEAK LANDSCAPE: BIRDS IN THE ECOSYSTEM OF THE ISOLATED HIGH-ARCTIC WIESE ISLAND, THE KARA SEA

M. V. Gavrilov¹, I. I. Chupin², V. G. Pchelintsev¹

¹AARI, St. Petersburg; e-mail: m_gavrilo@mail.ru; vapis@mail.ru

²ISEA NB RAS, Novosibirsk; e-mail: chupin.i@mail.ru

High-Arctic remote small offshore Wiese Island with its harsh climate, monotonous lowland landscape (max 22 m a. s. l.) and exposed thermoabrasional shores alternated with lifeless lagoons provide limited habitats for birds. Sparse vegetation, absence of local insects and terrestrial mammals strictly limit land food resources. Avifauna totals 29 taxa of 6 orders including 8 breeding species (dominated by gulls and terns), 11 migrants, and 10 vagrants. Most birds depend on marine food, while abundance of purple sandpiper and snow bunting is extremely low. The most abundant breeding species is rare Red-listed Ivory gull. Abandoned small settlement provides additional nesting and feeding habitats, it recently allowed cliff-breeding Kittiwakes to establish colonies, and represent nowadays bird hotspot. In turn, Kittiwakes act as ecosystem engineers as they transport nutrients from sea to land and facilitate dispersal of insects. Low diverse breeding bird fauna is more than doubled by transit migrants as well as enriched by vagrants during warm seasons.

Расположенный на северной окраине шельфа Карского моря небольшой о. Визе был открыт в 1930 г. и до 2019 г. оставался одним из наименее изученных в орнитологическом отношении в Российской Арктике. Материал был собран летом в 2019, 2020 и 2022 г. Подробные видовые очерки будут опубликованы отдельно [1].

Как среда обитания птиц о. Визе характеризуется рядом особенностей.

Высокоширотное положение и суровый морской арктический климат с коротким и холодным летом и среднемесячными температурами воздуха в июле +0.6 С и августе +0.2 С. Преобладают ветра восточных румбов. Снег залегает с сентября по май, но нет ни одного полностью бесснежного месяца. С середины 1990-х гг. отмечается тенденция к потеплению местного климата, особенно в июле – сентябре.

Небольшие размеры (площадь 288 км², протяженность 35×9 км), удаленность и изолированность: до материка 575 км, до ближайшего архипелага Северная Земля – 275 км.

Однообразные природные ландшафты с крайне ограниченным набором гнездовых и защитных местообитаний. Низменный (макс. 22 м н. у. м) остров сложен меловыми алевролитами и песками, рельеф монотонный, холмистый. Берега прямолинейные; активно разрушающиеся термоабразионные они активно перемежаются многочисленными лагунами разных размеров, отделенными от моря песчано-каменистыми косами. На аккумулятивных берегах, особенно в устьях рек южного побережья, обилие плавника и мусора. Небольшие озера промерзают до дна, речки и ручьи имеют сезонный сток.

Бедный и однородный растительный покров дает очень скудные кормовые ресурсы для растительноядных птиц. Преобладают пятнистые разнотравно-лишайниково-моховые сообщества с проективным покрытием около 15–25% и повторяющимся набором доминантов (камнеломки, полярный мак, ясколки, ложечная трава) [2].

Животные наземные корма исключительно бедны. Местные насекомые практически отсутствуют, до сих пор выявлен только один вид Chironomidae [3]. В 2020 г. зарегистрирован массовый залет таежной листовертки (*Zeiraphera griseana*) [4]. В увлажненных местообитаниях обильны ногохвостки

Collembola и почвенные олигохеты Enchytreidae (А. Б. Крашенинников, персональное сообщение). На острове нет грызунов и других наземных млекопитающих; песцы (*Vulpes lagopus*) изредка встречаются на кочевках.

Морские условия вокруг о. Визе не изучены. С юга подходят холодные воды Карского моря, находящиеся под влиянием мощного речного стока. С севера по глубоководным желобам происходит заток теплых атлантических вод. Ледовые условия северо-востока Карского моря одни из самых суровых на Сибирском шельфе: лед обычно сохраняется все лето. Прибрежная акватория мелководная, с мягкими субстратами. Вокруг острова на сублиторали произрастают бурые и красные макроводоросли, обитают широко распространенные виды брюхоногих и двустворчатых моллюсков. В августе в прибойной полосе наблюдали обильные выбросы амфипод (*Themisto libellula*). В прибрежной зоне держатся тюлени *Pusa hispida* и *Erignathus barbatus*, атлантический морж (*Odoboenus rosmarus*), регулярно заходят белые медведи (*Ursus maritimus*).

Очаговое антропогенное освоение острова. С 1945 г. на южном побережье действует полярная гидрометеостанция, в 1970–1990-х гг. рядом располагались войсковая часть и погранзастава. Сейчас на территории поселка сформировался единственный район, выделяющийся более развитым растительным покровом с обилием нитрофильных видов цветковых и сплошным моховым ковром. Заброшенные постройки и техника, руины зданий расширяют спектр биотопов, добавляя ярусность и более защищенные местообитания. Но даже ограниченный современный контингент полярной станции – источник негативных воздействий (беспокойство, хищничество собак, загрязнение, пищевые отбросы).

Орнитофауна о. Визе насчитывает 29 таксонов из 6 отрядов, в т. ч. 8 видов гнездятся, 11 – встречаются только на миграциях и 10 залетных видов. Доля залетных видов высока (34%), особенно для плохо изученного района, но объясняется это тем, что больше половины залетов были обнаружены в аномально теплый сезон 2020 г.

Наиболее многочисленны и разнообразны на гнездовании чайковые (моевка *Rissa tridactyla*, бургомистр *Larus hyperboreus*, белая чайка *Pagophila eburnea*, полярная крачка *Sterna paradisaea*), также локально обычна обыкновенная гага (*Somateria mollissima*), кроме них гнездятся немногочисленные краснозобая гагара (*Gavia stellata*), морской песочник (*Calidris maritima*) и единственный сухопутный вид – пуночка (*Plectrophenax nivalis*).

Из-за отсутствия на острове основного для высокоарктических тундр массового корма – хирономид очень редки на гнездовании песочник и пуночка. Распространение последней сдерживает и отсутствие гнездовых биотопов. Все прочие виды в период гнездования зависят от морских кормов. Моевка – недавний вселенец на остров (только в последнее время, после 2005 г.). Она смогла поселиться здесь благодаря появлению пригодного для гнездования антропогенного субстрата – брошенных зданий. В районе поселка только на зданиях и технике гнездится сейчас бургомистр. Белая чайка, ранее гнездившаяся в прибрежной тундре, в 1990-е гг. также переместилась в антропогенный ландшафт по соседству с прежними естественными местообитаниями. На территории поселка очень высока плотность гнездования гаги и пуночек.

Более кормные местообитания на территории поселка привлекают и мигрирующих птиц. Здесь наблюдались самые крупные стаи морских песочников, залетные камнешарки (*Arenaria interpres*), плосконосые плавунчики (*Phalaropus fulicarius*) и все залетные воробьиные (желтая трясогузка (*Motacilla flava*), конек (*Anthus* sp.), варакушка (*Luscinia svecica*), каменка (*Oenanthe oenanthe*), весничка (*Phylloscopus trochilus*)).

В целом, территория поселка в настоящее время – своеобразный орнитологический hotspot благодаря разнообразным и защищенным гнездовым местообитаниям, богатой кормовой базе. Улучшенные кормовые условия для наземно кормящихся птиц поддерживаются также и многочисленными чайками, переносящими биогены из морской среды. Роль чаек только этим не ограничивается. Моевки в настоящее время демонстрируют тенденцию к дальнейшему расселению и росту численности. В условиях ограниченности гнездовых местообитаний они, привлекаемые подходящим социальным фоном, начинают вселяться в колонии белых чаек. Сами моевки выступают активными инженерами местных экосистем, они переносят на берег не только биогены, но и способствуют расселению беспозвоночных. Единственный вид местных насекомых – *Smittia brevipennis* найден только в орнитогенном субстрате под колонией моевок [3].

Если наземные условия о. Визе поражают своей скудностью, то окружающая морская акватория, очевидно, обладает более богатой кормовой базой. В совокупности с промежуточным положением острова на пути миграций морских птиц к атлантическим зимовкам это обуславливает относи-

тельное разнообразие и обилие пролетных птиц. Через остров проходят пути миграций краснозобых гагар (*Gavia stellate*), морских песочников, трех видов поморников *Stercorarius* spp., бургомистров, моевок, полярных крачек, пуночек. В районе острова проходят нагульные миграции глупышей (*Fulmarus glacialis*), толстоклювых кайр (*Uria lomvia*) и люриков (*Alle alle*).

Таким образом, о. Визе – необычный с точки зрения биоразнообразия высокоарктический остров, современный облик птичьего населения которого сформировался в последние десятилетия благодаря освоению птицами антропогенных местообитаний, недавно ставших доступными; они стали оазисом на фоне пустынных природных ландшафтов. Скучное разнообразие гнездовой авифауны увеличивается более чем вдвое за счет пролетных видов, а в теплые сезоны – и за счет дальних залетов. Птицы острова в подавляющем большинстве зависят от морских кормовых ресурсов и локально играют существенную роль в преобразовании наземных сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврило М. В., Пчелинцев В. Г., Чупин И. И. Первые сведения о фауне и населении птиц острова Визе, северо-восток Карского моря // Орнитология. 2025 (в печати).
2. Сафронова И. Н., Ходачек Е. А. О флоре и растительности островов Андрея, Уединения и Визе (Северный Ледовитый океан) // Ботан. журн. 1989. Т. 74, № 7. С. 1003–1011.
3. Krasheninnikov A., Gavrilov M., Semchenko A. The mystery of distribution of *Smittia brevipennis* (Diptera, Chironomidae, Orthocladinae) // Research square. 2024. January (In review). <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-3862535/v1>.
4. Gavrilov M. V., Chupin I. I., Kozlov M. V. Carried with the wind: mass occurrence of *Zeiraphera griseana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera, Tortricidae) on Vize Island (Russian High Arctic) // Nota Lepidopterologica. 2021. Vol. 44, No. 9. P. 91–97.

ЧЕРНОЗОБИК *CALIDRIS ALPINA* НА КАМЧАТКЕ

**Ю. Н. Герасимов¹, И. М. Тиунов², А. И. Мацына³, Э. Р. Духова¹, А. С. Гринькова¹,
В. М. Ковалева^{1, 4}, Е. Л. Мацына³**

¹Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; e-mail: bird62@rambler.ru

²ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
Владивосток; e-mail: ovsianka11@yandex.ru

³Экологический центр «Дронт», Нижний Новгород; e-mail: ornithoLab@mail.ru

⁴Ивановский государственный университет, Иваново; e-mail: lera56782@gmail.com

DUNLIN *CALIDRIS ALPINA* ON KAMCHATKA

**Yu. N. Gerasimov¹, I. M. Tiunov², A. I. Matsyna³, E. R. Dukhova¹, A. S. Grinkova¹,
V. M. Kovaleva^{1, 4}, E. L. Matsyna³**

¹Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: bird62@rambler.ru

²Federal Scientific center of the East Asia terrestrial biodiversity FEB RAS,
Vladivostok; e-mail: ovsianka11@yandex.ru

³Ecological Center «Dront», Nizhniy Novgorod; e-mail: ornithoLab@mail.ru

⁴Ivanovo State University, Ivanovo; e-mail: lera56782@gmail.com

One subspecies of Dunlin *C. a. kistchinski* is common breeding wader on Kamchatka, 2 other *C. a. sakhalina* and *C. a. arctica* migrate through the peninsula in number of several hundred thousand. Counting during northward migration shows big decreasing of number of Dunlins on monitoring point on southwest coast of Kamchatka. However, we think that it happened due to change migration route, as in 2018 we counted 124 thousand migrated Dunlin in one point of western coast to north of monitoring point. Counting during breeding season demonstrate stable number of breeding population of *C. a. kistchinski*. In total, we caught, banded and flagged 7.4 thousand Dunlins on Kamchatka.

Чернозобик – вид с циркумполярным ареалом, встречающийся на всех основных путях пролета. Самый многочисленный вид куликов на Восточноазиатско-Австралазийском миграционном пути. Из 7 подвидов чернозобика, регистрирующихся на территории России, один – *C. a. kistchinski* гнездится на Камчатке, еще два – *C. a. sakhalina* и *C. a. arctica* через нее мигрируют. В начале XXI в. суммарная численность чернозобиков на этом пути пролета 950 тыс. ос. [1]. В середине 2010-х гг. суммарная численность подвидов была 650 тыс. ос. При этом известно, что численность аляскинского подвида *C. a. arctica* уменьшается, а по другим мигрирующим через Дальний Восток России подвидам информации нет [2].

Наши исследования чернозобика включали: изучение сезонных миграций, в т. ч. объемные учетные работы, выполненные в этот период; длительные мониторинговые исследования на местах гнездования; массовое кольцевание и мечение.

Весной были сделаны 19 многодневных учетов в 10 различных пунктах Камчатки. Как правило, они охватывали весь, или почти весь, период миграции чернозобиков.

Многолетние учеты куликов на юго-западном побережье Камчатки позволили выявить резкое снижение численности пролетающих в этом районе чернозобиков. В 1993 и 1994 гг. мы насчитали, соответственно, 57 и 34 тыс. мигрировавших куликов этого вида. При этом в 1994 г. численность пролетевших чернозобиков была выше учтенной. В этот год мы зарегистрировали активный ночной пролет в течение минимум часа после наступления темноты, когда нам уже пришлось прекратить учет. В 2008 и 2009 гг. в этом же районе мы учли, соответственно, 26 и 18 тыс. чернозобиков. А в следую-

ший учетный период (2020–2023 гг.) количество этих куликов, мигрировавших через мониторинговый район, уменьшилось кардинально – всего 1–3 тыс. ос. за сезон.

Однако мы предполагаем, что столь катастрофическое падение численности чернозобиков, мигрирующих через юго-западное побережье полуострова, произошло главным образом за счет смещения пути пролета. Весной 2018 г. были проведены наблюдения за миграцией куликов севернее, уже на западном побережье Камчатки возле устья р. Большой Воровской. Здесь учли 124 тыс. пролетевших чернозобиков. При этом, как и в других пунктах, экстраполяция полученных результатов не использовалась. Это реальное количество чернозобиков, которое мы насчитали.

Для изучения летне-осенней миграции куликов были проведены многодневные наблюдения в течение 13 сезонов в 4 различных пунктах Камчатки. В отличие от весны в это время мы вели учеты лишь часть миграционного периода. И только в устье р. Пенжина в сумме за два года исследований мы охватили наблюдениями почти всю миграцию куликов – с середины июля по середину сентября [3]. Многолетние (6 сезонов) исследования, включая 178 учетов куликов на отмелях, были проведены на лимане р. Большой Воровской [4]. Однако мы считаем, что учеты, выполненные на отмелях в течение ряда лет, нельзя рассматривать в качестве мониторинга мигрирующей популяции. По нашим наблюдениям, среднее число чернозобиков, концентрирующихся на отмелях, в большей степени зависит от погодных условий конкретного сезона, чем от каких-либо других причин.

Наблюдения за миграцией чернозобиков на лимане р. Большой Воровской показали, что в первой половине августа встречаются молодые чернозобики гнездящегося на Камчатке подвида *C. a. kistchinski*, во второй половине августа они продолжают мигрировать вместе с гнездящимися на Чукотке птицами подвида *C. a. sakhalina*. Взрослые особи в течение августа встречаются единично. В начале же сентября на лимане появляются чернозобики, заметно отличающиеся по внешнему виду от тех, которых мы наблюдаем в августе. Численность взрослых особей среди них увеличивается. Предполагаем, что в это время через западное побережье Камчатки начинается миграция чернозобиков подвида *C. a. arctica*, которые гнездятся на Аляске.

За период наших исследований на Камчатке пойманы и окольцованы 7.4 тыс. чернозобиков, из них 6.8 тыс. ос. – на лимане р. Большой Воровской. Большинству птиц были прикреплены два пластиковых флажка желтого и черного цвета. Эта комбинация закреплена за полуостровом на Восточноазиатско-Австралийском пути пролета.

На Камчатке есть два пункта мониторинга на основе учетных данных, с помощью которых можно оценивать изменения численности гнездящихся чернозобиков. Первый пункт расположен в осоко-кустарничковой тундре на юго-западном побережье у с. Апача, второй – на восточном побережье на обширном осоковом болоте вблизи пос. Усть-Камчатск. По результатам 10 и 13 лет учетов на этих участках видно, что плотность населения чернозобиков остается на примерно одинаковом уровне, и отрицательный тренд изменения численности не отмечен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bamford M. et al. Migratory shorebirds of the East Asian-Australasian Flyway: population estimates and internationally important sites. Hawthorn East. 2008. 240 p.
2. Conklin J. R., Verkuil Y. I., Smith B. R. Prioritizing migratory shorebirds for conservation action on the East Asian-Australasian Flyway. Hong Kong, 2014. 128 p.
3. Gerasimov Yu. The Penzhina River Estuary, Kamchatka, Russia – a very important shorebird site during southward migration // Status and conservation of Shorebirds in the East Asian-Australasian Flyway: Proceedings of the Australasian Shorebirds Conference, 13–15 December 2003, Canberra, Australia. Sydney, 2005. P. 153–159. (Wetlands International Global Series ; Vol. 18).
4. Gerasimov Yu. et al. Waders southward migration studies on West Kamchatka // Stilt. 2018. No. 72. P. 9–14.

ПОДГОТОВКА КАДАСТРА ЖИВОТНОГО МИРА КАМЧАТСКОГО КРАЯ В РАЗДЕЛЕ «ПТИЦЫ»

Ю. Н. Герасимов¹, Э. Р. Духова¹, В. М. Ковалева^{1,2}

¹Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

²Ивановский государственный университет, Иваново;

e-mail: bird62@rambler.ru; lera56782@gmail.com

PREPARATION FOR THE INVENTORY OF THE WILDLIFE OF KAMCHATKA IN THE BIRDS SECTION

Yu. N. Gerasimov¹, E. R. Dukhova¹, V. M. Kovaleva^{1,2}

¹Kamchatka Department of Pacific Geographical Institute FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatskiy

²Ivanovo state University, Ivanovo;

e-mail: bird62@rambler.ru; lera56782@gmail.com

The cadaster of the animals is a state document necessary for the assessment of animal resources, their value and damage caused to the wild nature by economic activity. Data on the distribution and number of the Kamchatka birds have been collected for more than 30 years. Transect counts of total length more than 3.5 thousand km were conducted. Trial estimation of number and cost of some groups of birds on south-west Kamchatka were performed.

Кадастр животного мира – это государственный документ, необходимый для оценки ресурсов животных, их стоимости и ущерба, наносимого животному миру хозяйственной деятельностью. Государственный кадастр объектов животного мира включает классификацию и характеристику местообитаний животного мира, информацию о географическом распространении объектов животного мира, их численности, хозяйственном использовании и др. Данный государственный документ ведется в отношении объектов животного мира, не отнесенных к охотничьим ресурсам или водным биологическим ресурсам [1], для которых составляются отдельные кадастры.

При подготовке кадастра животного мира на первом этапе необходимо проведение инвентаризации местообитаний. Эта работа была выполнена на Камчатке при подготовке кадастра охотничьих животных [2]. Далее имеющиеся материалы обобщаются по отдельным видам животных. Здесь большое значение имеют учетные данные.

В этом сообщении мы рассматриваем вопрос о составлении кадастра объектов авифауны Камчатского края. Основой являются материалы, собранные нами за более чем 30 лет исследований. За это время хорошо выяснили распространение птиц во все сезоны, включая и период размножения. Именно распространение и распределение птиц в гнездовой сезон – основа для составления кадастра. Для определения численности птиц и создания стоимостной оценки ресурсов авифауны в период размножения пройдены более 3.5 тыс. км.

Накоплен массив учетных данных в различных местообитаниях и районах Камчатского края в очень большом объеме [3, 4]. Также обобщены сведения по распространению птиц на территории края [5]. Но Камчатка весьма крупный регион площадью более 0.5 млн км² с разнообразными природными условиями. Ввиду весьма неоднородного характера распределения птиц при оценке последствий хозяйственной деятельности необходимо использовать кадастровые данные по конкретным районам и биотопам. В связи с этим мы планируем проведение масштабных полевых работ для того, чтобы исследовать распространение и численность птиц в различных местообитаниях слабо изученных, в основном северных, районов Камчатки.

После того как установлена плотность населения птиц по видам в различных районах и местообитаниях, готовятся комплексная характеристика и стоимостная оценка ресурсов. Мы делали пробные оценки численности разных групп птиц и их ресурсной стоимости для юго-западной части п-ова Камчатка, которая, в нашем понимании, совпадает с границами Усть-Большерецкого района.

Наши расчеты показали, что на Юго-Западной Камчатке в среднем гнездятся 5.2 млн лесных птиц, в т. ч. 836 тыс. пеночек-таловок, 228 тыс. овсянок-ремезов, 208 тыс. восточных малых мухоловок, 186 тыс. оливковых дроздов, 146 тыс. юрков и 114 тыс. сизых овсянок. Стоимостная оценка этой группы в сезон размножения превышает 5 млрд руб. [6, 7], а после его окончания увеличивается в 2–2.5 раза. Подобные же вычисления мы сделали и для птиц водной и околоводной группы. В этом случае посчитали не только гнездящиеся виды, но и виды, мигрирующие через эту часть Камчатки. Их суммарная численность (без трубконосых) на период весенней миграции – 1.7–2.3 млн ос., а суммарная стоимость достигает 5 млрд руб. Понятно, что осенью она может быть до двух раз выше [8].

Данные из кадастра животного мира – один из очень востребованных видов информации при реализации многочисленных хозяйственных проектов, особенно при разведке и добыче полезных ископаемых. Для Камчатского края, как и для многих других регионов России, в настоящее время такие материалы становятся все более значимыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Федеральный закон РФ «О животном мире»* от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ (ред. от 13.06.2023).
2. *Кривенко В. Г. и др.* Охотничьи животные Камчатского края (состояние ресурсов, охрана и рациональное использование). П.-Камчатский : Камчатпресс, 2019. 227 с.
3. *Герасимов Ю. Н., Лобков Е. Г.* Многолетние тренды изменения численности воробьеобразных птиц Камчатки // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 1(53). С. 54–59.
4. *Герасимов Ю. Н., Бухалова Р. В., Герасимов Н. Н.* Изучение численности и распределения лесных птиц Камчатки в сезон размножения // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы XVIII междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 15–16 нояб. 2017 г.). П.-Камчатский : Камчатпресс, 2017. С. 75–78.
5. *Лобков Е. Г. и др.* Птицы Камчатки и Командорских островов : полевой определитель. М. : Перо, 2021. 422 с.
6. *Герасимов Ю. Н., Духова Э. Р.* Опыт расчета численности лесных птиц, гнездящихся в Усть-Большерецком районе Камчатского края // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы XXIII междунар. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рожд. одного из первых камчатских ученых-натуралистов, краеведа и педагога П. Т. Новограбленова (Петропавловск-Камчатский, 16–17 нояб. 2022 г.). П.-Камчатский : Камчатпресс, 2022. С. 81–83.
7. *Герасимов Ю. Н., Бухалова Р. В., Герасимов Н. Н.* Оценка кадастровой стоимости гнездящихся птиц Юго-Западной Камчатки // Региональные проблемы развития Дальнего Востока : Тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. Р. С. Моисеева (Петропавловск-Камчатский, 6–7 дек. 2017 г.). П.-Камчатский : Камчатпресс, 2017. С. 100–104.
8. *Завгарова Ю. Р., Герасимов Ю. Н.* Кадастровая оценка водных и околоводных птиц Юго-Западной Камчатки как природного ресурса // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Доклады XII–XIII международных научных конференций, 2011–2012 гг. П.-Камчатский : Камчатпресс, 2013. С. 102–106.

ВЕСЕННЯЯ МИГРАЦИЯ МОРСКИХ УТОК ВДОЛЬ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

Ю. Н. Герасимов¹, Э. Р. Духова¹, Ю. Р. Завгарова¹, В. М. Ковалева^{1,2}

¹Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; e-mail: bird62@rambler.ru

²Ивановский государственный университет, Иваново; e-mail: lera56782@gmail.com

SPRING MIGRATION OF SEA DUCKS ALONG WEST COAST OF KAMCHATKA

Yu. N. Gerasimov¹, E. R. Dukhova¹, Yu. R. Zavgarova¹, V. M. Kovaleva^{1,2}

¹Kamchatka Department of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatskiy; e-mail: bird62@rambler.ru

²Ivanovo state University, Ivanovo; e-mail: lera56782@gmail.com

Spring counts of flying past waterbirds and shorebirds on Kamchatka have been conducted since 1975. Sea ducks is the most numerous group. During one season we counted maximum for 300,000 Black Scoters, 267,000 Oldsquaws, 240,000 White-winged Scoters, 11,000 Red-breasted Mergansers and 3000 Harlequin Ducks migrated along the west coast of the peninsula. Using this data, we estimated minimum spring number of sea ducks as 1,000,000 individuals including 350,000 Black Scoters, 300,000 Oldsquaws, 250,000 White-winged Scoters, 20,000 Red-breasted Mergansers and 5000 Harlequin Ducks. We used counting data for monitoring of sea ducks populations.

Камчатка занимает заметное место на Восточноазиатско-Австралазийском пути пролета птиц. Это обусловлено как географическим положением региона, так и важными природно-климатическими факторами; например, наличием больших водных пространств, в т. ч. незамерзающих, которые окружают полуостров. Эти же факторы сделали его удобным местом для изучения миграций птиц, прежде всего водоплавающих и околоводных. Такие исследования, включающие в себя количественные учеты, проводятся на Камчатке в течение почти 50 лет начиная с 1975 г.

В основе методики весеннего учета лежит прямой подсчет птиц, пролетающих мимо стационарного учетного пункта, без ограничения полосы наблюдений. Работы ведутся ежедневно – обычно 9–17 ч – и охватывают большую часть миграции. На недостающее время наблюдений проводится экстраполяция для каждого дня и вида отдельно. С появлением качественной оптики стало возможным увеличить полосу учета над морем до 10 и более километров, что позволило выполнять гораздо более качественные учеты морских уток, гагар и поганок [1, 2].

Основная масса горбоносых турпанов и американских синьг, мигрирующих с мест зимовки, приближается к юго-западному побережью Камчатки на участке между устьями рр. Опала и Большая, некоторые севернее. Далее они двигаются вдоль побережья Камчатки, часть из них на разных участках перемещается внутрь полуострова и остается на гнездование. В районе северо-западного побережья Камчатки часть стай морских уток предположительно отворачивает в сторону магаданского побережья, другая достигает Пенжинской губы и держится там до последних чисел мая – начала июня. В дальнейшем они совершают высотную миграцию на север к местам гнездования.

За один весенний период наблюдений на западном побережье Камчатки нам удавалось учесть до 830 тыс. уток, 160 тыс. куликов, 100 тыс. чаек, 33 тыс. гагар и 7 тыс. поганок. Самой многочисленной группой являются морские утки. К ним мы условно относим морянку, турпанов, каменушку, гаг и длинноносого крохалея.

Максимальный учет для американской синьги – 300 тыс. ос., морянки – 267 тыс. ос., горбоносого турпана – 240 тыс. ос., длинноносого крохалея – 11 тыс. ос., каменушки – 3 тыс. ос. Гаги мигрируют рано и, очевидно, большинство особей всех трех видов (обыкновенная гага, сибирская гага и гага-гребенушка) пролетают у Юго-Западной Камчатки далеко от берега и не попадают в наши учеты.

Исходя из результатов работ, мы оцениваем численность американских синьг, пролетающих весной вдоль западного побережья Камчатки, минимум в 350 тыс. ос., морянок – 300 тыс. ос., горбоносого турпана – 250 тыс. ос., длинноносого крохала – 20 тыс. ос., каменушки – 5 тыс. ос.

Морские утки являются самой удобной группой для учета в целях определения общей численности популяции. На значительном участке западного побережья Камчатки они перемещаются вдоль побережья, основная масса птиц в 5–10 км от берега, что дает возможность довольно точно их посчитать. Однако миграция этой группы начинается раньше периода наших наблюдений. Кроме того, значительное количество морских уток зимует у юго-западных берегов полуострова, т. к. Охотское море здесь не замерзает. В мягкие зимы стаи, прежде всего морянок, проникают до северо-западного побережья Камчатки (район р. Морошечная, иногда и севернее). Вероятно, это является значимой причиной снижения количества морских уток в материалах наших весенних учетов в отдельные годы.

Проведение учетов в течение столь длительного времени сразу поставило вопрос об использовании полученных данных для мониторинга численности утиных популяций [3]. Сегодня мониторинговые наблюдения становятся еще более актуальными из-за планируемых разработок нефти и газа на шельфе Камчатки.

Мы считаем, что для получения реальных данных об изменении численности уток необходимы наблюдения, проводимые в одном и том же пункте в течение как минимум 8–10 лет. Но совершать такие объемные работы столько лет подряд очень трудно. Другим, менее затратным путем, могут быть периодические 3-летние учеты с перерывом в 5–8 лет. Учет в течение 3 лет подряд позволит в значительной степени усреднить колебания учетных данных между разными годами. В этом случае, несмотря на значительный разброс полученных результатов, можно выявить изменение численности утиных популяций, если они будут существенными.

Морские утки – самая удобная группа водных и околоводных птиц для мониторинговых работ на юго-западном и западном участках побережья Камчатки, т. к. пути миграции этих птиц здесь определены и практически не меняются. Суммарная численность морских уток очень высока и в сумме, очевидно, превышает 1 млн. ос.

К настоящему времени на Камчатке есть достаточное количество учетных данных, которые можно будет использовать для сравнения с материалами учетов следующих лет. Мы начали очередной цикл работ на юго-западном побережье полуострова в 2023 г. и планируем их продолжать в 2025 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Н. Н., Герасимов Ю. Н. К методике учета мигрирующих околоводных птиц Камчатки // Казарка. 1998. № 4. С. 56–62.
2. Герасимов Ю. Н., Герасимов Н. Н. Весенняя миграция водных и околоводных птиц вдоль побережья Западной Камчатки в зависимости от расстояния до берега // Биология и охрана птиц Камчатки. М. : Центр охраны дикой природы, 2004. Вып. 6. С. 42–44.
3. Герасимов Ю. Н., Завгарова Ю. Р., Бухалова Р. В. Опыт использования учетов в период весеннего пролета для определения трендов изменения численности уток // Вестник охотоведения. 2012. Т. 9, № 1. С. 90–94.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.67.69

**СМЕЩЕНИЕ К СЕВЕРУ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА ЛИСТВЕННИЦЫ КАЯНДЕРА
(*Larix cajanderi* Mayr) В НИЗОВЬЕ р. ЛЕНА**

М. Ю. Гладышева

Государственный природный заповедник «Усть-Ленский», Тикси; e-mail: vetiksi887@yandex.ru

**THE NORTHWARD SHIFT OF THE RANGE BOUNDARY OF THE CAJANDER
LARCH (*Larix cajanderi* Mayr) IN THE LOWER REACHES OF THE LENA RIVER**

M. Yu. Gladysheva

Ust Lensky State Nature Reserve, Tiksi; e-mail: vetiksi887@yandex.ru

Information on the distribution of Kayander larch in the territory of the protected area of the Ust-Lensky Nature Reserve and in the vicinity of Tiksi village is provided. The expansion of the range of the Kayander larch and its adaptation to harsh climatic conditions is of great importance for the Arctic flora.

Впервые по итогам экспедиции 1901 г. А. К. Каяндер [1, 2] привел краткое описание лиственничных лесов на о. Тит-Ары и правом берегу р. Лена. Сведения о распространении лиственничников в правобережной части низовья р. Лена есть в публикации Б. А. Тихомирова и В. С. Штепы [3],



Рис. 1. Лиственница Каяндера в окрестностях пос. Тикси

о самых северных местонахождениях лиственницы в низовьях р. Лена – в работе Т. Г. Полозовой [4]. Подробно изложено о распространении лиственницы Каяндера на северном пределе в заповеднике «Усть-Ленский» (Якутия) в статье Е. Г. Николина, И. А. Якшиной [5]. Распространение стланиковых форм лиственницы в южной части о. Курунгнах-Сисэ описано А. А. Егоровой [6]. Большое значение в описании флоры пос. Тикси имеет статья Б. А. Тихомирова, В. В. Петровского, Б. А. Юрцева [7]. Статья Е. Г. Николина, И. А. Якшиной [8] посвящена инвазии чужеродных видов растений в арктические экосистемы пос. Тикси.

Во время полевых работ 14 августа 2019 г. на о. Курунгнах-Сисэ в охранной зоне заповедника «Усть-Ленский» были зафиксированы:

группа лиственниц № 1 – лиственничный стланик. Лиственницы, прижатые к земле, не имеющие вертикальных побегов, образуют группировки-латки площадью 6 м². Географические координаты: 72°17.61' с. ш., 126°06.661' в. д. (GPS);

группа лиственниц № 2 – лиственничный полустланик. Над стелющимися формами поднимаются один или несколько побегов высотой 0.2–0.5 м и площадью около 30 м². Географические координаты: 72°17.767' с. ш., 126°05.848' в. д. (GPS);

группа лиственниц № 3 – лиственничный стланик. Особи лиственницы, прижатые к земле, не имеющие вертикальных побегов, образуют группировки-латки в верхней части пологого склона. Географические координаты: 72°17.55' с. ш., 126°06.871' в. д. (GPS).

Во всех трех группах на лиственницах есть шишки как 2019 г., так и более старые. Отметим, что все процессы трансформации сообществ лиственниц проходят естественным путем.

Осенью 2023 г. на каменистой насыпи обочины дороги обнаружена лиственница Каяндера в 3.4 км по прямой от пос. Тикси. У растения три тоненьких стволика высотой 32, 23 и 18 см, длина их веток до 30 см; шишки отсутствуют. Географические координаты: 71°39.794' с. ш., 128°47.427' в. д. (GPS) (рис. 1). Предполагаем, что лиственницы в окрестностях пос. Тикси появились в результате случайного заноса семян.

В 2009 г. на территорию пос. Тикси-3 привезли примерно 10 (судя по пенькам и высохшим стволам деревьев) молодых лиственниц Каяндера, выкопанных в Булунском районе, они были вы-



Рис. 2. Лиственница Каяндера в пос. Тикси-3, посаженная в 2009 г.

сажены между строениями. Наблюдения за лиственничными деревьями ведутся с 2013 г. В 2023 г. живыми оставались четыре лиственницы. Два дерева высотой 50–60 см, третье – около 1–1.10 м (рис. 2), у четвертого летом только пара веток была с зелеными иголками, остальные ветки высохшие. За 11 лет три лиственницы увеличились в высоту и ширину. Четвертая в высоту не растет.

Прижившиеся лиственницы высажены на одном уровне, на склоне каменистой россыпи, погибшие – в низине и в более заболоченной местности.

В 2020 г. в пос. Тикси возле Серафимо-Никольского храма посажены три молодые лиственницы, привезенные из с. Кюсюр Булунского района. Все деревья прижились.

Автор благодарит д. б. н., главного научного сотрудника Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (г. Якутск) Е. Г. Николина и заместителя директора по научной работе заповедника «Усть-Ленский» И. А. Адриан за помощь в подготовке материала к публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Cajander A. K.* Beitrage zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des unteren Lena-Thales // Acta Soc. Fenn. Helsingforsiae. 1906. Vol. 32, No. 1.
2. *Cajander A. K.* Studien uber die Vegetation der Urwaldes am Lena-Fluss// Acta Soc. Sci Fenn. Helsingforsiae. 1906. Vol. 32, No. 3.
3. *Тихомиров Б. А., Шмена В. С.* К характеристике лесных форпостов в низовья р. Лены // Ботан. журн. 1956. Т. 41, № 8. С. 1105–1122.
4. *Полозова Т. Г.* О самых северных местонахождениях лиственницы (*Larix dahurica* Turcz.) и кустарниковой ольхи (*Alnaster fruticosus* Ledeb.) в низовьях р. Лены // Материалы по растительности Якутии : сб. статей. Л., 1961. Т. 35. С. 291–294.
5. *Николин Е. Г., Якишина И. А.* Распространение некоторых древесных видов на северном пределе в Усть-Ленском заповеднике (Якутия). Сообщение 1. Лиственница Каяндера *Larix cajanderi* Mayr // Сибирский лесной журнал. 2019. № 2. С. 16–31. doi: 10.15372/SJFS20190202.
6. *Егорова А. А.* Конспект флоры Арктической Якутии. Сосудистые растения. Новосибирск : Наука, 2016. 185 с.
7. *Тихомиров Б. А., Петровский В. В., Юрцев Б. А.* Флора окрестностей бухты Тикси (Арктическая Якутия) // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение : сб. статей. Вып. 6. Растения севера Сибири и Дальнего Востока. М. ; Л. : АН СССР, 1966. С. 7–39.
8. *Якишина И. А., Николин Е. Г.* Инвазия чужеродных видов растений в арктические экосистемы пос. Тикси (Якутия) // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы : Материалы V междунар. науч. конф. (г. Ижевск, 6–8 сент. 2017 г.). Ижевск : Ижевский ин-т компьютер. исслед., 2017. С. 141–144.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.70.71

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ КОЛОНИИ БЕЛОЩЕКОЙ КАЗАРКИ В ДЕЛЬТЕ р. ПЕСЧАНКА НА о. КОЛГУЕВ

П. М. Глазов¹, Ю. А. Лоцагина¹, Ю. А. Анисимов, А. В. Кондратьев², О. Б. Покровская³,
А. Г. Шматова¹, А. Е. Гнеденко¹, А. В. Кудиков¹, А. С. Добрянский¹

¹ Институт географии РАН, Москва; e-mail: glazpech@mail.ru

² Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

³ Арктический научно-исследовательский стационар Института экологии растений
и животных УрО РАН, Лабытнанги

STRUCTURE AND ABUNDANCE DYNAMICS OF THE BARNACLE GOOSE COLONY IN THE PESCHANKA RIVER DELTA ON KOLGUEV ISLAND

P. M. Glazov¹, J. A. Loshchagina¹, Yu. A. Anisimov, A. V. Kondratyev², O. B. Pokrovskaya³,
A. G. Shmatova¹, A. E. Gnedenko¹, A. V. Kudikov¹, A. S. Dobryanskiy¹

¹ Institute of geography RAS, Moscow; e-mail: glazpech@mail.ru

² Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

³ Arctic Research Station, Institute of Plant and Animal Ecology RAS, Labytnangi

The breeding population of the Barnacle goose on Kolguev Island has increased since 1980. The world's largest known Barnacle goose colony, located in the Peschanka River delta, had grown from 5000 breeding pairs in 1994 to 70000 pairs in 2019. We compared data of surveys conducted in 2006, 2012, 2019 and 2023 by means of transects and permanent plots. The data obtained indicate a decrease in nesting density in the core areas of the colony, where the nesting density of geese is maximum. At the same time, the nesting density increased in the edge parts of the colony and in the adjacent upland areas, indicating further expansion of Barnacle geese from Peschanka Delta to inland areas, where they occupy more newer habitats. The decrease in density in the core area of the colony can be a result of the collection of down of Barnacle goose in 2018–2019.

Численность российской гнездовой популяции белошекой казарки (*Branta leucopsis*) стремительно увеличивается с 1980 г., что совпало с расширением ее гнездового ареала на юго-запад, а также с увеличением разнообразия используемых гнездовых местообитаний. За 35 лет популяция увеличилась с 70 тыс. ос. в 1980-х гг. до 1.2 млн ос. в 2015 г. [1] Рост численности белошекой казарки сопровождался появлением гнездовых колоний на Югорском полуострове, о. Колгуев, п-ове Канин, островах Долгий и Голец, а также вдоль побережья Баренцева моря. При этом происходило расширение не только гнездового ареала, но и диапазона гнездовых местообитаний *Branta leucopsis*: они стали гнездиться на прибрежных маршах и песчаных кошках (отмелях в море). По мере роста численности популяции казарки осваивали все более разнообразные местообитания, и колонии появлялись на крутых склонах под защитой гнездящихся сапсанов (*Falco peregrinus*) и зимняков (*Buteo lagopus*), а также на осоково-моховых болотах. Это сопровождалось быстрым увеличением размера гнездовых колоний. На о. Колгуев колония птиц в дельте р. Песчанки выросла с 5000 пар в 1994 г. [2] до 70 000 пар в 2019 г. [3]. Сейчас это самая крупная известная колония белошекой казарки в мире. Такому стремительному увеличению численности белошеких казарок способствовали уникальные условия острова, где из-за отсутствия грызунов и относительно стабильного пресса хищников успех гнездования *Branta leucopsis* исключительно высок (более 90% в некоторые годы) [3].

Оценка численности колонии такого размера всегда связана как с методическими, так и с ресурсными сложностями. Первые попытки оценить численность колонии были предприняты в 2006 г. с помощью метода учета гнезд на трансектах, а также плотности гнездования казарок на учетных площадках в разных местах колонии. Повторные учеты проводились в 2012 и 2019 г., также методом трансект и учетных площадок.

© Глазов П. М., Лоцагина Ю. А., Анисимов Ю. А., Кондратьев А. В., Покровская О. Б., Шматова А. Г., Гнеденко А. Е., Кудиков А. В., Добрянский А. С., 2024

В 2022–2023 гг., помимо учета плотности гнездования казарок на площадках и трансектах, применялись новые методы картографирования колонии с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Проведена съемка участка дельты р. Песчанки площадью около 10 км² квадрокоптером DJI (модели: Mavic Pro, Mavic 2 Pro, Air 2 и Mini 2) с высоты 40 м над поверхностью земли. Для верификации распознавания гнезд казарок на снимках провели съемку учетных площадок, где все гнезда закартировали.

Средняя плотность гнездования на колонии в 2023 г. – 1670 гн./км². По данным учетов на трансектах, плотность гнездования росла с 2006 г. вплоть до 2019 г., а в 2023 г. сократилась ниже уровня 2012 г. В целом, по результатам учетов на трансектах, обследованных как в 2019 г., так и в 2023 г., количество гнезд казарок в 2023 г. уменьшилось на 15.4% относительно 2019 г. Полученный тренд подкрепляется данными учетов гнезд казарок на мониторинговых площадках в различных местообитаниях. Так, на пойменных площадках изменение плотности гнездования казарок повторяет динамику, полученную по результатам учетов на трансектах. При этом в последние годы (2022–2023) гнезда казарок стали появляться на учетных площадках на плакоре, раньше (2006, 2011, 2012 гг.) гнездования этого вида не были зафиксированы, а также наблюдается резкий рост численности казарок по притокам р. Песчанки, прилегающим к колонии.

При отдельном анализе различных участков колонии оказалось, что как плотность гнездования казарок, так и ее динамика различались на разных участках. Так, численность белошеких казарок снизилась в последние годы на основной части колонии. Однако наблюдается некоторое увеличение плотности гнездования на краевом северном участке колонии. По всей видимости, данный результат отражает общую тенденцию к расширению колонии и увеличению плотности гнездования на краевых участках колонии.

Полученные данные свидетельствуют о расширении колонии белошекой казарки из пойменных участков на плакор, где она занимает все новые местообитания, что показали наши исследования ранее [3], и «продвижении» колонии на запад по долине р. Песчанки и ее притокам. Одновременно с этим наблюдается снижение плотности гнездования в основных участках колонии (ее ядре), где плотность гнездования казарок максимальна. Данный процесс может быть связан с хозяйственной деятельностью человека – сбором пуха казарки, который велся на этих участках колонии в 2018–2019 гг.; или быть последствием вспышки птичьего гриппа, наблюдавшейся на зимовках в 2020–2021 гг. Возможно, антропогенная нагрузка и беспокойство птиц во время сбора пуха привели к снижению успеха размножения белошекой казарки в этих районах, что привело к расселению птиц на новые участки.

В результате проведенной работы были получены данные о распределении гнезд белошеких казарок в разных местообитаниях, что позволит экстраполировать полученные плотности гнездования на аналогичные местообитания в других частях о. Колгуев и оценить общую численность гнездовой популяции белошекой казарки этой территории.

Сбор и обработка полевого материала осуществлялись за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00168 (<https://rscf.ru/project/22-17-00168/>).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fox A. D., Madsen J. Threatened species to super-abundance: The unexpected international implications of successful goose conservation // *Ambio*. 2017. No. 46. Suppl. 2. P. 179–187.
2. Морозов В. В., Сыроечковский Е. Е.-мл. Материалы к познанию орнитофауны острова Колгуева // *Орнитология*. 2004. Т. 31. С. 9–50.
3. Кондратьев А. В. и др. Белошекая казарка *Branta leucopsis* на острове Колгуев: история экспансии и современное состояние гнездовой популяции // *Рус. орнитол. журн.* 2021. Т. 30. Экспресс-вып. 2031. С. 554–555.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.72.73

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОРСКИХ ПТИЦ НА о. ТАЛАН (северная часть Охотского моря)

Е. Ю. Голубова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: elena_golubova@mail.ru

POPULATIONS STATUS AND PRODACTIVITY OF SEABIRDS ON TALAN ISLAND (the Northern Part of the Sea of Okhotsk)

E. Yu. Golubova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: elena_golubova@mail.ru

Monitoring of seabirds colonies on Talan island started in 1988 showed decrease of the planktivorous species: 15–20 000 individuals of the Crested Auklet in 2023 and 500–600 individuals of the Parakeet Auklet in 2021. Breeding success was 32.4% and 40.9%, respectively. In the Crested Auklet «zero» success years have been observed since 2014. Population of the Ancient Murrelet decreased to 2–4 000 in 2023 with brood size 1.6 chicks/nest. The population of the Horned Puffin increased up to 166 000 in 2018, with average breeding success 58.7%. Current abundance of the Tufted Puffin, Thick-billed and Common Murres, and Kittiwake was not estimated; being presumably stable or slightly decreased. The average breeding success of the Tufted Puffin was 46.4%. For the Common Murre it was 0.68 and the Thick-billed Murre – 0.65 fledglings/breeding pair, with productivity 0.50 and 0.68 fledglings/pair respectively in 1989–2019. Breeding success of the Kittiwakes was 0.54 fledglings/breeding pair, with productivity of 0.41 fledglings/pair in 1988–2023.

Мониторинг численности и продуктивности морских птиц проводится на о. Талан с 1988 г. по настоящее время. На острове гнездятся 11 видов морских колониальных птиц, 8 из них находятся почти под непрерывным 35-летним наблюдением. В их числе планктоноядные (большая конюга, белобрюшка) и рыбадные (топорок, ипатка, старик, моевка, толстоклювая и тонкоклювая кайры) виды птиц.

На протяжении всего мониторинга численность большой конюги оценивалась «наземными», «воздушными» и «водными» способами [1, 2]. В последние годы в связи с сокращением численности вида применялись методы учета птиц на воде, во время их вечерней и утренней активности. В 1988–1990 гг. популяция большой конюги (*Aethia cristatella*) насчитывала 950 тыс. ос., а ее доля составляла 80% всей островной колонии морских птиц. В 2007–2008 гг. численность *Aethia cristatella* была около 300 тыс. ос., в 2016–2017 гг. – 35–70 тыс. ос., в 2023 г. – 15–20 тыс. ос. В этот период успех размножения вида варьировал от 0 до 90.6%, в среднем 32.4%. С 2007 г. данный показатель заметно снизился, а с 2014 г. стал регулярно «нулевым».

Численность белобрюшки (*Cyclorhynchus psittacula*) устанавливали, учитывая птиц на воде по всему периметру острова в пики их максимальной активности. В начале 1990-х гг. ретроспективно численность вида могла быть 10–15 тыс. ос. [1]. В дальнейшем она снижалась в 2007–2008 гг. до 3–4 тыс. ос., в 2017–2018 гг. – 1 тыс. ос. В 2021 г. численность птиц составила 500–600 ос. В 1988–2023 гг. успех размножения вида варьировал от 0 до 83.3% (в среднем 40.9%). Сезоны с «нулевым» или «почти нулевым» успехом гнездования отмечены в 2001 и 2014 г., однако с 2008 г. этот показатель чаще всего был значительно ниже среднемноголетней отметки.

Динамику численности старика (*Synthliboramphus antiquus*) отслеживали с помощью методов оценки плотности гнездования и учета сходящих в море птенцов на модельных площадках, расположенных на северном и западном склонах о. Талан, и экстраполяции полученных данных на всю площадь гнездовых биотопов вида [1, 3]. В конце 1980-х гг. численность старика составляла 10–12 тыс. пар, в 2008 г. – 6–7 тыс. пар, в 2017 г. – 2–3 тыс. пар. Согласно учетам 2023 г. численность

вида снизилась до 1–2 тыс. пар. Птенцы старика и их родители покидают остров через 1–3 сут после вылупления, поэтому успех инкубации и соотношение количества вылупившихся птенцов на гнездо с кладкой – показатели, по которым оценивается успех размножения вида. В 1989–2023 гг. успех инкубации варьировал от 64 до 92.6% (в среднем 83.7%), размер выводка – от 1.24 до 1.82 птенца/гнездо (в среднем 1.6).

Методы учета численности ипатки (*Fratercula corniculata*) базировались на установлении плотности гнездования птиц в различных участках острова и экстраполяции полученных сведений на всю площадь гнездовых биотопов. В начале 1990-х и в 2007–2008 гг. популяция ипатки оценивалась, соответственно, в 90–100 и 75–112 тыс. ос. [1]. Последние данные не показали динамику ее численности, поскольку не было известно, какими показателями плотности гнездования птиц и площади биотопов руководствовались исследователи при проведении более ранних учетов. Однако данные по плотности гнездования на модельных участках в эти периоды указывали на повышение численности ипатки более чем на 30%. В 2011–2018 гг. на поверхности модельных осыпей зафиксированы более высокие показатели плотности птиц, с учетом чего их максимальная численность на острове была 166 тыс. ос. [4]. В 1988–2023 гг. успех размножения вида варьировал от 10.3 до 90.5% (в среднем 58.7%).

Методы оценки численности топорка (*Lunda cirrhata*) сходны с таковыми у ипатки. В конце 1980-х гг. его популяция оценивалась в 140 тыс. ос., в 2008 г. – 103 тыс. ос. Сокращение численности вида подтверждалось как плотностью его гнездования во всех гнездовых биотопах, так и выраженным поведением птиц [1]. Учет современной численности топорка не проводился, предположительно она стабильна или несколько сократилась. В 1988–2023 гг. успех размножения птиц варьировал от 13.8 до 96.1% (в среднем 46.4%).

Численность кайр и моевок определяли с помощью визуальных учетов и панорамной фотосъемки. Гнездовья толстоклювой и тонкоклювой кайр (*Uria lomvia*, *U. aalge*) в 2008 г. насчитывали 31–55 тыс. ос., с 1988 г. их численность практически не изменилась [1]. Общая численность моевки (*Rissa tridactyla*) в 2008 г. была около 100 тыс. ос., тогда как в 1988–1990 гг. – 35–40 тыс. ос. Современная численность видов не известна, предположительно, она немного сократилась, на что указывают данные учетов на модельных участках. В 1989–2019 гг. успех размножения тонкоклювой кайры варьировал от 0 до 0.96 слетка/гнездо с кладкой (в среднем 0.68), продуктивность – от 0 до 0.74 слетка/гнездо (в среднем 0.50). У толстоклювой кайры эти показатели варьировали, соответственно, от 0 до 0.91 слетка/гнездо с кладкой (в среднем 0.65) и от 0 до 0.68 слетка/гнездо (в среднем 0.43). В 1988–2023 гг. успех размножения моевок варьировал от 0 до 1.19 слетка/гнездо с кладкой (в среднем 0.54), продуктивность – от 0 до 1.05 слетка/гнездо (в среднем 0.41).

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А. В. и др. Численность морских птиц на колониях о. Талан: двадцатилетний тренд // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 2. С. 30–42.
2. Андреев А. В., Голубова Е. Ю. Многолетняя динамика численности и успеха размножения большой коноги *Aethia cristatella* Pallas, 1769 на острове Талан (Охотское море) // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 1(53). С. 15–30.
3. Голубова Е. Ю. Динамика численности старика *Synthliboramphus antiquus* (Gmelin, 1789) на о. Талан (Охотское море, Тауйская губа) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2018. № 3. С. 72–86.
4. Голубова Е. Ю. Состояние популяций и биология размножения ипатки (*Fratercula corniculata*, Alcidae, Charadriiformes) в северной части Охотского моря // Зоол. журн. 2023. Т. 102, № 11. С. 1236–1258.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.74.75

**ОВЦЕБЫК (*Ovibos moschatus*) И СЕВЕРНЫЙ ОЛЕНЬ (*Rangifer tarandus*)
НА о. ВРАНГЕЛЯ: ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

A. P. Gruzdev¹, U. V. Babiy², P. M. Kulemeev², T. P. Sipko³

¹Национальный парк «Гыданский», Тазовский; e-mail: gruzdevar@mail.ru

²Государственный природный заповедник «Остров Врангеля», Певек; e-mail: islandwrangel@mail.ru

³ИПЭЭ РАН им. А. Н. Северцова, Москва; e-mail: sipko@butovonet.ru

**MUSKOX (*Ovibos moschatus*) AND REINDER (*Rangifer tarandus*)
ON WRANGEL ISLAND: POPULATION DYNAMICS AND CURRENT STATE**

A. R. Gruzdev¹, U. V. Babiy², P. M. Kulemeev², T. P. Sipko³

¹Gydansky National Park, Tazovsky; e-mail: gruzdevar@mail.ru

²National reserve Wrangel Island, Pevek; e-mail: islandwrangel@mail.ru

³A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow; e-mail: sipko@butovonet.ru

Reindeer were introduced to Wrangel Island in the 1940s. By 2002, the population numbered about 8,000 individuals. With the onset of unfavorable weather conditions in the seasons 2003/2004 and 2004/2005, the number of deer decreased almost threefold; subsequently, the number continued to decline under pressure from wolves and wolverines living on the island, which ultimately led to the complete disappearance of reindeer. Musk oxen were introduced to Wrangel Island in 1975. Their numbers was growing at a slow pace until 2005. After a sharp decline in the number of reindeer on the island, the growth of the musk oxen population accelerated somewhat and quickly reached a number of 1000 individuals. Currently, the increase in the number of musk oxen has stabilized, possibly due to the influence of wolves and the complete settlement of the island.

С 1947 по 1952 г. на о. Врангеля были завезены 115 домашних северных оленей. А. А. Кищинский [1] оценил, что на территории острова может обитать порядка 3–4 тыс. оленей до реинтродукции овцебыков. До создания заповедника численность оленей на острове колебалась от 3 до 6 тыс. гол. [2], а затем сократилась до 1.5 тыс. гол. После 1996 г. управление популяцией было прекращено. Минимальный приплод наблюдался в 1985 г. – 12.9%, а максимальный в 1993 г. – 40.7%.

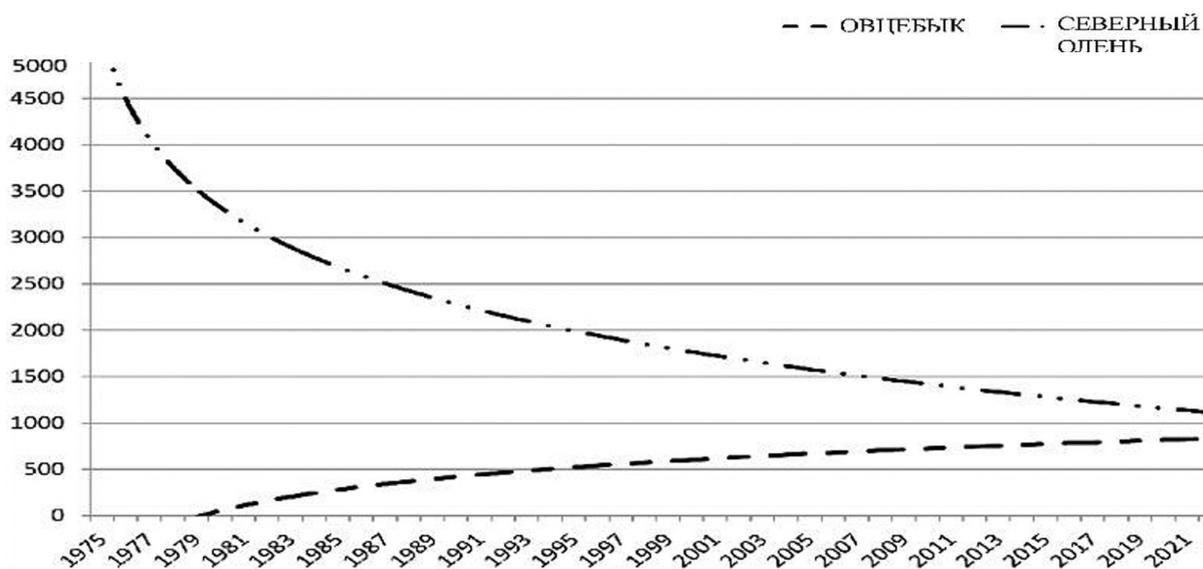


Рис. 1. Динамика численности популяции северного оленя и овцебыка (показаны тренды изменений)

В 1975 г. на о. Врангеля завезли 20 (7/13) овцебыков с о. Нунивак. Первый результативный отел отмечен в 1977 г., а к 1981 г. на острове из привезенных особей остались всего пять [3].

Популяция овцебыков успешно пережила катастрофические гололедные явления 2004 и 2005 г. В настоящее время численность стабилизировалась на уровне 1000–1200 ос. (рис. 1).

Увеличение поголовья северных оленей на о. Врангеля, в условиях замкнутого пространства до 8500 ос., на фоне малочисленности хищников (росомаха и волк) привело к стравливанию пастбищ и, вероятно, к повышению трофической конкуренции, как внутривидовой, так и со вторым видом травоядных острова – овцебыком. Однако благоприятные зимние условия в предыдущие годы и отсутствие гололедных явлений позволили популяции поддерживать столь высокую численность.

В октябре 2004 г. на острове была зафиксирована сильная оттепель с обильными дождями, при этом на почве была отрицательная температура (данные метеостанции о. Врангеля, 2004 г.). По нашей оценке, за зиму 2003/04 г. пало 1000–1500 оленей. Следующий этап гололеда был в начале января 2005 г., что привело к массовой гибели животных. И летом 2005 г. осталось около 1800 оленей, т. е. их численность сократилась в три раза (см. рис. 1).

Дальнейшее снижение численности оленей связано с увеличением численности волков и росомых. Волки добывали оленей круглогодично, а росомыхи особенно в период отела. Во время весенних учетов часто встречались следы преследования росомахой самок с телятами, и далее следы телят пропадали. С 2007 г. количество телят в стадах постоянно сокращалось (рис. 2).

Результаты мониторинга показали:

в условиях замкнутой территории высокая численность северных оленей могла отрицательно сказываться на росте численности популяции овцебыков;

на острове пресс хищников при сильном сокращении численности северных оленей привел практически к полному исчезновению их популяции;

численность популяции овцебыков после резкого сокращения численности северных оленей существенно увеличилась, однако за последние годы стабилизировалась;

стабилизация численности популяции овцебыков произошла по двум причинам: плотность населения достигла предельных величин и увеличился прессинг хищников (волков и росомых).

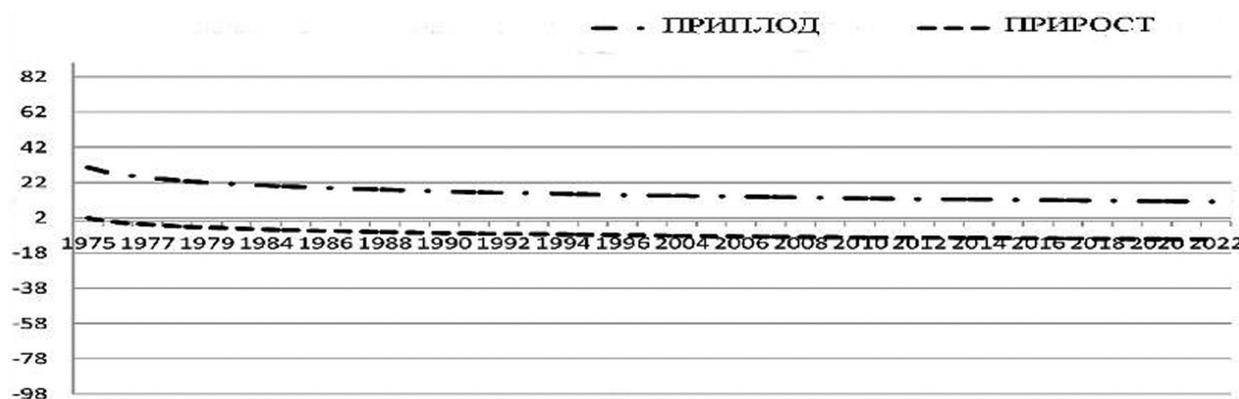


Рис. 2. Динамика изменений приплода и прироста северных оленей (показаны тренды изменений)

ЛИТЕРАТУРА

1. Кищинский А. А. Островные популяции северного оленя в восточном секторе Советской Арктики и пути их рациональной эксплуатации // Дикий северный олень в СССР : Материалы Первого междувед. совещ. по охране и рацион. использованию ресурсов дикого северного оленя (23–25 июня 1970 г., г. Дудинка). М. : Сов. Россия, 1975. С. 164–168.

2. Казьмин В. Д. Северный олень на острове Врангеля. Животный мир острова Врангеля // Биологические проблемы Севера: материалы X Всесоюз. симпоз. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. С 114–126.

3. Ковалев Д. Н. Летопись природы. Ушаковское. 1986–1996.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.76.77

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИСТЫ ВОКРУГ СКРЕБНЯ *ACANTHOCEPHALUS TENUIROSTRIS* (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae) В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ХОЗЯИНЕ – ВОДЯНОМ ОСЛИКЕ *ASELLUS HILGENDORFI*

Т. В. Давыденко

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: sasha17@mail.ru

MECHANISM OF CYST FORMATION AROUND THE *ACANTHOCEPHALUS TENUIROSTRIS* (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae) IN THE INTERMEDIATE HOST – THE AQUATIC SOWBUGS *ASELLUS HILGENDORFI*

T. V. Davydenko

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan; e-mail: sasha17@mail.ru

The mechanism of cyst formation in the acanthellae of the *Acanthocephalus tenuirostris* was studied under experimental conditions for the first time. Throughout the entire period of development of acanthellae in the intermediate host, there were no microvilli on their surface. In the tegument of the acanthella, large round vesicles filled with loose material with electron-dense granules were discovered for the first time, which migrated to the subsurface region of the tegument, where their chemical composition on the surface of the acanthella was included in the composition of the outer layer of the cyst.

Большинство цистакантов классов *Palaeacanthocephala* и *Archiacanthocephala* в период их развития в промежуточном хозяине окружаются неклеточной цистой [1–3]. Обычно она состоит из двух слоев: наружного везикулярного и внутреннего аморфного. Эта схема сохраняется во всех случаях, хотя у разных видов имеются определенные вариации. Изучая гистогенез скребня *Acanthocephalus tenuirostris* в условиях эксперимента, мы пришли к результатам, которые отличаются от существующих представлений о формировании цисты у представителей класса *Palaeacanthocephala*.

Акантеллы и цистаканты скребня *A. tenuirostris* были получены путем экспериментального заражения водяных осликов *Asellus hilgendorfi*. Скребней обрабатывали по классической методике заливки в смесь эпоксидных смол, адаптированной к исследованию гельминтов, контрастировали в процессе заливки уранилацетатом.

Ранняя акантелла (15 дней с начала эксперимента) окружена слоем аморфного рыхлого материала умеренной электронной плотности толщиной до 0.3 мкм, предшественником будущей цисты. В тегументе отчетливо выделяется лишь один поверхностный, будущий поперечнополосатый, слой толщиной 0.8 мкм, образованный многочисленными инвагинатами наружной плазматической мембраны тегумента. Во многих случаях элементы этого слоя содержат аморфный материал умеренной или высокой электронной плотности. Устья многих инвагинатов расширены. Наиболее многочисленные элементы тегумента – округлые везикулы диаметром до 1.9 мкм, содержащие электронно-плотные гранулы и небольшое количество аморфного материала умеренной электронной плотности (см. рисунок).

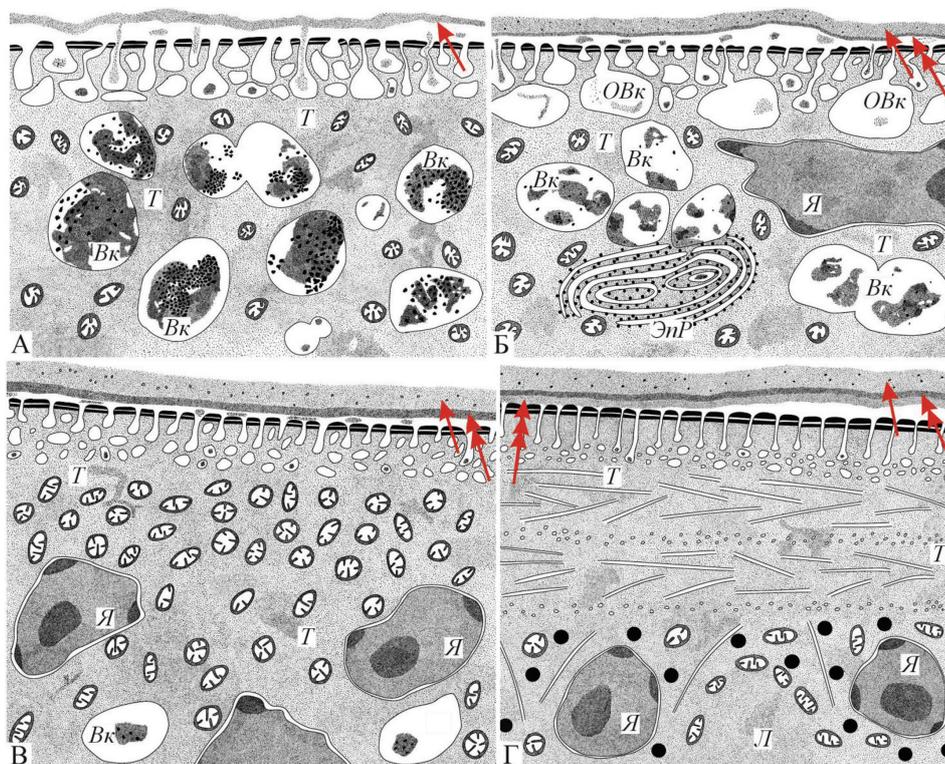
Средняя акантелла (30 дней с начала эксперимента) окружена двуслойной цистой. Толщина ее наружного слоя 0.5 мкм. В составе слоя определяются рыхлый материал умеренной электронной плотности, мелкие везикулы и электронно-плотные гранулы. Внутренний слой едва начинает формироваться. В составе тегумента распознаются только поперечно-полосатый и везикулярный слои, образованные расширенными в форме ампул инвагинатами наружной плазматической мембраны. В этих расширениях заметны скопления рыхлого материала умеренной плотности. Некоторые везикулы в тегументе частично опустошены и нередко сливаются с расширенными терминальными участками инвагинатов наружной плазматической мембраны тегумента.

Поздняя акантелла (39 дней с начала эксперимента) окружена цистой, состоящей из двух слоев. Инвагинаты наружной плазматической мембраны тегумента по-прежнему расширены, но в мень-

шей степени. Скребень окружен двуслойной цистой. Некоторые инвагинаты наружной плазматической мембраны тегумента содержат небольшие скопления плотного аморфного материала, похожего на тот, который образует внутренний слой цисты, а также мелкие везикулы, по морфологии сходные с везикулами, обнаруженными в наружном слое цисты.

Исследованных цистакантов (60–65 дней с начала эксперимента) окружает двуслойная циста толщиной около 0.5 мкм, более плотной структуры по сравнению с цистой на предыдущих стадиях. Тегумент покрыт слоем гликокаликса (0.3 мкм), тесно контактирующим с цистой и образованным аморфным материалом умеренной электронной плотности. В некоторых участках гликокаликс вместе с цистой отделяется от поверхности цистаканта. Светлых везикул в тегументе цистакантов не наблюдается.

Таким образом, установлено, что в период развития скребня *A. tenuirostris* в промежуточном хозяине на поверхности его тегумента отсутствуют микроворсинки. Циста вокруг акантеллы *A. tenuirostris* формируется в результате двух видов секреции, осуществляемых через инвагинаты наружной плазматической мембраны тегумента. Наружный слой цисты образуется на стадиях ранней и средней акантеллы предположительно из содержимого своеобразных включений, мигрирующих из глубины тегумента к его поверхности. Материал внутреннего слоя цисты, как и у других исследованных видов скребней, выделяется позднее через инвагинаты наружной плазматической мембраны тегумента на стадиях средней и поздней акантеллы.



Формирование цисты скребня *Acanthocephalus tenuirostris*: А, Б, В – ранняя / средняя / поздняя акантелла; Г – цистакант. Вк – светлые везикулы, Л – лакуна, ОБк – опустошенные светлые везикулы, Т – тегумент, ЭнР – эндоплазматический ретикулум, Я – ядра тегумента. Одинарной стрелкой показан рыхлый материал, выделяющийся на поверхность тегумента ранней акантеллы и образующий наружный слой цисты на более поздних стадиях, двойной – внутренний слой цисты, тройной – гликокаликс

ЛИТЕРАТУРА

1. Нукишин В. П. Цитоморфология скребней (покровы, защитные оболочки, эмбриональные личинки). М. : ГЕОС, 2004. 234 с.
2. Crompton D. W. T. Relationships between acanthocephala and their hosts // Symposia of the Society for Experimental Biology. 1975. No. 29. P. 467–504.
3. Dezfali B. S. et al. Crustacean-acanthocephalan interaction and host cell-mediated immunity: parasite encapsulation and melanization // Folia Parasitologica. 2008. Vol. 55. P. 53–59.

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА ВЫРУБКАХ (Республика Коми)

А. А. Дитц, А. А. Фатеева

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар;
e-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru; fateeva@ib.komisc.ru

A VERTICAL DISTRIBUTION OF SOIL INVERTEBRATES AT THE CLEAR-CUTTING AREAS (Komi Republic)

A. A. Ditts, A. A. Fateeva

Institute of Biology FRC Komi SC UrD of RAS, Syktyvkar;
e-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru; fateeva@ib.komisc.ru

Currently, more than 25% of the forest territory of the Komi Republic is affected by various logging methods, which negatively affect the properties of forest soils and the soil invertebrates. Could the vertical distribution of invertebrates, associated with the specific environmental conditions in different genetic soil horizons, be one of the mechanisms for maintaining the stability of soil biota after forest cutting? It was shown that large saprophagous and soil macrofauna were «deepened» into the soil in the recultivated logging corridors, due to turbation of soil. On the contrary, the vertical distribution of macrofauna in clear-cutting plots and logging corridors with three and ten passes of forwarder equipment was characterized by the «exit» of the remaining fauna and invertebrates migrating from undisturbed areas into the forest litter, preserved near stumps and tree undergrowth, along the roadsides and on the ridges.

В настоящее время более 25% лесной территории Республики Коми затронуто различными рубками. Сплошная или выборочная рубка деревьев отрицательно сказывается на свойствах лесных почв и обитающих в них беспозвоночных, т. к. поврежденные насаждения теряют биологическую устойчивость, при этом наблюдается смена биотических сообществ. Сохранение функциональной стабильности почвенной биоты обусловлено ее способностью восстанавливать свои свойства после временного (даже «острого») внешнего воздействия [1, 2].

Может ли вертикальное распределение беспозвоночных, связанное со спецификой экологических условий в различных генетических горизонтах, быть одним из механизмов сохранения стабильности почвенной биоты после рубки леса? В таежных экосистемах беспозвоночные населяют лесную подстилку и верхний 5-сантиметровый слой минеральной толщи почвы, залегающий непосредственно под подстилкой. Весной при прогревании верхнего слоя почвы до +8–9°C наблюдается активная миграция беспозвоночных в лесную подстилку из более холодных нижних почвенных горизонтов. Иссущение лесной подстилки почв летом обуславливает обратный процесс – миграцию хищников и сапрофагов в более глубокие и влажные почвенные горизонты [3].

Цель данной работы – рассмотреть вертикальное распределение почвенных беспозвоночных на пасаках и волоках 2-летних вырубков, т. е. «открытой» стадии восстановительной сукцессии, а также сравнить полученные данные с контролем.

В мае 2020 г. на территории Сыктывкарского лесничества (Республика Коми) был выбран участок (61°55'01,8" с. ш., 50°32'20,6" в. д.), где согласно набору позиций и порядку следования на катене заложены три пробные площади (ПП): ПП1 – верхняя часть, ельник чернично-зеленомошный на элювиальной позиции (Е1), ПП3 – елово-сосновое сообщество, располагающееся на склоне и занимающее транзитную позицию (Tr), ПП2 – нижняя часть, березняк таволговый в долине ручья на аллювиальной или аккумулятивной позиции (Ас). Этот участок в ноябре 2020 г. выделили под рубку с технологическими элементами пасек (П), трелевочных волоков с тремя и дестью проходами техники (3П и 10П), рекультивируемых волоков (10Р). Для пасек характерно наличие пней срубленных деревьев, порубочных остатков и малочисленных остаточных молодых древесных пород ели (*Picea obovata*), сосны (*Pinus sylvestris*) и березы (*Betula pubescens*). Подлесок и мохово-лишайниковый ярус пасек

после проведения рубки практически не пострадали. Пасеки, где происходят вырубка деревьев и их изъятие харвестером, считаются наименее нарушенными технологическими участками после рубки, т. к. здесь на почвенный покров не воздействует колесная лесозаготовительная техника. Трелевочные волока, по которым идет трелевка древесины форвардером, – самые нарушенные участки на вырубке. На волоках 3П и 10П растительность сохранилась между колеями, на волоках 10Р – по обочинам; везде отмечено слабое заболачивание.

В июне 2022 г. (на второй год после рубки) были отобраны почвенные пробы размером 25×25 см по горизонтам 0–5 и 5–10 см. Всего взяты 84 пробы. При отборе почвенных проб в полевых условиях измеряли температуру почвы в соответствующих горизонтах с помощью электронного транзисторного цифрового термометра ТЭН-Ц11, в лабораторных условиях весовым методом определяли влажность почв. Выгонку беспозвоночных осуществляли на эклекторах, определяли таксономический состав и подсчитывали численность почвенной макрофауны в двух горизонтах. Вертикальное распределение беспозвоночных оценивали в соответствии с расчетным коэффициентом:

$$Kv = N_0/N_1,$$

где N_0 – численность почвенной макрофауны в горизонте 0–5 см (А0), N_1 – в горизонте 5–10 см (А1).

Во второй год после рубки елового леса на пасаках (П) и волоках с тремя проходами агрегатной техники (3П) влагоемкость почв была повышенной относительно контрольных участков. На волоках 10П и 10Р влажность почв, напротив, несколько снижалась относительно контроля. В ряду участков «К – П – 3П – 10П – 10Р» был отмечен прогрев верхних почвенных горизонтов (см. таблицу). Это тенденции, характерные для почв вырубков на начальной стадии сукцессии.

Влажность (%) и температура (°С) подстилки и почвы, численность беспозвоночных (экз./м²) и их вертикальное распределение (Kv) на вырубках

Параметр	К	П	3П	10П	10Р
Влажность подстилки (А0)	66.8	71.7	66.4	56.4	56.8
Влажность почвы (А1)	49.1	58.7	53.2	46.5	46.2
Температура подстилки (А0)	11	14.2	13.7	15.7	16.7
Температура почвы (А1)	9.5	11.4	12	12.7	13.9
Численность зоофагов (А0)	183.3	71.1	83.6	112	85.3
Численность зоофагов (А1)	17.7	8.9	7.1	3.5	10.6
Численность сапрофагов (А0)	131.5	46.2	51.5	58.6	42.7
Численность сапрофагов (А1)	28.4	3.6	8.9	7.1	50.6
Численность фитофагов (А0)	53.3	16	3.6	1.8	13.4
Численность фитофагов (А1)	8.9	0	0	0	0
Численность макрофауны (А0)	368.1	133.3	138.7	172.4	141.4
Численность макрофауны (А1)	55	12.5	16	10.6	61.2
Kv зоофагов	10.36	7.99	11.78	32	8.05
Kv сапрофагов	4.63	12.83	5.79	8.25	0.84
Kv фитофагов	5.99	–	–	–	–
Kv макрофауны	6.69	10.66	8.66	16.26	2.31

Технологическая площадка: К – контроль, П – пасека, 3П – волок с тремя проходами техники, 10П – волок с десятью проходами техники, 10Р – рекультивируемый волок. Тире – беспозвоночные не обнаружены в горизонте А1, поэтому коэффициент рассчитать невозможно.

Численность зоофагов (многоножек, пауков, жуужелиц, стафилинид, мягкотелок, муравьев) сокращалась в горизонтах 0–5 и 5–10 см на пасаках (П) и волоках разной степени нарушенности (3П, 10П, 10Р) относительно контрольных участков (К). Численность сапрофагов (дождевых червей, личинок двукрылых, проволочников) существенно снижалась в верхних почвенных горизонтах пасаек, волоков с тремя (3П) и десятью (10П) проходами техники. Аналогичный спад численности сапрофагов был отмечен в горизонте 0–5 см рекультивируемых волоков (10Р), но в горизонте 5–10 см на этих же технологических площадках численность крупных сапрофагов увеличилась почти в два раза по сравнению с контрольными участками (К). Для фитофагов (трипсов, кокцид, жуков-листоедов, клопов), которые отсутствовали в горизонте 5–10 см на пасаках и волоках 3П, 10П и 10Р, было отмечено снижение численности в подстилке этих же участков относительно контроля (см. таблицу).

Расчет коэффициента вертикального распределения беспозвоночных показал, что на контрольных участках активно передвигающиеся хищники сосредоточены в лесной подстилке, их численность в горизонте 5–10 см была на порядок меньше, чем в горизонте 0–5 см. Численность фитофагов и сапрофагов уменьшалась с продвижением вглубь почвы, но не так значительно. На пасаках наблюдали сокращение разнообразия и численности хищников во второй год после рубки, это повлияло не столько на вертикальное распределение зоофагов, как сапрофагов. Последние при уменьшении прессы хищников увеличили свою численность в сохранившейся лесной подстилке. На волоках 3П и 10П такой эффект отмечен не был из-за более высокой численности зоофагов. На рекультивируемых волоках (10Р) из-за турбации почвенных горизонтов произошло «заглубление» сапрофагов и, в целом, макрофауны в почву. Напротив, вертикальное распределение всей макрофауны на пасаках (П) и волоках (3П, 10П) характеризовалось «выходом» оставшихся и мигрирующих с ненарушенных участков беспозвоночных в сохранившуюся около пней и подроста, по обочинам и на гривах подстилку. Вероятно, вертикальное распределение крупных беспозвоночных – результат действия механизмов, стабилизирующих структуру населения в почвах после рубки леса.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00530 (<https://rscf.ru/project/23-24-00530/>).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессолицына Е. П. Устойчивость сообществ почвенных беспозвоночных южнотаежных геосистем Нижнего Приангарья в условиях антропогенного воздействия // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 100–106.
2. Kudrin A., Perminova E., Taskaeva A. et al. A meta-analysis of the effects of harvesting on the abundance and richness of soil fauna in boreal and temperate forests // Forests. 2023. Vol. 14, No. 923. P. 1–14.
3. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера / Отв. ред. К. С. Бобкова, Э. П. Галенко. СПб. : Наука, 2001. 278 с.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛИХЕНОФЛОРЫ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Дмитриева¹, Е. В. Желудева²

¹Институт цифровых технологий экономики и права СВГУ, Магадан;
e-mail: dmitrieva1222anna123@gmail.com

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: elena.zheludeva.88@mail.ru

HISTORY OF LICHEN FLORA STUDYING OF THE MAGADAN REGION

A. S. Dmitrieva¹, E. V. Zheludeva²

¹FSBEI HE «NESU» Institute of Digital Technologies of Economics and Law, Magadan;
e-mail: dmitrieva1222anna123@gmail.com

²Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: elena.zheludeva.88@mail.ru

Russian lichenology has existed for almost three centuries for now. But only since the early 1930s with the establishment of Soviet regime, intensive development of the environment conditions of the Kolyma region, as well as the study of lichens have began. Research on lichens in the Magadan region was carried out in floristic and resource studies, geomorphodynamics and lichenometry. The article presents the stages of research into the lichen flora of the Magadan region.

Установление Советской власти сопровождалось всесторонним изучением природных условий Колымского края. Начиная с 1930-х гг. проводились многочисленные геоботанические, почвенно-ботанические, землеустроительные экспедиции. В начале XX в. появляется информация о лишайниках Колымского края. Специальные лишенологические исследования еще не проводились, но в ряде геоботанических работ давались списки самых распространенных видов.

М. А. Локинская в 1950 г. (будучи геоботаником Чукотской, а с 1956 г. Магаданской землеустроительных экспедиций МСХ РСФСР) приступила к изучению фитоценотической роли лишайников. Аэровизуальные геоботанические исследования позволили составить общее представление о растительности и участии лишайников в наземном покрове тундровых, лесотундровых и лесных ценозов. Результаты всех исследований М. А. Локинской изложены в статьях [1–3] и кандидатской диссертации «Лишайники в растительном покрове Крайнего Северо-Востока СССР» (1967 г.).

Изучением растительности и сбором гербария с 1956–1974 гг. занимались сотрудники землеустроительной экспедиции Росгипрозема А. Т. Реутт, Н. Ф. Белый и др. Особое внимание при сборе уделялось степени поедания оленями лишайников. В 1971 г. А. Н. Окснер и О. Б. Блюм опубликовали работу, посвященную роду *Peltigera* Дальнего Востока, в которой приводят 17 видов, два из них для побережья Охотского моря (бух. Нагаева).

В 1976 г. на стационаре «Абориген», расположенном на границе Тенькинского и Ягоднинского районов, В. Б. Звезденко проводила сбор лишайников для составления геоботанических описаний. В приведенном списке [4] для окрестностей стационара указаны 92 вида лишайников.

В 1973–1975 гг. Ю. Б. Королев и Т. Ю. Толпышева собирали лишайники в Верхнеколымском нагорье на биоценологическом стационаре «Контакт». По результатам обработки коллекции была опубликована статья «Очерк флоры лишайников стационара «Контакт» (Верхнеколымское нагорье)» [5], в которой перечислены 108 видов. Позднее, с 1987 по 1990 г. флору лишайников в пределах стационара «Контакт» изучал Ю. В. Котлов. По материалам исследования в 1991 г. написана кандидатская диссертация «Лишайники Верхнеколымского нагорья», в которой указаны 308 видов.

В 1991 г. в ходе работы эстонской молодежной комплексной экспедиции на п-ове Кони (заповедник «Магаданский») были выявлены 20 видов лишайников [6].

В 1996 г. в пойменном лиственнично-чозениевом лесу в среднем течение р. Яма сотрудник лаборатории ботаники ИБПС ДВО РАН О. А. Мочалова обнаружила редкий вид *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., внесенный в Красную книгу РФ [7] и Красную книгу Магаданской области [8]. Отрывочные сведения по отдельным видам лишайников Магаданской области можно найти в статьях Е. А. Давыдова и М. П. Журбенко [9, 10].

А. Н. Полежаев [11] изучал рост и распространение кормовых кустистых лишайников на севере Дальнего Востока.

Сотрудник Магаданского научно-исследовательского института сельского хозяйства И. Ю. Кузьмина организовала исследования, направленные на практическое использование местных растительных кормов, – повышение общей резистентности и продуктивности крупного рогатого скота [12].

А. А. Галанин [13] провел исследования по современной геоморфодинамике, лихенометрии и биоиндикационным методам исследования экзогенного морфолитогенеза.

С 2008 г. Е. В. Желудевой [14] начато планомерное изучение лишайнофлоры Магаданской области. На основе полученных материалов в 2023 г. написана кандидатская диссертация «Лишайники Северо-Восточного Приохотья». Также с 2008 г. изучаются лишайнофильные грибы [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Локинская М. А. Лишайники Магаданской области // Краевед. зап. Магадан : Кн. изд-во, 1966. Вып. 6. С. 135–149.
2. Локинская М. А. Микроэлементы в лишайниках Магаданской области // Магаданский оленевод. Магадан : Кн. изд-во, 1966. Вып. 15. С. 35–36.
3. Локинская М. А. Наиболее распространенные виды лишайников на Северо-Востоке СССР // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока : Сборник статей / Отв. ред. Т. Г. Попова, Л. Н. Васильева. Новосибирск : Наука, СО, 1970. С. 233–245.
4. Андреев М. П. Лишайники стационара «Абориген» (Тенькинский район Магаданской области) // Ботан. журн. 1978. Т. 63, № 11. С. 1626–1632.
5. Королев Ю. Б., Толтышева Т. Ю. Очерк флоры лишайников стационара «Контакт» (Верхнеколымское нагорье) // Новости систематики низших растений. Л. : Наука, ЛО, 1980. Т. 17. С. 137–149.
6. Пярн А., Пааль Я. Список лишайников // Исследования экосистем полуострова Кони. Магаданский заповедник / А. Лейто, Р. Мянд, Т. Оя и др. Таллинн : АН Эстонии, 1991. С. 16–18.
7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Отв. ред. Л. В. Бардунов, В. С. Новиков. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
8. Сазанова Н. А., Мочалова О. А. *Lobaria pulmonaria* // Красная книга Магаданской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Отв. ред. И. А. Черешнев. Магадан : ИБПС ДВО РАН, 2008. С. 373.
9. Журбенко М. П. Новые и редкие виды лишайников (Lichenes) из Республики Саха (Якутия) и Магаданской области // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 1. С. 111–117.
10. Davydov E. A., Zhurbenko M. P. Contribution to Umbilicariaceae (lichenized Ascomycota) studies in Russia. I. Mainly arctic species // *Herzogia*. 2008. Vol. 21. P. 157–166.
11. Полежаев А. Н., Беркутенко А. Н. Ресурсы кормовых растений в Магаданской области // Комплексное экономическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективе. Секция 11. Охрана окружающей среды. Рациональное использование природных ресурсов : тез. докл. и сообщ. науч.-практ. конф. (Магадан, 01 янв. – 31 дек. 1980 г.). Магадан : Кн. изд-во, 1980. С. 45–47.
12. Кузьмина И. Ю. Влияние лишайников и ламинарии на продуктивность дойных коров // Современная биология: вопросы и ответы : Материалы I Междунар. науч. конф. (20–21 янв. 2012 г., Санкт-Петербург). Петрозаводск : Открытие, 2012. С. 113–117.
13. Галанин А. А. Лихенометрия: современное состояние и направление развития метода: (Аналит. обзор). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. 74 с.
14. Желудева Е. В. Новые виды лишайников Магаданской области из Северо-Восточного Приохотья // *Turczaninowia*. 2015. Т. 18. Вып. 4. С. 5–15.
15. Zhurbenko M. P. Lichenicolous fungi from Russia, mainly from its Arctic. II // *Mycologia Balcanica*. 2008. Vol. 5, No. 1–2. P. 13–22.

**ТРАНСБЕРИНГИЙСКИЕ ОБМЕМЫ ЦЕСТОДАМИ (Cestoda)
У БУРОЗУБОК (*Sorex*, Mammalia)**

Н. Е. Докучаев¹, С. А. Корниенко²

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: dokuchaev@ibpn.ru

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

**TRANSBERINGIAN EXCHANGES WITH CESTODES (Cestoda)
IN SHREWS (*Sorex*, Mammalia)**

N. E. Dokuchaev¹, S. A. Kornienko²

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: dokuchaev@ibpn.ru

²Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk

On the example of cestodes, it was shown that in the Pliocene, transberingian exchanges of shrews and associated parasites took place on a larger scale than in subsequent periods. This is confirmed by 10 common genera of cestodes in shrews of the Palearctic and Nearctic. In the Pleistocene, cestodes of only three genera, *Lineolepis*, *Neoskrjabinolepis*, and *Spasskylepis*, entered Alaska from Asia.

Бурозубки Восточной Азии являются дефинитивными хозяевами цестод 16 родов: *Diorchilepis*, *Ditestolepis*, *Ecrinolepis*, *Lineolepis*, *Mathevolepis*, *Monocercus*, *Neoskrjabinolepis*, *Novobrachylepis*, *Pseudobothrialepis*, *Skrjabinacanthus*, *Soricinia*, *Spalania*, *Spasskylepis*, *Staphylocystis*, *Staphylocystoides*, *Urocystis*. В Северной Америке у бурозубок паразитируют цестоды 13 родов: *Ditestolepis*, *Lineolepis*, *Lockerrauschia*, *Mathevolepis*, *Monocercus*, *Neoskrjabinolepis*, *Protogynella*, *Skrjabinacanthus*, *Soricinia*, *Spasskylepis*, *Staphylocystis*, *Staphylocystoides*, *Vogelepis*. **Общими для сравниваемых территорий оказываются 10 родов (*Ditestolepis*, *Lineolepis*, *Mathevolepis*, *Monocercus*, *Neoskrjabinolepis*, *Skrjabinacanthus*, *Soricinia*, *Spasskylepis*, *Staphylocystis*, *Staphylocystoides*), что составляет 52.6% от представленных выше списков.**

Слабый уровень таксономического родства современных евразийских и североамериканских видов рода *Sorex* указывает на то, что основной фаунистический обмен через Берингию у землероек происходил в миоцене – плиоцене, тогда как в плейстоцене такие обмены совершались в ограниченных масштабах. Веским подтверждением этому служит то, что при 10 общих родах цестод бурозубок Палеарктики и Неарктики на обеих сторонах Берингова пролива у бурозубок отмечены лишь 4 общих вида цестод двух родов: *Lineolepis parva*, *L. pribilofensis*, *Neoskrjabinolepis fertilis* и *N. hobergi*.

Разный уровень морфологической и генетической дифференциации бурозубок Северо-Восточной Азии (СВА) и Аляски, а также особенности их географического распространения, с учетом принадлежности к «лесным» и «тундровым» формам, позволили утверждать, что в плейстоцене бурозубки дважды совершали обмен через Берингийский мост суши. В раннем-среднем плейстоцене с Аляски в Азию проник лесной вид *S. cinereus*, давший начало *S. camtschaticus*, а из Азии в пределы Аляски в то же время попала *S. minutissimus*. Пережившие на Аляске Зырянское оледенение предки лесной *S. cinereus* дали начало адаптированному к тундровым условиям виду *S. jacksoni*. С образованием Берингова пролива ареал последнего разбился на три части с подвидами: *S. j. portenkoi* (Чукотка), *S. j. jacksoni* (о. Святого Лаврентия) и *S. j. uguanak* (Аляска и Канада) [1, 2]. В позднем плейстоцене при низком стоянии уровня моря из Азии на Аляску перешла и *S. tundrensis* [3].

Формирование современной структуры населения цестод бурозубок СВА в основном происходило в позднем плейстоцене – голоцене за счет бурозубок лесного комплекса, проникших с юга вдоль побережья Охотского моря. Этим обусловлено, что большинство видов цестод бурозубок в регионе азиатского происхождения. Долгое время единственным общим видом цестод западной и восточной

Берингии считался *Lineolepis pribilofensis*. Предполагалось, что на азиатскую территорию он был занесен в раннем плейстоцене с территории Аляски [4]. Однако позже *L. pribilofensis* помимо Камчатки был обнаружен у бурозубок на островах Парамушир и Большой Шантар [5]. Учитывая особенности распространения *L. pribilofensis* и двух видов рода *Neoskrjabinolepis* – *N. fertilis* и *N. hobergi*, можно сделать вывод об их азиатском происхождении и проникновении на Аляску уже в позднем плейстоцене с тундровой бурозубкой [6]. Видимо, тогда же туда была занесена цестода рода *Spasskylepis*, давшая начало виду *S. rauschi* [7]. В дальнейшем в число хозяев данных цестод добавились другие виды бурозубок.

На Камчатке и ряде островов (Парамушир, Большой Шантар, Сахалин, Кунашир, Хоккайдо) нами у бурозубок обнаружен *L. parva*, также ранее считавшийся чисто неарктическим видом. В отношении места происхождения *L. parva*, однако, нет однозначного ответа в виду обширности занимаемых им ареалов на разных континентах.

В настоящее время единственным примером заноса неарктических видов в Палеарктику являются цестоды рода *Staphylocystoides* [8]. В позднем плиоцене предковый североамериканский вид, близкий к *S. sphenomorphus*, сформировал обширный амфиберингийский ареал, разрыв которого в результате очередного подъема уровня океана привел к образованию разделенных популяций *Staphylocystoides*: *S. spasskii* в западной Берингии и *S. sphenomorphus* и *S. serrula* на Аляске. Эти виды относятся к одной филогенетической ветви. Причем современный азиатский *S. spasskii* филогенетически и морфологически более близок к неарктическому *S. sphenomorphus*, чем к палеарктическим видам *S. stefanskii* и *S. borealis*.

Значительное сходство цестод бурозубок Северо-Восточной Азии и Северной Америки на уровне родов свидетельствует о масштабных трансберингийских плиоценовых обменах. В позднем плейстоцене, несмотря на то, что сухопутная связь между Чукоткой и Аляской возникала дважды, было сформировано лишь четыре общих вида цестод родов *Lineolepis* и *Neoskrjabinolepis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев Н. Е. Роль Берингийской суши в расселении и образовании новых форм у землероек бурозубок // Вестник ДВО РАН. 1997. № 2. С. 54–61.
2. Докучаев Н. Е. Биогеография и таксономическое разнообразие землероек Северо-Восточной Азии // Доклады РАН. 1999. Т. 36, № 3. С. 420–422.
3. Bannikova A. A. et al. Holarctic phylogeography of the tundra shrew (*Sorex tundrensis*) based on mitochondrial genes // Biological Journal of the Linnean Society. 2010. Vol. 101, No. 3. P. 721–746.
4. Kornienko S. A., Dokuchaev N. E. Cestode Diversity of Shrews on the Kamchatka Peninsula and Paramushir Island // Diversity. 2023. No. 15. Art. 99. P. 1–14. <https://doi.org/10.3390/d15010099>.
5. Корниенко С. А., Макариков А. А., Докучаев Н. Е. Цестоды мелких млекопитающих о. Большой Шантар (западная часть Охотского моря) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 2. С. 65–69.
6. Докучаев Н. Е., Корниенко С. А. Позднечетвертичные трансберингийские обмены цестод бурозубок // Актуальные проблемы современной териологии : тез. докл. Всерос. науч. конф. (Новосибирск, 18–22 сент. 2012 г.). Новосибирск : Сибрегион Инфо, 2012. С. 192.
7. Гуляев В. Д., Докучаев Н. Е., Лыкова К. А. Описание *Spasskylepis rauschi* sp. n. (Cestoda, Hymenolepididae) от бурозубок Аляски // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 2. С. 75–77.
8. Гуляев В. Д., Докучаев Н. Е., Корниенко С. А. Цестоды рода *Staphylocystoides* Yamaguti, 1959 (Cestoda, Hymenolepididae) от бурозубок Берингии // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2007. № 4. С. 75–84.

**ПОСЛЕПОЖАРНЫЕ СУКЦЕССИИ КЕДРОВОСТЛАНИКОВЫХ (*Pinus pumila*)
СООБЩЕСТВ НА о. ЗАВЬЯЛОВА (Северное Охотоморье)**

В. Б. Докучаева

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: vbdok@ibpn.ru

**POST-FIRE SUCCESSION OF DWARF PINE (*Pinus pumila*)
COMMUNITIES ON ZAVYALOV ISLAND (Northern part of the Sea of Okhotsk)**

V. B. Dokuchaeva

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: vbdok@ibpn.ru

The formation of vegetation in the place of *Pinus pumila* thickets destroyed by a large fire that occurred on Zavyalov Island in 2009 is considered. Re-establishment of the vegetation cover started from the stage of open post-fire communities of pioneer mosses and grasses, which lasted for 2-3 years. There was active spreading of dwarf pine seeds by animals. Due to underground organs survived from the fire, shrubs such as Middendorf's birch, birch-leaved spirea and vegetatively regenerating shrubs (primarily cowberry) quickly started to grow. In the following period, dense sodding of mosses, mainly of *Polytrichum*, restraining the regeneration of dwarf pine shrubbery occurred over a large part of the burned area.

Остров Завьялова – самый крупный в Тауйской губе, расположен в 18 км от полуострова Кони и в 45 км от г. Магадан. Его площадь 116 км² (длина 21.4 км и ширина 7.5 км). Разнообразный рельеф острова, более мягкий и влажный климат, по сравнению с прибрежными районами Тауйской губы, определяют характер растительного покрова [1]. Вследствие исторических причин и складывающихся климатических условий на о. Завьялова отсутствует лиственница. Здесь преобладают заросли кедрового стланика и ольховника, березы Миддендорфа, гольцовые и тундровые сообщества, а также комплексы тундровой и низкорослой кустарниковой растительности. Локально распространены разнотравные и разнотравно-вейниковые луга, а также сообщества единственной лесной формации острова из березы шерстистой (*Betula lanata*) [2]. Несмотря на условия переувлажненного климата, характеризующегося большим количеством дней с туманом, почти повсеместно отмечаются следы пирогенного воздействия. Возникающие время от времени пожары в основном связаны с присутствием человека. Сообщества кедрового стланика, отличающиеся высокой пожарной опасностью [3, 4], страдают в первую очередь. В разных условиях произрастания кедровостланики острова значительно различаются структурой, размерами и возрастом. На приморских обрывах и склонах хребтов разных экспозиций, от уровня моря до гольцов, и на небольших приморских террасах распространены низкорослые заросли *Pinus pumila*. На широких водоразделах и выпуклых склонах средней крутизны в среднегорье центральной части острова произрастают густые труднопроходимые заросли кедрового стланика. Граница между каменноберезняками и кедровыми стланиками довольно резкая, но местами березовые рощицы как бы вклиниваются в кедровостланиковый пояс. Наряду со старовозрастными каменноберезняками, что поднимаются по бортам долин р. Малая Речка на высоте 270–300 м н. у. м., отмечены кусты-исполины *P. pumila*, впечатляющие своими размерами. Длина некоторых лежащих стволов и ветвей превышает 10 м, диаметр более 26 см, возраст их больше 100 лет. Такие крупные особи кедрового стланика встречаются в местах с благоприятными условиями увлажнения и трофики, при длительном отсутствии пожаров. Мощные возрастные кедровостланики, также как коренные каменноберезняки, хорошо сохраняются в переувлажненном климате о. Завьялова. Низкие ерники из березы Миддендорфа, занимающие значительные площади на склонах и выположенных террасах в средней и южной частях острова, являются, вероятно, одной из стадий послепожарной сукцессии.

Обширный пожар произошел в начале августа 2009 г. в междуречье Рассвета и Малой Речки в разгар вегетационного сезона. Особенно интенсивно горело в высокосомкнутых зарослях кедрового стланика. Огонь местами полностью уничтожил растительный покров, подстилку и органогенный горизонт почв. Не затронутыми огнем остались лишь поля каменистых осыпей и россыпей, лишенные сомкнутой растительности. На этих участках сохранились кусты *P. pumila* и другие, характерные для данных мест виды кустарников, кустарничков, трав (*Rosa acicularis*, *Spiraea betulifolia*, *Ledum palustre*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Saxifraga punctata*, *Dryopteris fragrans*, *Pennelanthus frutescens* и др.), а также лишайников и мхов. Местами сохранились кусты стланика, растущие среди зарослей ольховника (*Duschekia fruticosa*), занимающих влажные ложбины на склонах и вершине водораздела. В настоящее время – это фитоценозы с доминированием ольховника, с сохранившимися редкими кустами кедрового стланика, рябины бузинолистной, с густым высокотравьем из *C. langsdorffii*, *Chamaenerion angustifolium*, *Veratrum oxyssepalum*, *Aruncus dioicus* и др.

Возобновление растительного покрова началось в первый же год. Зарастала гарь пионерными видами мхов (*Ceratodon purpureum*, *Marschandia polymorpha*) и сосудистых растений (*Betula middendorffii*, *C. angustifolium*, *C. langsdorffii*). Было заселение кедрового стланика, семена которого заносились на горелые участки кедровкой и другими животными.

Влажные пониженные участки, также лучше сохранившиеся во время пожара, заняты прежними, характерными для этих мест сообществами из кустарничков (*Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Betula exilis*, *Salix fuscescens*, *S. saxatilis*, *Andromeda polifolia*), трав (*Carex lugens*, *Claytonia acutifolia*, *Scirpus maximoviczii*, *Pedicularis nasuta*, *P. labradorica*, *P. lapponica*, *Pinguicula spathulata* и др.) и мхов.

Большую часть горельника занимают пространства, где заросли кедрового стланика были почти полностью уничтожены. Спустя 10 лет эти участки плотно заросли мхами, главным образом р. *Polytrichum*. На сплошном моховом покрове произрастают невысокие кусты березы Миддендорфа, кустарнички (в основном брусника, багульник) и травы (*C. langsdorffii*, *C. angustifolium* и немногие другие). Кедровый стланик возобновляется слабо. Плотное задернение политриховыми мхами, по видимому, мешает его активному распространению в настоящее время.

Плохо зарастают выгоревшие крутые склоны, где произошли разрушение и смыл почвенного покрова. На остальных местах участие кедрового стланика постепенно возрастает. Распространение его неравномерное. Кусты разного возраста и размера – это сохранившиеся местами особи *P. pumila* допожарной генерации и молодые проростки, а также всходы стланика после пожара. В местах с лучшими условиями увлажнения и питания он разрастается шире, отмечается восстановление травяно-кустарничкового яруса кедровостланиковых ценозов. Повсеместно широко распространились кусты березы Миддендорфа и спиреи березолистной. Часто на склонах южных экспозиций, на хорошо прогреваемых участках встречаются невысокие (1–1.5 м) деревья березы шерстистой, семена которой распространяются ветром и легко закрепляются на гарях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шведов С. Д. Физико-географические условия // Остров Завьялова (геология, геоморфология, история, археология, флора и фауна). М. : ГЕОС, 2012. С. 8–33.
2. Мочалова О. А., Хорева М. Г., Докучаева В. Б. Очерк растительности // Остров Завьялова (геология, геоморфология, история, археология, флора и фауна). М. : ГЕОС, 2012. С. 81–103.
3. Тихомиров Б. А. Кедровый стланик, его биология и использование. М. : МОИП, 1949. 106 с.
4. Гроссет Г. Э. Кедровый стланик : Материалы к изучению и хозяйственному использованию. М. : МОИП, 1959. 143 с. (Материалы к познанию фауны и флоры СССР, издаваемые Московским обществом испытателей природы. Новая серия. Отд. ботанический; Вып. 12(20)).

О НЕОБХОДИМОСТИ ПИТОМНИКА РАСТЕНИЙ В г. МАГАДАНЕ

В. Б. Докучаева, А. Н. Полежаев, Н. А. Сазанова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: vbdok@ibpn.ru

ON THE NEED FOR A PLANT NURSERY IN MAGADAN

V. B. Dokuchaeva, A. N. Polezhaev, N. A. Sazanova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: vbdok@ibpn.ru

The history, current state, unrealized opportunities and prospects of plant nursery organization in Magadan are considered. The region needs a plant nursery as well as an arboretum and a botanical garden, with an up-to-date organization level of growing different plants and carrying out experimental and research work.

За 90-летнюю историю города вопрос о создании питомника для растений в Магадане возникал много раз. Впервые он поднимался в 1940-е гг. в связи с потребностью в восстановлении быстро истощающихся, разрушаемых рубкой и пожарами лесов области. Посадочный растительный материал требовался и для озеленения строящегося города, и для нужд зарождающегося здесь садоводства и огородничества. Проблемы решались непросто, сообразуясь с велениями времени, зачастую методом проб и ошибок, благодаря энтузиазму и усилиям многих замечательных личностей, подвижников своего дела. С 1935 г. на небольшом участке при Областном краеведческом музее высаживали деревья и кустарники местной флоры, а также некоторые виды интродуцентов. Сотрудники музея во главе с директором А. П. Хмелининым возделывали в открытом грунте различные овощи, а также плодово-ягодные растения, как культурные, так и дикорастущие. На крошечном участке земли около здания музея удалось создать одновременно и сад, и дендрарий, и питомник растений. Музей передал горожанам тысячи экземпляров саженцев плодовых и декоративных деревьев и кустарников, черенки смородины, усы земляники [1]. Небольшая территория дендрария Хмелинина не позволяла обеспечить всех желающих посадочным материалом. В 1952 г. музей выступил с инициативой создания ботанического сада и питомника по выращиванию декоративных и плодово-ягодных растений. Известный магаданский агроном-садовод В. И. Горазеев предложил для их организации территорию в долине р. Каменушка. В 1960–1980-е гг. – в период организации и постепенного расширения садоводства и огородничества в Магадане также неоднократно поднимался вопрос о необходимости создания питомника растений. Много усилий для этого прилагало Магаданское отделение Всесоюзного общества охраны природы. Небольшой питомник был создан в мкр. Солнечный. К сожалению, в 1990-е гг. он был уничтожен при расширении территории горнолыжной базы. Часть выращенных там елей и яблонь разошлась по окрестным дачным и приусадебным участкам. Создавались в Магадане и лесопитомники, в которых выращивали сеянцы и саженцы хвойных интродуцентов для искусственного лесоразведения, проводившегося наиболее планомерно и масштабно на территории области в 1970–1980-е гг. К концу 1980-х гг. искусственное восстановление лесов почти прекратилось. Перестали высаживать не только интродуценты, но и аборигенные лиственницы и кедровый стланик. До настоящего времени сохранился бывший питомник Магаданской Лесной опытной станции (ЛОС), где в 1970-е гг. выращивали разные виды рода *Picea*. Сегодня это небольшой массив прекрасных плодоносящих еловых деревьев. На нарушенных участках и на заброшенной пашне появились всходы и ювенильные особи елей, выросшие из семян местной генерации. Рядом есть посадки сосны обыкновенной и немногих других интродуцентов: яблони, боярышника даурского, акации желтой, кизильника черноплодного [2, 3]. В конце 1980-х гг. участок долины р. Дукча площадью 23 га признали подходящим для создания здесь ботанического сада. К сожалению, этот проект не был реализован. Также остались на бумаге пред-

ложения и решения региональных конференций по вопросам зеленого строительства, проходивших в Магадане в 1987 и 1989 г. Только в 2023 г. при содействии Областной общественной палаты были проведены публичные слушания по созданию лесопаркового зеленого пояса в мкр. Снежная Долина, куда вошел участок с посадками бывшего дендрария ЛЮС. Хочется верить, что это только первый шаг, и в дальнейшем здесь все-таки будет ботанический сад.

В озеленении Магадана по-прежнему используется ограниченный набор аборигенных видов деревьев и кустарников. Посадочный материал берется из природы. Ассортимент растений, высаживаемых в городе, может быть значительно расширен как за счет инорайонных видов, так и представителей местной флоры. Зеленое строительство Магадана носит зачастую случайный характер. При этом нередко из других регионов завозятся виды, которые произрастают и в нашей области. Как это было в далеком 1935 г., когда первые деревья для посадок (10 саженцев тополя душистого) привезли из Хабаровска. Вопросами озеленения часто занимаются собственники частных территорий и отдельные энтузиасты. Далеко не весь посадочный материал, поступающий в Магадан из мест с другими климатическими условиями, приживается. И все же разнообразие используемых в озеленении города кустарников и деревьев в последние годы довольно быстро увеличивается. Опыты по интродукции, проводившиеся в Магадане в середине прошлого века, говорят об успешной акклиматизации здесь кустарников акации желтой, сирени венгерской, жимолости татарской, смородины черной и др. Многолетние испытания в условиях Магадана успешно прошла черемуха Маака, но к сожалению, не получила широкого распространения. Ассортимент деревьев постепенно расширяется за счет хвойных пород. Участие их в озеленении города все более заметно [4]. Отрадно, что Магаданский комбинат зеленого хозяйства, который до последнего времени выращивал в своих теплицах исключительно рассады однолетников, впервые приступил к культивированию саженцев лиственницы и елей для озеленения города.

Искусственное компенсационное лесовосстановление на гарях и вырубках в Магаданской области проводят несколько коммерческих организаций сеянцами лиственницы сибирской, завозимыми из Иркутской области. По данным Министерства природных ресурсов и экологии, в 2022 г. было засажено 400 га, а в 2023 г. – 2100 га. Итоги осенней инвентаризации посадок 2022 г. показали, что их приживаемость примерно 65%. Ареал лиственницы сибирской охватывает Среднюю и Южную Сибирь. Природно-климатические условия Магаданской области неблагоприятны для ее произрастания. Она будет вытеснена аборигенными видами. Строительство постоянного лесопитомника, а при необходимости и временных для удаленных районов области, актуально при условии выращивания саженцев из районированных семян аборигенных видов деревьев, прежде всего главной породы – лиственницы Каяндера. Сложный вопрос рекультивации техногенных ландшафтов р. Верхней Колымы также требует решения. Содействие естественному зарастанию отвалов золотодобычи и использование в их рекультивации сеянцев и саженцев аборигенных видов не должны исключать друг друга, как и в практике восстановления лесов на гарях и вырубках в условиях Магаданской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Леонова А. В.* Ботанический сад музея // Краевед. зап. Магадан : Кн. изд-во, 1982. Вып. 12. С. 210–219.
2. *Докучаева В. Б.* Состояние культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в Магаданской области // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 2. С. 88–96.
3. *Докучаева В. Б., Докучаев Н. Е.* Виды елей в посадках в окрестностях г. Магадан // Вестник ДВО РАН. 2015. № 5. С. 78–82.
4. *Докучаева В. Б.* История и современное состояние озеленения города Магадана // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2022. № 4. С. 57–69.

ОХРАНА ВИДОВ-ДАЛЬНИХ МИГРАНТОВ ВОСТОЧНОАЗИАТСКО-АВСТРАЛАЗИЙСКОГО ПРОЛЕТНОГО ПУТИ НА МИГРАЦИОННЫХ ОСТАНОВКАХ ОХОТСКОГО МОРЯ

Д. С. Дорофеев^{1,2}, А. П. Иванов¹

¹ВНИИ Экология, Москва; e-mail: dmitrdorofeev@gmail.com

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва

CONSERVATION OF LONG-DISTANCE MIGRANTS OF EAST ASIAN-AUSTRALASIAN FLYWAY ON MIGRATION STOPOVERS OF THE SEA OF OKHOTSK

D. S. Dorofeev^{1,2}, A. P. Ivanov¹

¹VNII Ecology, Moscow; e-mail: dmitrdorofeev@gmail.com

²A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow

Number of the long-distance migratory waders of the East Asian-Australasian flyway are declining rapidly. The main cause is active reclamation of mudflats at key migration stopovers in the Yellow Sea. The decline is rapid and apparently it should be minimized at all stages of the annual cycle. At the beginning of southward migration, a large numbers of long-distance migrants form stopovers on the coast of the Sea of Okhotsk. A significant part of these species is listed in Red Book of the Russian Federation. At present, however, there are no special protected sites that are designed to protect key migratory stopovers of these species. We suggest creating several special protected sites at the Sea of Okhotsk as the main stopovers for the long-distance migrating waders on the western coast of Kamchatka, on Sakhalin and in the bays of the Khabarovskiy krai.

Кулики Восточноазиатско-Австралийского пролетного пути – одна из групп птиц, где наиболее стремительно сокращается численность. Основная причина – считается, что это следствие активной мелиорации литоралей на местах ключевых миграционных остановок в Желтом море, на побережье КНР и Республики Корея. В результате виды-дальние мигранты, использующие стратегию длительных перелетов, лишаются доступа к литоральям с высокой плотностью основной пищи – макрозообентоса. Уменьшение численности куликов идет стремительными темпами, и есть основания полагать, что такие потери надо минимизировать на всех этапах годового цикла.

В начале летне-осенней миграции ряд куликов-дальних мигрантов формируют крупные остановки на некоторых участках побережья Охотского моря. Значительная часть этих видов занесена в Красную книгу Российской Федерации. Однако в настоящее время нет ни одного ООПТ федерального значения, направленного на охрану крупных миграционных остановок этих птиц.

В данной работе к видам-дальним мигрантам мы относим в первую очередь большого песочника (*Calidris tenuirostris*), исландского песочника (*Calidris canutus*), большого веретенника (*Limosa limosa*), малого веретенника (*Limosa lapponica*), дальневосточного кроншнепа (*Numenius madagascariensis*). Отмечено, что в ряде случаев они формируют миграционные скопления на одних и тех же участках побережья Западной Камчатки, поэтому при выделении территорий для будущих ООПТ логично рассматривать эти виды одной группой.

К основным угрозам для миграционных остановок следует отнести браконьерство (зачастую непреднамеренное и социально одобряемое), потенциальные разливы нефтепродуктов, возможность формирования красных приливов. Браконьерство в подавляющем большинстве случаев приурочено к открытию сезона охоты, соответственно, можно оценить, какие половозрастные страты преимущественно попадают под пресс незаконной охоты. Под охрану в первую очередь необходимо относить непосредственно литорали и места отдыха птиц в период высоких приливов, т. к. на очень небольших участках могут скапливаться многотысячные стаи куликов разных видов в течение долгого времени.

Обсуждая создание ООПТ, отметим, что, с точки зрения российского законодательства, литорали относятся к морской территории, следовательно, здесь возможно основание ООПТ только федерального значения. Такие ООПТ в ряде случаев предпочтительнее, т. к. минимизируют возможность реформирования со стороны региональных властей, что произошло с некоторыми ООПТ бывшего Корякского автономного округа (к примеру, заказниками «Река Морошечная» и «Мыс Утхолок»). Обычно очень остро стоит вопрос закрытия охоты на подобных территориях. Считаем, что в данном случае надо организовывать сезонные федеральные заказники именно на время основной миграции упомянутых видов куликов.

Формирование сети ООПТ, направленной на охрану куликов, – процесс небыстрый, требующий всестороннего подхода и определения границ. В связи с этим хотелось бы обсудить самые перспективные участки для организации ООПТ. На данный момент есть обширный материал, собранный на крупных миграционных остановках Охотского моря. Кроме того, опубликованы данные спутникового мечения, добавляющие необходимую информацию об особенностях миграции этих видов. Так, было показано, что о. Сахалин практически не используется дальневосточным кроншнепом.

Говоря об основных миграционных остановках, нам кажется, что в первую очередь необходимо создавать ООПТ федерального значения в эстуарии рр. Хайрюзова, Белоголовая и Морошечная (Камчатский край), на заливах Помрь, Байкал (Сахалинская область), Счастье, Николая, Ульбанский (Хабаровский край). Но, безусловно, итоговый список территорий требуется сформировать после обсуждения со специалистами, работающими в этой тематике.

Несмотря на то что значительная часть видов-дальних мигрантов занесена в Красную книгу Российской Федерации, этот факт до сих пор остается неизвестным большей части охотников Охотоморского региона, что приводит к систематической добыче этих видов во время летне-осенней охоты. На сегодня есть только один способ изменить создающуюся ситуацию – продолжительные, многолетние кампании по обучению идентификации запрещенных к добыче видов.

На конференциях Рабочей группы по изучению куликов Северной Евразии и на Втором орнитологическом конгрессе поднимался вопрос об ограничении числа видов птиц, отнесенных к охотничьим ресурсам. Одной из действенных мер, направленных на охрану куликов-дальних мигрантов, будет ограничение видов куликов, отнесенных к охотничьим ресурсам, до видов, действительно играющих важную роль в любительской охоте. Это вальдшнеп (*Scrolopax rusticola*), бекас (*Gallinago gallinago*), дупель (*Gallinago media*), гаршнеп (*Lymnocyptes minimus*) и средний кроншнеп (*Numenius phaeopus*). Первые четыре вида – основные, на которых охотятся с подружейными собаками (легавыми и спаниелями), а охота на среднего кроншнепа с профилями традиционно распространена в Охотоморском регионе.

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ СОБОЛЯ

Е. А. Дубинин^{1,2}, А. С. Валенцев³

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail; edu@ibpn.ru

²Северо-Восточный государственный университет, Магадан

³Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

ON THE ISSUE OF FORECASTING OF SABLE POPULATION DYNAMICS

E. A. Dubinin^{1,2}, A. S. Valentsev³

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan; e-mail; edu@ibpn.ru

²North-East State University, Magadan

³Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

The relationship between population density and some demographic parameters of the Kamchatka sable population and the population size of forest voles, the main food of sable, is considered. It was revealed that the highest increases in the sable population are associated with peak abundance of forest voles. The population density of the sable follows the population density of its prey with a time lag of 1–1.5 years.

Изучение динамики численности популяций животных и механизмов ее регуляции остается одной из основных задач популяционной экологии. Особенно актуальна она в отношении видов, имеющих промысловое значение, поскольку тесно связана с прогнозированием изменения их численности и определением допустимых квот изъятия. В частности, это относится к таким ценным пушным видам, как соболь (*Martes zibellina* L.). Динамика численности популяций соболя в пределах видового ареала проявляет циклический характер. Подъемы и спады численности происходят с нестрогой периодичностью через 2–5 лет. Периодичность в динамике численности популяций соболя создает основу для кратко- и долгосрочных прогнозов ее изменений, а также выявления факторов, оказывающих сильное влияние на ее ход. Для практики промысла актуальными являются прогнозы на предстоящий охотничий сезон.

В основе краткосрочного прогнозирования изменения численности популяций соболя и определения квот допустимого изъятия лежат данные о послепромысловой плотности популяций и их потенциальному приросту, с учетом внешних факторов [1]. Благодаря этим прогнозам популяции соболя эксплуатировались без подрыва их воспроизводственных возможностей и в тоже время с более полным освоением промысловых запасов. Но в 1990-е гг. вместе с разрушением охотничьего хозяйства фактически распалась и система мониторинга популяций соболя. Поэтому контроль над фактической их численностью и тенденцией изменения в настоящее время утрачен [2].

В подобной ситуации, чтобы отслеживать, а возможно, и прогнозировать хотя бы относительные изменения численности популяций соболя, мы попытались пронаблюдать их связь с динамикой численности лесных полевок, как одного из основных факторов, влияющих на успех размножения соболя [3]. Данные по плотности и демографии камчатской популяции соболя [4] сопоставлялись со сведениями об обилии его животных и растительных кормов. Информация об этом была получена при обработке анкет охотников-промысловиков за 2001–2013 гг. (не менее 122 шт. ежегодно).

Соболь как вид обладает хорошо развитыми внутривидовыми механизмами регуляции плотности своего населения. Прирост популяции камчатского соболя определяется долей самок, участвующих в размножении ($r = 0.86$, $p < 0.05$). Тормозит процесс воспроизводства и способствует снижению численности популяции доля неполовозрелых особей – сеголетков. Между долей последних и потенциальным приростом популяции выявлена достоверная отрицательная корреляция ($r = -0.79$, $p < 0.05$). Подобная связь, очевидно, обусловлена высокой степенью выживаемости молодняка. Потенциальный прирост, определенный по промысловой выборке текущего года, и доля сеголетков в популяции следующего обнаруживают тесную положительную связь ($r = 0.68$, $p < 0.05$).

Как правило, успешность прохождения гона хищника в значительной степени зависит от состояния его кормовой базы, ее обилия и доступности. Поскольку у соболя гон проходит летом, а детеныши рождаются на следующий год весной, то, казалось бы, высокие приросты численности должны наступать в год, следующий за годом обилия кормов. Однако, как выяснилось [5], плодовитость камчатского соболя проявляет сильную отрицательную корреляцию ($r = -0.8$, $p < 0.05$) с летне-осенним обилием полевков. Отрицательную корреляцию с численностью полевков ($r = -0.46$, $p > 0.05$) демонстрирует и потенциальный прирост популяции соболя. Напротив, наиболее высокие фактические приросты его численности происходят именно в годы пиков обилия лесных полевков ($r = 0.68$, $p < 0.05$).

С 2000 по 2013 г. доля беременных самок в популяции камчатского соболя увеличивалась каждые три года: 2000, 2003, 2006, 2009, 2012 гг., приходясь на фазы депрессии или роста численности полевков. Самые высокие показатели фактического прироста в популяции соболя наступали на следующий год (2001, 2004, 2007, 2010, 2013 гг.), совпадая при этом с пиком численности лесных полевков. Вместе с тем отметим, что совмещение во времени максимальных приростов популяции соболя с пиками численности популяций лесных полевков не приводит к синхронизации плотности их популяций. Нарастание и падение численности соболя следуют за аналогичными изменениями численности полевков с временным лагом в 1–1.5 года.

Таким образом, мониторинг динамики численности популяций полевков поможет одновременно прогнозировать и динамику численности популяций соболя. При этом вопрос, как соболю минимум за год «предугадывает» наступление благоприятных кормовых условий для выведения потомства, остается открытым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монахов Г. И. Прогнозирование и планирование добычи соболя // Материалы к Всесоюзному научно-производственному совещанию по соболю. Киров, 1971. С. 18–26.
2. Турушев А. А. Проблемы государственного мониторинга охотничьих ресурсов в Российской Федерации (на примере Камчатского края) // Вестник охотоведения. 2022. Т. 19, № 1. С. 24–33.
3. Соколов Г. А. Экологические основы управления репродуктивным потенциалом соболя // Рациональное использование ресурсов соболя : Материалы 3 Всерос. науч.-производ. совещ., 11–14 авг. 1992 г., Дивногорск. Красноярск, 1992. С. 62–67.
4. Дубинин Е. А., Валенцев А. С. Динамика численности и демография популяции камчатского соболя *Martes zibellina kamtschadalica* Virula, 1918 // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы XIX междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию со дня рожд. чл.-корр. РАН И. А. Черешнева (Петропавловск-Камчатский, 14–15 нояб. 2018 г.). П.-Камчатский : Камчатпресс, 2018. С. 48–51.
5. Монахов Г. И., Кадырли М. Г. Анализ влияния некоторых факторов среды на потенциальную плодовитость соболя срединной популяции Камчатки (логическая схема для прогноза) // Биологические основы и опыт прогнозирования изменений численности охотничьих животных : Тез. докл. науч. конф., посвящ. памяти д-ра биол. наук И. Д. Кириса (6–8 апр. 1976 г.). Киров : ВНИИОЗ, 1976. С. 173–175.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПОЧВЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ЭМИССИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

А. А. Дымов, В. В. Старцев, А. Ф. Осипов, Ю. А. Дубровский, И. Н. Кутявин, Д. А. Севергина

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар;
e-mail: dymov@ib.komisc.ru; aadymov@gmail.com

INFLUENCE OF INTENSITY OF MECHANICAL TRANSFORMATION OF SOIL DURING WOOD HARVESTING ON THE RESTORATION OF VEGETATION, SOIL ORGANIC MATTER AND CARBON DIOXIDE EMISSION

A. A. Dymov, V. V. Startsev, A. F. Osipov, Yu. A. Dubrovskiy, I. N. Kutyaev, D. A. Severgina

Institute of Biology, Komi SC Ural Branch of RAS, Syktyvkar;
e-mail: dymov@ib.komisc.ru; aadymov@gmail.com

The results of a field experiment on the effect of different numbers of passes of logging equipment on soils, soil organic matter and changes in ecosystem parameters in the first three years after logging are presented. It has been revealed that cutting down forests removes 44% of the ecosystem's carbon. Soil carbon reserves remain the most stable, but the redistribution of carbon between mineral and organic horizons changes. Changes in the morphological, physicochemical properties of soils and soil organic matter during logging and subsequent reforestation are presented. The number of passes and the alignment of the trail ruts determine the characteristics of the subsequent reforestation process, changes in ground cover plants and the emission of carbon dioxide from the soil surface.

Бореальные леса – один из основных биомов России. Вместе с пожарами лесозаготовительные мероприятия стоят в ряду ведущих факторов трансформации лесных экосистем [1]. В крупных лесных регионах с начала XXI в. изменяются подходы к заготовке древесины. Заготовка древесины с помощью хлыстовой трелевки постепенно замещается сортиментной с использованием тяжелой лесозаготовительной техники. К настоящему времени работы, затрагивающие оценку воздействия форвардеров и харвестеров на почвы и последующее восстановление растительности для территории России, носят единичный характер. Бореальные леса аккумулируют значительные запасы углерода [2], сосредоточенные в почвах, фитомассе и крупных древесных остатках [3, 4]. Но при этом количественные оценки того, как влияет заготовка древесины на баланс углерода в экосистемах, практически отсутствуют. В связи с чем цель данной работы – оценить влияние современных лесозаготовительных мероприятий на отдельные компоненты углеродного цикла в лесных экосистемах и последующую сукцессионную смену растительности.

Исследования выполнены в подзоне средней тайги Республики Коми в 2020–2023 гг. Среднегодовая температура воздуха +0.4°C, среднемесячная температура в июле +16.7°C, в январе – -15.2°C. Количество осадков в год – 560 мм. На исследуемом участке изначально развивался смешанный хвойно-лиственный лес на подзолистой почве (2020 г.). В год, предшествующий рубке (лето 2020-го), были проведены комплексные исследования. В декабре 2020 г. произведена сплошная рубка древостоя. Были сформированы волока с тремя, десятью проездами форвардера. На части волоков после десяти проходов форвардера выравнивали колеи. Одновременно определяли изменения почв пасечных участков. В 2021–2023 гг. проводили ежемесячные мониторинговые наблюдения (с мая по октябрь) за состоянием различных компонентов экосистем. Более подробное описание полевого эксперимента мы представили ранее [5]. В рамках данной работы оценивали особенности лесовосстановления, изменений качественного и количественного состава растений напочвенного покрова, свойств почв и динамику эмиссии углекислого газа.

Выявлено, что в начальном этапе возобновления на отдельных технологических элементах вырубке заселение территории древесными растениями неравномерно. Отмечается преобладание в возобновлении мелколиственных пород. На участках вырубке, где выравнивали колеи, в первый и второй год после рубки возобновление отсутствует или идет слабо. На основании проведенных исследований можно констатировать, что выравнивание волоков не оказывает положительного влияния на эффективность естественного возобновления леса в первые три года.

На пасечных участках покрытие травяно-кустарничкового яруса восстановилось до исходных значений. При этом в составе сообществ произошли значительные изменения – ведущие позиции заняли светолюбивые виды, в первую очередь луговик. Мохово-лишайниковый покров был нарушен в меньшей степени, однако видовое разнообразие мхов на третий год сукцессии остается крайне низким – более чем в два раза ниже, чем в исходном сообществе. На волоках с выравниванием колеи возобновление растений почвенного покрова началось на третий год восстановительной сукцессии. Травяно-кустарничковый ярус на третий год сукцессии очень мозаичен, что, наряду с высоким уровнем видового разнообразия, может свидетельствовать о случайном характере формирования данных растительных группировок на этом этапе сукцессии. Мохово-лишайниковый покров в начальной стадии формирования и представляет собой небольшие участки, зарастающие *Polytrichum commune*.

В экосистеме исходного леса было сосредоточено $14.7 \text{ кгС}\cdot\text{м}^{-2}$. Значительная часть пулов углерода была сконцентрирована в составе фитомассы (62.4%). Метровая толща почвы (с учетом мощности подстилки) аккумулировала чуть больше трети запасов углерода (35.5%). Рубка леса приводит к значительному уменьшению и перераспределению запасов углерода в рассматриваемых компонентах экосистем. Общий запас углерода на вырубке $8.1 \text{ кгС}\cdot\text{м}^{-2}$. Показано, что в составе стволовой древесины с вырубке выносятся $6.6 \text{ кгС}\cdot\text{м}^{-2}$, это 44.8% от запасов углерода исходной экосистемы, или 71.79% от углерода биомассы древостоя. В экосистеме вырубке лишь 7.1% запасов углерода сосредоточены в составе лесной растительности. Запас углерода почвенного блока практически не изменяется при рубке, но при этом его вклад в общий пул углерода экосистемы увеличивается до 66.8%.

В первый год после рубки с дыханием пасечных участков в атмосферу поступило $470 \text{ гС}\cdot\text{м}^{-2}$, волоков – $184\text{--}534 \text{ гС}\cdot\text{м}^{-2}$, в зависимости от воздействия колесной техники, с большей величиной после трех проходов форвардера и меньшим значением на волоках с десятью проходами и последующим выравниванием колеи. Выявлено, что морфологические, физические и химические свойства почв претерпевают серьезные изменения как в результате воздействия лесозаготовительной техники, так и в ходе первых лет сукцессии. На третий год после рубки сохраняется перераспределение углерода и азота между минеральными и органогенными горизонтами почв. Установлено значительное увеличение содержания $\text{C}_{\text{общ}}$ и $\text{N}_{\text{общ}}$ в верхних турбированных горизонтах исследованных почв в первые годы после рубки, по сравнению с исходными минеральными горизонтами.

Таким образом, в ходе проведения мониторинговых исследований выяснилось, что современные лесозаготовительные мероприятия существенно влияют на основные компоненты экосистем. Вынос углерода с древостоем влияет на перераспределение углерода в основных пулах. Данные параметры необходимо учитывать при планировании лесохозяйственных мероприятий в бореальных лесах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-10007 (<https://rscf.ru/project/23-74-10007/>).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьмов А. А. Сукцессии почв в бореальных лесах Республики Коми. М. : ГЕОС, 2020. 318 с. <https://doi.org/10.34756/GEOS.2020.10.37828>.
2. Scharlemann J. P. et al. Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool // Carbon Management. 2014. Vol. 5, No. 1. P. 81–91. <http://dx.doi.org/10.4155/cmt.13.77>.
3. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов / Под ред. Н. В. Лукиной. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2018. 232 с.
4. Лиханова Н. В., Бобкова К. С. Пулы и потоки углерода в экосистемах вырубке ельников средней тайги Республики Коми // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 2. С. 91–100. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2019-2-091-100>.
5. Дьмов А. А. и др. Изменения почв и растительности при разном числе проездов колесной лесозаготовительной техники (средняя тайга, Республика Коми) // Почвоведение. 2022. № 11. С. 1426–1441. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22110028>.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МНОГОНОЖЕК-ГЕОФИЛОВ И МУХОЛОВОК (Chilopoda: Geophilomorpha, Scutigermorpha) В АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Ю. В. Дьячков

Алтайский государственный университет, Барнаул; e-mail: dyachkov793@mail.ru

DISTRIBUTION OF THE GEOPHILOMORPH AND SCUTIGEROMORPH CENTIPEDES (Chilopoda: Geophilomorpha, Scutigermorpha) IN ASIAN RUSSIA

Yu. V. Dyachkov

Altai State University, Barnaul; e-mail: dyachkov793@mail.ru

The distribution of the geophilomorph and scutigermorph centipede species in the Asian part of Russia is discussed. Lists of the species known from the north territories of Asian Russia, as well as anthropogenic introductions, are also provided.

Азиатская часть России (АР) простирается от Уральских гор до Тихого океана [1]; ее часто делят на три части: Западную и Восточную Сибирь, Дальний Восток. Западная Сибирь – область между Уралом и р. Енисей, а Восточная Сибирь – территория к востоку от р. Енисей до водораздельных хребтов, идущих параллельно побережью Тихого океана. Дальний Восток охватывает бассейны рек, впадающих в Тихий океан, а также Командорские, Шантарские, Курильские острова, о-ва Сахалин и Врангеля.

Первые данные о многоножках-геофилах (Geophilomorpha) рассматриваемой территории появились еще в середине XIX в. [2], а первые сведения о мухоловках (Scutigermorpha) – относительно недавно [3]. На сегодня фауна геофилов АР включает как минимум 39 видов из семейств Geophilidae, Schendylidae и Mecistocephalidae [4, 5], а фауна мухоловок – два вида из семейства Scutigerae [3, 5, 6].

Геофилы распространены в АР неравномерно: в Западной и Восточной Сибири известны, соответственно, 12 и 10 видов, а на Дальнем Востоке 30 видов [4, 5]. Мухоловки отмечены в Западной Сибири (*Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) [3] и *Thereuonema tuberculata* (Wood, 1862)) [5], последний вид есть и на Дальнем Востоке [6].

Геофилы и мухоловки исследуемой территории распространены в основном в границах умеренного климатического пояса. В северных районах (подразумеваем территории, которые охватывают субарктический и арктический пояса) встречаются некоторые виды геофилов. *Arctogeophilus glacialis* (Attems, 1909), *A. macrocephalus* Folkmanova & Dobroruka, 1960 и *A. sachalinus* Verhoeff, 1934 отмечены на Чукотском полуострове [7, 8, 9]. Стоит учитывать, что таксономический статус этих видов не пересматривался [4, 9, 10]. *Escaryus koreanus* Takakuwa, 1937 отмечен в подзоне северной тайги Красноярского края [11, 12], а *E. japonicus* Attems, 1927 – в бассейне верховий р. Колымы в Магаданской области [13].

Виды, известные из северных районов АР, распространены в основном в умеренном поясе. Так, *Escaryus japonicus* встречается от европейской части России до Дальнего Востока и Японии; этот вид есть также в Восточном Казахстане, Монголии, Северном Китае [4, 14]. *E. koreanus* распространен от Западной Сибири до Дальнего Востока, Северной Кореи и Японии, отмечен в Восточном Казахстане [4]. *Arctogeophilus macrocephalus* встречается от Закарпатья до Дальнего Востока России, приводился для Восточного Казахстана [4]. *A. glacialis* известен на Чукотском полуострове, Аляске и в Канаде, а *A. sachalinus* отмечен на Чукотском полуострове и в Приморском крае, а также на о. Сахалин [4].

Интродуцентами в рассматриваемой фауне считаются геофилы *Geophilus flavus* (De Geer, 1778) и *Tygarrup javanicus* Attems, 1929 [4], а также мухоловка *Scutigera coleoptrata* [3]. *Geophilus flavus* распространен в основном в Западной Палеарктике, а *Tygarrup javanicus* – в Индо-Малайской области [4]; в Западной Сибири эти виды встречаются в теплицах городов Барнаул и Томск [10, 15]. *Scutigera*

coleoptrata считается космополитным видом [16]; в Западной Сибири он отмечен в городах Барнаул, Новосибирск, Кемерово и в Усть-Коксинском районе Республики Алтай.

Исследование выполнено в рамках проекта FZMW-2023-0006 «Эндемичные, локальные и инвазивные членистоногие животные (Arthropoda) гор Южной Сибири и Центральной Азии: уникальный генофонд горячей точки биоразнообразия» государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР : азиатская часть : учебник для вузов. М. : Высш. шк., 1987. 447 с.
2. Gerstfeldt G. Ueber einige zum Theil neue Arten Platoden, Anneliden, Myriapoden und Crustaceen Sibiriens, namentlich seines ostlichen Theiles und des Amur-Gebiets // Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. 1859. No. 8. S. 259–296.
3. Nefediev P. S. et al. First record of *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) in the south of Western Siberia, Russia (Chilopoda: Scutigermorpha: Scutigeridae) // Biological Bulletin of Bogdan Chmelinskiy Melitopol State Pedagogical University. 2016. Vol. 6, No. 1. P. 428–432.
4. Dyachkov Yu. V., Bonato L. An updated synthesis of the Geophilomorpha (Chilopoda) of Asian Russia // ZooKeys. 2024. No. 1198. P. 17–54.
5. Nefediev P. S., Farzaliyeva G. Sh. New records of centipedes and millipedes from Khakassia, central Siberia, Russia (Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda) // Arthropoda Selecta. 2024. Vol. 33, No. 2. P. 160–170.
6. Dyachkov Yu. V. Thereuoneminae Verhoeff, 1905 (Chilopoda: Scutigermorpha: Scutigeridae), a new subfamily for the Russian fauna // Acta Biologica Sibirica. 2022. No. 8. P. 469–473.
7. Attems C. Die Myriopoden der Vega-Expedition // Arkiv för Zoologi. 1909. Vol. 5, No. 3. S. 1–84.
8. Курчева Г. Ф. Почвенные беспозвоночные советского Дальнего Востока. М. : Наука, 1977. 131 с.
9. Залеская Н. Т., Титова Л. П., Головач С. И. Фауна многоножек (Myriapoda) Подмосковья // Почвенные беспозвоночные Московской области : сб. статей. М. : Наука, 1982. С. 187–195.
10. Nefediev P. S., Tuf I. H., Farzaliyeva G. Sh. Centipedes from urban areas in southwestern Siberia, Russia (Chilopoda). Part 2. Geophilomorpha // Arthropoda Selecta. 2017. Vol. 26, No. 1. P. 8–14.
11. Рыбалов Л. Б. Зонально-ландшафтная смена населения почвенных беспозвоночных в приенисейском районе средней Сибири и роль температурных адаптаций в меридиональном (зональном) распределении беспозвоночных // Russian Entomol. Journal. 2002. Vol. 11, No. 1. P. 77–86.
12. Воробьева И. Г. и др. Зонально-ландшафтное распределение фауны и населения многоножек (Myriapoda) в бассейне р. Енисей // Изучение биологического разнообразия на Енисейском экологическом трансекте: Животный мир. М., 2002. С. 60–71.
13. Берман Д. И., Лейрх А. Н. Зимовка и холодоустойчивость беспозвоночных на северо-востоке Азии. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2019. 314 с.
14. Dyachkov Yu. V., Farzaliyeva G. Sh. An annotated checklist of Chilopoda from Mongolia // Ecologica Montenegrina. 2023. No. 64. P. 221–241.
15. Nefediev P. S. New records of geophilomorph centipedes (Chilopoda: Geophilomorpha) from natural and anthropogenic habitats of Siberia // Far Eastern Entomologist. 2019. No. 380. P. 23–28.
16. Фарзалиева Г. Ш., Овчанкова Н. Б., Дьячков Ю. В. Первая находка *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Chilopoda: Scutigermorpha, Scutigeridae) в Пермском крае (Средний Урал) // Вестник Пермского ун-та. Сер. Биология. 2023. № 4. С. 323–327.

АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ НА ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: НОВЫЕ ДАННЫЕ

О. Н. Ежов

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. акад. Н. П. Лавёрова УрО РАН, Архангельск; e-mail: olegezhik@gmail.com

APHYLLOPHOROID FUNGI ON THE ISLAND TERRITORIES OF THE ARKHANGELSK REGION: NEW DATA

O. N. Ezhov

N. P. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk; e-mail: olegezhik@gmail.com

Data on aphylloroid fungi on the island territories of the Arkhangelsk region are presented: occurrence, features of distribution and new data. The islands of the Solovetsky and Kiysky archipelagos as well as the Mudyugsky islands were under investigation. The woodlands of the islands represent the unique and valuable forest objects.

В таежной зоне афиллофороидные грибы важный компонент гетеротрофного блока лесных экосистем. Они участвуют в процессах биологического разложения древесины и в почвообразовании, создают условия для естественного лесовозобновления.

Островные биоты чрезвычайно разнообразны, тесно связаны с условиями формирования островов и не имеют ни одной черты, которая была бы свойственна всем островам без исключения. Очевидно, что разнообразие биоты острова зависит от его происхождения, возраста, размеров, удаленности от материка и характерных ему природных условий.

В настоящее время изучение и анализ островных биот – активно развивающийся раздел биогеографии. Островные экосистемы способствуют сохранению и поддержанию биоразнообразия. Считается, что островные биоценозы беднее по видовому составу растений в сравнении с материковыми [1]. Есть мнение, что островные биоты характеризуются обилием неизвестных на материках видов, своеобразием флоры и фауны и более простой структурой экосистем [2].

Острова Кийского архипелага расположены в юго-восточной части Онежского залива Белого моря, в 15 км к северо-западу от г. Онега. Длина наиболее крупного Кий-острова немного меньше 3 км, ширина – от 100 до 500 м. Общая площадь архипелага 61.1 га, площадь его лесов 35.6 га.

Соловецкий архипелаг известен и привлекает внимание историко-архитектурными ценностями, а также уникальными природными условиями. Он расположен в западной части Белого моря и

Таблица 1. Распределение видов по субстратной приуроченности

Субстрат	Соловецкий архипелаг	Кийский архипелаг	Остров Мудьюгский
Ель сибирская (<i>Picea obovata</i>)	122 (+5)	3 (0)	3 (+3)
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	68 (+2)	70 (+3)	38 (+22)
Береза (<i>Betula</i> sp.)	92 (+5)	12 (0)	9 (+9)
Осина (<i>Populus tremula</i>)	89 (+3)	12 (+1)	9 (+8)
Можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i>)	12 (+1)	16 (0)	7 (+5)
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i>)*	6 (0)	–	–
Сосна кедровая сибирская (<i>Pinus sibirica</i>)*	16 (+2)	–	–
Ива (<i>Salix</i> sp.)	44 (+3)	35 (+4)	2 (+2)
Ольха серая (<i>Alnus incana</i>)	7 (+2)	39 (+3)	3 (+3)
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i>)	44 (+2)	15 (+3)	8 (+6)
Почва (Soil)	40 (+3)	9 (0)	10 (+9)
Плодовые тела базидиомицетов (Basidiome)	23 (0)	2 (0)	0
Листья (Leaves)	6 (0)	1 (0)	0
Шишки	1 (+1)	0	1 (+1)0
Всего видов (Total)	322 (+10)	175 (+7)	80 (+57)

состоит из шести крупных (Большой Соловецкий, Анзерский, Большая и Малая Муксалма, Большой и Малый Заяцкий) и более 100 малых островов общей площадью 347 км².

Остров Мудьюгский песчаный, низменный, средняя часть покрыта кустарником и хвойным лесом. Восточный и южный берега безлесные и сплошь покрыты дюнами, поросшими мхом и травой. Длина около 12 км, ширина 1–3 км, площадь около 30 км².

На сегодня для Соловецкого архипелага известны 322 вида афиллофоровых грибов, для Кийского – 175, для о. Мудьюгский – 80. Распределение видов по субстратной приуроченности представлено в таблице 1.

Таблица 2. Распределение афиллофоровых макромицетов по эколого-морфологическим характеристикам, географическим элементам в зависимости от места сбора

Показатель	Соловецкий архипелаг	Кийский архипелаг	Остров Мудьюгский	Архангельская область
Возраст плодовых тел				
Однолетние	76.6	74.0	82.7	84.8
Од. зимующие	8.7	9.3	13.0	5.7
Многолетние	14.7	16.7	4.3	9.5
Гидроморфы				
Гигрофил	29.7	29.3	26.6	29.9
Ксерофил	15.6	17.8	26.6	11.3
Мезофил	54.7	52.9	46.8	58.8
Географическая приуроченность				
Биполярный	12.4	10.4	12.6	9.3
Голарктический	20.6	16.2	12.6	22.4
Евразийский	0.6	0.6	1.3	1.2
Евроамериканский	1.9	4.0	3.8	6.1
Европейский	6.1	6.9	5.1	9.8
Циркумглобальный	58.4	61.9	64.6	48.7
Тип гнили				
I	12.5	11.9	13.3	12.4
II	71.0	69.4	65.9	67.4
III	16.5	18.7	20.8	19.6

В таблице 2 показано распределение афиллофоровых макромицетов.

Подавляющее большинство видов грибов на островных территориях однолетние, приуроченные к сообществам, которые испытывают смягчающее влияние крон, но тяготеют в рамках подкрупных пространств к участкам с максимальной относительной влажностью воздуха и наиболее обводненным субстратом, имеющие широкий ареал распространения. Распределение по типам гнили указывает на доминирование грибов, вызывающих белую гниль.

Только на островах Соловецкого архипелага были отмечены: *Crustoderma longicystidium*, *Heteroradulum deglubens*, *Hyphoderma obtusifforme*, *Mycoaciella bispora*, *Oxyporus obducens*, *Paullicorticium ansatum*, *Phanerochaete jose-ferreirae*, *Phellodon melaleucus*, *Radulomyces copelandii*, *Ramaria obtusissima*, *Scytinostromella heterogenea*, *Trechispora invisitata*, *T. praefocata* и *T. Stevensoni*; только на Кийском архипелаге – *Amylocorticium suaveolens*, *Athelia phialophora*, *Atheloderma orientale*, *Hyphoderma roseocreteum*, *Niemelaea balaenae*, *Odonticium septocystidia*, *Ramariopsis subtilis*, *Spongiporus perdelicatus*, *Trametopsis cervina* и *Tyromyces lacteus*, а на о. Мудьюгский – *Jaapia argillacea*, *Lindtneria leucobryophila*, *Peniophora piceae*, *Phellodon confluens* и *Phlebia albomellea*.

На территориях зарегистрированы индикаторные виды, которые являются индексами старых и девственных еловых и сосновых лесов [3]. Соответственно, 24, 13, 8 и 9, 7, 2 вида. Редкие и индикаторные виды приурочены преимущественно к старым лесам, чувствительны к изменениям лесной среды и поэтому требуют продолжения мониторинга.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-10030 «Изучение биоразнообразия растительного покрова на островах Белого моря как научная основа для развития территорий в условиях меняющегося климата» (госрегистрация № 123061500040-0).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашин В. И. Особенности флоры острова Мудьюг и Кийского архипелага // Социально-экономические проблемы европейского Севера : Межвуз. сб. науч. тр. Архангельск : АГПИ, 1991. С. 140–145.
2. Абдурахманов Г. М. и др. Биогеография. Серия: Высшее образование. М. : Академия, 2003. 480 с.
3. Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset käävät Suomessa. Helsinki, 1996. 184 p.

ПРЯМОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ (Orthoptera) ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕНО-ВИЛЮЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (Центральная Якутия)

Ю. В. Ермакова, Е. Н. Никифорова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: yermakova68mail.ru

ORTHOPTERA OF PROTECTED TERRITORIES OF THE LENO-VILYUISKY INTERFLUVE (Central Yakutia)

Yu. V. Ermakova, E. N. Nikiforova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: yermakova68mail.ru

The results of studies of Orthoptera insects in protected areas of the Lena-Vilyui interfluve are presented. It is shown that the communities of Orthopteran insects of the Kharyyalakhsky Resource Reserve and the Nature Park Sinyaya differ in structure and composition of dominants.

До настоящего времени целенаправленные исследования прямокрылых насекомых охраняемых территорий Лено-Виллюйского междуречья не проводились. Материалом для настоящей публикации послужили сборы автора на территории базы «Озерная» (ПП «Синяя») в 2018 г. и в окрестностях главной усадьбы РР «Харыялахский» в 2023 г. Также был использован небольшой материал из устья р. Синяя (о. Дьам Арыы), предоставленный А. П. Бурнашевой, и сборы А. П. Бурнашевой (2016 г.) и Е. Н. Зыкова (2017 г.) на территории РР «Харыялахский».

Ресурсный резерват «Харыялахский» расположен в Лено-Виллюйском междуречье в пределах Центрально-Якутской равнины в водораздельной зоне верховий р. Кенкеме и ее притоков. На его территории развит аласно-таежный ландшафт с крупными озерами. Основную часть территории резервата занимают среднетаежные лиственничные леса с голубикой и багульником. На водораздельных пространствах распространены лисохвостовые, тростянковые и бескильничевые аласные луга, на сухих участках аласов – твердоватоосочковые степи. Природный парк «Синяя» расположен в южной части Лено-Виллюйского междуречья, в бас. р. Синяя. Здесь господствуют лиственничные леса с небольшим участием сосновых лесов. На водоразделах распространены злаковые и осоковые луга. В надпоймах и на склонах коренных берегов встречаются участки реликтовой степи [1].

ПП «Синяя». Всего на территории природного парка выявлены 17 видов прямокрылых насекомых (см. таблицу) из двух семейств – Tettigoniidae (2) и Acrididae (15). Большинство видов широко распространены в Палеарктике; узкоареальная часть фауны представлена даурско-притихоокеанским *Podismopsis jacuta* Miram, 1928 и притихоокеанским *Pod. genicularis* (Shiraki, 1910). В период проведения исследований сообщества прямокрылых насекомых природного парка характеризовались средним уровнем видового богатства (до 8 видов) и низким суммарным обилием (32–66 экз./ч). В устье р. Синяя на о. Дьам Арыы на влажных лугах преобладала зеленая травянка (*Omocestus viridulus* (Linneus, 1758)), на более сухих встречались широкие ксерофилы – сибирская кобылка (*Gomphocerus sibiricus*) и *Glyptobotrus maritimus jacutus* (Storozhenko, 2002). Всего в островной части обнаружены 8 видов из семейства Acrididae.

На разнотравных лугах в окрестностях базы «Озерная» доминировала *Prumna primnoa* из подсемейства Melanoplinae, связанная с широколиственным разнотравьем, в сочетании с *Pseudochorthippus montanus* и *Chrysochraon dispar*. На злаковых и злаково-разнотравных лугах встречались сообщества с доминированием двух близких видов – *Chorthippus intermedius* и *Pseudochorthippus montanus* в сопровождении мезофильных *Chrysochraon dispar* и *Metrioptera brachyptera*, иногда *Zubovskya koeppenii*. Эти со-

Видовой состав прямокрылых насекомых охраняемых территорий Лено-Виллойского междуречья

Насекомые	ПП «Синяя»			РР «Харыялахский»		
	Опушка	Луг	Болото	Алас	Пастбище	Опушка
Сем. Tettigoniidae						
<i>Gampsocleis sedakovii</i> (Fischer-Waldheim, 1846)	–	–	–	–	–	+
<i>Decticus verrucivorus</i> (Linneus, 1758)	+	+	–	+	+	+
<i>Montana montana</i> (Kollar, 1833)	–	–	–	+	–	+
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Linneus, 1761)	+	+	–	–	–	+
<i>Bicolorana roeselii</i> Hag.	–	–	–	–	–	+
Сем. Tetrigidae						
<i>Tetrix subulata</i> (Linneus, 1761)	–	–	–	+	–	+
Сем. Acrididae						
<i>Melanoplus frigidus</i> (Boheman, 1846)	–	+	–	–	–	–
<i>Prumna primnoa</i> (Fischer-Waldheim, 1833)	–	+	–	+	–	+
<i>Zubovskya koeppeni</i> (Zubowsky, 1900)	–	+	–	+	–	–
<i>Arcyptera fusca</i> Pallas, 1773	–	–	–	–	–	+
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	–	–	–	+	–	–
<i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1835)	+	+	–	–	–	–
<i>Glyptobotrus maritimus jacutus</i> (Storozhenko, 2002)	–	+	–	–	–	+
<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linneus, 1767)	–	+	–	+	+	+
<i>Omocestus viridulus</i> (Linneus, 1758)	–	+	+	+	–	–
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	–	+	–	+	+	–
<i>Podismopsis genicularis</i> (Shiraki, 1910)	+	–	–	–	–	–
<i>Podismopsis jacuta</i> Miram, 1928	+	+	–	–	–	–
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)	+	+	–	+	+	+
<i>Ch. intermedius</i> (Bey-Bienko, 1926)	+	+	–	–	–	–
<i>Ch. fallax</i> (Zubowsky, 1900)	–	–	–	+	+	–
<i>Pseudochorthippus montanus</i> (Charpentier, 1825)	+	+	–	+	+	+
<i>Ps. parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	–	–	–	+	–	–
<i>Stethophyma grossum</i> (Linneus, 1758)	–	–	+	+	–	–
<i>Bryodemella tuberculata</i> (Fabricius, 1775)	+	–	–	–	–	–

общества отличались наиболее высоким уровнем общего разнообразия, максимальное значение индекса Шеннона было 1,92. На осоково-сфагновых болотах попадалась болотная кобылка (*Stethophyma grossum*). Сообщества с доминированием степного *Glyptobotrus maritimus jacutus* в сопровождении *Chorthippus albomarginatus* и *Bryodemella tuberculata* характерны для остепненных злаковых опушек сухих постпирогенных сосновых лесов.

РР «Харыялахский». В травянистых биотопах ресурсного резервата обнаружены 19 видов прямокрылых насекомых из трех семейств – Tettigoniidae (5), Tetrigidae (1) и Acrididae (16). Как и в ПП «Синяя», преобладали широко распространенные виды, но в узкоареальной части фауны; помимо даурско-притихоокеанских, были представлены европейско-восточносибирские (*Montana montana*) и европейско-среднесибирские (*Pseudochorthippus parallelus*) виды, для которых по территории Центральной Якутии проходит северо-восточная граница ареала. Максимальные показатели видового (по 9 видов) и общего разнообразия (индекс Шеннона 1,63–1,84) наблюдались на разнотравных опушках и средних поясах крупных аласов. Суммарное обилие варьировало от 20 экз./ч на наиболее влажных заболоченных лугах до 279 экз./ч на ксеромезофитных поясах аласов. В большинстве аласных сообществ доминировала белополосая кобылка, доля которой в самых благоприятных биотопах могла достигать 90%. На опушках и лесных полянах преобладал зеленчук короткокрылый (*Euthystira brachyptera*), иногда в сочетании с крупным представителем семейства кузнечиков (*Decticus verrucivorus*).

Кластерный анализ для соотношения видов по долям показал значительную обособленность сообществ природного парка «Синяя» и ресурсного резервата «Харыялахский». Группировки, населяющие травянистые ландшафты ресурсного резервата, по структуре и составу доминантов характерны таежно-аласным ландшафтам Центральной Якутии, где практически во всех типах лугов господствует белополосая кобылка (*Chorthippus albomarginatus*), основной вредитель сельского хозяйства в Якутии [2]. Более своеобразные сообщества прямокрылых ПП «Синяя» являются связующим звеном между фаунами Центральной и Юго-Западной Якутии.

Работа выполнена в рамках базового проекта «Причинно-следственные основы динамики почвенного покрова и наземных экосистем криолитозоны на территории распространения легких пород в Центральной Якутии для разработки фундаментальных основ охраны квазиравновесных криоксерогенных территорий» (код научной темы: FWRS-2021-0026; госрегистрация в ЕГИСУ: № АААА-А21-121012190036-6).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Захарова В. И.* Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии. Новосибирск : Наука, 2014. 180 с.
2. *Ермакова Ю. В., Бурнашева А. П.* Структура и пространственное распределение сообществ прямокрылых насекомых (Orthoptera) таежно-аласных ландшафтов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия). Ч. 1. Сообщества прямокрылых Тюнгилюнской террасы // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2022. Т. 27, № 3. С. 405–414.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.102.103

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕМОСПОРИДИЙ (Apicomplexa, Haemosporida) ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ БЕЛОГО МОРЯ

М. М. Ерохина^{1, 2}, Е. В. Платонова¹, А. А. Давыдов¹, А. Л. Мухин¹

¹Биологическая станция «Рыбачий» Зоологического института РАН,
Калининградская область, Рыбачий
e-mail: erokhina.marija96@gmail.com

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

PREVALENCE AND GENETIC DIVERSITY OF HAEMOSPORIDIAN PARASITES (Apicomplexa, Haemosporida) IN PASSERINE BIRDS OF THE WHITE SEA

M. M. Erokhina^{1, 2}, E. V. Platonova¹, A. A. Davydov¹, A. L. Mukhin¹

¹Biological Station Rybachy of Zoological Institute RAS, Rybachy;
e-mail: erokhina.marija96@gmail.com

²Lomonosov Moscow State University, Moscow

Avian haemosporidian parasites (Haemosporida) are widespread among passerine birds. While long considered benign, detailed studies revealed severe consequences, including tissue/organ damage and mortality. Climate change exacerbates the spread of blood-sucking vectors of haemosporidian parasites from southern tropical regions into new northern regions. In our study, we focused on the diversity of three most prevalent haemosporidian parasite genera infecting birds in the White Sea region: *Plasmodium*, *Haemoproteus*, and *Leucocytozoon*. We found haemosporidian parasites in 60% of sampled passerine birds, with prevalent co-infections, necessitating further genetic analysis. Despite challenges and a small sample size, we identified unique parasite lineages underscoring the need for ongoing research. Additionally, we identified seven malaria genetic lineages in 11 birds from five species, with three lineages likely originating from tropical Africa. Our findings highlight the importance of monitoring haemosporidian parasites spread in northern avian populations, especially amid changing environmental conditions.

Гемоспоридии птиц чрезвычайно распространены и обнаружены среди всех отрядов птиц. Наиболее широко они представлены тремя родами: *Plasmodium*, *Haemoproteus* и *Leucocytozoon*. Из-за их частой встречаемости очень долго считалось, что инфекция гемоспоридиями доброкачественная и не приводит к серьезным негативным последствиям. Однако после детального изучения последствий гемоспоридиозов у птиц в контролируемых экспериментальных условиях стало понятно, что высокий уровень паразитемии и формирование тканевых стадий во внутренних органах могут вызывать тяжелые поражения и даже приводить к гибели инфицированных птиц [1]. Особенно опасна ситуация, когда вид птицы встречается с «новым» для него видом паразита. Печальный пример этого – массовое вымирание эндемичных видов птиц Гавайских островов после того, как туда вместе с человеком проник возбудитель малярии – паразит из рода *Plasmodium* [2].

В последние годы активно обсуждается проблема изменения климата и влияние этого процесса на распространение гемоспоридий из тропических регионов в северные [3]. Одним из главных препятствий расширению ареала трансмиссии гемоспоридий является отсутствие компетентных векторов. Однако мониторинг по изучению изменения границ ареалов кровососущих двукрылых, компетентных переносчиков, крайне сложен и требует много времени [4]. Тем не менее наблюдать за эпидемиологической обстановкой в популяциях диких птиц северных регионов Палеарктики, и, в частности, птиц, обитающих в Северной Европе, позволяют исследования их генетического разнообразия и уровней зараженности [5].

На сегодня благодаря морфологическому анализу идентифицированы более 250 видов птичьих гемоспоридий. С развитием молекулярно-генетических методов стало понятно, что наши представления об истинном разнообразии гемоспоридий все еще крайне поверхностны. База данных по птичьим гемоспоридиям «MalAvi», в которой хранятся все известные на данный момент последователь-

ности митохондриальной ДНК в участке гена цитохрома *b*, уже содержит более 3600 уникальных последовательностей, многие из них еще не отнесены ни к одному из описанных морфовидов гемоспоридий [6].

Цель нашей работы – исследование генетического разнообразия гемоспоридий воробьинообразных птиц (*Passeriformes*), обитающих на западном берегу Белого моря. В июне-июле 2022 и 2023 г. на территории Биологической станции «Картеш» ЗИН РАН мы отлавливали с помощью паутинных сетей местных гнездящихся птиц. Были собраны образцы крови от 168 ос. воробьиных птиц (25 видов из 10 семейств). Наличие инфекции оценивали как с помощью микроскопии мазков крови, так и методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с амплификацией гена *cyt b* паразита. Гемоспоридий нашли у 60% птиц (101 особь). Наиболее распространенные паразиты из родов *Haemoproteus* и *Leucocytozoon* (соответственно, 58 и 74 зараженные особи).

Инфицированность паразитами рода *Plasmodium* была ниже: у 11 птиц мы обнаружили малярию. У 26% птиц (44 особи из 168) выявлена коинфекция, представленная преимущественно паразитами родов *Haemoproteus* и *Leucocytozoon*. При одновременном инфицировании птицы паразитами *Plasmodium* и *Haemoproteus* для точной идентификации их генетических линий требуется дополнительный анализ. Всего таких случаев миксинфекций мы обнаружили 10. У 10 других птиц мы получили слишком слабый сигнал продукта амплификации, что не позволило установить принадлежность этих паразитов к конкретной генетической линии. К настоящему времени нам удалось идентифицировать 6 генетических линий паразитов из рода *Haemoproteus* и 21 линию паразитов рода *Leucocytozoon*, из которых 4 оказались уникальными и не совпали ни с одной из известных на сегодня последовательностей участка гена *cyt b*, хранящихся в базе «MalAvi», и 7 генетических линий паразитов рода *Plasmodium*. Малярию мы нашли у 11 птиц, относящихся к пяти видам, три из них африканские мигранты и, с большой вероятностью, были инфицированы на местах зимовок в Африке. Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований разнообразия и распространенности гемоспоридий в северных популяциях гнездящихся птиц, особенно в свете меняющихся климатических условий среды обитания.

Проект выполняется при поддержке госзадания ЗИН РАН № 122031100261-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Avian malaria parasites and other haemosporidia* / Ed. G. Valkiunas. CRC press, 2004. 946 p.
2. Paxton K. L. et al. Gene expression reveals immune response strategies of naïve Hawaiian honeycreepers experimentally infected with introduced avian malaria // *Journal of Heredity*. 2023. Vol. 114, No. 4. P. 326–340.
3. Ortega-Guzmán L. et al. Climate predictors and climate change projections for avian haemosporidian prevalence in Mexico // *Parasitology*. 2022. Vol. 149, No. 8. P. 1129–1144.
4. Garamszegi L. Z. Climate change increases the risk of malaria in birds // *Global Change Biology*. 2011. Vol. 17, No. 5. P. 1751–1759.
5. Van Hemert C. et al. Prevalence and diversity of avian blood parasites in a resident northern passerine // *Parasites & Vectors*. 2019. Vol. 12. P. 1–16.
6. Fecchio A. et al. Evolutionary ecology, taxonomy, and systematics of avian malaria and related parasites // *Acta Tropica*. 2020. Vol. 204. Art. 105364.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.104.105

ЛИШАЙНИКИ ТУНДРОВЫХ СООБЩЕСТВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИОХОТЬЯ (Магаданская область)

Е. В. Желудева

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: elena.zheludeva.88@mail.ru

LICHENS OF TUNDRA COMMUNITIES OF THE NORTHEASTERN PRIOKHOTYE (Magadan region)

E. V. Zheludeva

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: elena.zheludeva.88@mail.ru

The lichen flora of various types of tundra of the North-Eastern Okhotsk region has been studied. Information is provided on the most typical species and genera of lichens for wet sedge-cotton grass hummocks and dry shrub-lichen tundras. In total, 47 species of lichens have been found in the damp tundra, 30 of which belong to the subepigeids. In dry mountain tundras, 139 species of lichens have been identified, most of which also belong to the subepigeids. The most interesting from the point of view of lichenology are the dryad tundras, characterized by a unique species composition of lichens. 48 species of lichens belonging to various ecological and substrate groups have been identified here.

Под Северо-Восточным Приохотьем понимается примыкающая к Охотскому морю территория (от устья р. Охота до устья р. Пенжина), отделенная горными массивами Охотско-Колымского водораздела от Колымского бассейна [1]. Область эта отличается большим разнообразием условий обитания, что объясняется сочетанием горных хребтов и плато (с неоднородным рельефом, глубоко врезанными речными долинами и выраженными высокогорьями), приморских равнин, скалистых островов и полуостровов, далеко вдающихся в море. В Северо-Восточном Приохотье выделяются две основные группы тундровых сообществ – сырые осоково-пушицевые кочкарные и сухие кустарничково-лишайниковые тундры.

Сырые осоково-пушицевые кочкарные тундры наиболее характерны для равнинных ландшафтов, где часто образуют комплексы с болотами и озерами, а также разобщенными участками встречаются в зоне редкостойной лиственничной тайги, в приустьевых частях рек, межгорных прогибах, на пологих склонах и шлейфах гор, водоразделах, плохо дренированных плато до высоты 500–800 м н. у. м.

Сырые кочкарные моховые и мохово-лишайниковые кустарничковые тундры исследованы в долинах рр. Кава (озера Няша, Чукча), Хаянджа, Армань, Ланковая (оз. Киси), Гижига, Малая Гарманда. Обычно в низинах таких тундр хорошо развит моховой покров, а на более дренированных выпуклых местоположениях – лишайниковый. В сырых тундрах обнаружены 47 видов лишайников, из них 30 относятся к субэпигеидам. Это представители родов *Alectoria*, *Arctocetraria*, *Cetraria*, *Cladonia*, *Flavocetraria*, *Peltigera*, *Thamnolia*. Наличие кустарничков, а также редко встречающихся кустарников объясняет нахождение в тундрах эпифитных лишайников *Arctoparmelia incurve* (Pers.) Hale, *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach., *Imshaugia aleurites* (Ach.) S. L. F. Mey., *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau, *Tuckermannopsis ciliaris* (Ach.) Gyeln., виды родов *Vulpicida* и *Parmeliopsis*. На **возвышенных участках** мохово-лишайниковых тундр на отмерших веточках, растительных остатках обнаружены *Cladonia macilenta* Hoffm., *C. botrytes* (K. G. Hagen) Willd., на мхах – *Icmadophila elveloides* (Weber) Hedl., *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lynge.

Существенно меняется состав и увеличивается количество видов лишайников в сухих тундрах. Комплексы сухих кустарничково-лишайниковых тундр есть на дренированных участках морских террас, распространены на плато в высокогорьях, характерны для нижней части горно-тундрового пояса, где представлены различные варианты переходов от типичных горных тундр к сообществам подгольцового типа – зарослям кедрового стланика.

В кустарничковых горных тундрах участие лишайников в напочвенном покрове незначительно. На горных склонах и более низких гипсометрических уровнях (старые береговые валы, речные и приморские террасы) встречаются варианты кустарничковой тундры с доминированием только одного вида кустарничков; например, вороничные (шикшовники) или брусничные тундры (долины рр. Армань и Яна). В таких тундрах обычны *Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal., *Asahinea chrysantha* (Tuck.) W. L. Culb. et C. F. Culb., *Bryocaulon divergens* (Ach.) Kärnefelt, *Cetraria islandica* Vain., *C. laevigata* Rass., *C. nigricans* Nyl., *Cladonia amaurocraea* (Flörke) Schaer., *C. rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Ach. ex Schaer. и различные виды родов *Peltigera*, *Stereocaulon*, *Flavocetraria*. Лишайники не создают сплошного покрова, а попадают отдельными талломами или небольшими куртинками.

Кустарничково-лишайниковые щебнистые горные тундры занимают плато в высокогорьях, встречаются на дренированных участках морских террас. В Северо-Восточном Приохотье такие тундры исследованы на Охотско-Колымском водоразделе (перевалы Гусакова и Яблоневого, Ольское плато, Килганские горы, окрестности пос. Талая) и в Приохотье (верховья рр. Дукча и Окса, п-ов Старицкого, м. Атарган, долины рр. Гижига, Наяхан, Большая и Малая Гарманда). В зависимости от плотности травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова меняется и количество видов лишайников. Обычны в таких тундрах кустистые лишайники *Alectoria ochroleuca*, *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula* Ahti, *Cetraria islandica*, виды родов *Flavocetraria*, *Peltigera*, *Stereocaulon*.

В сухих горных тундрах выявлены 139 видов лишайников, из которых большая часть относится к субэпигеидам – 49. Наличие мелких камешков и редких камней среднего размера объясняет пополнение лишенофлоры эпилитными видами родов *Asahinea*, *Calvitimela*, *Candelariella*, *Chrysothrix*, *Lecanora*, *Melanelia*, *Parmelia*, *Porpidia*, *Rhizocarpon*, *Tremolecia*, *Umbilicaria*. На участках с обнаженной почвой (норы животных, вывороченные корни, тропы) селятся *Arthrorhaphis citrinella* (Ach.) Poelt, *Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert., *Dibaeis baeomyces* (L. f.) Rambold et Hertel, *Solorina bispora* Nyl., *S. crocea* (L.) Ach., *Vulpicida tilesii* (Ach.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai. На мелкоземной почве обнаружены *Collema pulcellum* Ach., *Physconia muscigena* (Ach.) Poelt, *Protopannaria pezizoides* (Weber ex F. H. Wigg.) P. M. Jørg. et S. Ekman, *Scytinium tenuissimum* (Dicks.) Otálora, P. M. Jørg. et Wedin, *Sphaerophorus fragilis* (L.) Pers., *S. globosus* (Huds.) Vain. На растительных остатках в горных тундрах найдены *Cladonia bacilliformis* (Nyl.) Vain., *C. botrytes*, *Icmadophila elveloides*, *Ochrolechia frigida*, *Pertusaria panyrga* (Ach.) A. Massal., на отмерших веточках кедрового стланика – виды рода *Mycoblastus*.

Наиболее интересны с точки зрения лишенологии дриадовые тундры, расположенные на плато и пологих склонах гор (Яблоневый перевал, Ольское плато, м. Атарган). Кроме типичных для тундр лишайников из родов *Alectoria*, *Asahinea*, *Cetraria*, *Cladonia*, *Flavocetraria*, *Peltigera*, *Stereocaulon*, дриадовые тундры характеризуются своеобразным видовым составом лишайников, среди которых есть редкие, растущие не только на камнях и почве, но и на веточках дриады (*Dryas ajanensis* Juz.): *Allantoparmelia alpicola* (Th. Fr.) Essl., *Asahinea scholanderi* (Llano) W. L. Culb. et C. F. Culb., *Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr., *Chrysothrix chlorine* (Ach.) J. R. Laundon, *Collema flaccidum* (Ach.) Ach., *Collema pulcellum*, *Collema subflaccidum* Degel., *Fuscopannaria ahlneri* (P. M. Jørg.) P. M. Jørg., *Lobaria scrobiculata* (Scop.) Nyl. ex Cromb., *Normandina pulchella* (Borrer) Nyl., *Protopannaria pezizoides* (Weber ex F. H. Wigg.) P. M. Jørg. et S. Ekman, *Scytinium intermedium* (Arnold) Otálora, P. M. Jørg. et Wedin, *S. tenuissimum* (Dicks.) Otálora, P. M. Jørg. et Wedin. В дриадовых щебнистых тундрах выявлены 48 видов лишайников, относящихся к различным эколого-субстратным группам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев Н. Е. Об использовании топонимов «Приохотье», «Охотоморье» и «Охотия» // Вестник ДВО РАН. 2013. № 2. С. 131–135.

ЗАВИСИТ ЛИ ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ МУРАВЬЕВ *LEPTOTHORAX ACERVORUM* (Hymenoptera, Formicidae) ОТ АКТУАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ЗИМОВКИ?

З. А. Жигульская, Е. Н. Мещерякова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: zhigulskaya@inbox.ru

WHETHER THE COLD TOLERANCE OF ANTS *LEPTOTHORAX ACERVORUM* (Hymenoptera, Formicidae) DEPENDS ON THE ACTUAL WINTERING TEMPERATURES?

Z. A. Zhigulskaya, E. N. Meshcheryakova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: zhigulskaya@inbox.ru

To answer the question above, 4 nests of *Leptothorax acervorum* ants were transported from Magadan (monsoon cold climate, average January temperature -18.2°C) to the village Ust-Omchug (extracontinental climate, average January temperature -35.2°C) in the fall for wintering, and in March their maximum supercooling temperature (*SCP*) was measured. The range of average *SCP* of transported larvae shifted from $-17.9\dots-25.7^{\circ}\text{C}$ to $-24.6\dots-40.9^{\circ}\text{C}$ and exceeded the range of *SCP* of local nests ($-25.6\dots-36.1^{\circ}\text{C}$); the minimum temperature of larvae increased at a record level: from -34.0°C to -46.6°C . The ranges of average *SCP* of workers from 4 transported and 5 local nests coincided: $-31.8\dots-34.1^{\circ}\text{C}$ and $-30.6\dots-33.4^{\circ}\text{C}$, respectively. Thus, cold resistance changes significantly in accordance with current temperatures, which must be taken into account when changing the habitats of economically important species.

Трансформации климата, связанные с глобальным потеплением, обуславливают появление класса задач по изменению холодостойкости местных и инвазивных видов. Удобной моделью может служить один из самых мелких видов муравьев – *Leptothorax acervorum*, устраивающий гнезда в первых сантиметрах от поверхности почвы, а потому сильнее других подверженный влиянию погодных условий. Вид распространен по всей Северной Евразии и, следовательно, адаптирован к громадной климатической амплитуде; он редок в умеренных широтах Европы, но массовый в редколесьях северо-востока Азии, в т. ч. в области полюса холода Северного полушария. Как и все муравьи, не переносит замораживания, при этом муравьи колымской популяции выдерживают длительное пребывание в среднем при -40°C , а отдельные особи – почти до -60°C . В то же время *L. acervorum* обитает на побережье Охотского моря, в принципиально более мягком климате, и его холодостойкость здесь существенно меньше [1]. Для оценки изменения холодостойкости названных муравьев при смене актуальных температур зи-

Диапазоны холодостойкости (T_n и T_{min} , $^{\circ}\text{C}$) муравьев *Leptothorax acervorum* зимой из окрестностей г. Магадана, пос. Усть-Омчуг и стационара «Абориген»

Популяции <i>L. acervorum</i>	Личинки		Имаго	
	T_n , $^{\circ}\text{C}$	T_{min} , $^{\circ}\text{C}$	T_n , $^{\circ}\text{C}$	T_{min} , $^{\circ}\text{C}$
Магадан*	$-17.9\dots-25.7^{**}$	$-25.4\dots-34.0$	$-22.8\dots-30.9$	$-30.9\dots-34.0$
Усть-Омчуг*	$-25.6\dots-36.1$	$-30.1\dots-44.7$	$-30.6\dots-33.4$	$-34.6 -37.7$
Усть-Омчуг-П***	$-24.6\dots-40.9$	$-34.0\dots-46.6$	$-31.8\dots-34.1$	$-34.0 -37.4$
Абориген****	$-35.4\dots-48.2$	$-39.9 -56.1$	$-36.3\dots-42.7$	$-43.1\dots-47.6$

*Местные.

**Совокупные выборки.

***Перевезенные.

****Из окрестностей стационара ИБПС, диапазоны T_n и T_{min} за ряд лет [1].

мовки проведен натурный эксперимент по перемещению четырех гнезд в конце августа с побережья из окрестностей г. Магадана (муссонный холодный климат, средняя температура января -18.2°C) в континентальный район – в окрестности пос. Усть-Омчуг (экстраконтинентальный климат, средняя января -35.2°C). В марте стандартными методами [2] измерены температуры максимального переохлаждения ($T_{\text{п}}$).

Данные эксперимента показывают (см. таблицу), что в гнездах на побережье средняя холодостойкость личинок муравьев колебалась в пределах $-17.9\dots-25.7^{\circ}\text{C}$ (суммарная по всем гнездам выборка, $n = 140$), у рабочих особей $-22.8\dots-30.9^{\circ}\text{C}$ ($n = 159$). T_{min} личинок и рабочих из этой группы достигли -34.0°C . Холодостойкость муравьев, перевезенных с побережья в окрестности пос. Усть-Омчуг, увеличилась у личинок до $-24.6\dots-40.9^{\circ}\text{C}$ ($n = 126$), достигнув значений из местных гнезд $-25.6\dots-36.1^{\circ}\text{C}$ (суммарная по всем гнездам выборка, $n = 131$). Средние $T_{\text{п}}$ рабочих почти совпали: $-31.8\dots-34.1$ ($n = 126$) и $-30.6\dots-33.4^{\circ}\text{C}$ ($n = 135$), соответственно. Отметим рекордный рост холодостойкости отдельных личинок (до -46.6°C), что ниже значений из гнезд близ пос. Усть-Омчуга (-44.7°C), но не достигших холодостойкости популяций, которые много лет изучались на стационаре «Абориген».

Таким образом, холодостойкость муравьев, перевезенных из муссонного климата в более холодный континентальный, увеличилась в соответствии с актуальными температурами. Феномен свидетельствует об отсутствии генетической закрепленности величины признака у муравьев, его лабильности, и он должен учитываться при прогнозах изменения ареалов муравьев и других насекомых, обитателях верхних горизонтов почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берман Д. И. и др. Зимовка и холодоустойчивость муравьев на северо-востоке Азии. М. : Тов-во науч. изданий КМК. 2007. 261 с.
2. Лейрих А. Н., Мещерякова Е. Н. К методам исследования холодоустойчивости беспозвоночных животных // Зоол. журн. 2015. Т. 94, № 8. С. 972–984.

ОСЕННЯЯ МИГРАЦИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ ЧАЙКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЕРВОГО GPS-GSM ПРОСЛЕЖИВАНИЯ

Л. А. Зеленская

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: larusrissa@gmail.com

FALL MIGRATION OF SLATY-BACKED GULLS RESULTED FROM THE FIRST GPS-GSM TRACKING

L. A. Zelenskaya

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: larusrissa@gmail.com

For the first time, data on tracking of the fall migrations of the Slaty-backed Gulls *Larus schistisagus* in the North part of the Sea of Okhotsk to the wintering area (Hokkaido I., Japan) were obtained. Based on data from two devices, the first information about speed and tactics of migration, and stopovers on the way, was obtained. Exact and unbiased assessment of movements of the most mass species of seagulls of the coasts of the North-East of Asia is necessary for answering a number of questions.

Тихоокеанская чайка (*Larus schistisagus*) является массовым видом морских берегов Российского Дальнего Востока. Гнездовой ареал вида включает тихоокеанское побережье Камчатки южнее м. Наварин, периметр Охотского моря и далее на юг до Южного Приморья, включая Курильские острова, побережья островов Сахалин и Хоккайдо. Зимний ареал этого вида охватывает районы от незамерзающих побережий Берингова и Охотского морей и от юго-западных и восточных побережий Камчатки до о. Хоккайдо и далее на юг до о-вов Рюкю и Тайвань в Восточно-Китайском море. Следовательно, тихоокеанская чайка предпринимает «классическую» широтную миграцию, перемещаясь от гнездовой в северной части Охотского моря на юг. Несмотря на то что в ряде работ представлены численность и распределение тихоокеанских чаек в дальневосточных морях, сделанная ранее компиляция литературных данных по миграциям, даже с дополнением данных Центра кольцевания РАН (г. Москва), показала, что до сих пор большая часть информации, касающаяся скорости и тактики миграции (особенно осенне-зимней), была предположительной. Не было никаких сведений об остановках на пути миграции, и делают ли чайки такие остановки.

В 2017 г. самец и самка – взрослые тихоокеанские чайки, снаряженные GPS-GSM-трекерами WT-300 (GPS-GSM) производства KoEco Inc., которые фиксировали координаты птицы каждые 2 ч, были прослежены до о. Хоккайдо. Размеры трекера 38 × 66 × 19 мм, масса – 42 г. При средней массе взрослых самцов (n = 53) – 1438.5 г, самок (n = 27) – 1200 г, масса трекера, соответственно, 2.9 и 3.5% от массы тела самцов и самок. Трекеры прилаживали чайкам на спину по типу рюкзака с креплением на крыло. Для вычисления протяженности миграционных путей использовали геоинформационную систему QGIS.

Данные прослеживания позволили выяснить, что обе птицы, завершив гнездовой период, откочевали в районы рек с нерестилищами лососей, а затем приступили к направленной миграции не с гнездовой колонии, а из обычных для каждой особи мест добывания корма в период размножения.

Во время миграции средняя скорость полета не различалась между самцом и самкой и была (без учета пола) 34.0±19.52 км/ч (n = 269, n – количество локаций). Миграция проходила вдоль побережья или над акваторией Охотского моря. Крайне редко чайки пролетали над сушей – если не было

альтернативного пути или полет вдоль побережья занял бы длительное время. Чайки не путешествовали непрерывно, но чередовали дни путешествия с остановками в пути. Расстояние ежедневного перемещения существенно различалось как на разных участках миграционного пути, так и индивидуально.

Тактика у обеих птиц была сходной: на участках броска обе летели направленно, кормились по принципу «полет-и-поиск-корма» (fly-and-forage migration). Стратегия миграции у обеих птиц была разной. Общее расстояние миграции у самки – более 2637 км, кормовые полеты на остановках составили еще около трети этой суммы. Общее расстояние миграции у самца – около 3494 км, дистанция кормовых полетов на остановках в пути почти вдвое больше, т. к. самец отклонялся от миграционного маршрута для сопровождения рыболовецкого судна.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЕМКОСТЬ НЕРЕСТИЛИЩА БУРОГО ТЕРПУГА В ТАУЙСКОЙ ГУБЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

Ю. А. Зуев¹, С. М. Русяев²

¹Санкт-Петербургский филиал ВНИРО, Санкт-Петербург; e-mail: yzuev@yandex.ru

²Магаданский филиал ВНИРО, Магадан

CHARACTERISTICS AND CAPACITY OF THE GREENLING SPAWNING GROUND IN TAUYSK BAY OF THE SEA OF OKHOTSK

Y. A. Zuev¹, S. M. Rusyaev²

¹Sankt-Petersburg branch of VNIRO, St. Petersburg; e-mail: yzuev@yandex.ru

²Magadan branch of VNIRO, Magadan

The object of the study was the greenling. The spatial distribution and structure of the spawning grounds of this species were studied by divers, with simultaneous video recording and analysis of behavior during the protection of offspring. The spawning ground of the greenling near the island of Nedorazumenie was revealed only on the sublittoral rocky plateau, in the zone of the least wind and wave effects, in the band of macrophytes. Data on the distribution of males depending on the depth, nature of the substrate and communities of macrophytes were obtained. It is shown that the mechanism limiting the density of fish aggregations is the territoriality of male greenling aggressively guarding spawning areas. The calculation of the spawning capacity is proposed, taking into account its heterogeneity. The possibility of modeling the spawning capacity using the Lotka-Volterra competitive equation is considered.

Детальное изучение биологии и экологии рыб, имеющих выраженное территориальное поведение, открывает возможности для решения задач, имеющих фундаментальное и прикладное значение в части динамики численности, роли поведения в популяционных процессах.

Бурый терпуг – широко распространенный вид семейства бровастых терпугов, ведущий придонный образ жизни и мигрирующий для нереста на прибрежные мелководья морей Дальнего Востока России. Биология размножения бурого терпуга неплохо изучена [1], в т. ч. и в северной части Охотского моря [2]. Однако численность и продукция популяций не изучены. Пространственное распространение этого вида в мелководной зоне морей создает сложности для сбора массового материала традиционными орудиями лова. Пробел в знаниях восполнит цикл подводных исследований в период нереста бурого терпуга, когда рыбы концентрируются в сублиторальной зоне.

Цель работы – выявление особенностей нерестилищ этого вида и оценка их емкости.

Исследования проводились в июне-июле 2022–2023 гг. у о. Недоразумения Тауйской губы Охотского моря с помощью водолазного метода учета донной фауны – трансект, дополненного видеосъемкой нерестилищ и поведения рыб. Описание условий среды выполнено на основе их визуального документирования, с их корректировкой видеоматериалами. Плотность самцов оценивалась на 50-метровых разрезах на разных глубинах вдоль полосы макрофитов. На основе полученных данных были составлены схемы нерестилища и определена его площадь.

Пространственные особенности (характеристики) нерестилищ бурого терпуга выделены на макро-, мезо-, и микроуровне. К макроуровню можно отнести расположение нерестилища относительно зоны штормового влияния. В нашем случае нерестилище почти полностью закрыто от штормового воздействия, что обеспечивает рыбам в условиях сублиторали максимально эффективное размножение. На мезоуровне особенностью нерестилищ является ландшафт верхней части сублиторали: протяженная линия валунов и/или камней – как необходимый субстрат для кладок икры. И наконец, микроуровень – зональная (по глубине) неоднородность нерестилища, вызывающая конкуренцию между самцами.

Водолазный учет и анализ видеозаписей показали пространственные различия в заполнении нерестилища самцами различных размерных (возрастных) групп. Если центральная часть нерестилища заполняется преимущественно средними самцами, то в глубоководной и мелководной, соответ-

ственно, доминируют рыбы крупного и малого размера. Для каждой части нерестилища плотность кладок, зависящая от характеристик субстрата и численности размерных групп, была различной.

За емкость нерестилища мы приняли предельно возможную величину пространства, способного вместить нерестующих особей [3]. С учетом выявленной неоднородности нерестилища и поведения рыб формула для расчета ее емкости следующая:

$$K = \sum_{i=1}^3 K_i = \sum_{i=1}^3 Op_i \cdot D_i \cdot S_i,$$

где K_i – емкость нерестилища каждой группы, S_i – площадь нерестовой зоны группы, D_i – максимальная плотность самцов, Op_i – коэффициент оптимальности нерестового субстрата.

Площадь нерестовых зон (S_i) может меняться от соотношения количества рыбы каждой размерной группы, а также от количества хищников и конкурирующих видов на границах нерестилища. Коэффициент оптимальности нерестового субстрата (Op_i) отражает степень его неоднородности, влияющей на территориальное поведение самцов, и соответственно, определяющей их плотность.

С учетом почти неперекрывающихся диапазонов размеров возрастного контингента [2] и конкуренции между разноразмерными самцами за ограниченное пространство емкость нерестилища может стать функцией конкурентного уравнения Лотки – Вольтерра. В нашем случае такое уравнение может обосновывать кратковременное равновесие численности конкурирующих размерных групп особей бурого терпуга на нерестилищах, ограниченных условиями среды.

Выполненные исследования также открывают перспективу перехода от оценки емкости нерестилищ к оценке численности бурого терпуга в Тайской губе Охотского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркевич А. И. Использование территории «гнездового» участка и взаимоотношения с конспецифичными особями в период заботы о потомстве у самцов бурого терпуга *Hexagrammos octogrammus* (Hexagrammidae, Scorpaeniformes) // Вопросы ихтиологии. 2011. Т. 51, № 4. С. 543–550.
2. Шестаков А. В., Грунин С. И. Биология бурого терпуга *Hexagrammos octogrammus* Pallas, 1810 Тайской губы Охотского моря // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2018. № 2. С. 101–106.
3. Белянин И. А., Шацуловский В. А., Мосияш С. С. Оценка воздействия основных лимитирующих факторов на рост численности популяции рыбца (*Vimba vimba vimba*) (Cyprinidae) – вселенца Волгоградского водохранилища // Поволжский эколог. журн. 2017. № 1. С. 24–31.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.112.113

РОЛЬ ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ В ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БЕЛОГО МОРЯ – ДОНОР ИЛИ АКЦЕПТОР?

*М. В. Иванов, А. С. Демчук, Н. Е. Зеленская, Т. С. Иванова, Н. В. Полякова,
П. В. Головин, Д. Л. Лайус*

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург;
e-mail: ivmisha@gmail.com

ROLE OF THE THREESPINE STICKLEBACK IN THE COASTAL ECOSYSTEMS OF THE WHITE SEA – DONOR OR ACCEPTOR?

*M. V. Ivanov, A. S. Demchuk, N. E. Zelenskaya, T. S. Ivanova, N. V. Polyakova,
P. V. Golovin, D. L. Lajus*

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg;
e-mail: ivmisha@gmail.com

The goal of the work is to investigate the role of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* in the transfer of substances and energy between the open sea and coastal communities in the White Sea. Five main coastal biotopes habitats in the White Sea were described and their role in spawning of stickleback was evaluated. Almost all sticklebacks (1.9 billion) spawn in the western part of the sea. Approaching the inshore zone to spawn, stickleback brings a significant amount of substance and energy – 6200 tons in fish bodies and 800 tons in eggs. Coastal predators utilize only 1–2% of this due to their low numbers. The stickleback itself consumes 90–95% of the spawned eggs mainly by destroying nests. Since the stickleback eats mostly its own eggs, it put a low pressure on the coastal prey organisms. The main mortality of stickleback occurs after spawning in the open sea.

Численность трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* в Белом море сильно менялась за последнее столетие. Из довольно редкого она стала в последние 15–20 лет наиболее многочисленным видом рыб Белого моря. Колюшка проводит большую часть жизни в открытом море, но нерест и развитие молоди происходят в прибрежной зоне, в связи с чем *Gasterosteus aculeatus* является мощным фактором горизонтального переноса вещества и энергии. Половозрелые рыбы, пришедшие из открытого моря, служат пищей для хищных прибрежных рыб и околоводных птиц – так же, как икра и молодь. Однако и взрослые колюшки, и их молодь активно питаются в прибрежье, изымая вещество и энергию. Основная гипотеза, тестируемая нами в данном исследовании, – в Белом море трехиглая колюшка преимущественно переносит вещество и энергию из экосистем открытого моря в прибрежные, и таким образом за счет колюшки эти системы являются «донором» для развития прибрежных систем. Довольно сильно этот эффект должен проявляться в периоды высокой численности колюшки в Белом море, один из них мы наблюдаем в настоящее время.

Численность колюшек и характеристика структуры стада производителей на нерестилищах определяли в отлив равнокрылым мальковым неводом длиной 7,5 м. Смертность колюшек оценивали в природе – сравнивая количество погибших с численностью на нерестилищах, и экспериментально – при содержании в проточных бассейнах, как отход от общего числа. Численность хищных рыб оценивали с помощью жаберных сетей с ячей разных размеров (16, 20, 30 и 40 мм). Распределение и встречаемость рыбоядных птиц учитывали в пеших литоральных маршрутах, а также наблюдениями с открытой воды в разных местах нереста колюшки.

Чтобы оценить роль трехиглой колюшки в переносе веществ и энергии между пелагическими и прибрежными экосистемами Белого моря, рассмотрим по очереди положительную и отрицательную части баланса.

1. Положительная часть баланса (перенос вещества из открытого моря в прибрежье).

Общее количество колюшек, приходящих на нерест. В течение 2018–2020 гг. мы исследовали распределение нерестящейся колюшки практически вокруг всего Белого моря от устья р. Варзуга на

© Иванов М. В., Демчук А. С., Зеленская Н. Е., Иванова Т. С., Полякова Н. В., Головин П. В., Лайус Д. Л., 2024

Терском берегу до деревни Куя (примерно 50 км севернее г. Архангельска). Нерестилища трехиглой колюшки преимущественно приурочены к зарослям морской травы *Zostera marina* и зарослям различных фукоидов. Причем в зарослях zostеры плотность нерестящийся колюшки, как правило, почти на порядок выше, чем в зарослях фукоидов (в Кандалакшском заливе, соответственно, 87 ± 11 и 12 ± 2.3 экз./м²). В нынешнее время большая часть (77%) трехиглой колюшки нерестится в Кандалакшском заливе – примерно 1470 млн экз., еще около 21% (или 413 млн экз.) нерестится у Соловецких островов. Всего из открытого моря в прибрежье приходят примерно 1900 млн колюшек (7000 т), 65–70% из них – самки, приносящие около 800 т икры. При расчете на квадратный метр благоприятного нерестилища (зостера) оказывается, что колюшки в своих телах приносят 1680 кал/м², во второстепенном биотопе (фукоиды) – 210 кал/м². Из этой энергии полностью реализуются в прибрежье энергия икры и некоторая часть энергии биомассы (колюшка, съеденная хищниками или погибшая без их участия).

Естественная смертность. Производители колюшки очень слабо подвержены естественной смертности непосредственно на нерестилищах. В июне, во время активного нереста, смертность была 0.08% в месяц. Гораздо более существенна посленерестовая смертность – около 35% за следующий месяц, но она происходит уже в открытом море.

Смертность от хищников. Основные хищники – треска *Gadus morhua* и керчак *Muchocephalus scorpius*. В силу своего относительно небольшого количества на нерестилищах за месяц они выедают до 0,3% массы колюшек и икры, т. е. очень незначительную часть. То же можно сказать про влияние рыбоядных птиц (полярная крачка *Sterna paradisaea*, черноклювая гагара *Gavia immer*, средний крохаль *Mergus serrator*), их хищничество не превышает 1% от всей массы нерестящейся колюшки.

2. Отрицательная часть баланса (перенос вещества из прибрежья в открытое море). *Питание взрослой колюшки на нерестилищах.* В спектре питания трехиглой колюшки были обнаружены организмы, принадлежащие к 42 таксонам различного ранга. К зообентосу относились 17, к микрофитобентосу – 1, к зоопланктону – 18, также попадались имаго Diptera, икра трехиглой колюшки, икра и личинки других видов рыб. Основа питания колюшек на нерестилищах – собственная икра (78% на благоприятных нерестилищах, и 55% на второстепенных). Таким образом, подавляющая часть икры, принесенная трехиглыми колюшками на нерестилища, самими же рыбами и поедается, и только очень небольшое количество – единицы процентов в благоприятных нерестилищах и до 20% на второстепенных – идет на воспроизводство потомства.

В итоге за счет того, что колюшки приходят со «своей едой» в виде икры, баланс энергии на нерестилищах остается практически нейтральным.

Таким образом, основная гипотеза, тестируемая в этом исследовании, не подтвердилась. Да, в Белом море, подходя к берегу на нерест, трехиглая колюшка приносит огромное количество вещества и энергии (6200 т ($28 \cdot 10^9$ ккал): колюшек и 800 т ($4,3 \cdot 10^9$ ккал) икры, но в прибрежных сообществах недостаточно хищников, чтобы масштабно ассимилировать эту дополнительную пищу. В процессе нереста и нагула молоди колюшка в разных ипостасях может составлять очень значимую часть питания хищных рыб и птиц, но их суммарное влияние на численность колюшки не превышает нескольких процентов. А посленерестовая смертность, при которой примерно треть взрослых колюшек погибает, происходит уже после их отхода от берега, и эта энергия прибрежным экосистемам тоже не достается.

Исследование проведено при поддержке гранта РФ № 19-14-00092. Авторы благодарны администрации УНБ СПбГУ «Беломорская» за возможность круглогодичной работы на Белом море.

ОСОБЕННОСТИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА РАСТЕНИЙ ТУНДРЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Л. А. Иванов^{1,2}, С. В. Мигалина², И. В. Калашникова², Л. А. Иванова^{1,2}

¹Тюменский государственный университет, Тюмень

²Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург; e-mail: leonidiv72@mail.ru

FEATURES OF THE PIGMENT COMPLEX OF TUNDRA PLANTS ON THE POLAR URAL

L. A. Ivanov^{1,2}, S. V. Migalina², I. V. Kalashnikova², L. A. Ivanova^{1,2}

¹University of Tyumen, Tyumen

²Institute Botanic Garden, Ural Branch, RAS, Ekaterinburg;
e-mail: leonidiv72@mail.ru

Photosynthetic pigment content was studied in plants of the mountain and lowland tundras of the Polar Urals. The studies were carried out near the village of Kharp (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug). A total of 61 plant species were studied on 4 studied plots. Data analysis revealed significant differences in the content and ratio of chlorophylls and carotenoids of tundra plants compared to forest and steppe plants. It was concluded that the main factor influencing the pigment content in tundra is a large insolation during the growing season, associated with an increased daylight hours at the Arctic Circle.

Растения тундр живут в экстремальных условиях. В течение укороченного вегетационного периода (обычно не больше 2 месяцев) длится их рост. Только в это время температура окружающей среды оптимальна для фотосинтетических процессов в листьях растений. Кроме того, отмечается повышенное количество падающего света, связанное с максимальной продолжительностью светового дня, что должно оказывать влияние на свойства пигментного аппарата, его структуру и функционирование. Адаптация пигментного комплекса растений – необходимое условие для эффективной работы фотосинтетического аппарата растений в экстремальных условиях. Несмотря на долгую историю изучения содержания фотосинтетических пигментов у растений из разных экологических и климатических условий, до сих пор нет однозначного мнения о наличии характерных черт у растений тундр по этим показателям. Детальное сравнение растений разных природных зон по содержанию пигментов было проведено в работах отечественных ученых [1, 2]. Наша статья посвящена поиску данных географических закономерностей в изменении пигментного комплекса растений тундр.

Нами проведены исследования содержания пигментов у растений горной и равнинной тундры Полярного Урала в районе пос. Харп (Ямало-Ненецкий автономный округ). Всего изучен 61 вид растений на 4 опытных участках. Отбирали доминантные и наиболее обильные виды. Для определения содержания пигментов высечки из листьев в трех проворностях замораживали в жидком азоте. Позже, в лабораторных условиях, проводили экстракцию пигментов 80%-ным ацетоном с CaCO_3 с помощью гомогенизатора FastPrep-24 (MP Biomedicals, США) с последующим центрифугированием. Оптическую плотность экстрактов измеряли на спектрофотометре SPECORD-40 (Analytik Jena GmbH, Германия). Содержание хлорофиллов *a* (Хл *a*) и *b* (Хл *b*) и каротиноидов (Кар) рассчитывали по формулам [3] с пересчетом на единицу площади листа. Площадь листьев определяли на фотографиях с помощью системы анализа изображений Simagis Mesoplant (ООО «СИАМС», Россия). Удельную поверхностную плотность листовой пластинки (УППЛ, мг/дм²) рассчитывали после измерения сухой массы фрагментов листьев и их площади. Толщину листа измеряли с помощью цифрового микрометра РК-1012Е (Mitutoyo Co., Япония).

Результаты исследований показали, что содержание фотосинтетических пигментов у растений тундры варьировало в широком диапазоне и зависело от жизненной формы и продолжительности жизни листьев. Так, содержание Хл *a* и Хл *b* было минимальным у вечнозеленого кустарничка

Vaccinium vitis-idaea L. (соответственно, 1.32 и 0.44 мг/г) и максимальным у травянистого многолетника *Astragalus subpolaris* Boriss. & Schischk. (соответственно, 7.87 и 2.5 мг/г). Содержание Кар было минимальным также у *Vaccinium vitis-idaea* L (0.35 мг/г), тогда как максимальное содержание Кар – у травянистого растения *Dianthus versicolor* Fisch. ex Link (2 мг/г). В расчете на единицу площади листа содержание Хл *a* и Хл *b* минимальное у осоки *Carex globularis* L. (соответственно, 1.29 и 0.38 мг/дм²), а максимальное у представителя семейства бобовых *Hedysarum arcticum* V. Fedtsch. (соответственно, 5.62 и 2.08 мг/дм²). Содержание Кар было минимальным у полукустарничка *Thymus glabricaulis* Клоков (0.55 мг/дм²), максимальным – у *Dianthus versicolor* Fisch. ex Link (1.75 мг/дм²). Соотношение Хл/Кар минимальное у осоки *Carex globularis* L. (2.6) и максимальное у *Astragalus subpolaris* Boriss. & Schischk. (7.33). Соотношение Хл *a/b* было минимальным у влаголюбивой камнеломки *Saxifraga hirculus* L. (2.14), максимальным у вечнозеленого кустарничка *Empetrum nigrum* L. (3.87). Толщина листа изменялась от 174 мкм у осоки *Carex globularis* L. до 1000 мкм у вечнозеленого кустарника *Andromeda polifolia* L. УППЛ варьировала от 456 мг/дм² у небольшого розеточного травянистого растения *Androsace lehmanniana* Spreng. до 2106 мг/дм² у вечнозеленого кустарничка *Andromeda polifolia* L.

Сравнительный анализ показал, что растения тундры отличались от лесных растений по всем изученным нами показателям. У тундровых растений достоверно меньшее содержание хлорофиллов и каротиноидов на единицу массы листа и большее их – на единицу площади листа, по сравнению с лесными травами и кустарничками. При этом толщина и плотность листа у растений тундры выше. Также для растений тундры характерно более высокое отношение Хл *a/b* и более низкое соотношение Хл/Кар. Безусловно, ведущим фактором, влияющим на пигментный аппарат растений тундры, является открытое пространство и отсутствие затенения от деревьев, которое есть под пологом леса.

Степные растения в отличие от лесных тоже находятся в условиях полного солнечного освещения и поэтому близки по многим показателям пигментного комплекса к растениям тундры, не смотря на различный гидротермический режим степи и тундры. Но у растений тундры лист толще, также им характерны более высокая плотность листа, содержание Хл *a* на единицу площади листа и отношение Хл *a/b*.

Хорошо известно, что отношение форм фотосинтетических пигментов зависит прежде всего от условий освещения. Отношение Хл *a/b* может быть индикатором степени акклиматизации фотосинтетического аппарата к освещению, поскольку отражает размеры светособирающего комплекса ССК II и стехиометрию фотосистем ФС II и ФС I [4]. Световые растения по сравнению с затененными имеют более высокое отношение Хл *a/b* [5]. Следовательно, повышенный уровень Хл *a/b* у растений тундр, сравнимый с растениями южных степных районов, необходим в условиях большого количества света в летний период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maslova T. G., Popova I. A. Adaptive properties of the plant pigment systems // *Photosynthetica*. 1993. Vol. 29, No. 2. P. 195–203.
2. Шмакова Н. Ю., Марковская Е. Ф. Фотосинтетические пигменты растений и лишайников арктических тундр Западного Шпицбергена // *Физиология растений*. 2010. Т. 57, № 6. С. 819–825.
3. Wellburn A. R. The Spectral Determination of Chlorophylls *a* and *b*, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution // *Journ. of Plant Physiology*. 1994. Vol. 144, No. 3. P. 307–313.
4. Esteban R. et al. Internal and external factors affecting photosynthetic pigment composition in plants: a meta-analytical approach // *New Phytologist*. 2015. Vol. 206, No. 1. P. 268–280.
5. Givnish T. Adaptation to Sun and Shade: a Whole-Plant Perspective // *Functional Plant Biology*. 1988. Vol. 15, No. 2. P. 63–92.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.116.117

НАХОДКИ РЕДКИХ ВИДОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ (бассейн р. Колвы)

Н. Г. Кадетов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва;
e-mail: biogeonk@mail.ru

FINDINGS OF RARE SPECIES IN THE CENTRAL PART OF BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA (Kolva River Basin)

N. G. Kadetov

Lomonosov Moscow State University, Moscow; e-mail: biogeonk@mail.ru

The report provides information about the findings of rare and protected species of algae, lichens and higher plants in the central part of the Bolshezemelskaya tundra in 2023. Among the noted species there are *Listera cordata*, *Orthilia obtusata* and *Antennaria villifera*, listed in the Red data Book of the Nenets Autonomous Okrug.

В пределах Большеземельской тундры проходит рубеж между Кольско-Большеземельско-Тазовским гипоарктическо-тундровым и Мезено-Печорским лесотундрово-северотаежным биомами [1], что, в сочетании с прочими факторами, обуславливает, с одной стороны, значительное в сравнении с соседними территориями флористическое и ценотическое разнообразие, с другой – известную сложность как его выявления, так и охраны. Здесь расположены знаменитые островные леса, приуроченные к северной границе распространения древесных пород, в т. ч. Хабидепадара (Хэйбидя-Пэдар) – лесной участок в Государственном природном заказнике «Море-Ю» и др. [2, 3; и др.].

В литературе содержится значительное количество публикаций, посвященных флоре и растительности Большеземельской тундры, однако в основном они описывают или западную ее часть [4, 5, 6; и др.], или восточную [7, 8; и др.]. Вместе с тем растительный покров центральной части Большеземельской тундры – в частности, бассейна верховьев р. Колвы – освещен в гораздо меньшей степени.

В 2023 г. нами были исследованы тундры, тундровые луговины, луга в долинах рек, редколесья и редины в бассейне верховьев р. Колвы между 68 и 67° с. ш. Всего в ходе рекогносцировки были отмечены 275 видов сосудистых растений; остальные группы не выявлялись целенаправленно, однако внимание уделялось редким и охраняемым видам.

Находки редких видов сопровождалась фотографированием и, в ряде случаев, сбором гербарного материала. Все собранные образцы в настоящее время хранятся в фондах Гербария кафедры биогеографии МГУ (MWG).

Ниже приводится перечень видов с указанием точных местонахождений и краткими комментариями о состоянии популяций. Виды, которые не были указаны для территории и ее окрестностей в известных нам материалах, обозначены звездочкой. В скобках после видов даны категории по Красной книге Ненецкого автономного округа [9] или указание на включение в Приложение 3. Перечень объектов животного и растительного мира, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде (ПЗ). Всего обнаружены популяции 16 редких видов, в т. ч. 6, занесенных в Красную книгу НАО, и 9 из Приложения к ней.

Dactylina arctica (Hook. fil.) Nyl. (ПЗ): 67,98624° с. ш., 59,05346° в. д.; ерниково-кустарничковые (шикша, арктоус, дриада) мохово-лишайниковые тундры; единично.

Peltigera membranacea (Ach.) Nyl. (3): 67,10217° с. ш., 57,40626° в. д.; еловые ерниковые травяно-кустарничковые зеленомошно-сфагновые редколесья; единично.

**Nostoc pruniforme* Agardh ex Born. & Flah. (3): 67,85797° с. ш., 58,63217° в. д.; 67,98675° с. ш., 59,10409° в. д.; сочения вод на склонах долины р. Колвы, воды тундровых озер; небольшими группами.

Koeleria pohleana (Domin) Gontsch. (ПЗ): 67,85814° с. ш., 58,63256° в. д.; 67,86183° с. ш., 58,62624° в. д.; сухие кустарничково-мохово-лишайниковые тундры, можжевельное злаково-бруснично-разнотравное лишайниковое сообщество; единичные экземпляры и небольшими группами.

**Listera cordata* (L.) R. Br. (3): 67,60956° с. ш., 58,65752° в. д.; 67,10209° с. ш., 57,40794° в. д.; ерниково-ивовые чернично-травяные и чернично-вейниково-травяные моховые тундры, еловые ивово-ерниковые голубично-шикшево-морошковые сфагновые редколесья; единично.

Corallorhiza trifida Chatel. (ПЗ): 67,10217° с. ш., 57,40626° в. д.; еловые ерниковые травяно-кустарничковые зеленомошно-сфагновые редколесья; единично.

Moneses uniflora (L.) A. Gray (ПЗ): 67,23649° с. ш., 57,57278° в. д.; 67,23192° с. ш., 57,57932° в. д.; 67,10207° с. ш., 57,40671° в. д.; 67,10217° с. ш., 57,40626° в. д.; еловые с березой ольховниковые и ивовые травяные, ерниковые травяно-кустарничковые зеленомошно-сфагновые редколесья; небольшими группами.

Orthilia obtusata (Turcz.) Nara (3): 67,60956° с. ш., 58,65752° в. д.; 67,23192° с. ш., 57,57932° в. д.; 67,10207° с. ш., 57,40671° в. д.; ерниково-ивовые чернично-травяные и чернично-вейниково-травяные моховые тундры, еловые ивовые травяные и ерниковые травяно-кустарничковые зеленомошно-сфагновые редколесья; небольшими группами.

Diapensia lapponica L. (ПЗ): 67,53005° с. ш., 58,56997° в. д.; тундровые луговины в долинах малых водотоков (как правило, близ бровок террас и т. п.); небольшими группами.

Pinguicula alpina L. (ПЗ): 67,98624° с. ш., 59,10327° в. д.; хвощево-ивковые моховые сообщества; небольшими группами.

**Antennaria villifera* Boriss. (3): 67,74689° с. ш., 58,76179° в. д.; 67,53011° с. ш., 58,56963° в. д.; разнотравно-астрагаловые тундровые луговины в долинах малых водотоков (как правило, близ тыловых швов террас и т. п.); небольшими группами.

Tephrosieris atropurpurea (Ledeb.) Holub (*Senecio atropurpureus* (Ledeb.) V. Fedtsch.) (ПЗ): 67,86129° с. ш., 58,62786° в. д.; можжевельное злаково-бруснично-разнотравное лишайниковое сообщество; единично.

Coeloglossum viride (L.) Hartm.: 67,98624° с. ш., 59,10327° в. д.; 67,81609° с. ш., 58,40868° в. д.; ерниково-ивовые и ивовые кустарничковые и травяно-кустарничковые тундры, хвощево-ивковые моховые сообщества; единично или небольшими группами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биомы России [Карты] : для вузов / Сост., гл. ред. Г. Н. Огуреева. М-б 1:7 500 000. М. : ФОК-ГИС, 2015.
2. Аралова Н. С., Евдокимов В. Н. Растительность «лесного острова» на реке Море-Ю и ее охрана // Научные основы охраны природы : сб. науч. тр. М. : Наука, 1973. Вып. 2. С. 353–364.
3. Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Островные ельники восточноевропейских тундр // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 8. С. 59–77.
4. Лавриненко И. А., Лавриненко О. В., Кулюгина Е. Е. Флора и растительность запада Большеземельской тундры (правобережье реки Ортина) // Ботан. журн. 1999. Т. 84, № 6. С. 95–105.
5. Лавриненко О. В., Петровский В. В., Лавриненко И. А. Новые локальные флоры и материалы к флористическому районированию восточноевропейских тундр // Ботан. журн. 2019. Т. 104, № 1. С. 58–92.
6. Нештаев В. В. Парциальные флоры речных долин запада Большеземельской тундры // Разнообразие растительного мира. 2023. № 3(18). С. 10–29.
7. Андреев В. Н. Растительность и районы восточной части Большеземельской тундры // Труды Полярной комиссии АН СССР. М. ; Л. : АН СССР, 1935. Вып. 22. 98 с.
8. Ребристая О. В. Флора востока Большеземельской тундры. Л. : Наука, ЛО, 1977. 334 с.
9. Красная книга Ненецкого автономного округа / Гл. ред. Н. В. Матвеева. 2-е изд. Белгород : Константа, 2020. 456 с.

**СЕВЕРНЫЕ (таежные, тундрово-таежные) ВИДЫ
В ФАУНЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ**

А. А. Кадетова¹, Л. Г. Емельянова²

¹ГАУ «Московский зоопарк», Москва

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва;
e-mail: asfedlynxx@mail.ru

**NORTHERN (Boreal, Tundra-and-Boreal, High-Mountain) SPECIES
IN THE MAMMAL FAUNA OF THE MIDDLE AMUR RIVER REGION**

A. A. Kadetova¹, L. G. Emelyanova²

¹Moscow Zoo, Moscow

²Lomonosov Moscow State University, Moscow; e-mail: asfedlynxx@mail.ru

The Middle Amur river region (left bank of the Amur river from the Zeya basin to the Ussuri) covers vast territory with boreal, nemoral and steppe landscapes interference but with no significant geographical barriers. Mammal fauna follows the territory's sophisticated structure with a great mix of different faunistic elements. The paper shows the change of northern (boreal, tundra-and-boreal, mountain-boreal) groups' role from their leadership (43% of fauna in the northmost part – Tokinsko-Stanovoy National Park) to small numbers in the south-east (20% in Bolshekhkhtsirsky Reserve).

Выполненные исследования охватывают преимущественно Среднее Приамурье (левобережье бассейна Амура от р. Зeya до устья р. Уssури), затрагивая также близлежащие части Верхнего (бас. р. Верхняя Зeya) и Нижнего (заповедник «Большеххцирский») Приамурья. Рассматриваемая территория характеризуется сложной ландшафтной структурой. Здесь проходит граница таежной зоны и зоны широколиственного леса, представлены бореальные и неморальные типы поясности растительности гор. Граница степной зоны юго-западнее, однако на юге и юго-западе территории заметно проникновение степных элементов. В зоогеографическом отношении область исследований также демонстрирует смешение различных фаунистических элементов [1; и др.].

Для изучения пространственной дифференциации соотношения представителей фаунистических групп в качестве «опорных точек» были выбраны относительно естественные териофауны крупных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), расположенных в различных частях Среднего Приамурья: национальный парк «Токинско-Становой», заповедники «Зейский», «Норский», «Буреинский», «Хинганский», «Бастак» и «Большеххцирский». Составлены актуальные списки млекопитающих с использованием как литературных данных, так и собственных полевых материалов 2006–2023 гг. Териофауна всего рассматриваемого региона включает 74 вида, в т. ч. два акклиматизированных, два синантропных, не считая виды, исчезнувшие в XX в., никогда здесь постоянно не обитавшие, известные по единичным завозам или неподтвержденным данным, а также одичавших домашних животных [2–4].

Для анализа соотношения географо-генетических элементов в фауне исследуемой территории рассмотрены взгляды различных авторов на отнесение видов млекопитающих к тому или иному фаунистическому комплексу, фаунале, фаунистической группировке [5–6; и др.], после чего в виде таблицы составлена классификация географо-генетических элементов фауны Среднего Приамурья, где виды располагаются на пересечении строк (долготные элементы фауны) и столбцов (фаунистические комплексы). В более ранних классификациях авторы рассматривали либо не все виды региона, либо таксономический статус этих видов претерпел существенные изменения. Так, для большинства видов рукокрылых в их современном статусе впервые предпринята попытка отнести их к той или иной географо-генетической группе.

Среди долготных элементов фауны преобладают широко распространенные виды (евразийские и евразийско-североамериканские) – 32, вместе составляющие 45% фауны. Что свидетельствует о незначительной географической изоляции Среднего Приамурья от остального материка. Доля этих видов в фаунах ООПТ уменьшается от 68% в самой северной из рассмотренных – национальном парке «Токинско-Становой» – и 56% в трех северных заповедниках до 42–46% в южных, но это связано не столько с сокращением количества видов данной группы, сколько с прибавлением видов других групп на юге региона. По фаунистическим комплексам, евразийские и евразийско-североамериканские виды принадлежат преимущественно к таежным, тундрово-таежным, лесным (в равной степени населяющим таежные и широколиственные леса) и полизональным.

Среди представителей фаунистических комплексов в териофауне, в целом, большую роль играют неморальные (широколиственно-лесные) и бореальные (таежные) виды – по 24% (17 видов), но их соотношение значительно изменяется при движении с севера и северо-запада на юго-восток. Доля бореальных видов сокращается с 43 (16 видов в национальном парке «Токинско-Становой») и 32% (16 – в заповеднике «Зейский» и 14 – в заповеднике «Буреинский») до 20% (11 – в заповеднике «Большехецирский»), а доля неморальных видов увеличивается с 7 (2 вида – «Токинско-Становой») и 12% (5 видов – заповедник «Буреинский» и 6 – заповедник «Зейский») до 31% (17 видов – заповедник «Большехецирский»). Значительна доля полизональных и широколиственных видов, доля степных видов мала.

В группе бореальных видов 13 собственно таежных и 4 вида, населяющих тайгу и проникающих далеко в тундру (первоначально названы «тундрово-таежными», однако в итоге к этой группе отнесли только *Rangifer tarandus*, южная периферия ареала которого охватывает самый север бас. р. Амура). Из этих 17 видов 10 встречаются на всех рассмотренных ООПТ, причем виды *Sorex caecutiens*, *S. daphaenodon*, *Myodes rutilus*, *M. rufocanus* и на южных территориях вполне обычны, а места играют существенную роль в населении млекопитающих, но роль доминантов в южной части региона выполняют, как правило, в населении горных хвойно-широколиственных и темнохвойных лесов, ниже уступая неморальным видам [7, 8]. Остальные виды этой группы достоверно или вероятно встречаются только на севере территории (*Eptesicus nilssonii*, *Myopus schisticolor*, *Lemmus amurensis*, *Alexandromys oeconomus*, *Gulo gulo*), а причудливый ареал *Sorex tundrensis*, наоборот, заходит сюда по долине р. Амура с юго-востока. К «таежному ядру» видов примыкают горно-таежные – *Myotis ikonnikovi*, *Ochotona hyperborea*, *Moschus moschiferus*, также встречающиеся во всех семи ООПТ, но на юге территории (заповедник «Хинганский») – крайне редко.

Только на самом севере рассматриваемой территории, включая высокогорья двух северных ООПТ – национального парка «Токинско-Становой» и заповедника «Буреинский», обитают виды особой группы, названной «северными горно-скальными (гольцовыми) видами»: *Alticola lemmingus*, *Alexandromys schantaricus*, *Marmota camtschatica*, *Ovis nivicola*. В фауне национального парка «Токинско-Становой» на них приходится 10% всей фауны, в заповеднике «Буреинский» – 4,3%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Б. А. Очерк зоогеографического районирования СССР. М. : МОИП, 1950. 176 с. (Материалы к познанию фауны и флоры СССР, издаваемые МОИП. Новая серия. Отдел зоологии ; Вып. 20(35)).
2. Кадетова А. А. Пространственно-временная структура териофауны Среднего Приамурья : дис. ... канд. геогр. наук. М., 2020. 311 с.
3. Антонов А. И., Кадетова А. А., Мельникова Ю. А. и др. Кадастр наземных позвоночных Хинганского заповедника и прилегающих территорий. Благовещенск, 2016. 80 с.
4. Подольский С. А., Дарман Ю. А., Кадетова А. А. и др. Млекопитающие национального парка «Токинско-Становой» // Экосистемы: экология и динамика. 2023. Т. 7, № 1. С. 115–161.
5. Кулик И. Л. Таежный фаунистический комплекс млекопитающих Евразии // Бюл. МОИП. Отд. биологии. 1972. Т. 77. Вып. 4. С. 11–24.
6. Кучерук В. В. Степной фаунистический комплекс млекопитающих и его место в фауне Палеарктики // География населения наземных животных и методы его изучения : сб. статей. М. : АН СССР, 1959. С. 45–87.
7. Кадетова А. А. Разнообразие населения мелких млекопитающих Хинганского заповедника и прилегающих территорий // Географический вестник. 2019. № 4(51). С. 129–143.
8. Кадетова А. А. Высотно-поясные сообщества мелких млекопитающих Среднего Приамурья // Проблемы региональной экологии. 2019. № 6. С. 5–10.

ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОГО СТАТУСА *PINUS SYLVESTRIS* И *LARIX SIBIRICA* НА ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. Калугина¹, Л. В. Афанасьева²

¹Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ; e-mail: olignat32@inbox.ru

ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL STATUS OF *PINUS SYLVESTRIS* AND *LARIX SIBIRICA* IN THE BACKGROUND TERRITORIES OF THE IRKUTSK REGION

O. V. Kalugina¹, L. V. Afanasyeva²

¹Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk

²Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude; e-mail: olignat32@inbox.ru

Elemental chemical composition changes of *Pinus sylvestris* and *Larix sibirica* needles growing in different subzones of the taiga were revealed. It has been determined that compared to *P. sylvestris*, *L. sibirica* needles exhibit a higher degree of mineral nutrition element accumulation. In the subzone of the southern taiga, where natural conditions are severer, more nitrogen, phosphorus, and potassium accumulate in the needles of light-coniferous tree species; in the sub-taiga subzone, where the climate is milder, more calcium, magnesium, and manganese accumulate. Tree-stands differ in the type of nutrition: in pine, when moving towards the southern taiga subzone, it changes from calcium-nitrogen to potassium-nitrogen, in larch – from potassium-nitrogen to silicon-nitrogen.

Питательный статус деревьев, оцениваемый по содержанию химических элементов в ассимилирующей фитомассе, характеризует интенсивность процессов их поглощения из почвы и атмосферы, а также потери элементов при выщелачивании осадками. Сбалансированный уровень макро- и микроэлементов является необходимым условием для оптимального роста растений. Кроме того, по содержанию элементов питания в хвое и листьях растений можно судить о типе биологического круговорота веществ [1].

Данных по содержанию элементов в ассимиляционных органах растений бореальных лесов в целом недостаточно, хотя они представляют научный интерес при изучении функционирования и устойчивости природных комплексов в жестких природных условиях, а также служат «точкой отсчета» при оценке состояния региональных лесных ресурсов и масштабов их нарушенности. В этом аспекте интересна Иркутская область, где значительная протяженность с севера на юг и расчлененность рельефа во взаимодействии с другими природными факторами обуславливают зональную и вертикальную дифференциацию ландшафтов.

Цель данной работы – оценить питательный статус основных лесообразующих пород, произрастающих на фоновых (условно чистых, незагрязненных) территориях в зоне тайги, но в разных подзонах, в частности, в подзоне южной тайги и подзоне подтайги.

Северо-запад области, приравненный к районам Крайнего Севера, входит в подзону южной тайги, где среднегодовая температура воздуха -2°C , при этом температуры колеблются от -60 до $+38^{\circ}\text{C}$, количество осадков – 370 мм в год, безморозный период 95 дней, мерзлота многолетняя, преобладают лиственничные и сосновые древостои, почвы дерново-карбонатные оподзоленные. Южнее расположена подзона подтайги, где климат более мягкий: среднегодовая температура воздуха $0,9^{\circ}\text{C}$, температуры колеблются от -33 до $+25^{\circ}\text{C}$, безморозный период в среднем 148 дней, количество осадков – 466 мм в год, мерзлота сезонная, преобладают сосновые и лиственничные древостои на серых лесных почвах [2]. В качестве объектов для изучения были выбраны сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb), на долю которых приходится более 70% всех хвойных насаждений области [2]. Исследования проводили на 10 пробных площадях (ПП).

Анализ 18 неорганических элементов выявил различия в их содержании в хвое сосны и лиственницы. Установлено, что хвоя *L. sibirica* отличается большей интенсивностью накопления эле-

ментов питания, чем *P. sylvestris*. Например, содержание N, K, Mg, S, F, Cu, Co, Cd в хвое лиственницы было выше в 1.2–2.9 раза, Na – в 5.1, Si – в 14.2, чем в хвое *P. sylvestris*. В то же время концентрации Ca, P, Mn, Al, Fe, Pb и Ni в хвое разных видов достоверно не различались, содержание Zn было в 2.6 раза выше в хвое *P. sylvestris*.

Обнаружены также различия в элементном химическом составе хвои одного вида из разных подзон. Так, в хвое *L. sibirica*, произрастающей в южной тайге, аккумулируется больше N, K, P, Zn, Ni, Co, в подтайге отмечено более высокое содержание Ca, S, Si, Mn, Na, при этом уровень Mg, Al, Fe, F, Cu, Pb и Cd достоверно не различался. Для хвои сосны, произрастающей в южной тайге характерно более высокое содержание N, K, P, Si, Zn, Pb, Ni, в подтайге – Ca, Mg, Mn, Al, Fe, Cu, Co, значимых отличий в содержании S, Na, F, Cd не выявлено.

При сравнении количественного содержания элементов в хвое деревьев в районе исследований с оптимальным диапазоном, установленным для *L. decidua*, *P. sylvestris* или наземных растений [3, 4], следует, что уровень обеспеченности *L. sibirica* и *P. sylvestris* N, Ca, Mg, P, Zn является оптимальным; Mn, S и Co содержится больше, K – меньше оптимального уровня. Кроме того, деревья *P. sylvestris* испытывают недостаток в содержании Cu, а деревья *L. sibirica* – Fe, концентрация которых в 1.6 и 2.7 раза ниже оптимального уровня. Содержание фитотоксичных элементов F, Pb, Ni, Cd в хвое *P. sylvestris* не превышало средних значений, установленных для растений суши.

Также были выявлены различия в рядах накопления элементов в хвое деревьев из разных подзон тайги (см. таблицу). В первую очередь они связаны с перемещением элементов внутри концентрационных групп, а кобальт у лиственницы (подтайга) и свинец у сосны (южная тайга) перемещаются в группы более высокого накопления. В результате отмеченных изменений можно заключить, что обследованные древостои *L. sibirica* и *P. sylvestris* различаются типом питания: у сосны в подтайге – кальциево-азотный, в южной тайге – калиево-азотный; у лиственницы при продвижении к южной тайге тип питания меняется с калиево-азотного на кремниевое-азотный.

Ряды накопления элементов в хвое лиственницы и сосны в разных подзонах тайги на фоновых территориях Иркутской области

Подзона тайги	Ряды накопления элементов
<i>Larix sibirica</i>	
Южная тайга	$\frac{N}{n} > \frac{Si}{n \times 10^{-1}} > \frac{K}{n \times 10^{-1}} > \frac{Ca}{n \times 10^{-1}} > \frac{P}{n \times 10^{-2}} > \frac{Mg}{n \times 10^{-2}} > \frac{S}{n \times 10^{-2}} > \frac{Mn}{n \times 10^{-2}} > \frac{Al}{n \times 10^{-2}} > \frac{Fe}{n \times 10^{-3}} > \frac{Na}{n \times 10^{-3}} > \frac{F}{n \times 10^{-3}} > \frac{Zn}{n \times 10^{-3}} > \frac{Ni}{n \times 10^{-4}} > \frac{Cu}{n \times 10^{-4}} > \frac{Pb}{n \times 10^{-5}} > \frac{Cd}{n \times 10^{-6}} > \frac{Co}{n \times 10^{-6}}$ мг/кг
Подтайга	$\frac{N}{n} > \frac{K}{n \times 10^{-1}} > \frac{Ca}{n \times 10^{-1}} > \frac{Si}{n \times 10^{-1}} > \frac{Mg}{n \times 10^{-1}} > \frac{P}{n \times 10^{-2}} > \frac{Mn}{n \times 10^{-2}} > \frac{S}{n \times 10^{-2}} > \frac{Al}{n \times 10^{-2}} > \frac{Fe}{n \times 10^{-3}} > \frac{Na}{n \times 10^{-3}} > \frac{F}{n \times 10^{-3}} > \frac{Zn}{n \times 10^{-3}} > \frac{Cu}{n \times 10^{-4}} > \frac{Ni}{n \times 10^{-4}} > \frac{Co}{n \times 10^{-5}} > \frac{Pb}{n \times 10^{-5}} > \frac{Cd}{n \times 10^{-6}}$ мг/кг
<i>Pinus sylvestris</i>	
Южная тайга	$\frac{N}{n} > \frac{K}{n \times 10^{-1}} > \frac{Ca}{n \times 10^{-1}} > \frac{P}{n \times 10^{-1}} > \frac{Mg}{n \times 10^{-1}} > \frac{Si}{n \times 10^{-2}} > \frac{S}{n \times 10^{-2}} > \frac{Mn}{n \times 10^{-2}} > \frac{Al}{n \times 10^{-2}} > \frac{Fe}{n \times 10^{-3}} > \frac{Zn}{n \times 10^{-3}} > \frac{Na}{n \times 10^{-3}} > \frac{F}{n \times 10^{-3}} > \frac{Ni}{n \times 10^{-4}} > \frac{Cu}{n \times 10^{-4}} > \frac{Pb}{n \times 10^{-5}} > \frac{Co}{n \times 10^{-5}} > \frac{Cd}{n \times 10^{-6}}$ мг/кг
Подтайга	$\frac{N}{n} > \frac{Ca}{n \times 10^{-1}} > \frac{K}{n \times 10^{-1}} > \frac{P}{n \times 10^{-1}} > \frac{Mg}{n \times 10^{-1}} > \frac{Si}{n \times 10^{-2}} > \frac{S}{n \times 10^{-2}} > \frac{Mn}{n \times 10^{-2}} > \frac{Al}{n \times 10^{-2}} > \frac{Fe}{n \times 10^{-3}} > \frac{Zn}{n \times 10^{-3}} > \frac{Na}{n \times 10^{-3}} > \frac{F}{n \times 10^{-3}} > \frac{Cu}{n \times 10^{-4}} > \frac{Ni}{n \times 10^{-4}} > \frac{Co}{n \times 10^{-5}} > \frac{Pb}{n \times 10^{-5}} > \frac{Cd}{n \times 10^{-6}}$ мг/кг

Таким образом, на формирование химического состав хвои *P. sylvestris* и *L. sibirica*, произрастающих в зоне бореальных лесов, помимо генетических видовых факторов влияют и природно-климатические условия произрастания.

Исследования выполнены в рамках госзаданий FWSS-2022-0002 № 122041100045-2 (СИФИБР СО РАН) и FWSM-2021-0001 № 121030900138-8 (ИОЭБ СО РАН).

ЛИТЕРАТУРА

1. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М. ; Л. : Наука, 1965. 253 с.
2. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Под ред. А. Р. Батуева, А. В. Белова, Б. А. Боговяленского. М. ; Иркутск : Роскартография, 2004. 90 с.
3. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. 4th edition. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2010. 548 p.
4. Göttlein A. Grenzwertbereiche für die ernährungsdiagnostische Einwertung der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche, Buche // Allg. Forst- u J.-Ztg. 2015. Nr. 186. S. 110–116.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.122.123

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ
МОЛОДИ ГОРБУШИ К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ В РЕКАХ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ**

Е. И. Кальченко¹, О. В. Зикунова¹, С. Б. Городовская¹, А. А. Попков²

¹Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: e.kalchenko@kamniro.vniro.ru

²Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО), Владивосток

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF ADAPTATION
OF JUVENILE PINK SALMON TO HABITAT CONDITIONS IN THE RIVERS
OF THE NORTHEASTERN COAST OF KAMCHATKA**

E. I. Kalchenko¹, O. V. Zikunova¹, S. B. Gorodovskaya¹, A. A. Popkov²

¹Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: e.kalchenko@kamniro.vniro.ru

²Pacific branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok

As a result of the studies, it was found that pink salmon juveniles from the rivers of the northeastern coast of Kamchatka, which develop at lower water temperatures, differ in growth, oogenesis rate and biochemical status.

Северо-восточное побережье Камчатки (Карагинская подзона) – второй (после западного побережья) район по численности промыслового запаса горбуши в пределах Камчатского края. Здесь исторически урожайными являются поколения горбуши нечетных лет воспроизводства. В предстоящее десятилетие (2014–2023 гг.) в среднем добывали 110 тыс. т карагинской горбуши, что составляло около 80–90% от всех вылавливаемых тихоокеанских лососей в подзоне. Один из инструментов прогнозирования горбуши Карагинской подзоны – использование взаимосвязи «скат молоди – возврат». Исходными данными служат оценки численности покатников, полученные на основе проведенных мальково-учетных работ в реперных реках – Хайлюля и Кичига.

Большое значение в выживаемости покатников горбуши имеют их стартовые физиолого-биохимические показатели, сформированные в пресноводный период и определяющие способность адаптации к абиотическим и биотическим факторам внешней среды, прежде всего, в эстуарный и ранний морской периоды жизни [1].

Цель работы – оценить физиолого-биохимические показатели молоди горбуши по данным биохимического и гистологического тестирования во время покатной миграции из реперных рек северо-востока Камчатки.

Сбор проб молоди горбуши проводили при мальково-учетных работах в нижнем течении рр. Хайлюля и Кичига в июне (период массового ската) 2018–2022 гг. Определяли биологические (длина, масса тела, остаток желточного мешка, пол), биохимические (содержание белков, липидов, воды, состав жирных кислот) и гистологические (состояние воспроизводительной системы) показатели рыб.

В годы исследований температура воды во время ската горбуши в р. Хайлюля изменялась от 2.2 до 10.2°C, в р. Кичига – 2.1–8.2°C. Размерно-массовые показатели покатников в р. Хайлюля: длина тела 2.6–3.6 см, масса – 0.14–0.36 г. В р. Кичига, расположенной севернее, длина рыб изменялась от 2.8 до 3.7 см, масса – 0.13–0.28 г.

Питание у смолтов горбуши в основном эндогенное, за счет поступления питательных веществ из желточного мешка в мышечную ткань [2]. Есть сведения, что некоторая часть покатников в р. Хайлюля переходит на экзогенное питание пресноводными кормовыми организмами, но при этом наполнение желудков у рыб незначительное [3]. В 2018–2022 гг. количество особей с желточным мешком в

р. Хайлюля составляло 9.2–59.4%, доля желточного мешка от массы тела – 0.1–11.5%; в р. Кичига, соответственно, 8.7–36.7% и 0.2–33.9%. Показатели массы желточного мешка являются индикаторами скорости развития личинок горбуши и успешности их адаптации к морской воде. Так, покотники горбуши с остатками желточного мешка больше 3% от массы тела плохо адаптируются к соленой воде, не подготовлены к переходу на внешнее питание и более уязвимы для хищников, соответственно в большей степени подвергаются элиминации [4]. Однако запасы желтка позволяют молоди выживать в море после ската при недостатке пищи [2].

Изучение гаметогенеза покотников горбуши из рек северо-востока Камчатки позволило получить представление о скорости их развития. Семенники у самцов были развиты слабо и находились на начальной фазе I стадии зрелости. В яичниках самок находились ооциты 1-й ступени превителлогенеза (диаметр 28.5–31.7 мкм) и клетки на стадии ранней профазы мейоза – мейоциты (клетки резервного фонда). Отметим, что у молоди горбуши из р. Кичига, расположенной севернее, отмечена более высокая доля клеток резервного фонда (13.9–27.5%), чем из р. Хайлюля (9.0–18.6%) от общего числа просчитанных клеток. Наличие клеток резервного фонда указывало на возможность дальнейшего увеличения количества ооцитов в яичниках рыб при благоприятных условиях нагула в морской период жизни.

Известно, что биохимические показатели молоди лососей влияют на их выживаемость во время покотной миграции из рек в море [5]. Уровень белков в теле у покотников горбуши в р. Хайлюля составлял 8.3–15.6%, липидов – 2.4–5.0% от сырой массы, воды – 80.2–88.6%; в р. Кичига, соответственно, 10.5–14.4%, 1.9–5.7% и 80.3–86.4%. Ключевая роль в выживании рыб принадлежит жирным кислотам, которые обеспечивают адаптивные возможности рыб в онтогенезе. В составе жирных кислот общих липидов у молоди горбуши в р. Кичига отмечен более высокий уровень насыщенных, но низкий – мононенасыщенных, по сравнению с этими показателями в р. Хайлюля. В адаптациях рыб к условиям среды обитания принимают участие полиненасыщенные жирные кислоты ω -3 типа, особенно докозагексаеновая кислота [6]. Ее доля у смолтов в р. Кичига была больше и в среднем составляла 23.4%, в р. Хайлюля – 21.1% от суммы всех ЖК.

В результате установлено, что из рек северо-восточного побережья Камчатки покотники горбуши, развитие которых происходит при низких температурах воды, различаются ростом, скоростью оогенеза и биохимическим статусом; это обеспечивает выживание вида в арктической зоне. Компенсация роста и оогенеза у молоди горбуши будет происходить при дальнейших благоприятных температурных и кормовых условиях нагула рыб в ранний морской период жизни [2].

Полученные результаты могут быть использованы в качестве индикаторной информации или как один из предикторов при построении многофакторных моделей для повышения точности прогнозирования численности подходов данного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кальченко Е. И. и др. Физиолого-биохимические показатели покотников западнокамчатской горбуши в пресноводный и ранний морской периоды жизни в 2020 году // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел : Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Мурманск, 23–24 марта 2023 г.). Мурманск : ПИПРО им. Н. М. Книповича, 2023. С. 172–178.
2. Карпенко В. И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М. : ВНИРО, 1998. 165 с.
3. Кинас Н. М. Количественные и качественные характеристики ската молоди горбуши и кеты в некоторых реках Камчатки : отчет о НИР. П.-Камчатский : КамчатНИРО, 1998. 55 с.
4. Varnavsky V. S., Kinas N. M., Rostomova S. N. Development of seawater adaptation in pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, during downstream migration: relationships to temperature and residual yolk // Environmental Biology of Fishes. 1993. Is. 36. P. 373–379.
5. Эколого-биохимический статус молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. из некоторых рек бассейна Белого моря / Под общ. ред. Н. Н. Немовой. Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2016. 202 с.
6. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб: Липиды. Л. : Наука, ЛО, 1983. 240 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.124.125

**ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА» (Республика Коми)**

В. А. Канев

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар; e-mail: kanev@ib.komisc.ru

**FLORA OF HIGHER VASCULAR PLANTS IN THE SOUTHERN PART
OF THE YUGYD VA NATIONAL PARK (Komi Republic)**

V. A. Kanev

Institute of Biology Komi Scientific Center Ural Branch RAS, Syktyvkar; e-mail: kanev@ib.komisc.ru

The flora of higher vascular plants in the southern part of the Yugyd Va National Park, previously poorly studied botanically, was analyzed more comprehensively. The flora of the studied area includes 416 species of vascular plants, which is 62.3% of the entire flora of the reserve (668 species). New boundaries of the distribution of northern species, located here on the southern border of the range, were identified. New locations of rare and protected plants have been discovered for the first time, which are included in the Red Book of the Komi Republic.

По сравнению с Печоро-Илычским государственным заповедником, сведения о разнообразии экосистем национального парка «Югид ва» намного более скудные. Национальный парк «Югид ва» – крупнейший по площади (1 894 133 га) природоохранный объект федерального значения в Республике Коми, включенный в Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО [1]. Планомерные исследования, направленные на инвентаризацию биологического разнообразия, на этой территории стали проводиться только последние 15 лет. Наиболее изучены во флористическом отношении бас. р. Косью (рр. Косью и Кожим), нижнее течение рр. Щугор и Подчерье; слабо изучены верхнее течение рр. Щугор и Подчерье и горные хребты на границе Республики Коми и ХМАО, находящиеся в южной части резервата [1, 2].

Район исследований расположен на западном и восточном макросклонах Северного Урала в верхнем течении р. Щугор и его притоков (рр. Тэльпоз, Тэльпозью, Торговая, Няртсоу) в южной части национального парка «Югид ва». В районе исследований несколько высотных поясов растительности: горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и гольцовый. Они сменяют друг друга при подъеме вверх по высотному градиенту [2].

В 2016–2018, 2020, 2021 гг. во время экспедиционных выездов в южную часть национального парка «Югид ва» были исследованы пять ЛФ в горных массивах Тэльпозиз, Щугорский Поясовой Камень, Исследовательский хребет. Локальные флоры изучали в маршрутах и обследовали все встречающиеся на хребте местообитания и типы растительности. Протяженность радиальных маршрутов составляла до 10 км. Латинские наименования растений, за редкими исключениями, даны по сводке С. К. Черепанова [3] с учетом последних изменений, приведенных в Красной книге Республики Коми [4].

Флора исследованного района насчитывает 416 видов сосудистых растений, которые относятся к 216 родам и 71 семейству, что составляет 62.3% всей флоры резервата (668 видов) [2, 5]. ЛФ насчитывают от 257 до 340 видов. В результате этих исследований впервые для территории данного резервата был обнаружен лесостепной вид козельца гладкого *Scorzonera glabra*, находящийся на северной границе распространения, а основной его ареал в южной части Печоро-Илычского заповедника. Выявлены южные границы распространения для части видов – *Acomastylis glacialis*, *Achoriphragma nudicaule*, *Dianthus repens* и др.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 32 вида (7.7%). Семь принадлежат голосеменным растениям, представленных хвойными. Остальные виды (378) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 112 – однодольные, а 266 – двудольные. Наибольшим количеством видов обладают семейства Asteraceae (41), Poaceae

(41), Cyperaceae (37), Rosaceae (23), Caryophyllaceae (23), Ranunculaceae (20), Salicaceae (16), Scrophulariaceae (16), Fabaceae (13), Ericaceae (13), Orchidaceae (9). Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (29). Второе место занимает род *Salix* (15). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Stellaria* (8), *Poa* (8), *Hieracium* (7), *Equisetum* (7), *Saxifraga* (7), *Pedicularis* (7), *Ranunculus* (7), *Eriophorum* (6). Родовая насыщенность 1.9. Родовой коэффициент 51.8%.

Растения, произрастающие в южной части резервата, относятся к разным географическим элементам. Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, которых чуть больше половины выявленных сосудистых растений – 224 вида, или 53.8%. Немного меньше (153 вида, или 36.8% от общего числа зарегистрированных таксонов) принадлежит северным широтным группам: арктической, аркто-альпийской и гипоарктической. Арктических видов, характерных для тундровой зоны, 26, или 6.3%, а аркто-альпийских 74, или 17.8%, гипоарктических 53 вида, или 12.7%. Суммарное участие южных широтных групп – 3.6%. Неморальный вид один – *Stellaria holostea* L. Неморально-бореальных видов 12, или 2.9%, которые произрастают в смешанных разнотравных лесах. Лесостепных видов 2 (0,5%) – *Hedysarum alpinum* и *Scorzonera glabra*. Полизональное распространение имеют 18 видов, их ареалы располагаются в нескольких природных зонах (4.3%). По одному виду у бореально-горной – *Polypodium vulgare* и горно-степной групп – *Polystichum lonchitis*.

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами, их доли, соответственно, 42.1 и 32.0% от общего числа видов. К азиатским видам относится 51 вид, или 12.3%; европейских видов 47, или 11.3% от общего числа таксонов. Соотношение европейских и азиатских (сибирских) видов закономерно отражает положение изученной территории на границе двух частей света – Европы и Азии. Космополитных видов 6 (1.4%), а 4 вида (1%) эндемики Северного и Приполярного Урала – *Gagea samojedorum*, *Gypsophyla uralensis*, *Anemonastrum biarmense*, *Lagotis uralensis*.

В исследуемой флоре произрастают занесенных в Красную книгу Республики Коми [4] 36 видов из 33 родов и 20 семейств, или 8.2% от всей флоры высших растений данного района, или 34.6% от всех охраняемых растений в национальном парке «Югыд ва». Кроме того, здесь обитают 19 видов, включенных в приложение к региональной Красной книге как нуждающиеся в постоянном контроле численности популяций. Большинство флористических находок редких и охраняемых видов новые для данного района. Семь охраняемых видов отнесены к группе таксонов с категорией статуса редкости 2, а 29 видов классифицированы как редкие (категория статуса 3).

Флора южной части национального парка «Югыд ва» имеет типичные горные черты, что выражается большим участием видов северных широтных групп – арктической и аркто-альпийской и малым участием видов южных широтных групп. Это связано с тем, что данный район находится в горах с абсолютными высотами от 500 до 1300 м н. у. м. Сорных и заносных видов не обнаружено, что говорит об отсутствии антропогенного воздействия. Исследования данной территории показывают целесообразность включения ее в национальный парк «Югыд ва» для охраны и необходимости дальнейшего изучения, особенно наблюдения за состоянием ценопопуляций редких растений и возможным нахождением новых редких и охраняемых видов растений.

Собранные образцы высших сосудистых растений хранятся в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO)».

Исследования проведены в рамках 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» (номер госрегистрации 122040600026-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кадастр особо охраняемых природных территорий Республики Коми / Под ред. С. В. Дёгтевой, В. И. Пономарева. Сыктывкар : Киров. обл. типогр., 2014. 428 с.
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. М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2016. 482 с.
3. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / Под ред. Г. С. Розенберга, С. В. Саксонова. СПб. : Мир и семья, 1995. 990 с.
4. Красная книга Республики Коми / Под общ. ред. С. В. Дёгтевой. Сыктывкар : Коми республ. типогр., 2019. 768 с.
5. Мартыненко В. А., Дёгтева С. В. Конспект флоры национального парка «Югыд-Ва» (Республика Коми). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 108 с.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ
МОДИФИКАЦИЮ И ДЕГРАДАЦИЮ БЕЛКОВ В ОРГАНАХ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ
(*Oncorhynchus mykiss*)**

Н. П. Канцерова, И. В. Суховская, Л. А. Лысенко

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск;
e-mail: nkantserova@yandex.ru

**THE INFLUENCE OF REARING CONDITIONS ON OXIDATIVE MODIFICATION
AND DEGRADATION OF PROTEINS IN ORGANS OF RAINBOW TROUT
(*Oncorhynchus mykiss*)**

N. P. Kantserova, I. V. Sukhovskaya, L. A. Lysenko

Institute of Biology, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk;
e-mail: nkantserova@yandex.ru

Rainbow trout is a typical coldwater species that is highly susceptible to high water temperatures, hypoxia and environmentally induced oxidative stress followed by high mortality and growth depression under rearing conditions. The aim of this study was to investigate the effects of environmental factors on protein oxidation and proteolysis as well as on mortality in farmed rainbow trout. Fish mortality increased during periods of exposure to unfavourable factors – overwintering, summer increases in water temperature, hypoxia, and infectious diseases. Protein carbonyl content and protease activity showed a correlation with fish growth rate, corresponding to the level of total metabolism and oxidative processes. In fish affected by high water temperature, hypoxia, or infectious disease, the physiological dynamics of protein carbonyl formation and elimination have been disrupted. Bacterial infection and summer water temperature increases associated with hypoxia lead to the most severe development of oxidative stress in the organs of reared rainbow trout.

Радужная форель *Oncorhynchus mykiss* – традиционный объект аквакультуры водоемов Северо-Запада России. Садковое выращивание радужной форели, типично холодноводного вида, сопряжено с действием стресс-индуцирующих факторов, как общих для аквакультуры (высокая плотность посадки, слабая проточность воды, хэндлинг), так и региональных климатических (летний подъем температуры воды, гипоксия), которые приводят к снижению темпов роста рыб, распространению инфекций, повышению летальности [1–3]. На клеточном уровне развивается оксидативный стресс, приводящий к окислительному повреждению макромолекул – белков и липидов. Контроль качества клеточных белков, элиминация окисленных (и в силу этого утративших биологическую функцию) осуществляется путем их протеолитической деградации с участием внутриклеточных протеиназ – протеасом, катепсинов, кальпаинов [4]. Накопление продуктов окисления и гиперактивация протеиназ, способных вызвать деградацию мышц, негативно сказываются как на здоровье рыбы, так и на качестве получаемого из нее продукта.

Цель настоящей работы – изучить содержание окисленных (карбонилированных) белков и активность внутриклеточных протеиназ в органах садковой радужной форели при воздействии ряда факторов окружающей среды.

Исследование проводили в течение двух возрастных сезонов на форелевом хозяйстве, расположенном на озере Республики Карелия. Форель выращивали на стандартном коммерческом корме без добавок. Проводился непрерывный мониторинг параметров среды (температура воды, оксигенация, загрязнители) и состояния рыбы (скорость линейного и весового прироста, наличие бактериальных и вирусных патогенов и др.), и регулярный (каждые две недели) отбор проб (скелетных мышц, печени) для биохимического анализа. Содержание белковых карбонильных групп оценивали по методу Levine R. L. et al. [5]. Активность протеасом определяли по гидролизу флуорогенного олигопептида Suc-LLVY-AMC, активность кальпаинов – по методу Enns D. L., Belcastro A. N. [6], катепсинов – по методу Anson M. L. [7]. **Статистический анализ результатов проводили при помощи критерия Кра-**

скела – Уоллиса с последующим сравнением выборок, используя для этого критерий Манна – Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0.05$. Коэффициенты корреляции между сравниваемыми показателями определяли по Пирсону.

Для исследуемой форели были характерны линейный прирост живой массы и длины в течение выростных сезонов и замедление темпа роста при воздействии неблагоприятных факторов – зимовального периода, летнего повышения температуры воды (достигавшей $+22^{\circ}\text{C}$, при оптимуме для форели $+14\text{--}19^{\circ}\text{C}$), снижения уровня растворенного кислорода, а также развития бактериальной инфекции (геморрагической септицемии, излеченной антибиотиком «Энрофлоксацином»); в эти периоды отмечалась повышенная летальность. Содержание карбонилированных белков в скелетных мышцах и печени форели положительно коррелировало с темпом роста рыб, тесно связанным с уровнем общего метаболизма и окислительных процессов. Было установлено, что при воздействии неблагоприятных факторов развивался дисбаланс образования и утилизации карбонилированных белков в органах форели; при повышении температуры воды и бактериальной инфекции наблюдалось значительное увеличение содержания белковых карбониллов. В периоды, благоприятные для роста рыб, при высоких темпе роста и уровне общего белкового обмена повышалась также активность протеиназ; с возрастом темп роста рыб и, сопряженно, интенсивность внутриклеточного белкового обмена и протеолиза в их органах снижались. В периоды воздействия неблагоприятных факторов (бактериальная инфекция, гипертермия) наблюдалось повышение активности внутриклеточных протеиназ, отвечающих в т. ч. за деградацию карбонилированных белков. Среди изученных средовых факторов бактериальная инфекция и летнее повышение температуры воды, ассоциированное с гипоксией, приводят к наиболее выраженному усилению окислительных процессов и накоплению продуктов окислительной модификации в органах садковой радужной форели.

Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН FMEN-2022-0006.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ackerman P. A. et al.* Stress hormones and the cellular stress response in salmonids // *Fish Physiology and Biochemistry*. 2000. Vol. 23. P. 327–336.
2. *Tort L.* Stress and immune modulation in fish // *Developmental and Comparative Immunology*. 2011. Vol. 35, No. 12. P. 1366–1375.
3. *Kantserova N. P. et al.* Dietary supplement with dihydroquercetin and arabinogalactan affects growth performance, intracellular protease activities and muscle-specific gene expression in bacterially infected *Oncorhynchus mykiss* // *International Aquatic Research*. 2020. Vol. 12. P. 63–73.
4. *Nyström T.* Role of oxidative carbonylation in protein quality control and senescence // *EMBO Journal*. 2005. Vol. 24, No. 7. P. 1311–1317.
5. *Levine R. L. et al.* Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins // *Methods Enzymology*. 1990. Vol. 186. P. 464–478.
6. *Enns D. L., Belcastro A. N.* Early activation and redistribution of calpain activity in skeletal muscle during hindlimb unweighting and reweighting // *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2006. Vol. 84. P. 601–609.
7. *Anson M. L.* The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin // *Journal of General Physiology*. 1938. Vol. 22. P. 79–89.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА
ПРИ СОЗДАНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ**

**Д. С. Карлов¹, И. Г. Кузнецова¹, П. В. Гуро¹, А. Л. Сазанова¹, Н. Ю. Тихомирова¹,
Н. Н. Лашчинский², А. А. Белимов¹, В. И. Сафронова¹**

¹ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург;
e-mail: ds.karlov@arriam.ru

²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

**PROSPECTS OF USING LEGUME-RYSOBIUM SYMBIOSIS FOR CREATING HIGHLY
PRODUCTIVE AGROPHYTOCENOSES IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA**

**D. S. Karlov¹, I. G. Kuznetsova¹, P. V. Guro¹, A. L. Sazanova¹, N. Yu. Tikhomirova¹,
N. N. Lashchinskiy², A. A. Belimov¹, V. I. Safronova¹**

¹All-Russian Institute of Agricultural Microbiology, St. Petersburg;
e-mail: ds.karlov@arriam.ru

²Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk

The ability of nine bacterial strains of the genus *Rhizobium* and *Mesorhizobium*, isolated from nodules of various species of legumes *Oxytropis*, *Astragalus*, *Lathyrus*, *Vicia* and *Hedysarum* growing in Arctic Yakutia, to form nitrogen-fixing symbiosis with *Trifolium repens* L., *Medicago sativa* L., *Oxytropis adamsiana* (Trautv.) Jurtzev and *Astragalus frigidus* L. under conditions of sterile test-tube experiment was studied. The ability of eight strains to form both ineffective and nitrogen-fixing nodules depending on the inoculation variant of legume plants was shown. The ability of *O. adamsiana* to form an effective symbiosis with three strains isolated from leguminous plants of the genera *Hedysarum*, *Oxytropis* and *Astragalus* allows us to classify it as promising for bioremediation of disturbed lands and creation of highly productive agrophytocenoses in various soil and climatic conditions of the Arctic.

В последнее время развитию сельского хозяйства в Арктической зоне России уделяется пристальное внимание [1, 2]. В частности, устойчивое развитие животноводства и кормопроизводства на базе местных биологических ресурсов, адаптированных к сложным почвенно-климатическим условиям Арктики, позволит создать новые рабочие места и обеспечит местное население качественными и свежими продуктами питания, что будет способствовать повышению привлекательности северных территорий России [3]. Бобовые растения обладают значительным потенциалом для интродукции в арктических регионах РФ и могут играть важнейшую роль при формировании высокопродуктивных пастбищных фитоценозов [4]. Одним из ключевых свойств бобовых является установление взаимовыгодного азотфиксирующего симбиоза с клубеньковыми бактериями (ризобиями).

В настоящей работе изучена способность девяти арктических ризобияльных штаммов из рода *Rhizobium* и *Mesorhizobium*, выделенных из клубеньков *Oxytropis taimyrensis* (Jurtz.) A. et D. Love, *Astragalus frigidus* (L.) A. Gray, *A. tugarinovii* Basil., *Lathyrus palustris* L., *Vicia cracca* L. и *Hedysarum arcticum* B. Fedtsch., произрастающих в арктической Якутии, формировать азотфиксирующий симбиоз с *Trifolium repens* L., *Medicago sativa* L., *O. adamsiana* (Trautv.) Jurtzev и *A. frigidus* в условиях стерильного микровегетационного опыта. Также показана способность восьми штаммов образовывать как неэффективные, так и азотфиксирующие клубеньки в зависимости от варианта инокуляции бобовых растений. В отношении местных арктических видов *O. adamsiana* и *A. frigidus* более активными оказались штаммы, выделенные из местных видов бобовых (*O. taimyrensis*, *A. frigidus*, *H. arcticum*), в то время как культурные растения *M. sativa* и *T. repens* были отзывчивее на инокуляцию штаммами, выделенными из заносных растений *L. palustris* и *V. cracca*. Способность *O. adamsiana* формировать эффективный симбиоз с тремя штаммами, выделенными из представителей бобовых рода *Hedysarum*, *Oxytropis* и *Astragalus*, позволяет отнести его к перспективным растениям для использования в биоре-

медиации нарушенных земель и при создании многолетних пастбищных и сенокосных фитоценозов в различных почвенно-климатических условиях Арктики.

Работа проведена при финансовой поддержке РФФ, проект № 20-76-10042-П.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Unc A. et al.* Expansion of Agriculture in Northern Cold-Climate Regions: A Cross-Sectoral Perspective on Opportunities and Challenges // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021. Vol. 5. Art. 663448. P. 1–11. doi: 10.3389/fsufs.2021.663448.

2. *Найденов Н. Д.* Сельское хозяйство Арктики: диалектика культуры и экономики (на примере городов Воркуты, Норильска и Якутска) // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2020. № 3(108). С. 12–17.

3. *Суровцев В. Н.* Развитие молочного скотоводства в Арктической зоне республик Карелия и Коми, Архангельской области: возможности и формы поддержки // *Арктика: экология и экономика*. 2023. Т. 13, № 1. С. 149–157. doi: 10.25283/2223-4594-2023-1-149-157.

4. Экологические основы управления продуктивностью агрофитоценозов восточноевропейской тундры / Под ред. И. Б. Арчеговой, М. В. Гецен. Л. : Наука, ЛО, 1991. 152 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.130.131

ТИПЫ ОЛЕНЬИХ ПАСТБИЩ НА СЕВЕРЕ КАМЧАТСКОГО КРАЯ И ОСОБЕННОСТИ ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГИС

В. Е. Кириченко¹, В. Ю. Нешатаева², К. И. Скворцов²

¹Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; e-mail: vadim_kir@inbox.ru

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург; e-mail: vneshataeva@yandex.ru

TYPES OF REINDEER PASTURES IN THE NORTH OF THE KAMCHATKA TERRITORY AND THE PECULIARITIES OF GIS-BASED MAPPING

V. E. Kirichenko¹, V. Yu. Neshataeva², K. I. Skvortsov²

¹Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: vadim_kir@inbox.ru

²Komarov Botanical Institute RAS, St.-Petersburg; e-mail: vneshataeva@yandex.ru

On the base of joint use of the multi-scale remote imagery and the results of field floristic and geobotanical research, a test method for vegetation mapping of reindeer pastures of the Olyutorsky district of the Kamchatka Territory has been elaborated. Preliminary geobotanical maps of reindeer pastures of the model territories were compiled. The proposed methods are planned to be supplemented with the possibility to assess the state and degree of pasture disturbance, as well as evaluate the phytomass resources and forage productivity of reindeer pastures.

В 2016–2022 гг. проведены полевые флористические и геоботанические исследования в Олюторском и Пенжинском районах Корякского округа. Выполнены 700 геоботанических описаний, составлены фитоценотические таблицы и аннотированные списки сосудистых растений, лишайников, мохообразных; охарактеризованы сообщества приморских маршей, лиственничников, каменистых берегов, белоберезняков, пойменных лесов, горных и приморских тундр, болот, сообществ кедрового и ольхового стлаников, кустарниковых ивняков, ерников, прибрежно-водной растительности. В 2023 г. продолжено изучение закономерностей дифференциации растительного покрова Северной Корьяки для разработки типологии оленьих пастбищ с учетом их видового состава, структуры, кормовой ценности, оценки их современного состояния и степени нарушенности, а также сезонности использования. Для решения этих задач применены современные ГИС-технологии с привлечением программных пакетов ArcGIS и QuantumGIS и методов анализа дистанционных изображений по спектральным и пространственным характеристикам растительности.

На первом этапе исследований проведена инвентаризация фондовых материалов и данных дистанционного зондирования (ДДЗ) на территории Олюторского района. Проанализированы материалы, имеющиеся как на международных серверах (в режиме свободного доступа), так и у организаций, являющихся поставщиками ДДЗ на территории РФ (Совинформспутник, ScanEx, Дата+, Институт географии РАН). При анализе данных применяли метод совмещения разнокачественных ДДЗ, находящихся в открытом доступе. Использованы ДДЗ среднего разрешения с семейств-спутников Landsat-Sentinel (10–30 м/пх) и высокого (и сверхвысокого) разрешения (1–5 м/пх) на порталах геосервисов ARCGIS, Bing, Google, Here, Nokia, Yandex и др. **Результаты инвентаризации ДДЗ** показали, что к настоящему времени территория Олюторского района практически полностью покрыта разносезонной съемкой, причем многие районы – неоднократно, что позволяет оценить многолетнюю динамику растительного покрова за периоды между съемками.

С учетом имеющихся материалов [1, 2] проведено дешифрирование космических снимков и составлены предварительные геоботанические карты для территории исследований в масштабах 1:200 000–1:400 000. Для сравнения полученных карт с материалами Ангарской землеустроительной экспедиции, полученными в 1980-е гг., а также со спутниковыми снимками высокого и сверхвысокого разрешений проведено совмещение картографических материалов с помощью ГИС-технологий.

Сравнительный анализ показал, что границы геоботанических контуров, выделенных по материалам Ангарской экспедиции, не соответствуют реальным контурам растительности, существующей в настоящее время. Составленные нами карты растительности модельных территорий и выделенные контуры растительного покрова согласуются с данными среднемасштабной и крупномасштабной спутниковой съемки.

Для более точной оценки состояния растительного покрова на 17 ключевых участках проведена аэрофотосъемка с использованием БПЛА (Mavic Air2 Pro). Площадь и высоту съемки определяли, исходя из особенностей растительного покрова, рельефа, разнообразия местообитаний, а также технических характеристик БПЛА. Применяли следующие параметры полета: высота – 100 м, перекрытие аэрофотоснимков – 80%. Полученные ортофотопланы позволяют составить геоботанические карты модельных территорий в масштабах от 1:1 000 до 1:10 000.

В результате маршрутных исследований были собраны обширные геопривязанные фото- и видеоматериалы (свыше 3,5 тыс. фотографий; около одного часа видео, более 60 обзорных точек), что позволит расширить возможности дешифрирования ДДЗ на большие площади. При описании ключевых участков отмечали общую характеристику его территории, рельеф, растительный и почвенный покров, наличие следов и степень антропогенного воздействия, а также делали фотографии участка, позволяющие не только точно идентифицировать этот тип земной поверхности, но и вести мониторинг состояния растительности ключевого участка. Дана геоботаническая характеристика оленьих пастбищ на северо-востоке Олюторского района, разработана их хозяйственная типология (выделены три группы типов (лишайниковые, травяные, кустарниковые) и 12 типов пастбищ по шести сезонам выпаса). Выявлен видовой состав кормовых растений северного оленя: 162 вида сосудистых растений, 22 вида лишайников и 7 родов шляпочных грибов [3]. Для каждого вида указаны русское и латинское название, семейство, тип срастания, жизненная форма, сезон использования, кормовая ценность. В составе летнезеленых кормов количественно преобладают кустарниковые ивы, осоковые (осоки и пушицы), злаки и разнотравье.

Для оценки продуктивности растительного покрова оленьих пастбищ предложено использовать вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный дифференцированный индекс растительности – показатель количества фотосинтетически активной фитомассы. При этом необходима оценка взаимосвязи между показателями NDVI и кормовой продукцией для различных растительных сообществ и для разных типов пастбищ. Это позволит подойти к точной оценке состояния и кормовой продуктивности для каждого геоботанического контура и даст возможность отслеживать с помощью дистанционных методов ключевые показатели, используемые в северном оленеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко В. Е. Карта растительности Камчатского края масштаба 1:1 000 000 // Вопросы географии Камчатки : Материалы XVI междунар. науч. конф. 18–19 нояб. 2015 г. Петропавловск-Камчатский, Ярославль : Филигрань, 2016. Вып. 14. С. 184–212.
2. Кириченко В. Е., Нешатаева В. Ю. Применение ГИС-технологий для геоботанического картографирования и анализа дифференциации растительного покрова Северной Корякии // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия : Материалы III Национальной науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. РАН П. Л. Горчаковского (Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г.). Екатеринбург : Гуманитарный ун-т, 2020. С. 277–280.
3. Нешатаева В. Ю., Кириченко В. Е., Скворцов К. И. Растительность и типы оленьих пастбищ на севере Корякского округа // Вопросы географии Камчатки. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2022. Вып. 17. С. 67–69.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.132.134

КОНЦЕПЦИЯ ТРЕТЬЕГО ПОЛЮСА КАК СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ АРКТИКИ И ВЫСОКОГОРИЙ

С. Н. Кирпотин^{1,2}, О. Демберел³, А. О. Ховалыг⁴, И. В. Волков¹, И. И. Волкова¹

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск;

e-mail: kirp@mail.tsu.ru; volkovhome@yandex.ru

²Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

³Ховдский филиал Монгольского национального университета, Ховд;

e-mail: otgonbayar.d@nummta.onmicrosoft.com

⁴Тувинский государственный университет, Кызыл; e-mail: aldyn@mail.ru

THE CONCEPT OF THE THIRD POLE AS A LINK IN INTERDISCIPLINARY RESEARCH OF THE ARCTIC AND HIGH MOUNTAINS

S. N. Kirpotin^{1,2}, O. Dembere³, A. O. Khovalyg⁴, I. V. Volkov¹, I. I. Volkova¹

¹National Research Tomsk State University, Tomsk; e-mail: kirp@mail.tsu.ru; volkovhome@yandex.ru

²Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul

³Khovd branch of the Mongolian National University, Khovd;

e-mail: otgonbayar.d@nummta.onmicrosoft.com

⁴Tuva State University, Kyzyl; e-mail: aldyn@mail.ru

The Third Pole (TP) region includes high mountain regions of Asia, including the Tibetan Plateau, the Himalayas and their surrounding mountains, as well as the Pamir Plateau, Tien Shan Mountains and Altai Mountains. It contains glaciers with an area of more than 100.000 km², containing the largest volume of ice outside the Arctic and the Antarctic. Since the mid-20th century, large glaciers of the Russian Altai have already lost up to 7% of their area, retreating to a distance of 400 to 2300 m. In the Mongolian Altai, the area of glaciers has correspondingly decreased by 44.7% from 1970 to 2008, and some small glaciers have completely melted. Based on the concept of the Third Pole, we propose conducting comparative interdisciplinary international studies of climate-related changes in the environment, biodiversity and land use systems in two bordering regions: the Mongolian Altai (Mongolia) and the Russian Altai (the Russian Federation).

Горы являются источниками воды, энергии, полезных ископаемых, лесной и сельскохозяйственной продукции, а также популярной зоной отдыха. Высокогорные районы – крупнейший резервуар льда и снега после Арктики и Антарктики. К региону Третьего полюса (ТП) относятся высокогорные районы Азии, включая Тибетское нагорье, Гималаи и окружающие их горы, а также Памирское нагорье, горы Тянь-Шаня и Горный Алтай [1]. Здесь расположены ледники площадью более 100 000 км², содержащие самый большой объем льда за пределами Арктики и Антарктики [2]. Талая вода на ТП питает многие крупные озера и реки Азии, включая Инд, Брахмапутру, Ганг, Желтую и Янцзы. Этот горный регион, известный как Азиатские водонапорные башни (АВТ), имеет решающее значение для водной безопасности и социально-экономической устойчивости многих стран. Он поддерживает население в 1,7 млрд. человек и валовой внутренний продукт (ВВП) в 12,7 трлн. дол. США [1]. Скорость потепления в ТП в два раза превышает среднемировой показатель за последние полвека [3]. Потепление климата изменило запасы водяного пара и региональные климатические характеристики ТП. Изменения в криосфере – отступление ледников, деградация вечной мерзлоты и смена характера осадков от снега до дождя [4] – также сильно изменили гидрологический цикл [5] и состояние поверхности суши (растительность, почва, озера и рельеф). Это приводит к заметным различиям между основными речными бассейнами ТП по разным компонентам изменений, включая фактическое суммарное испарение, запасы наземной воды и речной сток [6]. Из-за сложной обстановки на поверхности суши и влияния атмосферной циркуляции в ТП компоненты речного стока (дождевой сток,

таяние льда и снега, замерзание / оттаивание почв) могут существенно различаться. Эти изменения оказывают глубокое влияние на региональный водный цикл, изменяя пространственно-временные закономерности имеющихся запасов пресной воды [7, 8]. Однако до сих пор количественная оценка атмосферы, криосферы, биосферы и гидросферы в ТП все еще толком не определена из-за отсутствия необходимых наземных наблюдений (по ряду гидрометеорологических, криосферных и экосистемных изменений) – например, с помощью датчиков для мониторинга вечной мерзлоты и атмосферного льда – и передовых спутниковых технологий. Для всестороннего понимания ТП наблюдательные ресурсы необходимо интегрировать и совершенствовать, а цели и подходы исследований обновлять и определять. Международная программа «Окружающая среда Третьего полюса» (ТРЕ) направлена на то, чтобы привлечь соответствующие исследовательские институты и академические таланты и сосредоточить внимание на теме взаимодействия «вода – лед – воздух – экосистема – человек». Необходимо выявить процессы и механизмы изменения окружающей среды на ТП, а также их влияние на глобальные изменения и реагирование на них, и таким образом, служить повышению адаптации человека к изменяющейся окружающей среде и реализации гармонии человека и природы [2].

Ледники являются серьезным индикатором изменения климата, чувствительны к глобальному потеплению; они стабильно обеспечивают определенные экосистемы пресными водами. Ледники, ледниковые щиты и пресные озера – крупнейшие резервуары пресной воды на Земле; следовательно, их изучение имеет жизненно важное гуманитарное, экологическое, экономическое и экосистемное значение [9].

За последние пятьдесят лет на ТП произошли значительные изменения окружающей среды. На состояние и стабильность Азиатских водонапорных башен влияют вызванное потеплением отступление и обрушение ледников, образование ледниковых озер и увеличение их площади, и частые их провалы, что оказывает влияние на социально-экономический прогресс стран региона. Быстрые изменения в ледниках ТП, в вечной мерзлоте, снежном покрове, озерах, реках и их воздействие вниз по течению изучаются с 2010 г. в рамках вышеуказанной международной программы (ТРЕ) при финансовой поддержке Китайской академии наук. Эта ключевая международная исследовательская инициатива посвящена многосферному взаимодействию системы Земли через Третий полюс. Изменения горной криосферы и их влияние на региональную гидрологию и водные ресурсы являются важными исследовательскими аспектами программы ТРЕ [2].

Хотя изменение климата быстро происходит во всем мире, его последствия различаются от региона к региону в зависимости от географической специфики и связанных с ней особенностей климата в некоторых регионах. В частности, экосистемы высокогорных районов Центральной Азии сильнее страдают от изменений климата, т. к. он засушливый [10].

В Монгольском Алтае 627 ледников площадью 334,0 км² [11]; это жизненно сбалансированные системы, которые поддерживают экосистемы нижнего течения и обеспечивают людей основными ресурсами пресной воды (Orkhonselenge, Harbor, 2018). Один из крупных центров современного оледенения находится на горе Мунххайрхан на юго-востоке хребта Монгольского Алтая. Ледники расположены от Долооннуур (нуур – означает «озеро») на северо-западе до Их-Тургеня на юго-востоке; северо-западная часть горного массива называется Долооннуур, центральная часть – массивом Шуурхай, а юго-восточная часть – массивом Хухнуурс. Из них на массиве Шуурхай пять ледников занимают 22,39% общей его площади, восемь ледников массива Долооннуур – 40,68% и четыре ледника массива Хухнуурс – 36,92%. По оценке Otgonbayar D., в 1970 г. было 24 ледника общей площадью 48,13 км², а в 2008 г. их осталось 17 площадью 26,57 км². Это значит, что с 1970 по 2008 г. семь ледников полностью растаяли [12].

Дегляциация, вызванная глобальными изменениями климата, создает условия для запуска постгляциальных сукцессий растительности. Их исследование относится к одним из важнейших теоретических и практических вопросов экологии, который не может рассматриваться безотносительно к изучению циклов важнейших органогенов как основы газорегулирующей функции биоты. Это непосредственно связано с пониманием обратных связей процесса дегляциации с изменением климата. До сих пор нет единого мнения о степени и механизмах влияния постгляциальной сукцессии на данные процессы.

Целью перспективных российско-монгольских исследований в рамках международной программы Третьего полюса станет изучение влияния развития и взаимодействия почвенных и расти-

тельных сообществ на круговорот углерода во время экологических сукцессий при дегляциации ледников на различных абсолютных высотах Российского и Монгольского Алтая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yao T. et al. Reflections and future strategies for Third Pole Environment // *Nature Reviews Earth & Environment*. 2022. Vol. 3, No. 10. P. 608–610.
2. Yao T. et al. Third Pole Environment (TPE) // *Environmental Development*. 2012. No. 3. P. 52–64.
3. You Q. et al. Warming amplification over the Arctic Pole and Third Pole: Trends, mechanisms and consequences // *Earth-Science Reviews*. 2021. Vol. 217. Art. 103625. P. 1–25.
4. Kang Sh. et al. Review of climate and cryospheric change in the Tibetan Plateau // *Environmental Research Letters*. 2010. No. 5. P. 1–8.
5. Yang K., Coauthors A. Multiscale Soil Moisture and Freeze–Thaw Monitoring Network on the Third Pole // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2013. No. 94. P. 1907–1916.
6. Zhanga Fan et al. Water availability on the Third Pole: A review // *Water Security*. 2019. Vol. 7. Art. 100033.
7. Immerzeel W. W., Van Beek L. P. H., Bierkens M. F. P. Climate change will affect the Asian water towers // *Science*. 2010. Vol. 328, No. 5984. P. 1382–1385.
8. Lutz A. F. et al. Consistent increase in High Asia’s runoff due to increasing glacier melt and precipitation // *Nature Climate Change*. 2014. No. 4. P. 587–592.
9. Demberel O. et al. Relationship between Dynamics of Modern Glaciers of the Mt. Munkhkhairkhan (Mongolian Altai) and Climate // *Water*. 2023. Vol. 15, No. 10. P. 1–17.
10. Dorjsuren B. et al. Observed Trends of Climate and River Discharge in Mongolia’s Selenga Sub-Basin of the Lake Baikal Basin // *Water*. 2018. Vol. 10, No. 10. P. 1–18.
11. Paul F. et al. On the accuracy of glacier outlines derived from remote-sensing data // *Annals of Glaciology*. 2023. Vol. 54, No. 63. P. 171–182.
12. Филандышева Л. Б., Бородавко П. С., Демберел О. Климатогенный криоморфогенез Юго-Восточного Алтая // *Сибирский эколог. журн.* 2022. Т. 29, № 3. С. 263–274.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ БУРОЗУБОК И НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА СЕВЕРНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

С. В. Киселев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: kiselevmagadan@mail.ru

RELATIONSHIP OF SHREWS AND GROUND INVERTEBRATES ON THE NORTHERN COAST OF THE SEA OF OKHOTSK

S. V. Kiselev

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: kiselevmagadan@mail.ru

To assess the influence of feeding conditions on the survival and abundance of shrews, an analysis of the relationships between the population dynamics of *Sorex caecutiens* and *Sorex isodon* and the relative biomass of ground invertebrates was carried out. The study was conducted in typical (larch forest) and intrazonal (floodplain *Chozenia* forest) habitats. In both habitats, the relative biomass of invertebrates at the end of summer was inversely related to the number of shrews. The number of overwintered shrews in larch forests was positively correlated with the biomass of invertebrates at the end of the previous summer. In the *Chozenia* forest, such a relationship was not established, but due to floods and aufeis ice, this habitat is unsuitable for small mammals in the winter-spring period. The results of the study suggest a fairly high interdependence of the dynamics of the abundance of shrews and invertebrates in relatively unproductive northern ecosystems.

Бурозубки одни из самых мелких млекопитающих и обладают крайне высоким уровнем метаболизма, в связи с чем вынуждены часто и много питаться. Суточный рацион этих насекомоядных превышает их собственную массу, а время жизни без пищи лишь несколько часов. Логично предположить, что в относительно малопродуктивных северных экосистемах трофический фактор может играть одну из ведущих ролей в популяционной регуляции бурозубок. Исследований, направленных на изучение данного вопроса, проводилось мало, а их результаты неоднозначны.

Цель данной работы – оценка связей динамики обилия бурозубок и напочвенных беспозвоночных на северном побережье Охотского моря.

Исследование выполнено на материалах, собранных в 2012–2023 гг. в окрестностях г. Магадан. Животных отлавливали при помощи конусов в типичном (лиственничник в нижней части горного склона) и интразональном (чозениевый лес в пойме р. Дукча) местообитаниях. Сбор беспозвоночных осуществлялся при помощи почвенных ловушек Барбера, расположенных вблизи мест отлова мелких млекопитающих. Проверяли ловушки ежедневно, собирали беспозвоночных каждые 7 сут. Относительную численность бурозубок выражали в количестве пойманных экземпляров в пересчете на 100 конусо-суток, относительную биомассу беспозвоночных – в граммах на 100 ловушко-суток.

В районе исследований среди бурозубок доминируют *S. caecutiens* и *S. isodon*. Предпочитаемым биотопом для *S. isodon* в месте проведения работ является чозениевый лес, а *S. caecutiens*, как правило, достигают наибольшей численности в лиственничниках [1, 2]. Относительная численность *S. isodon* в чозениевом лесу практически все годы многократно превышала таковую всех прочих видов бурозубок в совокупности. Численность *S. caecutiens* в лиственничнике обычно также была выше, чем других видов бурозубок. Исключением был лишь 2015 г., когда в этом местообитании доминирующее положение занимали *S. isodon*. В целом, колебания численности у разных видов бурозубок в межвидовом и межбиотопическом отношениях происходили синхронно [2].

В чозениевом лесу совокупная биомасса беспозвоночных в августе (время сезонного пика численности бурозубок) отрицательно коррелировала с численностью *S. isodon* ($R_s = -0.6$, $p < 0.05$). Ранее аналогичная зависимость была установлена между численностью бурозубок и биомассой беспозвоночных в лиственничнике [3]. Эти особенности могут свидетельствовать о существенном влия-

нии бурозубок на обилие напочвенных беспозвоночных. Некоторые отличия от выявленной закономерности наблюдались в последние годы в лиственничнике. В течение четырех лет подряд (с 2020 по 2023 г.) относительная численность бурозубок и биомасса беспозвоночных в данном биотопе характеризовались низкими значениями.

Биомасса почвенно-подстилочных беспозвоночных в конце летнего сезона может определять уровень кормовых запасов бурозубок в зимний период. Обеспеченность кормами в свою очередь может влиять на выживаемость и, соответственно, будущую численность животных. Для оценки влияния кормовых условий на выживаемость зверьков были проанализированы связи показателей численности перезимовавших бурозубок в летний период с относительной биомассой беспозвоночных в августе предшествующего года. Сопоставление данных показателей проводилось в пределах биотопов, предпочитаемых для каждого вида бурозубок. Относительная численность перезимовавших особей *S. caecutiens* в лиственничнике достоверно коррелировала с предшествующей общей биомассой беспозвоночных ($R_s = 0.6$, $p < 0.05$). Еще сильнее была такая зависимость между численностью перезимовавших *S. caecutiens* и обилием личинок насекомых ($R_s = 0.9$, $p < 0.01$). Достоверная связь между численностью перезимовавших особей *S. isodon* и предшествующей биомассой беспозвоночных в чозениевом лесу не выявлена. В тоже время численность *S. isodon*, перезимовавших в чозениевом лесу, достоверно коррелировала с численностью перезимовавших *S. caecutiens* и предшествующей биомассой личинок насекомых в лиственничнике (соответственно, $R_s = 0.8$, $p < 0.01$ и $R_s = 0.7$, $p < 0.05$). Пойменные биотопы, в т. ч. и чозениевый лес, весной, как правило, затапливаются. Пойма р. Дукча к тому же практически каждую зиму покрывается наледью. В такие периоды это местообитание малопригодно для жизни мелких млекопитающих, и они, по крайней мере, временно, вынуждены выселяться в другие биотопы (иначе погибнут). Значительная часть животных при этом может переселяться в лиственничники, т. к. это основной тип лесных формаций в регионе. Данная особенность могла быть причиной установленной связи между численностью перезимовавших *S. isodon* в чозениевом лесу и предшествующим обилием беспозвоночных в лиственничнике.

Результаты данного исследования подтверждают высокое значение трофического фактора в формировании популяционной динамики бурозубок. В годы высокой численности эти насекомоядные, судя по всему, могут оказывать довольно существенное воздействие на биомассу кормовых объектов. Обилие пищевых ресурсов, в свою очередь, влияет на выживаемость зверьков. Данная закономерность, по всей видимости, один из компонентов плотностно-зависимой регуляции численности бурозубок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев Н. Е. Экология бурозубок Северо-Восточной Азии. М. : Наука, 1990. 160 с.
2. Киселев С. В. Динамика численности и структура сообщества бурозубок в окрестностях г. Магадан (северное побережье Охотского моря) // Сибирский эколог. журн. 2019. № 5. С. 564–574.
3. Киселев С. В. Межгодовая изменчивость энергетических резервов средней бурозубки (*Sorex caecutiens*) на северном побережье Охотского моря // Известия РАН. Серия биологическая. 2022. № 2. С. 208–218.

ЗНАЧЕНИЕ ЭСТУАРИЕВ В ФОРМИРОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ИХТИОФАУНЫ НА п-ове КАМЧАТКА

М. В. Коваль

Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: godzira@inbox.ru

THE IMPORTANCE OF ESTUARIES IN FORMATION OF BIODIVERSITY OF ICHTHYOFAUNA ON THE KAMCHATKA PENINSULA

M. V. Koval

Kamchatka Branch Russian Federal Research Institute of Fishery and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: godzira@inbox.ru

Based on the results of long-term complex studies of fish ecology in estuaries of the Kamchatka Krai, the importance of these water bodies in the formation of biodiversity of ichthyofauna on the Kamchatka Peninsula is assessed. The role of estuaries, as well as adjacent marine areas, in the distribution of freshwater, diadromous and marine fishes in the region is shown.

История формирования ихтиофауны и вопросы зоогеографии рыб п-ова Камчатка, а также прилегающих морей, были предметом изучения в прошлые годы. Исследования выявили многие факторы и механизмы, определяющие современное распространение рыб на Камчатке [1–11]. Однако роль эстуариев в этих процессах до сих пор не рассматривалась, поскольку видовой состав и условия среды обитания рыб в устьях камчатских рек оставались малоизученными [12]. Вместе с тем результаты наших многолетних исследований экологии рыб в эстуариях Камчатского края (включает сам полуостров и прилегающую часть материка) свидетельствуют, что именно эти водные объекты, а также прибрежную зону моря, прилегающую к устьям рек, можно считать весьма важными географическими элементами, которые способны влиять на распространение различных рыб на Камчатке [13].

По оценкам разных систематиков, современная ихтиофауна полуострова и прилегающих морей насчитывает сейчас ~3–5 видов круглоротых и более 500 видов рыб [1–11]. Она до сих пор сформирована, главным образом, нативными рыбами, из которых пока только три пресноводных вида (карась *Carassius gibelio*, сазан *Cyprinus rubrofuscus* и усатый голец *Barbatula toni*) адвентивные и к настоящему моменту обитают только в отдельных речных бассейнах южной и центральной частей полуострова [2, 4–6, 12]. В камчатских эстуариях отмечены один вид круглоротых и ~100 видов рыб разных экологических групп, из них только ~30 видов встречаются в устьях рек в достаточно массовом количестве, а остальные являются для них редкими или случайными [12].

Биологическое разнообразие морской ихтиофауны прикамчатских вод (порядка ~480–485 видов) определяется факторами, общими для всех дальневосточных морей [14]. Сходство видового состава морских рыб в разных районах Камчатки высокое, что можно объяснить их географической близостью, а также незначительными различиями океанографических условий на шельфе [10, 12, 14]. Поэтому по составу морских рыб прибрежные районы прикамчатских вод обычно принято выделять в единый «камчатский» зоогеографический район [10]. Значение эстуариев в формировании морской ихтиофауны Камчатки в целом невысокое, поскольку подавляющее большинство типично морских рыб проводит весь жизненный цикл в море и не заходит в устья рек. В связи с этим эстуарии играют важную роль только для некоторых эвригалинных морских рыб, т. к. они способны активно использовать устья камчатских рек в качестве временных мест нагула (в основном на ранних стадиях жизни) или размножения (как, например, сельдь *Clupea pallasii*, мойва *Mallotus catervarius* или навага *Eleginus gracilis*) [12].

По сравнению с морской ихтиофауной рыбное население внутренних водоемов п-ова Камчатка отличается обедненным видовым составом и по разным оценкам включает сейчас всего ~1–3 вида

круглоротых и ~23–33 вида рыб [1–6]. Большая часть из них – проходные эвригалинные рыбы или их пресноводные формы (главным образом, сем. Salmonidae), преобладающие во внутренних водоемах и эстуариях полуострова [6, 12]. Пресноводные жилые (например, щука *Esox lucius*, хариус *Thymallus mertensii*, подкаменщик *Cottus kolyomensis* и некоторые другие) и полупроходные (сиговые) рыбы, распространены в бассейнах рек, расположенных, главным образом, в северной (материковой) части Камчатского края, а на самом полуострове не имеют сплошных ареалов [1–6, 12–13]. По западному побережью Камчатки южная граница распространения большинства таких рыб проходит по бассейнам рр. Рекинники и Пустая (центральная часть Пенжинской губы). На восточном побережье эта граница более размыта, и некоторые континентальные рыбы проникли дальше на юг – вплоть до бассейнов рр. Начики, Ука (южная часть зал. Карагинский) и Озерная Восточная (северная часть зал. Озерный) [2–6, 12–13].

Считается, что типично пресноводные рыбы способны расселяться в пределах только пресных вод, поэтому современное их распространение на Камчатке связано прежде всего с геоморфологической трансформацией речных систем региона в прошлые эпохи [1–4]. Так, палео- и биогеографические данные указывают, что богатый комплекс пресноводных рыб, которые могли населять реки и озера северной части Камчатки до среднего плейстоцена, почти полностью исчез в процессе серии оледенений с последним пиком похолодания 26–20 тыс. лет назад. Сохраняющиеся на севере ледники мешали расселению этих рыб с континента на полуостров во время регрессий уровня океана, когда вследствие осушки шельфа реки Камчатки соединялись с материковыми [4]. Поэтому для ихтиофауны пресных вод полуострова в настоящее время характерны островные черты, и она сформирована, главным образом, проходными рыбами, заселившими внутренние водоемы из моря [1–6]. Современное мозаичное распределение по Камчатке некоторых пресноводных рыб (например, щуки, хариуса или подкаменщика) обычно объясняется воздействием прошлых оледенений (которые могли полностью уничтожить отдельные речные экосистемы и их обитателей) [4] или расселением рыб по отдельным речным бассейнам через их низменные водоразделы в моменты образования сквозных водных путей между ними (например, во время весеннего таяния снега и разливов воды по тундре) [2, 13].

В то же время, по нашим наблюдениям, миграции пресноводных рыб из одной реки в другую на севере Камчатки вполне возможны через их устья и прибрежную зону моря [13]. Так, практически все виды типично пресноводных рыб встречаются в том или ином количестве в эстуариях тех камчатских рек, в которых они обитают [12]. При этом в летние месяцы устья этих рек (особенно во время половодья в июне) могут полностью заполняться пресной водой, а зона смешения речной и морской воды в таких случаях перемещается на устьевое взморье. В результате летом (особенно в многоводные годы) на отдельных участках камчатского побережья могут формироваться узкие (шириной несколько километров), но очень протяженные (до нескольких сотен километров) зоны опреснения (соленость воды в поверхностном слое ниже 5–10‰), которые объединяют устьевые области многих рек этого региона [12]. Такие участки очень характерны для верхней части Пенжинской губы Охотского моря (Северо-Западная Камчатка) [13], а также для зал. Карагинский Берингова моря (Северо-Восточная Камчатка), что обусловлено специфическими географическими особенностями этих районов (прежде всего, значительным объемом речного стока, а также относительной изолированностью от основной акватории морей) [12].

Указанные опресненные участки прибрежной зоны моря, по всей видимости, и служат дополнительными водными путями для расселения пресноводных рыб (особенно на ранних жизненных стадиях) на севере п-ова Камчатка. Вполне вероятно, что миграциям рыб в пределах этих зон могут способствовать мощные прибрежные течения, которые наблюдаются в названных районах [12–13]. Южнее вдоль берегов Камчатки миграциям пресноводных рыб, очевидно, препятствуют значительная соленость воды (до 31–32‰), обусловленная орографией береговой линии (наличие выступающих участков суши), а также отсутствие на протяженных отрезках камчатского побережья устьев крупных рек, способных оказывать заметное воздействие на опреснение прибрежной зоны моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. ; Л. : АН СССР, 1948. Ч. 1. 467 с.
2. Куренков И. И. Зоогеография пресноводных рыб Камчатки // Вопр. географии Камчатки. 1965. Вып. 3. С. 25–34.
3. Линдберг Г. У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период : биогеографические обоснования гипотезы. Л. : Наука, ЛО, 1972. 548 с.

4. *Черешнев И. А.* Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России. Владивосток : Дальнаука, 1998. 128 с.
5. *Каталог* позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий / Отв. ред. Р. С. Моисеев, А. М. Токранов. Петропавловск-Камчатский : Камчат. печат. двор, 2000. 165 с.
6. *Есин Е. В. и др.* Атлас-определитель рыб Камчатки и сопредельных территорий. М. : ВНИРО, 2015. 139 с.
7. *Шмидт П. Ю.* Рыбы Охотского моря. М. : АН СССР, 1950. 370 с.
8. *Федоров В. В.* Ихтиофауна Берингова моря и некоторые аспекты ее происхождения и формирования // Изв. ТИНРО. 1973. Т. 87. С. 3–41.
9. *Дьяков Ю. П.* Камбалообразные (Pleuronectiformes) дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2011. 428 с.
10. *Григорьев С. С., Седова Н. А.* Зоогеографическая характеристика морских рыб, обитающих вблизи п-ова Камчатка, на основании распределения ранних стадий развития // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2020. № 3. С. 94–108.
11. *Токранов А. М.* Ихтиофауна литорали прикамчатских вод и сопредельной северо-западной части Берингова моря // Вестник КамчатГТУ. 2020. № 53. С. 66–80.
12. *Коваль М. В.* Эстуарная ихтиофауна Камчатки: условия формирования, видовое разнообразие и экологическая характеристика // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. № 72. (В печати).
13. *Коваль М. В. и др.* Видовое разнообразие, распространение и расселение рыб в реках бассейна Пенжинской губы // Вопр. ихтиологии. 2018. Т. 58, № 6. С. 648–658.
14. *Шунтов В. П.* Биология дальневосточных морей России : в 3 т. Владивосток : ТИНРО-центр, 2022. Т. 3. 454 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.140.141

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВЫЙ ПОКРОВ И СВОЙСТВА ПОЧВ БУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Л. Г. Колесниченко¹, С. Н. Воробьев¹, О. С. Покровский², Ю. Я. Колесниченко¹,
У. Ю. Шаврина¹, М. Р. Кабилов³, В. А. Никиткин¹, И. В. Луцаева¹, Т. Д. Кочеткова¹,
В. В. Конева¹, С. Н. Кирпотин¹*

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

²Лаборатория GET, UMR 5563 CNRS, Тулуза, Франция

³ЦКП «Геномика», Новосибирск; e-mail: klg77777@mail.ru

INFLUENCE OF FIRES ON MOSS-LICHEN COVER AND SOIL PROPERTIES OF PALSAS PEATLANDS IN WESTERN SIBERIA

*L. G. Kolesnichenko¹, S. N. Vorobiev¹, O. S. Pokrovsky², Yu. Ya. Kolesnichenko¹, U. Yu. Shavrina¹,
M. R. Kabilov³, V. A. Nikitkin¹, I. V. Lushchaeva¹, T. D. Kochetkova¹, V. V. Koneva¹, S. N. Kirpotin¹*

¹National Research Tomsk State University, Tomsk

²Geosciences and Environment Toulouse, UMR 5563 CNRS, Toulouse, France

³Genomics Center for Collective Use, Novosibirsk; e-mail: klg77777@mail.ru

The influence of fires of different years on the moss-lichen cover and soil properties of palsas peatlands in Western Siberia was studied. Statistically significant changes in vegetation cover, the active layer of permafrost and associated changes in the physical, chemical and microbiological properties of peat soils and greenhouse gas emissions due to the impact of fires were identified.

Западная Сибирь – крупнейший регион мерзлых торфяников, в котором содержится около 70 Pg углерода [1], что вызывает серьезный интерес к пониманию климатических изменений цикла углерода в высоких широтах. Недавние исследования показали, что многолетняя мерзлота в Западной Сибири уязвима для таяния и активно деградирует в течение последних десятилетий, влияя на трансформации углеродного цикла [2].

Как известно, одним из драйверов таяния мерзлоты являются пожары, поэтому объектом нашего исследования выбраны разновозрастные гари на бугристых торфяниках Западной Сибири и их ненарушенные аналоги [3, 4].

Наши работы были основаны на совмещении методов дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли, экспедиционных исследований, лабораторного изучения физических, химических и микробиологических свойств мхов и лишайников, натуральных и лабораторных экспериментов.

Геопространственный анализ вариативности температуры (LST land surface temperature) участков гарей и близлежащих ненарушенных аналогов выполнен по материалам спутникового мониторинга 1984–2024 гг. с Landsat-4–8. Облачный ресурс Google Earth Engine позволил значительно ускорить этот процесс. Выявлены статистически значимые отличия в температурах поверхности гарей и близлежащих естественных участков. На основе многоспектральных данных спутников рассчитаны индексы NDVI, NBR и SWVI исследованных территорий.

В ходе полевых работ получена информация об изменениях в фитоценозах участков, нарушенных пожарами и о сукцессионных процессах, проходивших в течение 30 лет [3]. Подтверждено – изменения в лишайниковом покрове, происходящие под влиянием пожаров, неизменно ведут к изменению альбедо и температуры поверхности, и, соответственно, к лучшему прогреванию почв. Пространственное распределение температуры оценивали, используя термодатчики и тепловизоры, влажность почвы измеряли весовым методом. Установлена взаимосвязь режима температуры и влаж-

ности активного слоя, а также альbedo исследованных участков. Выявлено, что участки, пройденные пожаром, из-за большей плотности и меньшей пористости быстрее насыщаются влагой и менее охотно ее отдают, что сказывается на теплофизических свойствах почвы. Определяя глубину многолетне-мерзлого слоя с помощью неразрушающего метода георадиолокации установили, что мощность активного слоя на участках, подвергнутых пожарам, в среднем больше, чем на участках естественных торфяников.

В лабораторных условиях экспериментальную оценку теплоемкости и теплопроводности разных видов мхов и лишайников, в т. ч. и подвергнутых нарушениям, проводили в камере тепло – влажность – освещение. Обнаружены закономерности изменений теплофизических свойств, связанные с влажностью субстрата и возрастом пожара. Диэлектрическая проницаемость растений оценена в коаксиальной линии с применением векторного анализатора цепей Agilent E8363B в Центре радиоизмерений ТГУ. Выявлена связь диэлектрической проницаемости, влажности и теплопроводности [5].

С использованием портативного газового анализатора Li-COR LI-7810 и камеры Li-COR Smart Chamber 8200-01S выполнено моделирование изменения эмиссии CO₂ и метана на участках, нарушенных пожарами, и на их естественных аналогах. При этом учтены гидрофизические и теплофизические характеристики.

Исследованы химические и микробиологические свойства торфяников [6]. Выявлено увеличение численности микроорганизмов всех эколого-трофических групп на послепожарном участке, по сравнению с ненарушенным, что свидетельствует о высвобождении значительного количества питательного субстрата при оттаивании многолетней мерзлоты. Анализ, проведенный специалистами ЦКП «Геномика», показал изменения, произошедшие в бактериальном метагеноме на участках, пройденных пожарами, по сравнению с близлежащими ненарушенными аналогами.

Работы по изучению физических свойств мохово-лишайникового покрова выполнены при поддержке РНФ (проект № 23-27-00249) с использованием оборудования УНУ «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sheng Y. et al. A high-resolution GIS-based inventory of the west Siberian peat carbon pool // *Global Biogeochemical Cycles*. 2024. Vol. 18, No. 3. P. 1–14. doi: 10.1029/2003GB002190.
2. Fewster R. E. et al. Imminent loss of climate space for permafrost peatlands in Europe and Western Siberia // *Nature Climate Change*. 2022. Vol. 12, No. 4. P. 373–379. doi: 10.1038/s41558-022-01296-7.
3. Kolesnichenko L. G. et al. Changes in the tundra landscapes' components in the West Siberian northern taiga 10 years after wildfires // IOP conference series: earth and environmental science : 5th International Summer School for Students and Young Scientists «Natural and Human Environment of Arctic and Alpine Areas: Relief, Soils, Permafrost, Glaciers, Biota Life Style of Native Ethnic Groups in a Rapidly Changing Climate», Tomsk, 07–21 July 2018. Tomsk : IOP Publishing Ltd, 2019. Vol. 232. P. 012021.
4. Конева В. В. и др. Изменения лишайникового покрова плоскобугристых торфяников криолитозоны Западной Сибири под воздействием торфяных пожаров // *Ботаника и ботаники в меняющемся мире [Электрон. издание]: Труды Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета (г. Томск, 14–16 нояб. 2023 г.)*. Томск : Томский ун-т, 2023. С. 278–283.
5. Kochetkova T. D. et al. Fire-induced changes in the dielectric constant of lichens in plateau palsas of the Nadym-Pur interfluvium // *Acta Biologica Sibirica*. 2023. No. 9. P. 479–490.
6. Nikitkin V. A. et al. Relationship between the content of basic chemical elements and ecological and trophic groups of microorganisms in peat oligotrophic frozen // *Acta Biologica Sibirica*. 2023. No. 9. P. 417–431.

АВИФАУНА ЮЖНЫХ ОТРОГОВ хр. ЧЕРСКОГО

А. В. Кондратьев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: akondratyev@mail.ru

AVIFAUNA OF THE SOUTHERN SPURS OF CHERSKY RIDGE

A. V. Kondratyev

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: akondratyev@mail.ru

Avifauna of the southern spurs of Chersky mountain ridge (400–1400 m asl) was studied in June–August of 2021 and 2023. 95 species were registered including 76 breeding, 10 summering and 9 observed only during summer migration. 11 species mostly of boreal origin inhabit forest belt on the altitudes below 800 m and are not recorded in the subalpine belt. Both forest and subalpine belts are inhabited by 35 species, also mostly of boreal origin. Open landscapes of subalpine belt are inhabited by 22 species, most of which are of boreal-hypoarctic and hypoarctic origin. Bare rocky habitats of alpine belt are inhabited only by 5 species. Whereas forest belt fauna is similar to that of the neighboring mountain area, fauna of the subalpine belt is more specific and transitory between the Yakutian mountains and the Kolyma Highland.

В июне и августе 2021 и 2023 г. были обследованы окрестности больших и малых озер Дарпирской котловины, горные массивы Омудевского среднегорья, а также долинные ландшафты Омудевской низменности. Всего на исследованной территории в пределах высот от 400 до 1400 м н. у. м. отмечены 95 видов птиц, среди которых 76 гнездящихся, 10 летующих и 9 пролетных.

Особенности высотно-поясной дифференциации птичьего населения, в целом, сходны с такими в других районах гор азиатской Субарктики [1]. В вертикальном распространении за границы горно-таежного пояса выше отметки 800 м н. у. м. не выходят 11 видов, в своем большинстве – бореальной географо-генетической группы (см. таблицу). Лиственничные редколесья в пределах двух поясов – и горно-таежного, и подгольцового – населяют 35 видов птиц, большая часть которых также бореальные. Доминантами птичьего населения в пределах обоих поясов являются зарничка и юрок, в открытых местообитаниях – восточный черноголовый чекан и овсянка-крошка. Синехвостка, относящаяся к видам-доминантам в горно-таежном поясе, в подгольцовом редка и обитает лишь в самой верхней кромке подгольцовых редкостойных лиственничников. Субдоминанты в пределах обоих поясов – белая куропатка, пятнистый конек, кедровка, бурый дрозд и чечетка; на реках и ручьях – каменушка, сибирский пепельный улит и белая трясогузка.

Только в подгольцовом поясе на высотах 1000–1200 м н. у. м. встречены 22 вида, в подавляющем большинстве они относятся к бореально-гипоарктической и гипоарктической географо-генетическим группам (см. таблицу). Здесь гнездовыми доминантами открытых ландшафтов являются зеленоголовая и берингийская трясогузки, субдоминантами – восточносибирская чайка, фифи, чернозобая гагара, длинноносый крохаль. И только здесь (как летующие или пролетные) встречены такие хемиаркты как малый лебедь, белолобый гусь, морянка, белохвостый песочник, бургомистр, лапландский подорожник.

Фауна гольцового пояса отличается выраженной бедностью и своеобразием. Основу составляют альпийские виды – сибирский горный вьюрок и гольцовый конек, локально встречаются большой песочник, тундряная куропатка и белопопный стриж, единично – беркут, сапсан и кречет. Такие ныне повсеместно редкие виды гольцового пояса гор северо-востока Азии как хрустан и рогатый жаворонок не зарегистрированы.

Основа авифауны в пределах всех высотных поясов – виды сибирского фаунистического комплекса, на их долю приходится 64% от общего числа гнездящихся видов. При этом гнездовая фауна ландшафтов горно-таежного пояса максимально сходна как с фауной этого пояса соседних гор-

ных районов, так и с фауной таежных равнин Северного Приохотья [2] и долин средней Колымы и Индигирки [1, 3, 4]. Авифауна подгольцового пояса более своеобразна и по своему составу занимает промежуточное положение между фауной подгольцового пояса гор Якутии и Колымского нагорья [1, 3–5]. Сравнение верхней границы распространения видов показывает, что с фауной северных отрогов хр. Черского орнитофауну обследованной территории сближает наличие на высотах более 1000 м н. у. м. длиннопалого песочника, краснозобого конька и полярной овсянки, а также, в противовес ландшафтам Колымского нагорья, крайне низкая численность щура и полное отсутствие соловья-красношейки, корольковой пеночки и пеночки-таловки. Здесь эти виды выше 800 м н. у. м. не поднимаются. С горными ландшафтами Колымского нагорья обследованную территорию южных отрогов хр. Черского сближает присутствие в подгольцовом поясе галстучника и бурой пеночки и отсутствие варакушки и каменки. Уникальной чертой равнинных высокогорных ландшафтов территории является высокая численность в фауне гнездящихся видов одновременно двух форм желтых трясогузок (берингийской желтой и зеленоголовой), занимающих при этом сходные местообитания по берегам больших и малых озер на высотах 900–1000 м н. у. м.

Число видов разных географо-генетических групп, гнездящихся в разных высотных поясах южных отрогов хр. Черского

Географо-генетическая группа	Горно-таежный пояс	Горно-таежный и подгольцовый пояс	Подгольцовый пояс	Подгольцовый и гольцовый пояса	Гольцовый пояс	Всего
Широко распространенная	1	6	2	2	1	12
Бореальная	7	21				28
Бореально-гипоарктическая	1	7	13			21
Гипоарктическая	2	1	7	1		11
Альпийская					3	3
Аркто-альпийская					1	1
Итого	11	35	22	3	5	76

Работа выполнена в рамках темы НИОКТР № 123032000020-7 (ИБПС ДВО РАН).

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов А. А. Авифауна гор азиатской Субарктики: закономерности формирования и динамики / Русское о-во сохранения и изучения птиц им. М. А. Мензбира. М., 2013. 357 с.
2. Кречмар А. В. Экология и мониторинг птиц Приохотской равнинной лесотундры на примере ландшафтов бассейна реки Кава. Владивосток : Дальнаука, 2014. 284 с.
3. Кищинский А. А. Птицы Колымского нагорья. М. : Наука, 1968. 184 с.
4. Воробьев К. А. Орнитологические исследования в хребте Черского // Орнитология. 1959. Вып. 2. С. 115–121.
5. Кондратьев А. В., Андреев А. В. Птицы озерных котловин южной части хребта Черского // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2021. № 4. С. 23–38.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЙ ИСТОЧНИК ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Л. А. Кривенок¹, Н. И. Тананаев^{2, 3, 4}, Н. Е. Баишев³

¹Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Москва; e-mail: krivenok@ifaran.ru

²Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск

³Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, Якутск

⁴Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский

CENTRAL YAKUTIA GROUNDWATERS AS A POTENTIALLY SIGNIFICANT SOURCE OF GREENHOUSE GASES

L. A. Krivenok¹, N. I. Tananaev^{2, 3, 4}, N. E. Baishev³

¹Obukhov Institute of Atmospheric Physics, RAS, Moscow; e-mail: krivenok@ifaran.ru

²M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

³P. I. Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, Yakutsk

⁴Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky

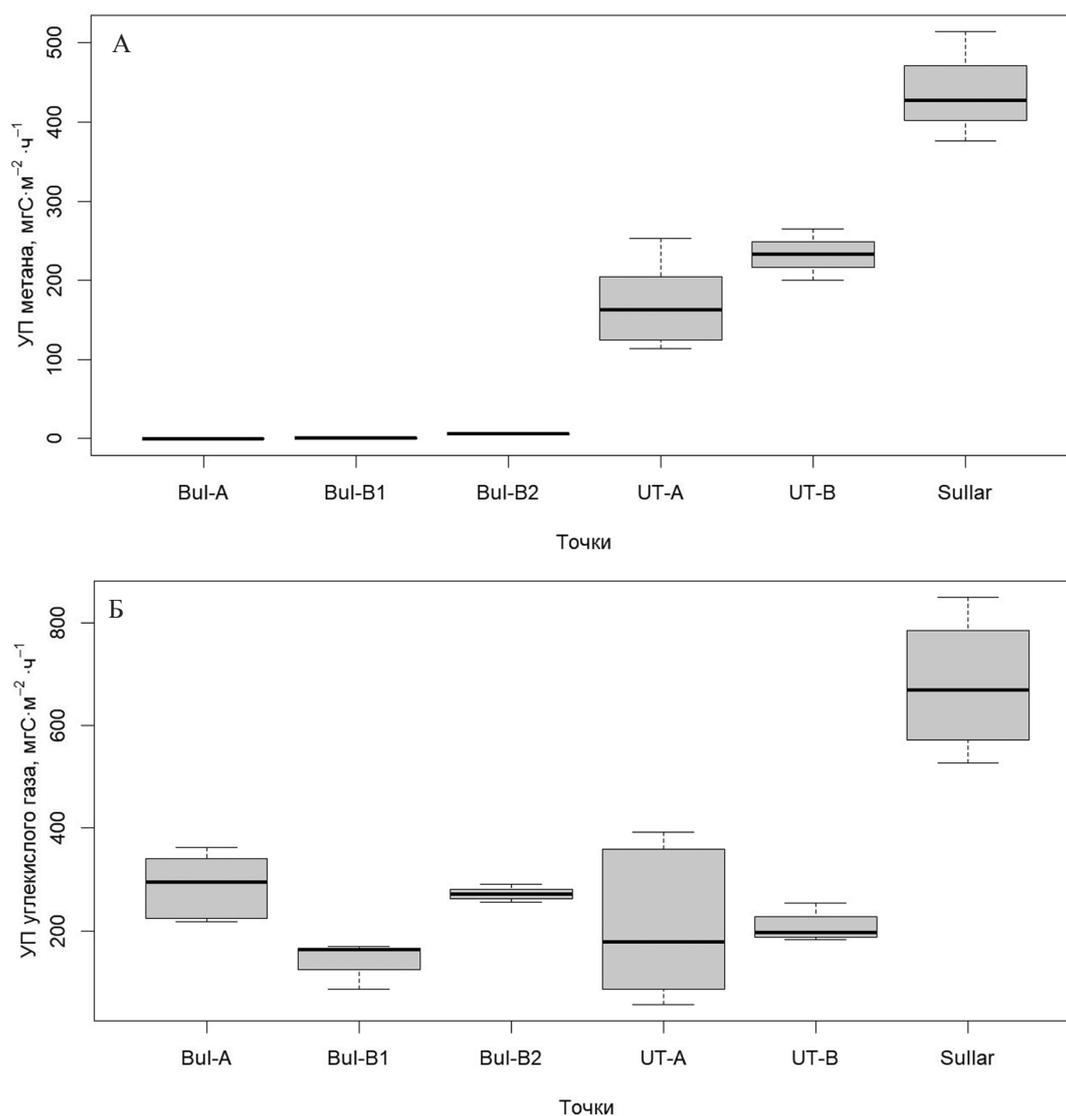
In 2021–2023, field measurements of CH₄ and CO₂ emissions were carried out at three groundwater sources in Central Yakutia. Particularly high dissolved gas concentrations and emissions were detected at the Sullar water spring. The role of groundwater sources in the carbon balance on the regional and global scales needs further research.

Проблема изменения климата, главная причина которой повышение в атмосфере концентрации парниковых газов, остается одной из актуальных на сегодня [1]. Современные исследования показывают, что подземные воды могут быть источником метана и углекислого газа [2, 3], тем не менее отмечена слабая изученность вклада этих объектов в общий баланс парниковых газов и лишь единичные результаты полевых наблюдений для территории России.

Полевые работы в Центральной Якутии проводились на правом берегу р. Лены летом 2021 и 2022 г. и в начале осени 2023 г. на источнике подземных вод Суллар (лето 62.2689° с. ш., 130.1054° в. д.), а также в начале осени 2023 г. на источниках Улахан-Тарын (61.5734° с. ш., 129.5712° в. д.) и Булуус (61.3387° с. ш., 129.0742° в. д.). Диффузионные удельные потоки (УП) метана и углекислого газа измеряли при помощи камерного метода: использовали плавающие покрытые светоотражающей пленкой закрытые камеры с вентилятором для гомогенизации воздуха внутри [4]. Газовые образцы для определения концентрации CH₄ в камере отбирали в стеклянный флакон с солевым раствором и анализировали лабораторно на газовом хроматографе «Кристалл-5000». Концентрации CO₂ в объеме камеры измеряли датчиком SenseAir K33 с частотой один раз в 30 с, согласно [5]. Концентрацию растворенного в воде метана определяли методом парофазной экстракции [6]. Параллельно измерениям УП фиксировали метеорологические характеристики: температуру воздуха, давление и скорость ветра (метеостанция Kestrel 5500) и температуру воды. УП метана и углекислого газа рассчитывали при помощи аппроксимации полученных значений (в координатах время – концентрация) линейной регрессией [4].

На источнике Суллар камеры устанавливали на водную поверхность непосредственно над зоной разгрузки межмерзлотных вод (на отдельные грифоны и в течение ручья). На роднике Булуус точка Bul-A располагалась над выходом ниже по распадку, нежели группа точек Bul-B1–Bul-B2 (Bul-B2 – ниже по течению), грифонообразных выходов обнаружено не было. На источнике Улахан-Тарын измерения проводили на грифонах, расположенных в двух циркуобразных понижениях (точки UT-A и UT-B).

На рисунке показаны результаты измерений в 2023 г. удельных потоков CH₄ и CO₂ на трех исследованных источниках. На Сулларе отмечена особенно интенсивная эмиссия метана (медиана 427.1 мгС·м⁻²·ч⁻¹) и углекислого газа (медиана 668.5 мгС·м⁻²·ч⁻¹). Высокие эмиссии CH₄ на этом



Статистические характеристики УП CH_4 (А) и CO_2 (Б) с поверхности источников подземных вод (измерения 2023 г.)

источнике наблюдались также в 2021 и 2022 г.: медианы УП метана составили, соответственно, 23.1 и 219.3 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$, углекислого газа – 27.9 и 104.1 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$. Полученный на Улахан-Тарыне в 2023 г. общий медианный УП в 3.3 раза ниже для метана (200.1 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$) и в 3.4 раза – для диоксида углерода (196.0 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$), чем на Сулларе. На Булуусе удельные потоки CH_4 варьировали от нулевых в точке Bul-A до 0.4–5.8 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$ в точке Bul-B, при этом отмечена заметная эмиссия CO_2 – от 162.4 до 295.1 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$. Средняя концентрация растворенного в воде CH_4 варьирует от 0.01 $\text{mg}\cdot\text{л}^{-1}$ на Булуусе, 1.65 $\text{mg}\cdot\text{л}^{-1}$ на Улахан-Тарыне до 2.68 $\text{mg}\cdot\text{л}^{-1}$ на Сулларе. Медианные удельные потоки CH_4 в 2023 г. повышаются при движении с юга на север, однако связано ли это с географическим расположением ключевого участка или другими факторами – требует дополнительного анализа.

Таким образом, подземные воды (в частности, надмерзлотно-межмерзлотно-типа) потенциально являются значимым источником парниковых газов и нуждаются в дополнительном исследовании, в т. ч. для дальнейшего уточнения региональных эмиссий.

Исследование проведено в рамках НИОКТР № 122012400106–7 «Подземные воды криолитозоны: закономерности формирования и режима, особенности взаимодействия с поверхностными водами и мерзлыми породами, перспективы использования».

ЛИТЕРАТУРА

1. *IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge : Cambridge University Press, 2021. 2391 p.*
2. *Гарькуша Д. Н. и др. Подземные источники балки Пещерная озера Баскунчак: гидрохимические особенности и эмиссия парниковых газов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Сер. Естественные науки. 2024. № 1(221). С. 64–75.*
3. *Kleber G. E. et al. Groundwater springs formed during glacial retreat are a large source of methane in the high Arctic // Nature Geoscience. 2023. No. 16. P. 597–604.*
4. *Fiedler J. et al. Best Practice Guideline: Measurement of carbon dioxide, methane and nitrous oxide fluxes between soil-vegetation-systems and the atmosphere using non-steady state chambers / Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft (German Soil Science Society) Commission IV, Working Group Soil Gases, Task Force Standardisation. Göttingen, 2022. Version 1.0. <https://dx.doi.org/10.23689/fidgeo-5422>.*
5. *Bastviken D. et al. Technical Note: Cost-efficient approaches to measure carbon dioxide (CO₂) fluxes and concentrations in terrestrial and aquatic environments using mini loggers // Biogeosciences. 2015. No. 12. P. 3849–3859.*
6. *GHG measurement guidelines for freshwater reservoirs : The UNESCO/IHA Greenhouse gas emissions from freshwater reservoirs research project / Gen. ed. J. A. Goldenfum. Sutton, London, 2010. 138 p. URL: <https://www.hydropower.org/publications/ghg-measurement-guidelines-for-freshwater-reservoirs> (01.05.24).*

ОСЕННЯЯ МИГРАЦИЯ ГЛУХИХ КУКУШЕК (*Cuculus optatus*) ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ИЗ ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ, КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА И о. САХАЛИН

П. С. Ктиторов¹, Э. Нурани², Д.-В. Ли³, Д.-Й. Парк⁴, Д.-В. Ким⁴, О. Я. Куликова¹, Д.-С. Го³, М. Ю. Марковец⁵, М.-Ч. Ча³, Н. С. Чернецов^{6,7}, Д.-И. Ли⁴, С. А. Симонов⁸, Ю.-С. Чой⁴, С. И. Гашков⁹, В.-Х. Хур¹⁰, М. В. Матанцева⁸, Ю. А. Анисимов¹¹, В. И. Анисимова¹¹, М. Викельский²

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: pktitorov@gmail.com

²Институт поведения животных им. Макса Планка, Радольфцелль, Университет Констанца, Германия

³Институт орнитологии, Университет Кенхи, Сеул, Республика Корея

⁴Национальный центр изучения миграций птиц, Национальный институт биологических ресурсов, Инчхон, Республика Корея

⁵Биологическая станция «Рыбачий» Зоологического института РАН, Калининградская область, Рыбачий

⁶Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

⁷Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

⁸Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

⁹Томский государственный университет, Томск

¹⁰Исследовательский институт сельского хозяйства и биологических наук, Национальный университет Сеула, Сеул, Республика Корея

¹¹Байкальский государственный заповедник, Танхой

THE FALL MIGRATION OF ORIENTAL CUCKOOS (*Cuculus optatus*) TRACKED FROM WESTERN AND EASTERN SIBERIA, KOREAN PENINSULA AND SAKHALIN ISLAND

P. S. Ktitorov¹, E. Nourani², J.-W. Lee³, J.-Y. Park⁴, D.-W. Kim⁴, O. Ya. Kulikova¹, J.-S. Go³, M. Yu. Markovets⁵, M.-C. Cha³, N. S. Chernetsov^{6,7}, J.-Y. Lee³, S. A. Simonov⁸, Y.-S. Choi³, S. I. Gashkov⁹, W.-H. Hur¹⁰, M. V. Matantseva⁸, Yu. A. Anisimov¹¹, V. I. Anisimova¹¹, M. Wikelski²

¹Institute of the Biological Problems of the North, FEB RAS, Magadan; e-mail: pktitorov@gmail.com

²Max Planck Institute of Animal Behavior, Radolfzell, University of Konstanz, Germany

³Korea Institute of Ornithology, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea

⁴National Migratory Birds Center, National Institute of Biological Resources, Incheon, Republic of Korea

⁵Biological Station Rybachy, Zoological Institute RAS, Rybachy, Kaliningrad Region

⁶Zoological Institute RAS, St. Petersburg

⁷St. Petersburg State University, St. Petersburg

⁸Institute of Biology of the Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk

⁹Tomsk State University, Tomsk

¹⁰Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

¹¹Baykalsky Nature Reserve, Tankhoy

In our tracking study we recorded migration patterns unexpected for a forest species. In contrast to all known migration strategies of landbirds breeding in the East Asia, cuckoos breeding across Siberia, in China and in Korean Peninsula take the direct route over the open sea towards their wintering grounds in Indonesia and Australia, in some

cases without stopping over on islands on their way. Birds breeding on Sakhalin Island perform non-stop Pacific Ocean crossing from Honshu Island in Japan towards Papua New Guinea. We found that cuckoos travel mostly without wind support, moreover, they fight with headwinds which dominate in the region in September, and are sometimes blown by super-typhoons. Presumably, this species is constrained by inherited migration program, forcing cuckoos to take risky journey for the sake of more direct orientation towards wintering grounds.

Техническое развитие средств для прослеживания перемещений животных в последние годы позволило эффективно изучать миграции птиц среднего размера, массой тела чуть больше 100 г. Значительное внимание исследователей привлекли перелеты обыкновенной кукушки (*Cuculus canorus*). Миграционные стратегии этого вида были мало изучены до появления миниатюрных спутниковых передатчиков, однако к настоящему времени детально изучены миграционные связи различных популяций, гнездящихся в Европе [1]. Более того, прослеживание популяций Восточной Азии привело к открытиям – оказалось, что обыкновенные кукушки даже самых восточных популяций, включая птиц с Камчатки, зимуют в Африке, совершая для этого одни из самых протяженных перелетов, известных среди наземных птиц [2, 3]. В тоже время близкородственный вид – глухая кукушка (*Cuculus optatus*) долгое время оставалась за пределами внимания исследовательских групп, использующих спутниковые системы слежения. Область размножения глухой кукушки охватывает большую часть таежной зоны Евразии, включая самую северную границу бореальных лесов. Пути миграции и районы зимовок кукушек разных популяций этого вида изучены крайне слабо, что связано как со скрытностью птиц вне сезона размножения, так и с внешним сходством и сложностями в определении на дистанции с представителями близких видов – обыкновенной и гималайской кукушек. Считается, что все птицы это вида зимуют в Юго-Восточной Азии и Австралии.

В данном исследовании мы сравнили стратегии миграции кукушек, гнездящихся в Сибири, кукушек, помеченных на Корейском полуострове, и птиц, гнездящихся на о. Сахалин. В результате меченая кукушка передатчиками проекта ICARUS (масса 5 г) удалось получить пять полных треков миграции птиц с материка и три трека птиц с о. Сахалин, с координатами, определенными системой GPS. В Республике Корея птицы были помечены передатчиками фирмы Microwave, использующими спутниковую группировку Argos для определения координат меченых птиц; были получены семь треков миграции. Ожидалось, что птицы и материковых, и островных популяций достигнут мест зимовок в Юго-Восточной Азии и Северной Австралии, избегая протяженных перелетов через водные преграды и используя цепочки островов и «обходы» морей Тихого океана по суше, как это было отмечено ранее на примере иглохвостого [4] и белопоясничного [5] стрижей. Однако вопреки ожиданию, кукушки, гнездящиеся в Сибири, выходили на острова Индонезии и север Австралии, прямо пересекая Южно-Китайское море, со стартом на юге Китая. Птицы, гнездившиеся на Корейском полуострове, на северо-востоке Китая и юге Приморья, также совершали прямые перелеты через Восточно-Китайское и Филиппинское моря. Птицы, которые гнездятся на Сахалине, перемещались сначала на о. Хоккайдо, затем на о. Хонсю. После продолжительных миграционных остановок на о. Хонсю кукушки стартовали в направлении Папуа Новой Гвинеи и Австралии через открытый Тихий океан. Папуа Новой Гвинеи достигла одна птица, еще одна прослеженная особь погибла, после того как ее снесло тайфуном, на о. Елены (Палау). Одна из мигрировавших птиц попала в тайфун посередине Тихого океана и была отнесена к о. Тайвань, где оставалась жива до конца получения сигнала с передатчика. Примечательно, что в этом же тайфуне погибла одна из кукушек, помеченных в Республике Корея. Три сахалинские кукушки провели над Тихим океаном пять дней и преодолели без посадки более 4000 км. В настоящее время такая беспосадочная миграция является рекордной по продолжительности и дистанции среди наземных птиц, гнездящихся в Восточной Азии, хотя и уступает некоторым видам куликов, гнездящихся на Северо-Востоке Азии и Аляске.

Примеры протяженного перелета через открытое море известны и для других видов наземных птиц; как среди видов, мигрирующих из Европы в Африку, так и среди птиц, перемещающихся из Северной Америки в Южную [6]. Считается, что при совершении подобных перелетов птицы используют попутные ветра, это позволяет снизить до минимума риски истощения при пересечении водного барьера и повысить скорость миграции при экономии энергетических резервов. Мы проверили, избирательны ли глухие кукушки к ветру при старте перед пересечением барьера и используют ли они попутный ветер, пересекая моря и океан. Оказалось, что птицы выбирают дни для старта случайным образом, начиная продолжительный миграционный бросок без существенной попутной ветровой компоненты. Более того, на протяжении всего перелета они большую часть

времени борются со встречным ветром. Значительный попутный ветер был зафиксирован только в ситуациях, когда птиц, очевидно, не имеющих сил для продолжения движения к местам зимовки, уносил тайфун в немиграционном направлении. Самое вероятное объяснение такой рискованной стратегии миграции у глухой кукушки – упрощенная ориентационная программа, которая позволяет совершать перемещения от места размножения до мест зимовки, но не предусматривает сложных обходов преград с периодической сменой направления перелета. Несмотря на необычность и кажущуюся неадаптивность миграционных стратегий, этот вид благополучен и обычен на большей части своего ареала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bonaldi C. et al. Recurrence, fidelity and proximity to previously visited sites throughout the annual cycle in a trans-Saharan migrant, the common cuckoo // *Journal of Avian Biology*. 2024. No. 7–8. P. 1–11. <https://doi.org/10.1111/jav.03183>.
2. Lee J. W. et al. Long-distance migration of Korean common cuckoos with different host specificities // *Global Ecology and Conservation*. 2023. Vol. 43. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02426>.
3. Соколов Л. В. и др. Миграционные пути и зимовки европейских и азиатских популяций обыкновенной кукушки *Cuculus canorus* // *Русский орнитол. журн.* 2020. Т. 29. Экспресс-вып. 1922. С. 2150–2153.
4. Ktitorov P. et al. Cross the sea where it is narrowest: migrations of Pacific Swifts (*Apus pacificus*) between Sakhalin (Russia) and Australia // *Journ. Ornithol.* 2022. Vol. 163, No. 1. P. 19–26. <https://doi.org/10.1007/s10336-021-01913-w>.
5. Yamaguchi N. M. et al. Light-level geolocators reveal that White-Throated Needletails (*Hirundapus caudacutus*) follow a figure-eight migration route between Japan and Australia // *Pacific Science*. 2021. Vol. 75, No. 1. P. 75–84. <https://doi.org/10.2984/75.1.3>.
6. DeLuca W. V. et al. Transoceanic migration by a 12 g songbird // *Biology letters*. 2015. Vol. 11, No. 4. P. 1–4. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.1045>.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.150.152

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЦИКЛОВ ОБИЛИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И ВЕРОЯТНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ ШЕСТИ ВИДОВ АРКТИЧЕСКИХ ХИЩНИКОВ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ

О. Я. Куликова¹, И. Г. Покровский², П. С. Ктиторов¹, Т. Курк³, П. С. Томкович⁴,
М. Ю. Соловьёв⁵, Э. Н. Рахимбердиев⁶, Ж. Ф. Терьен⁷, Н. Лecomте⁸

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

²Институт поведения животных им. Макса Планка, Радольфцелль, Университет Констанца, Германия

³Институт зоологических исследований Лейбница, Берлин, Германия

⁴Зоологический музей МГУ, Москва

⁵Кафедра зоологии позвоночных биологического факультета МГУ, Москва

⁶Институт биоразнообразия и динамики экосистем, Амстердам, Нидерланды

⁷Заказник Хок Маунтэйн, Орвингсбург, США

⁸Университет Монктона, Монктон, Канада; e-mail: gaerlach@gmail.com

THREE-DECADE BIOME-SCALE RESPONSES OF PREDATORS TO POSSIBLE CLIMATE-MEDIATED PREY SHIFTS

О. Я. Куликова¹, И. Г. Покровский², П. С. Ктиторов¹, Т. Курк³, П. С. Томкович⁴, М. Ю. Соловьёв⁵,
Э. Н. Рахимбердиев⁶, Ж. Ф. Терьен⁷, Н. Lecomte⁸

¹Institute of the Biological problems of the North FEB RAS, Magadan

²Max Planck Institute of Animal Behavior, Radolfzell, Germany

³Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research Berlin, Germany

⁴Zoological museum, Lomonosov Moscow State University, Moscow

⁵Department of Vertebrate Zoology, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow

⁶Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, University of Amsterdam, Amsterdam,
the Netherlands

⁷Hawk Mountain Sanctuary, Orwigsburg, PA, USA

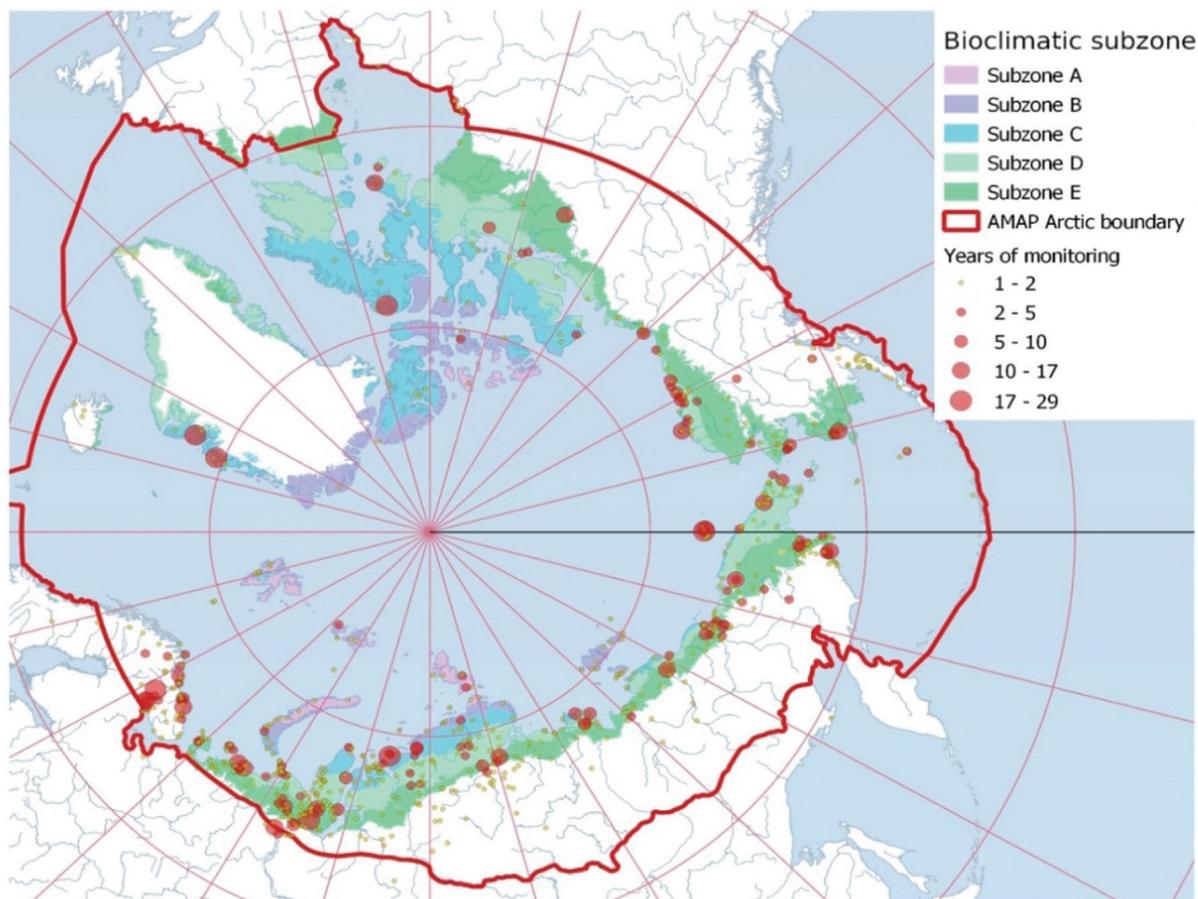
⁸Canadian Research Chair in Polar and Boreal Ecology and Centre d'Études Nordiques, Université de
Moncton, Moncton, Canada; e-mail: gaerlach@gmail.com

Global changes are transforming species interactions dramatically, yet how this translates into predator recruitment is unclear. In fast-shifting ecosystems, such challenge is even more acute. Here we quantified shifting predator abundance and breeding probabilities during three decades at 400 sites across the Arctic, where climate warming is the highest. We show that all generalist predators maintained a high recruitment. However, microtine specialists experienced contrasting outcomes, with pomarine jaegers halving their recruitment and snowy owls increasing their breeding probability by more than 10 times on average during average years of microtine abundance. Furthermore, increasing temperatures at the start of breeding only benefitted specialist predators recruiting in the northernmost latitudes. Thus, predator responses to global change may not always be advantageous and could complicate ecosystem forecasting.

Глобальные изменения климата кардинально меняют взаимодействие видов, однако их влияние на изменения численности и воспроизводство популяций хищников остается неясным. В быстро меняющихся экосистемах Арктики эта проблема стоит еще острее.

В нашем исследовании мы оценили изменение численности хищников и вероятности их размножения в течение трех десятилетий на 400 мониторинговых площадках по всей Арктике (см. рисунок).

Список исследованных видов включал песца (*Vulpes lagopus*), полярную сову (*Bubo scandiacus*), зимняка (*Buteo lagopus*), среднего (*Stercorarius pomarinus*), длиннохвостого (*S. longicaudus*) и



Точки мониторинга арктических экосистем; материалы собраны в рамках программы «Птицы Арктики» (www.arcticbirds.net). Размер точки соответствует количеству лет наблюдений с достоверными данными по исследуемым видам хищников и мышевидным грызунам. Площадки мониторинга распределены по всем биоклиматическим подзонам (см. легенду к рисунку), как это определено на карте растительности Циркумполярной Арктики [7]. Граница Арктики загружена с официального сайта АМАП: <https://www.amap.no/work-area/document/868>

короткохвостого поморников (*S. parasiticus*). Принято считать песца и короткохвостого поморника хищниками-генералистами, использующими широкий спектр жертв. Длиннохвостого поморника и зимняка часто относят к видам, которые специализируются в охоте на мышевидных грызунов [1–3], однако ряд данных противоречит этому утверждению [4, 5]. Полярная сова и средний поморник – ярко выраженные специалисты, полагающиеся на мышевидных грызунов как на основную добычу [6]. Мы показываем, что все хищники-генералисты продолжают активно размножаться в течение всего рассматриваемого периода, очевидно, адаптируясь к изменениям и используя альтернативные виды добычи. Однако виды, специализированные на мышевидных грызунах, показали противоположные результаты: средние поморники сократили попытки размножения вдвое, а полярные совы увеличили вероятность размножения в среднем более чем в 10 раз в годы со средним уровнем доступности грызунов, не ориентируясь на годы с высокой их численностью. Более того, повышение температуры в начале сезона размножения было выигрышным только для хищников-специалистов, гнездящихся в самых северных широтах. Таким образом, ответ хищников на глобальные изменения не всегда может быть адаптивным. Тем не менее даже высокоспециализированные виды, такие как полярная сова, могут изменить стратегию выбора места и времени размножения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Andersson M. Population Ecology of the Long-Tailed Skua (*Stercorarius longicaudus* Vieill.) // The Journal of Animal Ecology. 1976. No. 2(45). P. 537.

2. Wiley R. H., Lee D. S. Long-tailed Jaeger (*Stercorarius longicaudus*), version 1.0. In birds of the world / Ed. S. M. Billerman // Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA, 2020. <https://doi.org/10.2173/bow.lotjae.01>.
3. Bechard M. J. et al. Rough-legged Hawk (*Buteo lagopus*), version 1.0. In birds of the world / Ed. S. M. Billerman // Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA, 2020. <https://doi.org/10.2173/bow.rolhaw.01>.
4. Pokrovsky I. et al. Rough-Legged Buzzards, Arctic Foxes and Red Foxes in a Tundra Ecosystem without Rodents // Plos One. 2015. No. 2(10). Art. e0118740.
5. Pokrovsky I. et al. Diet, nesting density, and breeding success of rough-legged buzzards (*Buteo lagopus*) on the Nenetsky Ridge, Arctic Russia // Polar Biology. 2013. Vol. 37, No. 4. P. 447–457.
6. Therrien J. F. et al. Predation pressure by avian predators suggests summer limitation of small-mammal populations in the Canadian Arctic // Ecology. 2014. Vol. 95. Issue 1. P. 56–67. <http://dx.doi.org/10.1890/13-0458.1>.
7. Walker D. A. et al. The Circumpolar Arctic vegetation map // Journal of Vegetation Science. 2005. Vol. 16, No. 3. P. 267–282.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ ОСНОВЫ ВЗАИМОТНОШЕНИЙ
ПАЗАРИТОВ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ИХ ХОЗЯЕВ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПОИСК ПРИРОДНЫХ
ИММУНОРЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ И МЕДИЦИНЫ**

И. А. Кутырев

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ;
e-mail: ikutyrev@yandex.ru

**MOLECULAR AND CELLULAR BASES OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN
PARASITES AND THEIR HOSTS' IMMUNE SYSTEM: FUNDAMENTALS
AND THE SEARCH FOR NATURAL IMMUNOREGULATORS FOR VETERINARY
SCIENCE AND MEDICINE**

I. A. Kuttyrev

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude;
e-mail: ikutyrev@yandex.ru

Immunological aspects of relations in parasite-host systems «cestodes-fishes», both on cellular and molecular levels, were under investigation. A comprehensive study of morphofunctional and biochemical aspects of the adaptation of cestode plerocercoids to the effects of the immune system of their hosts – fish has been started by our team. The micromorphological and biochemical characteristics of plerocercoid reactions in response to the effects of the host blood serum were analyzed. The regulatory role of the substances prostaglandin E_2 , serotonin and GABA identified in the body of plerocercoids in relation to the immune system of fish has been established. The assembly and annotation of transcriptomes of three types of cestodes, as well as organs of the immune system of fish - intermediate hosts of cestodes, were performed. The anti-inflammatory and wound healing potential of excretory-secretory products and extracts from plerocercoids was assessed.

Изучение молекулярных и биохимических механизмов, используемых паразитами для регуляции иммунной системы хозяев, – новое и интенсивно развивающееся в последнее десятилетие направление паразитологии. Важность исследования паразитарных иммунорегуляторных молекул объясняется усилившимся интересом к терапевтическому использованию секреторно-эксcretорных продуктов гельминтов. Кроме того, углубление фундаментальных знаний о паразитарной иммунорегуляции и молекулярно-генетических основах иммунологического ответа в системах паразиты – рыбы весьма актуально в области аквакультуры. Мы начали комплексное исследование морфофункциональных и биохимических аспектов адаптации плероцеркоидов цестод к воздействию иммунной системы их хозяев – рыб.

Изучены микроморфологические и биохимические особенности реакций плероцеркоидов в ответ на воздействие сыворотки крови хозяев. Впервые для плероцеркоидов доказана выработка иммунорегуляторных молекул – простагландинов E_2 и D_2 и установлена их концентрация и локализация в организме плероцеркоидов. Исследованы микроморфологические особенности локализации нейроактивных субстанций, иммунорегуляторов в организме плероцеркоидов: серотонина, ГАМК и FMRFамида.

Установлена регуляторная роль в отношении иммунной системы рыб выявленных в организме плероцеркоидов веществ: простагландина E_2 , серотонина и ГАМК. В краткосрочной (2 ч) культуре лейкоцитов головной почки (НKL) PGE_2 не изменял общее количество живых НKL, но продукция активных форм кислорода (АФК) значительно снизилась при высоких концентрациях PGE_2 . В долгосрочных (96 ч) культурах высокие концентрации PGE_2 резко снижали жизнеспособность лейкоцитов, в то время как низкие и средние концентрации PGE_2 повышали жизнеспособность лейкоцитов, по сравнению с контролем. Это совпадало со сниженной продукцией ROS в культурах с высоким содержанием PGE_2 и повышенной продукцией АФК в культурах с низким PGE_2 . Отношение гранулоцитов к лимфоцитам увеличивалось при высоких концентрациях PGE_2 отдельно и в комбинации с антигенами *S. solidus* и ЛПС, наиболее заметно с НKL от колюшек,

инфицированных *S. solidus*. Нейромедиаторы 5-НТ и ГАВА действуют слабее, по сравнению с PGE₂. При инкубации культуры в течение 96 ч они усиливают респираторный взрыв, аналогично экстрактам *S. solidus* и ЛПС. Но в краткосрочной культуре уменьшают респираторный взрыв, аналогично с PGE₂.

Впервые установлены изменения лейкоцитарного состава органов иммунной системы рыб при заражении плероцеркоидами.

На следующем этапе работ был проведен сравнительный анализ транскриптомов половозрелых особей и плероцеркоидов *D. dendriticus* и выявлены у них дифференциально экспрессируемые гены. Сборка и анализ транскриптома дали и аннотировали 35129 унигенов. При этом отметим, что 16568 (47%) унигенов не были аннотированы в известных базах данных; это может указывать на уникальный набор экспрессированных транскриптов для *D. dendriticus*. Всего идентифицированы 8022 дифференциально экспрессирующихся транскрипта, в т. ч. 3225 дифференциально экспрессируемых транскриптов с повышенной экспрессией и 4797 – с пониженной экспрессией от плероцеркоидов и взрослых животных.

Секвенирована мРНК из иммунных органов и тканей (головная почка, селезенка, жабры, задняя кишка) сиговых рыб (байкальский омуль, обыкновенный сиг) – хозяев *D. dendriticus*. Транскриптомы собраны и аннотированы. Определены дифференциальная экспрессия органов иммунной системы омуля при заражении *D. dendriticus* и дифференциальная экспрессия органов иммунной системы омуля и сига.

Исследовано изменение фракционного состава белков плероцеркоидов *D. dendriticus* (Cestoda) при инкубации в среде, содержащей сыворотку крови хозяина – байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Coregonidae). Определено изменение фракционного состава белков инкубационной среды. Обнаружено появление новых высокомолекулярных фракций с молекулярной массой (ММ) 193 кДа через 3, 12 и 24 ч после начала инкубации и с ММ 88 кДа – через 24 ч. Также выявлено уменьшение или исчезновение низкомолекулярных фракций с ММ 57 и с ММ 42 кДа через 3, 12 и 24 ч. У плероцеркоидов это было сопряжено с появлением новой фракции с ММ 189 кДа через 12 ч и исчезновением фракции с ММ 80 кДа через 24 ч.

Белки *D. dendriticus* разделили с помощью 2D гель-электрофореза. Белковые пятна из геля проанализировали с помощью масс-спектрометрии; секретомы цестод из инкубационной среды – при помощи хромато-масс-спектрометрии. Масс-спектры идентифицировали с использованием NCBI и локальных баз. В секретоме *D. dendriticus* идентифицированы 86 белков, в секретоме *L. interrupta* – 403 белка.

Противовоспалительный потенциал экскреторно-секреторных продуктов (ЭСП) плероцеркоидов лентеца чаечного *D. dendriticus* и *L. interrupta* впервые оценен на модели ЛПС-индуцированной активации макрофагов. Результаты нашего исследования показали, что ЭСП из *L. interrupta* обладает выраженным противовоспалительным действием, в то время как у ЭСП из *D. dendriticus* такого эффекта нет. Тестировали влияние ESP *L. interrupta* на индуцированное каррагинаном воспаление в воздушном мешке самцов мышей C57Bl/6. Фракция ESP менее 3 кДа индуцирует IL-10. Оценен ранозаживляющий потенциал экстракта из плероцеркоидов лентеца чаечного *D. dendriticus*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что обработка ран экстрактом плероцеркоидов замедляет репаративные процессы, однако не приводит к существенным изменениям скорости стягивания раны.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 121030900141-8.

ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫЕ ЦИАНОБАКТЕРИИ В ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Т. И. Кутявина¹, Л. В. Кондакова^{1, 2}, Т. Я. Ашихмина^{1, 2}

¹Вятский государственный университет, Киров

²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; e-mail: usr12097@vyatsu.ru

POTENTIALLY TOXIC CYANOBACTERIA IN WATER BODIES OF THE NORTHEASTERN RUSSIAN PLAIN

T. I. Kutjavina¹, L. V. Kondakova^{1, 2}, T. Ya. Ashikhmina^{1, 2}

¹Vyatka State University, Kirov

²Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the RAS, Syktывkar;
e-mail: usr12097@vyatsu.ru

For the first time, a search for potentially toxigenic cyanobacteria was carried out in the Belokholunitsky and Omutninsky reservoirs of the Kirov region, used for cultural, domestic and recreational purposes, using molecular genetic approaches. In the summer phytoplankton of the studied reservoirs, 54 species were identified, including 15 species of cyanobacteria. Successful amplification of sections of the *mcyE* and *anaC* genes in «planktonic» DNA samples confirmed the presence in water of cyanobacteria that are dangerous to humans, potentially capable of producing microcystins and anatoxin-a. The likely producers of cyanotoxins in the studied reservoirs may be cyanobacteria of the genera *Microcystis*, *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* and *Cuspidothrix*, found in all surveyed areas of the reservoirs. Genetic markers for the production of cylindrospermopsin and saxitoxins were not detected in water samples from the studied reservoirs.

Массовое развитие цианобактерий (ЦБ) отмечается в водоемах по всему миру, в т. ч. во всех климатических зонах и федеральных округах России [1, 2]. Наиболее часто в континентальных водоемах встречается комплекс из четырех видов ЦБ, включающий потенциальных продуцентов токсинов [3]. Однако сведений о наличии и распространении токсигенных ЦБ в водоемах России мало и охватывают они небольшое количество водных объектов.

Цель работы – поиск потенциально токсигенных ЦБ в водоемах, расположенных на северо-востоке Русской равнины, с использованием молекулярно-генетических подходов.

Для исследования были выбраны крупнейшие водохранилища Кировской области: Белохолуницкое и Омутнинское. Данные объекты созданы в XVIII в. зарегулированием малых рр. Белая Холуница и Омутная для того, чтобы обеспечивать водой чугунолитейное производство; в настоящее время используются в культурно-бытовых и рекреационных целях, а также для водоснабжения промышленных производств. Морфометрические, гидрологические и гидрохимические особенности водоемов описаны ранее [4].

Пробы воды для изучения фитопланктона отбирали, зачерпывая воду с поверхности (глубина 0–30 см), в июне – сентябре 2023 г. на девяти участках водохранилищ, чаще всего используемых местными жителями для рекреационных целей. С помощью методов молекулярно-генетического анализа проводили поиск генов, отвечающих за синтез гепатотоксина микроцистина (MC), гепато- и цитотоксина цилиндроспермопсина (CYN) и двух нейротоксинов: анатоксина-а (AN-a) и сакситоксинов (STX).

По результатам работы отмечено, что летом фитопланктон Белохолуницкого и Омутнинского водохранилищ отличается низким видовым разнообразием (54 вида), преимущественно состоит из представителей отделов Chlorophyta и Bacillariophyta, что типично для водоемов умеренных широт. В конце июля – начале августа доминирующее положение занимают ЦБ, достигая 99.7% от общей численности фитопланктона. При этом видовое разнообразие, численность и биомасса ЦБ в Белохолуницком водохранилище выше, чем в Омутнинском. Так, в августе 2023 г. в фитопланктоне Бело-

холуницкого водохранилища обнаружены 10 видов ЦБ, их численность и биомасса изменялись, соответственно, от 0.008 млн кл./л и 0.0007 мг/л на приплотинном участке водоема до 14.9 млн кл./л и 1.55 мг/л – в верховье. В Омутнинском водохранилище идентифицированы 7 видов ЦБ, их численность и биомасса варьировали, соответственно, от 0.027 млн кл./л и 0.003 мг/л на приплотинном участке до 0.21 млн кл./л и 0.019 мг/л – на среднем участке водоема. Для объектов исследования было характерно снижение численности и биомассы ЦБ в направлении от практически не испытывающих антропогенную нагрузку верховий водохранилищ к их приплотинным участкам, на берегах которых располагаются жилые здания и промышленные объекты.

На всех исследованных участках водохранилищ присутствуют опасные для человека МС-продуцирующие ЦБ, что подтверждается успешной амплификацией участка гена *mscE* во всех проанализированных образцах «планктонной» ДНК. Согласно микроскопическому анализу проб фитопланктона, наиболее вероятными продуцентами МС в изучаемых водохранилищах были ЦБ из родов *Microcystis* и *Dolichospermum*. На большинстве исследованных участков водохранилищ впервые детектировано развитие ЦБ, способных потенциально продуцировать АН-а, что подтверждено идентификацией методом ПЦР в образцах «планктонной» ДНК специфичного для ЦБ участка гена *anaC*. С помощью микроскопического анализа в фитопланктоне изучаемых водохранилищ обнаружены виды *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault, *Dolichospermum planctonicum* (Brunnthal) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek и *D. flos-aquae* (Bornet & Flahault) P. Wacklin, L. Hoffmann & Komárek, известные из литературы как продуценты АН-а. При этом генетические маркеры продуцирования других типов детектируемых цианотоксинов (СУН и СТХ) не были обнаружены в исследованных пробах из Белохолуницкого и Омутнинского водохранилищ.

Таким образом, проанализирован фитопланктон двух водохранилищ, расположенных на северо-востоке Русской равнины, и впервые в них проведен поиск потенциально токсигенных ЦБ с использованием молекулярно-генетических подходов, что позволило дополнить сведения о распространении токсигенных ЦБ по водохранилищам умеренных широт.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-77-01034).

ЛИТЕРАТУРА

1. Namsaraev Z. et al. Algal bloom occurrence and effects in Russia // Water. 2020. Vol. 12, No. 1. Art. 285. doi: 10.3390/w12010285.
2. Barinova S. Environmental preferences of Cyanobacteria in the gradient of macroclimatic factors and pollution // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 51–57. doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-051-057.
3. Намсараев З. Б., Мельникова А. А. Таксономическое разнообразие доминирующих видов цианобактерий во время «цветений» водоемов России // Вопросы современной альгологии. 2022. № 2(29). С. 29–37. doi: 10.33624/2311-0147-2022-2(29)-29-37.
4. Кутявина Т. И., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Применение комплекса наземных методов исследования для диагностики загрязнения и процессов эвтрофирования водохранилищ Кировской области // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 2. С. 44–52. doi: 10.25750/1995-4301-2019-2-044-052.

РОЛЬ МИГРАЦИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ ВНУТРИВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИНОГ РУССКОГО СЕВЕРА

А. В. Кучерявый, Н. В. Полякова, Е. А. Астахова, Д. С. Павлов

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: scolopendra@bk.ru

THE ROLE OF MIGRATORY POLYMORPHISM IN THE FORMATION OF INTRASPECIFIC DIVERSITY OF LAMPREYS OF THE RUSSIAN NORTH

A. V. Kucheryavy, N. V. Polyakova, E. A. Astakhova, D. S. Pavlov

Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow; e-mail: scolopendra@bk.ru

The study looked at migratory polymorphism of three species of lampreys in the Russian North. *Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* and *Lethenteron camtschaticum* are capable of creating different ecological forms, and their individuals exhibit different forms of migration: downstream, feeding, and upstream. Larval migrations include primary dispersal and redistribution in the river system. Feeding migrations can take place in different areas, including desalinated ones, and those formed as a result of anthropogenic activities. Upstream migrations occur in both non-parasitic and parasitic forms. Migratory polymorphism is essential for the development of intraspecific variation and the adaptability of organisms to various environmental circumstances.

В этой работе рассмотрим лишь некоторые примеры миграционного полиморфизма, которые касаются пресноводных экорегионов [1] Русского Севера (РС): водосборные бассейны Баренцева моря, Обский, Енисейский, Таймырский, Ленский, Колымский, Восточно-Чукотский и Анадырский. Видовое разнообразие сем. *Petromyzontidae* здесь, на наш взгляд, ограничивается тремя видами: морская минога *Petromyzon marinus* (PM) [2], речная минога *Lampetra fluviatilis* (LF), тихоокеанская минога *Lethenteron camtschaticum* (LC). Мы придерживаемся идеи политипности вида и считаем, что в границах РС формы миног, обитающие или в недавнем прошлом обитавшие совместно, если между ними не обнаружено достоверных морфологических и достаточных генетических различий, принадлежат к одному виду [3]. Наличие миграций различной протяженности после метаморфоза и сохранения способности питаться являются экологическими адаптациями. Для этих видов миног известен широкий спектр внутривидового разнообразия. LF и LC [4] в отличие от PM в пределах обсуждаемой территории образуют экологические формы (реализуют разные типы жизненных стратегий: анадромные, анадромные быстро созревающие (т. н. ггаесох), потамодромные, озерные, резидентные), которые очень явно обнаруживаются во время нереста.

Миграционный полиморфизм [5] у миног представлен вариантами: миграция по течению выростного водотока; нагульная миграция в водоеме; миграция против течения нерестового водотока. Перемещения по течению наиболее ярко выражены в ювильной стадии – у личинок и постметаморфных особей, готовых к реализации паразитической фазы (смолтов). Нагульные постметаморфные миграции в водоеме (водохранилищах, озерах, устьях, морских водах) известны на сегодня только у паразитических миног. Миграция против течения проходит у созревающих особей. У каждого типа есть ограничения и особенности, приводящие совместно с другими факторами к формированию внутривидового разнообразия.

Миграции по течению личинок LF и LC: первичное расселение и перераспределение по речной системе. Первичное расселение, скорее всего, генетически предопределено, т. к. инкубационные грунты не соответствуют выростным биотопам [6]. Перераспределение происходит во время всей личиночной стадии [7, 8]. Эти миграции, вероятно, самые ранние эволюционные и онтогенетические адаптации для реализации наиболее успешного варианта эволюционного фита и выражаются в выборе в пользу выживания. К метаморфозу в выборе дальнейшей стратегии начинает играть роль фактор размножения: решение о (не)сохранении способности питаться

(окончательное развитие гонад происходит с деградацией пищеварительной системы). Часть особей смолтифицируется и мигрирует в нагульный водоем. Смолты могут образовываться в т. ч. в полуизолированных популяциях, где представлены непитающиеся после метаморфоза производители (рр. Обь, Иртыш, Енисей). Таким образом, покатная миграция в нагульный водоем является эпигенетической вариацией.

Petromyzon marinus, которая не заходит на нерест в пресные воды РС, совершает дальние нагульные миграции в морских или океанических водах (ближайшие нерестовые водотоки в Норвегии). LF в границах РС нагуливается в пресных водоемах (крупные озера Карелии), что приводит к формированию озерных форм. LC свойствен широкий спектр нагульных миграций. Лучше всего известна миграция в морских водах. Однако LC способен адаптироваться к нагулу в естественных и искусственных пресных водоемах, а также в участках нижних течений гигантских рек. Формообразование в таких участках дополняет представления, заложенные Л. С. Бергом [9] о форме ргаесох (обнаружена в р. Обь, зал. Шелихова, проливе Литке). В Обской, Тазовской, Гыданской губах и Енисейском заливе у части особей нагул происходит без выхода в морские воды; продолжается он дольше, чем у ргаесох, – особи достигают больших размеров и плодовитости.

Миграции против течения у LF и LC происходят как у непаразитической, так и у паразитической форм. В силу размеров особей они очень ярко выражены у последней. Сезонная динамика таких миграций связана и с географическим положением водотока, и с его протяженностью и условиями в конкретный год. В результате суммарного действия этих факторов ход может приостанавливаться, и в некоторых случаях могут формироваться сезонные расы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 24-14-0011.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Abell R. et al.* Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation // *BioScience*. 2008. Vol. 58, No. 5. P. 403–414.
2. *Новиков М. А., Харламова М. Н.* Новые данные о распространении миног *Petromyzon marinus* и *Lethenteron camtschaticum* (Petromyzontidae) в Баренцевом и Белом морях // *Вопр. ихтиологии*. 2018. Т. 58, № 3. С. 260–266.
3. *Махров А. А., Попов И. Ю.* Жизненные формы миног (Petromyzontidae) как проявление внутривидового разнообразия онтогенеза // *Онтогенез*. 2015. Т. 46, № 4. С. 240–251.
4. *Kucheryavyy A. V. et al.* The need for a new taxonomy for lampreys // *Jawless fishes of the world*. Vol. 1. Newcastle upon Tyne. Cambridge Scholars Publ., 2016. P. 251–278.
5. *Павлов Д. С., Лунандин А. И., Костин В. В.* Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М. : Наука, 2007. 211 с.
6. *Torgersen C. E., Close D. A.* Influence of habitat heterogeneity on the distribution of larval Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) at two spatial scales // *Freshwater Biology*. 2004. Vol. 49, No. 5. P. 614–630.
7. *Kirillova E. A. et al.* Downstream migration in ammocoetes of the Arctic lamprey in some Kamchatka rivers // *Journ. Ichthyology*. 2011. Vol. 51, No. 11. P. 1117–1125.
8. *Zvezdin A. O., Kucheryavyy A. V., Pavlov D. S.* The place and role of downstream migration of ammocoetes in the lifecycle of the European river lamprey *Lampetra fluviatilis* (Petromyzontidae) // *Journ. Ichthyology*. 2022. Vol. 62, No. 7. P. 1269–1283.
9. *Берг Л. С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран : в 3 т. М. ; Л. : АН СССР, 1948. Т. 1. 467 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ
КРАСНОЙ И КРАСНО-СЕРОЙ ПОЛЕВОК В ВЕРХОВЬЕ КОЛЫМЫ
И СЕВЕРНОМ ПРИОХОТЬЕ**

А. Н. Лазуткин

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: alazut@ibpn.ru

**COMPARATIVE DESCRIPTION OF THE DYNAMICS
OF THE RED-BACKED AND GREY RED-BACKED VOLES IN THE UPPER KOLYMA
AND NORTHERN PRIOKHOTYE**

A. N. Lazutkin

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan; e-mail: alazut@ibpn.ru

A comparative analysis of the simultaneous long-term dynamics of the number of two species of voles – red-backed and gray red-backed voles, in three geographically separated regions of the North-East of Siberia was carried out. No similarity in population changes in both species in the regions of the Kolyma and the Northern Priokhotye, which are 400 km apart, is shown. In two districts of the Northern Priokhotye, located 250 km apart, from each other, changes in the number of red-backed voles turned out to be strictly synchronous, with high reliable connection. The dynamics of the number of gray red-backed voles coincided in half of the observation period and differed in another part of the period. It was concluded that there is no single rhythm of fluctuations in the number of studied species within the entire region. Nevertheless, in smaller areas, within the same geographical zone, the populations of individual species of voles can have a unified population dynamics.

Динамика численности мелких грызунов на обширной территории России чрезвычайно разнообразна. Проведенные ранее детальные исследования динамики численности лесных полевок даже в пределах Крайнего Северо-Востока Сибири обращают на себя внимание существенными различиями в их характере [1]. Главным образом это касается географических особенностей их проявления в континентальных и прибрежных районах упомянутого региона. Для корректного вывода о наличии или отсутствии единого ритма колебаний численности того или иного вида млекопитающих на удаленно разобщенных территориях необходимы длительные единовременные наблюдения. На сегодня такие данные получены для двух фоновых видов лесных полевок – красной и красно-серой.

Исследования проведены в трех районах Магаданской области – двух прибрежных, расположенных в Северном Приохотье (бас. р. Чёломджа, 60°27' с. ш., 147°61' в. д.), и (окрестности оз. Чистое, 59°51' с. ш., 151°84' в. д.) и одном континентальном (бас. р. Буюнда, 62°43' с. ш., 153°34' в. д.). Прибрежные отстоят друг от друга на, примерно, 250 км, континентальный от последних – на 400 км. Результаты этих работ опубликованы в серии статей [2–4] и дополнены новыми материалами. Учеты численности проводились по единой методике, на одних и тех же промаркированных линиях, и отражают данные, полученные в осенний период после окончания сезона размножения зверьков.

На рисунке 1 проиллюстрирована динамика численности красной и красно-серой полевок в поймах рр. Буюнда и Чёломджа в 2001–2010 гг.

Можно видеть, что, несмотря на идентичные биотические условия в пунктах этих районов (работы проводились в сходных пойменных лиственничных лесах), динамика численности обоих видов полевок в них оказалась различной. Подсчитанные коэффициенты корреляции получились недостоверными и не выявили географической связи.

На рисунке 2 представлена динамика численности этих же видов полевок в упомянутой пойме р. Чёломджа и лиственничном редколесье окрестностей оз. Чистое в 2010–2023 гг.

Отчетливо видно, что независимо от существенной разницы местообитаний в этих пунктах исследований динамика численности красной полевки в них практически повторялась. Коэффициент корреляционной связи у данного вида в разных пунктах исследований оказался высоким и достоверным ($r = +0.66$; $p < 0.05$). **Годовые колебания численности красно-серой полевки в обоих районах Се-**

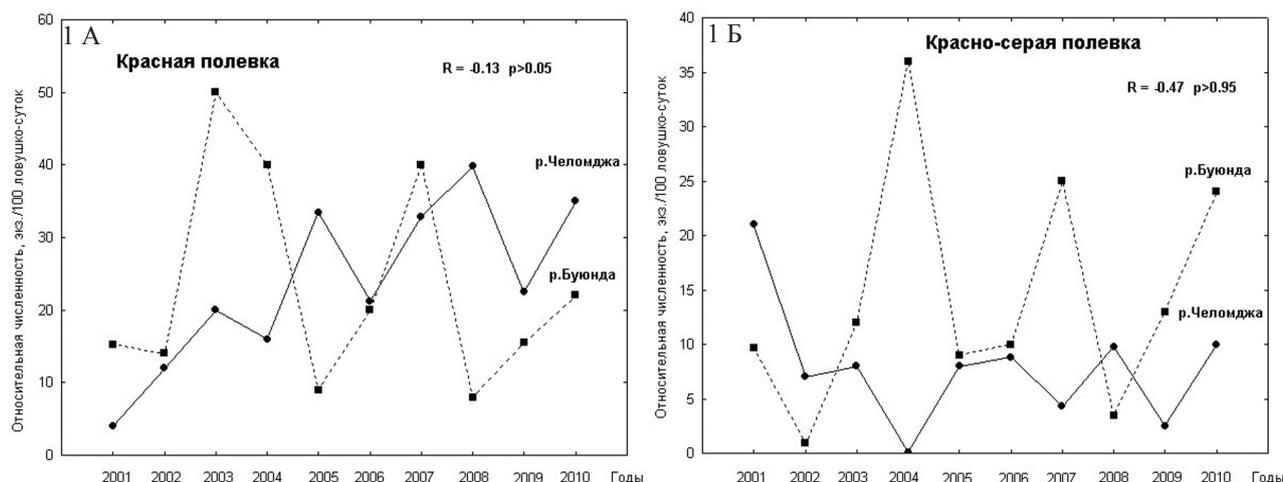


Рис. 1. Динамика численности красной и красно-серой полевков в 2001–2010 гг. (бассейны рр. Чёломджа и Буюнда)

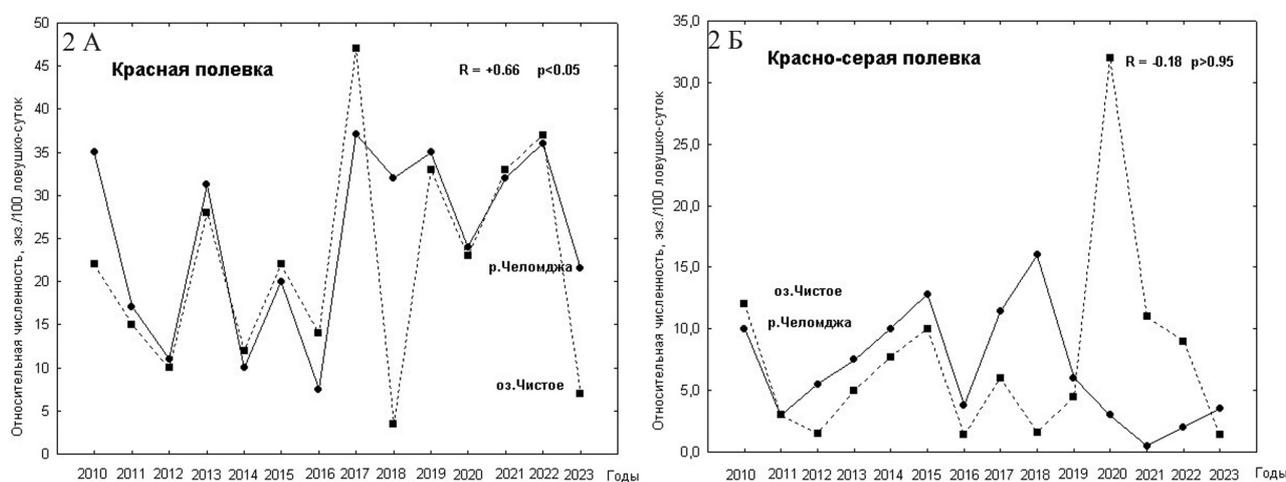


Рис. 2. Динамика численности красной и красно-серой полевков в 2010–2023 гг. (бас. р. Чёломджа и окрестности оз. Чистое)

верного Приохотья в первой половине наблюдений были практически одинаковыми, но во второй половине произошло нарушение синхронности.

Таким образом, на территории региона Северо-Востока Сибири не существует единого ритма колебаний численности исследованных лесных полевков. Тем не менее в пределах относительно небольшой удаленности популяций отдельных видов (около 250 км, а вероятно, и больше), обитающих в одном районе, как показано для красной полевки в Северном Приохотье, колебания численности зверьков, по-видимому, находящихся под воздействием сходного комплекса как внешних, так и внутренних факторов, могут носить синхронный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернявский Ф. Б., Лазуткин А. Н. Циклы леммингов и полевков на Севере. Магадан : ИБПС ДВО РАН, 2004. 150 с.
2. Лазуткин А. Н., Ямборко А. В., Киселев С. В. Популяционная динамика лесных полевков (р. *Clethrionomys*) верховьев Колымы (р. Буюнда) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2012. № 4. С. 66–74.
3. Лазуткин А. Н. Многолетний мониторинг численности лесных полевков в Государственном природном заповеднике «Магаданский» в 1980–2021 гг. // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича. Саранск : Пушта, 2021. Вып. 29. С. 319–325.
4. Лазуткин А. Н. Динамика численности и демография красной (*Clethrionomys rutilus*) и красно-серой (*Craseomys rufocanus*) полевков в лиственничном редколесье Северного Приохотья // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2023. № 1. С. 79–89.

ИЗУЧЕНИЕ ЛОПАТНЯ *CALIDRIS PYGMAEA* И ДРУГИХ ВИДОВ КУЛИКОВ НА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧУКОТКЕ В 2023 г.

Е. Г. Лаппо¹, А. П. Иванов²

¹Институт географии РАН, Москва; e-mail: ellappo@mail.ru

²ВНИИ охраны окружающей среды (ВНИИ Экология), Москва; e-mail: apivanov@bk.ru

SPOON-BILLED SANDPIPER *CALIDRIS PYGMAEA* AND OTHER WADERS SURVEY IN SOUTH-EAST CHUKOTKA IN 2023

E. G. Lappo¹, A. P. Ivanov²

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow; e-mail: ellappo@mail.ru

²All-Russian Research Institute for Environmental Protection (VNIIE Ecology), Moscow;
e-mail: apivanov@bk.ru

The monitoring of Spoon-billed Sandpiper (SBS) and other waders by BirdsRussia expedition has been running since 2001, in South East Chukotka, Meinyupyl'gyno. In 2023, 30 SBS (25 marked and 5 unmarked) with 11 breeding pairs were recorded. The number of breeding SBS has declined and the number of solitary males has increased in recent years. 10 individually marked wild adult birds returned and two more were ringed. 11 individually marked as wild chicks returned in 2023, and 14 were marked this year. The Head-started project was finished in 2021 after 10 years, and in 2023 4 Head-started birds were observed. Visiting of the other breeding SBS sites became possible with the help of a hydroplane belongs to the Working Group on Anseriformes Association. At one of those sites (Okeanskoye), 6 warning adult SBS were found, 1 brood with both parents were individually marked and later seen in China, on migration.

Мониторинг численности лопатня *Calidris pygmaea* и других куликов в Мейныпильгыно начал в 2001 г. под руководством Е. Сыроечковского и продолжается более 20 лет. В 2023 г. основная экспедиция в окрестностях Мейныпильгыно работала с конца мая по конец июля [1, 2]. Численность гнездящихся лопатней в 2023 г. осталась примерно такой же, как и в прошлом сезоне, с небольшой тенденцией к снижению. Всего в окрестностях Мейныпильгыно встречены 30 лопатней. На основной мониторинговой площадке обнаружены 22 птицы, из них для шести пар доказано и для трех пар предполагалось гнездование. За пределами основной площадки размножились еще две пары. К сожалению, в последние годы продолжает увеличиваться количество холостых самцов. Из 30 лопатней, встреченных в 2023 г., 25 имели индивидуальные метки. В 2023 г. удалось поймать и пометить индивидуальными кодами двух взрослых птиц и 14 птенцов *Calidris pygmaea*, а также и других видов куликов (всего 124 особи восьми видов, включая лопатня).

В локальной группировке чукотского подвида исландского песочника *Calidris canutus rogersi*, гнездящегося в Мейныпильгыно и зимующего в Новой Зеландии, в начале июня встретили 11 индивидуально меченых птиц (кодовые белые флажки) и трех птиц со светло-зелеными флажками без кода, помеченных в прошлые годы. В начале июля поместили индивидуальными кодами трех взрослых птиц и двух подросших птенцов; а 12 пуховых птенцов отметили светло-зелеными флажками без буквенно-цифровых кодов.

В 2023 г. экспедиция РОСИП и Рабочая группа по гусеобразным Северной Евразии (РГГ СЕ) начали совместный проект по авиаучетам линных скоплений водоплавающих птиц на Южной Чукотке, которым руководит С. Б. Розенфельд (ИПЭЭ РАН, РГГ СЕ). В том же году в рамках проекта удалось осуществить поиск новых и мониторинг известных ранее мест гнездования локальных группировок лопатня, расположенных за пределами Мейныпильгыно. Для этого использовали легкий гидросамолет «Стерх С1», сконструированный пилотом Г. В. Киртаевым [2].

Локальные группировки и отдельные гнезда лопатней на Юго-Восточной Чукотке, помимо Мейныпильгыно, были известны еще по данным середины 1980-х гг. из мест полевых работ П. С. Томковича. Эти места в начале нынешнего столетия посещали также участники экспедиции РО-

СИП под руководством Е. Сыроечковского. Полевые исследования РОСИП выявили резкое сокращение численности вида во многих ранее известных гнездовых локациях [3]. В 2011–2017 гг. на судне «Профессор Хромов» была проведена рекогносцировка берегов лагун Корякского нагорья вместе с туристической компанией «Heritage Expeditions» под руководством Р. Расса (Новая Зеландия), тогда в некоторых лагунах удалось найти гнезда лопатней [4, 5].

При сопоставлении числа ежегодно встречаемых индивидуально меченых лопатней в гнездовых районах в окрестностях Мейныпильгыно (22 птицы в 2023 г.) и числа встреч этого кулика на миграциях и зимовках, согласно базе данных Н. Кларка (N. Clark), стало видно, что часть птиц гнездится где-то еще. С помощью ГИС-моделирования, проведенного в ИГ РАН (А. Нарыков, Е. Лаппо, 2020, неопубликованный отчет), ранее были выделены потенциально пригодные местообитания для гнездования лопатня на Южной Чукотке. На основании этих материалов и ранее известных мест его гнездования составлен список территорий для авиаобследования и высадок. Среди них наиболее приоритетной было урочище Океанское, где в 2015 и 2016 г. отметили 18 беспокоящихся при выводках лопатней [6, 7]. В 2023 г. с воздуха оказались хорошо заметны в урочище предпочитаемые этим куликом шикшовники, которые ориентированы не вдоль моря, а перпендикулярно береговой линии – от гор к морю. Во время краткой высадки удалось обследовать примерно 1/6 часть площади потенциально пригодных для лопатня местообитаний. Там были обнаружены шесть лопатней, найдено гнездо, в котором были окольцованы три птенца и оба родителя. В конце августа обеих взрослых птиц и двух птенцов встретили в период миграции в Китае на мелководьях залива Тонзю провинции Джансу (Tongzhou Bay, Jiangsu province; устное сообщение Ziyou Yang). Исследование урочища Океанское подтвердило не только наличие локальной гнездовой группировки лопатня, но и показало удобство подобных авианаблюдений для обнаружения подходящих виду местообитаний, а также краткосрочных наземных обследований местообитаний, учетов и кольцевания птиц.

Авторы благодарны всем участникам экспедиции 2023 г. за сбор материалов и признательны местным жителям сел Мейныпильгыно, Хатырки и Алькатваама за помощь в проведении работ.

В 2023 г. экспедиция осуществлена при финансовой поддержке РОСИП, Ассоциации РГГ СЕ, гранта РНФ № 22-17-00168 и других источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lappo E. et al. BirdsRussia Chukotka Spoon-billed Sandpiper expedition, survey and monitoring in 2023 // Spoon-billed Sandpiper Task Force News Bulletin. 2023. No. 29. P. 9–14.
2. Lappo E. et al. SBS breeding site at South Chukotka survey with the seaplane 2023 // Spoon-billed Sandpiper Task Force News Bulletin. 2023. No. 29. P. 15–20.
3. Tomkovich P. S. et al. First indications of a sharp population decline in the globally threatened Spoon-billed Sandpiper, *Eurynorhynchus pygmeus* // Bird Conservation International. 2002. Vol. 12. P. 1–18.
4. Scampion B. Searching for the Spoon-billed Sandpiper with Heritage Expeditions – New Speciea Champion for Birdlife International // SBS TF News Bulletin. 2011. No. 6. P. 10–12.
5. Lappo E. SBS and a Romance – update on the heritage Expedition 2016 // Spoon-billed Sandpiper Task Force News Bulletin. 2016. No. 16. P. 30–32.
6. Syroechkovskiy E. Spoon-billed Sandpiper conservation activity in Chukotka and Kamchatka by BirdsRussia in Summer 2015 // Spoon-billed Sandpiper Task Force News Bulletin. 2015. No. 14. P. 19–23.
7. Noah T., Fanck M. The Spring survey of the breeding site “Okeakskoye”, South Chukotka // Spoon-billed Sandpiper Task Force News Bulletin. 2016. No. 16. P. 8–12.

ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*А. В. Ларина, В. С. Казанцев, Г. О. Гаврилов, Л. А. Кривенко, А. А. Усачева, Е. А. Тышова,
А. Е. Белов, К. Н. Шмонин*

Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Москва; e-mail: larin.arina2003@gmail.com

GREENHOUSE GAS EMISSION FROM WESTERN SIBERIA TUNDRA ECOSYSTEMS

*A. V. Larina, V. S. Kazantsev, G. O. Gavrillov, L. A. Krivenok, A. A. Usacheva, E. A. Tyshova,
A. E. Belov, K. N. Shmonin*

A. M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, RAS, Moscow; e-mail: larin.arina2003@gmail.com

Permafrost degradation entails a number of processes contributing an increase of greenhouse gas emissions, in particular, methane. About 65% of our country's territory is underlain by permafrost. Studying methane fluxes from tundra lakes, wetlands, and soils and identifying influencing factors allows tracking the dynamics of the process over time.

С накоплением в атмосфере парниковых газов (ПГ), способных задерживать часть отраженного от Земли солнечного излучения в инфракрасном спектре, связывают глобальное изменение климата в последние десятилетия. Большинству ПГ присуще преобладание эмиссии от естественных источников, тогда как для CH_4 выше вклад антропогенных выбросов. Потоки метана от естественных источников оцениваются с высокой неопределенностью. Эмиссия от болот и заболоченных земель составляет 102–182 Мт CH_4 /год, от пресноводных водоемов – 117–212 Мт CH_4 /год, а окисление (поглощение) метана в почве – 11–49 Мт CH_4 /год. Запас CH_4 в газогидратах суши оценивается в 530 млрд т [1]. В процессе деградации мерзлоты CH_4 может выделяться как из метангидратов, образовавшихся в ее глубинах при специфических термобарических условиях [2], так и за счет вовлечения дополнительного органического углерода в круговорот.

Изучение всех этих источников актуально для Западной Сибири, на территории которой идут процессы деградации мерзлоты одновременно с затоплением пониженных участков рельефа и слива озер с образованием хасыреев. Из-за климатических условий региону характерны высокая заболоченность (до $\frac{1}{3}$ площади) [3] и значительная площадь озер. Эти факторы в сочетании с наличием органического вещества, доступного для метаногенов, потенциально влекут за собой существенную эмиссию метана с территории.

Исследование посвящено оценке удельных потоков метана (УПМ) с поверхности неоднородной территории, находящейся на севере Западно-Сибирской низменности в междуречье Таз и Пур. Объекты изучения – озера, олиготрофное болото и минеральные почвы (67°22'23.3" с. ш., 78°37'37.4" в. д.).

В задачи исследования входило:

- измерение УПМ камерным методом для наземных и водных экосистем;
- фиксация сопутствующих измерению УПМ метеорологических параметров (температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра), температуры почвы и воды на глубинах, а также гидрохимических показателей озерных и болотных вод;
- оценка связи между УПМ и параметрами окружающей среды.

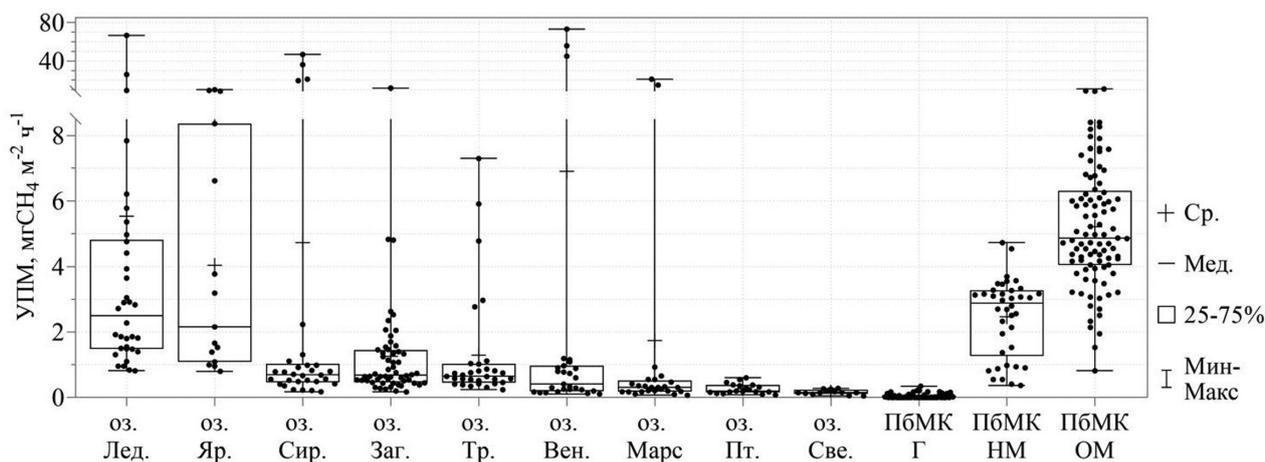
Исследование УПМ для напочвенных экосистем производилось методом статических камер [4], для водных – методом плавающих камер [5]. Экспозиция камер 30–45 мин в зависимости от степени увлажненности участка, на озерах – 20 мин. Точки исследования на всех экосистемах ежедневно менялись для оценки пространственной неоднородности эмиссии. Для снижения погрешностей измерение производили 8 раз подряд (одновременно с двух камер на болотах и почвах) и 4 раза в трех- или четырехкратной повторности для озер.

В целях герметизации пробы газа хранили в пенициллиновых флаконах, заполненных насыщенным раствором NaCl. Параметры среды фиксировали с помощью портативной метеостанции «Kestrel

5000», температуры почвы и воды на глубинах регистрировали датчики «Thermochron iButton». Для определения концентрации CH_4 в пробах использовали газовый хроматограф «Кристалл 5000.2» с пламенно-ионизационным детектором.

Объектами исследования выбрали 9 термокарстовых озер, их глубина в центре от 0.6 до 1.7 м. Число измеренных УПМ для этих водоемов варьировалось от 13 до 56, медианы составили от 0.15 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ для самого маленького озера (см. рисунок, оз. Све.) до 2.39 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ (см. рисунок, оз. Лед.). Средние величины выше медиан и меняются от 0.17 до 6.90 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$, что связано с учетом диффузной и пузырьковой составляющих потока. Для некоторых УПМ с преобладанием пузырьковой эмиссии критерий R^2 был ниже 0.7, но их игнорирование привело бы к занижению величины потока. Произведенное методом TVL разделение двух типов эмиссии показало, что в 30% случаев пузырьковая эмиссия составляла больше 50% от величины потока, а в 5% случаев – 90%, достигая 70 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ (см. рисунок, оз. Вен.).

На плоскобугристо-мочажинном болотном комплексе (ПБМК) изучали два типа микроландшафтов: гряды (микроповышения) и обводненные и необводненные мочажины (микропонижения различной степени увлажненности). Число УПМ для них, соответственно, 61, 90 и 40. Наибольшие величины УПМ характерны для обводненных мочажин, чья медиана составляет 5.2 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$, для необводненных мочажин – 1.6, а для гряд слабо варьируется около нуля – от -0.3 до 0.4 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ (см. рисунок, ПБМК). Различия объясняются преобладанием метанотрофов, поглощающих CH_4 на грядах, а в мочажинах – метаногенов.



Диаграммы размаха УПМ для озер и болот

Число УПМ для минеральных почв, представленных различными тундровыми ландшафтами, – 146. Варьирование среднего и медианы происходит около нуля, при размахе величин от -0.4 до 0.7 $\text{мгCH}_4\text{м}^{-2}\text{ч}^{-1}$.

Наибольшие медианы УПМ характерны для болот, единоразовые выбросы – для озер. Болотам и озерам присуще изменение значения УПМ под влиянием внешних параметров среды, тогда как на грядах и почвах такая закономерность не выявлена.

Работа выполнена в рамках госзадания ИФА РАН № 1022030400001-9 «Мониторинг и анализ динамики эмиссии парниковых газов из наземных и пресноводных экосистем Арктической зоны России».

ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2391 p.
2. Buffett B. A. Clathrate hydrates // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 2000. Vol. 28, No. 1. P. 477–507.
3. Peregon A., Maksyutov S., Yamagata Y. An image-based inventory of the spatial structure of West Siberian wetlands // Environmental Research Letters. 2009. Vol. 4, No. 4. P. 1–6.
4. Глаголев М. В., Сабреков А. Ф., Казанцев В. С. Методы измерения газообмена на границе почва / атмосфера : учеб. пособие. Томск : Томский гос. пед. ун-т, 2010. 102 с.
5. Bastviken D. et al. Methane emissions from Pantanal, South America, during the low water season: toward more comprehensive sampling // Environmental science & technology. 2010. Vol. 44, No. 14. P. 5450–5455.

АЛЬГОФЛОРА ПЕНЖИНСКОЙ ГУБЫ И ЛОКАЛЬНЫХ АКВАТОРИЙ ЗАЛИВА ШЕЛИХОВА

Е. В. Лепская¹, П. Ю. Семкин², М. С. Федоров², М. В. Коваль¹

¹Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: lepskaya@list.ru

²Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток

ALGAE LIST OF PENZHINA BAY AND SOME SITES OF SHELIKHOV GULF

E. V. Lepsкая¹, P. Yu. Semkin², M. S. Fedorov², M. V. Koval¹

¹Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: lepskaya@list.ru

²V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch RAS, Vladivostok

Data on taxonomic composition of algae flora in the Shelikhov Gulf, Penzhina Bay and the Penzhina River mouth is presented. Patterns of algae flora are described according to collection site, season and year.

Данные о таксономическом составе планктонной альгофлоры северной части западнокамчатского шельфа, распределении микроводорослей по вертикали и локальным акваториям вблизи Камчатки, оценки численности и биомассы, а также весенне-летняя динамика приведены в работах Е. В. Лепской с соавторами [1, 2]. Однако эти материалы относятся к водам, граничащим с входом в зал. Шелихова, и не затрагивают непосредственно акваторию залива. В доступной литературе сведений о фитопланктоне как зал. Шелихова, так и Пенжинской губы найти не удалось. Отрывочную информацию о микроводорослях последней можно найти в [3].

Цель настоящей публикации – привести данные о видовом составе микроводорослей указанных районов, собранные в разные сезоны за ряд лет.

В июле 2023 г. в зал. Шелихова и Пенжинской губе, а также на нескольких станциях в устье р. Пенжина пробы фитопланктона были взяты с помощью пробоотборной системы воды SBE 55 ECOWaterSampler (SeaBirdScientific (США)) из поверхностного горизонта в рейсе № 67 НИС «Академик Опарин». Станции распределены по разрезу от устья р. Пенжина до выхода из зал. Шелихова с дополнительной точкой в Гижигинской губе. В июле 2015 г. и марте 2016 г. пробы собрали в устье р. Пенжина. В марте 2016 г. пробы фитопланктона были взяты непосредственно подо льдом. При формировании списка таксонов ориентировались на международную базу AlgaeBase. Синонимы указаны по [4].

В приведенном списке таксонов римскими цифрами обозначены: I – Гижигинская губа; II – зал. Шелихова; III – вход в Пенжинскую губу; IV – Пенжинская губа; V – устье р. Пенжина, июль 2015 г.; VI – устье р. Пенжина, март 2016 г.; VII – устье р. Пенжина, июль 2023 г.

Тип HETEROCONTOPHYTA, **Класс Coscinodiscophyceae**: *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg (III); *Coscinodiscus* cf. *argus* Ehrenberg (III); *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg (V); *Coscinodiscus* sp. (II); *Corethron criophilum* Castracane (I); *Ellerbeckia arenaria* (D. Moore ex Ralfs) Dorofeyuk & Kulikovskiy (V); *Melosira varians* C. Agardh (V); *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (III, VII); *Rhizosolenia setigera* Brightwell (III); **Класс Bacillariophyceae**: *Achnanthes* sp. (VI); *Amphora* sp. (V); *Asterionellopsis kariana* (Grunow) Round (III); *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin (III); *Cymbella* sp. (V); *Diatoma anceps* (Ehrenberg) Kirchner (VI); *Diatoma elongata* (Lyngbye) C. Agardh (VI); *Diatoma hiemale* (Lyngbye) Heiberg (VI); *Fragilaria* sp. (V); *Gyrosigma* cf. *balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst (V); *Hannaea arcus* (Ehrenberg) R. M. Patrick (VI, VII); *Licmophora* sp. (V); *Meridion circulare* (Greville) C. Agardh (VI); *Navicula distans* (W. Smith) Brébisson (III); *Navicula* sp. (III); *Nitzschia longissima* (Brébisson ex Kützing) Grunow (VII); *Nitzschia* sp. 1 (V); *Nitzschia* sp. 2 (VI); *Nitzschia* sp. 3 (VII); *Pinnularia* sp. (V); *Pleurosigma angulatum* (J. T. Quekett) W. Smith (III); *Synedra tabulata* (C. Agardh)

Kützing (VI); *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg (VI, VII); *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing (V); *Thalassionema frauenfeldii* (Grunow) Tempère & Peragallo (III); *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky (в основном одиночные клетки) (III); **Класс Mediophyceae:** *Chaetoceros* cf. *peruvianus* Brightwell (I, IV); *Cyclotella bodanica* Eulenstein ex Grunow (I, III, IV); *Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow (III); *Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh (III); **Класс Chrysophyceae:** *Hydrurus foetidus* (Villars) Trevisan (VI).

Тип DINOFLAGELLATA, **Класс Dinophyceae:** *Amphidinium acutissimum* J. Schiller (IV); *Dinophysis* cf. *rotundata* Claparède & Lachmann (I); *Gymnodinium* cf. *albulum* Lindemann (I, II, IV); *Gyrodinium spirale* (Bergh) Kofoid & Swezy (I, II, IV); *Karlodinium* (*Gymnodinium*) cf. *vitiligo* (D. Ballantine) J. Larsen (III); *Karlodinium* (?) sp. (II); *Protoperidinium pellucidum* Bergh (I); *Protoperidinium* cf. *punctulatum* (Paulsen) Balech (I, II).

Тип CHLOROPHYTA, **Класс Chlorophyceae:** *Microspora* sp. (V); *Palmella* sp. (VI); **Класс Ulvophyceae:** *Ulothrix implexa* (Kützing) Kützing (VI).

Тип CHAROPHYTA, **Класс Klebsormidiophyceae:** *Klebsormidium* sp. (VI).

Тип EUGLENOPHYTA (gen. sp.) (III).

Тип CRYPTISTA (gen. sp.) (I, III).

По составу планктонных водорослей выделяются зал. Шелихова и Гижигинская губа, где обнаружены четыре общих таксона. Из морских районов максимальное видовое богатство (17 таксонов), сформированное морскими и единично солоноватоводными видами отмечено в Пенжинской губе. В планктоне этого района были найдены как облигатные, так и факультативные планктонные микроводоросли. В устье р. Пенжина в середине лета мощный речной сток и приливно-отливные течения препятствуют развитию не только планктона, но и фитобентоса. Поэтому в потоке взвеси разного генезиса микроводоросли встречаются единично как в 2023 г., так и в 2015 г. Иное дело подледная флора марта 2016 г. В ней были обильны реофильные холодноводные пресноводные и солоноватоводные диатомеи, а также представители зеленых и золотистых микроводорослей.

Экспедиционные работы в рейсе № 67 на НИС «Академик Опарин» выполнены при финансовой поддержке РФФИ № 23-77-10001 сотрудниками ТОИ ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепская Е. В. Фитопланктон северной части западнокамчатского шельфа в летний период 2008 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. Вып. 36. С. 87–98.
2. Лепская Е. В. Распределение фитопланктона в акватории северной части западнокамчатского шельфа в середине лета 2008 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2016. Вып. 42. С. 71–77. DOI: 10.15853/2072-8212.2016.42.71-77.
3. Koval M. V. et al. Environmental Conditions and Biological Community of the Penzhina and Talovka Hypertidal Estuary (Northwest Kamchatka) in the Ice-Free Season // *Oceanology*. 2017. Vol. 57, No. 4. P. 539–551.
4. *Определитель пресноводных водорослей СССР* : в 14 вып. Вып 4. Забелина М. М. и др. Диатомовые водоросли. М. : Совет. наука, 1951. 618 с.

ГЕЛЬМИНТОКОПРОСКОПИЯ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ И ОВЦЕБЫКА В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Логинова, Т. П. Сипко, Х. А. Эрнандес-Бланко, Ю. К. Плотникова

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: loginova_spb@bk.ru; olga_loginova@sev-in.ru

HELMINTOCOPROSCOPY OF THE WILD REINDEER AND MUSKOXEN IN THE MAGADAN REGION

O. A. Loginova, T. P. Sipko, J. A. Hernandez-Blanco, Yu. K. Plotnikova

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow;
e-mail: loginova_spb@bk.ru; olga_loginova@sev-in.ru

In 2022, 21 samples of wild reindeer (*Rangifer tarandus phylarcus*) feces and 27 samples of muskoxen (*Ovibos moschatus*) feces were collected in the Magadan Region, Russia. The material was examined in accordance with GOST R 54627-2011 «Agricultural ruminants: Methods for laboratory diagnosis of helminth infections». Larvae of Protostrongylinae were found in one of the samples from reindeer. These larvae meet criteria for the lung worm *Orthostrongylus macrotis* previously found in wild reindeer from Taimyr. This finding contributes to the suggestion that *Orthostrongylus* was not introduced to Palearctic from Nearctic with muskoxen, and that reindeer indeed can be final hosts for Protostrongylins. No other worms were found in the rest sample set. This might be a result of age-related immunity of both reindeer and muskoxen. As reindeer inhabit isolated mountain area, and muskoxen were brought to Zavyalov Island in 2018–2020, it is doubtful that their helminth fauna could influence each other.

Северный олень (*Rangifer tarandus*) и овцебык (*Ovibos moschatus*) – копытные представители арктической мегафауны, сумевшие пережить плейстоценовое вымирание. Этих животных все чаще упоминают вместе, поскольку в настоящее время они снова (как и 3–5 тыс. л. н.) становятся симпатрическими благодаря активной реинтродукции и расселению овцебыка по территории России.

Работа посвящена изучению гельминтофауны дикого северного оленя и овцебыка в Магаданской области с помощью неинвазивного метода гельминтокопроскопии. Такой подход потенциально позволяет обнаруживать паразитических червей, населяющих не только желудочно-кишечный тракт хозяина, но и его дыхательную, нервную и мышечную системы.

Полевой этап исследования был проведен в Магаданской области в 2022 г. Материалом послужили экскременты диких северных оленей охотского подвида (*R. t. phylarcus*) горно-лесной формы (21 проба), собранные в ноябре на севере области (63.7264° с. ш., 158.0798° в. д.), и экскременты овцебыков (27 проб), собранные на о. Завьялова (59.0509° с. ш., 150.6167° в. д.). Камеральный этап провели в 2024 г. в Центре паразитологии ИПЭЭ РАН. Материал обработали в соответствии с ГОСТом Р 54627-2011 «Животные сельскохозяйственные жвачные: Методы лабораторной диагностики гельминтозов»:

- 1) внешний осмотр экскрементов на наличие проглоттид (члеников) цестод (ленточных червей), а также фрагментов и/или целых имагинальных особей гельминтов;
- 2) ларвоскопия по методу Вайда (выделение личинок нематод семейств Protostrongylidae и/или Dictyocaulidae);
- 3) комбинированная овоскопия по методу Дарлинга (детекция яиц с низким удельным весом);
- 4) седиментационная овоскопия (обнаружение яиц с высоким удельным весом).

В результате в одной из проб от северных оленей были обнаружены погибшие личинки первого возраста зоопаразитических нематод из семейства Protostrongylidae подсемейства Protostrongylinae (паразиты дыхательной системы). Длина личинок была порядка 362 мкм, максимальная ширина 16 мкм, расстояние от головного конца до экскреторного отверстия 94 мкм, до анального отверстия – 299 мкм, длина пищевода 148 мкм, длина каудального шипа 18 мкм, соотношение длины пи-

щевода к длине личинки 40%. Интенсивность инвазии – 23 личинки на 1 г фекалий, что оценивается, по ГОСТу Р 54627-2011, как «низкая».

В остальных пробах от северных оленей и во всех пробах от овцебыков гельминтов не обнаружено.

Найденные личинки, в целом, соответствуют морфологическим и морфометрическим критериям для нематод рода *Orthostrongylus* [1] и, в частности, вида *O. macrotis* [2]. До недавнего времени эта нематода считалась сугубо неарктической. Однако изучение материала 2020 г. сбора от диких северных оленей Таймыра показало присутствие этого (или близкородственного ему) червя и в Палеарктике [1]. Кроме того, считалось, что у северных оленей представители протостронгилин не паразитируют в принципе. Поэтому их обнаружение у таймырских оленей (вернее, у одной особи) можно было бы списать на казуистику. Но результаты настоящего исследования заставляют пересмотреть бытующее воззрение. Состояние обнаруженных личинок не позволило провести молекулярно-филогенетический анализ; но их находка диктует необходимость дальнейшего изучения в восточной части России. Примечательно, что в случае с Таймыром рассматривали версию заноса ортостронгила из Северной Америки вместе с интродуцированными овцебыками. Номинально и в нашем случае северные олени и потомки интродуцированных овцебыков обитают в одном и том же субъекте Российской Федерации. Однако, как и у таймырской находки, у самих овцебыков протостронгилин не обнаружено. Кроме того, дикие северные олени и овцебыки Магаданской области однозначно не являются симпатрическими, поскольку популяция северных оленей на этой территории нативная и экологически изолированная, а овцебыков завезли только в 2018–2020 гг. и то на остров. Таким образом, интродукция овцебыков никак не могла повлиять на гельминтофауну северных оленей Магаданской области, и обнаруженные протостронгилины, вероятно, тоже нативные для данной территории и этого хозяина.

Легочные нематоды способны вызывать пневмонию, что может привести к летальному исходу. Однако десятикратное за последние 30 лет увеличение численности диких северных оленей в Магаданской области (~ 30 тыс. особей, по данным на 2022 г.) свидетельствует о сбалансированности паразито-хозяинной системы [3].

Отсутствие гельминтов в остальных пробах может быть обусловлено удовлетворительным состоянием иммунной системы животных в принципе и возрастным иммунитетом в частности. Кроме того, сложно гарантировать, что все пробы принадлежат разным особям и в выборке не было повторов. Не исключена вероятность, что выборочная совокупность проб оказалась нерепрезентативна по отношению к генеральной. Осознавая все недостатки проведенного исследования, мы считаем, что его результаты заслуживают пристального внимания и требуют научного продолжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Loginova O. A., Kolpashchikov L. A., Spiridonov S. E. First report of *Orthostrongylus* sp. (Nematoda: Protostrongylidae) in wild reindeer (*Rangifer tarandus*) from the Taimyr, Russia: Nearctic parasites in a Palearctic host // Parasitology Research. 2023. Vol. 122, No. 2. P. 685–689.

2. Verocai G. G. et al. Morphometry of first-stage larvae of *Orthostrongylus macrotis* (Nematoda: Protostrongylidae), lungworm of wild ungulates from Western North America // Journal of Parasitology. 2022. Vol. 108, No. 4. P. 322–329.

3. Давыдов А. В. и др. Северные олени Охотского региона // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. Т. 1, № 61. С. 72–84.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ БЕЛОЩЕКОЙ КАЗАРКИ И БЕЛОЛОБОГО ГУСЯ НА о. КОЛГУЕВ В УСЛОВИЯХ ПОВСЕМЕСТНОЙ ЭКСПАНСИИ КАЗАРКИ

Ю. А. Лощагина¹, П. М. Глазов¹, О. Б. Покровская², Э. М. Зайнагутдинова³, А. В. Кондратьев⁴

¹Институт географии РАН, Москва; e-mail: julia.loshchagina@gmail.com

²Арктический научно-исследовательский стационар Института экологии растений
и животных УрО РАН, Лабытнанги

³Биологический факультет Санкт-Петербургского государственного университета,
Санкт-Петербург

⁴Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

RELATIONSHIP BETWEEN THE BARNACLE GOOSE AND THE WHITE-FRONTED GOOSE ON KOLGUEV ISLAND IN THE CONTEXT OF THE UBIQUITOUS EXPANSION OF THE BARNACLE GOOSE

J. A. Loshchagina¹, P. M. Glazov¹, O. B. Pokrovskaya², E. M. Zaynagutdinova³, A. V. Kondratyev⁴

¹Institute of Geography RAS, Moscow; e-mail: julia.loshchagina@gmail.com

²Arctic Research Station of the Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, Labytnangi

³Faculty of Biology, Saint Petersburg State University, St Petersburg

⁴Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

Kolguev Island has an exceptionally high abundance of nesting geese, with White-fronted goose used to be the most numerous. In the recent decade, Barnacle geese have rivalled in numbers, expanding throughout the inland and occupying a wide variety of nesting habitats. Therefore, the two species may compete by using the same habitats for nesting, rearing goslings, and moulting. We analyzed the breeding density and nesting success of the species in different parts of the island. In 2006–2023, the nesting density of White-fronted goose decreased in the Peschanka Delta area, while there was an upward trend in the central part of the island. Spatial analysis of the nest locations of the two species on the same study plot showed that White-fronted geese tended to nest more distant from Barnacle goose nests than randomly. This corroborates the hypothesis that the dispersal of Barnacle goose throughout the island may lead to a competition with White-fronted goose.

Остров Колгуев, расположенный в Печорском море (юго-восточная часть Баренцева моря), является одним из важнейших мест гнездования гусей в европейской части Российской Арктики. Относительно стабильный пресс хищников, обусловленный полным отсутствием на острове грызунов, привел к чрезвычайно высокой численности трех видов гусей: белолобого гуся (*Anser albifrons*), гуменника (*Anser fabalis rossicus*) и белошейкой казарки (*Branta leucopsis*) [1–3].

Общая численность российской популяции белошейкой казарки резко увеличилась за последние 40 лет [4]. На Колгуеве также произошел стремительный рост численности гнездящихся белошейких казарок: от одиночных гнезд в 1980-е гг. до практически самого многочисленного вида гусей, гнездящихся на острове [3]. Увеличение численности сопровождалось освоением новых для вида местообитаний: впервые белошейкие казарки стали гнездиться на песчаных косах в южной и восточной частях острова, а затем распространились на болота в устьях рек, включая дельту р. Песчанки, где появилась самая крупная известная на данный момент колония вида [5, 6]. В течение последнего десятилетия белошейкие казарки продолжили расселяться вглубь острова, занимая разнообразные новые гнездовые местообитания – заболоченные поймы рек, котловины высохших озер, берега озер с заболоченными котловинами, долины ручьев, водораздельные плоскобугристые болота и заболоченную бугорковатую тундру [6, 7].

В результате столь масштабного расселения белошейких казарок по острову этот вид может конкурировать с белолобым гусем, который раньше был самым многочисленным на Колгуеве, поскольку

они могут использовать одни и те же места для гнездования, вождения выводков и линьки [2–5]. Чтобы проверить, существует ли конкуренция между этими видами, мы проанализировали плотность и успешность гнездования обоих видов в разных частях острова: в районе дельты р. Песчанки, где размещена огромная колония белошеких казарок, и в центральной части острова, где небольшие колонии и одиночные гнезда белошеких казарок расположены более разрозненно.

Наблюдение за динамикой плотности гнездования белошекой казарки на мониторинговых площадках в дельте р. Песчанки с 2006 по 2023 г. показало, что она достигла максимума в пойменных местообитаниях и дальнейшее увеличение численности возможно только за счет экспансии в новые части острова и новые места обитания. В то же время плотность гнездования белолобого гуся в районе дельты р. Песчанки за этот период уменьшилась, а в центральной части острова есть тенденция к увеличению. Пространственный анализ расположения гнезд двух видов, обитающих на одной и той же мониторинговой площадке, показал, что белолобые гуси предпочитают гнездиться на большем удалении от гнезд белошекой казарки, чем при случайном распределении. Это подтверждает гипотезу, что дальнейшее расселение белошекой казарки по острову может привести к усилению конкуренции с белолобым гусем за гнездовые местообитания и районы вождения выводков.

При этом успех гнездования белолобого гуся на той же площадке был ниже, чем у белошекой казарки (обобщенная линейная модель: $\beta = -1.05 \pm 0.47$ (SE), z -value = -2.24, $p = 0.025$; среднее за 3 года: 68.5% у белолобого гуся и 80.5% у белошекой казарки). Анализ с использованием обобщенной линейной смешанной модели (glme) показал, что успех гнездования зависел от двух факторов: размера кладки ($\beta = 0.53 \pm 0.27$ (SE), z -value = 1.98, $p = 0.048$) и сроков начала инкубации ($\beta = -0.13 \pm 0.05$ (SE), z -value = -2.59, $p = 0.01$). При этом на рассматриваемой площадке все годы наблюдалось более раннее начало гнездования белошекой казарки, чем белолобого гуся ($\beta = -3.21 \pm 0.88$ (SE), z -value = -3.64, $p = 0.0004$; медианная дата начала инкубации у белошекой казарки 22 июня в 2017 г., 14 июня в 2018 г. и 11 июня в 2019 г.; у белолобого гуся – 26 июня в 2017 г., 18 июня в 2018 г. и 15 июня в 2019 г.).

Таким образом, белошекая казарка гнездится успешнее, чем белолобый гусь, из-за более ранних сроков начала инкубации. Это дает преимущество казарке и позволяет ей успешно вытеснять белолобого гуся с его традиционных мест гнездования.

Сбор и обработка полевого материала выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-17-00168, <https://rscf.ru/project/22-17-00168/>.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kondratyev A., Zaynagutdinova E. Greater White-fronted Geese *Anser albifrons* and Bean Geese *A. fabalis* on Kolguev Island – abundance, habitat distribution, and breeding biology // Vogelwelt. 2008. No. 129. P. 326–333.
2. Кондратьев А. В., Зайнагутдинова Э. М., Крукенберг Х. Современный статус и биология гусей на острове Колгуеве // Казарка. 2012. № 15(2). С. 31–70.
3. Glazov P. M. et al. The long-term monitoring of bird populations on Kolguev Island in the Barents Sea // Arctic. 2021. Vol. 74. Suppl. 1. P. 23–40.
4. A Global Audit of the Status and Trends of Arctic and Northern Hemisphere Goose Populations (Component 2: Population accounts). Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat / Eds. A. D. Fox, J. O. Leafloor. Akureyri, Iceland, 2018. 32 p.
5. Kondratyev A., Zaynagutdinova E., Kruckenberg H. Barnacle Goose *Branta leucopsis* abundance on Kolguev Island – current status and history of population growth // Wildfowl. 2013. No. 63. P. 56–71.
6. Кондратьев А. В. и др. Современное состояние и динамика орнитофауны острова Колгуев // Орнитология. 2019. Т. 43. С. 24–44.
7. Кондратьев А. В. и др. Белошекая казарка *Branta leucopsis* на острове Колгуев: история экспансии и современное состояние гнездовой популяции // Рус. орнитол. журн. 2021. Т. 30, № 2031. С. 554–555.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.171.172

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ (Diptera, Chironomidae) МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ,
ЧУКОТКИ И РЕСПУБЛИКИ САХА (Якутия)**

E. A. Макаrenchенко, O. V. Орел

ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток;
e-mail: makarchenko@biosoil.ru

**PRELIMINARY RESULTS OF STUDYING THE BIODIVERSITY
OF CHIRONOMIDS (Diptera, Chironomidae) OF THE MAGADAN REGION,
CHUKOTKA AND SAKHA (Yakutia)**

E. A. Makarchenko, O. V. Orel

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok;
e-mail: makarchenko@biosoil.ru

The chironomid fauna of the Magadan Region, Chukotka and Sakha (Yakutia) is represented by 414 species belonging to the subfamilies Podonominae (6 species of 2 genera), Diamesinae (36 species of 11 genera), Prodiamesinae (2 species of 1 genus), Orthoclaadiinae (251 species of 42 genera) and Chironominae (119 species of 30 genera). The greatest diversity of chironomids (205 species) is recorded in reservoirs and streams of the Magadan Region and in Yakutia (200 species). In Chukotka 166 species were discovered. The basis of the chironomid fauna in the studied areas are Palaearctic species (55%), the rest have a Holarctic type of distribution (45%).

Планомерное изучение биоразнообразия хирономид Магаданской области, Чукотки и Якутии было начато нами в 70-е гг. прошлого столетия после обработки материала, собранного сотрудниками лаборатории пресноводной гидробиологии Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР (ныне ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) и Института биологических проблем Севера ДВО РАН в водотоках и водоемах Чукотского полуострова, о. Врангеля, охотского побережья и бас. р. Колыма. Первый список хирономид был опубликован по Чукотскому полуострову и включал 42 вида [1]. Спустя двадцать лет после того, как получили обширные данные по таксономии комаров-звонцов, описали новые виды и находки, был подготовлен раздел в сводке по фауне амфибиотических насекомых Северо-Востока Азии, куда включили 139 видов хирономид из 68 родов [2]; а после комплексного гидробиологического обследования водотоков бассейна Тауйской губы видовой состав хирономид региона увеличился до 200 видов и форм [3, 4]. Менее изученной оказалась огромная территория Якутии, для которой до наших исследований были известны лишь 125 видов с Усть-Ленского заповедника [5]. Ситуация значительно улучшилась после сбора материала старшим автором в составе экспедиции ИВЭП ДВО РАН в 2010 г., проходившей в южных районах Якутии, и Е. В. Хаменковой – в экспедициях ИБПС ДВО РАН 2018–2023 гг. на водотоки и водоемы хр. Черского, что позволило увеличить список таксонов хирономид бас. р. Колыма. Были обнаружены и опубликованы новые виды, зарегистрированы малоизвестные комары-звонцы, уточнено их распространение [6–8].

По полученным нашим и литературным данным, основанным на идентификации имаго самцов и связанных с ними куколок и личинок, в настоящее время фауна комаров-звонцов Магаданской области, Чукотки и Якутии представлена 414 видами, относящимися к подсемействам Podonominae (6 видов из 2 родов), Diamesinae (36 видов из 11 родов), Prodiamesinae (2 вида из 1 рода), Orthoclaadiinae (251 вид из 42 родов) и Chironominae (119 видов из 30 родов), которое включает две трибы – Chironomini (63 вида, 20 родов) и Tanytarsini (56 видов, 10 родов). Наибольшее разнообразие хирономид зарегистрировано в водоемах и водотоках Магаданской области (205 видов) и Якутии (200 видов). На Чукотке обнаружены 166 видов.

За весь период исследований из четырех подсемейств для указанных районов описаны 70 новых для науки видов, проанализированы типы распространения всех известных видов и приведен их список [9].

Основу фауны комаров-звонцов обследованных районов составляют палеарктические виды (220 видов, или 55%), у остальных голарктический тип распространения (180 видов, или 45%). Среди палеарктов большую долю имеют виды с восточно-палеарктическим материковым (51 вид, или 13%) и палеарктическим амфиевразийским (48 видов, или 12%) ареалами. Палеарктический трансевразийский полидизъюнктивный тип распространения у 35 видов (или 9%), восточно-палеарктический материково-островной у 31 вида (или 8%), восточно-палеарктический арктический у 25 видов (или 6%), палеарктический темперантный у 18 видов (или 5%) и палеарктический аркто-альпийский у 7 видов (или 2%). Незначительна доля видов с восточно-палеарктическим аркто-альпийским и восточно-палеарктическим островным типами распространения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Макарченко Е. А.* Личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) водоемов Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 57–63. (Труды Биол.-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР. Новая серия; Т. 36(139).
2. *Засыпкина И. А. и др.* Обзор амфибиотических насекомых Северо-Востока Азии. Препр. Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 1996. 116 с.
3. *Арефина Т. И. и др.* Фауна водных насекомых бассейна р. Тауй // Чтения памяти В. Я. Леванидова, Владивосток, 19–21 марта 2003 г. Владивосток : Дальнаука, 2003. Вып. 2. С. 45–60.
4. *Рябухин А. С., Засыпкина И. А.* наземные и пресноводные насекомые побережья Тауйской губы // Биологическое разнообразие Тауйской губы Охотского моря. Владивосток : Дальнаука, 2005. С. 290–478.
5. *Зеленцов Н. И., Шилова А. И.* Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) Усть-Ленского государственного заповедника // Биология внутренних вод. 1996. № 1. С. 54–61.
6. *Макарченко Е. А., Макарченко М. А.* Новые и малоизвестные виды хирономид (Diptera, Chironomidae) из Южной Якутии и сопредельной территории // Евразийский энтомол. журн. 2011. Т. 10, № 3. С. 389–396.
7. *Макарченко Е. А., Макарченко М. А.* Предварительные данные по фауне и таксономии хирономид (Diptera, Chironomidae) Южной Якутии // Евразийский энтомол. журн. 2012. Т. 11. Прил. 2. С. 67–84.
8. *Макарченко Е. А. и др.* Предварительные данные по фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) горных озер южных отрогов хребта Черского (Магаданская область и Республика Саха (Якутия)) // Чтения памяти В. Я. Леванидова, Владивосток, 18–20 марта 2019 г. Владивосток : Дальнаука, 2019. Вып. 8. С. 73–90.
9. *Макарченко Е. А., Орел О. В.* Фауна и распространение хирономид подсемейств Podonominae, Diamesinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae и Chironominae (Diptera, Chironomidae) российского Дальнего Востока и сопредельной территории // Чтения памяти В. Я. Леванидова, Владивосток, 20–23 марта. 2023 г. Владивосток : Дальнаука, 2023. Вып. 10. С. 125–149.

**ОТ ЮЖНЫХ ТУНДР ДО ЮЖНЫХ ГРАНИЦ ПАЛЕАРКТИКИ:
ПОРАЗИТЕЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БРОДЯЧИХ ПАУКОВ (Arachnida: Aranei)
НИЗОВИЙ р. КОЛЫМЫ**

Ю. М. Марусик^{1,2}

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: yurmar@mail.ru

²Алтайский государственный университет, Барнаул

**FROM THE SOUTHERN TUNDRA TO THE SOUTHERN BORDERS
OF THE PALAEARCTIC: A STRIKING DIVERSITY OF WANDERING SPIDERS
(Arachnida: Aranei) OF THE LOWER KOLYMA**

Yu. M. Marusik^{1,2}

¹Institute for Biological Problems of the North, FEB RAS, Magadan; e-mail: yurmar@mail.ru

²Altai State University, Barnaul

Видовое разнообразие пауков низовий р. Колымы (68.66–69.25° с. ш.) региона, относимого к южным тундрам, в целом сходно с таковым в локальных фаунах, расположенных к северу от Полярного круга и относимых к южным тундрам и Субарктике (север бореальной зоны). Однако три семейства бродячих пауков – Gnaphosidae, Philodromidae и Salticidae представлены большим числом видов, чем во всех других хорошо изученных локальных фаунах. Чтобы установить причины этого феномена, мы сравнили, с одной стороны, региональное богатство фаун Финляндии и Северо-Востока Азии, а с другой – климатические и микроклиматические характеристики в пяти локальных фаунах. Судя по всему, аномально высокое видовое разнообразие трех названных семейств связано с сочетанием исторического фактора и микроклимата. Низовья р. Колымы, в отличие от других сравниваемых регионов, не подвергались оледенению, а благодаря высокой степени континентальности климата поверхность грунта наиболее теплых биотопов имеет высокую теплообеспеченность.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.174.175

ОТНОШЕНИЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ЖАБЫ *BUFO GARGARIZANS* CANTOR, 1842 К ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВО ВРЕМЯ ЗИМОВКИ

Е. Н. Мещерякова, Н. А. Булахова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: kameshky@mail.ru; sigma44@mail.ru

REACTION OF THE ASIATIC TOAD *BUFO GARGARIZANS* CANTOR, 1842 TO NEGATIVE TEMPERATURES DURING WINTERING

E. N. Meshcheryakova, N. A. Bulakhova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: kameshky@mail.ru; sigma44@mail.ru

Cold hardiness during wintering of the Asiatic toad *Bufo gargarizans* Cantor, 1842, the northernmost species of the family in the Russian Far East, was studied. The supercooling point (SCP) and low lethal temperature (LLT) were determined for sexually mature individuals. It was found out that the average SCP of acclimated animals was $-3.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$. At -1°C , toads survived in a state of supercooling. Temperatures below -1°C resulted in freezing and death of the animals. Thus, the cold hardiness of *B. gargarizans* is comparable to that, of three previously studied toad species – Mongolian (*Strauchbufo raddei* Strauch, 1876), common (*Bufo bufo* L., 1758) and green (*Bufo sitibundus* Pallas, 1771).

Дальневосточная жаба *Bufo gargarizans* Cantor, 1842 – самый северный вид жаб на Дальнем Востоке России: ее ареал простирается до устья р. Амура и севера о. Сахалин ($53\text{--}54^\circ$ с. ш.). На Дальнем Востоке и юге Восточной Сибири (Юго-Восточное Забайкалье и Западная Бурятия) *B. gargarizans* распространен в регионах с глубоко промерзающими почвами и грунтами [1, 2]. Сведения в литературе о местах зимовки вида противоречивы: указываются наземные убежища (норы, ямы в земле, полости между корнями деревьев), непроточные водоемы глубиной 100–150 см, а также реки, в т. ч. такие крупные как р. Амур [3, 4].

Успешная зимовка амфибий на суше в холодных зимой регионах возможна либо в особо теплых биотопах с непромерзающими почвами, либо глубоко в грунтах ниже уровня промерзания, или же предполагает наличие холодостойкости. Проверке способности *B. gargarizans* переносить отрицательные температуры посвящена данная работа.

Холодостойкость определяли, измеряя стандартные для пойкилотермных животных параметры: температуру максимального переохлаждения (T_n) и предельно переносимые температуры (ППТ). *Bufo gargarizans* были отловлены в с. Иннокентьевка Хабаровского края (49° с. ш., 136° в. д.) поздней осенью перед началом зимовки. Собранных животных помещали по пять особей в пластиковые контейнеры объемом 1.8 л, заполненные на три четверти зеленым мхом. Перед началом экспериментов жаб акклиматизировали – ступенчато понижали температуру в холодильниках с контейнерами по схеме: по 3 сут – в $+10$, 8 и 3°C , 30 сут – в $+5^\circ\text{C}$ и 20 сут – в $+1^\circ\text{C}$. При определении T_n скорость изменения температуры составляла 0.1°C в час; манганин-константановые термопары бумажным скотчем прикрепляли к телу жаб между передними конечностями. Для выяснения ППТ животных охлаждали в контейнерах с субстратом (мхом) со скоростью 0.05°C в час до температур -1 или -3°C . Длительность экспозиции в -1°C была 30 сут, в -3°C – 1 сут.

При температуре $+5^\circ\text{C}$ жабы зарывались в субстрат, при $+1^\circ\text{C}$ – принимали зимовочную позу (лежали на брюхе, поджав под себя конечности), однако реагировали на прикосновения (отползали).

Средняя T_n особей составила $-3.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$, значения распределились от -2.7 до -3.9°C . Полученная для *B. gargarizans* температура максимального переохлаждения оказалась ниже таковых монгольской *Strauchbufo raddei* Strauch, 1876 ($-2.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$, $p = 0.005$) и серой *Bufo bufo* L., 1758 ($-2.9 \pm 0.3^\circ\text{C}$, $p = 0.01$) жаб, но не отличалась от T_n зеленой жабы *Bufo sitibundus* Pallas, 1771 ($-3.3 \pm 0.2^\circ\text{C}$, $p = 0.3$) [5].

Температуру -1°C животные выдержали в состоянии переохлаждения (т. е. не замерзли) в течение всего срока эксперимента (30 сут). Как и при малых положительных температурах, будучи спокойны жабы лежали в толще субстрата, когда их тревожили – меняли положение; цвет покровов оставался естественным, тело мягким. При температуре ниже -1°C начиналось замерзание животных, хорошо заметное по отвердению задних конечностей, помутнению глаз и изменению окраски покровов (они потемнели). При -3°C все жабы замерзли в течение суток, после нагревания они не ожили.

В результате исследования выяснено, что резистентность *B. gargarizans* к отрицательным температурам невелика, и, как три других изученных ранее вида жаб, она переносит температуру -1°C в состоянии переохлаждения. Как почти все неморозоустойчивые виды амфибий [6–8], дальневосточная жаба переносит частичную кристаллизацию жидкостей организма, однако не выдерживает полного замораживания и погибает. Таким образом, успешная зимовка дальневосточной жабы на суше в холодных зимой регионах возможна лишь в тех местообитаниях, в которых температуры не опускаются ниже -1°C .

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин С. Л., Маслова И. В. Земноводные российского Дальнего Востока. М. : КМК, 2005. 434 с.
2. Емельянов А. А. Амфибии и рептилии советского Дальнего Востока. Владивосток : Дальнаука, 2018. 414 с.
3. Флякс Н. Л. Биология бесхвостых амфибий южного Сахалина в условиях антропогенного воздействия на естественные биоценозы : дис. ... канд. биол. наук. Л., 1991. 270 с.
4. Берман Д. И., Тагирова В. Т., Кришкевич Д. Д. Дальневосточная жаба: «секрет полишинеля» по-амурски // Природа. 2021. № 6. С. 19–30.
5. Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N., Berman D. I. Cryotolerance of three toad species from North Asia // SEH 2017: 19th European Congress of Herpetology, University of Salzburg, Salzburg, Austria, September 18–23 2017: Programme & Abstracts. Salzburg, 2017. P. 186.
6. Берман Д. И., Булахова Н. А., Мещерякова Е. Н. Адаптивные стратегии бурых лягушек (*Amphibia*, *Anura*, *Rana*) в отношении зимних температур на севере Палеарктики // Зоол. журн. 2017. Т. 96, № 11. С. 1392–1403.
7. Voituron Y. et al. Freezing tolerance of the European water frogs: the good, the bad, and the ugly // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 2005. Vol. 288, No. 6. P. 1563–1570.
8. Berman D. I. et al. Cold-hardiness of the common spadefoot *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Anura, Amphibia) // CryoLetters. 2019. Vol. 40, No. 5. P. 284–290.

РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА НИЖНЕЙ ОБИ

Е. Ю. Митрофанова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул;
e-mail: mitelena-09@mail.ru

PHYTOPLANKTON DIVERSITY OF THE LOWER OB

E. Yu. Mitrofanova

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul;
e-mail: mitelena-09@mail.ru

The paper presents the results of the phytoplankton study in the Lower Ob at three sections (Azov, Kazym Mys and Salemal) of the main channels at the surface and at various layers within the Yamal-Nenets Autonomous Okrug during different periods of the hydrological cycle in 2020–2022. In general, 204 species (236 taxa) of algae from nine divisions were identified, with the largest contribution of diatoms (42.8%) and green (30.1%) algae. The phytoplankton diversity increases from the upper sections of the river (Azov and Kazym Mys) to the lower one (Salemal), and from the under-ice period in March–April to the June flood and maximum development in early August after maximum warming of the water. Based on the results of electron microscopic research, a diverse composition of diatoms, especially centric forms, was revealed.

В больших реках, особенно в их нижнем течении, развивается собственный разнообразный и обильный фитопланктон. Река Обь – одна из крупнейших в мире, ее длина 3650 км (от истока р. Иртыша – 5410 км), площадь водосборного бассейна – 2 990 000 км² [1]. Это типично равнинный водоток с малыми уклонами и широкой заболоченной долиной шириной местами в несколько десятков километров. Участки Нижней Оби расположены в районах, близких к Северному полярному кругу. Фитопланктон реки начали изучать еще в первой половине XX в., но основные исследования приходятся на его вторую половину. Так, М. С. Куксн, Г. Д. Левадная, Т. Г. Попова, Т. А. Сафонова [2] в Нижней Оби среди значимых видов фитопланктона выделяли центрических диатомей *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *C. stelligera* Cl. et Grun., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *S. astraea* var. *minutulus* (Kütz.) Grun. При изучении литературных данных и основываясь на собственных исследованиях Ю. В. Науменко [3] для Нижней Оби сначала привел 275 видов, разновидностей и форм водорослей при преобладании диатомовых (57.8%) и зеленых (28.7%), из которых *Melosira italica* (Ehr.) Kütz., *M. italica* var. *tenuissima* (Grun.) O. Müll., *M. granulata* Ehr., *M. varians* Ag., *Asterionella formosa* Hass., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) C. Ag. и *Pseudopediastrum boryanum* (Turp.) E. Hegewald создавали основную долю биомассы. Позднее этот же автор общий список водорослей планктона Нижней Оби расширил до 568 видов, разновидностей и форм водорослей. Преобладали по составу также диатомовые (44.4%) и зеленые (35.2%) [4]. По мнению автора, специфическая черта реки (и особенно ее нижних участков), связанная с ее ландшафтной приуроченностью, – наличие «болотного комплекса», отчего Ю. В. Науменко, основываясь на классификации Я. В. Ролла и Д. О. Свиренко, отнес Обь к крупным равнинным рекам с чертами торфяно-болотной реки.

В работе приведены результаты исследования фитопланктона Нижней Оби на трех створах (Азовы, Казым Мыс, Салемал) ее главных русел в пределах Шурышкарского и Ямальского районов Ямало-Ненецкого АО (см. рисунок). Пробы фитопланктона были взяты в разные периоды гидрологического цикла 2020–2022 гг. (летняя межень, начало осенней межени, окончание ледостава) у поверхности и на различных горизонтах, профильтрованы сквозь мембранные фильтры «Владипор» (диаметр пор около 0.8 мкм), зафиксированы 40%-ным формальдегидом. Для электронной микроскопии пробы фитопланктона (за август 2020 г.) обработаны 30%-ной перекисью водорода, отмыты дистиллированной водой (три раза) с центрифугированием, осадок нанесен на «столики» (на которые напылена золото-палладиевая смесь); после этого пробы исследованы с помощью СЭМ Hitachi S-3400N (ЦКП ИВЭП СО РАН).



Участок р. Нижняя Обь с указанием створов отбора проб: 1 – на р. Малая Обь (7 км выше с. Азозы), 2 – р. Горная Обь (д. Казым Мыс), 3 – р. Обь (8 км выше с. Салемал)

В марте-апреле и августе 2021 г. и марте-апреле и июне 2022 г. в фитопланктоне Нижней Оби на створах Азозы, Казым Мыс и Салемал были выявлены 204 вида (236 таксонов) водорослей из девяти отделов: Cyanobacteria – 21 (27), Chrysophyta – 10 (13), Bacillariophyta – 86 (101), Cryptophyta – 4 (5), Dinophyta – 1 (1), Euglenophyta – 12 (13), Chlorophyta – 61 (71), Charophyta – 6 (6) и Xanthophyta – 3 (3), при наибольшем вкладе в разнообразие фитопланктона Нижней Оби диатомовых (42.8%) и зеленых (30.1%) водорослей от общего состава, что характерно для речных экосистем и р. Оби в том числе. Разнообразие фитопланктона увеличивается от верхних участков реки (створы Азозы и Казым Мыс) до нижнего (Салемал) – соответственно, 114, 123 и 137 видов, и от подледного периода в марте-апреле к июньскому половодью и максимальному развитию в начале августа после максимального прогрева воды в сезонном аспекте – соответственно, 72, 90 и 134 вида. Такая тенденция отмечена как для всего исследованного участка Нижней Оби, так и для отдельных створов. Доля диатомовых и зеленых водорослей в общем разнообразии фитопланктона на всех изученных створах практически одинаковая: на Азозы диатомовых 39.5% от общего состава, зеленых 34.2%; на Казым Мысе, соответственно, 41.5 и 34.1% и на Салемале – 40.9 и 32.8%. В подледный период и половодье доля диатомей увеличивается, а во время максимального развития в августе – уменьшается при усилении роли зеленых водорослей, особенно представителей хлорококковых, с примесью водорослей других отделов.

По результатам электронно-микроскопического исследования выявлен разнообразный состав диатомовых водорослей, особенно центрических форм, многие из которых были обнаружены в фитопланктоне Нижней Оби и ранее: *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Aulacoseira granulata* f. *angustissima* (O. Müll.) Sim., *A. islandica* (O. Müll.) Sim., *Melosira varians*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. makarovae* Genkal, *S. minutulus* (Kütz.) Cl. et Möll., *Cyclostephanos dubius* (Hust.) Round, *Cyclotella bodanica* (Eulenstein. ex Grun.) Kociolek et Khursevich, *C. meduanae* Germain emend. Genkal, *C. meneghiniana*, *Discos-*

tella stelligera (Cl. et Grun.) Houk et Kiss, *A. formosa*, *D. elongatum*, *F. crotonensis*, *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal, *U. ulna* (Nitzsch) Compère.

Исследования проведены в рамках госзадания (№ 0306-2021-0001) и при финансовой поддержке Российского Центра освоения Арктики (г. Салехард), проект № 122041300036-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Обь*. Википедия. [Электрон. ресурс]. Электрон. дан. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Обь>. Дата обращения: 25.04.2024 г.
2. Кукси М. С., Левадная Г. Д., Попова Т. Г., Сафонова Т. А. Водоросли Оби и ее поймы // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока : сб. статей. Новосибирск : Наука, СО, 1972. Ч. 2(4). С. 3–44.
3. Науменко Ю. В. Фитопланктон Оби, Нижнего Иртыша и его изменения под воздействием антропогенных факторов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1985. 17 с.
4. Науменко Ю. В. Фитопланктон реки Оби : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1996. 33 с.

**КЕРЧАКИ (Cottidae) ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ:
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ, РОДСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ**

И. Н. Морева, О. А. Радченко

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: irruz@yandex.ru

**SCULPINS (Cottidae) OF THE EASTERN ARCTIC:
GENETIC DIFFERENTIATION AND RELATIONSHIPS**

I. N. Moreva, O. A. Radchenko

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: irruz@yandex.ru

Based on the molecular genetic and karyological analysis of *Myoxocephalus* species the following facts have been established: differences between *M. quadricornis* and *Myoxocephalus* species, indicating the need for its exclusion from the genus; characteristics confirming the validity *M. verrucosus*; features identifying *M. scorpioides* and indicating a sister relationship with *Megalocottus platycephalus*.

Чаунская губа Восточно-Сибирского моря – самый большой залив в восточном секторе Российской Арктики. Ихтиофауна Чаунской губы до настоящего времени остается малоизученной [1, 2]. В связи с происходящими в Арктике климатическими изменениями, отражающими глобальную тенденцию к переменам климатических условий в мире, изучение генетического разнообразия рыб этого региона актуально и является важным вкладом в обеспечение теоретического фундамента рационального природопользования и мониторинга морской ихтиофауны.

Род *Myoxocephalus*, самый многочисленный в подсемействе *Myoxocephalinae* (Cottidae), объединяет 14 видов – обычных обитателей донных ихтиоценов северных морей бассейнов Тихого, Атлантического и Северного Ледовитого океанов [3, 4]. По данным генетических исследований, современный состав рода *Myoxocephalus* гетерогенный [5, 6]. Для решения дискуссионного вопроса о составе и родственных связях *Myoxocephalus* необходимо расширить исследования рода с использованием арктических видов.

Проведены комплексный, молекулярно-генетический и кариологический анализы видов *M. quadricornis*, *M. verrucosus* и *M. scorpioides*, выловленных в районе крупнейшего транспортного узла Северного морского пути – порта Певек. Цель работы – изучить их кариотипы; сравнить с кариотипами других видов рода *Myoxocephalus* и *Megalocottus platycephalus*; сопоставить результаты с данными анализа изменчивости генов *COI*, цитохрома *b*, 16S рРНК мтДНК для определения степени дифференциации, родственных связей, а также уточнения таксономического статуса *M. quadricornis* и *M. verrucosus*.

Вопрос о том, к какому роду относится *M. quadricornis*, до настоящего времени остается не решенным [5, 7, 8]. Полученные на основе исследования данные подтверждают заключение [5] о сестринских отношениях *M. quadricornis* и *Megalocottus platycephalus*. Однако в ходе изучения был выявлен комплекс кариологических и молекулярно-генетических признаков, позволяющих надежно отличать *M. quadricornis* ($2n = 32$, $NF = 44$) от видов рода *Myoxocephalus* и *Megalocottus platycephalus* и свидетельствующих о необходимости его выведения из рода *Myoxocephalus* и включения в отдельный род, возможно, *Triglopsis* [7].

Таксономический статус *M. verrucosus* дискутируется: с одной стороны, его считают валидным видом [3], с другой – рассматривают в синонимии *M. scorpius* [4]. На основе сравнительного анализа установлены отличия *M. verrucosus* ($2n = 36$, $NF = 46$) от *M. scorpius* по основным признакам кариотипа и по маркерным для каждого вида хромосомам. Анализ полиморфизма ДНК обнаружил, что гаплотип *M. verrucosus* содержит видоспецифичные нуклеотидные замены. Филогенетический анализ

показал дифференциацию *M. verrucosus* и *M. scorpius*. В системе *Myoxocephalus* вид *M. verrucosus* вместе с *M. scorpius* занял базальное положение в тихоокеанской группе рода. Установленный комплекс диагностических молекулярно-генетических и кариологических признаков свидетельствует о валидности *M. verrucosus* и неправомерности сведения этого вида в синонимию *M. scorpius*.

M. scorpioides – малоизученный вид, сформировавшийся преимущественно в Арктике [7]. На основе комплексного анализа обнаружены признаки, позволяющие надежно его идентифицировать. Полученные результаты указывают на родственные отношения этого вида с *Megalocottus platycephalus*. По кариологическим данным, *M. scorpioides* ($2n = 42$, $NF = 44$) близок к наименее дивергировавшим видам рода *Myoxocephalus*. На основе филогенетического анализа определено положение арктического керчака в одной из двух групп *Myoxocephalus* вместе с *M. aeneus*, *M. octodecemspinus*, *M. quadricornis* и *Megalocottus platycephalus*. Генетические отличия *M. scorpioides* от видов второй группы *Myoxocephalus* соответствуют отличиям между видами разных родов семейства Cottidae.

Результаты комплексного анализа свидетельствуют о необходимости проведения тщательного сравнительного морфологического исследования и ревизии рода *Myoxocephalus* для создания естественной системы керчаковых рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неелов А. В. Рыбы Чаунской губы Восточно-Сибирского моря // Арктика и Антарктика. М. : Наука, 2008. Вып. 6(40). С. 154–184.
2. Chernova N. V. et al. Marine fish of the Chaunskaya Bay – A shallow estuary of the East-Siberian Arctic // Regional Studies in Marine Science. 2022. Vol. 52. Art. 102344.
3. Парин Н. В., Евсеенко С. А., Васильева Е. Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 734 с. (Сборник трудов Зоологического музея МГУ; т. 53).
4. Catalog of Fishes: Genera, Species, References / Eds. R. Fricke, W. N. Eschmeyer, R. Van der Laan. [Электрон. дан.]. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (Accessed 01 March, 2024).
5. Balakirev E. S., Kravchenko A. Yu., Semenchko A. A. Genetic evidence for a mixed composition of the genus *Myoxocephalus* (Cottoidei: Cottidae) necessitates generic realignment // Genes. 2020. Vol. 11. Issue 9. P. 1–15.
6. Radchenko O. A. et al. Identification, differentiation, and relationships of the warty sculpin *Myoxocephalus verrucosus* (Cottidae) from the Arctic, East Siberian Sea // Regional Studies in Marine Science. 2023. Vol. 67. Art. 103182.
7. Неелов А. В. Сейсмодатированная система и классификация керчаковых рыб (Cottidae: Myoxocephalinae, Artediellinae). Л. : Наука, ЛО, 1979. 208 с.
8. Mecklenburg C. W., Moller P. R., Steinke D. Biodiversity of Arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography // Marine Biodiversity. 2011. Vol. 41. Issue 1. P. 109–140.

ОБ АРКТИЧЕСКИХ МАРШАХ УСТЬЕВ МАЛЫХ РЕК о. ВАЙГАЧ

Д. С. Мосеев¹, И. В. Мискевич¹, Т. В. Паринова², А. Г. Волков², А. Е. Яковлев¹

¹Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск;
e-mail: viking029@yandex.ru

ON ARCTIC MARSHES OF THE MOUTHS OF SMALL RIVERS ON VAIGACH ISLAND

D. S. Moseev¹, I. V. Miskevich¹, T. V. Parinova², A. G. Volkov², A. E. Yakovlev¹

¹Shirshov Institute of Oceanology of the RAS, Moscow

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk;
e-mail: viking029@yandex.ru

The Arctic marshes of the mouths of small rivers on Vaigach Island are among the northernmost in the world. Despite their geographical location, they have a significant impact on the formation of estuarine ecosystems due to their significant areas in relation to estuarine channels. In different ecotopes of the marches, communities with dominance of Arctic and hypo-Arctic plant species are formed: *Dupontia psilosantha*, *Puccinellia coarctata*, *Puccinellia phryganodes*, *Potentilla egedei*, *Plantago schrenkii*, *Calamagrostis deschampsoides*, *Carex subspathacea*, *Carex glareosa*, *Cochlearia arctica*, *Ranunculus hyperboreus* subsp. *tricrenatus*, *Stellaria humifusa*. Differences in the structure of halophytic vegetation of the marches of these rivers are due to geomorphologic reasons. Anthropogenic impact and natural phenomena affecting biocenoses of marches indicate the necessity of biomonitoring of these biocenoses.

В приливных устьях малых рек о. Вайгач, впадающих в Баренцево и Карское моря, при отсутствии интенсивного волнового воздействия образуются марши. Так называют низкие приливные берега, покрытые галофитной растительностью; они формируются под действием приливов и штормовых нагонов путем перемещения взвешенных наносов в приливно-отливную зону [1]. Марши также рассматривают как интразональные биоценозы со специфичными растениями (галофитами), животными и микроорганизмами, приспособленными к обитанию в условиях краевых зон, где сочетаются морская и наземная среды обитания [2, 3].

Исследования были проведены в устьях малых рек Красная, Варкуцьяха на о. Вайгач и в устье р. Никольская соседнего Югорского полуострова, впадающих в прол. Югорский Шар.

В устьях представлены марши трех уровней, меняющихся по направлению от русла к берегу. Низкие марши – два раза в сутки заливаются приливом, средние – покрываются морскими водами в сизигийные приливы два раза в месяц, высокие – неперiodически заливаются водами штормовых нагонов. Условия формирования маршей в устьях рек сходны, но имеют и некоторые отличия. Во всех устьях марши находятся под влиянием небольших приливов – 0.28–0.43 м. Но из-за очень низкого расположения относительно уреза устьев в малую воду, площади подтопления приливыми водами по отношению ко всей площади маршей значительны. Морские воды соленостью почти 23–25‰ способствуют образованию обширных сообществ, занятых облигатными галофитами, – так называемые соленые марши. В устьях рр. Красная и Варкуцьяха обширные марши прорезаны очень густой сетью небольших водоемов (соленых озер) и водотоков (приливных желобов). Наибольшие площади у маршей в устье р. Красная (ширина 160–1000 м в полную воду), впадающей в небольшой залив акватории Баренцева моря. Марши здесь формируются не только приливами, но и за счет усиленной деятельности штормовых нагонов с акватории Баренцева моря. Большие площади на маршах низкого уровня в устье реки занимают сообщества с доминированием *Carex subspathacea* и *Puccinellia phryganodes*. На средних маршах образуются фитоценозы из *Carex glareosa* и *Arctanemum arcticum* с глинистыми участками, занятыми *Plantago schrenkii*. В устье р. Варкуцьяха (ширина 100–700 м в полную воду) у собственно соленых маршей меньшие площади, по сравнению с устьем р. Красная, что

связано с более слабым влиянием нагонов на их формирование. Узкие площади берегов вдоль устья занимают сообщества маршей среднего уровня из *Carex glareosa* и *Arctanemum arcticum*, в соленых озерах обычны ценозы *Hippuris tetraphylla* и желто-зеленой водоросли *Vaucheria*, а по их берегам доминирует *Puccinellia phryganodes*. Обширные площади занимают ветровые осушки, покрытые растительностью, переходной от маршей к тундрам, из *Salix reptans*, *Parnassia palustris*, *Calamagrostis neglecta*. Вдоль коренного берега тянется полоса приморских минеральных болот с воздушно-водной растительностью из *Carex aquatilis* и *Eriophorum scheuchzerii*. Низкие марши занимают остров в дельте реки. Он, видимо, образовался недавно из-за эвстатического подъема берегов и накопления наносов, на что указывают большие площади пионерных сообществ с доминированием *Puccinellia phryganodes*, вселение которой произошло недавно. Такие сообщества формируются ближе к лагуне, где развивается дельта. С удалением от лагуны сообщества *Puccinellia phryganodes* на острове сменяются сообществами с доминированием *Carex subspathacea*, что указывает на вторую стадию сукцессии маршевых фитоценозов. Эти сообщества можно назвать одним из важных индикаторов образования приливных осушек и самого острова, возникшего за счет развития дельты, т. к. прибрежно-водная растительность маршей инициирует накопление наносов и стабилизирует береговую линию.

В устье небольшой р. Никольская (ширина 30–50 м в полную воду) соленые марши располагаются на небольшом участке побережья рядом с морем, где сменяются береговыми валами песчано-галечных пляжей. Сообщества таких маршей образованы в основном *Carex subspathacea* и *Puccinellia coarctata*. Основные площади в устье реки занимают обширные щебнисто-глинистые ветровые осушки. Слабое развитие маршей в этом устье объясняется геоморфологическими особенностями и малой шириной водотока.

Марши на побережье о. Вайгач и прилегающем Югорском полуострове – одни из самых северных в мире, и по географической классификации В. Чапмена [4] их можно отнести к арктическому типу, о чем свидетельствует характерный видовой состав фитоценозов с преобладанием видов галофитов с арктическим широтным распространением: *Arctanemum arcticum* subsp. *polare*, *Dupontia psilosantha*, *Puccinellia coarctata*, *P. phryganodes*, *P. pulvinata*, *Calamagrostis deschampsoides*, *Carex subspathacea*, *Cochlearia arctica*, *Ranunculus hyperboreus* subsp. *tricrenatus*, *Stellaria humifusa*. Также широко представлены фитоценозы ассоциаций с доминированием гипоарктических видов *Carex glareosa*, *Hippuris tetraphylla*, *Plantago schrenkii*, *Potentilla egedei*. У большинства из них широкие ареалы с циркумполярным долготным распространением. Лишь *Plantago schrenkii* с более узким ареалом является европейским видом. Отметим, что такой состав и структура галофитной растительности существенно отличны от маршей юго-восточного побережья Белого моря, которые по классификации В. Чапмена можно отнести к бореальным [5].

Обычные обитатели арктических маршей – зеленая водоросль *Ulva prolifera* и сине-зеленая водоросль *Lyngbya aestuarii* поселяются на илистой средней литорали и в соленых озерах. В сообществах с галофитами желто-зеленая водоросль *Vaucheria velutina* обычный обитатель в микродепрессиях низких маршей [6].

В начале 30-х гг. XX в. в южной части о. Вайгач велась разработка свинцово-цинковых руд [7]. В конце 1930-х гг. горнорудные шахты были законсервированы. Одна из таких шахт расположена в устье р. Красная. Водотоки, стекающие с шахт, и терригенный сток могут быть источниками загрязнения рек тяжелыми металлами. Загрязнение внешне не отразилось на состоянии растительных сообществ маршей. Но, по нашим данным, содержание тяжелых металлов (Cu, Mn, Pb, Zn, Ni) и мышьяка в водорослях *Ulva prolifera* и *Fucus distichus* на литорали устья и в устьевой лагуне р. Красная в несколько раз превышает их содержание в донных отложениях. Также содержание тяжелых металлов в водорослях устья р. Красная превышает таковое в соседнем устье р. Варкуцьяха, где шахт нет; что говорит о локальном загрязнении вод устья р. Красная. Эти обстоятельства указывают на необходимость принятия охранных мер для биоты устья р. Красная.

Маршевые берега очень уязвимы к загрязнению нефтью. Из-за промышленного освоения нефтяных месторождений в юго-восточной части Баренцева моря есть опасность, что в случае разлива нефтепродуктов нефтяные пятна проникнут на марши. Это повлечет уничтожение биоты маршевых берегов. Природные явления (например, мощные штормовые нагоны) иногда приводят к уничтожению растительного покрова маршей, размыву берегов, резко повышая засоление грунтов. Однако вслед за этим наблюдается восстановление, проявляющееся в смене сообществ [8]. Воздействия таких антропогенных и природных факторов свидетельствуют о необходимости охраны арктических маршей как уязвимых биоценозов. Вместе с тем маршевые луга – важная составляющая часть устье-

вых экосистем, оказывают существенное влияние на их функционирование. С берегов в течение приливо-отливного цикла поступают взвешенные вещества и биогены. Летом марши часто посещают водоплавающие птицы. В период наблюдений здесь отмечены гнездящиеся на о. Вайгач белошекая казарка, гага, синьга. В связи с чем рекомендован биомониторинг биоценозов маршей на о. Вайгач и прилегающем побережье Югорского полуострова.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ (№23-27-00225).

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г. А. Геоморфология морских берегов : учеб. пособие. М. : Моск. ун-т, 1975. 336 с.
2. Bakker J. P. Ecology of salt marshes. 40 years of research in the Wadden Sea. Leeuwarden the Netherlands : Wadden Academie, 2014. 99 p.
3. Сергиенко Л. А. Флора и растительность побережий Российской Арктики и сопредельных территорий. Петрозаводск : ПетрГУ, 2008. 225 с.
4. Chapman V. I. Coastal vegetation. N. Y., 1964. 245 p.
5. Мосеев Д. С., Сергиенко Л. А. Растительный покров солончатых приливных устьев малых рек юго-востока Двинского залива Белого моря // Уч. зап. Петрозавод. гос. ун-та. 2016. № 2(155). С. 25–37.
6. Kotkova V. M. et al. New cryptogamic records. 13 // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 2024. Vol. 58(1). P. 1–45.
7. Романенко Ф. А., Ежова Н. М. Горнодобывающие предприятия в Арктике в 1920–1950-е гг. // Полярные чтения – 2020. История научных исследований в Арктике и Антарктике: К 100-летию Арктического и антарктического научно-исследовательского института и 200-летию открытия Антарктиды: Материалы Восьмой междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 18–21 мая 2020 г.). М., 2021. Т. 7. С. 491–522.
8. Лавриненко И. А., Лавриненко О. В., Добрынин Д. В. Многолетняя динамика и гибель растительности маршей Колоколковой губы Баренцева моря // *Растительность России*. 2012. № 21. С. 66–77.

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. А. Москалюк¹, В. Б. Докучаева²

¹ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток;
e-mail: tat.moskaluk@mail.ru

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

GENERAL PROBLEMS OF DISTURBED AREAS REFORESTATION AND GREEN CONSTRUCTION IN THE MAGADAN REGION

T. A. Moskalyuk¹, V. B. Dokuchaeva²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok;
e-mail: tat.moskaluk@mail.ru

²Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

Reforestation of disturbed landscapes and the creation of a comfortable urban environment are important environmental problems of the Magadan region. To solve them, forest-nurseries are needed to grow planting material in the right quantity and the correct range. Three main directions have been identified that should be taken into account when organizing nurseries. To provide scientific support for introduction nurseries in the region, it is necessary to create a botanical garden.

Природные комплексы на Крайнем Севере отличаются слабой биологической устойчивостью и возобновительной способностью. Под воздействием антропогенных факторов происходит их необратимое разрушение, и, как следствие, снижение биологического разнообразия. Актуальной проблемой Магаданской области является ежегодное увеличение площадей лесных гарей и лесных экосистем, уничтоженных горнодобывающими предприятиями, а также недостаток зеленых насаждений в населенных пунктах, в т. ч. в областном центре – Магадане.

Без помощи человека восстановление бывшего облика лесного покрова и сохранение биоразнообразия региона невозможно. В первую очередь надо решить проблему обеспечения посадочным материалом предприятий, занимающихся озеленением города и рекультивацией нарушенных ландшафтов. Существующая практика изымания дичков из пригородных лесов для озеленения, как и завоз саженцев из других краев, недопустима и противоречит требованию сохранения естественных экосистем в регионе.

Ученые ИБПС ДВО РАН, сотрудники Областного общества охраны природы неоднократно поднимали вопрос о необходимости организации в области лесопитомников, а в Магадане – Северо-Восточного ботанического сада, на базе которого можно было бы не только выращивать посадочный материал для благоустройства города, но и проводить интродукционные исследования [1, 2]. К сожалению, планы по созданию этих предприятий не были реализованы. В последнее время обострилась дискуссия о лесовосстановлении в Магаданской области. По мнению Рослесхоза, использование местных ресурсов для рекультивации нарушенных территорий неэффективно; рекомендовано завозить посадочный материал из других регионов [3]. Это недопустимо. В суровых природно-климатических условиях Крайнего Севера лесные культуры из привозных саженцев неминуемо погибнут.

Решение в регионе проблем зеленого строительства, к которому можно отнести как озеленение городов, так и искусственное лесовосстановление, не терпит отлагательства. В связи с этим выделим три главные задачи, реализовать которые нужно незамедлительно.

Восстановление вырубок, старых и новых гарей, расположенных главным образом на территориях, где лесные массивы вырублены в разные годы освоения региона и где пожары возникают очень часто – вокруг населенных пунктов, вдоль дорог. В основном это площади, на которых отсутствуют источники обсеменения, или леса, в которых меры содействия естественному возобновлению

неэффективны. Многие лесхозы вплоть до конца 1980-х гг. выращивали посадочный материал для создания лесных культур на обезлесенных участках. Успешное испытание прошли посадки местной *Larix cajanderi* с закрытой корневой системой. Были разработаны рекомендации по подготовке почвы под лесные культуры в зависимости от местоположения участков [4]. С реорганизацией системы лесного хозяйства эти работы были прекращены.

Восстановление техногенных ландшафтов. Добыча полезных ископаемых была, есть и будет основным направлением хозяйственной деятельности в Магаданской области. При этом главная нагрузка ложится на самые продуктивные и сложные по составу пойменные фитоценозы, превращаемые предприятиями в процессе золотодобычи в лунные ландшафты. Планировкой и залужением отработанных полигонов не восстановить былой облик растительных сообществ. Необходимо проведение лесной рекультивации с использованием аборигенной дендрофлоры и учетом особенностей биологии видов.

Формирование комфортной городской среды – одна из главных программ национального проекта «Жилье и городская среда», осуществляемого в России с 2017 г. Важной задачей этой программы является благоустройство мест отдыха горожан, а также создание зеленых насаждений и дальнейший уход за ними. В северных районах с длинной зимой и коротким летом у зеленых насаждений исключительно важные природозащитные и эстетические функции, способствующие закреплению населения в дальневосточном регионе. История зеленого строительства в Магадане насчитывает столько лет, сколько история самого города [5]. Массовыми видами изначально были *Larix cajanderi* и *Duschekia fruticosa*. Основные работы по озеленению выполнялись на общественных началах под руководством малочисленных сотрудников горзеленхоза.

За почти 90 лет существования Магадана успешно акклиматизировались многие инорайонные виды: *Caragana arborescens*, *Lonicera tatarica*, *Syringa josikaea*, *Sorbus sibirica* и др. Большую роль в интродукции сыграли садоводы-любители. Этим можно объяснить преобладание среди интродуцентов садово-ягодных культур (*Amelanchier ovalis*, *Hippophae rhamnoides*, *Ribes nigrum* и др.). В заброшенном питомнике бывшей Магаданской лесной опытной станции ДальНИИЛХ растут *Pinus sylvestris*, разные виды елей – *Picea abies*, *P. ajanensis*, *P. obovata* и гибридный вид *P. × fennica*. Рядом с ними обнаружены лиственные породы: *Malus baccata*, *Crataegus dahurica*, *Caragana arborescens*, *Cotoneaster melanocarpus* [6]. Все перечисленные виды регулярно плодоносят.

К сожалению, стихийно невозможно обеспечить посадочным материалом ни требуемый объем лесовосстановительных работ, ни создание комфортной городской среды. Это должно стать прерогативой специализированных предприятий, в питомниках которых следует выращивать необходимый ассортимент саженцев нужного качества в количестве, требуемом для конкретных целей. Основными видами в восстановлении нарушенных территорий должны стать деревья и кустарники местной флоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москалюк Т. А. Проблемы зеленого строительства на Крайнем Северо-Востоке СССР (по итогам работы научно-производственной конференции) // Вестник ДВО РАН. 1990. № 5. С. 99–103.
2. Докучаева В. Б. Состояние культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в Магаданской области // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 2. С. 88–96.
3. Рослесхоз признал неэффективным компенсационное лесовосстановление в Магаданской области // ЛесПромИнформ. 2023. № 2(176). [Электрон. дан.]. <https://lesprominform.ru/news.html?id=20873>.
4. Шевелев Е. И. Обработка почвы под лесные культуры на вырубках Магаданской области // Лесоводственные исследования на севере Дальнего Востока. Магадан, 1972. С. 125–126. (Тр. ДальНИИЛХ. Камчатская и Магаданская лесные опытные станции ; Вып. 14.).
5. Докучаева В. Б. История и современное состояние озеленения города Магадана // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2022. № 4. С. 57–69.
6. Докучаева В. Б., Докучаев Н. Е. Виды елей в посадках в окрестностях г. Магадан // Вестник ДВО РАН. 2015. № 5. С. 78–82.

ВОДНЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ДОЛИНЫ р. ОМОЛОН

О. А. Мочалова¹, А. А. Бобров²

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: mochalova@inbox.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок;
e-mail: lsd@ibiw.yaroslavl.ru

AQUATIC VASCULAR PLANTS OF THE OMOLON RIVER VALLEY

O. A. Mochalova¹, A. A. Bobrov²

¹Institute of the biological problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: mochalova@inbox.ru

²Papanin Institute for biology of inland waters RAS, Borok; e-mail: lsd@ibiw.yaroslavl.ru

Aquatic vascular plants of the Omolon River valley are represented by 49 taxa (44 species and 5 hybrids) from 24 genera and 18 families. *Lemna trisulca*, *L. turionifera*, *Potamogeton* × *nitens* (*P. gramineus* × *P. perfoliatus*), *Spartanium rothertii*, *S.* × *longifolium* (*S. gramineum* × *S. rothertii*), *S.* × *obscurum* (*S. natans* × *S. hyperboreum*) are recorded for flora of Chukotka for the first time. New taxa of aquatic plants for the Magadan region and Yakutia were not found. Most of the aquatic plants (31 out of 49 taxa) are found throughout the Omolon valley. The number of boreal aquatic species in the Omolon flora is low.

Река Омолон – наиболее крупный приток р. Колыма, протекающий по территориям Магаданской области, Чукотского АО и Республики Саха (Якутия). Протяженность реки 1115 км. С некоторыми отклонениями долина р. Омолон простирается в субмеридиональном направлении и вместе с долинами рр. Наяхан и Большая Гарманда кратчайшим путем (750 км) соединяет Охотское море с Колымской низменностью. Климат резко континентальный, субарктический с очень холодными зимами и относительно жарким летом; среднегодовая температура воздуха в среднем течении -12.8° С, годовая сумма осадков – 240 мм. В долине реки повсеместно распространена многолетняя мерзлота, в поймах сформировался мощный подрусловый талик. По масштабу развития таликовых пойм долина р. Омолон сопоставима с долиной верхней Колымы [1, 2].

Долина р. Омолон делится на два участка: верхняя горная часть от его истоков до р. Кривая (в 60 км ниже р. Кегали) протяженностью 455 км с перепадом высот от 1100 до 295 м н. у. м.; равнинная средняя и нижняя части долины протяженностью 660 км, где ниже границы Чукотки и Якутии примерно 100 км от устья река течет по обширной заболоченной равнине на высотах 31–6 м н. у. м.

В горной части на реке многочисленные протоки и перекаты, русло и пойма галечные и песчано-галечные, местами из крупнообломочного материала. Стариц в пойме немного. В районе устьев рр. Жданка и Хадарандя на высоте около 750 м находится Верхнеомолонская впадина – небольшая межгорная равнина с множеством термокарстовых озер, где на участке протяженностью около 80 км на р. Омолон и его притоках есть многочисленные старицы и затоны. На равнинной части река течет в широкой долине по извилистому многорукавному руслу, образуя множество протоков с затонами, плесами и перекатами; протоки в низовьях расходятся до 8–10 км. Грунты галечные, галечно-песчаные, реже песчано-илистые. В пойме много стариц, по долине и на террасах многочисленные термокарстовые и старично-термокарстовые озера, обширные площади занимают осоково-пушицевые кочкарники с множеством мочажин и мелких озер.

Флору долины р. Омолон ниже р. Биркачан (855 км от устья) изучали в июле 2014 г. и в июле 2020 г., а в августе 2018 г. О. А. Мочалова проводила рекогносцировочные работы в верхнем течении. Использованы данные по флоре верхнего [3] и среднего течения р. Омолон [4].

Водные сосудистые растения долины реки представлены 49 таксонами (44 вида и 5 гибридов) из 24 родов и 18 семейств. Разнообразие водных растений составляет 65% от их числа в долине р. Колыма (69 видов и 6 гибридов) [5]. Горный и равнинный участки долины отличаются по видовому со-

ставу незначительно из-за разнообразного состава водной флоры в Верхнеомолонской впадине. Только в горной части отмечены три вида (*Limosella aquatica*, *Potamogeton natans*, *Utricularia* × *ochroleuca* (*U. intermedia* × *U. minor*)), только в равнинной – 15 таксонов (11 видов и 4 гибрида).

Новые таксоны водных растений для Магаданской области и Республики Саха (Якутия) в долине р. Омолон не отмечены. А для Чукотки (долина р. Омолон расположена на самом юго-западе региона) впервые обнаружены *Lemna trisulca*, *L. turionifera*, *Potamogeton* × *nitens* (*P. gramineus* × *P. perfoliatus*), *Sparganium rothertii*, *S.* × *longifolium* (*S. gramineum* × *S. rothertii*), *S.* × *obscurum* (*S. natans* × *S. hyperboreum*). Также найдены очень редкие *Nuphar pumila* и *Naumburgia thyrsoiflora*. В якутской части долины р. Омолон из редких видов отмечен *Ranunculus pallasii*, в долине р. Колыма на северо-востоке Якутии он пока не выявлен. В магаданской части долины произрастают редкие в области *Utricularia* × *ochroleuca*, *Limosella aquatica*. Охраняемых видов водных растений в долине р. Омолон мало, найдена только кубышка *Nuphar pumila*, включенная в Красные книги Магаданской области и Чукотского АО.

Большая часть водных растений (31 из 49) встречается по всей долине р. Омолон. Их обилие на разных участках, особенно нередких видов, изменяется незначительно и зависит от наличия подходящих экотопов. Обычны по всей долине *Arctophila fulva*, *Callitriche palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton alpinus*, *P. perfoliatus*, *Ranunculus gmelinii*, *Sparganium hyperboreum*, *Utricularia macrorhiza*; они зимуют, перенося перемерзание в виде фрагментов побегов и турионов.

В долине р. Омолон число бореальных видов водных растений гораздо меньше, чем в более «теплой» долине р. Колыма: не найдены *Calla palustris*, *Ceratophyllum demersum*, *Elatine orthosperma*, *Eleocharis mamillata*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton compressus*, *P. friesii* и др. Многие из этих видов произрастают в долине р. Колыма севернее устья р. Омолон. Распределение бореальных видов по его долине неравномерное, точечное. Например, *Potamogeton natans* отмечен только в Верхнеомолонской впадине; *Nuphar pumila* – в среднем (оз. Шумное) и нижнем течении (озеро в 12 км ниже р. Конгуйин); спорадично по всей долине растут *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*. Арктический *Pleuropogon sabinii* собирали только в среднем течении реки, а арктический *Potamogeton sibiricus* встречается не только низовьях, но и в верховьях, и продвигается по долине на юг до 63° с. ш.

Наиболее богата и разнообразна флора старично-термокарстовых озер по всей долине р. Омолон и крупных старовозрастных термокарстовых озер на надпойменных террасах в его равнинной части. В старично-термокарстовых озерах обычны *Arctophila fulva*, *Carex aquatilis*, *Equisetum fluviatile*, *Potamogeton alpinus*, *Sparganium hyperboreum*, *Utricularia macrorhiza*. В старовозрастных термокарстовых озерах, кроме указанных видов, нередки также *Callitriche palustris*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton berchtoldii*, *P. gramineus*, *P. perfoliatus* и др. В низовьях р. Омолон таких озер немного, и они расположены в основном далеко от русла.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-14-00115) и в рамках госзадания ИБПС ДВО РАН (№ 1022040500936-0) и ИБВВ РАН (№ 124032100076-2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова Г. Н. Морфолитосистемы и ландшафтная структура (на примере бассейна р. Омолон). Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1983. 164 с.
2. Михайлов В. М. Пойменные талики Северо-Востока России. Новосибирск : Гео, 2013. 241 с.
3. Куваев В. Б., Хохряков А. П. Флора восточной части Колымского нагорья // Ботан. журн. 1992. Т. 77, № 3. С. 72–86.
4. Хохряков А. П. К флоре бассейна среднего течения реки Омолон // Флора и растительность Чукотки : сб. статей. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 53–75.
5. Бобров А. А., Мочалова О. А. Водные сосудистые растения долины Колымы: разнообразие, распространение, условия обитания // Ботан. журн. 2017. Т. 102, № 10. С. 1347–1378.

НОВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ РЫБЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ И ИХ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

М. В. Назаркин

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; e-mail: m_nazarkin@mail.ru

NEW FOSSIL FISHES OF THE RUSSIAN FAR EAST AND THEIR PALEOBIOGEOGRAPHIC SIGNIFICANCE

M. V. Nazarkin

Zoological Institute RAS, St. Petersburg; e-mail: m_nazarkin@mail.ru

A review of the fossil fishes of the Far East, originating from sediments dating from the Late Cretaceous to the Late Miocene, and reflecting about 75 million years of fish evolution in the region, is presented. To date, remains of 103 marine fish species from 50 families of 19 orders have been found here, collected from 15 localities. Changes in the taxonomic composition of ancient fish communities correlate with global climate changes that occurred during this time interval. The importance of the study of fossil fishes for the reconstruction of geographic and climatic features of different epochs is shown.

За последние четверть века наши знания о составе фаун древних рыб Дальнего Востока существенно расширились. Этим мы обязаны как открытию новых местонахождений, так и более пристальному изучению обнаруженных ранее «костеносных горизонтов». В настоящее время известны ископаемые остатки 103 видов морских рыб из 50 семейств 19 отрядов. Они происходят из 15 изученных местонахождений, расположенных на п-ове Камчатка, о. Сахалин и менее крупных островах. Есть сведения о находках ископаемых рыб и в других местах, однако специальные исследования этих геологических разрезов еще не проведены.

Ископаемыми остатками охарактеризован интервал от 80 до 5 млн л. н. Самые древние ископаемые морские рыбы в регионе достоверно известны из мезозойских отложений (верхний мел), а самые молодые – из отложений позднего миоцена. Плиоценовые и плейстоценовые местонахождения морских рыб на Дальнем Востоке пока не известны. Огромное количество «субфоссильных» остатков рыб происходит из многочисленных археологических памятников. Они представляют рыб вполне современного облика, однако состав древних промысловых сообществ порой заметно отличается от актуального, и потому эти остатки нужно внимательно изучать.

Разные временные интервалы палеоихтиологически охарактеризованы неодинаково. Так, около 66 видов рыб происходят из четырех местонахождений среднего и позднего миоцена, тогда как из того же числа мезозойских сайтов известны всего четыре вида. Самые крупные ассоциации морских рыб обнаружены на островах Карагинский (Берингово море) и Сахалин. Как правило, остатки конкретного вымершего вида приурочены к одному местонахождению, но есть таксоны, широко распространенные как во времени, так и в пространстве. Это, прежде всего, касается пелагических акул. Вымерший вид мако *Cosmopolitodus planus* зарегистрирован в отложениях всего миоцена и плиоцена от юга Австралии до Сахалина. Среди костистых рыб широко распространены трехиглые колюшки рода *Gasterosteus*, они встречаются с раннего по поздний миоцен и от о. Хонсю до Северного Сахалина и Камчатки. Вымерший род и вид сардин *Eosardinella hishinaiensis* отмечен в многочисленных местонахождениях, датируемых от позднего олигоцена до позднего миоцена и расположенных от Северного Сахалина до Южной Японии.

Изменения видового состава ископаемых рыб от мела к позднему неогену в целом отражают глобальную тенденцию ко все большему похолоданию климата высоких широт планеты, происходящему последние 50 млн лет [1]. Так, ближайшие родственники меловых и раннепалеогеновых акул, обнаруженных на Камчатке, Сахалине и Курилах, в настоящее время населяют тропические и субтропические области Тихого океана, лишь изредка достигая севера Южной Японии. В позднем

эоцене в Северной Пацифике все еще сохраняется теплый субтропический температурный режим, что подтверждают находки теплолюбивых рыб на о. Карагинский – плащеносных (*Chlamydoselachus* sp.) и пилоносных (Pristiophoridae) акул, а также барракуд (Sphyracnidae). Однако наравне с ними в комплексе уже обитают и бореальные макрурусы современного рода *Coryphaenoides*. В позднем олигоцене на Сахалине вместе с гигантскими акулами-космополитами Cetorhinidae уже присутствуют и бореально-субтропические сардины *Eosardinella*. Миоценовые отложения характеризуются обилием широкобореальных таксонов, современные представители которых живут приблизительно на тех же широтах, где жили ископаемые [2]. Представители семейств керчаковых (Cottidae), стихеевых (Stichaeidae) и камбаловых (Pleuronectidae) начали доминировать в прибрежных мелководных сообществах. В мезопелагиали основную роль стали играть стомиеобразные (Stomiiformes), глубоководные корюшки-батилаги (Microstomatidae) и светящиеся анчоусы (Myctophidae). В донных глубоководных биотопах широко распространились долгохвосты (Macrouridae) и морские окуни (Sebastidae). Таким образом, состав ископаемых рыбных сообществ свидетельствует, что климатические условия миоцена уже в большой степени напоминали современные. Тем не менее в неогеновых отложениях обнаружены и остатки более теплолюбивых рыб, обитающих в настоящее время за пределами региона исследований. К ним относятся глубоководные бериксообразные *Scopelogadus*, вепревые Pentacerotidae и угри *Serrivomer* и *Avocettina*, а также прибрежные длиннорылые колюшки *Aulichthys* и вымершие стихеевые *Nivchia*. Присутствие теплолюбивых рыб позволяет предположить, что границы климатических зон неогена были смещены на 6–8 градусов широты к северу по сравнению с современными. Это совпадает с реконструкциями, основанными на составе сообществ моллюсков и фораминифер, согласно которым климат миоцена в регионе характеризовался как умеренно теплый или субтропический [1].

Состав ископаемых рыбных сообществ дает возможность реконструировать относительную глубину древних водоемов. Так, присутствие в меловых и палеогеновых местонахождениях батидемерсальных скваломорфных и шестижаберных акул, обитающих обычно глубже 100 м, а также бентопелагических долгохвостов свидетельствует о значительной глубине формирования вмещающих отложений. Доминирование глубоководных стомиеобразных, светящихся анчоусов и батилагов в миоценовых местонахождениях Юго-Западного и Северного Сахалина позволяет оценить глубины этих акваторий, соответственно, как мезо-бати- и мезопелагические. Они в миоцене были разделены мелководным пространством, глубина которого не превышала пределов фотической зоны, что подтверждает мелководная ихтиофауна агневской свиты. Эти результаты хорошо согласуются с последними палеогеографическими реконструкциями Сахалина, основанными на геологических данных [3].

Детальность и точность палеобиогеографических реконструкций зависят от объема имеющихся в распоряжении материалов. Поэтому задача изучения ископаемых рыб Дальнего Востока, несомненно, не потеряет актуальности в обозримом будущем.

Работа выполнена при поддержке государственной научной темы (№ 122031100285-3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладенков Ю. Б. Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). М. : ГЕОС, 2004. 120 с. (Труды ГИН; Вып. 551).
2. Nazarkin M. V. The structure of the Miocene northwestern Pacific ichthyofauna as revealed by two fossil fish assemblages from Sakhalin Island, Russia // Paleontological Research. 2021. Vol. 25. Issue 4. P. 1–9.
3. Мельников О. А. Остров Сахалин: его геологическое прошлое, настоящее и вероятное будущее // Вестник Сахалинского музея. 2010. № 1(17). С. 262–273.

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ И СИСТЕМАТИКЕ
АРКТИЧЕСКИХ ЛИКОДОВ (*Zoarcidae: Lycodes*)**

М. В. Назаркин¹, А. М. Орлов^{2,3,4}

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; e-mail: m_nazarkin@mail.ru

²Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва

³Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва

⁴Томский государственный университет, Томск; e-mail: orlov.am@ocean.ru

**NEW DATA ON THE DISTRIBUTION AND SYSTEMATICS
OF ARCTIC EELPOUTS (*Zoarcidae: Lycodes*)**

M. V. Nazarkin¹, A. M. Orlov^{2,3,4}

¹Zoological Institute of the RAS, St. Petersburg; e-mail: m_nazarkin@mail.ru

²P. P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow

³A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Problems RAS, Moscow

⁴Tomsk State University, Tomsk; e-mail: orlov.am@ocean.ru

The eelpout genus *Lycodes* is the most species-rich fish genus of the Arctic seas. The species composition and the actual ranges of some Arctic eelpouts are still questionable due to insufficient research efforts and often incorrect species identifications. A new material on 12 species of the eelpout genus *Lycodes* was collected during 2019 research cruise in four seas of the Siberian Arctic (the Chukchi, East Siberian, Laptev, and Kara seas). The morphological features, variability and distribution of the studied species are discussed. Five species were discovered in new basins: *L. attenuatus* in the East Siberian Sea, *L. pallidus* in the Chukchi Sea, *L. raridens* in the Laptev Sea, *L. reticulatus* in the East Siberian Sea, and *L. rossi* in the Chukchi and East Siberian seas. These findings significantly update our knowledge on the modern range of these species, and, in part, reflect the shift of the ranges of the Pacific species deep into the Arctic. Our research showed that *Lycodes pallidus* and *L. polaris* being the most abundant and widespread were recorded in three Siberian Arctic seas, while the widest range of morphological variability is inherent to former species. The data obtained contribute to monitoring of the biodiversity of the Arctic ecosystems that are transforming rapidly in the face of climate change and increasing anthropogenic impact.

В знаниях о видовом составе и распространении рыб Арктики остается много пробелов. Морфологические границы и отличительные признаки многих таксонов рыб до сих пор остаются неясными. Одной из малоизученных групп являются лико́ды рода *Lycodes* Reinhardt, принадлежащие к широко распространенному, многочисленному и богатому видами семейству бельдюговых *Zoarcidae*.

В 2019 г. НИС «Профессор Леванидов» в Сибирской Арктике провело масштабную донную траловую съемку, которая включала западную часть Чукотского, Восточно-Сибирское, Карское моря и море Лаптевых [1, 2]. Настолько масштабные исследования донной арктической ихтиофауны не проводились более 70 лет. В результате съемки отмечены 12 видов лико́дов (см. таблицу).

Восемь из 23 арктических видов *Lycodes* не обитают в исследованных морях [3, 4] и не были зарегистрированы в данной экспедиции. Четыре вида (*L. frigidus*, *L. jugoricus*, *L. luetkenii* и *L. turneri*) обитают как минимум в одном из исследованных морских бассейнов, но их нет в уловах. Самыми многочисленными и широко распространенными оказались *L. pallidus* и *L. polaris*, отмеченные в трех морях каждый. Четыре вида (*L. attenuatus*, *L. mucosus*, *L. palearis* и *L. sagittarius*) встречались редко и были представлены каждый лишь единственным экземпляром.

Результаты исследования значительно расширяют ареалы некоторых видов. Так, *L. attenuatus* впервые отмечен в Восточно-Сибирском море, *L. pallidus* – в Чукотском, *L. raridens* – в море Лаптевых, *L. reticulatus* – в Восточно-Сибирском, а *L. rossi* – в Чукотском и Восточно-Сибирском. Для *L. raridens* это расширение ареала на запад, тогда как для *L. reticulatus* и *L. rossi* – сокращение разрывов в их известных ареалах между Азиатской и Канадской Арктикой [4].

Видовое разнообразие и батиметрия *Lycodes* spp. в морях Сибирской Арктики по результатам исследований НИС «Профессор Леванидов» в 2019 г.

Вид	Чукотское море	Восточно-Сибирское море	Море Лаптевых	Карское море
	Количество тралений (глубина, м)			
	80 (27–262)	20 (33–250)	21 (110–752)	55 (18–533)
	Период сбора			
	Август, 11–28	Сентябрь, 4–8	Сентябрь, 9–14	Сентябрь, 15–29
Количество экз. (глубина поимок, м)				
<i>L. adolfi</i>			6 (603–752)	
<i>L. attenuatus</i>		1 (33)		
<i>L. eudipleurostictus</i>			4 (603–752)	
<i>L. mucosus</i>	1 (49)			
<i>L. palearis</i>	1 (50)			
<i>L. pallidus</i>	8 (240–262)		2 (110–355)	10 (98–347)
<i>L. polaris</i>	8 (46–120)		2 (59)	7 (34–134)
<i>L. raridens</i>	3 (50–55)		1 (110)	
<i>L. reticulatus</i>		1 (110)		
<i>L. rossi</i>	2 (240)	2 (59)		
<i>L. sagittarius</i>			1 (752)	
<i>L. seminudus</i>			3 (301–752)	5 (21–348)

Наибольшее таксономическое разнообразие ликовов наблюдалось в Чукотском море и море Лаптевых (см. таблицу). Значительный вклад в их биоразнообразие вносят виды, основной ареал которых находится в северной части Тихого океана – *L. mucosus*, *L. palearis* и *L. raridens*. Эти виды, вероятно, относительно недавно проникли в Арктику из Тихого океана после открытия Берингова пролива в голоцене. Обнаружение *L. raridens* в море Лаптевых и *L. palearis* в западной части Чукотского моря может отражать продолжающееся расселение этих видов на запад.

Самый широкий диапазон морфологической изменчивости демонстрирует *L. pallidus*, вариации ряда признаков у него вида значительно шире, чем, например, у *L. polaris*, при сопоставимом числе изученных экземпляров. Экземпляр *L. pallidus* ЗИН 56610 обладает уникальным сочетанием признаков, которое, возможно, является результатом межвидовой гибридизации.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ (№ 22-24-00229).

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А. М. и др. Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в трансарктической экспедиции ВНИРО // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 102–143. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-102-143>.
2. Орлов А. М. и др. Биологические рыбохозяйственные исследования в морях Сибирской Арктики летом – осенью 2019 г. (рейс НИС «Профессор Леванидов») // Океанология. 2021. Т. 61, № 2. С. 334–335. <https://doi.org/10.31857/S0030157421020167>.
3. Mecklenburg C. W., Møller P. R., Steinke D. Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography // Marine Biodiversity. 2011. Vol. 41. P. 109–140.
4. Mecklenburg, C. W. et al. Marine Fishes of the Arctic Region: in 2 volumes. Akureyri : CAFF, 2018. (CAFF Monitoring Series Report 28).

БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

В. Ю. Нешатаева

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург;
e-mail: vneshataeva@yandex.ru

PHYTOGEOGRAPHICAL PATTERNS OF VEGETATION COVER IN THE NORTH OF KAMCHATKA TERRITORY

V. Yu. Neshataeva

Komarov Botanical Institute RAS, St.-Petersburg; e-mail: vneshataeva@yandex.ru

Northern Koryakia belongs to Beringian Forest–tundra zone and East-Siberian larch forest subzone of Eurasian taiga zone. The territory is subdivided into 4 geobotanical provinces and 15 districts. *Pinus pumila* elfin woods occupy zonal habitats forming Beringian creeping woodland. *Betula middendorffii* and *Alnus fruticosa* thickets form a vegetation type associated with *Pinus pumila* open woodlands. Mutually they form a subalpine vegetation belt. The alpine vegetation belt is formed by dwarf-shrub and lichen-rich tundras. In river valleys floodplain forests (*Chosenia arbutifolia*, *Populus suaveolens*, *Salix udensis*, *S. schwerinii*) are common. Shrubby willow thickets (*Salix pulchra*, *S. alaxensis*, *S. krylovii*) are widespread. Coastal dwarf-shrub tundra, salt marshes, meadows, *Betula ermanii* groves are distributed on azonal sites. In waterlogged habitats sedge-moss mires, *Sphagnum*-rich bogs, hilly and polygonal mires develop. Tussocky sedge-cottongrass (*Carex lugens*, *Eriophorum vaginatum*) tundra developing in intermountain depressions is characteristic. In the western part of the Penzhina River Basin, *Larix cajanderi* and *Betula platyphylla* forests are met.

В материковой части Корякского округа у Берингийской кустарниковой лесотундровой области [1] наибольшая площадь. Это определяется очертаниями береговой линии Охотского и Берингова морей, влиянием воздушных масс Тихого и Северного Ледовитого океанов, особенностями рельефа и близким залеганием многолетней мерзлоты. Геоботанические провинции имеют субмеридиональное простираие, что связано с положением горных хребтов Корякского и Колымского нагорий, перераспределяющих воздушные массы Берингова и Охотского морей. В горных районах Северной Корякии выражена *Северо-Восточноазиатская влажно-континентальная* группа типов поясности растительности [2]; она представлена тремя типами поясности. В области Берингийской лесотундры *горнотундрово-стланиковый* и *горнотундрово-стланиково-каменноберезовый* типы высотной поясности. На северо-западе в отрогах Колымского нагорья распространены лиственничные леса и редколесья из *Larix cajanderi*, выражен *горнотундрово-стланиково-горнотаежный* тип поясности. Для южного макросклона Корякского нагорья характерны четыре высотных пояса: *лесной* (170–300 м н. у. м.), *стланиковый* (300–500 м н. у. м.), *горно-тундровый* (500–760 м н. у. м.) и *гольцовый* (760–900 м н. у. м.). Лесной пояс представлен рощами *Betula ermanii* на южных и юго-восточных склонах гор, обращенных к Берингову морю. Каменноберезняки на хр. Тиличинские горы были уничтожены пожарами в 1959–1960 гг. [3]. Стланиковый пояс образуют *Pinus pumila*, *Alnus fruticosa* и *Betula middendorffii*. Кедровые стланики (голубичные, рододендроновые, зеленомошные) распространены до высоты 400–500 м н. у. м. Отдельные куртины *Pinus pumila* – до 600–700 м. Ольховые стланики (вейниковые, разнотравные, папоротниковые) приурочены к ложбинам стока и долинам ручьев; встречаются от подножий до высоты 300–400 м. В горно-тундровом поясе до 400–600 м н. у. м. преобладают лишайниково-кустарничковые тундры (*Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Ledum decumbens*, *Empetrum nigrum*, *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Cetraria islandica*, *Flavocetraria cucullata*, *F. nivalis*, *Stereocaulon paschale*). На высотах 600–760 м н. у. м. распространены алекториевые (*Alectoria ochroleuca*) и бриокаулевые (*Bryocaulon divergens*) тундры с участием *Dryas punctata*, *Diapensia obovata*, *Loiseleuria procumbens*, *Cassiope tetragona*; они за-

нимают пологие склоны и платообразные вершины хребтов. На крутых склонах и гребнях обширные площади покрыты каменистыми и щебнистыми осыпями с единичными петрофитами (*Dryopteris fragrans*, *Dicentra peregrina*, *Minuartia obtusiloba*, *Salix berberifolia*, *Saxifraga* spp.) и эпилитными лишайниками (*Ochrolechia frigida*, *Rhizocarpon geographicum*, *Melanelia* spp., *Umbilicaria* spp.).

Геоботаническое районирование материковой части Камчатского края [4] основано на принципах, разработанных в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова с использованием понятий «плакор», «аналог плакора» и «зональное местообитание». Территория севера Корякского округа подразделена на четыре геоботанические провинции и 15 геоботанических округов, расположенных в пределах двух геоботанических областей:

Евразийская таежная область; Восточно-Сибирская подобласть светлохвойных лесов.

Северо-Западная часть материковой Корьякии относится к Восточно-Сибирской подобласти светлохвойных лесов [5]. Зональная растительность: на дренированных равнинах и надпойменных террасах распространены лиственничные леса и редколесья из *Larix cajanderi* с подлеском из *Betula middendorffii*, *Alnus fruticosa* и *Pinus pumila*. В горах выражены три высотных пояса: *горнотаежный* из лиственничных редколесий (до 350–400 м н. у. м.), *стланиковый* с преобладанием *Pinus pumila* (до 500 м н. у. м.) и *горно-тундровый* (650–700 м н. у. м.), выше сменяется каменными россыпями.

1. *Колымская провинция горных и долинных лиственничников и лиственничных редколесий.* Западная граница – по отрогам Колымского нагорья, восточная – по Пенжинскому хребту, северная – по р. Анадырь, южная – по побережью Пенжинской губы. Округа: *Верхне-Пенжинский горный, Пенжино-Майнинский горно-долинный лесотундровый, Ичигемский среднегорный, Окланский среднегорный.*

Берингийская кустарниковая лесотундровая область.

2. *Олюторская горно-приморская лесотундровая провинция.* На западе ограничена Ветвейским хребтом, на востоке – побережьем Берингова моря, на севере – хребтами Укэляят и Пикась, на юге – Анапко-Рекинникской низменностью. Округа: *Укэляятский горно-приморский, Олюторский горно-приморский, Пылгинский горно-приморский, Ильпинский горно-приморский.*

3. *Корякская горная провинция крупных стлаников и кустарников.* Северная граница – по водоразделу рр. Пенжина и Анадырь, далее по хребтам Ваегский, Укэляят и Пикась; южная – по хр. Уннейтынуп, рр. Каталянайваям, Уннейваям и Ветроваям; восточная – по Ветвейскому хребту, западная – по хр. Евъинтынуп и восточной окраине Парапольского дола. Округа: *Центрально-Корякский высокогорный, Ветвейский среднегорный, Северо-Западный низкогорный.*

4. *Пенжинская горно-равнинная тундрово-стланиково-болотная провинция.* Северная граница – по р. Анадырь, южная – по р. Рекинники и побережью Охотского моря, западная – по Пенжинскому хребту; восточная – по хребтам Уннейтынуп, Евъинтынуп, Ильвапинан и западным отрогам Корьякского нагорья. Округа: *Парапольский тундрово-болотный, Понтанейский среднегорный, Пенжинский тундрово-болотный, Западно-Приохотский приморский.*

Вопреки существующему мнению о зональном характере осоково-пушицевых кочкарных тундр мы рассматриваем их как внеплакорные сообщества на переувлажненных местообитаниях с близким залеганием многолетней мерзлоты. Межгорные долины Корьякского нагорья и Парапольский дол – южная часть Мегаберингии, с которой связаны представления о плейстоценовых тундростепях [6]. Однако мезоксерофиты и криоксерофиты крайне слабо представлены во флоре Корьякии. К ним относятся *Arnica frigida*, *A. iljinii*, *Astragalus tugarinovii*, *Carex rupestris*, *C. spaniocarpa*, *Kobresia myosuroides*, *Koeleria asiatica*, *Pedicularis villosa*, *Trisetum spicatum*; все эти виды встречаются на скальных обнажениях и щебнистых осыпях по бортам речных долин. Вряд ли можно считать их реликтами тундростепей. Более обосновано мнение о преобладании в плейстоцене на юге Берингии мезотермных мезофитных сообществ [7, 8]. По аналогии с Аляской можно полагать, что в эпоху последнего оледенения на северо-востоке Азии существовали лесные рефугиумы. Мы разделяем мнение многих авторов о реликтовом характере лиственничных, березовых и тополево-чозениевых лесов Северной Корьякии, являющихся дериватами лесов более теплых климатических периодов, сохранившихся с голоценового климатического оптимума (около 5 тыс. л. н.) [7].

Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 23-27-00202).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лесков А. И.* Берингийская кустарниковая (лесотундровая) область // Геоботаническое районирование СССР : сб. статей. М. ; Л. : АН СССР, 1947. С. 23–24. (Тр. Комиссии по естественноистор. районированию СССР. Совет по изучению производит. сил. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова ; Т. 2. Вып. 2).
2. *Зоны и типы пояности растительности России и сопредельных территорий : для вузов. Пояснительный текст и легенда к карте / Отв. ред. Г. Н. Огуреева.* М. : Интеграция, 1999. 63 с.
3. *Катенин А. Е., Шамурин В. Ф.* Возобновление некоторых древесных и кустарниковых пород на горячих в районе залива Корфа (Корякская земля) // Ботан. журн. 1963. Т. 48, № 9. С. 1282–1297.
4. *Нешатаева В. Ю., Нешатаев В. Ю., Кириченко В. Е.* Растительный покров территории Северной Коряки (Камчатский край) и ее геоботаническое районирование // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2020. Т. 65. Вып. 2. С. 395–416.
5. *Васильев Я. Я.* Восточно-Сибирская подобласть светлохвойных лесов // Геоботаническое районирование СССР : сб. статей. М. ; Л. : АН СССР, 1947. С. 50–59. (Тр. Комиссии по естественноистор. районированию СССР. Совет по изучению производит. сил. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова ; Т. 2. Вып. 2).
6. *Юрцев Б. А.* Реликтовые степные комплексы Северо-Восточной Азии : (Проблемы реконструкции криоксерот. ландшафтов Берингии). Новосибирск : Наука, СО, 1981. 168 с.
7. *Крестов П. В. и др.* Реликтовые комплексы растительности современных рефугиумов северо-восточной Азии // Комаровские чтения. Владивосток : Дальнаука, 2009. Вып. 56. С. 5–63.
8. *Hulten E.* Flora of Alaska and neighboring territories. Stanford, 1968. 1008 p.

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДОМИНИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ ТУНДРЫ (на примере севера Хараулахского хребта)

Е. Г. Николин

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: enikolin@yandex.ru

EXPRESS ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY OF DOMINANT TUNDRA PLANTS (Using the Example of the North of the Kharaulakh Range)

E. G. Nikolin

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: enikolin@yandex.ru

The necessity of conducting an operational assessment of the productivity of the most important forage tundra plants by the mowing method with a minimum sample area (0.01 m²) is substantiated. Information is provided on the application of this method in the tundra of the north of the Kharaulakh Range using the example of 20 dominant species.

Продуктивность доминирующих растений, равно как и растительных сообществ, служит важнейшим показателем экономической значимости территории, возможностей ее хозяйственного освоения. Фундаментальные исследования в этой сфере являются специализированным направлением ботанической науки. Высокая трудоемкость данного процесса предусматривает либо многократное и многолетнее изучение модельных растений, либо проведение укосов на довольно больших опытных площадках (1.0–0.25 м²) с многократной повторностью в одном сообществе и последующим взвешиванием материала с высокой точностью в воздушно-сухом и абсолютно сухом состоянии. Все это требует узкой, но углубленной специализации. Как правило, такие работы направлены преимущественно на интересы сельскохозяйственного производства. Между тем есть крупный запрос зоологов на оценку кормовой базы диких животных, что тоже имеет большое значение. Перед ботаником, выезжающим в места обитания этих животных, обычно труднодоступные, встает очень широкий спектр задач по оценке ресурсного потенциала территории. При этом часто возникает дефицит времени на полноценное исследование продуктивности кормовых ресурсов. Вследствие чего очень немногие специалисты завершают работы с такими данными. Думаю, не стоит пренебрегать возможностью оценки урожайности по упрощенной схеме, которая потребует гораздо меньших трудозатрат. При всех достоинствах классических методов исследования продуктивности надо понимать, что во всех случаях выбор пробных площадок зависит от субъективного взгляда ученого. Здесь допускаем *погрешность 1*. При скашивании растений на опытной площадке, особенно в сложных территориальных условиях с неблагоприятными климатическими факторами, не исключены «ветровые потери» на снос части срезаемых растений, о чем обычно умалчивается, но всегда бывает. Это *погрешность 2*, которая ставит вопрос над необходимостью взвешивания укосов с высокой точностью. Нередко возникает и *погрешность 3* при разборе укосов на фракции, особенно при валовом срезе их и последующем разборе по видовому составу. Наконец отличия погодных условий разных лет создают *погрешность 4*. Принимая во внимание относительную точность, но не отрицая классического подхода в тех случаях, когда это выполнимо, предлагаю не упускать возможности экспресс-оценки (пробы) продуктивности доминирующих растений тундры по субъективному усредненному выбору исследователя на минимально возможных площадках и без повторностей. Площадки, куда могут входить либо полное растение тундры, либо его часть, можно устроить размером 10×10 см (0.01 м²). Это отчасти приближается к методу модельных растений, который широко использовал известный тундровед профессор В. Н. Андреев.

В качестве эксперимента такие укосные пробы применялись мной 27–28 июля 2023 г. на горном участке «Сокол» Усть-Ленского заповедника, в низовье р. Бэдэр (северные отроги Хараулахского хребта). Только для двух видов (*Poa glauca* и *Salix glauca*) была использована укосная площадь 0.0625 м². Взвешивание производилось в воздушно-сухом состоянии на электронных весах ВК-300 точностью до 0.01 г.

Подробные результаты этой работы отражены в отчете ИБПК по хоздоговорной теме 2023 г. Продуктивность приведенных ниже доминирующих видов растений была определена с такими значениями:

Злаки: *Alopecurus alpinus* Smith. (покрытие на укосной площадке 70%; ср. выс. 45–49 см) – общий запас фитомассы 182 г/м². Прогноз: при практическом покрытии в тундре 10–15% запас вида может составить 2.6–3.9 ц/га; *Arctagrostis arundinacea* (Trin.) Beal. (покрытие 90%; ср. выс. 65–67 см) – 1709 г/м². При покрытии 10–15% запас вида может составить 19–29 ц/га; *Calamagrostis lapponica* (Wahlenb.) C. Hartm. (90%; ср. выс. 42 см) – 324 г/м² (в т. ч. ветошь и старика – 24%). Локальными участками (бурьянными сообществами) – до 32.4 ц/га; *Deschampsia vodopjanoviae* Nikiforova (98%; ср. выс. 65 см) – 1544 г/м² (ветошь и старика – 53%). Локально, при покрытии вида 5–20% – до 8–32 ц/га; *Poa glauca* Vahl. (50%; ср. выс. 24 см) – 184 г/м² (ветошь и старика – 20%). Локально – до 18.4 ц/га.

Осоковые: *Eriophorum vaginatum* L. (100%; выс. кочки 12 см, листьев 21 см, ген. побегов 53 см) – 579 г/м² (ветошь и старика – 29%). При покрытии 30% – 17.4 ц/га; *Kobresia myosuroides* (Vill.) Fioṛi (80%; ср. выс. листьев 12 см, ген. побегов 19–20 см) – 182 г/м² (ветошь и старика – 49%). При покрытии 20–60% – 4.6–13.7 ц/га; *K. sibirica* (Turcz. ex Ledeb.) Bock. (70%; ср. выс. листьев 12 см, ген. побегов 20–22 см) – 171 г/м² (ветошь и старика – 40%). При покрытии 10–20% – 2.4–4.8 ц/га.

Бобовые: *Hedysarum arcticum* B. Fedtsch. (95%; ср. выс. 31 см) – 132 г/м². При покрытии 10–15% – 1.4–2.1 ц/га; *Oxytropis adamsiana* (Trautv.) Jurtz. (90%; ср. выс. листьев 12 см, ген. побегов 16 см) – 980 г/м². При покрытии 10–15% – 10–16 ц/га; *O. nigrescens* (Pall.) Fisch. (85%; ср. выс. 2–3 см) – 373 г/м². При покрытии 10–20% – 4.4–8.8 ц/га.

Разнотравье: *Aconogonon tripterocarpum* (A. Gray) Nara (90%; ср. выс. 49 см) – 1155 г/м² (ветошь и старика – 65%). При покрытии 10–20% – 12.8–25.7 ц/га; *Pedicularis alopecuroides* Adams (80%; ср. выс. 27 см) – 1232 г/м². При покрытии 5–10% – 7.7–15.4 ц/га; *P. amoena* Adams ex Stev. (80%; ср. выс. 13 см) – 270 г/м². При покрытии 5–10% – 1.7–3.4 ц/га.

Кустарнички: *Cassiope tetragona* (L.) D. Don. (80%; ср. выс. 12 см) – 1141 г/м². При покрытии 20–80% – 28.5–114.0 ц/га; *Dryas crenulata* Juz. (95%; ср. выс. вегет. побегов 3.5 см, генерат. побегов – 11.5 см) – 562 (вегет. побеги – 116, листья – 157, генерат. побеги – 8) г/м², ветошь и старика – 50%. При покрытии 40–50% – 23.7–29.6 (листья – 6.6–8.3) ц/га; *Salix glauca* L. (95%; ср. выс. 33 см) – 314.2 (листья – 104.2, сережки – 1.0, молодые побеги – 26.6, старые побеги – 182.6) г/м². При покрытии 50–90% – 16.5–29.8 (листья – 5.5–9.9, сережки – 0.05–0.1, молодые побеги – 1.4–2.5) ц/га; *S. sphenophylla* A. K. Skvortsov (70%; ср. выс. вегет. побегов – 2.5 см, сережек – 5 см) – 199 (листья – 81, сережки – 15, побеги – 103) г/м². При покрытии 40–50% – 11.4–14.2 (листья – 4.6–5.8, сережки – 0.9–1.1, побеги – 5.9–7.4) ц/га; *Vaccinium uliginosum* L. subsp. *microphyllum* (Lange) Tolm. (80%; ср. выс. 13.5 см) – 398 (листья – 69, побеги – 195) г/м², ветошь и старика – 49%. При покрытии 50–90% – 25–45 (листья – 4.3–7.8) ц/га; *V. vitis-idaea* L. subsp. *minus* (Lodd.) Hult. (80%; ср. выс. 3 см) – 362 (в т. ч. побеги – 70, листья – 289, ягоды (2 шт.) – 3) г/м². При покрытии 10–20% – 4.5–9.0 ц/га.

Данный метод за один-два дня полевых работ позволяет получить ценную информацию по значительному количеству видов растений, произрастающих в труднодоступной местности.

Благодарю коллег по Усть-Ленскому заповеднику И. А. Адриан и М. Ю. Гладышеву за организационную и техническую помощь в проведении полевых исследований.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России «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» (№ 0297-2021-0044), «Растительный покров криолитозоны таежной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование» (номер госрегистрации в ЕГИСУ: АААА-А21-121012190038-0) и с применением оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (грант № 13. ЦКП.21.0016).

**ПЛАНКТОННЫЕ И МЕЙОБЕНТОСНЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (Copepoda, Cladocera)
МАЛЫХ ВОДОЕМОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ: НОВЫЕ НАХОДКИ ДЛЯ
РЕГИОНА И БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФАУНЫ**

A. A. Новичкова¹, E. С. Чертопруд^{1,2}

¹Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;

e-mail: anna.hydro@gmail.com

**PLANKTONIC AND MEIOBENTHIC CRUSTACEANS (Copepoda, Cladocera)
OF SMALL WATER BODIES OF THE MAGADAN REGION: NEW FINDINGS
AND BIOGEOGRAPHIC STRUCTURE OF THE FAUNA**

A. A. Novichkova¹, E. S. Chertoprud^{1,2}

¹Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow;

e-mail: anna.hydro@gmail.com

The zooplankton communities of continental water bodies in Eastern Siberia, and particularly those, of the Magadan region, are among the least studied. The objective was the inventory of the species composition of microcrustaceans and the identification of the main environmental factors determining the community structure. A total of 59 species of Cladocera and Copepoda were identified, including nine new for the region and one new for science. The number of species at different sites (basins of the Ola, Yana, and Kolyma Rivers) varied. The observed differences in community structure can be attributed to their geographical locations and the associated complex of climatic, hydrological, hydrochemical, and phytocenotic factors. The investigated fauna is represented by the widespread Holarctic and Palearctic species, as well as the Beringian endemics. However, the ratio of such species and the total number of species differ in different collection areas.

Фаунистические исследования зоопланктона в Магаданской области крайне скудны. Несмотря на несколько довольно масштабных обследований фауны беспозвоночных рр. Колыма и Анадырь, а также водоемов их бассейнов [1–3], в значительной степени фауна региона остается неизученной. Особенно это касается различных малых водоемов – мелководных озер, прудов и временных луж.

Основная цель настоящего исследования – инвентаризация фауны планктонных и мейобентосных микроракообразных (Cladocera, Copepoda) Магаданской области.

В ходе работы обнаружены 59 видов и таксонов ракообразных: 26 Copepoda и 33 Cladocera, причем девять из них являются новыми для региона, а один – новым для науки. В нескольких малых озерах Магаданской области найден новый вид ветвистоусых ракообразных рода *Chydorus izvekovae* Sinev, Novichkova et Chertoprud, 2022 [4]. Этот вид относится к группе видов *Chydorus* с особой структурой створок, напоминающей пчелиные соты. На территории Евразии данная группа видов была обнаружена лишь в Юго-Восточном регионе. Находка вида этой группы позволяет провести дополнительную параллель между фаунами Cladocera северо-востока Евразии и северо-востока Северной Америки, бывших ранее частью единого Берингийского сухопутного моста.

С точки зрения биогеографии, фауна исследованных водоемов смешанного характера и представлена видами из разных фаунистических комплексов. Здесь встречаются не только широко распространенные голарктические и палеарктические виды, но есть и значительная доля берингийских эндемиков – восточноазиатско-североамериканских видов и эндемиков Восточной Азии. Примечательно, что как общее число видов, так и доля берингийских видов варьируют в разных частях Магаданской области. Общее число видов в современных исследованиях изменяется от 40 в западной приморской зоне (бас. р. Яна) до 32 – в бас. р. Ола, а предгорный бас. р. Колыма демонстрирует промежуточное значение (38 видов). Бассейн р. Яна характеризуется наибольшей долей запад-

ных видов с палеарктическими и аркто-палеарктическими областями распространения (22.5%). В бас. рр. Ола и Колыма отмечена наибольшая доля берингийских видов (23.7–28.1%), по сравнению с бас. р. Яна (всего 17.5%). Исследуемые территории расположены в двух соседних пресноводных экорегионах [5]. Образцы из бас. р. Колыма относятся к одноименному экорегиону, а из бас. рр. Яна и Ола – к экорегиону охотского побережья. Различия в структуре фаун микроракообразных этих районов Магаданской области обусловлены их географическим положением и связанными с ним климатическими, гидрологическими, гидрохимическими и фитоценологическими особенностями среды.

Анализ структуры изученных сообществ выявил, что главными факторами, определяющими различия между фаунами микроракообразных исследованных водоемов, были в первую очередь именно их местоположение (район), а кроме того состав макрофитов и электропроводность воды. Расположение и близость к морю – очень важные параметры, они обуславливают как микроклиматические особенности региона, так и рельеф местности с ландшафтом и связанными с ним характеристиками субстратов. Поэтому предгорный район Колымы существенно отличается от прибрежных районов по составу фауны и структуре доминирования в сообществах. Состав макрофитов в свою очередь является интегральной характеристикой микроклимата регионов [6]. Если в наблюдаемых водоемах предгорной Колымы обычны злаки, осоки и хвощи, то в прибрежной части региона, например, в бас. р. Яна, для берегов разведанных озер характерны моховые сплавины, а луга заросли тростником. Преобладание засухоустойчивых растений свойственно скалистым берегам. Электропроводность водных масс определяется как типом подстилающих пород, так и температурой, обусловленной микроклиматом и паводковыми явлениями [7]. В бас. р. Колыма с ярко выраженным рельефом долин наводнения редки, по сравнению с равнинными прибрежными районами бас. рр. Яна и Ола [8]. Эти, хотя и небольшие, различия в гидрологическом режиме водоемов, несомненно, влияют на состав фауны микроракообразных, для которых наводнение, с одной стороны, экстремальное явление, с другой – способ расселения по водоемам, примыкающим к руслу реки.

Таким образом, расположение отдельных районов Магаданской области и связанные с этим особенности среды обеспечивают локальные различия в составе фауны Cladocera и Copepoda, проявляющиеся в масштабах десятков и сотен километров. Фауна всего района исследований характеризуется значительной долей видов с арктическим и восточноазиатским, в т. ч. берингийским (восточноазиатско-американским) распространением. Этот факт обусловлен как географическим положением, так и геологической историей региона, связанной с несколькими последовательными образованиями и разрывами Берингийского моста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акатова Н. А. Зоопланктон реки Колымы и ее бассейна // Уч. зап. ЛГУ. 1949. Вып. 126. С. 341–367.
2. Стрелецкая Э. А. Список коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных водоемов бассейнов рек Колымы и Анадырь // Гидробиологические исследования внутренних водоемов Северо-Востока СССР : сб. статей. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 32–59.
3. Streletskaia E. A. Review of the fauna of Rotatoria, Cladocera, and Copepoda of the basin of the Anadyr' River // Contemporary Problems of Ecology. 2010. Vol. 3, No. 4. P. 469–480.
4. Sinev A. Yu., Novichkova A. A., Chertoprud E. S. A new species of honeycombed *Chydorus* Leach, 1816 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from tundra of North-East Russia // Zootaxa. 2022. Vol. 5154, No. 2. P. 198–210.
5. Abell R. et al. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation // BioScience. 2008. Vol. 58, No. 5. P. 403–414.
6. Gregg W. W., Rose F. L. The effects of aquatic macrophytes on the stream microenvironment // Aquatic botany. 1982. Vol. 14. P. 309–324.
7. Brunke M. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater // Freshwater Biology. 2003. Vol. 1. P. 23–27.
8. Glotov V. E., Glotova L. P. Hydrogeology of the Northern Sea of Okhotsk Coast // Russian Journal of Pacific Geology. 2008. Vol. 2, No. 6. P. 488–498.

**«ХОЖДЕНИЕ ПО ЧЕТЫРЕМ МОРЯМ»:
К ПЯТИЛЕТИЮ УНИКАЛЬНОЙ ТРАНСАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ
(ихтиологические и рыбохозяйственные исследования)**

А. М. Орлов

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва; e-mail: orlov.am@ocean.ru

**«VOYAGE ON THE FOUR SEAS»: TO THE FIFTH ANNIVERSARY
OF THE UNIQUE TRANSARCTIC EXPEDITION
(Ichthyological and Fisheries Research)**

A. M. Orlov

Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow; e-mail: orlov.am@ocean.ru

The review focused on the main results of the ichthyological and fisheries research of the unique Transarctic expedition aboard the research vessel «Professor Levaniidov» in September-October of 2019 in the Chukchi, East Siberian, Laptev, and Kara seas. New data on the composition of ichthyofauna, zoogeography, ecology, biology and genetics of the fishes inhabiting these seas were obtained, as well as the fishing potential of the surveyed areas of the Russian Arctic was estimated.

Моря Сибирской Арктики до последнего времени оставались почти неизученными. В последние годы интенсивность проведения научных исследований в этом регионе значительно усилилась, чему способствовали быстро меняющийся климат Арктики, сопровождающийся заметным сокращением ее ледового покрова, и начало освоения месторождений углеводородов на шельфе арктических морей. Одной из уникальных экспедиций последнего времени стал «Трансарктический переход», совершенный на НИС «Профессор Леванидов» в августе-сентябре 2019 г. В четырех российских арктических морях (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское) были выполнены около 200 комплексных станций, включавших океанологические, гидробиологические, ихтиологические, трофологические и генетические исследования, а также наблюдения за морскими птицами и млекопитающими, изучение распределения микропластика и антропогенного мусора на дне. Предварительные результаты этих работ опубликованы в статьях [1–6].

Новые зоогеографические находки. Исследования показали, что в условиях глобальных климатических изменений отмечено расширение ареалов отдельных видов в Арктику одновременно из Северной Атлантики и Северной Пацифики. Так, в морях Сибирской Арктики есть первые или новые находки минтая *Gadus chalcogrammus* [7], синей зубатки *Anarhichas denticulatus* [8], гренландской акулы *Somniosus microcephalus* [9], а также бореальных видов: окуня-клювача *Sebastes mentella*, бентоземы *Benthosema glacialis*, тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* и черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* [10].

Новые сведения о распределении и биологии рыб. В результате проведенных работ были собраны обширные материалы по распределению и биологии различных видов рыб в морях Российской Арктики, включающие информацию по пространственному распределению, глубинам обитания, термическим условиям, размерному и половому составу, возрасту и росту, составу пищи, плодовитости, половому диморфизму и соотношению полов целого ряда видов, в т. ч. черного палтуса [11], тихоокеанской трески [12], сайки *Boreogadus saida* [13], минтая [14], арктического шлемоносца *Gymnoscopus tricuspis* [15], остроносого триглопса *Triglops pingelii* [16], полярного триглопса *T. nybelini* [17] и ледовитоморской лисички *Aspidophoroides olrikii* [18].

Новые генетические данные. До последнего времени внутривидовая структура арктических рыб оставалась практически неизученной. Проведенные исследования позволили получить первые сведения о популяционной структуре наиболее массового в Арктике вида – сайки [19], а также минтая в Северо-Западной Пацифике и прилегающей Арктике [20]. Кроме того, генетические методы

применялись при описании новых зоогеографических находок [7–9] для подтверждения видовой идентификации и филогенетических построений.

Новая информация о промысловых ресурсах. Одним из главных прикладных результатов рассматриваемой экспедиции следует считать нахождение в Чукотском море промысловых скоплений крупноразмерного минтая, что позволило начиная с 2020 г. организовать его коммерческий лов [21]. В Карском море численность краба-стригуна *Chionoecetes opilio*, по сравнению с предшествующими экспедиции годами, существенно увеличилась [5]; это открывает определенные возможности для организации промысловой эксплуатации его запасов. Однако в связи с невысокой долей промысловых самцов (около 3%) промысел вряд ли окажется рентабельным. Обнаруженные на всем протяжении склона моря Лаптевых повышенные концентрации черного палтуса из-за особенностей его размерно-возрастного состава и уровня численности пока не позволяют рекомендовать его промысел [5], тем более с учетом возможных возвратных миграций от мест нагула в Арктике к нерестилищам в Баренцевом море [11].

Распределение антропогенного мусора. Самыми подверженными антропогенному загрязнению (макропластик, остатки орудий лова и т. д.) оказались Карское и Чукотское моря, в них ведется рыбный промысел и транспортируются нефтепродукты, а в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море уровень загрязнения оказался минимальным [22].

Материалы подготовлены в ходе выполнения государственного задания ИО РАН № FMWE 2023-0002.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А. М. и др. Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты // Труды ВНИРО. 2019. Т. 178. С. 206–220.
2. Орлов А. М. и др. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в Восточно-Сибирском море на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Труды ВНИРО. 2020. Т. 179. С. 187–205.
3. Орлов А. М. и др. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в море Лаптевых на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Труды ВНИРО. 2020. Т. 179. С. 206–225.
4. Орлов А. М. и др. Некоторые предварительные результаты биологических исследований в Карском море на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Труды ВНИРО. 2020. Т. 182. С. 201–215.
5. Орлов А. М. и др. Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в трансарктической экспедиции ВНИРО // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 102–143.
6. Орлов А. М. и др. Биологические рыбохозяйственные исследования в морях Сибирской Арктики летом – осенью 2019 г. (рейс НИС «Профессор Леванидов») // Океанология. 2021. Т. 61, № 2. С. 334–335.
7. Orlov A. M. et al. Walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, a species with continuous range from the Norwegian Sea to Korea, Japan, and California: new records from the Siberian Arctic // Marine Science and Engineering. 2021. Vol. 9, No. 10. P. 1–18.
8. Orlov A. M. et al. First record of the northern wolffish *Anarhichas denticulatus* Krøyer, 1845 (Anarhichadidae: Zoarcoidei: Perciformes) in the Siberian Arctic: further evidence of Atlantification? // Climate. 2023. Vol. 11, No. 5. P. 1–16.
9. Orlov A. M., Orlova S. Y. Eastward journey: a second capture and first genetically confirmed record of Greenland shark *Somniosus microcephalus* in the Laptev Sea (Siberian Arctic) // Environmental Biology of Fishes. 2024. Vol. 107, No. 1. P. 47–57.
10. Orlov A. M., Volvenko I. V. Ongoing borealization of Siberian Arctic marine ichthyofauna: further evidences // Progress in Oceanography (under review).
11. Benzik A. N., Budanova L. K., Orlov A. M. Hard life in cold waters: Size distribution and gonads show that Greenland halibut temporarily inhabit the Siberian Arctic // Water Biology and Security. 2022. Vol. 1. Issue 2. P. 1–9.
12. Cooper D. W. et al. Pacific cod or tikhookeanskaya treska (*Gadus macrocephalus*) in the Chukchi Sea during recent warm years: Distribution by life stage and age-0 diet and condition // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2023. Vol. 208, No. 4. Art. 105241.
13. Maznikova O. A. et al. Polar cod (*Boreogadus saida*) of the Siberian Arctic: distribution and biology // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2023. Vol. 208, No. 4. Art. 105242.
14. Emelin P. O. et al. Invader's portrait: Biological characteristics of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2022. Vol. 206. Art. 105211.
15. Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. Small but abundant: distribution and biology of Arctic staghorn sculpin *Gymnocanthus tricuspis* (Cottidae) in the Kara Sea // Journal of Ichthyology. 2022. Vol. 62, No. 5. P. 885–899.

16. Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. Small and abundant but understudied ribbed sculpin *Triglops pingelii* (Cottidae, Teleostei) from the Kara Sea (Siberian Arctic): distribution, biology, and comparison with congeners // Diversity. 2022. Vol. 14, No. 10. Art. 853. P. 1–19.

17. Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. Closing gaps in knowledge about the ichthyofauna of the Siberian Arctic: Distribution and some life history traits of the bigeye sculpin *Tryglops nybelini* (Cottidae) of the Laptev Sea // Polar Science (under review).

18. Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. Armored poacher in distant cold waters: new data on the Arctic alligatorfish *Aspidophoroides olrikii* (Agonidae, Perciformes, Teleostei) from the Kara Sea (Siberian Arctic) // Polar Biology (under review).

19. Emelianova O. R. et al. Polymorphism of mtDNA gene *Cyt b* of the Chukchi Sea polar cod, *Boreogadus saida* (Gadidae, Gadiformes) // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2022. Vol. 206. Art. 105212.

20. Emelianova O. R. et al. Polymorphism of mtDNA gene *Cyt b* of walleye pollock, *Gadus chalcogrammus* (Gadidae), in the Chukchi Sea, western Bering Sea, and Sea of Okhotsk // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2022. Vol. 206. Art. 105216.

21. Maznikova O. A. et al. Can an invader support commercial fishing? A case study of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // Deep Sea Research Part II: Tropical studies in oceanography. 2023. Vol. 207. Art. 105222.

22. Benzik A. N., Orlov A. M., Novikov M. A. Marine seabed litter in Siberian Arctic: A first attempt to assess // Marine Pollution Bulletin. 2021. Vol. 172. Art. 112836.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.202.203

**БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ИНСТИТУТА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
КРИОЛИТОЗОНЫ СО РАН КАК ФОРМА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ**

*И. М. Охлопков, Н. А. Соловьёва, Н. И. Павлова, О. И. Кычкина, Кан Ми Ун, М. И. Сазонова,
Н. А. Михайлова, Н. В. Мамаев, А. В. Ефремова, И. Т. Алексеев*

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: sonata60878@yandex.ru; imo-ibpc@yandex.ru; naryya.pavlova@mail.ru;
oksa.sav.75@gmail.com; kanmiun@yandex.ru; sazonova2104@gmail.com; nurguyana94@gmail.com;
mamaev_88@bk.ru; alexandra.chernaya03@gmail.com; braiser54321@gmail.com

**BIORESOURCE COLLECTION OF THE INSTITUTE OF BIOLOGICAL PROBLEMS
OF CRYOLITHOZONE SB RAS AS A FORM OF CONSERVATION OF MAMMALIAN
BIODIVERSITY IN NORTHEAST ASIA**

*I. M. Okhlopkov, N. A. Solovyova, N. I. Pavlova, O. I. Kychkina, Kan Mi Un, M. I. Sazonova,
N. A. Mikhaylova, N. V. Mamaev, A. V. Efremova, I. T. Alekseev*

Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: sonata60878@yandex.ru; imo-ibpc@yandex.ru; naryya.pavlova@mail.ru;
oksa.sav.75@gmail.com; kanmiun@yandex.ru; sazonova2104@gmail.com; nurguyana94@gmail.com;
mamaev_88@bk.ru; alexandra.chernaya03@gmail.com; braiser54321@gmail.com

The paper presents the results of work on the formation of a bioresource collection of primary biomaterial and DNA samples of mammals of Northeast Asia on the basis of the molecular genetic laboratory of IBPC SB RAS. The bioresource collection includes original primary and DNA samples with linked databases of wild, introduced and synanthropic species. The total number of storage units is 1988.

С учетом актуальности длительного сохранения биологических образцов и их пригодности для проведения высокоинформативных исследований в 2022 г. в структуре ИБПК СО РАН была организована лаборатория молекулярной генетики для создания единой биоресурсной коллекции (БРК ИБПК СО РАН) оригинальных образцов животной ткани и банка ДНК млекопитающих. Фонд биоресурсной коллекции формируется из биологических материалов, собранных научными сотрудниками ИБПК СО РАН в экспедициях, а также по научным разрешениям на добычу квотированных охотничьих видов. Факты передачи образцов биологических материалов в фонд БРК ИБПК СО РАН подтверждают зарегистрированные в журнале акты передачи согласно положению о БРК ИБПК СО РАН. Каждому из переданных оригинальных образцов первичного материала (венозная кровь, мышечная / хрящевая ткань) присваивается идентификационный номер БРК ИБПК СО РАН. В зависимости от видов животных тканей, а также особенностей транспортной среды образцы ДНК получают, применяя наборы реагентов для выделения геномной ДНК («ДНК-Экстран-2», «ДНК-Экстран-1») (НПК «Синтол», г. Москва) и набора для выделения ДНК с помощью колонок с кремниевой мембраной (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск). Концентрации раствора ДНК (ng/ μ l) и параметры его чистоты измеряют с помощью многофункционального микропланшетного ридера FLUOstar Omega; полученные результаты заносят в электронный реестр БРК ИБПК СО РАН, содержащий сведения сопряженных баз данных. В качестве дополнительной методики оценки качества выделенных образцов ДНК используют метод визуальной оценки в 1%-ном агарозном геле. На сегодня фонд БРК ИБПК СО РАН представлен биологическими тканями и образцами ДНК 23 видов диких, интродуцированных и синантропных млекопитающих Северо-Востока Азии. Общее количество единиц хранения 1988 (см. таблицу).

© Охлопков И. М., Соловьёва Н. А., Павлова Н. И., Кычкина О. И., Кан Ми Ун, Сазонова М. И., Михайлова Н. А., Мамаев Н. В., Ефремова А. В., Алексеев И. Т., 2024

Место сбора и видовая принадлежность биологических тканей и образцов ДНК, хранящихся в фонде БРК ИБПК СО РАН

№	Отряд / семейство / вид	Пункт сбора
Дикие виды		
Отряд Парнокопытные		
Семейство Оленьи		
1	Американский лось (<i>Alces (Alces) americanus</i> Clinton, 1822)	Колымская низменность, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Яно-Индибирская низменность, Янское и Эльгинское плоскогорья
2	Дикий северный олень (<i>Rangifer tarandus</i> Linnaeus, 1758)	Кряж Чекановского, Среднесибирское плоскогорье, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Колымская низменность, Чуванский хребет, Эльгинское плоскогорье
3	Благородный олень (<i>Cervus (Elaphus) canadensis</i> Erxleben, 1777)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
4	Кабарга (<i>Moschus moschiferus</i> Linnaeus, 1758)	Верхоянский хребет, Юкагирское плоскогорье
5	Сибирская косуля (<i>Capreolus (capreolus) pygargus</i> Pallas, 1771)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
Семейство Полорогие		
6	Снежный баран (<i>Ovis (Pachyceros) nivicola</i> Eschscholtz, 1829)	Хараулахский хребет, хребты Орулган, Сунтар-Хаята, Черского, Момский
Отряд Хищные		
Семейство Медвежьи		
7	Бурый медведь (<i>Ursus (Ursus) arctos</i> Linnaeus, 1758)	Чуванский хребет, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Эльгинское плоскогорье, Западно-Сибирская равнина, Оймяконское нагорье
Семейство Псовые		
8	Волк (<i>Canis (Canis) lupus</i> Linnaeus, 1758)	Северо-Сибирская низменность, Среднесибирское плоскогорье, хребты Верхоянский, Сетте-Дабан, Сунтар Хаята, Эльгинское плоскогорье, Приленское плато
9	Обыкновенная лисица (<i>Vulpes (Vulpes) vulpes</i> Linnaeus, 1758)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
10	Песец (<i>Vulpes (Alopex) lagopus</i> Linnaeus, 1758)	Колымская и Северо-Сибирская низменности, Среднесибирское и Янское плоскогорья
Семейство Кошачьи		
11	Рысь (<i>Lynx lynx</i> Linnaeus, 1758)	Приленское плато
Семейство Куньи		
12	Росомаха (<i>Gulo gulo</i> Linnaeus, 1758)	Колымская и Северо-Сибирская низменности, Центрально-Якутская равнина, Алданское нагорье, Яно-Индибирская низменность
13	Горноста́й (<i>Mustela (Mustela) erminea</i> Linnaeus, 1758)	Юкагирское плоскогорье, Алданское нагорье, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
14	Колонок (<i>Mustela (Kolonokus) sibirica</i> Pallas, 1773)	Приленское плато
15	Соболь (<i>Martes (Martes) zibbelina</i> Linnaeus, 1758)	Приленское плато, Среднесибирское плоскогорье, Центрально-Якутская равнина, Северо-Сибирская низменность, Юкагирское плоскогорье
Отряд Зайцеобразные		
Семейство Зайцевые		
16	Заяц-беляк (<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758)	Северо-Сибирская низменность
Семейство Пищуховые		
17	Северная пищуха (<i>Ochotona (Pika) hiperborea</i> Pallas, 1811)	Северо-Сибирская низменность
Семейство Полорогие		
18	Бизон (<i>Bison (Bison) athabascae</i> Rhoads, 1897)	Бизонарий «Гыымпынай» горного района Республики Саха (Якутия)
Интродуцированные виды		
Семейство Куньи		
19	Норка (<i>Neovison vison</i> Schreber, 1777)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
Синантропные виды		
Отряд Грызуны		
Семейство Мышиные		
20	Серая крыса (<i>Rattus norvegicus</i> Verkenhout, 1769)	Долина Средней Лены
21	Домовая мышь (<i>Mus (Mus) musculus</i> Linnaeus, 1758)	Там же
Семейство Полорогие		
22	КРС якутской породы (<i>Bos taurus taurus</i> Linnaeus, 1758)	Сунтарский район Республики Саха (Якутия)

**СОСТАВ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА
В РАЗЛИЧНЫХ ВОДНЫХ МАССАХ ЖЕЛОБА СВЯТОЙ АННЫ**

Ю. А. Папа-Дмитриева¹, З. В. Забудкина¹, О. П. Коновалова², Д. А. Сутормин³

¹Московский физико-технический институт (НИУ), Москва;
e-mail: papa-dmitrieva.iaa@phystech.edu

²Центр морских исследований МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

³Сколковский институт науки и технологий, Москва

**COMPOSITION OF BACTERIOPLANKTON
IN VARIOUS WATER MASSES OF THE ST. ANNA TROUGH**

Yu. A. Papa-Dmitrieva¹, Z. V. Zabudkina¹, O. P. Konovalova², D. A. Sutormin³

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow;
e-mail: papa-dmitrieva.iaa@phystech.edu

²Marine research center of Lomonosov Moscow State University LLC, Moscow

³Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow

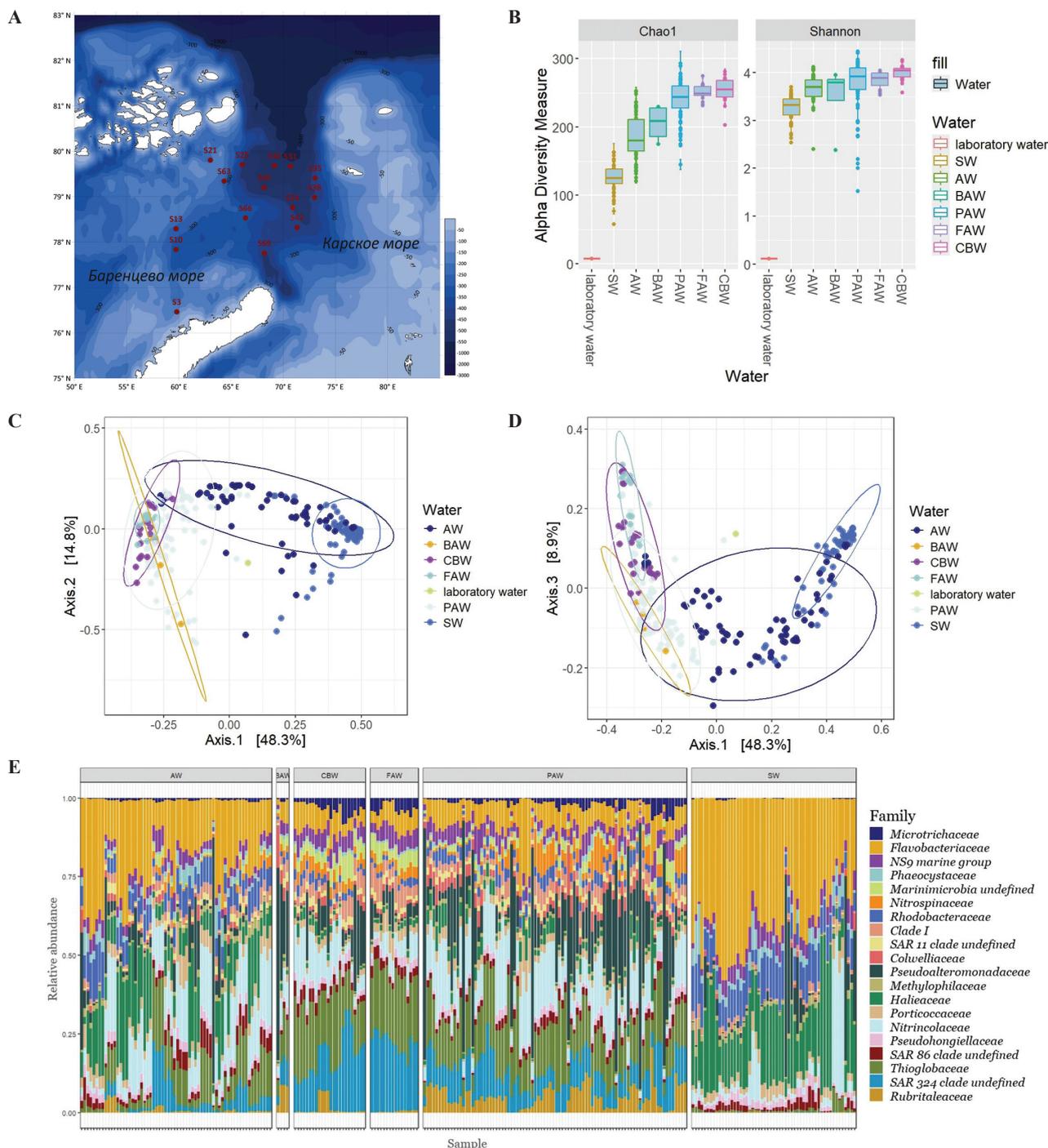
The St. Anna Trough, located in the Kara Sea, is a region with a complex hydrophysical system where several warm flows from the North Atlantic Ocean are interacted. The bacterial communities of various water masses in the St. Anna's Trough are poorly studied. Thus, using 16S metagenomics, significant differences between the microbiomes of water masses were shown in this region. Complexity of the composition of bacterioplankton communities increased with depth. Arctic water masses were enriched with Flavobacteriaceae, Rhodobacteraceae, and Halieaceae compared to Atlantic water masses. In contrast, *SAR324* was more abundant in Atlantic water masses. Besides, the samples taken at the boundaries of water masses were discovered to be highly heterogeneous, which likely indicates an active mixing in these regions.

Атлантические водные массы оказывают сильное влияние на формирование экосистем Северного Ледовитого океана. В частности, Баренцевоморская и Фрамовская ветви атлантических водных масс переносят теплые воды в приполярные области центрального бассейна Северного Ледовитого океана. В акватории желоба Святой Анны (Карское море) эти водные массы формируют сложную многослойную гидрофизическую систему. Состав и распределение бактериальных сообществ в различных водных массах данной акватории не изучены.

Цель данной работы – исследование распределения видового разнообразия бактериопланктона различных водных масс желоба Святой Анны. Экспедиция проводилась на НИС «Дальние Зеленцы» в сентябре 2023 г. Для определения глубин отбора проводили предварительное СТД-зондирование. Глубины отбора определяли по профилю температуры и солености в зависимости от конкретного распределения водных масс. Пробы были взяты на 15 станциях четырех разрезов (см. рисунок, А) батометром Нискина в четырех повторностях по одному литру. На каждой станции пробы брали с 3–5 глубин. Всего было взято 260 проб. В течение суток пробы профильтровали через фильтры 0.22 мкм. Хранили и транспортировали фильтры при -20°C. Их обработку и выделение ДНК проводили в ЛАМ Сколтеха. Подготовку ампликонных библиотек регионов V3-V4 гена 16S рРНК и секвенирование в парно-концевом режиме (250+250 нт, Illumina Novaseq 6000) проводили в ЗАО «Евроген». С помощью DADA2 получены ASV, кластеризованы mmseqs2 (identity 0.98) и конвертированы в OTU. Таксономия OTU была определена согласно базе данных SILVA. Анализ альфа- и бета-разнообразия, PERMANOVA были проведены в R.

По гидрофизическим параметрам (соленость, температура и глубина) образцы разделили на несколько групп: SW – поверхностный слой, AW – арктическая вода, FAW – Фрамовская водная масса, BAW – Баренцевоморская водная масса, PAW – периферические воды теплых атлантических течений, CBW – холодная придонная вода.

Анализ альфа-разнообразия показал, что состав микробиомов усложняется с глубиной сбора образцов, что подтверждает ранее обнаруженные закономерности [1]: к наименее разнообразным сообществам относятся SW (0 м) и AW (50–80 м), а к самым разнообразным – придонная CBW (см. рисунок, **B**). Анализ PERMANOVA (p -value < 0.001) и PCoA (несходство Брея – Кёртиса) выявили различия состава между группами SW, AW, FAW, BAW, тогда как PAW и CBW обладают высокой гетерогенностью образцов, что может быть связано с активным перемешиванием на границах водных масс и требует более детального исследования (см. рисунок, **C, D**). В SW и AW преобладают представители семейств Flavobacteriaceae (Flavobacteriia), Rhodobacteraceae (Alphaproteobacteria) и



A – расположение станций отбора проб воды, сентябрь 2023 г.; **B** – индексы альфа-разнообразия исследуемых групп образцов; **C, D** – бета-разнообразие, PCoA на основе метрики несходства Брея – Кёртиса; **E** – относительная представленность самых распространенных семейств в образцах, сгруппированных по типу водных масс

Halieaceae (Gammaproteobacteria) (см. рисунок, Е). Также в AW выделяются семейства Thioglobaceae и Nitrospiraceae (Gammaproteobacteria). Гетерогенность AW может быть связана с перемешиванием с более глубокими слоями и SW. Водные массы FAW и BAW обильно заселены Gammaproteobacteria (Thioglobaceae) и неустановленными представителями клады SAR324. Группа Marinimicrobia заметно выделяется в ветви FAW и образцах CBW. Семейство Pseudoalteromonadaceae (Gammaproteobacteria) хорошо представлено в отдельных образцах среди всех групп, наиболее в PAW.

Мы показали, что бактериальный состав водных масс желоба Святой Анны различен. В образцах преобладают представители класса Gammaproteobacteria. Среди 20 наиболее представленных семейств Nitrospiraceae и представитель класса Flavobacteriia (*NS9 marine group*), что согласуется с данными S. Thiele et al. [2]. **Полученные результаты свидетельствуют об активном перемешивании микробных сообществ на границах различных водных масс (сборная группа PAW).**

Работа выполнена в рамках научно-образовательной программы «Плавучий университет» (соглашение № 075-01593-23-06) и проекта «Атлас микробных сообществ Российской Федерации» (соглашение № 075-10-2021-114).

ЛИТЕРАТУРА

1. Vipindas P. V. et al. Water mass controlled vertical stratification of bacterial and archaeal communities in the western Arctic Ocean during summer sea-ice melting // *Microbial Ecology*. 2023. Vol. 85, No. 4. P. 1150–1163.
2. Thiele S. et al. Seasonality of the bacterial and archaeal community composition of the Northern Barents Sea // *Frontiers in Microbiology*. 2023. Vol. 14. P. 1–14.

ПОЛИМОРФИЗМ ПОЛИПЕПТИДА ЦИТОХРОМА *B* ПОЛЕВКИ-ЭКОНОМКИ (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776) СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ И АЛЯСКИ

В. В. Переверзева, Н. Е. Докучаев, А. А. Примак, Е. А. Дубинин

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;

e-mail: vvpereverzeva@mail.ru

POLYMORPHISM OF THE CYTOCHROME *B* POLYPEPTIDE IN THE TUNDRA VOLE (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776) OF NORTHEAST RUSSIA AND ALASKA

V. V. Pereverzeva, N. E. Dokuchaev, A. A. Primak, E. A. Dubinin

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;

e-mail: vvpereverzeva@mail.ru

A significant polymorphism of the complete amino acid sequence of the *cytb* polypeptide was found in *A. oeconomus* of Northeast Russia and Alaska. 29 *cytb* isoforms were found in representatives of the Central Asian phylogroup, and 15 ones – in the Bering phylogroup, differing in 30 amino acid substitutions. The amino acid substitution F333L pretends to be a genetic marker of the Bering phylogroup. The methods of Snit, Bachinsky, Grantsem and TreeSAAP analysis reliably confirm the conservative type of amino acid substitutions, which indicates the effect of stabilizing selection on the *cytb* enzyme in tundra voles. Convergence of the amino acid sequence of the *cytb* polypeptide during divergence of the *cytb* nucleotide sequence – isoform FEcbCA-1 encodes 21 and FEcbBr-1-26 *cytb* haplotypes with high values of molecular diversity indices is revealed. This indicates a significant polymorphism in the nucleotide sequences of *cytb* haplotypes encoding the same amino acid sequence of the polypeptide. The rapid change of generations in this species causes the emergence of many mutations. Degeneracy of the genetic code ensures that populations of different genotypes encoding the same vital phenotypes are fixed in the gene pool. Apparently, the most common isoforms of FEcbCA-1 and FEcbBr-1 in the tundra voles' populations are functionally optimal for the species in the ecological conditions of Northeast Russia and Alaska.

Ранее мы изучили изменчивость полной нуклеотидной последовательности гена *cytb* полевки-экономки из популяций Северо-Востока Азии и Аляски [1, 2]. В данной работе с помощью компьютерных программ MEGA 10.0.4, ARLEQUIN ver. 3.5, TreeSAAP и методов Снита, Бачинского и Грэнтсема [3] проведен анализ полиморфизма полной аминокислотной последовательности полипептида *cytb* 350 полевко-экономок из четырех островных, 12 материковых локальностей Северо-Востока России и одной

111111 1222233333 3333333333
2788012899 9334700123 3344556667
3103252101 3243913433 4889390460

ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКАЯ ФИЛОГРУППА

FEcbCA-1	ARRHVMAFTA	VVIAALLATF	VIIITFTIMG
FEcbCA-2	.....	.....	I.....
FEcbCA-3	.....	.....	I.....I.
FEcbCA-4	.....A.	.....	.....
FEcbCA-5	.....	.....	.....S
FEcbCA-6	.....A.	.....	.....A.....
FEcbCA-7	.....	.....	.....I.
FEcbCA-8	.....	.....P.	I.....I.
FEcbCA-9	.....	.....	.....V..
FEcbCA-10	.....	.....T.	.....I.
FEcbCA-11	.....	.....	.....L..I.
FEcbCA-12	.....	.....	I..V.....I.
FEcbCA-13	.....T	.....	I..V.....I.
FEcbCA-14	.....I.	.....	I.....
FEcbCA-15	.....	.....L	.....
FEcbCA-16	.....	..V..T.	.....
FEcbCA-17	.....	..V.....	.....V..
FEcbCA-18	T.....	A.....	I.....V..
FEcbCA-19	..I.....	.....	I.....
FEcbCA-20	..P..R.....	.....	.....
FEcbCA-21	.....T	..T.....	I..V.....I.
FEcbCA-22	.....I.	.....	I.....I.
FEcbCA-23	.....	.....	I..V.....I.
FEcbCA-24	.....	.....	I..V.....I.
FEcbCA-25 AY305213	.....T.	.....	I..T.....
FEcbCA-26	.....T.	.....	.....
FEcbCA-27	.....	..V.....	.....
FEcbCA-28	.....	..V.....	.....
FEcbCA-29 AY305262	T.....	.....	I.....

БЕРИНГИЙСКАЯ ФИЛОГРУППА

FEcbBr-1	.....	.....L	.....A...
FEcbBr-2	.....	A.....L	.....A...
FEcbBr-3	.....	A.....L	.....A...
FEcbBr-4	.....L.	.....L	.....A...
FEcbBr-5	.....L.	.....L	.....
FEcbBr-6	.....	.....L	I.....A...
FEcbBr-7	T.....	.....L	.....
FEcbBr-8	.....	.....L	..V...A...
FEcbBr-9	.....	.....F..L	.....A...
FEcbBr-10	..R.....	.....L	.....A...
FEcbBr-11	..Q.....	.....L	.....A..I.
FEcbBr-12	.....	.....L	.....A..I.
FEcbBr-13	.....	.....L	.....
FEcbBr-14 AY305127	.....	.....L	.....S..A...
FEcbBr-15 AV372199	.....	.....L	..V...A...

Рис. 1. Аминокислотные замены изоформ *cytb* полевки-экономки

выборки из Аляски. У особей центрально-азиатской филогруппы найдены 29, у берингийской – 15 изоформ *cytb*, различающихся 30 аминокислотными заменами (рис. 1).

Обнаружена аминокислотная замена F333L, претендующая на генетический маркер берингийской филогруппы. Выявлена конвергенция аминокислотной последовательности полипептида при дивергенции нуклеотидной последовательности гена. Изоформу FEcbCA-1 кодируют 21, FEcbCA-2 – 8, FEcbCA-3 – 13, FEcbCA-4 – 6 и FEcbBr-1 – 26 *cytb*-гаплотипов. Совокупности гаплотипов, кодирующих каждую из данных модификаций, имеют высокие значения индексов молекулярного разнообразия. Самое большое нуклеотидное разнообразие 0.007271 ± 0.003754 обнаружено в группе FEcbBr-1-*cytb*-гаплотипов. Показаны наличие субкластеров и значимые бутстреп-индексы в узлах ветвления ML-дендрограмм *cytb*-гаплотипов-FEcbCA-1 и -FEcbBr-1 (рис. 2). Полученные результаты демонстрируют значительный полиморфизм нуклеотидных последовательностей *cytb*-гаплотипов, кодирующих одинаковую аминокислотную последовательность полипептида.

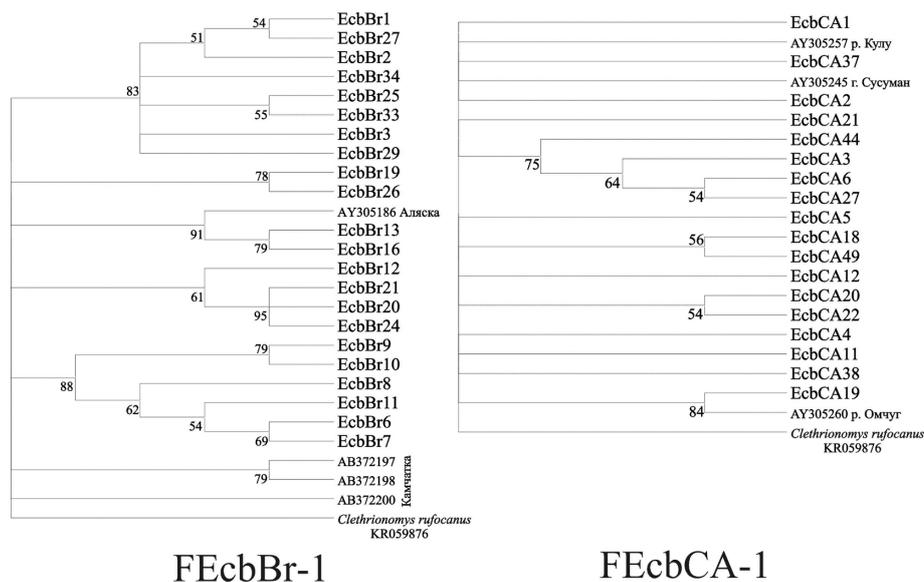


Рис. 2. Филогенетические отношения *cytb*-гаплотипов, кодирующих изоформы FEcbCA-1 и FEcbBr-1

Фермент *cytb* – ключевое звено клеточного дыхания и его строение строго детерминировано действием стабилизирующего отбора, который отсекает все формы полипептида, значительно понижающие функциональную эффективность энзима. Анализ замен, проведенный с помощью TreeSAAP и методов Снита, Бачинского и Грэнтсема, достоверно подтверждает консервативный тип аминокислотных замен. По-видимому, взаимодействие высокой мутабельности мтДНК и стабилизирующего отбора сформировали гено- и фенотип полипептида *cytb* *A. oeconomus* Северо-Востока России и Аляски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Переверзева В. В. и др. Изменчивость гена цитохрома *b* мтДНК полевки-экономки (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776) Северного Охотоморья // Успехи современной биологии. 2022. Т. 142, № 1. С. 90–104. DOI: 10.31857/S0042132422010057.
2. Переверзева В. В. и др. Изменчивость гена цитохрома *b* мтДНК полевки-экономки (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776) Северо-Восточной Азии и Аляски // Успехи современной биологии. 2023. Т. 143, № 2. С. 149–164. DOI: 10.31857/S0042132423020084.
3. Бутвиловский А. В. и др. Основные методы молекулярной эволюции / Под общ. ред. проф. Е. В. Барковского. Мн. : Белпринт, 2009. 216 с.

ПАРАЗИТОФАУНА СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* L., 1758 р. ВЯТКА*Н. Г. Петренко¹, А. Е. Жохов²*¹Пермский филиал ВНИРО (ПермНИРО), Пермь; e-mail: petrenko@perm.vniro.ru²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок;
e-mail: zhokhov@ibiv.ru**PARASITEFAUNA OF STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* L., 1758
OF THE VYATKA RIVER***N. G. Petrenko¹, A. E. Zhokhov²*¹Perm branch of the Federal State Budget Scientific Institution Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography (PermNIRO), Perm; e-mail: petrenko@perm.vniro.ru²Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok;
e-mail: zhokhov@ibiv.ru

The parasitic fauna of the sterlet *Acipenser ruthenus* (24 specimens) of the Vyatka River (a tributary of the Kama River) was studied. The material was collected in 2015–2016. The average length of the fish was 41.2 cm. Eight species of parasites were found: *Polypodium hydriforme*, *Diclybothrium armatum*, *Skrjabinopsolus* sp., *Ichthiocotylurus* sp., *Amphilina foliacea*, *Hysterothylacium bidentatum*, *Acipenserobdella volgensis*, *Piscicola geometra*.

Стерлядь – один из древнейших представителей отряда лучеперых рыб. Верхневолжская стерлядь представлена несколькими популяциями; некоторые из них (Мологская, Шекснинская) утратили свое промысловое значение и близки к исчезновению. Паразитофауна этих древних рыб уникальна и обусловлена наличием узкоспецифичных таксонов высокого уровня. В бас. р. Волга разнообразие паразитов у стерляди изучали только в некоторых районах, относящихся к Средней и Нижней Волге. Есть информация о паразитах стерляди из р. Кама [1, 2]. Популяция стерляди р. Вятка (приток р. Кама) находится в относительно благополучном состоянии, разрешен промысловый и любительский лов. Паразитофауну стерляди этой реки изучала М. А. Гревцева [3].

Рыбы пойманы плавными донными сетями в р. Вятке у с. Шурма (Уржумский район Кировской области) в мае 2015 и 2016 г. Исследованы половозрелые рыбы (24 экз.) длиной тела (L_{fork}) в среднем 41.2 см (27–60 см). На присутствие паразитов просматривали поверхность тела, жабры, полость тела, желудочно-кишечный тракт, яичники.

В 2015–2016 гг. мы нашли у стерляди восемь видов паразитов (см. таблицу), среди которых самыми многочисленными были *Skrjabinopsolus* sp. и *Diclybothrium armatum*.

С 1968 по 1974 г. М. А. Гревцева [3] обнаружила у стерляди в р. Вятке семь видов паразитов (*D. armatum*, *Acrolichanus auriculatum*, *Diplostomum spathaceum*, *H. bidentatum*, *Thominx tuberculata*, *Cyctoopsis acipenseris*, *Leptorhynchoides plagicephalus*). Общими видами за оба периода исследова-

Паразиты стерляди р. Вятка (по данным за 2015–2016 гг.)

Вид паразита	Экстенсивность инвазии, %	Индекс обилия	Интенсивность инвазии	Локализация
<i>Polypodium hydriforme</i>	16.7	1.25	1–17	Яичник
<i>Diclybothrium armatum</i>	50.0	5.63	1–42	Жабры
<i>Skrjabinopsolus</i> sp.	62.5	4.1	1–26	Кишечник
<i>Ichthiocotylurus</i> sp.	4.2	0.7	16	Поверхность сердца, почек
<i>Amphilina foliacea</i>	8.3	0.13	1–2	Полость тела
<i>Hysterothylacium bidentatum</i>	4.2	11.3	271	Пищевод
<i>Acipenserobdella volgensis</i>	12.5	0.17	1–2	Жабры, наружные покровы
<i>Piscicola geometra</i>	16.7	0.88	1–10	—«»—

ний были *D. armatum* и *H. bidentatum*. Более раннее изучение паразитофауны стерляди в р. Каме [4–8] выявило шесть видов паразитов (*P. hydriforme*, *D. armatum*, *A. auriculatum*, *A. foliacea*, *H. bidentatum*, *C. acipenseris*), среди которых четыре были общими с современным видовым составом. Таким образом, всего у стерляди Камско-Вятской популяции зарегистрированы 13 видов паразитов. За почти 80 лет наблюдений у стерляди из р. Вятка сохранилось «ядро» специфичных видов паразитов (*P. hydriforme*, *D. armatum*, *A. foliacea*, *H. bidentatum*). В 2015–2016 гг. мы не нашли таких специфичных паразитов как скребень *L. plagicephalus*, трематода *A. auriculatum* и нематоды *T. tuberculata* и *C. acipenseris* (последнего целенаправленно не искали, возможно, он сохранился), но обнаружили трематоду *Skryabinopsolus* sp. – вид, который раньше здесь не встречался. Дальнейшие исследования покажут, насколько стабилен видовой состав специфичных паразитов стерляди в реке, сохранившей естественный гидрологический режим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меньшиков М. И. К вопросу о миграциях камской стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) // Уч. зап. Пермского гос. ун-та. 1940. Т. 4. Вып. 1. С. 76–93.
2. Костарев Г. С. Паразиты и болезни рыб бассейна Средней Камы (в условиях загрязнения). Пермь : Перм. ун-т, 2003. 194 с.
3. Гревцева М. А. Особенности гельминтофауны стерляди реки Вятки // Тр. Киров. с.-х. ин-та. 1974. Т. 27. С. 45–49.
4. Меньшиков М. И., Букирев А. И. Рыбы и рыболовство верховьев Камы // Тр. Пермского биол. науч.-исслед. ин-та при Пермском ун-те. 1934. Т. 6. Вып. 1–2.
5. Захваткин В. А. Материалы по фауне паразитов р. Камы // Уч. зап. Перм. гос. ун-та. 1935. Т. 1. Вып. 1. С. 138–162.
6. Захваткин В. А. Паразитофауна рыб р. Камы. Ч. 1 // Уч. зап. Перм. гос. ун-та. 1936. Т. 2. Вып. 3. С. 175–199.
7. Пробатов А. Н. К изучению биологии камской стерляди // Изв. биол. науч.-исслед. ин-та при Пермском ун-те. 1935. Т. 10. Вып. 2. С. 29–41.
8. Саляева Е. В. Изучение паразита икры осетровых, его биология и эпизоотологическое значение // Всесоюзное совещание по болезням рыб (Ленинград, 22–27 марта 1957 г.) : тезисы докладов. М.; Л. : АН СССР, 1957. С. 93.

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ о. ВРАНГЕЛЯ КАК ФИТОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕПЕРЫ

В. В. Петровский¹, И. Н. Поспелов², С. В. Чиненко¹

¹Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург;
e-mail: petrovsky@binran.ru; chinenko@binran.ru

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: pleuropogon@gmail.com

VASCULAR PLANTS OF THE WRANGEL ISLAND FLORA AS PHYTOGEOGRAPHICAL MARKERS

V. V. Petrovsky¹, I. N. Pospelov², S. V. Chinenko¹

¹V. L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg;
e-mail: petrovsky@binran.ru; chinenko@binran.ru

²A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow;
e-mail: pleuropogon@gmail.com

On the example of ca. 40 vascular plant species and subspecies of the Wrangel Island flora the idea of phytogeographical markers is illustrated. Such markers can be represented by individual plant taxa, their complexes or communities which are attached to the distinct territory and contain certain biological, ecological and historical information. The reviewed taxa can be assigned to three marker groups: 1) of cryoarid climate periods, 2) of thermic maximums periods, 3) of maximal mountain-valley glaciations periods. The possibility of use of marker taxa for plant cover of dried arctic shelf reconstruction is shown.

Растительный покров любой территории может быть представлен как совокупность фитогеографических реперов – ботанических объектов с фиксированными географическими координатами, несущих конкретную биологическую, экологическую и историческую информацию. Такими реперами являются все привязанные к территории растительные таксоны, сообщества, комплексы видов и подвидов. В данной работе в качестве реперов рассматриваются отдельные виды и подвиды, нахождение которых в конкретных точках:

индицирует форму и границы современного ареала, уточняет контур исторического ареала, что позволяет составить представление об условиях среды, в которой могли происходить миграции таксона, а также реконструировать возможные пути миграций;

доставляет информацию об экологии таксона в данной точке, пополняет сведения о широте его экологического диапазона, состоянии местной популяции вида, современной экологической обстановке на конкретной территории;

дает возможность прогнозировать существование еще не выявленных популяций в других географических пунктах и организовать их целенаправленные поиски.

Проведение подобных реконструкций актуально для островов и побережий Полярного бассейна, природа которых претерпела грандиозные изменения во время оледенений и морских трансгрессий. Особенности географического положения, ландшафтов и истории о. Врангеля делают его флору одним из самых подходящих объектов для такого анализа. На острове сохранился самый крупный в Арктике комплекс видов растений, населявших пространства осушавшегося арктического шельфа до наступления последней морской трансгрессии в сибирско-американском секторе Полярного бассейна. Многие виды сохранились на о. Врангеля в виде изолированных популяций, которые являются ценными природными памятниками прошлых эпох, способствующими изучению эволюции арктической биоты.

В качестве таксонов-фитогеографических реперов следует рассматривать:

виды с фрагментированным ареалом. Реконструкция их исторических ареалов доставляет информацию о формировании растительного покрова прошлых эпох. Многие виды, имеющие изолиро-

ванные местонахождения на арктических островах и побережьях, – реликты периодов осушения арктического шельфа, на котором происходили процессы видообразования, формирования растительных сообществ и интенсивных миграций. На самом острове в настоящее время популяции таких таксонов могут находиться в благоприятных условиях и играть существенную роль в биоценозах, тогда как в других частях ареала их локальные популяции могут быть в состоянии депрессии или деградации. В отдельных случаях информация о распространении видов с прерывистыми ареалами может стать основой для прогнозирования возможных новых местонахождений редких таксонов в других регионах;

виды, находящиеся на границе ареала, – могут показывать флористические связи территории и направление миграций;

эндемики и субэндемики – как правило, индикаторы формообразовательных процессов, происходящих и происходивших в данном районе;

редкие на рассматриваемой территории виды. Некоторые виды имеют низкую встречаемость из-за отсутствия подходящих экотопов, и реперная роль их местонахождений исчерпывается свидетельством о характере ареалов и экологических пределах выживаемости. Предметом более пристального внимания избраны таксоны, присутствие которых указывает на исторические связи флоры острова с флористическими комплексами прошлых эпох;

виды, связанные со специфическими местообитаниями, которые сохранились с прошлых времен, когда оптимальные для их популяций условия были шире распространены на рассматриваемой территории.

Учитывая экологию и современные ареалы таксонов, можно выделить несколько групп видов-реперов, формирование и расселение которых на осушавшихся территориях арктического шельфа могло происходить при разных климатических условиях. Наиболее крупные группы:

1. Виды-реперы криоаридных климатических периодов. Например, почти циркумполярные *Poa abbreviata*, *Festuca baffinensis*, *Carex hepburnii*, *Minuartia rossii*, *Papaver polare*, *Taraxacum phytomatocarpum* и преимущественно американские *Poa hartzii*, *Elymus hyperarcticus*, *Gastrolychnis triflora*, *Braya pilosa*, *Lesquerella arctica*, *Artemisia richardsoniana*, произрастающие на острове, – свидетельство того, что популяции этих видов могли развиваться и мигрировать на пространствах осушавшегося шельфа в условиях, близких к современной экологической обстановке на о. Врангеля.

2. Виды-реперы периодов термических максимумов. В это время климат мог во многих элементах напоминать современный климат тундровых районов Западной Чукотки, Северной Якутии и Центрального Таймыра. Об этом свидетельствуют сохранившиеся на острове популяции бореальных и бореально-степных видов: *Hierochloa glabra*, *Eleocharis acicularis*, *Carex duriuscula*, *C. obtusata*, *Allium schoenoprasum*, *Eremogone capillaris*, *Cerastium arvense*, *Silene repens*, *Pulsatilla multifida*, *Papaver nudicaule*, *Pyrola rotundifolia*, *Ortilia obtusata*, *Aster alpinus* и др. В сырых депрессиях шельфовых равнин, речных долин и приморских террас могли расселяться популяции *Arctophila fulva*, *Dupontia fisheri*, *Pleuropogon sabinei*, *Batrachium eradatum*, *Ranunculus pallasii*, *R. spitsbergensis*, *Pedicularis albolabiata*. На дренированных пойменных террасах рек и ручьев были обычны заросли кустарниковых ив *Salix lanata*, *S. pulchra*. Локальные популяции перечисленных таксонов на острове в настоящее время малочисленны из-за небольшого количества благоприятных экотопов и их незначительной площади. Но на обширных осушавшихся пространствах от Таймыра на западе до Аляски на востоке площадь таких экотопов могла занимать сотни и тысячи квадратных километров.

3. Виды-реперы периода максимума горно-долинных оледенений на Берингийском мосте суши, когда большое количество зимних осадков накапливалось в районах с горным или холмистым рельефом. Их присутствие на острове и на соседствующих с шельфом материковых территориях дает основание предполагать разнонаправленные миграции. Островные популяции таких хионофильных видов, как *Phippisia algida*, *Carex membranacea*, *C. scirpoidea*, *Claytoniella vassilievii*, *Stellaria umbellata*, *Gastrolychnis attenuata*, *Papaver chionophilum*, *P. paucistaminum*, *Cardamine purpurea*, *Oxytropis mertensiana*, *O. umbellata*, *Gentiana arctophila*, многочисленны, большинство из них имеют нормальную жизненность. Возможно, их исторические ареалы охватывали значительные территории на осушавшемся шельфе.

Рассмотренные виды иллюстрируют значимость флоры о. Врангеля в реконструкции картины эволюции арктической биоты. Их характеристики содержат информацию, позволяющую оценить реперную роль каждого таксона, а также степень риска утраты некоторых популяций. Даже при запоевном статусе реально сохранить уникальные объекты растительного мира на острове можно лишь при регулярном поиске и максимальном учете реликтовых популяций.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОРСКИХ КОЛОНИАЛЬНЫХ ПТИЦ НА КОМАНДОРСКИХ ОСТРОВАХ

Д. В. Пилипенко

Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово;
e-mail: pilipenko.dv@mail.ru

CURRENT STATE OF COLONIAL SEA BIRDS ON THE COMMANDER ISLANDS

D. V. Pilipenko

Federal state budgetary institution «Kronotsky state nature biosphere reserve», Elizovo;
e-mail: pilipenko.dv@mail.ru

19 species of colonial seabirds nest on the Commander Islands, with a total number of more than 550 thousand pairs. On Bering Islands there are more than 234 thousand pairs, on the Medny Islands – about 224 thousand pairs, on the Toporkov Islands – more than 56 thousand pairs and on the Ariy Kamen Islands – about 39 thousand pairs.

В настоящее время на Командорских островах гнездятся 19 видов морских колониальных птиц общей численностью более 550 тыс. пар. Инвентаризацию всех колоний впервые выполнил Ю. Б. Артюхин [1] в конце прошлого столетия и повторно провела Л. А. Зеленская [2] на рубеже веков. Наши исследования охватили период с 2015 по 2023 г.

Берингов *Phalacrocorax pelagicus* и краснолицый *Phalacrocorax urile* бакланы обычные виды, гнездящиеся на всех островах архипелага. Численность подвержена значительным колебаниям, что было отмечено и во время наших исследований. В 2017 г. на о. Медный учтены в общей сложности 2119 пар краснолицего баклана, причем более 800 пар – в двух колониях. В следующие два года одна из них исчезла, а во второй численность сократилась, до 200 пар. Подобная ситуация отмечена и на о. Арий Камень, где в 2016 г. гнездились 240 пар, а в 2018 г. только 3. На о. Топорков в 2016 г. учтены 223 пары, а в 2019 г. – ни одной. В северной части о. Беринга (на м. Северо-Западный) в 2016 г. учтены 40 пар; а после, вплоть до 2023 г., краснолицего баклана здесь уже не было. Таким образом, после 2017 г. численность размножающихся птиц значительно сократилась. В последние годы в некоторых местах она начала восстанавливаться. Например, на о. Арий Камень в 2021–2023 гг. учтены, соответственно, 237, 210 и 153 пары. У берингова баклана ситуация похожая. На о. Медный общая численность, по сравнению с концом прошлого века, сократилась почти в 4 раза, но проследить динамику нам не удалось; в отличие от о. Беринга, где после спада в 2018–2019 гг. она начала восстанавливаться, так же как и на о. Арий Камень. Причем снижение численности этого вида произошло после 2016 г., что показали учеты, проведенные вдоль западного побережья о. Беринга в 2015 г. и полное обследование острова в 2018 г. Так, на юго-западном побережье гнездящихся пар в 1986 г. было 1021, в 1993 г. – 972, в 1999 г. – 1002, в 2015 г. – 1013, а в 2018 г. лишь 690. Это подтверждают и учеты на о. Арий Камень, где на рубеже столетий учитывали более 200 пар, в 2016 г. – 185, а в 2018 г. только 3. Однако в 2021 г. здесь уже гнездились 183 пары. В конце прошлого века численность краснолицего баклана оценивалась в 834 пары, а берингова баклана – в 3100 пар. Сейчас численность каждого вида около 2000 пар; т. е. можно говорить о том, что у первого вида она увеличилась, а у второго уменьшилась.

Тихоокеанская чайка *Larus schistisagus* – редкий вид. Известны одиночные, как правило, смешанные пары в колониях серокрылых чаек *Larus glaucescens* на всех островах архипелага. Оценочная численность тихоокеанской чайки 4–5 пар.

Серокрылая чайка – обычный вид, гнездование которого отмечено на всех островах; общее количество более 4000 пар, из которых около 3000 пар гнездятся на о. Топорков, 730 – на о. Медный и 130 – на о. Беринга (без учета синантропной группировки в с. Никольское). На о. Арий Камень за последние годы численность серокрылой чайки уменьшилась с 455 до 265 пар, причем на уровне

500 пар она держалась с 1989 г. По сравнению с прошлым веком, общая численность вида сократилась более чем на 1000 пар, преимущественно за счет основной группировки на о. Топорков. На о. Медный она увеличилась, на о. Беринга – осталась стабильной, а с учетом синантропной группировки с. Никольское стала больше, но эти птицы, вероятно, переместились сюда с о. Топорков.

Моевка *Rissa tridactyla* и красноногая говорушка *Rissa brevirostris* – многочисленные виды численностью, соответственно, более 29 тыс. и около 23 тыс. пар (на о. Беринга – более 16 тыс. и около 22 тыс. пар; на о. Медный – более 10 тыс. и 527 пар; на о. Арий Камень – 1670 и 364 пары и на о. Топорков – до 13 и 8 пар). По сравнению с концом прошлого века, состояние моевки в целом сохранилось прежнее (численность в то время оценивалась в 30,9 тыс. пар), при снижении количества птиц на островах Беринга и Топорков и увеличении на островах Медный и Арий Камень. Для говорушки ситуация иная. На о. Беринга отмечен рост численности, на островах Медный и Арий Камень она стабильно низкая, а на о. Топорков этот вид пока не смог прочно закрепиться.

Оба вида кайр относятся к категории многочисленных и гнездятся на всех островах, за исключением о. Топорков. Общая численность тонкоклювой кайры *Uria aalge* около 104 тыс. ос., из которых более 50 тыс. ос. гнездятся на о. Медный, более 26 тыс. ос. – на о. Беринга и около 27 тыс. ос. – на о. Арий Камень. Суммарная численность толстоклювой кайры *Uria lomvia* около 127 тыс. ос. (более 92 тыс. ос. на о. Беринга, около 33 тыс. ос. на о. Медный и около 1,5 тыс. ос. на о. Арий Камень). По сравнению с концом прошлого века, численность у обоих видов увеличилась.

Тихоокеанского чистика *Cephus Columba* – обычного на архипелаге вида, учтено около 1,8 тыс. ос.: чуть более 1 тыс. ос. на о. Беринга, около 600 ос. на о. Медном, 100–150 ос. на о. Топорков и до 6 ос. на о. Арий Камень. У этого вида численность практически не изменилась, за исключением о. Топорков, где отмечено ее снижение.

Большая конюга *Aethia cristatella* – малочисленный вид. На о. Медный гнездятся около 20 пар и на о. Арий Камень – около 100 пар. Изменений в состоянии этого вида не выявлено.

Конюга-крошка *Aethia pusilla* – редкий вид, отмеченный только на о. Медный (1–4 пары). Ранее гнездилась только на о. Топорков (35 пар).

Белобрюшка *Cyclorhynchus psittacula* – обычный вид, который гнездится преимущественно на о. Арий Камень (около 1 тыс. пар), еще около 10 пар – на о. Беринга и более 20 пар – на о. Медный. На о. Топорков в 2016 г. учтена 41 особь. В случае с этим видом можно говорить о снижении численности на островах Медный и Топорков.

Ипатка *Fratercula corniculata* – обычный вид численностью более 3 тыс. пар, из которых более 2 тыс. пар гнездятся на о. Беринга, примерно 1,3 тыс. пар – на о. Медный и до 14 пар – на о. Арий Камень. На о. Топорков в последние годы ипатку не отмечали. Для этого вида можно констатировать увеличение численности.

Топорок *Lunda cirrhata* – многочисленный вид. Основная масса птиц гнездится на одноименном острове (по данным учета 2015 г. – около 54 тыс. пар), около 7 тыс. пар – на о. Арий Камень и приблизительно по 1 тыс. пар на островах Беринга и Медный. Численность вида в целом остается стабильной.

Не удалось провести полный учет гнездящихся на островах глупыша *Fulmarus glacialis* – самого массового вида, численность которого в конце прошлого столетия оценивалась в 193,1 тыс. пар, а также северной *Oceanodroma leucorhoa* и сизой *Oceanodroma furcata* качурок, старика *Synthliboramphus antiquus* и малой конюги *Aethia pygmaea*. Однако по результатам отдельных точечных учетов можно предположить, что численность этих видов, за исключением старика, не претерпела каких-либо серьезных изменений в сторону уменьшения, а в некоторых случаях можно даже говорить о ее увеличении. Например, на о. Арий Камень численность глупыша выросла с 30 пар в 2016 г. до 253 пар в 2023 г., а на о. Беринга на побережье между бухтами Кислая Капуста и Толстый мыс – с 50 пар в 1993 г. и 200 пар в 2000 г. до 234 пар в 2016 г.

В целом на о. Беринга, с учетом данных предыдущих исследователей, гнездятся более 234 тыс. пар морских колониальных птиц, на о. Медный – около 224 тыс. пар, на о. Топорков – более 56 тыс. пар и на о. Арий Камень – около 39 тыс. пар. На о. Беринга находятся практически все поселения красноногой говорушки, большая часть толстоклювой кайры, тихоокеанского чистика и ипатки. На о. Медный гнездятся большинство краснолицых бакланов, на о. Топорков – основная часть серокрылых чаек и топорков, а на о. Арий Камень – белобрюшек и больших конюг.

При создании заповедника на Командорских островах одной из задач была охрана морских колониальных птиц, в первую очередь мест их гнездования. Как видно из вышеизложенного, состояние этой группы довольно стабильно, в значительной мере благодаря расположению большинства

колоний в заповедном ядре ООПТ, из-за чего доступ к ним строго ограничен. В 2022 г. подписан указ о преобразовании заповедника в национальный парк. Согласно проекту положения о национальном парке, площадь заповедной зоны на о. Беринга планируют сократить приблизительно на 30%. По восточному побережью она будет начинаться к югу от устья р. Озерная, а по западному – к югу от м. Большой Непропуск. Единственное место в России, где гнездится красноногая говорушка – вид, занесенный в Красные книги РФ и Камчатского края, – это Командорские острова; причем 96% птиц всей популяции обитают на о. Беринга. При планируемом изменении границ почти 12 тыс. пар из около 22 тыс., гнездящихся на этом острове (по итогам учета в 2018 г.), будут выведены из заповедной зоны, т. е. 53% беринговской популяции и 51% всей командорской. Эти зоны выводятся в первую очередь под развитие туристической деятельности, которая будет реализовываться преимущественно летом в период гнездования птиц. Очевидно, что в свете грядущих изменений туристы неизбежно будут массово посещать колонии говорушек, что крайне нежелательно для птиц. С учетом низкого репродуктивного потенциала этого вида (по последним данным с о. Арий Камень, успех размножения всего 0,2–0,3 птенца на пару) планируемые изменения могут привести к негативным последствиям. Во избежание этого, на наш взгляд, границы заповедного ядра на восточном побережье о. Беринга должны оставаться прежними, а на западной возможен их сдвиг на юг, до начала скальников в южной части бух. Лисинской, что позволит оставить под постоянной охраной важные гнездовья этого редкого узкоареального вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артюхин Ю. Б.* Кадастр колоний морских птиц Командорских островов // Биология и охрана птиц Камчатки. М. : Диалог МГУ, 1999. Вып. 1. С. 25–35, 139–144.
2. *Зеленская Л. А.* Распределение и численность морских колониальных птиц на Командорских островах в 1999–2000 гг. // Биология и охрана птиц Камчатки. М. : Диалог МГУ, 2001. Вып. 3. С. 64–71.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.216.218

**СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ЧАСТОТ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ
ДЛЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕРКИ (*Oncorhynchus nerka*)
ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ П-ОВА КАМЧАТКА**

**О. А. Пильганчук¹, У. О. Муравская¹, М. В. Крупенёва¹, В. В. Савенков¹, Е. А. Бугаева¹,
А. Д. Денисенко¹, Д. А. Зеленина², О. В. Зикунова¹, Н. Ю. Шпигальская¹**

¹Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: o.pilganchuk@kamniro.vniro.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва

**CREATION OF THE MICROSATELLITE LOCI FREQUENCIES DATABASE
FOR POPULATION STUDIES OF SOCKEYE SALMON (*Oncorhynchus nerka*)
ON THE WEST COAST OF THE KAMCHATKA PENINSULA**

**O. A. Pilganchuk¹, U. O. Muravskaya¹, M. V. Krupenyova¹, V. V. Savenkov¹, E. A. Bugayeva¹,
A. D. Denisenko¹, D. A. Zelenina², O. V. Zikunova¹, N. Yu. Shpigalskaya¹**

¹Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky;
e-mail: o.pilganchuk@kamniro.vniro.ru

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow

A database of nuclear DNA microsatellite loci frequencies was created to answer the questions on the origin of sockeye salmon in mixed catches from coastal waters off the west coast of Kamchatka in order to prepare materials to justify predicted catches and to describe prespawning migration routes. To date, we have studied allelic variability of eight seal microsatellite loci (*Ots107*, *Oki1a*, *Oki1b*, *One104*, *One109*, *OtsG68*, *Oki6*, *Omm1037*) in 23 samples (1052 specimens). The probability of identification of sockeye salmon from the Ozernaya River in mixed aggregations (catches of sea trap nets) according to the results of simulation analysis performed in ONCOR program was found to be 96%.

Нерка *Oncorhynchus nerka* – важный промысловый вид тихоокеанских лососей и наряду с этим один из наиболее интересных объектов исследования генетического разнообразия. У нее сложная популяционно-генетическая структура. Самое крупное в Азии стадо нерки воспроизводится на юго-западе Камчатского полуострова в оз. Курильское (бас. р. Озерная) и является важным ресурсом для хозяйственной жизни полуострова. Некоторые исследователи считают, что часть половозрелой нерки стада р. Озерная во время преднерестовой миграции перемещается на большие расстояния (до 200–300 км) на север вдоль западного побережья Камчатки [1, 2]. Соответственно, она может облавливаться ставными неводами вдоль побережья от устья р. Большая Воровская и до р. Озерная [3].

Определение доли нерки р. Озерная в смешанных уловах морскими ставными неводами, установленными севернее устья реки, необходимо для повышения точности прогнозирования численности подходов и характеристики миграционного потока в прибрежье.

Целью настоящей работы – создание базы данных частот микросателлитных локусов ядерной ДНК для идентификации нерки р. Озерная в смешанных скоплениях морских ставных неводов, находящихся в водах западного побережья п-ова Камчатка.

В работе представлена база данных нерки из рек Западной Камчатки. В настоящее время она состоит из 23 выборок, общим объемом 1052 экз. (см. таблицу). В качестве маркеров использовали восемь микросателлитных локусов: *Oki1a*, *Oki1b*, *Oki6* [4], *Ots107* [5], *OtsG68* [6], *One104*, *One109* [7], *Omm1037* [8].

В ходе SSR-анализа для восьми локусов был идентифицирован 81 аллель. В отдельных локусах встречались от 5 (*Oki1a*) до 25 (*One104*) аллелей. В проанализированных выборках все локусы

полиморфны. Оценки ожидаемой гетерозиготности (H_e) изменялись от 0.236 до 0.912. Небольшой недостаток гетерозигот отмечен для локусов *Oki1a*, *Oki1b* и *OtsG68* ($f = 0.089, 0.059$ и 0.071 соответственно). Индекс полиморфизма (PIC) колебался от 0.230 (*Ots107*) до 0.904 (*One104*). В среднем он составлял 0.511, что подтверждает значимую информативность микросателлитов, отобранных для проведения исследования.

Кластерный анализ с использованием хордовых генетических дистанций Кавалли-Сфорца и Эдвардса позволил выделить пять групп популяций: бас. р. Озерная; популяции речной (реофильной формы) бас. рр. Большая, Голыгина, Опала, Кихчик, Пымта; популяция оз. Начикинское (позднего времени хода); бас. р. Палана; оз. Начикинское (раннего времени хода). Иерархический анализ молекулярной вариации (AMOVA) для пяти выделенных групп показал, что наибольшая часть молекулярного разнообразия (96.83%) приходится на внутривидовую компоненту, доля межгрупповой компоненты составила 3.50%, что значительно превосходит дисперсию между выборками внутри групп (0.66%). С помощью программы ONCOR [9] был проведен симуляционный анализ для оценки эффективности созданной базы. Точность популяционной идентификации нерки р. Озерная 96%.

Характеристика материала, отобранного для исследования нерки западного побережья Камчатки по восьми микросателлитным локусам

№	Место сбора	Дата	Условное обозначение	Объем выборки, экз.
1	р. Озерная Там же —«»— —«»—	13.07.2011	OZER1	50
2		22.07.2011	OZER2	50
3		02.08.2011	OZER3	50
4		16.08.2011	OZER4	50
5	р. Выченкия	24.07.2015	VYCH1	48
6	р. Хакыцин	24.07.2015	KHAK1	48
7	р. Выченкия	19.09.2015	VYCH2	48
8	р. Хакыцин	19.09.2015	KHAK2	48
9	р. Голыгина	Июль 2002	GOLYG	48
10	р. Опала	25.07–25.08.2021	OPALA	48
11	р. Плотникова р. Ключевка р. Быстрая р. Большая р. Быстрая оз. Начикинское Там же —«»— —«»—	01–11.08.2005	PLOT	31
12		Май 2018	MALKI	48
13		11–20.08.2005	BYSTR1	48
14		28.07.2010	BOLH	48
15		21.08.2020	BYSTR2	48
16		04.09.2020	NACH3	48
17		21.09.2011	NACH4	30
18		08.07.2010	NACH1	30
19		10.08.2020	NACH2	48
20	р. Кихчик	21–23.07.2015	KICH	48
21	р. Пымта	23.07.2022	PYMTA	48
22	р. Палана	09.07.2014	PALANR	48
23	оз. Паланское	02.08.2016	PALANL	41
Всего:				1052

Таким образом, проведенный комплексный анализ позволяет с высокой степенью достоверности (96 %) выделять в смешанных скоплениях (уловах морскими ставными неводами) западного побережья Камчатки особей нерки, принадлежащих стаду р. Озерная.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев В. Ф. Азиатская нерка: (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М. : Колос, 1995. 464 с.
2. Коновалов С. М. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Л. : Наука, ЛО, 1971. 229 с.

3. Дубынин В. А., Бугаев В. Ф., Шевляков Е. А. О возможном прилове морскими ставными неводами в районе второстепенных рек Западной Камчатки нерки, не принадлежащей стадам этих рек // Известия ТИНРО. 2007. Т. 149. С. 226–241.

4. Smith C. T., Koop B. F., Nelson R. J. Isolation and characterization of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) microsatellites and their use in other salmonids // Mol. Ecol. 1998. Vol. 7, No. 11. P. 1613–1621.

5. Nelson R. J., Beacham T. D. Isolation and cross species amplification of microsatellite loci useful for study of Pacific salmon // Animal Genetics. 1999. Vol. 30, No. 3. P. 228–229.

6. Williamson K. S., Cordes J. F., May B. Characterization of microsatellite loci in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and cross-species amplification in other salmonids // Mol. Ecol. Notes. 2002. Vol. 2. P. 17–19.

7. Rexroad III C. E. et al. Development of rainbow trout microsatellite markers from repeat enriched libraries // Mar. Biotechnol. 2002. Vol. 4, No. 1. P. 12–16.

8. Olsen J. B., Bentzen P., Seeb J. E. Characterization of seven microsatellite loci derived from pink salmon // Mol. Ecol. 1998. Vol. 7, No. 8. P. 1083–1090.

9. Anderson E. C., Waples R. S., Kalinowski S. T. An improved method for predicting the accuracy of genetic stock identification // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2007. Vol. 65. P. 1475–1486.

**СТАТУС ДВУРОГИХ БЫЧКОВ *ENOPHRYS DICERAUS* (Cottidae)
ИЗ ЯПОНСКОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Е. А. Поезжалова-Чегодаева

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: zoarces@mail.ru

**STATUS OF ANTLERED SCULPINS *ENOPHRYS DICERAUS* (Cottidae)
FROM THE SEA OF JAPAN BASED ON MORPHOLOGICAL DATA**

E. A. Poezhalova-Chegodaveva

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan; e-mail: zoarces@mail.ru

A comparative morphological analysis of antlered sculpins *Enophrys diceraus* (Cottidae) from the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk is presented. Fish differ significantly in a number of features: body coloration, proportions of the head, body and fins, shape and size of the lachrymal and a number of other features. Based on the data obtained, it is assumed that the fish from the Sea of Japan belong to the previously described species – *E. namiyei*.

По литературным данным, двурогий бычок *Enophrys diceraus* (Pallas, 1787) обитает как в Японском, так и в Охотском морях [1–3]. Недавние молекулярно-генетические исследования вида из этих морей показали существенные различия между выборками, соответствующие уровню межвидовой генетической изменчивости [3].

Цель работы – проведение сравнительного морфологического анализа *E. diceraus* из Японского и Охотского морей для выявления таксономического статуса этих рыб из Японского моря.

Были исследованы 25 двурогих бычков из бух. Аякс (Японское море), 38 – из Тауйской губы (Охотское море). Для первого и второго спинных, анального, хвостового, грудного и брюшного плавников, соответственно, использованы следующие обозначения: *D1*, *D2*, *A*, *C*, *P*, *V*.

Сравнительный морфологический анализ рыб из двух значительно удаленных районов показал, что бычки различаются комплексом особенностей: внешней окраской, большинством пластических, некоторыми меристическими и другими признаками (см. таблицу).

В качестве таксономически значимых для *E. diceraus* принято использовать следующие признаки: наличие предкрышечного шипа, длина которого равна или больше расстояния от заднего края орбиты до заднего края затылочного гребня (межглазничное расстояние в среднем укладывается 5.7 раза в длине головы); а также длинных, сильно выраженных пальцевидных отростков *lacrimal*, выступающих над верхней челюстью др. [2].

Бычки из Японского моря значительно отличались по вышеперечисленным признакам: длина шипа сильно варьировала и у 34.8% просмотренных особей была меньше расстояния от заднего края орбиты до заднего края затылочного гребня (межглазничное расстояние было больше, чем указанное ранее для *E. diceraus*, и укладывалось в среднем лишь 4.5 раза в длине головы), выросты *lacrimal* у япономорских бычков были короче и примыкали к верхней челюсти.

Бычки из исследуемой выборки, в отличие от охотоморских, имели более темную, контрастную окраску тела и плавников: голова, верхняя часть тела и *D1* (особенно у самцов) темные, почти черные; участок тела над *A* светлый, без каких либо пятен. У рыб из второй выборки окраска яркая, пятнистая; первый спинной плавник светлый, пространство над *A* темное со светлыми пятнами.

Самцы различались формой и размерами *D1*: у япономорских бычков он особенной формы – длина 1-го луча составляет 56% от длины самого высокого луча, далее профиль плавника резко опускается, кожные складки между самыми высокими лучами доходят лишь до их середины; у рыб из Охотского моря профиль *D1* более плавный, длина 1-го луча составляет 66.9% от длины самого высокого луча, кожная складка на самых длинных лучах доходит до 78% длины лучей.

Двурогие бычки также характеризовались разной формой и размерами брюшных плавников: у япономорских рыб длины внутреннего и следующего за ним луча одинаковые, а свободные концы лучей почти полностью отсутствуют; у охотоморских – внутренний луч *V* более короткий, чем следующий, а свободные концы лучей тонкие и удлиненные.

Морфологические признаки, дифференцирующие особей двурогого бычка *Enophrys diceraus* из Японского и Охотского морей

Признак	Японское море	Охотское море
Заглазничные бугры	Имеются у 69% особей	Встречаются редко, только у неполовозрелых особей
Дополнительные затылочные бугры	Имеются всегда, хорошо развиты	Есть у 20% особей, развиты слабо
Отношение верхней и нижней челюстей	Нижняя челюсть выступает над верхней	Верхняя челюсть выступает над нижней
Крайние лучи <i>A</i> у самцов	Не доходят до основания <i>C</i> у 38.4% особей	Далеко заходят за основание <i>C</i>
Отростки <i>lacrimalis</i>	Короткие, нижние края опущены, прилегают к верхней челюсти	Удлиненные, расположены параллельно рту, не прилегают к верхней челюсти
Передний край рыла	Выпуклый	Сплюснутый
Длина внутреннего луча <i>V</i>	Равна длине среднего луча	Короче длины среднего луча
Свободные концы лучей <i>V</i>	Толстые, короткие	Тонкие, удлиненные
Длина <i>V</i> у самцов	У всех самцов не доходят до анального отверстия на расстояние, равное диаметру глаза	У 50% самцов не достигают анального отверстия на расстояние, равное ½ диаметра глаза; у остальных 50% самцов доходят до анального отверстия
Окраска тела над <i>A</i>	Светлая	Темная, со светлыми пятнами
<i>D1</i> у самцов	Черный	Светлый, с темными пятнами
Пластические признаки, % от <i>SL</i>		
Межглазничное расстояние	6.7–10.9 (8.5)	5.4–9.3 (6.9)
Длина верхнего предкрышечного шипа	13.2–19.0 (16.5)	15.0–25.7 (20.2)
Расстояние от заднего края орбиты до заднего края затылочного гребня	14.4–18.0 (15.7)	13.2–20.9 (18.0)
Наибольшая высота <i>D1</i>	13.9–30.9 (23.5)	11.2–21.3 (15.3)
Высота тела у начала <i>D1</i>	20.1–29.0 (25.3)	20.0–28.6 (23.3)
Длина грудных плавников	22.4–32.1 (28.0)	27.1–39.2 (32.7)
Длина брюшных плавников	11.7–20.0 (16.3)	14.1–23.3 (18.8)
Меристические признаки		
Число лучей <i>D2</i>	12–14 (13.0)	13–15 (14.0)
Число лучей <i>P</i>	17–18 (17.8)	16–17 (16.9)
Число отростков предкрышечного шипа	4–9 (6.8)	1–9 (4.8)

Примечание. В скобках дано среднее значение показателя.

Таким образом, проведенный анализ показал значительную дифференциацию бычков из Японского и Охотского морей по морфологическим признакам, что согласуется с выводами молекулярно-генетических исследований [3]. По морфологическим признакам и особенностям окраски экземпляры из Японского моря более всего соответствуют описанию *Enophrys namiyei* [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Неглов А. В. Сейсмодатированная система и классификация керчаковых рыб: (Cottidae: Muoxocephalinae, Artediellinae). Л. : Наука, ЛО, 1979. 208 с.
2. Sandercock F. K., Wilimovsky N. J. Revision of the cottid genus *Enophrys* // Copeia. 1968. Vol. 4. P. 832–853.
3. Морева И. Н. и др. Молекулярно-генетический и кариологический анализ двурогих бычков группы *Enophrys diceraus* (Cottidae) // Генетика. 2017. Т. 53, № 9. С. 1086–1097.
4. Jordan D. S., Starks E. C. A review of the Japanese fishes of the family of Agonidae // Proc. United States Nat. Museum. 1904. No. 27(1365). P. 575–599.

К ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

А. Н. Полежаев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: anpolezhaev@inbox.ru

ON ECOLOGO-PHYTOCENOTIC ANALYSIS OF THE VASCULAR PLANTS FLORA IN THE NORTHERN FAR EAST OF RUSSIA

A. N. Polezhaev

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: anpolezhaev@inbox.ru

The ecological and phytocenotic status of vascular plant species of the regional phytoflora of the North of the Russian Far East was assessed. A high proportion of non-specialized florocenoelements in the phytocenoecological spectrum of the flora was established. The dominant species in the main types of plant communities were determined.

Результаты хорологического анализа флоры сосудистых растений Севера Дальнего Востока России (СДВР) с позиций систематического положения видов, особенностей их морфологии, экологии, распространения опубликованы в [1]. Эколого-фитоценотический анализ выявляет эколого-ценотические предпочтения видов, их связи с различными типами растительных сообществ. В списке флоры сосудистых растений региональной фитоценозы СДВР 2183 вида [2]. Из общего списка исключили виды без точного указания места сбора, чье нахождение сомнительно, а также отмеченные только на антропогенных местообитаниях и натурализовавшиеся заносные. Для эколого-фитоценотического анализа флоры отобраны 1752 вида. Известно, что существование растительного континуума обеспечивается способностью растений адаптироваться к режимам экологических факторов. В процессе развития природной среды и ее трансформации при антропогенном воздействии виды занимают в геопространстве пригодные для обитания экологические ниши. Разнообразие физико-географических условий преимущественно горной территории СДВР предопределяет наличие большого количества ниш, где находят относительно благоприятные условия для совместного существования виды растений разного систематического положения и географического происхождения. Фитоценоэкологический спектр флоры устанавливается, распределяя виды по флороценотипам, характеризующим основные экотопы [3, 4]. Выделение флороцено типов дает представление о количественном распределении флороценоэлементов (групп видов, ценотически связанных с растительными сообществами) и генезисе флоры. Сумма процентов присутствия видов в фитоценоэкологическом спектре флоры всегда выше 100. Чем больше превышение, тем значительнее доля участия в составе флоры неспециализированных флороценоэлементов. Виды анализируемых списков флор сосудистых растений фитоценоз СДВР отнесены к 11 флороценотипам (см. таблицу).

Видов во флорах фитоценоз: региональной – 1752, зональных: тундровой – 1022, лесной – 1591. Сумма процентов присутствия видов в фитоценоэкологическом спектре флор фитоценоз: региональной – 286; зональных: тундровой – 313, лесной – 303. Все это указывает на существенную долю неспециализированных флороценоэлементов во флорах фитоценоз. Например, аналогичный показатель для флоры меловых хребтов центральной части Северного Кавказа составляет 129% [5]. Видов, экологически специализированных, (строго приуроченных только к одному определенному флороцено типу) – 393, или 22% анализируемого списка флоры региональной фитоценозы СДВР.

В экологических нишах популяции видов, сходных по экологическим и ценотическим предпочтениям, образуют группировки, которые распределяются в пространстве неравномерно, но не изолированы друг от друга, а включены в относительно однородные общности (фитоценозы). Распространение растительных общностей коррелирует с зональными, высотными и интерзональными

Фитоценоэкологические спектры флор сосудистых растений фитохорий СДВР

Флороценотип	Фитохория					
	региональная		зональная тундровая		зональная лесная	
	Кол-во видов	%	Кол-во видов	%	Кол-во видов	%
Аллювиофитный	891	51	598	59	864	54
Тундровый	772	44	583	57	710	45
Луговой	766	44	467	46	744	47
Петрофитный	721	41	479	47	684	43
Кустарниковый	449	26	277	27	449	28
Лесной	494	28	262	26	493	31
Водно-болотный	344	20	192	19	350	22
Приморский	188	11	119	12	185	11
Галофитный	166	10	108	11	160	10
Термофитный	144	8	63	6	139	9
Ксерофитный	45	3	28	3	39	3

климатическими градиентами. Основные компоненты фитоценозов региональной фитохоры СДВР – виды сосудистых растений, мохообразных, лишайников. Анализ списков видов из геоботанических описаний фитоценозов показывает, что в них, наряду с характерными ценотипно верными, всегда присутствуют ценотипически (экологически) пластичные виды, способные обитать в разных типах растительных сообществ. Степень тяготения (верности) вида к определенному типу фитоценоза оценивают в баллах [6]. Для распознавания типов растительных сообществ в полевых условиях особое значение имеют виды, количественно преобладающие (доминирующие) в их структурных частях. Пул доминантов в региональной фитохоре СДВР включает 137 видов сосудистых растений (11 – деревья, 21 – кустарники, 26 – кустарнички и полукустарнички, 79 – травы), а также 45 видов мохообразных и 22 вида лишайников.

Для отображения растительного покрова в графических моделях применяют территориальные единицы (фитохоры), размерность которых соответствует масштабу карты. При характеристике подразделений легенд геоботанических карт используют классификации растительности и сведения о доминантных видах.

Хорологический анализ флоры решает прогностическую и инвентаризационную задачи. Списки ядер подзональных флор служат обоснованием для предварительной оценки флористического состава малоизученных территорий, сведения о редких видах и сообществах актуальны в природоохранных целях, а сетчатое картирование фиторазнообразия [7] обеспечивает учет и мониторинг растительных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Полежаев А. Н.* К анализу флоры сосудистых растений Севера Дальнего Востока России // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2024. № 1. С. 54–63.
2. *Полежаев А. Н., Беркутенко А. Н.* Конспект флоры Севера Дальнего Востока России (сосудистые растения). СПб : СИНЭЛ, 2015. 263 с.
3. *Иванов А. Л.* Флора Предкавказья и ее генезис. Ставрополь : Ставроп. гос. ун-т, 1998. 203 с.
4. *Камелин Р. В.* Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л. : Наука, 1973. 355 с.
5. *Рыбалкина Т. С.* Флора передовых меловых хребтов центральной части Северного Кавказа и ее анализ : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2009. 23 с.
6. *Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М. : Наука, 1989. 223 с.
7. *Полежаев А. Н.* К вопросу сетчатого картирования флоры и растительности Севера Дальнего Востока России // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2024. Т. 129. Вып. 2. С. 45–53.

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВОДОЕМОВ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

В. И. Пономарев

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар;
e-mail: ponomarev@ib.komisc.ru

DEVELOPMENT OF THE BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA WATERBODIES FISH COMMUNITIES RESEARCH

V. I. Ponomarev

Institute of Biology of Komi Science Centre of the UrD RAS, Syktyvkar;
e-mail: ponomarev@ib.komisc.ru

The most of the Bolshezemelskaya tundra waterbodies fish communities remain unstudied. For the first time we obtained data on the diversity and structure of the fish populations of lakes Khosedaty, Langutaty and Bol. Ngosaveity (Adz'va river basin), Bol. Sydneyty and Chiraty (More-Yu river basin), as well as Khudyakhaty (Sed'yakha river basin) and a number of nameless lakes. The extremely high value of the species composition has been established; however, there is a serious threat of its loss, both as a result of the development of the territory of the Bolshezemelskaya tundra as a source of mineral resources and uncontrolled consumer fishing. It is planned to assess the tundra waterbodies biological diversity and bioresource potential. The aquatic systems of the Bolshezemelskaya tundra, in connection with their glacial history, represent a convenient model for studying the ways of formation of the aquatic fauna of Northeastern Europe.

На европейском Севере России насчитывается 232 419 озер общей площадью 13 756 км² [1]. По оценкам Института озераведения РАН, большинство из них располагается в пределах Большеземельской тундры. Относятся озера к бас. рр. Уса и Печора, а также ряда водотоков, напрямую впадающих в Баренцево и Карское моря (рр. Кара, Коротайха, Море-Ю, Ханавэйяха, Наульяха, Черная и др.).

Несмотря на довольно продолжительную историю исследований фауны рыб Большеземельской тундры, начатых еще в середине XVIII в., в силу многих объективных причин, среди которых, прежде всего, следует отметить чрезвычайную обширность и труднодоступность территории, обращает внимание очевидная ретроспективность накопленной информации [2–10]. Приходится констатировать недостаточную лимнологическую, гидрологическую и биологическую изученность огромного количества расположенных в этом регионе тундровых и приморских озерно-речных систем.

Действительно, подробно исследовано только водное население Вашуткиных, Падимейских и Харбейских озер, а также оз. Амбарты и некоторых других [11]. Рыбная часть водных сообществ ряда других немногочисленных водоемов исследована лишь рекогносцировочно.

Таким образом, абсолютное большинство разнотипных рек и озер Большеземельской тундры остаются совершенно неизученными в ихтиофаунистическом отношении, несмотря на чрезвычайную актуальность такого рода сведений, прежде всего, в связи с активным в последние десятилетия вовлечением обширных территорий этого региона в промышленное освоение минеральных ресурсов. В таких условиях информация о структуре и разнообразии водных сообществ и, в частности, рыб, особо ценна из-за действительно грозящей утраты биологического разнообразия тундровых озерно-речных систем, прежде всего в результате негативного воздействия разведки, добычи и транспортировки углеводородов.

В последние годы Институт биологии Коми НЦ УрО РАН инициировал ряд программ и проектов, направленных на изучение водной фауны озер и рек Большеземельской тундры, обоснование и создание новых особо охраняемых природных территорий и минимизацию последствий промышлен-

ного освоения этой территории. В рамках завершенных комплексных исследований получены новые оригинальные данные по составу ихтиофауны, разнообразию и структуре рыбного населения крупных озер Хоседаты, Лангутаты и Бол. Нгосавейты (бас. р. Адзъва), Бол. Сиднейты и Чираты (бас. р. Море-Ю), Худяхаты (бас. р. Седьяха) и части безымянных озер на водосборах этих речных систем. Наши материалы свидетельствуют о чрезвычайно высокой ценности видового состава, но в то же время и о серьезной угрозе его утраты из-за развития территории Большеземельской тундры как источника минерально-сырьевых ресурсов, а также из-за неконтролируемого потребительского рыболовства.

Цель планируемых в обозримой перспективе научно-исследовательских работ Института биологии Коми НЦ УрО РАН сформулирована как «Оценка биологического разнообразия и биоресурсного потенциала природных и антропогенно-трансформированных озерно-речных систем восточно-европейских тундр и прогноз тенденций их динамики в результате глобальных изменений климата и антропогенного освоения».

Особую актуальность этим исследованиям придает то, что, в соответствии с современными геологическими данными, реки Большеземельской тундры, напрямую впадающие в Карское и Баренцево моря, вплоть до голоцена регулярно подвергались экспансии покровных оледенений. В то же время в бассейне Печоры оледенения по меньшей мере последние 60 тыс. лет занимали только расположенные севернее 67° с. ш. участки бассейнов притоков ее нижнего течения и р. Уса [12, 13].

В связи с этим водные системы, локализованные вблизи водоразделов в центральном и северном районах Большеземельской тундры, представляют собой чрезвычайно удобную модель для изучения того, как формировалась водная фауна сопредельных бассейнов, с одной стороны, напрямую впадающих в Баренцево море и его губы, с другой – рек бассейнов Усы и Печоры. Удаленность линии водораздела между усинским и баренцевоморским водосборными бассейнами от морского побережья варьирует от 20–25 до 160–170 км.

Определены основные задачи предполагаемых исследований.

– Ихтиофаунистическое изучение основных озерно-речных систем бассейнов рек, напрямую впадающих в Баренцево и Карское моря и их губы, а также правых притоков рр. Печоры и Усы.

– Характеристика разнообразия водного населения озер и рек Большеземельской тундры и влияние природных факторов на его уровень.

– Оценка биоресурсного потенциала водоемов Большеземельской тундры и характера его использования в прошлом и в современных условиях.

– Определение последствий антропогенного воздействия на озерно-речные системы Большеземельской тундры и их водное население.

– Характеристика состояния редких, охраняемых и наиболее ценных видов рыб водоемов Большеземельской тундры для использования в качестве фоновых данных при организации долговременного мониторинга озерно-речных экосистем.

– Оценка рисков и угроз социально-экономическому развитию местного и коренного населения Ненецкого автономного округа и Республики Коми в результате глобальных изменений климата, а также освоения и транспортировки углеводородов.

В итоге предполагаются оценка современного состояния разнообразия и ресурсного потенциала рыбного населения основных озерно-речных систем Большеземельской тундры, а также прогноз тенденции динамики биоразнообразия сохраняющих близкое к естественному состояние и антропогенно-трансформированных озерно-речных систем в результате глобальных изменений природы и общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Россия: водно-ресурсный потенциал* / Под науч. ред. А. М. Черняева. Екатеринбург : Аэрокосмоэкология, 1998. 342 с.

2. *Друккер Г. Ф.* Рыбный промысел Большеземельской тундры // Тр. ин-та по изучению Севера. Л., 1927. Вып. 38. С. 5–21.

3. *Пробатов А. Н.* Материалы по научно-промысловому обследованию Карской губы и реки Кары // Материалы для изучения пищевого режима промысловых рыб низовьев реки Кары и Карской губы. М. : ВНИРО, 1934. С. 1–139.

4. *Пробатов А. Н.* Данные по систематике и биологии чира (*Coregonus nasus* Pallas) и сига (*Coregonus lavaretus pidschian*) р. Кары // Уч. зап. Перм. гос. ун-та. 1936. Т. 2. Вып. 1. С. 3–40.

5. *Пробатов А. Н.* Хариус реки Кары // Изв. Пермского биол. ин-та. 1936. Т. 10. Вып. 9–10. С. 393–401.

6. Пробатов А. Н. К вопросу о происхождении пресноводных гольцов рода *Salvelinus* // Зоол. журн. 1946. Т. 25. Вып. 3. С. 277–280.
7. Световидов А. Н. Сиг рек Кары и Сибирчи (*Coregonus lavaretus pidschian natio bergiellus*) // Тр. ЗИН АН СССР. 1936. Т. 4. Вып. 2. С. 389–424.
8. Шеломов В. Н. К биологии нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) реки Коротаиха // Уч. зап. Пермского гос. ун-та. 1937. Т. 3. Вып. 1. С. 125–161.
9. Есинов В. К. О пеляди (*Coregonus peled* Gmelin) из озер Большеземельской тундры // Зоол. журн. 1938. Т. 17. Вып. 2. С. 303–314.
10. Бурмакин Е. В. Биология и рыбохозяйственное значение пеляди // Тр. Барабинского отд. ВНИОРХ. 1953. Т. 6. Вып. 1. С. 25–80.
11. Сидоров Г. П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. Л. : Наука, ЛО, 1974. 164 с.
12. Mangerud J. et al. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation // Quaternary Science Reviews. 2004. No. 23. P. 1313–1332.
13. Андрищева Л. Н., Голубева Ю. В. Эволюция природной среды и климата Арктики в квартере // Вестник ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2008. № 4. С. 2–6.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.226.228

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СЕРЫМИ КИТАМИ (*Eschrichtius robustus*)
В ЗАПОВЕДНИКЕ «ОСТРОВ ВРАНГЕЛЯ» ЛЕТОМ – ОСЕНЬЮ 2023 г.**

Т. Придорожная, У. В. Бабий

Государственный природный заповедник «Остров Врангеля», Певек;
e-mail: pridorojnaya@gmail.com

**GRAY WHALES (*Eschrichtius robustus*) SURVEY RESULTS IN THE WRANGEL
ISLAND RESERVE DURING THE SUMMER-AUTUMN SEASON OF 2023**

T. Pridorozhnaia, U. V. Babiy

Federal State Budget Institution «State Nature Reserve “Wrangel Island”», Pevek;
e-mail: pridorojnaya@gmail.com

In this study, the observation results of gray whales during the summer-autumn season of 2023, including their distribution in the waters surrounding the Island of Wrangel with a focus on the state of ice cover, was described. The photo-identification method was employed for the first time during these observations in this area. Based on the collected data and photographs from previous years, the first catalog of gray whales in the Wrangel Island Reserve has been compiled. The latest presence of gray whales in the reserve’s waters over the past 20 years of observation has been recorded.

Китообразные – важнейший компонент морских экосистем. Они легко заметный индикатор продуктивности и биоразнообразия. Акватория о-вов Врангеля и Геральд известна обилием морских млекопитающих, но распределение и численность китообразных там изучены слабо.

Серый кит (*Eschrichtius robustus*) чукотско-калифорнийской популяции занесен в Красную книгу России и является одним из основных постоянных видов китообразных, который использует заповедную акваторию для нагула в летне-осенний период [1]. На данный момент есть лишь приблизительная оценка численности серых китов в период нагула в акватории заповедника – 15–20 особей [2].

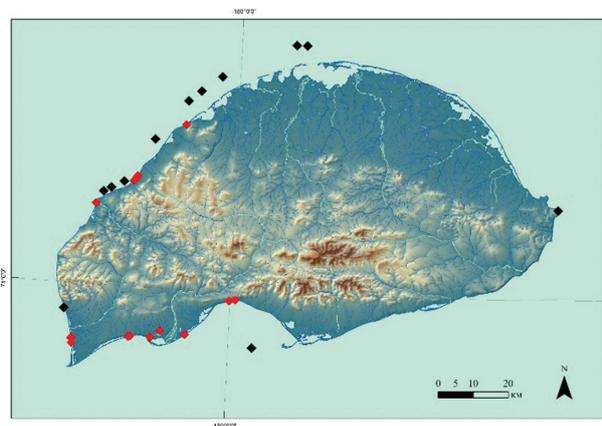
Мы попытались увеличить период, виды и качество наблюдений в сезоне 2023 г. и начали сбор фотографий для каталога серых китов заповедника «Остров Врангеля», что в дальнейшем даст дополнительные сведения о сроках присутствия, составе и численности локального стада.

Летом и осенью 2023 г. (с 15 августа по 30 ноября) использовали три вида наблюдений: попутные учеты на туристическом судне, попутные береговые наблюдения на осенних маршрутных учетах белого медведя и наблюдения из стационарной точки в пос. Ушаковское. Методика наблюдений отличалась в зависимости от сезона и попутных работ. Указанные виды наблюдений выполняли в разное время, и они не пересекались между собой. Наблюдения не всегда были систематическими.

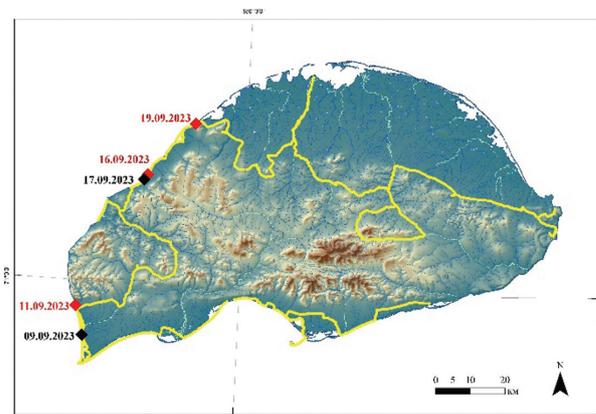
Попутные учеты производили с мостика корабля «Профессор Хромов». Наблюдатели использовали бинокль, отмечали точку встречи и при возможности фотографировали кита. Пройденный маршрут составил около 1200 км (два кольцевых маршрута вокруг острова, по 600 км каждый). С 13 по 28 августа маршрут обходил вокруг о. Врангеля и один раз затрагивал юго-западную часть о. Геральд. Возможность наблюдения китов у сотрудников заповедника была только в свободное от основной работы с туристами время (два-три часа в день с учетом хорошей видимости). Наблюдения не были систематическими, скорее случайными. За оба маршрута зафиксированы 17 встреч с серыми китами, три из них удалось сфотографировать для каталога. Не были замечены пары мать – детеныш. Чаще всего скорость корабля не позволяла оценить поведение кита в моменте и качественно сфотографировать. Некоторые значимые части маршрута корабль проходил ночью, когда не было возможности вести наблюдения.

Точки встреч китов во время морских переходов на карте № 1 отмечены черным цветом. Видно, что больше всего животных отмечено на северо-западе острова, а на юге и северо-востоке киты практически отсутствуют. Такой результат обусловлен несколькими причинами: ледовая обстанов-

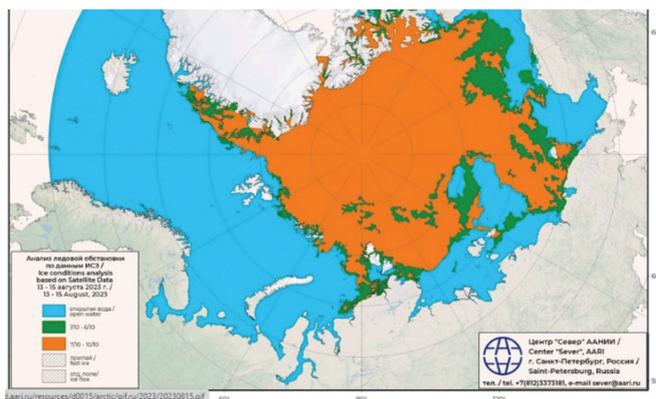
ка в данный период, маршрут корабля, возможности наблюдателей, время суток на проходе тех или иных участков. Как в первом, так и во втором круизах северо-восточный участок судно проходило ночью, когда наблюдения невозможны. Также видно, что киты отсутствуют в юго-восточной части. Маршрут корабля не затрагивал эту часть акватории, обходя ее по большому радиусу. На юго-западе острова киты отсутствовали из-за ледовой обстановки. В первый круиз юг острова в районе бух. Сомнительная был закрыт плотным ледовым полем, как видно из ледовых карт этого периода (см. ледовую карту).



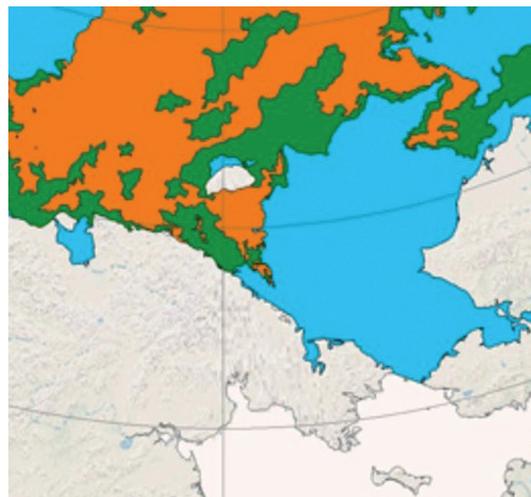
Карта № 1



Карта № 2



Ледовая карта



Попутные береговые наблюдения во время осенних маршрутных учетов белого медведя вели на высокопроходимой технике с 4 по 30 сентября. Общий маршрут составил 540 км (на карте № 2 показан желтым цветом). На карте № 2 видно, где маршрут шел вдоль берега. На карте № 1 (точки встреч показаны красным) практически везде, где маршрут пролегал по побережью, отмечены киты. Береговую линию осматривали без использования бинокля из окна движущегося транспорта. Акваторию осматривали с помощью бинокля во время остановок через каждые 2–3 км. Замеченных близко от берега китов фотографировали для дальнейшей фотоидентификации. За пройденный маршрут зафиксирована 21 встреча. Пять китов кормились близко к берегу (5–20 м), были хорошо сфотографированы и вошли в каталог. Пары мать – детеныш не отмечены. Как видно из карты № 1, на юго-западе острова со сменой ледовой обстановки изменилась и ситуация с китами. Вода в это время уже была полностью открыта. Лед не мешал китам занять прибрежные кормовые участки.

Проанализировав фотографии китов, которые кормились близко к берегу, благодаря фотоидентификации выяснили, что некоторые серые киты попадались на маршруте несколько раз. Так, кит 018 (отмечен на карте № 2 красным) встречался три раза и преодолел расстояние от первой точки встречи (11.09.2023 г.) до последней (19.09.2023 г.) около 70 км вдоль берега. Кит 016 (отмечен на карте № 2 черным) попался два раза на пути нашего маршрута и преодолел расстояние от первой точки встречи (09.09.2023) до последней (17.09.2023) около 50 км вдоль берега.

Наблюдения из стационарной точки в пос. Ушаковское вели с начала октября по конец ноября при штилевой погоде с помощью бинокля. В длительные многодневные периоды «нелетной» погоды наблюдения прерывали. За время наблюдений были шесть встреч, без возможности сфотографировать и идентифицировать кита. Животные держались в акватории вплоть до появления шуги и первого льда. Последнего кита зафиксировали 17 ноября, что является самой поздней встречей за последние 20 лет наблюдений, согласно отчетам в «Летописи природы» [3–20]. Самая ранняя встреча серого кита в акватории заповедника зафиксирована 27 июня 2015 г. [2].

Летом – осенью 2023 г., несмотря на ограниченные возможности наблюдений, удалось собрать ценные сведения по встречам и идентификации серых китов. За весь период наблюдений были отмечены 44 встречи серых китов. Среди них удалось идентифицировать восемь особей (три – при наблюдениях с корабля и пять – во время береговых наблюдений). На основе собранного за 2023 г. материала и данных предыдущих лет был создан каталог серых китов заповедника «Остров Врангеля». Это первая попытка каталогизировать здесь серых китов. Каталог насчитывает 18 китов и включает фотографии, собранные с 2011 по 2023 г. Анализируя фотографии, мы обнаружили кита 001, который точно посещал акваторию заповедника в течение трех разных лет (2011, 2012, 2016). Из них два года его наблюдали в южной части акватории о. Врангеля (бух. Сомнительная).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Красная книга* Чукотского автономного округа. Т. 1. Животные / Отв. ред. А. В. Кондратьев, Д. И. Литовка. Н. Новгород : Тексотел, 2022. 224 с.
2. *Шишов М. С.* Остров Врангеля – эталон природы и природная аномалия. Йошкар-Ола : Марийск. полиграфкомбинат, 2004 г. 596 с.
3. *Летопись природы 2003 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2004. 120 с.
4. *Летопись природы 2004 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2005. 141 с.
5. *Летопись природы 2006 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2006. 315 с.
6. *Летопись природы 2007 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2008. 157 с.
7. *Летопись природы 2008 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2008. 89 с.
8. *Летопись природы 2009 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2010. 106 с.
9. *Летопись природы 2010 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2011. 134 с.
10. *Летопись природы 2011 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2012. 119 с.
11. *Летопись природы 2012 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2013. 104 с.
12. *Летопись природы 2013 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2014. 74 с.
13. *Летопись природы 2014 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2015. 58 с.
14. *Летопись природы 2015 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2016. 130 с.
15. *Летопись природы 2016 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2017. 315 с.
16. *Летопись природы 2017 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2018. 275 с.
17. *Летопись природы 2018 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2019. 168 с.
18. *Летопись природы 2020 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2021. 223 с.
19. *Летопись природы 2021 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2022. 192 с.
20. *Летопись природы 2022 года* / Государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Певек, 2023. 224 с.

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О МЕСТАХ ЗИМОВКИ ЗАПАДНО-ЧУКОТСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТИХООКЕАНСКОЙ ГАГИ

О. Д. Прокопенко, Д. В. Соловьёва

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: olga_prokopenko95@mail.ru

FIRST DATA ON WINTERING GROUNDS OF THE PACIFIC COMMON EIDER FROM WESTERN CHUKOTKA

O. D. Prokopenko, D. V. Solovyeva

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: olga_prokopenko95@mail.ru

For the first time, the tracking data of the Pacific common eider *Somateria mollissima v-nigrum* breeding in the Asian part of the range was obtained. Usage of light geolocators makes it possible to determine the migration periods and main wintering grounds. Chukotka breeding eiders spread to winter over the Bering Sea: two females wintered offshore of the Chukotka Peninsula (Russia) and one female – offshore the Yukon–Kuskovim Delta (Alaska, USA).

Гаги – типичные морские утки, имеющие циркумполярный ареал. Этот вид признан надежным индикатором состояния морских экосистем [1] в рамках программы КАФФ Арктического Совета [2] и внесен в список ключевых экосистемных компонентов в рамках программы циркумполярного мониторинга биоразнообразия [3]. Тихоокеанский подвид гаги *Somateria mollissima v-nigrum* в России населяет обширные прибрежные территории от Новосибирских островов до севера Охотского моря. Не смотря на значимость этого вида для северных экосистем, до настоящего времени отсутствовало детальное изучение миграции гаг в азиатской части ареала.

Наши исследования проходили в дельте р. Апапельгин (ЧАО) Чаунской губы Восточно-Сибирского моря. Чтобы получить данные о местах зимовки исследуемой популяции, использовали геолокаторы Intigeo-C65, Migrate Technology Ltd. С 27 мая по 26 июля 2022 г. 10 гнездящихся самок гаги поместили ножными кольцами с прикрепленными к ним геолокаторами. Масса кольца с геолокатором 2.0–3.0 г, что менее 1% от среднего веса птицы. Летом 2023 г. удалось отловить заново трех самок из помеченных и получить информацию от трех устройств.

Считывание данных проводили с помощью программного обеспечения Inti Procsoftware (Migrate Technology Ltd, migratetech.co.uk). Полученную информацию перевели в координаты, используя среду разработки программного обеспечения R studio с применением пакета GeoLight [4]. Для выявления районов зимовки и вычисления протяженности миграционных путей использовали геоинформационную систему QGIS.

Геолокаторы не регистрируют места пребывания гаг во время полярного дня и полярной ночи, а так же периоды, близкие к дням весеннего и осеннего равноденствия, из-за чего мы не получили детальную информацию о сезонных перемещениях птиц. По этой причине протяженность пролетного пути вычисляли как кратчайшее расстояние вдоль побережья между районом гнездования и районом зимовки. Чтобы выяснить места зимовки, проанализировали данные о местонахождении самок гаг с 25 ноября 2022 г. по 25 февраля 2023 г. Время миграций вычисляли по показаниям солености, записанным на геолокаторах. За миграционный принимали тот период, когда птица наиболее продолжительное время (относительно зимнего периода) находилась вне морской воды (предположительно, в полете).

Данные геолокаторов позволили выяснить, что места зимовки гнездящихся в Чаунской губе самок гаг располагаются в морских акваториях юга Чукотского полуострова и запада п-ова Аляска. Дистанции сезонной миграции варьировали в зависимости от мест зимовок – от 1400 до 1700 км (см. таблицу).

Периоды работы геолокаторов на самках гаги из дельты р. Апапельгин и установленные места зимовки

Номер геолокатора	Дата мечения	Место зимовки	Протяженность пролетного пути, км	Дата изъятия
CE356	18.06.2022	Анадырский залив (Чукотка, РФ)	1500	03.07.2023
CE712	28.06.2022	Дельта рр. Юкон–Кусковим (Аляска, США)	1700	05.07.2023
CE713	27.06.2022	Берингово море в окрестностях пос. Сиреники (Чукотка, РФ)	1400	10.07.2023

Осенняя миграция проходила с начала октября по середину ноября. Сроки весенней миграции различались в зависимости от мест зимовки. У гаг, зимовавших у берегов Чукотского полуострова, весенняя миграция проходила с начала апреля по конец первой декады мая. Птица, зимовавшая у берегов Аляски, приступила к перелету в конце апреля и закончила его в конце второй декады мая.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Furness R. W., Camphuysen C. J.* Seabirds as monitors of the marine environment // *ICES Journal of marine Science*. 1997. Vol. 54, No. 4. P. 726–737.
2. *Petersen A. et al.* CAFFs Circumpolar Biodiversity Monitoring Program: Framework for a Circumpolar Arctic Seabird Monitoring Network // *CAFF CBMP Report*. 2008. Vol. 15. 84 p.
3. *Kuletz K. et al.* Chapter 3.5: Seabirds // *CAFF, 2017. State of the Arctic Marine Biodiversity Report*. Akureyri, Iceland, 2017. P. 128–147.
4. *Lisovski S., Hahn S.* GeoLight – processing and analysing light-based geolocation in R // *Methods in ecology and evolution*. 2013. Vol. 3, No. 6. P. 1055–1059.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЦЕСТОД РОДА *MICROSOMACANTHUS* – ПАРАЗИТОВ УТОК И ЧАЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ (на основе сравнений гена *18S rPHK*)

К. В. Регель, Н. А. Поспехова, В. В. Переверзева, А. А. Примак

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: kire@ibpn.ru

FIRST RESULTS OF MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF CESTODES OF THE GENUS *MICROSOMACANTHUS* – PARASITES OF DUCKS AND GULLS OF NORTHEAST ASIA (Based on *18S rRNA* Gene Comparison)

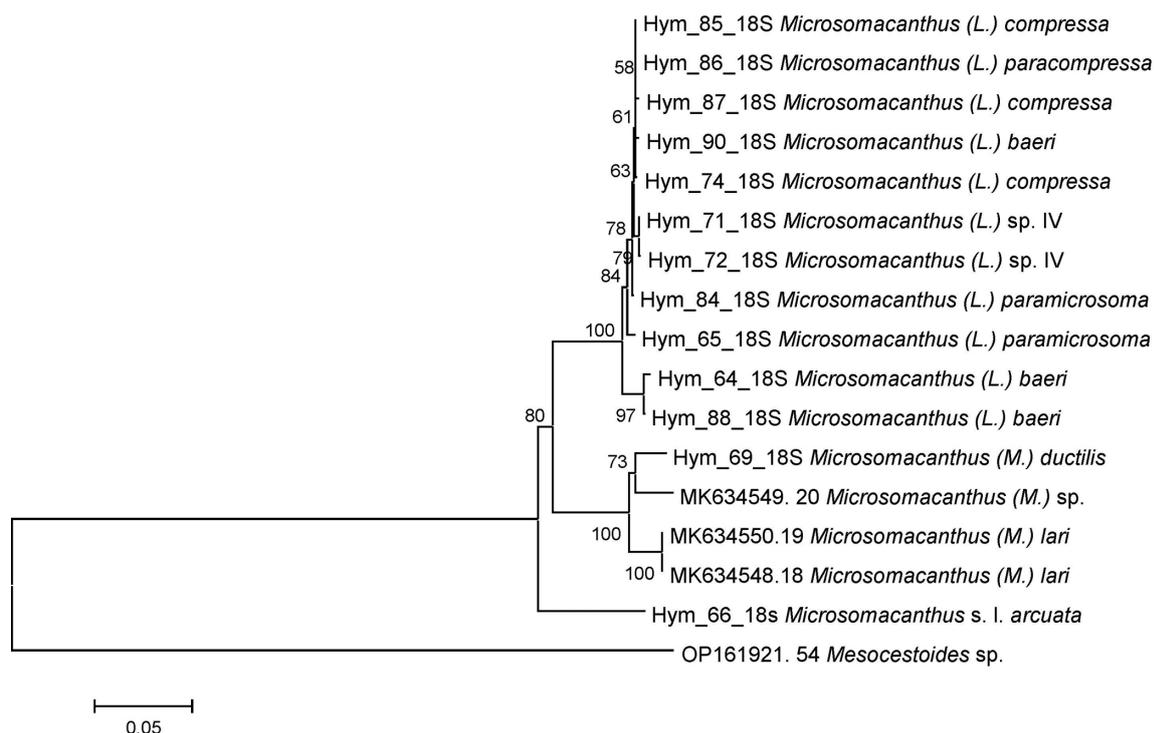
K. V. Regel, N. A. Pospekhova, V. V. Pereverzeva, A. A. Primak

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: kire@ibpn.ru

According to the latest revision of the genus *Microsomacanthus* Lopez-Neyra, 1942 (Cestoda: Hymenolepididae), most parasites of ducks and gulls are assigned to two subgenera that differ morphologically and biologically: the nominative taxon *M. (Microsomacanthus)* and the new taxon *M. (Leuckartcohnacanthus)* Galkin, Regel, 2010. Species that have no place in these taxa remain, however, within the genus *Microsomacanthus* s. l. Molecular-genetic analysis of 9 *Microsomacanthus* species showed the presence in NJ-phylogenetic tree of nucleotide sequences of a fragment of the *18S rRNA* gene of two clades. One of them is formed by 3 species of the subgenus *M. (Microsomacanthus)*, another one – by 5 ones of *M. (Leuckartcohnacanthus)*. Haplotype from *Microsomacanthus* s. l. *arcuata* differs significantly from representatives of both haplogroups. This confirms the existence of at least two subgeneric taxa within the genus *Microsomacanthus*, as well as the presence of species worthy of their own subgenus.

В составе рода *Microsomacanthus* Lopez-Neyra, 1945 (Cestoda: Hymenolepididae), наиболее богатого видами таксона (более 50 видов) трёхсемянниковых гименолепидид водных птиц, выделены два подрода, хорошо различающиеся морфологически и биологически [1]. Номинативный подрод *M. (Microsomacanthus)* ныне включает около 35 видов, близких типовому виду рода – *M. (M.) microsama* (Creplin, 1829). Характерные признаки представителей таксона: мелкие гонады, редукция семенников предшествует созреванию женских гонад; яичник двух-, трехлопастной; матка компактная, содержит единый пакет яиц. Промежуточные хозяева – морские и пресноводные амфиподы. Метацестода – циклоцерк. Второй подрод – *M. (Leuckartcohnacanthus)* включает 14 видов с типичным *M. (L.) paracompressa* (Czaplinski, 1956). Их отличительные признаки: крупные гонады; двукрылый, гроздевидный яичник; матка с дивертикулами, в зрелом состоянии заполняющая весь членик и продуцирующая многочисленные одиночные яйца. Промежуточными хозяевами служат низшие ракообразные: веслоногие (Copepoda) и ракушковые рачки (Ostracoda). Метацестода – церкоциста. У большинства видов этой группы в жизненном цикле отмечено участие паратенических хозяев [2]. В этих группах пока не найдено место двум исключениям: *M. s. l. arcuata* (Kowalewski, 1904) (морфологически ближе ко второй группе, но метацестода – циклоцерк) и *M. s. l. paraparvula* Regel, 1994 (морфологически близок первой группе, но имеет уникального промежуточного хозяина – личинку ручейника, а также особую модификацию цистицеркоида – тектацисту). У птиц Северо-Востока России выявлены 35 видов рода *Microsomacanthus*: 22 *M. (M.)*, 11 *M. (L.)* и оба упомянутых выше *Microsomacanthus* s. l.

В результате молекулярно-генетического анализа образцов с идентифицированной видовой принадлежностью впервые получены данные по строению нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *18S rPHK* для трех видов *M. (M.)*, 5 видов *M. (L.)* и вида *M. s. l. arcuata*; филогенетические связи изученных нуклеотидных последовательностей и привлеченные данные из GenBank графически отображены на рисунке.



Филогенетическое дерево, построенное по методу ближайшего соседа (NJ) на основе данных об изменчивости нуклеотидной последовательности изученных гаплотипов фрагмента гена *18S pPHK Microsomalcanthus* spp. и данных GenBank. В узлах ветвления указаны бутстреп-индексы (>50%). В качестве внешней группы использован фрагмент последовательности *18S pPHK Mesocestoides* sp.

Полученные результаты демонстрируют наличие двух клад в структуре NJ – филогенетического дерева нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *18S pPHK Microsomalcanthus* spp. Одну из них образуют представители номинативного подрода *M.* (*Microsomalcanthus*), другую – образцы *M.* (*Leuckartcohnacanthus*) spp.; гаплотип от *Microsomalcanthus* s. l. *arcuata* достоверно отличается от образцов обеих гаплогрупп. Таким образом, можно считать подтвержденным существование по крайней мере двух подродов в составе рода *Microsomalcanthus*. Кроме того, наличие видов, не относящихся ни к одному из установленных подродов, подчеркивает необходимость дальнейших систематических преобразований в пределах рода *Microsomalcanthus*, особенно, если принять его в объеме, предложенном в ключах для определения представителей сем. Hymenolepididae [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин А. К., Регель К. В. Диагностические признаки *Microsomalcanthus microsoma* (Creplin, 1829) – типового вида рода *Microsomalcanthus* Lopez-Neuget, 1942 – как основа для ревизии рода // Паразитология. 2010. Т. 44, № 5. С. 389–405.
2. Шарпило В. П., Саламатин Р. В. Паразитический паразитизм: становление и развитие концепции: исторический очерк, библиография. Киев, 2005. 240 с.
3. Czaplinski B., Vaucher C. Family Hymenolepididae Ariola, 1899 // Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates / Eds L. F. Khalil, A. Jones, R. A. Bray. Wallingford U. K : CAB International, 1994. P. 595–663.

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПАЗАРИТОВ РЫБ
ОЗ. БАЙКАЛ И ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ**

О. Т. Русинек

Байкальский музей СО РАН, Иркутская область, пос. Листвянка;
e-mail: o.rusinek@yandex.ru

**BIOLOGICAL DIVERSITY OF FISH PARASITES OF LAKE BAIKAL
AND ASSESSMENT OF THE TIME OF ITS FORMATION**

O. T. Rusinek

Baikal Museum of Siberian Branch of RAS, Irkutsk region, Listvyanka;
e-mail: o.rusinek@yandex.ru

According to modern data, 260 species of parasites have been observed in Baikal fish, most of them have a simple life cycle (63.1%). The parasite fauna of introduced fish includes 48 species, including 15 specific ones that were imported from the mother reservoirs. The most ancient are the endemic simple parasitic systems of Cottoidea, which were formed as a result of prolonged isolation of their hosts in Lake Baikal (in the Pliocene, 2.5 million years ago).

Озеро Байкал – уникальный водоем нашей планеты по многим характеристикам: древний возраст, большие глубины, низкие температуры воды, огромные объемы пресной воды, толщина донных осадков, достигающая 7–8 км, разнообразие и высокий уровень эндемизма флоры и фауны [1].

Паразитов рыб Байкала изучают уже более 100 лет. В озере их обитает 54 вида, в т. ч. 36 эндемичных (65%) [2].

В. А. Догель, говоря о паразитофауне того или иного вида животного, определил ее как «совокупность паразитов, обитающих в одном каком-либо хозяине», которая «представляет собой своеобразный биоценоз, имеющий свои закономерности развития и свою динамику» [3].

Паразитофауна аборигенных рыб Байкала объединяет 245 видов и подвидов, относящихся к 12 типам: Kinetoplastida, Polymastigota, Sporozoa, Microspora, Ciliophora, Cnidaria, Plathelminthes, Nemathelminthes, Acanthocephales, Annelida, Mollusca, Arthropoda и 17 классам беспозвоночных: Kinetoplastidea – 17, Diplomonadea – 2, Coccidea – 5, Microsporea – 3, Muxosporea – 48, Hydrozoa – 1, Phyllopharyngea – 1, Oligohymenophorea – 28, Monogenea – 42, Amphilinida – 1, Cestoda – 23, Trematoda – 30, Nematoda – 13, Acanthocephala – 7, Hirudinea – 4, Bivalvia – 2, Crustacea – 15; Protozoa incertae sedis – 1, также отмечены грибы *Saprolegnia*. Большая часть паразитов – 218 видов и подвидов (89.3%) – заканчивают свое развитие в организме байкальских рыб, и только 26 (10.7%), к которым относятся трематоды, цестоды и нематоды, половой зрелости достигают в рыбадных птицах и байкальском тюлене. Для экосистемы озера характерны паразиты, развивающиеся без промежуточных хозяев, – 154 (или 63.1%), с одним хозяином развиваются 53 (21.7%), с двумя – 37 (15.2%) видов и подвидов. Наибольшее количество видов паразитов у песчаной широколобки *Leocottus kesslerii* (44) и у ельца (*Leuciscus baicalensis*) (42), наименьшее – у *Neocottus thermalis* (6). Максимальное количество специфичных видов паразитов имеет щука (10), эндемиков – желтокрылая широколобка (18).

Очень разнообразна в Байкале паразитофауна карповых рыб *Syrpinidae*; у них отмечены 88 видов паразитов, среди которых только три – эндемичные; меньше всего паразитов в семействе вьюновых *Cobitidae* – 15, с одним эндемичным видом.

Паразитофауна рогатковидных рыб насчитывает 77 видов и подвидов, включая 31 эндемичный. В подотряде *Cottoidei* наибольшее количество паразитов (66) и эндемиков (26) отмечено у рыб семейства *Cottidae*, наименьшее – у рыб семейства *Compheroridae* (соответственно, 20 и 7), *Abyssocottidae* занимают промежуточное положение (соответственно, 38 и 16). Среди эндемиков преобладают паразиты с простым жизненным циклом; всего среди них отмечены шесть систематических групп, из которых большая часть простейшие.

Эндемичные паразиты зафиксированы во всех семействах рыб. По одному виду они представлены в трех семействах: Acipenseridae, Salmonidae и Cobitidae; по два эндемика – у Esocidae, Cyprinidae, Lotidae и Percidae; три – у Coregonidae; четыре – у Thymallidae. Максимальное количество эндемичных таксонов характерно для группы рогатковидных рыб: Cottidae – 26, Abyssocottidae – 16 и Comphoridae – 7. Согласно полученным данным, эндемичная паразитофауна включает виды, чьи жизненные циклы проходят в основном без участия промежуточных хозяев.

Фауна паразитов рыб-интродуцентов представлена 48 видами, включая 15 видов специфичных паразитов, завезенных в Байкал из материнских водоемов. С аборигенных рыб на интродуцентов перешли 33 вида паразитов, расширивших состав своих промежуточных и окончательных хозяев за счет рыб-вселенцев. В основном в фауне преобладают паразиты с простым жизненным циклом (80%) и только у трех видов – цестоды *Nippotaenia mogurndae*, *Gangesia parasiluri* и *Khawia sinensis* – сложный жизненный цикл. С появлением вселенцев и их паразитов в Байкале изменилась структура паразитарных систем. Переход паразитов с рыб-вселенцев на аборигенные виды не установлен.

В целом фауна паразитов рыб Байкала обедненная, в сравнении таковой водоемов Европы и Западной Сибири, за счет отсутствия в озере ряда специфичных паразитов. Исключение – осетр, ленок, таймень и сибирский хариус, у которых в озере отмечено большинство известных для этих рыб специфичных паразитов.

Фауна паразитов рыб Байкала представлена пятью фаунистическими комплексами (ФК): бореальным равнинным, бореальным предгорным, арктическим пресноводным, байкальским и синоиндийским равнинным. По времени образования в пресных водоемах Палеарктики одним из самых древних является бореальный равнинный ФК, он формировался в олигоцене – миоцене; бореальный предгорный ФК сложился в неогене, байкальский – в плиоцене, арктический пресноводный – в четвертичном периоде. Синоиндийский равнинный ФК появился в Байкале в результате интродукции рыб.

Сравнительный анализ состава специфичной пресноводной паразитофауны рыб подотряда Cottoidei (семейство Cottidae) показал, что между фаунами из Северной Америки, европейской части России, Байкала и Дальнего Востока сходство существует только на уровне родов *Myxobilatus*, *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*. Общие специфичные виды паразитов рогатковидных рыб в водоемах этих территорий не отмечены [4].

Данные о современном составе и распределении паразитов по фаунистическим комплексам рыб отражают их специфику и целостность. В отличие от рыб-хозяев, с весьма высокой долей эндемиков (56%), у паразитов отмечены только 15.7% эндемичных видов и подвидов. Это свидетельствует о разных темпах видообразования у паразитов, в сравнении с другими группами, эндемизм которых 56–100% (рыбы, моллюски, ракообразные).

В. А. Догель с соавторами [5] считали, что эндемизм паразитов связан с обитанием в Байкале рогатковидных рыб. Мы же полагаем, что формирование эндемичной паразитофауны рыб этого озера связано не только с Cottoidei, но и с Salmonoidei. **Паразиты лососевидных рыб по пищевым цепям** попали к рогатковидным рыбам, ставшим их промежуточными, резервуарными и окончательными хозяевами, и это привело к формированию сложных эндемичных паразитарных систем [6].

Эти данные – свидетельство того, что одновременное заселение Байкала рыбами нескольких фаунистических комплексов привело к формированию новых ценотических связей, в которые включились рыбы и паразиты этих фаунистических комплексов. Рогатковидные рыбы, как связующее звено в трофических цепях глубоководного Байкала, стали резервуарными, промежуточными и окончательными хозяевами паразитов бореального предгорного, бореального равнинного и арктического пресноводного фаунистических комплексов. Простые эндемичные паразитарные системы рыб подотряда Cottoidei сформировались в результате длительной изоляции их хозяев (с плиоцена 2.5 млн л. н.) и поэтому вполне могут быть отнесены к наиболее древним в Байкале, по сравнению с другими паразитарными системами.

Работа выполнена в рамках темы Байкальского музея СО РАН «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири» (№ 121032900077-4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошкин О. А. Сложившиеся тенденции и современный уровень решения проблемы: наиболее интересные открытия в области биоразнообразия Байкала за последние годы // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна : в 2 т. Т. 2. Кн. 2. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии. Новосибирск : Наука, 2010–2011. С. 1423–1428.

2. *Сиделева В. Г.* Ресурсные рыбы озера Байкал (исторический и современный аспекты). М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2020. 237 с.

3. *Догель В. А.* Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы экологии паразитов пресноводных рыб // Основные проблемы паразитологии рыб : сб. статей / Отв. ред. Ю. И. Полянский. Л. : ЛГУ, 1958. С. 9–54.

4. *Русинек О. Т.* Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2007. 571 с.

5. *Догель В. А., Боголепова И. И., Смирнова К. В.* Паразитофауна Байкала и ее зоогеографическое значение // Вестник Ленинград. ун-та. 1949. № 7. С. 13–34.

6. *Rusinek O. T., Fefelov I. V.* The Role of Natural Processes in the Formation of the Fauna of Water and Ground Organisms of Baikal // Lake AGEI 2018. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 274. P. 1–14. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/274/1/012129>.

ОПЫТ ФОРМАЛИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБЫ, ОХРАНЯЮЩЕЙ ПОТОМСТВО

С. М. Русяев¹, Ю. А. Зуев²

¹Магаданский филиал ВНИРО, Магадан;

e-mail: rusyaevsm@magadan.vniro.ru

²Санкт-Петербургский филиал ВНИРО, Санкт-Петербург

EXPERIENCE OF FORMALIZING THE SUSTAINABLE BEHAVIOR OF FISH PROTECTING OFFSPRING

S. M. Rusyaev¹, Yu. A. Zuev²

¹Magadan branch of VNIRO, Magadan;

e-mail: rusyaevsm@magadan.vniro.ru

²Sankt-Petersburg branch of VNIRO, St. Petersburg

The behavior of fish protecting offspring is the most accessible for studying in natural conditions. The relative stability of behavioral acts and the stationary nature of the process of protecting offspring create opportunities for formalizing of behavior in the form of an algorithm. Based on the analysis of video information about the protection of offspring by male lumpfish of the Barents Sea, an algorithm has been developed, its cyclic structure has been determined, and the main structural elements have been identified. The algorithm operators that «switch» the behavior of fish depending on environmental conditions are highlighted: the speed of currents, the presence of predators. The formalization of the entire period of the male lumpfish protective behavior is supposed to be performed by introducing an abstract model of a finite automaton, the “clock cycle” for which will be one cycle of the described algorithm.

Тема алгоритмов довольно редко используется для изучения поведения животных. Исследование (описание) отдельных поведенческих актов животных не всегда требует создания алгоритмов, моделей, формализации. В случае комплекса поведенческих актов животного необходимость применения формализации разнородной информации более очевидна. Значительный объем видеоматериалов по пинагору *Cyclopterus lumpus*, собранных авторами в различных условиях прибрежной части Баренцева моря, позволил подробно изучить поведение самцов этой рыбы в период ухода за потомством. Была выполнена формализация поведения пинагора в виде алгоритма для перспективной задачи построения модели его биоэнергетики.

Наблюдения в экспериментах показали, что эмбриогенез пинагора происходит за 200–220 градусо-дней [1]. В зависимости от температуры воды самец пинагора 4–6 недель охраняет 1–3 порции оплодотворенной икры, собранной в гнездо. В этот период самец почти не питается, но продолжает совершать активные и повторяющиеся действия по уходу за потомством: аэрирует икру – создавая ртом и плавниками направленный ток воды в направлении кладки, перемещается вокруг нее и отгоняет или уносит хищников от гнезда. В зависимости от условий от 45 до 99% времени самец пинагора следует этому циклу.

В натурной обстановке показано, что доля таких действий увеличивается, чем меньше вокруг рыбы отвлекающих факторов. В благополучных условиях почти 99% времени у рыбы занимает повторяющееся поведение [2]. Действия по защите кладки от хищников, реакция на изменение скорости течений и необходимость отдыха могут прерывать алгоритм. При отсутствии внешних раздражителей самец пинагора до 30 мин может непрерывно исполнять акты ухода за кладкой. Вероятно, это отлаженный физиологический ритм, где каждый элемент поддерживает выносливость организма, т. к. некоторое перемещение (период плавания) наблюдается даже у самцов с небольшой порцией икры в кладке.

По результатам анализа видеoinформации о поведении рыбы был разработан циклический алгоритм, составленный из элементов ухода за кладкой, чередующихся с перемещениями. Простой со-



Циклический алгоритм самца пинагора

став алгоритма (азрация – перемещение – азация) с перерывами на отдых приводит к устойчивости этой элементарной циклической структуры (см. рисунок).

Особо интересны операторы алгоритма. Операторы – ключевые структуры алгоритма, обычно самые простые имеют бинарный способ работы (действие выполняется / пропускается). Выяснилось, что функционально оператор темпа зависит от скорости течений, а оператор защиты – атаки от размеров и количества хищников. Оба оператора, очевидно, зависят и от состояния самца.

Сложность формализации поведения пинагора, охраняющего потомство, связана с длительностью периода охраны потомства. В это время (апрель – июль) вода прогревается, что влияет на интенсивность процессов резорбции питательных веществ у эмбриона пинагора. Также происходят суточные перепады температуры, меняющие скорость развития икры. Ускоренное развитие эмбрионов прямо влияет на продолжительность охраны потомства, снижая энергетические затраты самца и предотвращая нарушения алгоритма его поведения в конце периода ухода за кладкой, когда ресурсы самца максимально истощены. Наоборот, замедление прогрева вод может вести к повышению энергетических затрат самца, что грозит ему гибелью.

Формализация всего периода охраны потомства пинагора, вероятно, может быть выполнена с помощью конечного автомата (КА), известного из теории алгоритмов, на основе элементарных поведенческих актов. Такое решение использовали отечественные биологи, изучая поведение куницы [3]. В кибернетике конечный автомат – это устройство (модель вычислений), имеющее входной и выходной каналы и находящееся в каждый дискретный момент времени в одном из возможных состояний. В нашем случае для детерминированного КА момент времени может быть задан одним циклом заботы о кладке самца. Отсюда, на входе, КА будет иметь информацию о последовательности элементарных двигательных реакций (цикле), на выходе – информацию о состоянии организма и температуре воды, что позволит рассчитать убыль энергии самца в условиях изменения последней.

Перспективной задачей алгоритмизации поведения пинагора является поиск изменчивости и устойчивости алгоритма поведения. Так, для рыб с родительской заботой показана важность в поведении предыдущего опыта ухода за потомством [4]. Опыт, полученный при разработке алгоритма на основе поведения пинагора, который мы условно назвали *алгоритмом управляемого истощения*, может оказаться полезным для создания универсальной модели охраны рыбой потомства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Г. Г. Рост и энергетика развития костистых рыб в раннем онтогенезе. М. : Эдиториал УРСС, 2000. 295 с.
2. Зуев Ю. А., Русяев С. М. Вариативность родительского поведения пинагора *Cyclopterus lumpus* (Cyclopteridae) в изменяющихся условиях среды // Вопросы ихтиологии. 2023. Т. 63, № 1. С. 74–80.
3. Владимирова Э. Д., Морозов В. В. Формальное описание поведения млекопитающих по материалам зимних троплений на примере лесной куницы (*Martes martes*) // Журн. общ. биологии. 2014. Т. 75, № 3. С. 182–203.
4. Jordan L. A., Brooks R. C. Recent social history alters male courtship preferences // Evolution. 2012. Vol. 66, No. 1. P. 280–287.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.238.239

ПАТОГЕНЫ И БОЛЕЗНИ КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

Т. В. Рязанова

Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский;
e-mail: ryazanova.t.v@kamniro.ru

PATHOGENS AND DISEASES OF CRAB *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* FROM KAMCHATKA WATERS

T. V. Ryazanova

Kamchatka branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: ryazanova.t.v@kamniro.ru

This paper provides data of 2002–2022 on infectious and parasitic diseases and their prevalence in populations of red king crabs *Paralithodes camtschaticus* from Kamchatka shelf. The prevalence of diseases in the areas of research was estimated by analysis of the data of visual counting in catches of crabs with signs of pathology. According to the results of studies viral infections, shell disease, necrosis of internal organs were the most important among infectious diseases. Microsporidia and dinoflagellates *Hematodinium* sp. were the most common parasitic pathogens. The effect caused by rickettsia-like organisms, ciliate, amoeba, pathogenic fungi, was insignificant because they are rarely found in red king crabs near Kamchatka.

Сбор данных о патогенах и болезнях в популяциях камчатских крабов, обитающих на западном и восточном шельфах Камчатки, проводили с 2002 по 2022 г. в ходе 14 морских экспедиций (9 ловушечных и 5 траловых научных съемок). Исследованиями охватили территорию шельфа Западной Камчатки от 51°05' с. ш. до 59°03' с. ш. На шельфе Восточной Камчатки работы проводили в Карагинском, Олюторском, Кроноцком и Авачинском заливах. Для определения географической распространенности и превалентности заболеваний одновременно с полным биологическим анализом улова проводили учет ракообразных с клиническими признаками, патологоанатомическое вскрытие, отбирали пробы для комплексных исследований. С помощью стандартных паразитологических, бактериологических, гистологических и гистохимических методов выявляли патогены и диагностировали заболевания, также применяли молекулярный анализ и трансмиссионную электронную микроскопию.

В исследованных районах у камчатских крабов на данный момент диагностированы заболевания, вызванные вирусами, риккетсиями, бактериями, паразитическими грибами, микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами, ресничными инфузориями-гистофагами, амебами.

Инфекция герпес-подобным вирусом в 2014 г. была впервые зарегистрирована у камчатского краба в северной части западнокамчатского шельфа [1]. При этом заболевании тяжелое поражается выделительная система. Превалентность инфекции герпес-подобным вирусом у камчатских крабов составляла 0.2%. В других исследованных районах данный вирус у камчатских крабов не регистрировали, но в последующем его обнаружили еще у трех видов промысловых крабов-литодид (синего, равношипого и колючего) на западнокамчатском и восточнокамчатском шельфах, включая Олюторский залив. Таким образом, инфекция герпес-подобным вирусом географически широко распространена. У камчатских крабов отмечали также поражение клеток пищеварительной железы не идентифицированным вирусом, принадлежащим семейству *Vaculoviridae*. У крабов на западнокамчатском шельфе его встречаемость была 0.4%, а в Кроноцком заливе достигала 1.7%.

Инфекция гепатопанкреаса, вызываемая риккетсио-подобным организмом, классифицированным как *gen. Candidatus Hepatobacter paralithodi* nov sp. (СНР#МК928971) [2], была обнаружена у крабов в восточной части Охотского моря, превалентность заболевания не превышала 0.7%. Классическая бактериальная панцирная болезнь встречалась у крабов каждый год и во всех районах, где проводились работы. В среднем, встречаемость заболевания у камчатских крабов зимой была чаще (до

5%), чем летом (1.2%). Ежегодно и во всех районах регистрировали абсцессо-подобный некроз внутренних органов (чаще всего гепатопанкреаса). Из бактериологических посевов пораженных органов крабов выделяли бактерий рода *Vibrio*. Встречаемость заболевания у камчатского краба в различных районах и в разные сезоны года составляла от 0.6 до 2.6%. По распространенности в популяциях камчатского краба эта патология уступает только панцирной болезни. Острый гепатопанкреатический некроз (АНПНД) у камчатского краба выявляли только на шельфе Западной Камчатки и только в летний период с относительно низкой превалентностью 0.4–0.6%. Болезнь вызывают специфические токсинобразующие штаммы бактерий рода *Vibrio*. Заболевание внесено в список МЭБ как особо опасное [3].

На настоящий момент у камчатского краба зарегистрированы микроспоридии, относящиеся к четырем родам: паразитирующие в мускулатуре микроспоридии родов *Ameson* и *Pleistophora*, паразитирующие в клетках гепатопанкреаса микроспоридии рода *Hepatospora* и паразитирующие в соединительной ткани микроспоридии рода *Thelohania*. Три первых патогена встречались только у крабов на западнокамчатском шельфе с превалентностью 0.2–0.6%. Микроспоридии рода *Thelohania* обнаружены как у западного, так и у восточного побережья Камчатки, и превалентность инфекции в отдельные годы достигала 5%.

В 2006 г. у камчатского краба на шельфе Западной Камчатки зафиксировали первый случай так называемой горькой болезни, этиологический агент которой паразитическая динофлагеллята *Hematodinium* sp. До этого камчатских крабов и, в целом, крабов-литодид, считали резистентными к *Hematodinium* sp. В настоящее время «горькую болезнь» в прикамчатских водах регистрировали уже у семи видов ракообразных. Заболеванию в большей степени подвержены самки и молодь. Эта инвазия встречается на всем протяжении шельфа Западной Камчатки вплоть до зал. Шелихова, а также в Петропавловско-Командорской промысловой подзоне, западной части Берингова и Чукотского морей. В разные сезоны года и в разных районах ее превалентность у камчатского краба варьировала от 0.3 до 3.6%.

Единичные случаи болезни «ожогового пятна» у камчатских крабов отмечали на западнокамчатском шельфе в 2006 и 2012 г. Причиной заболевания была инфекция наружных покровов ракообразных патогенными грибами рода *Fusarium*. Также отметим единичные заражения камчатских крабов ресничными инфузориями-гистофагами рода *Mesanothryx* и паразитирующими в кровеносной системе и соединительной ткани амебами *Paramoeba perniciosus*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ryazanova T. V. et al. A herpes-like virus in king crabs: Characterization and transmission under laboratory conditions // Journ. of Invertebrate Pathology. 2015. Vol. 127. P. 21–31.
2. Ryazanova T. V., Eliseikina M. G., Kukhlevsky A. D. First record of new rickettsia-like organism in the blue king crab *Paralithodes platypus* from the Sea of Okhotsk: distribution, morphological evidence and genetic analysis // Journ. of Invertebrate Pathology. 2020. Vol. 170. P. 1–10.
3. *Manual of diagnostic tests for aquatic animals* / The World Organization for Animal Health (OIE). Paris, 2019. 483 p.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.240.242

ОЦЕНКА ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ АТИПИЧНОСТИ ВИДОВ РОДА *LONICERA* В ЯКУТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

А. А. Рязанская, Т. С. Коробкова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;

ASSESSMENT OF PHENOLOGICAL ATYPICALITY OF *LONICERA* SPECIES IN THE YAKUT BOTANICAL GARDEN

A. A. Ryazanskaya, T. S. Korobkova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;

The data on phenological atypicality of *Lonicera tatarica* on 6 phenological phases for the observation period from 2020 to 2023 are presented. It is found that the seasonal rhythm of introduced species corresponds to the vegetation period in research area.

Особенности климата Якутии (низкие зимние температуры: сумма отрицательных температур 5574°C, при абсолютном минимуме -64.4°C; продолжительность безморозного периода 86 дней; засушливый вегетационный период с осадками за май – сентябрь – 210 мм, протекающий на фоне длительного дня с высокими летними температурами) ограничивают видовой и сортовой состав растений, используемый в различных областях хозяйственной деятельности. В основном привлекают виды местной флоры, сорта на их основе. Привлечение инорайонных видов и сортов разнообразит используемые растения, а в случае озеленения, помогает сохранять местную флору и растительность.

Род *Lonicera* L. семейства Caprifoliaceae Juss. (Жимолостные), по разным источникам, насчитывает 200–250 видов деревьев и кустарников; в России дикими произрастают от 14 до 51 вида, интродуцированы из других стран более 90 [1]. У небольшой части видов плоды съедобны, некоторые отличаются декоративностью или формируют мощные кусты, способные закреплять склоны, овраги, оползни. В Якутии встречаются два вида жимолости: алтайская (*Lonicera altaica* Pall.) и съедобная (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn.), **имеющие съедобные плоды и не отличающиеся особой декоративностью**. В литературе [2] описана также жимолость Палласа (*Lonicera pallasi* Ledeb) как вид, очень близкий к *Lonicera altaica* [3].

В Якутском ботаническом саду (ЯБС) интродукция жимолостей проводится более 60 лет [2, 3]. Были испытаны более 30 видов и 11 сортов жимолости. Большинство декоративных жимолостей погибали в первые годы. В настоящее время в коллекции ботанического сада представлены пять видов декоративных жимолостей. Наиболее перспективна из них жимолость татарская. Испытывали формы *Lonicera tatarica*: *alba*, *lutea*, *rosea*, *rubra*, *discolor*, *sibirica*.

Природный ареал – европейская часть России, Сибирь, Алтай. *Lonicera tatarica* L. – листопадный кустарник высотой 1.5–3 м. Побеги полые. Кора молодых побегов желтовато-бурая, покрытая мелкими темными чечевичками; у старых побегов кора серая, отслаивается полосами. Листья яйцевидные или продолговато-яйцевидные, длиной 3–6 см, цельнокрайные. Цветки парные, длиной до 2 см, с двугубым венчиком белого или розового цвета, расположены в пазухах листьев. Цветет с 4–6 лет, в июне. Зимостойкость III. **Плоды шаровидные, красно-оранжевые, часто сросшиеся парами в основании, диаметром около 6 мм, созревают в июле-августе, несъедобны, более того – слабо-ядовитые, так как в них содержится синильная кислота.** Единственное применение плодов этого растения – приготовление снадобий для нетрадиционной медицины. Растет преимущественно в предгорных степях, поймах рек, на остепненных лугах и на опушках лиственных лесов. Всюду образует большие куртины [4].

По сведениям некоторых авторов, вид легко прошел климатическую адаптацию в Якутии, ежегодно цветет и плодоносит, редко повреждается морозами. Высота сеянцев в возрасте 2 лет от 2 до

65 см. Данный вид идеально подходит для озеленения и создания живых изгородей, т. к. помимо декоративных особенностей в нем сочетаются неприхотливость и выносливость. Наблюдения за зимостойкостью татарской в течение последних 20 лет не совсем согласуются с представлением зимостойкости татарской как перспективной, устойчивой культурой. Наши данные за сезонным ритмом зимостойкости татарской показывают, что она повреждается в любом возрасте, обмерзает до корневой шейки, что связано, прежде всего, с низкими температурами зимнего сезона и краткостью периода вегетации.

Цель исследования – изучение ритмов развития *L. tatarica* в зависимости от погодных условий климата Центральной Якутии.

Наблюдения проводили в Якутском ботаническом саду Института биологических проблем криолитозоны (ЯБС ИБПК), который расположен в 7 км западнее г. Якутска и представляет собой по климату и растительности типичный уголок Центральной Якутии.

На дендрокolleкции были выбраны два участка: на приозерной гривне, открытый возвышенный и низкий под пологом леса, на них высадили кусты зимостойкости татарской (15 шт.). Возраст кустов 10–12 лет. У одних растений цветки были розовые, плоды красные, у других – белые цветки и оранжевые плоды.

Фенологические наблюдения проводили по методике И. Н. Бейдеман [5]. Отмечали фазы начала вегетации, цветения, образования плодов. Метеорологические наблюдения приведены по данным сайта <https://pogodaiklimat.ru> и собственным наблюдениям. Учитывали температуру вегетационного периода, сумму температур больше 10°C на начало фазы цветения. Зимостойкость оценивали по 7-балльной шкале, разработанной в ГИС АН СССР [6].

Погода периода наблюдений характеризовалась тенденцией к общему потеплению сезонов (см. таблицу). Продолжительность холодного периода (ниже 0°C) в период наблюдений варьировала от 176 (2021–2022 гг.) до 192 дней (2019–2020 гг.), при среднемноголетнем значении 220 дней. Абсолютная сумма отрицательных температур составляла от 4499.93°C зимой 2019/20 г. до 5129.69°C в зиму 2020/21 г., что меньше средних многолетних значений, 6000°C.

Фенологические фазы развития форм зимостойкости

Вид	Год	Начало вегетации	Цветение		Продолжительность цветения	Начало формирования плодов	Зимостойкость
			начало	конец			
<i>Lonicera tatarica</i> L. var. <i>alba</i>	2020	18.05	22.06	29.06	8	30.06	<i>Lonicera tatarica</i> L. var. <i>alba</i>
	2021	17.05	18.06	28.06	10	09.07	
	2022	02.05	13.06	26.06	13	04.07	
	2023	15.05	19.06	28.06	9	03.07	
<i>Lonicera tatarica</i> L. var. <i>rosea</i>	2020	15.05	22.06	26.06	5	29.06	<i>Lonicera tatarica</i> L. var. <i>rosea</i>
	2021	12.05	18.06	24.06	6	05.07	
	2022	19.05	13.06	21.06	8	22.06	
	2023	15.05	19.06	28.06	9	03.07	
<i>Lonicera chrysantha</i> L.	2020	15.05	22.06	29.06	7	30.06	<i>Lonicera chrysantha</i> L.
	2021	17.05	24.06	04.07	10	04.07	
	2022	16.05	–	–	–	–	
	2023	15.05	–	–	–	–	
<i>Lonicera maximowiczii</i> L.	2020	20.05	22.06	29.06	7	30.06	<i>Lonicera maximowiczii</i> L.
	2021	20.05	22.06	29.06	7	30.06	
	2022	23.05	20.06	26.06	6	25.06	
	2023	15.05	23.06	30.06	7	05.07	

Анализ температур вегетационных периодов показал, что самым холодным был вегетационный период 2023 г., самым теплым – 2020 г. При этом температура мая в 2020–2023 гг. была выше на 2.5–3°C средних многолетних – 9.4–12.7°C. Температура июня 2020–2023 гг. была теплее на 5.5°C средних многолетних значений – 19.8–22.9°C. Температуры дальнейших летних месяцев были также по тенденции выше средних многолетних на 2.1–4.4°C. Начало вегетации, разветвление листьев и

бутонизация проходили при резко нарастающей температуре, которая затем выравнивалась; и последующие фазы – плодоношение, созревание, листопад шли при температуре, немного превышающей среднее многолетнее значение.

Анализ количества осадков за время исследования показал, что среднее количество осадков за год значительно колеблется по годам. Так, например, в 2020 г. осадков выпало 129.9 мм, практически наравне с многолетним значением 130 мм. А в 2023 г. осадков было 116.7 мм, гораздо меньше. Таким образом, наиболее засушливым периодом была вегетация 2023 г. – 116.7 мм. Самое большее количество осадков отмечено в 2022 г. – 134.9 мм. Осадки по месяцам в сезон вегетации распределялись неравномерно: так в 2021 г. весна и начало лета были обеспечены осадками лучше, чем вторая половина сезона. В июле 2020 г. осадков выпало 66.3 мм, что превышало среднее многолетнее количество почти в два раза. А май 2023 г. был чрезвычайно сухим (3.1 мм), но растения спаслись благодаря накопленному зимой 2022 г. – весной 2023 г. снегу. Наступление фенологических фаз находится в прямой зависимости от климатических условий места произрастания. Причем условия вегетационных сезонов могут меняться ежегодно. Вегетация жимолости в Центральной Якутии отмечена со второй половины мая – с 15 по 19, при накоплении 19.8°C суммы активных температур. На этот период роста и развития жимолостей приходятся основные перепады температур утром, в обед и ночью. Причем перепады могут проходить с амплитудой повышения или понижения температуры до 20°C.

Фаза цветения наступает со второй половины июня (13–22) и продолжается от 8 до 14 дней. Продолжительность цветения жимолости татарской варьируется по годам незначительно. Фаза цветения начинается при температуре 355°C. Всего же наблюдали начало цветения в интервале температур от 355 до 603°C.

Плодоношение начинается с первой декады июля, созревание плодов – в первой декаде сентября. Исследования показывают, что продолжительность органического покоя в среднем составляла от 92 до 95 дней. Но из-за климата Якутии он продолжается до мая следующего года.

Таким образом, жимолость татарская успешно интродуцирована в культуру Якутского ботанического сада. Несмотря на обмерзание однолетних и частично многолетних ветвей, она способна восстанавливаться. Этому благоприятствует довольно раннее для декоративных жимолостей начало вегетации, стремительное повышение температур в мае будит спящие почки и способствует нарастанию однолетних побегов.

Начало вегетации происходит при накоплении 20°C, цветение – более 300°C. Низкие температуры предшествующей зимы способствуют большему накоплению эффективных температур для начала цветения. Несмотря на колебания температуры во время наблюдений, ритм фенологического развития *Lonicera tatarica* укладывается в рамки изменений климата Центральной Якутии.

При должном уходе (вырезке подмерзших ветвей и побегов) жимолость татарская сохраняет свою декоративность довольно долго и может быть рекомендована к использованию в озеленении населенных пунктов Центральной Якутии

ЛИТЕРАТУРА

1. Куклина А. Г. Жимолость декоративная и съедобная. М. : Кладезь-Букс, 2000. 91 с.
2. Петрова А. Е., Романова А. Ю., Назарова Е. И. Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск : ЯНЦ СО РАН, 2000. 268 с.
3. Коробкова Т. С. Интродукция дикорастущих форм жимолости в якутском ботаническом саду // Биологическое разнообразие. Интродукция растений : Материалы Пятой Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 15–17 нояб. 2011 г.). СПб., 2011. С. 212–216.
4. Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 3. Покрытосеменные. Семейства троходендроновые – розоцветные. М. ; Л. : АН СССР, 1954. 872 с.
5. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, СО, 1974. 155 с.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Под ред. П. И. Лапина. М., 1975. 27 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ВИДОВ РОДА *COTONEASTER* L. В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

С. М. Сабарайкина, А. В. Первалова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: sabaraikina@mail.ru

THE PECULIARITIES OF SEASONAL DEVELOPMENT OF SOME *COTONEASTER* L. SPECIES IN THE INTRODUCTION CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

S. M. Sabaraikina, A. V. Perevalova

Institute of Biological Problems of the Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: sabaraikina@mail.ru

The paper includes biomorphological description of 12 *Cotoneaster* species introduced to Central Yakutia. The studied species were examined for winter resistance in new growth conditions. Average values of phenological dates obtained throughout the years of research are given. Promising species such as *Cotoneaster ignavus*, *C. integgerimus*, *C. megalocarpus* and *C. lucidus* were selected and recommended for cultivation and use in Central Yakutia.

Род Кизильник *Cotoneaster* (Medic.) Bauhin семейства Rosaceae L. (Розоцветные) – невысокие листопадные кустарники. Род насчитывает 270–300 видов, из них в России 18 видов. В Якутии встречается один вид кизильника: кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch ex Blytt), произрастает в трех флористических районах – Центрально-Якутском, Верхне-Ленском и Алданском [1, 2]. В Якутском ботаническом саду (ЯБС) интродукцию кизильников проводят с 1964 г. [3]. Были испытаны около 22 видов, большинство вымерзло в первый же год исследования. В настоящее время в коллекциях ботанического сада находятся 9 видов. Из них дольше всего произрастают *Cotoneaster ignavus*, *C. integgerimus*, *C. megalocarpus*, *C. lucidus*.

Цель данной работы – изучение динамики сезонного роста и развития, зимостойкости; выявление устойчивых при внедрении в зеленое строительство Якутии видов рода *Cotoneaster*.

Исследования проводились на коллекционных участках Ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, который находится в 7 км юго-западнее от г. Якутска. Объектами изучения были 12 видов рода *Cotoneaster* – *Cotoneaster foveolatus* Rehd. et Wils. (Амурская область), *Cotoneaster ignavus* E. Wolf. (Польша), *Cotoneaster insignis* Pojark. (Венгрия), *Cotoneaster integgerimus* Medik. (Латвия), *Cotoneaster lucidus* Schlecht (Амурская область), *Cotoneaster megalocarpus* M. Pop. (Кишинев), *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt. (Якутия), *Cotoneaster pannosus* Franch. (Венгрия), *Cotoneaster racemiflorus* (Desf.) Booth ex Bosse (Мещерское), *Cotoneaster suavis* A. Pojark (Мещерское), *Cotoneaster tomentosus* (Ait.) Lindl. (Йошкар-Ола), *Cotoneaster zabelii* C. K. Schaeid. (Мещерское), выращенных из семян в разные годы.

Изучали указанные виды кизильников в течение вегетационных периодов 2000–2023 гг. Исследования проводились по общепринятым методическим рекомендациям [4–6].

Cotoneaster foveolatus Rehd. et Wils. (Амурская область). В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты до 60 см. Начало вегетации со второй декады мая. Самое раннее отмечено 11 мая в 2005 г., позднее – 7 июня 2000 г. Цветение начинается с первой декады июня; раннее отмечено с 8 июня в 2012 г., позднее – 7 июля 2003 г. Плоды завязывались с 18 июня, созревали в сентябре. Вид зимостойкий, засухоустойчивый.

Cotoneaster ignavus E. Wolf. (Польша). В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты до 68 см. Вегетация начинается со второй декады мая (ранняя – 10 мая в 2005 г., поздняя 31 мая в 2003 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее - 5.06. в 2006 г., позднее 5.07. в 2004 г.). Плоды начинают завязываться с 20 июня (раннее завязывание – 18 июня в 2010 г., позднее – 30 июля в 2004 г.). Созревают плоды в конце сентября. Вид зимостойкий, засухоустойчивый, светолюбивый.

Cotoneaster insignis Pojark. (Венгрия). В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты до 112 см. Начало вегетации со второй декады мая; самое раннее – 12 мая в 2005 г., позднее – 24 мая в 2004 г. Цветение отмечено со второй декады июня (раннее – 9 июня в 2008 г., позднее – 29 июня в 2004 г.). Цветки в 5–8 цветковых щитках, лепестки белые, распростерты. Созревают плоды в конце сентября. Они округлые, черные, длиной 6–7 мм.

Cotoneaster integerrimus Medik. (Латвия). В естественных условиях произрастает на западе европейской части России, в Крыму и на Кавказе. В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты 80 см, крона раскидистая, рыхлая. Начало вегетации со второй декады мая; самое раннее – 13 мая в 2016 г., позднее – 2 июня в 2003 г. Цветение отмечено со второй декады июня; раннее – с 11 июня в 2012 г., позднее – 29 июня в 2004 г. Завязываются плоды с конца июня, созревают в сентябре. Плоды округлой формы, диаметром 5–7 мм, длиной 6–8 мм, красные.

Cotoneaster lusidus Schlecht (Амурская область). В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты 50–62 см. Начало вегетации со второй декады мая; самое раннее – 15 мая в 2005 г., позднее – 4 июня в 2001 г. Цветение отмечено со второй декады июня; раннее – с 8 июня в 2007 г., позднее – 26 июня в 2001 г. Завязываются плоды со второй декады июля, семена вызреть не успевают. Всхожесть семян очень низкая.

Cotoneaster megalocarpus M. Pop. (Кишинев). В условиях культуры высота растения до 80 см. Начало вегетации со второй декады мая (раннее – 10 мая в 2013 г., позднее – 2 июня в 2003 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее – 13 июня в 2007 г., позднее – 29 июня в 2004 г.). Завязываются плоды с 28 июня (раннее завязывание – 24 июня в 2008 г.).

Cotoneaster melanocarpus Fish. ex Blytt. (Якутия) – естественно произрастает на территории ботанического сада. Высота до 80 см. Начало вегетации с 10 мая; самое раннее – 8 мая в 2013 г., позднее – 25.05. в 2001 г. Цветение отмечено с 10 июня, раннее – с 8 июня в 2007 г., позднее – 22 июня в 2004 г. Завязываются плоды со второй декады июня; раннее завязывание с 14 июня в 2010 г., позднее – 13.07. в 2004 г.

Cotoneaster pannosus Franch. (Венгрия). В условиях культуры вид достигает высоты 70–90 см. Начало вегетации со второй декады мая (раннее – 12 мая в 2006 г., позднее – 2 июня в 2003 г.). Цветение со второй декады июня (раннее – 10 июня в 2006 г., позднее 7 июля в 2003 г.). Период цветения длится от 10 до 12 дней. Завязывание плодов отмечено с 23 июня, (раннее – 20 июня в 2008 г., позднее – 16 июля в 2001 г.). Созревают плоды в конце сентября.

Cotoneaster racemiflorus (Desf.) Booth ex Bosse (Мещерское). В условиях интродукции достигает высоты до 70 см. Начало вегетации со второй декады мая (раннее – 10 мая в 2017 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее – 17 июня в 2022 г.). Завязываются плоды с 30 июня, созревают в конце августа.

Cotoneaster suavis A. Pojark (Мещерское). В условиях интродукции вид достигает высоты до 70 см. Начало вегетации со второй декады мая (раннее – 10 мая в 2022 г., позднее – 28 мая в 2001 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее – 14.06. в 2016 г., позднее – 28 июня в 2001 г.). Завязываются плоды с 21 июня, созревают в конце августа (позднее созревание 15 сентября в 2005 г.).

Cotoneaster tomentosus (Ait.) Lindl. (Йошкар-Ола). В условиях интродукции взрослые растения достигают высоты 95 см. Начало вегетации со второй декады мая (самое раннее 11 мая в 2005 г., позднее – 5 июня в 2003 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее с 11 июня в 2007 г., позднее – 25 июня в 2001 г.). Завязываются плоды с третьей декады июня. Всхожесть семян очень низкая.

Cotoneaster zabelii C. K. Schaeid. (Мещерское). В условиях интродукции вид достигает высоты до 90 см. Начало вегетации со второй декады мая (раннее – 10 мая в 2010 г., позднее – 24 мая в 2002 г.). Цветение отмечено со второй декады июня (раннее – 13 июня в 2000 г., позднее – 8 июля в 2003 г.). Завязываются плоды с 25 июня (раннее завязывание – 15 июня в 2007 г., позднее – 25 июля в 2003 г.). Созревают плоды во второй декаде сентября.

По результатам анализа сроков начала и окончания вегетации разных видов кизильников были выделены фенологические группы: первая – РР – раннее начало (первая декада мая) и раннее окончание вегетации (вторая декада сентября); вторая – СС – среднее начало (вторая декада мая) и среднее окончание вегетации (третья декада сентября); третья – СП – среднее начало (вторая декада мая) и позднее окончание вегетации (первая декада октября); четвертая – ПП – позднее начало (третья декада мая) и позднее окончание вегетации (первая декада октября).

В группу РР входит местный дикорастущий вид *C. melanocarpus*. Его вегетация начинается при накоплении 29.5°C суммы активных температур и продолжается от 129 до 132 дней. За вегетационный сезон *C. melanocarpus* необходимы 1937.5–1947.5°C суммы активных температур для наступле-

ния и прохождения всего цикла. В группу СС входят виды *C. integerimus*, *C. megalocarpus*, *C. tomentosus*. Их вегетация начинается при накоплении 56–85°C суммы активных температур и продолжается от 130 до 132 дней. За вегетационный сезон им необходимы 1940–1964°C суммы активных температур. В группу СП входят виды *C. foveolatus*, *C. ignavus*, *C. insignis*, *C. racemiflorus*, *C. suavis*. Их вегетация начинается при накоплении 72–92°C суммы активных температур и продолжается от 137 до 140 дней. За вегетационный сезон им необходимы 1952–1983.2°C суммы активных температур. В группу ПП входят виды *C. lusidus*, *C. zabelii*. Их вегетация начинается при накоплении 99–111°C суммы активных температур и прерывается на 130–134 дня погодными условиями. За вегетационный сезон эти виды не успевают полностью завершить процессы и к моменту холодов накапливают 1937°C суммы активных температур.

Для изучения особенностей протекания ростовых процессов у интродуцируемых растений проводились измерения в течение нескольких лет. Установлен самый продолжительный рост побегов у растений из феногруппы СС; он характеризовался постепенным нарастанием интенсивности прироста и двумя скачками (третья декада мая, вторая декада июня). Поскольку у группы растений с поздним началом и поздним окончанием вегетации рост побегов начинается с третьей декады мая, то его завершение растягивается почти до начала октября. Следовательно, одревеснение происходит на 75%, из-за чего однолетние побеги в зимой частично обмерзают.

Из анализа полученных данных следует, что наиболее растянутый период роста годичных побегов у *Cotoneaster lusidus* – 84–86 дней, на 18 дней больше, чем у *Cotoneaster melanocarpus*. По величине сезонного и среднесуточного приростов были выделены виды с низким уровнем прироста – 11.1–12.7 см (*Cotoneaster lusidus*, *Cotoneaster zabelii*) и минимальным среднесуточным приростом – 0.13–0.15 см/сут. (*Cotoneaster lusidus*, *Cotoneaster zabelii*).

По результатам многолетних исследований видно, что представители рода *Cotoneaster* инорайонного происхождения в условиях Центральной Якутии отличаются продолжительностью периода роста и развития – многие виды завершают вегетацию в поздние сроки (конец сентября – начало октября). У большинства интродуцентов рост и развитие останавливаются только с переходом к отрицательным температурам, что отражается на зимостойкости растений и сохранности их в осенне-зимний период.

Вегетация местного дикорастущего вида *C. melanocarpus* начинается при накоплении 1998.5–2295.5°C суммы активных температур и продолжается от 132 до 142 дней. Инорайонным видам кизильников требуется больше тепла, из-за этого запаздывают первые фазы развития – начало вегетации, разворачивание листьев и цветение. Дальше резкий подъем температуры воздуха сравнивает протекание следующих фаз развития – конец цветения, завязывание плодов, созревание плодов, осеннее расцветивание. Некоторые виды не успевают полностью сбросить листья. У видов *C. lusidus* и *C. tomentosus* семена не вызревают.

Изученные представители рода *Cotoneaster* декоративны весь вегетационный сезон и могут быть рекомендованы для пополнения ограниченного ассортимента, используемого в зеленом строительстве городов и населенных пунктов Республики Саха (Якутия).

ЛИТЕРАТУРА

1. Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 3. Покрытосеменные. Семейства троходендроновые – розоцветные. М. ; Л. : АН СССР, 1954. 872 с.
2. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения / Под ред. М. М. Черосова. Новосибирск : Наука, 2012. 272 с.
3. Петрова А. Е., Романова А. Ю., Назарова Е. И. Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск : ЯНЦ СО РАН, 2000. 268 с.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Сост. П. И. Лапин. М., 1975. 27 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. Орел : ВНИИСПК, 1999. С. 253–493.
6. Латин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений: сб. статей / Отв. ред. П. И. Лапин. М. : ГБС АН СССР, 1973. С. 7–67.

МАКРОМИЦЕТЫ о. ЗАВЬЯЛОВА

Н. А. Сазанова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: nsazanova_mag@mail.ru

MACROMYCETES OF ZAVYALOV ISLAND

N. A. Sazanova

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: nsazanova_mag@mail.ru

To this date, 173 species of macroscopic fungi from different taxonomic groups are known for Zavyalov Island. These are mainly basidiomycetes, to a lesser extent – ascomycetes, symbiotrophs of forest and tundra communities and saprotrophs on litter, wood, and humus. The locations of three protected species (*Amanita regalis*, *Clavariadelphus truncatus* and *Leccinum arctoi*) included in the Red Book of the Magadan Region (2019) were discovered. In connection with the development of eco-tourism on the island, organizers should place information about species diversity and rare species of macromycetes on information stands. When laying out ecological routes, it is necessary to take into account the habitats of rare and protected species of plants and fungi.

Завьялова – один из крупнейших островов Охотского моря. В настоящее время в связи с перспективами развития экологического туризма на о. Завьялова строится современный туристический комплекс и идет разведение островных популяций овцебыка и снежного барана.

Природные комплексы острова изучены не в полной мере. В коллективной монографии «Остров Завьялова» [1] обобщены все имеющиеся на тот момент данные по биоразнообразию живых организмов, геологии и археологии. Компоненты островной экосистемы исследованы неравномерно, многие группы требуют доработки, в т. ч. и грибы.

Сборы грибов проводили несколько сезонов в составе комплексных экспедиций, а также в однократных поездках (август 1991 г., август 2008 г., август 2009 г., июль 2010 г., август 2019 г., июль, август 2021 г., сентябрь 2022 г.).

Грибы изучали маршрутным методом в различных типах растительных сообществ большей частью право- и левобережья бух. Рассвет. Это наиболее доступное и обитаемое место о. Завьялова, привлекает рыбалкой, грибами и охотой. Незначительные сборы есть из других точек острова (бух. Корабельная, устье руч. Первая Речка, долина р. Рассвет, руч. Горбатый, руч. Кочкарный, юго-западный склон, м. Южный и др.).

Остров относится к горной области кедровых стлаников и лиственнично-березовых лесов Охотского побережья [2]. Северные склоны покрыты мелкокустарничковой горно-арктической пятнистой тундрой. Щебнистые склоны южной экспозиции занимают кедровые и ольховые стланики, в долинах ручьев – каменноберезники. Понижения и прогибы в центральной части заняты осоково-кочкарной тундрой. Каждое сообщество характеризуется своим набором грибов. Отсутствие основной лесобразующей породы – лиственницы, кустарниковые стланики и открытые, обдуваемые ветрами пространства, занятые тундрами, суровые погоды обуславливают специфику биоты грибов, где, помимо бореальных видов, большую роль играют аркто-альпийские, субарктические и виды с широким экологическим диапазоном.

На данный момент для островной микобиоты опубликованы 173 вида макромицетов из разных таксономических групп [3, 4]. В основном это базидиальные грибы: симбиотрофы лесных и тундровых сообществ и сапротрофы на подстилке, древесине, гумусе.

Визитной карточкой о. Завьялова является белый гриб (*Boletus edulis*). Основной фон вместе с белыми составляют обабки (подберезовики и подосиновики) (род *Leccinum*), маслята (род *Suillus*) лиственнички (*Cantharellus cibarius*), подгруздки черный и белый, разные виды сыроежек (род *Russula*), мухоморы (род *Amanita*), лаковицы (род *Laccaria*) и некоторые другие группы видов. Из подосиновиков

растут два схожих вида: краснокнижный подосиновик арктоусный (*Leccinum arctoi*) – симбиотрофно связан с арктоусом альпийским, и подосиновик желто-бурый (*L. versipelle*) – образует микоризу с кустарниковыми березами. Помимо подосиновиков на острове в благоприятные периоды активно растут подберезовики (*L. holopus*, *L. rotundifoliae*, *L. schistophilum*, *L. variicolor*). С зарослями кедрового стланика ассоциированы маслята (*Suillus acidus*, *S. placidus*, *S. plorans*, *S. spraguei*, *S. subluteus*). Для кустарничковых тундр наиболее характерные виды из сыроежек *Russula adusta*, *R. delica*, *R. medullata*, *R. paludosa*, *R. pascua*, из мухоморов – *Amanita regalis* и *A. battarrae*.

На увлажненных участках осоково-кочкарных тундр отмечены *Arrhenia lobata*, *A. obscurata*, *Galerina sphagnorum*, *Hypholoma myositis*, *Multiclavula vernalis*, *Rhodocollybia maculata*; в зарослях ольховника и березки – *Lactarius alpinus*, *Lactarius trivialis*, *Russula aeruginea* и др.

Своеобразные черты старовозрастным каменноберезовым лесам придают трутовики. В местах выхода ручьев к морю есть участки «мертвого леса», образованные наледями и богатые отмершей древесиной – потенциальным субстратом для ксилотрофов с обилием дрожжалковых грибов. Чаще всего на погибших или ослабленных березах можно встретить *Cerioporus mollis*, *Cerrena unicolor*, *Phellinus igniarius*, *Pleurotus pulmonarius*, реже *Inonotus obliquus*. Отмершие стволы ольховника заселяют *Cerioporus scutellatus*, *Plicatura nivea*, *Xanthoporia radiata*, *Tectella operculata*, *Exidia cartilaginea*. Под пологом березового криволесья растут сыроежки (*Russula claroflava*, *R. decolorans*, *R. gracillima*, *R. olivacea*), млечники (*Lactarius glyciosmus*, *L. rufus*), паутинники (*Cortinarius delibutus*), дождевики (*Lycoperdon perlatum*), на листовном и хвойном опаде – разные виды мицен (род *Mycena*).

За 15 лет (пожар 2009 г.) горелая сопка густо задерновалась политрихумовыми мхами. На месте сгоревшего кедрового стланика медленно восстанавливается береза Миддендорфа. Из грибов чаще других здесь встречаются *Cystodermella granulosa*, *Gymnopilus decipiens*, *G. penetrans*, *Rickenella fibula*, виды родов *Galerina* и *Entoloma*, *Paxillus involutus*, *Tricholomopsis rutilans* и др. Антропогенные местообитания с трухлявой древесиной предпочитают дождевики (*Lycoperdon perlatum*, *L. piryforme*), свинушки (*Paxillus involutus*) и чешуйчатки (*Pholiota lignicola*), говорушки (*Bonomyces sinopicus*).

Остров Завьялова – еще одна точка произрастания трех охраняемых видов, внесенных в Красную книгу Магаданской области [5]. В каменноберезняке обнаружен мухомор серо-розовый, краснеющий (*Amanita rubescens*); в пятнистых кустарничковых тундрах – рогатик усеченный (*Clavariadelphus truncatus*) и обабок (подосиновик) арктоусный (*Leccinum arctoi*).

При прокладывании экологических маршрутов необходимо принимать во внимание местообитания редких и охраняемых видов растений и грибов. Организаторам туристического комплекса следует разместить на информационных стендах полезные сведения о видовом разнообразии и охраняемых видах грибов, чтобы расширять кругозор отдыхающих и максимально обеспечивать соблюдение строгих экологических норм и ограничений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Остров Завьялова* (геология, геоморфология, история, археология, флора и фауна). М. : ГЕОС, 2012. 211 с.
2. *Рейтм А. Т.* Растительность // Север Дальнего Востока / Отв. ред. Н. А. Шило. М. : Наука, 1970. С. 257–299. (Природные условия и естественные ресурсы).
3. *Сазанова Н. А.* Первые сведения о грибах о. Завьялова // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2012. № 4. С. 93–99.
4. *Сазанова Н. А.* Дополнение к биоте макромицетов острова Завьялова (Северное Охотоморье) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2024. № 1. С. 26–35. DOI: 10.34078/1814-0998-2024-26-35.
5. *Красная книга Магаданской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов* / Редкол. А. В. Кондратьев (предс.) и др. Магадан : Охотник, 2019. 356 с.

К ГИДРОЛОГИИ ВОДОТОКОВ о. ВРАНГЕЛЯ (Чукотский автономный округ)*В. Л. Самохвалов*

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан; e-mail: samokhval@mail.ru

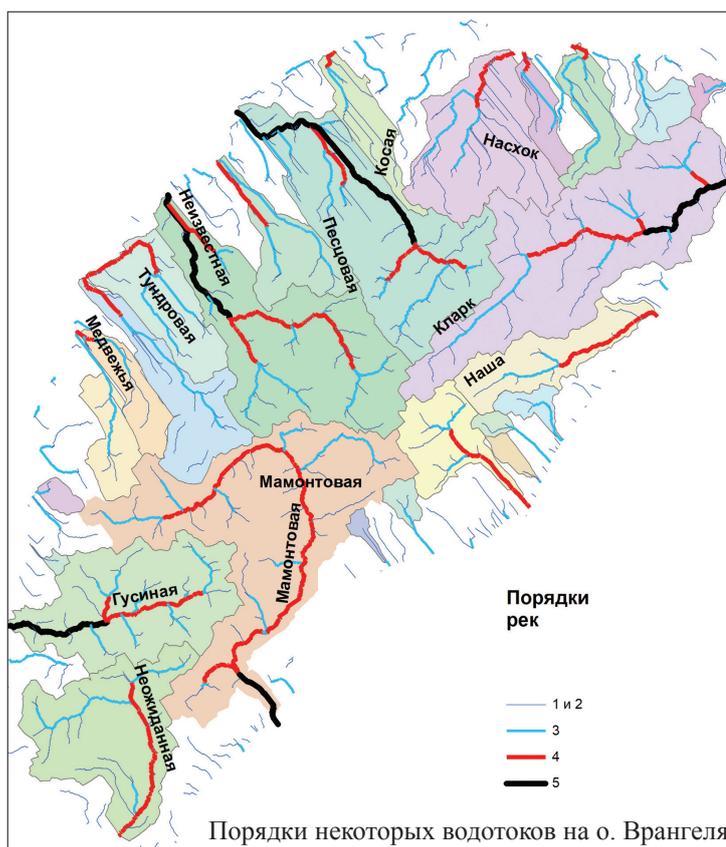
**ON THE HYDROLOGY OF WATER STREAMS OF WRANGEL ISLAND
(Chukotka Autonomous District)***V. L. Samokhvalov*Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: samokhval@mail.ru

The orders of streams in large drainage basins of Wrangel Island have been examined. The five largest rivers have a maximum order of five. The connection between the orders of rivers and their catchment area is close to the functional one. The order relationship within the studied basins is shown. The indicators of the stream orders on Wrangel Island are compared with those, of other islands of the Far East.

Остров Врангеля – крупнейший на северо-востоке Азии, входит в сотню самых крупных островов планеты и в десятку крупнейших в России. Его площадь 7866 км². Максимальная высота 1096 м. На острове расположены заповедник и метеостанция.

На основе цифровых карт Open street map и карт высот земной поверхности получены векторные данные бассейнов рек и их гидрологической сети. Поскольку остров расположен западнее и восточнее долготы 180°, то для его правильного воспроизведения на карте в программе ARCGIS 10.4 использовали картографическую проекцию Asia North Albers Equal Area Conic с поправками к территориям Дальнего Востока. Для точного отображения площадных и линейных параметров водосборов и речной сети выбрана проекция Pulkovo 1942 GK zone 30 (<https://gis-lab.info/qa/gis-lab-projections.html>). При этом вычисленная и полученная по справочным данным площади отличались крайне мало – 1.2% [1]. Для определения порядков водотоков по Страллеру [2] карта приближена к масштабу 1:100 000. Для этого использован инструмент «Алгебра карт» с выбором стока из 250 ячеек. Бассейны рек были построены для 25 крупных водотоков острова.

В настоящее время рассматриваются возможности исследования с помощью порядков нормы стока неизученных рек [3]. Показаны возможности исследования структуры сообществ зообентоса с помощью показателя порядков [4].



Максимальный порядок водотоков о. Врангеля – пять (см. рисунок). Такой величины достигают пять крупных рек острова – Мамонтова, Красный Флаг, Гусиная, Неизвестная и Кларк, т. е. самые крупные реки и по протяженности, и по площади водосбора. Для сравнения отметим, что максимальный порядок водотоков самых крупных островов Курильского архипелага четыре, а о. Сахалин – шесть.

Каждый порядок рек характеризовался их численностью и протяженностью. Процент суммарных длин водотоков каждого порядка убывает от первого к пятому практически в два раза, а отношение общей протяженности рек первого порядка к пятому составляет около 33 раз (см. таблицу).

Густота речной сети водотоков всех порядков характерна для предгорных рек Дальнего Востока [5]. Около 60% этого показателя приходится на водотоки первого порядка.

Практическое применение полученных результатов можно рассмотреть на следующем примере. С конца 70-х гг. XX в. на о. Врангеля изучается фауна комаров семейства Chironomidae [6]. Сравнение литературных данных по станциям сбора материалов этих насекомых показывает, что исследованиями охвачены бассейны рек всех пяти порядков, имеющих на острове.

Суммарная протяженность водотоков разных порядков на о. Врангеля

Порядок	первый	второй	третий	четвертый	пятый	сумма
Количество водотоков	–	269	62	19	5	–
Сумма длин, км	3987	1619	804	381	121	6912
Процент длин порядков	57,7	23,4	11,6	5,5	1,8	100
Густота речной сети, км/км ²	0,513	0,208	0,103	0,049	0,016	0,889

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ресурсы поверхностных вод СССР* : Основные гидрологические характеристики. Т. 19. Северо-Восток. Л. : Гидрометеиздат, 1969. 284 с.
2. *Strahler A. N.* Quantitative analysis of water shed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. 1957. Vol. 8, No. 6. P. 913–920.
3. *Шаликовский Д. А., Заслоновский В. Н., Шаликовский А. В.* Альтернативный подход к определению нормы стока неизученных рек (на примере бассейна р. Амур в пределах Забайкальского края) // Водное хозяйство России. 2020. № 6. С. 6–27.
4. *Самохвалов В. Л.* Размеры площадей водосбора и некоторые показатели структуры зообентоса водотоков северо-востока Азии // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2022. № 3. С. 69–75.
5. *Орлов В. Г.* Основы физической гидрографии : учеб. пособие. Л. : ЛПИ, 1979. 72 с.
6. *Макарченко Е. А., Макарченко М. А.* Фауна хирономид подсемейства Orthocladiinae (Diptera, Chironomidae) острова Врангеля // Чтения памяти В. Я. Леванидова, Владивосток, 20–22 марта 2001 г. Владивосток : Дальнаука. 2001. Вып. 1. С.174–186.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЧАТЫХ УКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АРКТИЧЕСКИХ КУЛИКОВ

В. А. Селезнева^{1,2}, В. В. Данилова³, Г. К. Павлюков^{1,4}, Д. В. Соловьёва¹

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: selezneva5997@gmail.com; georgiyavlyukov@gmail.com; diana_solovyova@mail.ru

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

³ул. Вавиловых, д. 5, корп. 1, кв. 3, Санкт-Петербург; e-mail: valeriya981@mail.ru

⁴СВКНИИ им. Н. А. Шило ДВО РАН, Магадан

EXPERIMENTAL USAGE OF RETICULATED ENCLOSURES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF ARCTIC SHOREBIRDS

V. A. Selezneva^{1,2}, V. V. Danilova³, G. K. Pavlyukov^{1,4}, D. V. Solovyeva¹

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: selezneva5997@gmail.com; georgiyavlyukov@gmail.com; diana_solovyova@mail.ru

²Perm State National Research University, Perm

³Vavilovs str., 5, build. 1, fl. 3, St. Petersburg; e-mail: valeriya981@mail.ru

⁴North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute FEB RAS, Magadan

During 2021–2023 experiment aimed at increasing the nest success of Arctic shorebirds (dunlin *Calidris alpina*, pectoral sandpiper *C. melanotos*, Temminck's stint *C. temminckii* and red-necked phalarope *Phalaropus lobatus*) via nest enclosures was conducted. On average, the nest success for dunlin and pectoral sandpiper in enclosures was 100% comparing to 79.1±5.5% and 50.1±6.2% respectively in unprotected nests. In Temminck's stint nest success increased from 30.6±33.7% (unprotected nests) to 74.6±22.5% (protected nests). In red-necked phalarope nest success in protected nests reached 91.67±14.43% comparing to 61.3±13.2% in unprotected ones. The positive influence of enclosures on nest survival was proved for studied shorebird species.

Для птиц, гнездящихся на земле, разорение их жилищ – один из самых важных факторов, влияющих на успех гнездования [1]. Эффективность укрытий для куликов была доказана в ряде работ [2–4]. В своем исследовании мы проверили влияние сетчатых укрытий на успех гнездования арктических куликов: чернозобика *Calidris alpina*, дутыша *C. melanotos*, белохвостого песочника *C. temminckii* и круглоногого плавунчика *Phalaropus lobatus*.

Материалы были собраны в 2021–2023 гг. на о. Айопечан в рамках ежегодного мониторинга орнитофауны дельты рр. Чаун – Пучевеем – Паляваам. Гнезда искали на заложенных модельных участках и вне их границ. Успех гнездования рассчитали для 46 укрытых и 158 неукрытых гнезд (см. таблицы 1 и 2).

Сетчатые укрытия устанавливали на гнезда, находящиеся вне модельных площадок. Укрытия – замкнутые трубы, сделанные из сварной сетки с полимерным покрытием зеленого цвета. Размер ячеей 5×10 см, высота 1–1.1 м, диаметр приблизительно 0.9 м; укрытия зафиксировали в мерзлом грунте при помощи 4–6 металлических колышек. Для защиты гнезда от хищных птиц в качестве крыши укрытия были крестообразно натянуты две проволоки.

Таблица 1. Число гнезд куликов на о. Айопечан

Год	Чернозобик		Дутыш		Белохвостый песочник		Круглоносый плавунчик	
	в укрытии	без укрытия	в укрытии	без укрытия	в укрытии	без укрытия	в укрытии	без укрытия
2021	5	23	2	23	7	3	4	28
2022	4	11	5	11	2	3	3	13
2023	5	22	2	7	3	4	4	10
Всего	14	56	9	41	12	10	11	51

Таблица 2. Успех гнездования куликов в неукрытых гнездах на о. Айопечан, %

Год	Чернозобик	Дутыш	Белохвостый песочник	Круглоносый плавунчик
2021	82.6	47.8	66.7	67.9
2022	81.8	45.5	0	46.2
2023	72.7	57.1	25	70
Среднее	79.1±5.5	50.1±6.2	30.6±33.7	61.3±13.2

Гнездо считалось успешным, если был найден или зафиксирован фотоловушка хотя бы один вылупившийся птенец, а также если в гнезде были найдены фрагменты скорлупы (размером менее 5 мм) или коллагеновые чехлы перьев. Мы классифицировали гнездо неуспешным, если по какой-либо причине из гнезда пропали все яйца до предположительной даты вылупления, были зафиксированы следы разорения, утопления или гнездо было брошено. Для гнезд, которые не посещали повторно после предполагаемой даты вылупления или для которых были неясны причины пропажи яиц, судьба не определялась, и их исключали из анализа.

Прямой успех гнездования для чернозобика и дутыша в укрытых гнездах был 100%. Для круглоносого плавунчика – 91.67±14.43% (75–100%). Самый низкий успех зафиксирован у белохвостого песочника – 74.6±22.5% (57.2–100%). Для неукрытых кладок успех гнездования представлен в таблице 2. В открытых гнездах самый низкий успех гнездования также отмечен у белохвостого песочника (30.6±33.7%). Больше других укрытие гнезд повышало успех гнездования у дутыша (100% и 50.1±6.2%).

Причинами гибели кладок в укрытых гнездах были разорение (одно гнездо круглоносого плавунчика в 2021 г.) и затопление (два гнезда белохвостого песочника в 2021 г.). Фотоловушка, установленная у одного из гнезд белохвостого песочника в 2023 г., зафиксировала разорение этого гнезда американским длиннохвостым сусликом *Spermophilus parryi*. Он способен пройти в ячею укрытия и поэтому является единственным хищником (факультативным) в районе исследования, который может разорить гнездо кулика в укрытии. Также было обнаружено покинутое гнездо белохвостого песочника в 2021 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith R. K. et al. Is nest predator exclusion an effective strategy for enhancing bird populations? // Biological Conservation. 2011. Vol. 144. P. 1–10.
2. Anteau M. J. et al. Experimental evaluation of predator exclusions on nest, chick, and adult survival of piping plovers // The Journal of Wildlife Management. 2022. Vol. 86, No. 1. P. 1–21.
3. Larson M. A., Ryan M. R., Murphy R. K. Population viability of piping plovers: effects of predator exclusion // The Journal of Wildlife Management. 2002. Vol. 66, No. 2. P. 361–371.
4. Maslo B., Lockwood J. L. Evidence based decisions on the use of predator exclusions in shorebird conservation // Biological Conservation. 2009. Vol. 142. P. 3213–3218.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОДЗОЛОВ КРИОЛИТОЗОНЫ

О. Ю. Семина

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва;
e-mail: sem_olga02@mail.ru

BIOLOGICAL ACTIVITY OF NATURAL AND ANTHROPOGENICALLY DISTURBED PODZOLS OF CRYOLITHOZONE

O. Yu. Semina

Lomonosov Moscow State University, Moscow;
e-mail: sem_olga02@mail.ru

An important parameter characterizing the soil is biological activity, consisting of the interaction of living organisms of the soil with each other and the products of their vital activity. Biological activity, consisting of respiratory and enzymatic activity, gives an idea of the state of the soil. The activity of catalase, invertase, urease, as well as the intensity of basal respiration and the carbon content of microbial biomass were studied. All soils are characterized by a decrease in the activity of catalase, invertase down the profile, which is associated with a decrease in the content of water-soluble carbon. The change in the urease profile is not unambiguous and characterized by «average» activity. The intensity of basal respiration and the carbon content of microbial biomass decreases down the profile. A close relationship was obtained between basal respiration and microbial biomass carbon. Microbial biomass carbon correlates with the carbon content of water-soluble compounds.

Ключевая роль в регуляции газового состава атмосферы, круговороте элементов минерального питания принадлежит почвенным микроорганизмам [1]. Почвенные микроорганизмы, беспозвоночные животные, корневые системы растений в течение жизни продуцируют огромное количество различных биогенных соединений, среди которых присутствуют ферменты. Каждый тип почв обладает собственным комплексом ферментов и набором биохимических реакций, возникающих при внешних воздействиях. Именно это позволяет ученым использовать активность почвенных ферментов для оценки «здоровья» почв и их экологического состояния.

Объекты исследования – пробы почв, отобранные летом 2023 г. на территориях, расположенных за Северным полярным кругом, севернее г. Новый Уренгой, и непосредственно на территории г. Новый Уренгой.

В работе были задействованы четыре площадки, располагавшиеся под различными естественными растительными сообществами. В растительном покрове доминировали мхи, лишайники, травы и кустарники, однако встречалась и древесная растительность (в городе).

Почвы – подзолы грубогумусированные и торфяно-подзол турбированный, представленные естественными вариантами и антропогенно-преобразованными – абраземами.

Во всех почвах с глубиной снижается активность каталазы и инвертазы, что связано с уменьшением содержания Свов (водорастворимого углерода) и Слгв (углерода

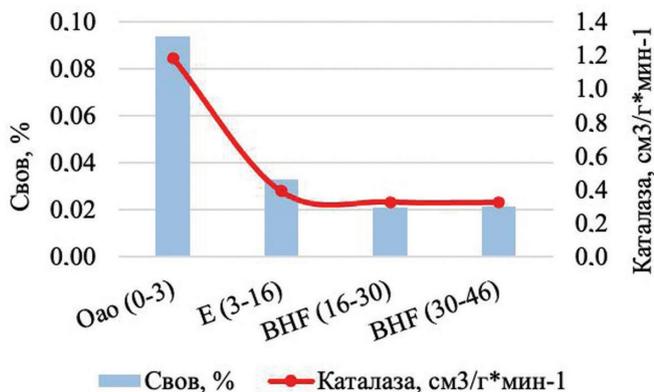


Рис. 1. Изменение содержания Свов и активности каталазы по профилю подзола грубогумусированного

лабильных гумусовых веществ), являющихся субстратом для почвенных микроорганизмов. Практически во всех горизонтах исследованных почв активность каталазы и инвертазы «очень бедная» и «бедная», исключение – торфяной горизонт торфяно-подзола глеевого турбированного и горизонт Оао подзола грубогумусированного.

На рисунках 1–3 показано изменение содержания Свов и активности каталазы и инвертазы по профилям почв. Во всех вариантах отмечена одинаковая закономерность: по мере уменьшения вниз по профилю Свов происходит уменьшение каталазной и инвертазной активности.

Данные, полученные по активности уреазы, неоднозначны. Несмотря на то что активность уреазы во всех горизонтах характеризуется «средней» интенсивностью, распределение по профилю не повторяет распределение Свов.

Интенсивность базального дыхания (БД) и содержание углерода микробной биомассы (Смик) убывают вниз по профилю. Наблюдается закономерное уменьшение содержания Смик по мере снижения Свов. Резкое снижение содержания Смик наблюдается в профиле торфяно-подзола глеевого турбированного, что может быть связано со снижением общей численности микроорганизмов. Получена тесная корреляция между БД и Смик ($R^2 = 0.89$). Содержание Смик коррелирует с содержанием Свов ($R^2 = 0.77$).

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам ООО «СеверПодводСтрой» С. В. Лыхве, Ю. Н. Горбунову, В. С. Чупрову за участие в подготовке и отборе материалов для исследований, за сопровождение во время проведения полевых работ на объектах газотранспортной инфраструктуры на территории ЯНАО и за помощь в решении всех технических и бытовых вопросов. А также сотрудникам факультета почвоведения МГУ: В. В. Дёмину, Ю. А. Завгородней, А. А. Белову, И. Е. Смирновой, Т. В. Прокофьевой за консультации и помощь в исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Martens R.* Current methods for measuring microbial biomass C in soil: Potentials and limitations // *Biol. Fertil. Soils.* 1995. Vol. 19, No. 2–3. P. 87–99.

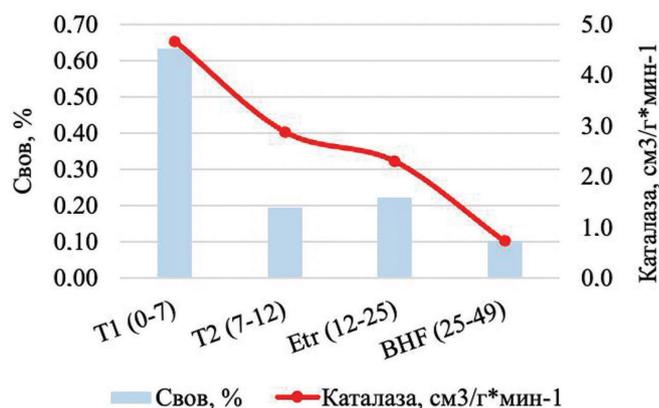


Рис. 2. Изменение содержания Свов и активности каталазы по профилю торфяно-подзола глеевого турбированного

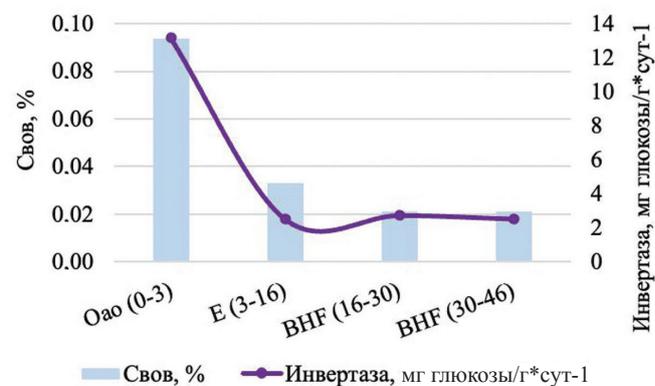


Рис. 3. Изменение содержания Свов и активности инвертазы по профилю подзола грубогумусированного

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ РЕВИЗИЯ ФАУНЫ КОПЫТНЫХ В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Т. П. Сипко¹, Х. А. Эрнандес-Бланко¹, Ю. А. Столповский²

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: sipkotp@mail.ru; j.a.hernandez.blanco@gmail.com

²Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, Москва

TAXONOMIC REVISION OF HOOFED FAUNA IN THE MAGADAN REGION AND ADJACENT TERRITORIES. SETTING OF THE PROBLEM

T. P. Sipko¹, J. A. Hernandez-Blanco¹, Yu. A. Stolpovskiy²

¹A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow;
e-mail: sipkotp@mail.ru; j.a.hernandez.blanco@gmail.com

²Vavilov Institute of General Genetics of the RAS, Moscow

The territory of the Magadan region and adjacent regions is inhabited by ungulates since the Pleistocene, without interruption for the spread of the glacial surface. It is both a center and a node, located in the east of Eurasia, where for the continuation of history ungulates moved and migrated. It is proposed to discuss a complex mosaic of different taxa of these animals in the region. Besides, revision and study of taxonomic boundary and population status are suggested.

Основная часть Магаданской области за весь период плейстоцена никогда не была покрыта сплошным оледенением. А так как появление северного оленя, как вида в Евразии, датируется ранним плейстоценом [1], можно уверенно определять длительную преемственность в эволюции и развитии таких видов на этой территории. То же определение здесь относится и к лосям [2], и снежным баранам [3]. Территория Магаданской области в силу географического расположения и особенностей орографии (геоморфологии) фактически является узловым районом при расселении и переселении копытных на всем Дальнем Востоке.

Как результат таких длительных эволюционных процессов, происходивших на больших территориях региона, сформировалась система ареалов различных таксонов (подвидов) копытных; а точных сведений, где проходят границы и находятся их контактные зоны, пока нет.

У каждого таксона и, конкретно подвида, свой эволюционно сформировавшийся генофонд и набор специфических признаков. Это относится к особенностям в его популяционной структуре и динамике демографических показателей. И подходы, как в сохранении каждого конкретного подвида, так и в разработке практики рационального использования и управления, должны реализовываться с учетом их особенностей. Для того чтобы разобраться с распределением различных подвидов копытных, планируем провести таксономическую ревизию копытных Магаданской области и сопредельных регионов с привлечением методов современной молекулярной генетики.

Предлагаем обзор подвидов копытных Дальневосточного региона, для которых недостаточно сведений по их распределению и границам между ареалами их подвидов.

Магаданская область – ареал горнолесной экологической формы охотского северного оленя, которого выделяют в подвид *Rangifer tarandus phylarchus* [4]. Однако на севере области и далее до арктического побережья обитает другая экологическая форма – тундровой северный олень. По таксономическим исследованиям, считается, что эти олени относятся к подвиду *R. t. sibiricus* или *R. t. tarandus* [5–7]. Также вносит сложность в ревизию северных оленей региона автохтонное домашнее оленеводство: севернее Магадана разводят эвенскую породу оленей, а южнее – эвенкийскую [5], уже другую и выделенную государственным селекционным центром МСХ СССР.

Лось на востоке Евразии представлен тремя подвидами: *Alces americanus pfizenmayeri* Zuckowsky, 1910 – якутский лось; *Alces americanus cameloides* Milne-Edwards, 1867 – уссурийский лось;

Alces americanus buturlini Chernyavsky et Zhelesnov, 1982 – колымский лось [4]. Распределение подвигов и зоны их интрогрессии определяются эволюцией данного вида на этих территориях [2], а границы их ареалов требуют изучения и уточнения [8].

Верхоянская горная система (страна) занимает обширные территории на северо-востоке Евразии, включая и Магаданскую область. Фенотипы баранов имеют устойчивые различия в окраске и промерах в разных краях этой страны. Следовательно, баранов материковой части можно разделить на три подвида: *Ovis nivicola lydekkeri* – якутский снежный баран; *O. n. alleni* – охотский снежный баран и *O. n. koriakorum* – корякский баран. А где начинается ареал одного подвида, а где другого, предстоит еще разбираться. Какие бараны расселены южнее Магадана, также требуется изучать. Там начинается большая горная страна со Становым нагорьем на западе, которая восточнее продолжается Становым хребтом и далее смыкается с горами Джугджур. Она является водоразделом рек Северного Ледовитого и Тихого океанов, и в прошлом была единым ареалом барана. Ныне от этого ареала сохранились только несколько фрагментов: на западе, в Кодарских горах, недавно определена изолированная популяция как отдельный подвид – кодарский снежный баран *Ovis nivicola kodarensis* Medvedev, 1994 [9]; восточнее, уже на Становом хребте в районе границы Амурской области и Якутии есть еще несколько отдельных участков, которые населяют снежные бараны, внесенные в Красные книги этих регионов. Таксономический статус этих животных не определен. Дальше продолжают горы Джугджур по территории Хабаровского края, прилегая к Охотскому морю, до границ Магаданской области. И на хр. Джугджур обитает еще относительно большая популяция баранов, которых часто относят к охотскому подвиду, хотя, по логике, эти животные должны быть родственны кодарскому подвиду т. к. живут с ними в одной горной системе. Только специальные исследования помогут разобраться в этом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вислобокова И. А. Ископаемые олени Евразии / Отв. ред. Л. П. Татаринов. М. : Наука, 1990. 208 с. (Тр. Палеонтол. ин-та; Т. 240).
2. Рожнов Ю. И., Проняев А. В., Давыдов А. В. и др. Лось: популяционная биология и микроэволюция. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2009. 520 с.
3. Dotsev A. et al. Genetic characteristics and differentiation of four valid subspecies of snow sheep (*Ovis nivicola*) based on SNP analysis // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. P. 462–465.
4. Данилкин А. А. Олени (Cervidae). М. : ГЕОС, 1999. 552 с. (Млекопитающие России и сопредельных регионов / Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН).
5. Давыдов А. В. и др. Северные олени Охотского региона // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. Т. 1 (61). С. 72–84.
6. Флеров К. К. Кабарги и олени. М. ; Л. : АН СССР, 1952. С. 222–247. (Новая серия / ЗИН АН СССР. Фауна СССР. Млекопитающие; № 55; Т. 1. Вып. 2).
7. Млекопитающие фауны СССР. М. ; Л. : АН СССР, 1963. Ч. 2. С. 1008–1012. (Определители по фауне СССР, издаваемые ЗИН АН СССР).
8. Sipko T. P., Kholodova M. V. Fragmentation of Eurasian Moose Populations During Periods of Population Depression // Journal Alces. 2009. Vol. 45. P. 30–39.
9. Медведев Д. Г. Морфологические отличия снежного барана хребта Кодар // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов России : Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию факультета охотоведения и 50-летию первого выпуска биологов-охотоведов Иркут. с/х ин-та (ныне ИрГСХА), Иркутск, 26–30 мая 2005 г. Иркутск : ИрГСХА, 2005. С. 250–254.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.256.258

**ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О МОНОГЕНЕЯХ С ПЕСЧАНОЙ (*Leocottus kesslerii*)
И КАМЕННОЙ (*Paracottus knerii*) ШИРОКОЛОБОК (*Scorpaeniformes: Cottidae*)
ВНЕ оз. БАЙКАЛ**

E. В. Смолянинова, О. Т. Русинек

Байкальский музей СО РАН, Иркутская область, пос. Листвянка;
e-mail: smolyaninova.kate@gmail.com

**FIRST INFORMATION ABOUT THE MONOGENEA OF SANDY (*Leocottus kesslerii*)
AND STONE (*Paracottus knerii*) SCULPINS (*Scorpaeniformes: Cottidae*) OUTSIDE
LAKE BAIKAL**

E. V. Smolyaninova, O. T. Rusinek

Baikal Museum of SB RAS, Irkutsk region, Listvyanka;
e-mail: smolyaninova.kate@gmail.com

For the first time, data on the species composition of Monogenea of sand and stone sculpins (*Paracottus knerii* and *Leocottus kesslerii*) from reservoirs outside Lake Baikal (Lake Gusinoe and the Bazaiha River, the right tributary of the Yenisei). *Gyrodactylus baicalensis* was found on the fins of *L. kesslerii* from Lake Gusinoe, and *G. comephori* was found on the gills. *P. knerii* from the Bazaiha River had only *G. baicalensis* on its skin, gills and fins. Measurements, drawings and photographs of the discovered *Gyrodactylus* are presented.

Как известно, паразиты являются индикаторами расселения и эволюции своих хозяев, их успешно используют для решения вопросов зоогеографии и филогении [1]. Причина интереса к песчаной (*Leocottus kesslerii* Dybowski, 1874) и каменной (*Paracottus knerii* Dybowski, 1874) широколобкам определяется тем, что с ними, в разной степени, связывают происхождение и эволюцию байкальских котоидных рыб [2–5]. Согласно современным данным, песчаная и каменная широколобки – виды, предки которых в плиоцене (2.5 млн л. н.) заселили оз. Байкал, и здесь образовался букет эндемичных видов, родов и семейств.

Песчаная и каменная широколобки широко распространены не только в оз. Байкал, но и за его пределами [6].

Новые данные по морфологической, биологической и генетической дивергенции озерных форм песчаной широколобки показали, что рыбы из озер Гусиное и Арахлей принадлежат к одному виду *Leocottus kesslerii* (Dybowski, 1874) [7]. В р. Енисей и его притоках установлены преобразования уникальной сейсмодатированной системы байкальской *P. knerii*, что связывают ее с обитанием в речных условиях [8].

В 2022 и 2023 г. мы собрали данные по моногенам от песчаной широколобки из озер Арахлей (Забайкальский край) и Гусиное (Республика Бурятия) и каменной широколобки из р. Базаиха – правый приток р. Енисей. Материалы были обработаны по традиционной методике [9]. В оз. Арахлей моногенеи не отмечены.

В результате проведенных исследований у песчаной широколобки из оз. Гусиное на плавниках был обнаружен *Gyrodactylus baicalensis*, на жабрах – *G. comephori*. У каменной широколобки из р. Базаиха на коже, жабрах и плавниках найден только *G. baicalensis*.

Эти виды моногеней описаны И. И. Боголеповой [10] от рыб из оз. Байкал. По современным данным, *G. baicalensis* паразитирует у 16 видов байкальских подкаменщиков, включая песчаную и каменную широколобок, *G. comephori* – только у большой и малой голомянок [11, 12].

Далее мы приводим описания, рисунки и фотографии обнаруженных гиродактилид.

Gyrodactylus baicalensis, оз. Гусиное: общая длина краевых крючьев 0.029–0.0325 мм, длина краевого крючка 0.0065 мм. Общая длина срединных крючьев 0.060–0.067 мм, длина их основной части 0.041–0.0455 мм, длина острия 0.028–0.0325 мм, длина внутреннего отростка 0.0195–0.026 мм.

Размеры брюшной соединительной пластинки $0.0049\text{--}0.0065 \times 0.021\text{--}0.024$ мм, спинной соединительной пластинки $0.0016\text{--}0.0032 \times 0.013\text{--}0.021$ мм (рис. 1).

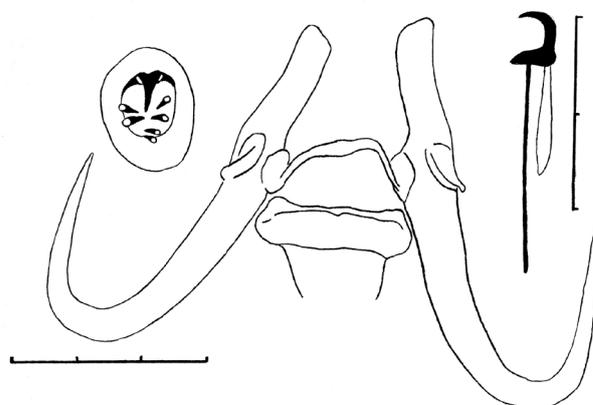
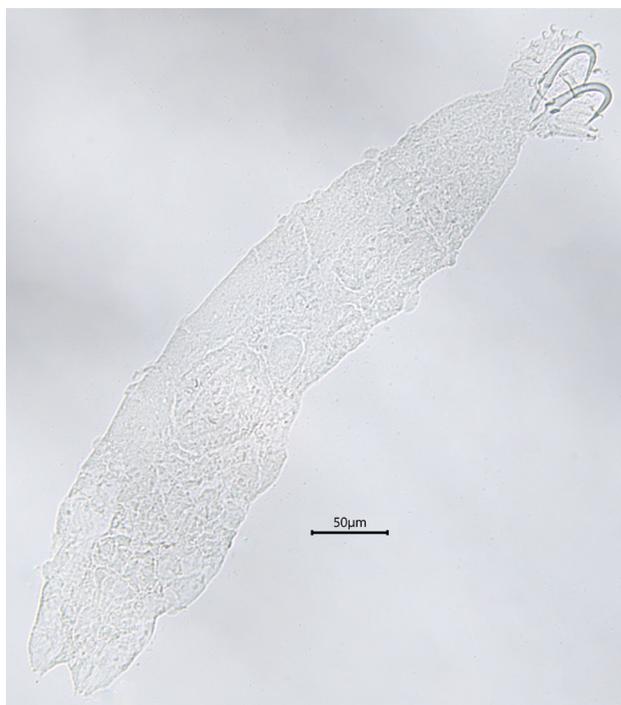


Рис. 1. *Gyrodactylus baicalensis* и его прикрепительный диск с циррусом с плавников песчаной широколобки, оз. Гусиное

G. comephori, оз. Гусиное: общая длина краевых крючьев $0.023\text{--}0.028$ мм, длина краевого крючка 0.0049 мм. Общая длина срединных крючьев $0.060\text{--}0.065$ мм, длина их основной части $0.042\text{--}0.0455$ мм, длина острия $0.0195\text{--}0.023$ мм, длина внутреннего отростка $0.0195\text{--}0.024$ мм. Размеры брюшной соединительной пластинки $0.0049\text{--}0.0065 \times 0.021\text{--}0.024$ мм, спинной соединительной пластинки $0.0016\text{--}0.0033 \times 0.013\text{--}0.023$ мм (рис. 2).

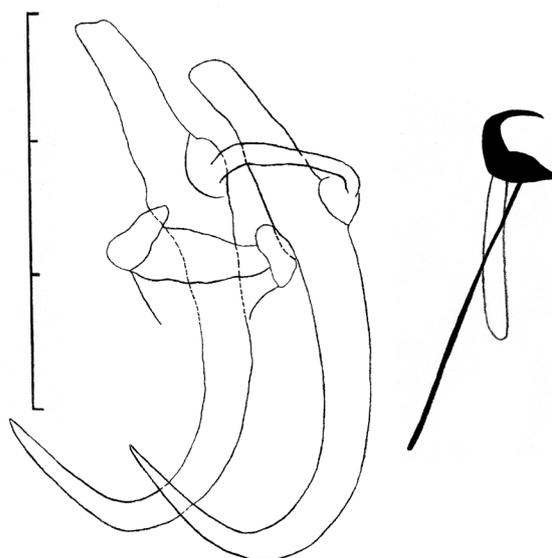
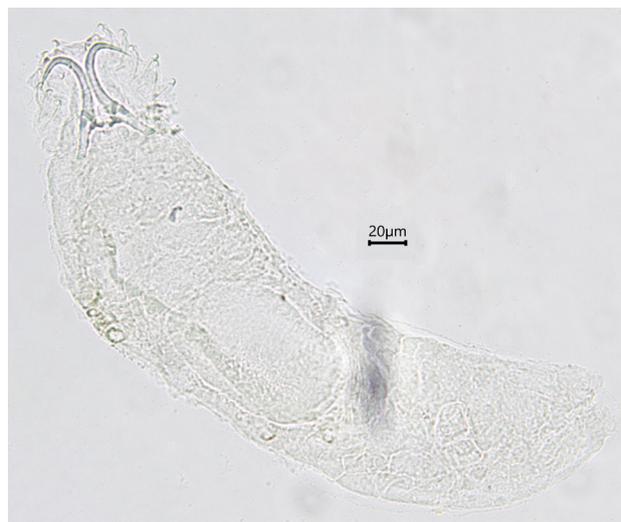


Рис. 2. *Gyrodactylus comephori* и его прикрепительный диск с жабр песчаной широколобки, оз. Гусиное

G. baicalensis, р. Базаиха: общая длина краевых крючьев $0.029\text{--}0.0325$ мм, длина краевого крючка $0.0065\text{--}0.0081$ мм. Общая длина срединных крючьев $0.059\text{--}0.065$ мм, длина их основной части $0.041\text{--}0.0455$ мм, длина острия $0.031\text{--}0.0325$ мм, длина внутреннего отростка $0.0195\text{--}0.021$ мм. Раз-

меры брюшной соединительной пластинки $0.0065\text{--}0.0081 \times 0.023\text{--}0.026$ мм, спинной соединительной пластинки $0.0016\text{--}0.0033 \times 0.0195\text{--}0.023$ мм (рис. 3).

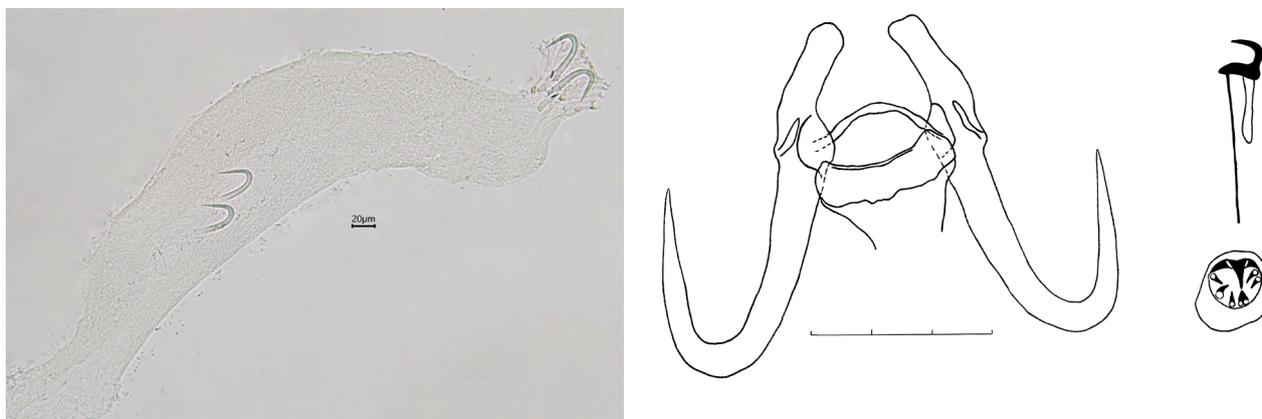


Рис. 3. *Gyrodactylus baicalensis* и его прикрепительный диск с циррусом с плавников каменной широколоб-ки, р. Базаиха

Для понимания эволюционных процессов, происходящих с паразитами и их хозяевами рыбами, необходимо продолжить изучение специфичных паразитов байкальских эндемичных рыб с помощью морфологических и молекулярно-генетических методов.

Работа выполнена в рамках темы Байкальского музея СО РАН «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири» (№ 121032900077-4). Фотографии сделаны на микроскопе Olympus VX43 Приборного центра коллективного пользования физико-химического ультрамикрoанализа ЛИН СО РАН (ЦКП «Ультрамикрoанализ»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Догель В. А. Общая паразитология. Л. : Ленинград. ун-т, 1962. 464 с.
2. Талиев Д. Н. Бычки-подкаменщики Байкала (Cottoidei). М. ; Л. : АН СССР, 1955. 604 с.
3. Сиделева В. Г. Сейсмочувствительная система и экология байкальских подкаменщичковых рыб (Cottoidei). Новосибирск : Наука, СО, 1982. 149 с.
4. Kontula T., Kirilchik S., Vainola R. Endemic diversification of the monophyletic cottoid fish species flock in Lake Baikal explored with mtDNA sequencing // Molecular Phylogenetic and Evolution. 2003. Vol. 27. P. 143–155.
5. Богданов Б. Э. К дискуссии о происхождении, эволюции и систематике байкальских рогатковидных рыб // Труды Кафедры зоологии позвоночных. Иркутск : ИрГУ, 2004. Вып. 2. С. 84–105.
6. Сиделева В. Г. Рыбы (Pisces) // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна : в 2 т. Т. 1. Кн. 2. Озеро Байкал. Новосибирск : Наука, 2004. Ч. 5. С. 1023–1050.
7. Русинек О. Т. и др. Интегральный подход в изучении особенностей озерных форм песчаной широколобки (*Leocottus kesslerii*, Cottidae) // Вопросы ихтиологии. 2024. (В печати).
8. Сиделева В. Г. Устойчивость уникального паттерна сейсмочувствительной системы байкальской каменной широколобки (*Paracottus knerii*, Cottidae) при колонизации этим видом системы реки Енисей // Тр. ЗИН РАН. 2022. Т. 326, № 3. С. 203–210.
9. Гусев А. В. Методика сбора и обработки материалов по моногенетическим паразитирующим у рыб. Л. : Наука, ЛО, 1983. 47 с.
10. Боголепова И. И. Моногенетические сосальщики рыб Байкала // ДАН СССР. 1950. Т. 72, № 1. С. 229–239.
11. Русинек О. Т. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2007. 571 с.
12. Русинек О. Т. Паразитофауна песчаной и каменной широколобок (*Scorpaeniformes*, Cottidae) из озера Байкал (обзор результатов и перспективы исследований) // Паразитология. 2023. Т. 57, № 6. С. 481–497.

**НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ п-ова ЯМАЛ:
ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СООБЩЕСТВ**

*Н. А. Соколова, И. А. Фуфачев, О. Б. Покровская, А. Н. Терехина, А. И. Волковицкий,
А. А. Киряков, А. А. Соколов*

Арктический научно-исследовательский стационар Института экологии растений
и животных УрО РАН, Лабьтнанги; e-mail: nasokolova@yandex.ru

**TERRESTRIAL ECOSYSTEMS OF YAMAL:
ESTIMATION OF MODERN TRANSFORMATION OF COMMUNITIES**

*N. A. Sokolova, I. A. Fufachev, O. B. Pokrovskaya, A. N. Terekhina, A. I. Volkovitsky,
A. A. Kiryakov, A. A. Sokolov*

Arctic Research Station of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch,
Russian Academy of Sciences, Labytnangi; e-mail: nasokolova@yandex.ru

On the territory of the Yamal Peninsula, in recent decades, changes have been observed of occurrence of species of mammals and birds in different subzones of the tundra. The main trend is an increase of occurrences of boreal or widespread species with a decrease of occurrences of tundra endemics.

В настоящее время в экосистемах Арктики происходят изменения под влиянием климата и интенсивного хозяйственного освоения человеком. Этой проблеме посвящены многочисленные международные научные программы, в которых пришли к заключению, что для более полного понимания изменений, наблюдающихся в разных регионах Арктики, критически не хватает данных комплексного мониторинга экосистем тундры [1]. Трансформации в экосистемах Арктики обусловлены влиянием трех основных причин: изменение климата, промышленное освоение и крупностадное оленеводство [2–4]. На территории Ямала мы наблюдаем одновременное действие этих факторов, тем не менее пресс промышленного освоения и крупностадного оленеводства выражен более локально [2, 5]. В свете происходящих в Арктике изменений самыми уязвимыми оказались виды-эндемики, которые часто подвергаются воздействию бореальных или интразональных видов, проникающих на север с юга.

Мы задокументировали изменения встречаемости девяти видов мелких грызунов вдоль широтного градиента, простирающегося от лесотундры до арктической тундры, на п-ове Ямал за последние 60 лет [6]. В южных частях полуострова уменьшилась встречаемость леммингов, специализированных арктических эндемиков, а встречаемость полевков, представляющих бореальные или широко распространенные виды, увеличилась. Встречаемость сибирского лемминга (*Lemmus sibiricus*) снизилась на всем широтном градиенте, и, возможно, он исчез из самых южных зон, тогда как встречаемость копытного лемминга (*Dicrostonyx torquatus*) существенно снизилась только в лесотундре. Наибольшее увеличение встречаемости в тундровых зонах зарегистрировано для узкочерепной полевки (*Lasiopodomys gregalis*) и полевки Миддендорфа (*Alexandromys middendorffii*). Оба вида также значительно расширили свои ареалы к северу [6].

Сведения о встречах зайца-беляка (*Lepus timidus*) в арктических тундрах Ямала и опросные данные однозначно указывают на рост его численности в этой зоне в последнее десятилетие. Относительная встречаемость экскрементов зайца-беляка демонстрирует положительный тренд для кустарниковой и арктической тундры Ямала.

Мониторинг популяции песца (*Vulpes lagopus*) в кустарниковой (2007–2023 гг.) и арктической (2014–2019 гг.) тундрах Ямала показывает общие тренды зависимости доли нор с размножением от численности грызунов и дополнительных пищевых субсидий (туши домашних северных оленей (*Rangifer tarandus*), погибших в результате погодных явлений дождь-на-снег и обледенения, и нападения песца на ослабленных животных и телят) [7, 8].

Развитие техногенного ландшафта, включая сооружения инфраструктуры, и отсутствие прямого преследования со стороны работников промышленных компаний способствовали тому, что кречет (*Falco rusticolus*) освоил высокие широты тундровой зоны [9]. Его основная кормовая база (белая *Lagopus lagopus* и тундряная *L. muta* куропатки) наращивается, по данным относительной встречаемости экскрементов в кустарниковой тундре, что также увеличивает количество гнезд хищника и встреченных взрослых особей вдоль самой северной железной дороги в мире.

По ежегодным наблюдениям, в кустарниковой (2007–2023 гг.) и арктической (2014–2023 гг.) тундрах Ямала увеличилась частота встреч врановых птиц. В кустарниковой тундре, помимо сооружений инфраструктуры, высокоствольные формы ивы и ольхи благоприятствуют гнездованию ворона (*Corvus corax*) и вороны (*C. cornix*).

Авторы благодарят Правительство ЯНАО за поддержку во все годы исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (№ 122021000089-9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Christensen T. B. T. et al. Developing a circumpolar programme for the monitoring of Arctic terrestrial biodiversity // *Ambio*. 2020. Vol. 49, No. 3. P. 655–665.
2. Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспорта газа / Отв. ред. Л. Н. Добринский. Екатеринбург : Аэрокосмоэкология, 1997. 191 с.
3. Ims R. A., Ehrich D., Forbes B. C. Chapter 12. Terrestrial ecosystems // CAFF 2013. Arctic Biodiversity Assessment: Status and trends in Arctic biodiversity. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri / Ed. H. Melt-oft. Denmark : Narayana Press, 2013. P. 384–440.
4. Клоков К. Б. Современное положение оленеводов и оленеводства в России // Север и северяне: современное положение коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока России / Отв. ред. Н. И. Новикова, Д. А. Функ. М. : ИЭА РАН, 2012. С. 38–51.
5. Терехина А. Н., Волковицкий А. И. Паттерны использования ресурсов кочевниками Ямала: этнография микрорегионов // Энергия Арктики и Сибири: использование ресурсов в контексте социально-экономических изменений / Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН. М. : Вост. лит., 2020. С. 87–113.
6. Sokolova N. A. et al. Expansion of voles and retraction of lemmings over 60 years along a latitudinal gradient on Yamal Peninsula // *Global Change Biology*. 2024. Vol. 30, No. 2. P. 1–12.
7. Ehrich D. et al. Vole abundance and reindeer carcasses determine breeding activity of Arctic foxes in low Arctic Yamal, Russia // *BMC ecology*. 2017. Vol. 17, No. 32. P. 1–13.
8. Terekhina A. et al. The context of an emerging predation problem: Nenets reindeer herders and Arctic foxes in Yamal // *European Journal of Wildlife Research*. 2021. Vol. 67, No. 3. P. 1–13.
9. Соколов А. А. и др. Кречет в техногенном ландшафте Ямала (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Фауна Урала и Сибири. 2017. № 2. С. 180–185.

МАТЕРИАЛЫ ПО ЭКТОПАРАЗИТАМ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*В. П. Стариков¹, А. Ю. Левых², Е. А. Вершинин³, А. Д. Майорова⁴,
Е. С. Сарapultцева¹, В. Н. Кравченко¹*

¹Сургутский государственный университет, Сургут; e-mail: starikov_vp@inbox.ru

²Научный центр изучения Арктики, Салехард; e-mail: aljuriev@mail.ru

³Иркутский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск;
e-mail: eavershinin@mail.ru

⁴Ивановский государственный университет, Иваново; e-mail: adm250251@yandex.ru

MATERIALS ON ECTOPARASITES OF SMALL MAMMALS OF THE NORTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA

*V. P. Starikov¹, A. Yu. Levykh², E. A. Vershinin³, A. D. Mayorova⁴, E. S. Sarapultseva¹,
V. N. Kravchenko¹*

¹Surgut State University, Surgut; e-mail: starikov_vp@inbox.ru

²Arctic Research Center, Salekhard; e-mail: aljuriev@mail.ru

³Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk; e-mail: eavershinin@mail.ru

⁴Ivanovo State University, Ivanovo; e-mail: adm250251@yandex.ru

The research was carried out in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra and Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The paper provides information on the species composition of ectoparasites (gamasid mites, ixodid ticks, lice, fleas), and their distribution among hosts. Dominant species of ectoparasites, main feeders were established. The northern border of the range of *Ixodes persulcatus* was clarified.

Сведения о паразитических членистоногих северной тайги до сих пор фрагментарны. Активное освоение этой территории, особенно в последние годы, предполагает целенаправленное изучение прокормителей и переносчиков ряда природноочаговых заболеваний.

Учеты мелких млекопитающих и их эктопаразитов в разные годы проводили в заказниках «Унторский», «Сорумский», природном парке «Нумто», окрестностях пос. Саранпауль (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра), а также в заказнике «Куноватский», окрестностях городов Салехард, Новый Уренгой и Надым (Ямало-Ненецкий автономный округ).

Всего в качестве прокормителей паразитических членистоногих в северной тайге Западной Сибири можно встретить 27 видов мелких млекопитающих [1]. На представителях этой группы животных (насекомоядные и грызуны) зарегистрированы 38 видов паразитических членистоногих.

Гамазовые клещи: *Haemogamasus ambulans*, *Hg. hirsutus*, *Hg. liponyssoides*, *Hg. mandschuricus*, *Hg. nidi*, *Hirstionyssus eusoricis*, *Hi. isabellinus*, *Androlaelaps casalis*, *A. glasgowi*, *Eulaelaps stabularis*, *Hyperlaelaps amphibius*, *H. arvalis*, *L. algericus*, *L. muris*.

Иксодовые клещи: *Ixodes apronophorus*, *I. persulcatus*.

Вши: *Hoplopleura longula*, *H. acanthopus*, *H. edentula*, *Polyplax hannswrangeli*.

Блохи: *Amalaraeus penicilliger*, *Ceratophyllus anisus*, *C. indages*, *Megabothris turbidus*, *M. rectangularis*, *M. calcarifer*, *Nosopsyllus consimilis*, *Amphipsylla rossica*, *A. sibirica*, *Peromyscopsylla bidentata*, *P. silvatica*, *Catallagia dacenkoi*, *Cat. ioffi*, *Rhadinopsylla integella*, *Corrodopsylla birulai*, *Palaeopsylla soricis*, *Ctenophthalmus uncinatus*, *Huysrichopsylla talpae*.

Материалы по гамазовым клещам северной тайги Западной Сибири есть в работах М. С. Давыдовой и В. В. Никольского [2], М. Г. Мальковой и А. К. Танцева [3] и еще небольшой группы исследователей. В северной тайге нами зарегистрированы 14 видов гамазид. Группа доминантов – *Hg. ambulans*, *L. muris*, *E. stabularis*, *Hg. nidi* и *Hi. isabellinus*. Основные прокормители – полевки: крас-

ная, экономка и водяная, а также средняя бурозубка. На этих зверьках встречались от 6 до 11 видов клещей. Индексы встречаемости и обилия сравнительно низкие и варьировали, соответственно, от 8.2 до 27.6% и от 0.002 до 1.100.

Еще меньше сведений по иксодовым клещам этой подзоны. В заказнике «Унторский» (62°43' с. ш.) мы установили два вида – *I. persulcatus* и *I. apronophorus*. Прокормителями преимагинальных фаз этих клещей были красная полевка (индекс обилия 0.33) и обыкновенная бурозубка (0.02). Значительно раньше Е. П. Малюшина [4] показала, что в пределах этой подзоны встречается только *I. persulcatus* (не далее 63°47' с. ш.). В 2023 г. в заказнике «Куноватский» на стационаре «Стерх» (65°01' с. ш.) на красной полевке и средней бурозубке нами зарегистрированы две личинки и одна нимфа *I. persulcatus*. Таким образом, в результате исследований, проведенных в последние годы, удалось «отодвинуть» северную границу ареала *I. persulcatus* в более высокие широты Западной Сибири.

Вши – наименее изученная в видовом отношении группа паразитических членистоногих Западной Сибири. В 1970-е гг. для северной тайги был известен лишь один вид – *Polyplax borealis* [5]. Исследования на территории природного парка «Нумто» позволили выявить еще два вида – *P. hannswrangeli* и *H. edentula* [6]. Учеты и наблюдения, проведенные нами в 2021–2023 гг. на территории ЯНАО (заказник «Куноватский»), наряду с видами, зарегистрированными в природном парке «Нумто», выявили и два других – *H. longula* и *H. acanthopus*. В целом, в северной тайге доминировали *P. hannswrangeli* (72.6%) и *H. edentula* (27.1%). Вши встречались на красной полевке, темной (пашенной) полевке и мыши-малютке. Основной прокормитель – красная полевка.

Весомый вклад в изучение блох мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири внесли В. В. Попов, А. П. Зуевский [7], В. Ф. Сапегина с соавторами [8] и др. Для этой территории они указывали 16–17 видов блох. Нами зарегистрированы 18 видов блох. Доминировали *C. birulai* и *P. silvatica*, содоминаты *M. rectangulatus* и *A. penicilliger*. Основные прокормители блох – красная полевка (обнаружены 16 видов), полевка-экономка и обыкновенная бурозубка (по 11 видов). Для них свойственны и наибольшие индексы встречаемости и обилия. В обобщенной сводке по блохам северной тайги Западной Сибири приведены 28 видов [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Стариков В. П., Варпанетов Л. Г. Географо-экологический анализ мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири // Сиб. эколог. журн. 2021. Т. 28, № 1. С. 61–74.
2. Давыдова М. С., Никольский В. В. Гамазовые клещи Западной Сибири. Новосибирск : Наука, СО, 1986. 124 с.
3. Малькова М. Г., Танцев А. К. Зональные типы паразито-хозяйственных комплексов мелких млекопитающих и членистоногих Западно-Сибирской равнины // Паразитология. 2011. Т. 45, № 5. С. 392–400.
4. Малюшина Е. П. О северной границе распространения *Ixodes persulcatus* P. Sch. в Тюменской области // Материалы итоговой Научной конференции по природноочаговым болезням, Тюмень, 15–17 февр. 1963 г. Тюмень : Кн. изд-во, 1963. С. 54–55.
5. Попов В. В. Некоторые сведения о фауне вшей (*Siphunculata*) мелких млекопитающих Тюменской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1977. Т. 82. Вып. 4. С. 41–45.
6. Стариков В. П. и др. Мелкие млекопитающие и их эктопаразиты природного парка «Нумто» (в связи с природной очаговостью туляремии) // Естественные и технические науки. 2018. № 5. С. 44–53.
7. Попов В. В., Зуевский А. П. Материалы к зоолого-паразитологической характеристике Тюменской области // Земля Тюменская: ежегодник Тюменского краевед. музея. Тюмень : ТОКМ, 1965. Вып. 4. С. 102–112.
8. Сапегина В. Ф., Варпанетов Л. Г., Покровская И. В. Блохи мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири // Паразитология. 1990. Т. 24. Вып. 1. С. 56–62.
9. Стариков В. П. и др. Блохи (*Siphonaptera*) мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири // Российский паразитол. журн. 2023. Т. 17, № 3. С. 319–330.

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ РОДА *EUCYCLOPS* ПАЛЕАРКТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЕНЕТИКИ

Н. М. Сухих¹, О. А. Чабан¹, К. А. Каськова¹, Т. Ю. Майор²

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; e-mail: natalia.sukhikh@zin.ru

²Лимнологический институт СО РАН, Иркутск; e-mail: tatyanaabfo@mail.ru

ASSESSMENT OF THE DIVERSITY OF THE GENUS *EUCYCLOPS* OF THE PALEARCTIC USING GENETIC METHODS

N. M. Sukhikh¹, O. A. Chaban¹, K. A. Kaskova¹, T. Yu. Major²

¹Zoological Institute RAS, Saint-Petersburg; e-mail: natalia.sukhikh@zin.ru

²Limnological Institute SB RAS, Irkutsk; e-mail: tatyanaabfo@mail.ru

For the first time, a study of eight *Eucyclops* species widespread in the Palearctic was conducted on several genes (COI, *12S rRNA*, *ITS1-2* and *18S rRNA*). The topology of species on the obtained phylogenetic trees generally coincides with all genes, but does not always correspond to existing concept about the current state of taxonomy and systematics of the genus. High genetic heterogeneity within species has been revealed. Each of the studied species is represented by several genetic lines, which, according to the level of nucleotide differences, correspond to a subspecies, and sometimes to a species level. The reasons for the spread of the genetic lines identified in the work are discussed.

В ходе исследований рода *Eucyclops* Палеарктики в 2023–2024 гг. были обнаружены 10 видов: *Eucyclops (Denticyclops) denticulatus* (Graeter, 1903), *Eucyclops (Denticyclops) macruroides* (Lilljeborg, 1901), *Eucyclops (Denticyclops) taiwanensis* Sukhikh and Alekseev, 2015, *Eucyclops (Eucyclops) agiloides* (Sars G. O., 1909), *Eucyclops (Eucyclops) prionophorus* (Kiefer, 1931), *Eucyclops (Eucyclops) serrulatus* (Fischer, 1851), *Eucyclops (Macrurocyclops) macrurus* (Sars G. O., 1863), *Eucyclops (Speratocyclops) arcanus* Alekseev, 1990, *Eucyclops (Speratocyclops) delongi* Alekseev, 2019, *Eucyclops (Speratocyclops) speratus* (Lilljeborg, 1901). Проанализирован материал с о. Сахалин, из окрестностей Владивостока, с Прибайкалья, дельты р. Лена, о. Вайгач, Поволжья, из окрестностей Махачкалы, с п-ова Крым, из Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Карелии, Казахстана (Алматы и Усть-Каменногорска), стран Западной Европы (в т. ч. Испании) и Тайваня.

Генетические исследования проведены для восьми из перечисленных выше видов. Были получены участки митохондриальных генов цитохром оксидазы I (COI), *12S pPHK*, а также участки ядерных генов *ITS1-2* и *18S pPHK*.

Топология большинства видов в целом схожа по всем исследованным генам. Отдельные клады образуют *E. (E.) serrulatus*, *E. (D.) macruroides* и *E. (M.) macrurus*. Виды *E. (S.) speratus* и *E. (E.) agiloides* сближаются между собой по генам *ITS1-2* и *12S pPHK*, тогда как по участку гена COI они представлены отдельными кладами, а к кладе с *E. (S.) speratus* присоединяется *E. (D.) taiwanensis*, для которого есть последовательности ДНК только для гена COI. По участку гена *12S pPHK* *E. (D.) macruroides* сближается с *E. (D.) denticulatus*. Виды *E. (S.) delongi* и *E. (S.) arcanus* объединяются в отдельную кладу по всем исследуемым генам. Наиболее консервативный из анализируемых генов *18S pPHK* тоже был исследован, но мы наблюдали минимальное количество замен между видами. Тем не менее подтверждена близкая топология видов *E. (D.) denticulatus*, *E. (D.) macruroides*, также отдельную кладу, как и по другим генам, образуют виды *E. (S.) delongi* и *E. (S.) arcanus*. К ним присоединяется и последовательность ДНК *Eucyclops (Speratocyclops) dumonti* Alekseev, 2000, заимствованная из Генбанка. Все остальные последовательности ДНК видов *E. (D.) macruroides*, *E. (E.) serrulatus*, *E. (M.) macrurus*, *E. (S.) speratus*, *E. (E.) agiloides* оказались беспорядочно разбиты на две группы; вероятно, это стало результатом того, что для исследований был выбран довольно короткий участок гена (350 п. о.).

В целом, филогенетические построения, основанные на данных генетики, не совсем совпадают с современными представлениями о систематике и таксономии видов данного рода и клады не всегда поддерживают представления о выделенных под родах [1].

Каждый из исследованных видов в свою очередь также показал неоднородность внутривидовой структуры и представлен 2–3 генетическими линиями. В зависимости от имеющегося материала и конкретного вида мы наблюдаем, что ракообразные из Прибайкалья, с о. Сахалин, из Японии образуют единую генетическую линию; среднеазиатские и испанские представители видов (из Казахстана, Волгограда, Киргизии и Махачкалы) тоже чаще всего формируют отдельную генетическую линию; и третья генетическая линия была представлена ракообразными из дельты р. Лена и о. Вайгач. Для двух видов (*E. (E.) serrulatus* и *E. (E.) agiloides*) было показано, что их представители на европейской части Евразии принадлежали нескольким генетическим линиям одновременно [2].

Вероятно, такое распространение генетических линий могло стать как результатом постледниковых плейстоценовых событий (для большинства видов), так и более древних перемещений, связанных с исчезновением моря Тетис (для вида *E. (E.) agiloides*) [3].

Генетические исследования были проведены в ЦКП «Таксон» ЗИН РАН. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-24-00296.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Alekseev V. R.* Revision of the genus *Eucyclops* (Claus, 1893) and subfamily Eucyclopinae of the world fauna // *Arthropoda Selecta*. 2019. Vol. 28, No. 4. P. 490–514.
2. *Hamrova E. et al.* Congruent patterns of lineage diversity in two species complexes of planktonic crustaceans, *Daphnia longispina* (Cladocera) and *Eucyclops serrulatus* (Copepoda), in East European mountain lakes // *Zoological Journal of the Linnean Society*. 2012. Vol. 166, No. 4. P. 754–767.
3. *Alekseev V. R.* The modern distribution of two *Eucyclops* (*Eucyclops*) Claus, 1893 species (Cyclopoida: Copepoda) as a reflection of the Tethys Sea evolution // *Hydrobiologia*. 2023. Vol. 850, No. 21. P. 4801–4814.

***EURYTEMORA VELOX* (Crustacea: Copepoda) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Н. М. Сухих¹, Е. С. Чертопруд²

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; e-mail: natalia.sukhikh@zin.ru

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва; e-mail: horsax@yandex.ru

***EURYTEMORA VELOX* (Crustacea: Copepoda) IN WESTERN SIBERIA**

N. M. Sukhikh¹, E. S. Chertoprud²

¹Zoological Institute RAS, Saint-Petersburg; e-mail: natalia.sukhikh@zin.ru

²A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow; e-mail: horsax@yandex.ru

In this work genetic diversity and distribution of the *E. velox* collected in the Urals and Western Siberia of the Russian Federation were investigated in comparison with that, of the European populations. Analysis of the CO1 gene region showed that the studied populations from the Urals and Western Siberia differ significantly from the European ones and represent a separate genetic line. However, the nuclear nITS and 18SrRNA genes, as well as the results of morphological analysis, did not show such isolation of the Trans-Ural populations from those, in Europe. As in many studies on *E. velox*, we found atypical structural features of the fifth prosomal leg among females in Ob Bay. The CO1 shows that the divergence of genetic lines occurred approximately in the Middle Pleistocene, and the species itself is Paleogene–Neogene by origin.

В 2015–2019 гг. вид *E. velox* впервые был обнаружен в водоемах Западной Сибири, в частности, на п-ове Ямал, а также в низовьях р. Обь и ее притоках, в Обском и Гыданском заливах. Предполагалось, что вид является вселенцем из Европы. Он также был обнаружен гораздо южнее, в р. Иртыш Тюменской области. В результате интенсивных гидробиологических исследований зоопланктона нижней Оби в 1979–2008 гг. *E. velox* не обнаружили. В Центральной Сибири этот вид до сих пор не найден.

Все исследования зоопланктона в Уральском регионе указывают на отсутствие там каких-либо эуритемор. Записи о виде в самых географически близких к Уралу областях показывают, что популяции *E. velox* присутствовали в низовьях р. Урал до 1960-х гг. Позднее вид здесь не обнаружили. Казахские исследователи отметили *E. velox* в небольших солоноватых озерах Западного Казахстана.

Для морфологических исследований использовали ракообразных *E. velox* из Обской губы, озера в г. Магнитогорск, Рыбинского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ (Российская Федерация), а также из Феофановского пруда в Киеве (Украина) и р. Мухавец (Беларусь).

Для сравнения популяций *E. velox* проанализировали представителей обоих полов. В общей сложности были проведены 19 различных измерений: размер и ширина тела, длина и ширина хвостовых отростков, длина брюшных сегментов и количество шипиков на экзоподии пятой пары ног (P5) у самок. У самцов установили размер тела, длину и ширину хвостовых отростков, наличие шипиков на 10–11-м сегментах правого усика и пропорции длины сегментов P5.

Для исследования получили последовательности гена митохондриальной цитохромоксидазы 1 (CO1) и ядерных генов ITS1-ITS2 (ITS) и 18S рРНК. **Праймеры, использованные для амплификации**, а также профиль реакции ПЦР приведены в статьях Н. М. Сухих с соавторами [1, 2].

Результаты анализа гена CO1 показали, что особи из Обской губы близки к популяции *E. velox* из г. Челябинска, изученной ранее. Южноуральские популяции (Челябинск и Магнитогорск) отличаются на 4% по гену CO1 от ранее изученных *E. velox* из Европы (рис. 1А), что соответствует подвиговому уровню среди копепод. Интересно, что гены nITS не показали такой однородности популяций из Южного Урала, и восемь последовательностей представлены пятью гаплотипами, которые отличаются друг от друга на 1–2 замены (рис. 1В). Эти гаплотипы идентичны киевской и волжской популяциям, которые разнятся на 0,1% нуклеотидных замен по генам nITS.

Анализ последовательностей ДНК консервативного гена 18SrRNA не выявил различий между исследованными популяциями *E. velox* из Обской губы, г. Челябинска (Южный Урал), г. Киева и р. Волги, как и ожидалось.

Согласно литературным данным, почти все морфологически изученные популяции из Австрии, Венгрии и Румынии, относящиеся к бассейну Черного моря, имели вариабельность в строении P5 у

самок и шипики на 10–11-м сегментах геникулирующих антенн самцов. Различия в структуре P5 у самок были отмечены и в других европейских популяциях (Польша, Франция и Венгрия). Предполагается, что такая изменчивость связана с экологическим стрессом из-за деятельности человека (загрязнение окружающей среды, гидравлические работы и т. д.). Существует также гипотеза, что это результат видовой гибридизации между *E. velox* и *E. affinis*, которая получила подтверждение в нашей недавней работе [1], хотя данные виды никогда не встречаются совместно. В наших исследованиях среди популяций *E. velox* из бассейнов четырех морей (Каспийское, Черное, Балтийское и Карское) популяции из Обской губы и Беларуси демонстрируют наибольшую изменчивость по указанным выше морфологическим признакам (рис. 2); тогда как другие популяции (Поволжье, г. Киев) имеют стабильные структурные признаки, характерные для *E. velox*. Но, в целом, мы не обнаружили существенных морфологических различий между всеми изученными популяциями.

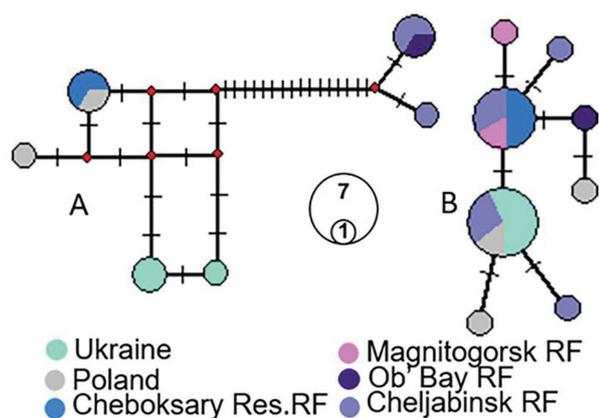


Рис. 1. Сеть гаплотипов *Eurytemora velox*, построенная по 11 и 19 нуклеотидным последовательностям генов CO1 (A) и nITS (B). Линии указывают на количество мутаций между гаплотипами. Круги пропорциональны частоте гаплотипа

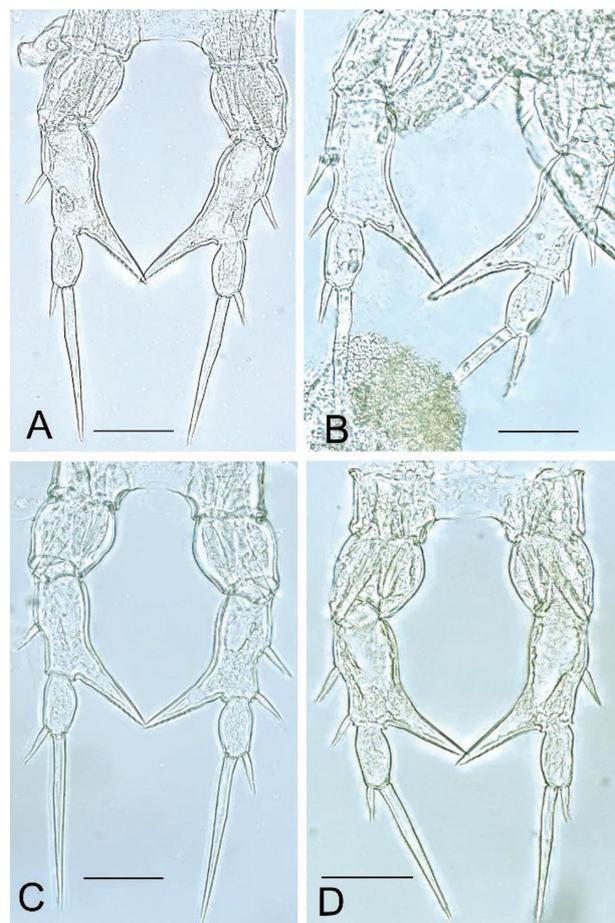


Рис. 2. Различные типы пятых пар ног самок *Eurytemora velox* из Обской губы (Ямальский регион), масштаб 50 мкм

Принимая во внимание близость исследуемых водоемов к низовьям р. Урал, где *E. velox* известна давно, можно предположить, что эта популяция является донором для Челябинской области и арктического побережья Западной Сибири. Мы также предполагаем, что в Сибири вид распространился естественным путем по водным коридорам от нижнего течения р. Урал до Арктического побережья. Однако, с учетом огромного пройденного расстояния и географического барьера – водораздел между бассейнами Каспийского и Карского морей, эта гипотеза нуждается в дополнительных подтверждениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sukhikh N., Fefilova E. The First Record of *Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853) (Crustacea, Calanoida) outside of Europe, Genetic Identification with Surprise // Russ. Journ. Biol. Invasions. 2024. No. 15. P. 134–140. <https://doi.org/10.1134/S2075111724010132>.
2. Sukhikh N., Garibian P., Chertoprud E. Resettlement of *Eurytemora velox* (Crustacea: Copepoda) in Europe, the Urals and Western Siberia // Diversity. 2024. Vol. 16, No. 1. P. 47. <https://doi.org/10.3390/d16010047>.

СЕВЕРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЮВЕНАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИИ НЕКОТОРЫХ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ С ПОБЕРЕЖЬЯ оз. ХАНКА

И. М. Тиунов^{1, 2}

¹ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток

²Государственный природный биосферный заповедник «Ханкайский», Спасск-Дальний;
e-mail: ovsianka11@yandex.ru

NORTHERN DIRECTION OF JUVENILE MIGRATION OF SOME WATERBIRDS FROM THE COAST OF KHANKA LAKE

I. M. Tiunov^{1, 2}

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok

²State Natural Biosphere Reserve «Khankaysky», Ministry of Natural Resources and Ecology
of the Russian Federation, Spassk-Dalniy; e-mail: ovsianka11@yandex.ru

In 2018–2019 on the coast of Khanka Lake, 20 chicks of Great Egret and seven chicks of Oriental Stork were tagged with GPS-GSM trackers. Nine Great Egret, having left the colony, headed north (from 50 to 375 km), to China, where they spent from 68 to 80 days before the start of their fall migration. Six chicks of the Oriental Stork, having left the nesting area, moved in a northwest direction to the valley of the Amur River in the Jewish Autonomous Region. The birds fed there until the beginning of their fall migration. According to the data obtained, the chicks of the Great Egret and the Oriental Stork have a directed juvenile migration to the north. Birds adhere to ecological corridors, but movements are possibly due to the historical stages of species dispersal on the coast of Khanka Lake.

Первый период подвижности у молодых птиц часто наступает сразу же после перехода к самостоятельной жизни. Эта миграционная активность получила название послегнездовая, или ювенальная дисперсия (миграция) – перемещение птицы из точки рождения в место, откуда она начнет осеннюю миграцию (для перелетных птиц). Ювенальная дисперсия известна у большинства представителей отрядов и семейств класса птицы, таких как трубконосые, веслоногие, фламинго, пластинчатоклювые, голенастые, у части видов чаек, куликов, крачек, кукушек, ракшеобразных, дятлов, а также у многих воробьиных [1].

Ранее информацию о ювенальной дисперсии можно было получить с помощью массового кольцевания птиц и развитой сети стационаров отлова (для мелких птиц) или же благодаря охотникам (для охотничьих видов). Для крупных птиц использовали крылометки, ножные или шейные кольца, обеспечивающие визуальное наблюдение издалека. Сегодня отслеживать перемещения птиц в онлайн-режиме позволяет использование GPS-GSM передатчиков.

Информация о ювенальной дисперсии Аистообразных, представленная в литературе, в основном касается западной части России и сопредельных регионов. Для Дальнего Востока есть лишь отрывочные сведения о послегнездовом разлете серых и рыжих цапель, окольцованных на побережье оз. Ханка [2]. Анализ встреч окольцованных особей, согласно данным В. М. Поливанова [2], показывает, что разлетаются молодые птицы звездообразно, т. е. в случайно выбранном направлении и зависит это от экологических русел пролета.

В 2018–2019 гг. на побережье оз. Ханка мы поместили GPS-GSM передатчиками 20 птенцов большой белой цапли *Casmerodius albus* и семь птенцов дальневосточного аиста *Ciconia boyciana*.

Датчики регистрации координат установили на птенцов большой белой цапли из одной колонии на восточном побережье озера в окрестностях с. Новосельское: 21 июня 2018 г. помечены 15 птиц, 23 июня 2019 г. – пять. Успешно покинули колонию 13 птенцов; из них три переместились южнее на 15–20 км на заброшенные рисовые чеки, где и кормились до начала осенней миграции. Один птенец остался на территории колонии, впоследствии начав миграцию оттуда. Остальные девять направились к северу, в Китай, где провели от 68 до 80 дней до начала южной миграции (рис. 1). Рас-

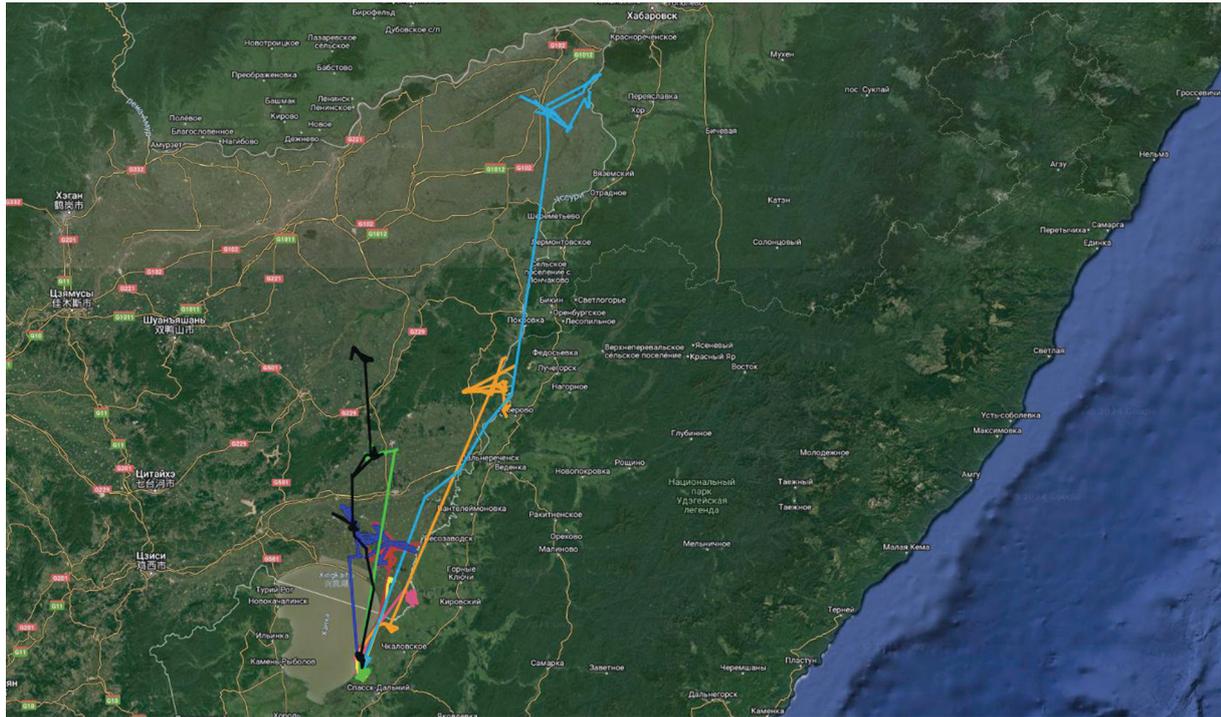


Рис. 1. Схема ювенальной дисперсии к северу у большой белой цапли с побережья оз. Ханка

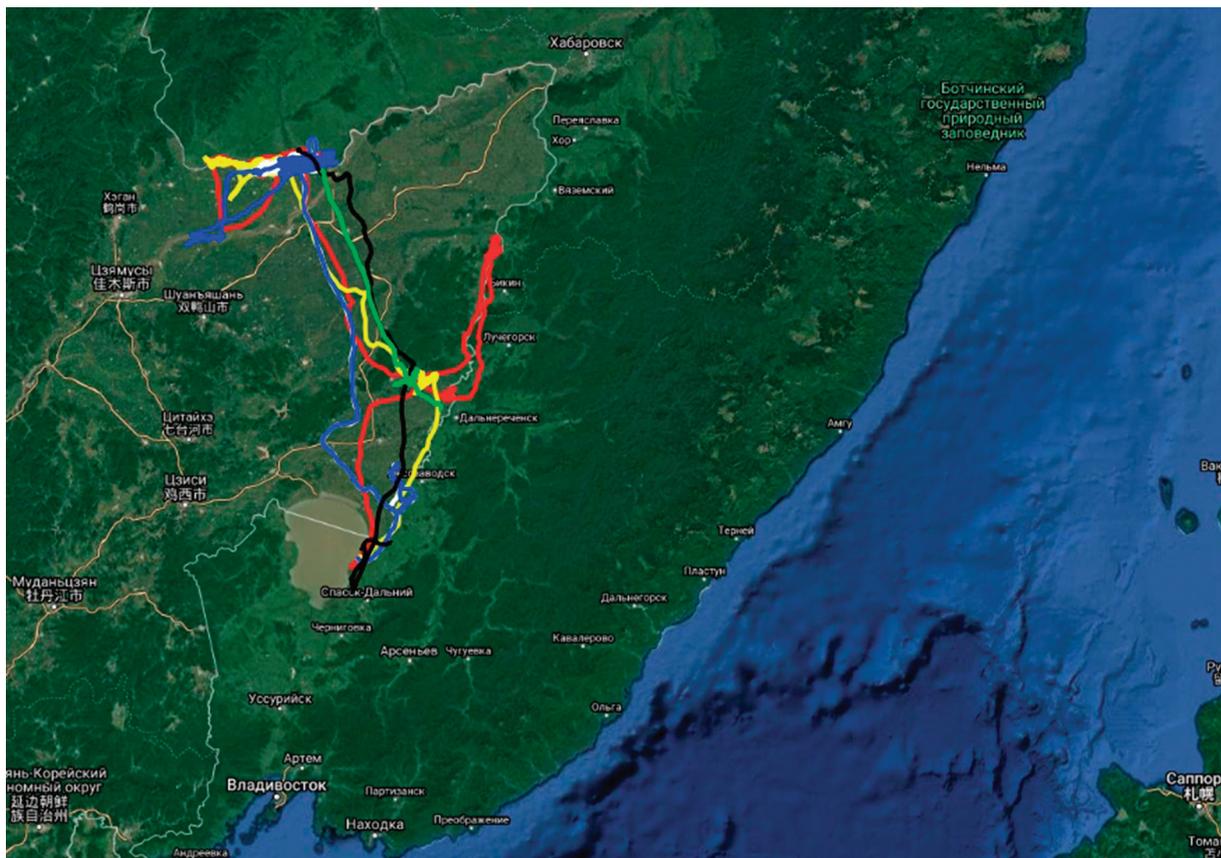


Рис. 2. Схема ювенальной дисперсии к северу у дальневосточного аиста с побережья оз. Ханка

стояние, на которое птенцы большой белой цапли переместились от колонии, по прямой составило от 50 до 375 км.

8 июля 2018 г. на восточном побережье оз. Ханка в окрестностях с. Новосельское датчиками регистрации координат пометили семь птенцов дальневосточного аиста из трех гнезд. Два передатчика вышли из строя в первые дни после начала использования, остальные пять работали исправно. В июле 2019 г. в окрестностях сел Новорусановка и Сальское были помечены еще два птенца.

Шесть птиц (четыре – в 2018 г. и две – в 2019 г.), покинув район гнездования с 13 августа по 19 сентября, переместились в северо-западном направлении к берегам р. Амур в Еврейской автономной области (рис. 2). Там птицы кормились до 21 октября – 4 ноября, т. е. вплоть до начала южной миграции.

Один птенец покинул район гнездования 27 августа 2018 г. и направился на юго-запад, к южной части оз. Ханка, где и держался до 8 сентября. После этого он переместился севернее, на территорию Китая, к юго-востоку от г. Хулинь. Здесь птенец кормился до 17 октября, после чего тем же маршрутом полетел обратно, на юго-запад, через южную часть оз. Ханка и далее к Ляодунскому заливу.

Согласно нашим данным, у птенцов большой белой цапли и дальневосточного аиста направленная ювенальная миграция к северу. Птицы придерживаются экологических русел, но перемещения обусловлены, возможно, историческими этапами расселения видов на побережье оз. Ханка.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Носков Г. А., Рымкевич Т. А.* Миграционная активность в годовом цикле птиц и формы ее проявления // Зоолог. журн. 2008. Т. 87, № 4. С. 446–457.
2. *Поливанов В. М.* О миграциях цапель, гнездящихся на оз. Ханка // Новости орнитологии : Материалы Четвертой Всесоюз. орнитол. конф., 1–7 сент. 1965 г. Алма-Ата : Наука, 1965. С. 295–296.

**ПИЩЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ РОГАТКОВЫХ РЫБ РОДА *TRIGLOPS* (Cottidae)
В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ ВОДАХ РОССИИ**

А. М. Токранов

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; e-mail: tok_50@mail.ru

**FOOD SPECIALIZATION OF SCULPINS OF GENUS *TRIGLOPS* (Cottidae)
IN FAR EASTERN AND ARCTIC WATERS OF RUSSIA**

A. M. Tokranov

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: tok_50@mail.ru

Data on the food composition of 6 species of the genus *Triglops* in the Far Eastern and Arctic waters of Russia are summarized. It is shown that as the depth of habitat increases, among them there is a tendency of a gradual transition from the consumption of benthos and nekto-benthos organisms to the use of food, mainly concentrated in the bottom layers of large planktonic crustaceans.

Рогатковые рыбы рода *Triglops* Reinhardt, 1830 – довольно мелкие, широко распространенные в северной части Тихого и Атлантического океанов и в арктических морях представители семейства Cottidae с веретенообразной формой тела; они встречаются от зоны прибрежного мелководья до глубины почти 1 км. В российских водах известны 10 видов этого рода, пять из них относятся к категории обычных, или многочисленных рыб [1]. Обобщение результатов обработки собственных материалов [2–4] с привлечением литературных данных [5–7] дает возможность получить представление о пищевой специализации шести видов этого рода (атлантического *T. murrayi*, большеглазого *T. szepticus*, вильчатохвостого *T. forficatus*, остроносого *T. pingelii*, полярного *T. nybelini* триглопсов и триглопса Джордэна *T. jordani*) в дальневосточных и арктических водах России.

Полученные данные свидетельствуют, что среди шести исследованных видов триглопсов, с увеличением глубины обитания, хорошо прослеживается тенденция к постепенному переходу от потребления организмов бентоса и нектобентоса к использованию в пищу, преимущественно, концентрирующихся в придонных слоях планктонных организмов (главным образом, крупных ракообразных). Так, для обитающего в дальневосточных морях, в основном в шельфовых водах, триглопса Джордэна пищевые объекты – представители бентоса (бокоплавы, многощетинковые черви) и нектобентоса (мизиды и мелкие креветки) (см. таблицу), суммарная доля которых 87.7% по массе. Хотя эти же группы кормовых организмов, в целом, играют существенную роль в рационе остроносого триглопса (по осредненным данным, 51.9% по массе), в различных частях его ареала их начинают замещать другие пищевые объекты. Например, в Японском море – гиперииды и эвфаузииды [5], а в арктических морях – молодь и мелкие рыбы [3, 6]. В отличие от двух этих видов триглопсов, доминирующую роль в пище атлантического триглопса в Баренцевом море играют концентрирующиеся в придонных слоях молодь и мелкие особи рыб (в первую очередь мойвы) [6] (см. таблицу), соизмеримые по размерам с нектонными и планктонными ракообразными – мизидами и эвфаузиидами.

Основа рациона вильчатохвостого и большеглазого триглопсов, обитающих преимущественно в нижней части шельфа и самой верхней зоне материкового склона, эвфаузииды и гиперииды [2, 5]. Причем, если у относительно мелководного вильчатохвостого триглопса доминируют первые, то у обитающего глубже большеглазого триглопса существенно усиливается значение вторых.

И, наконец, главные объекты питания самого северного и глубоководного представителя этого рода – полярного триглопса, концентрирующегося в арктических морях преимущественно в батиметрическом диапазоне 200–600 м [1], – крупные планктонные ракообразные гиперииды и эвфаузииды, доля которых, по осредненным данным, в Баренцевом, Карском морях и море Лаптевых 93.1% массы пищи (см. таблицу).

Состав пищи (% по массе) исследованных видов триглопсов в дальневосточных и арктических водах России

Пищевой компонент	Вид триглопса					
	1 (ЯМ)	2 (ЯМ, ОМ, КМ, БМ)	3 (БМ)	4 (СК)	5 (ЯМ, СК)	6 (МЛ, КМ, БМ)
Polychaeta	5.5	1.3	1.6	0.3	0.7	0.4
Gammaridea	6.0	12.5	8.7	19.2	7.0	2.2
Hyperiid	2.9	8.9	24.4	0.1	32.8	75.2
Mysidacea	56.2	24.0	0.2	< 0,1	0.4	–
Euphausiacea	4.7	17.5	–	77.5	57.0	17.9
Decapoda	20.0	14.1	0.7	2.7	0.7	2.3
Pisces	–	18.8	64.0	–	–	0.7
Прочие	4.7	2.9	0.4	0.2	1.4	1.3
Кол-во рыб, экз.	44	607	149	248	613	928
Максимальная длина, см	20	23	20	34	35	17
Диапазон глубин обитания, м	15–460	5–482	7–354	20–470	25–925	30–930
Батиметрический оптимум, м	55–150	10–100	50–200	75–200	110–250	200–600

Примечание. Триглопс: 1 – Джордэна по: [5], 2 – остроносый (осредненные данные по: [2, 3, 5, 6]), 3 – атлантический по: [6], 4 – вильчатохвостый по: [2], 5 – большеглазый (осредненные данные по: [2, 5]), 6 – полярный (осредненные данные по: [4, 6, 7]). В скобках указаны районы: ЯМ – Японское море, ОМ – Охотское море, СК – тихоокеанские воды северных Курильских островов, МЛ – море Лаптевых, КМ – Карское море, БМ – Баренцево море.

Подобная пищевая специализация, связанная с переходом мелких триглопсов (по мере увеличения глубины обитания) на питание в основном молодью других рыб, которая концентрируется в придонных слоях, и крупными планктонными ракообразными, на наш взгляд, снижает пищевую конкуренцию между ними и массовыми представителями демерсальной ихтиофауны, обитающими в водах шельфа и верхней зоны материкового склона дальневосточных и арктических морей, позволяя этим рогатковым оставаться обычными, а в отдельных районах даже многочисленными видами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парин Н. В., Евсеенко С. А., Васильева Е. Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 733 с. (Сборник трудов Зоол. музея МГУ; Т. 53).
2. Токранов А. М. Особенности питания рогатковых рода *Triglops* Reinhardt (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1991. Т. 96. Вып. 5. С. 46–52.
3. Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. Small and Abundant but Understudied Ribbon Sculpin *Triglops pingelii* (Cottidae, Teleostei) from the Kara Sea (Siberian Arctic): Distribution, Biology, and Comparison with Congeners // Diversity. 2022. Vol. 14, No. 10. P. 1–19.
4. Токранов А. М., Орлов А. М., Емелин П. О. Биологическая характеристика полярного триглопса *Triglops nybelini* (Cottidae) моря Лаптевых // XIII съезд Гидробиологического общества при РАН : Тез. докл. (Архангельск, 16–20 сентября 2024 г.). Архангельск, 2024. (В печати).
5. Пуцина О. И. и др. Распределение и некоторые черты биологии рогатковых рода *Triglops* (Cottidae) в Японском море // Вопросы ихтиологии. 2021. Т. 61, № 1. С. 88–99.
6. Долгов А. В. Питание промысловых рыб в северной части Баренцева моря // Особенности формирования биопродуктивности северных районов Баренцева моря в период потепления Арктики : сб. науч. статей. Мурманск : ПИНРО, 2014. С. 155–185.
7. Долгов А. В., Бензик А. Н., Четыркина О. Ю. Питание промысловых рыб и их роль в продуктивности экосистемы Карского моря // Труды ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 190–208.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.272.273

ПОСТПИРОГЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ: ИЗУЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Е. И. Троева, Е. В. Кириллин, А. П. Чевычелов, А. А. Алексеев, М. В. Владимирцева, Л. В. Сивцева, С. В. Карсанаев, Н. П. Кузьмина, С. В. Ермолаева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск;
e-mail: etroeva@mail.ru

POST-FIRE STUDIES IN THE ARCTIC: PRESENT AND FUTURE

E. I. Troeva, E. V. Kirillin, A. P. Chevychelov, A. A. Alekseev, M. V. Vladimirtseva, L. V. Sivtseva, S. V. Karsanaev, N. P. Kuzmina, S. V. Ermolaeva

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk;
e-mail: etroeva@mail.ru

Fire rates have increased in the Arctic during the last decades. This requires thorough investigations on how the Arctic ecosystem responds to pyrogenic damage since melt frozen grounds release enormous amounts of methane and carbon dioxide contributing to global climate changes. In the paper we discuss the current state of knowledge on this topic, problems that impede further studies and possible ways to solve them.

Сегодня можно утверждать, что в условиях глобального потепления климата в Арктическом регионе отмечается наибольшее повышение температуры, которое считается одним из факторов участвовавших случаев природных пожаров. В Восточной Сибири границы распространения пожаров в настоящее время достигли побережья Северного Ледовитого океана [1], а, согласно исследованиям последних лет, во втором десятилетии XXI в. среднее количество пожаров в высоких широтах увеличилось в 2.5 раза, по сравнению с началом века.

Увеличение пожаров в тундровой зоне в последние годы закономерно отражает все возрастающий к ним интерес ученых, в т. ч. и России. Если в научной литературе советского периода и 1990-х гг. публикации об этом крайне редки, то ныне организуются исследования постпирогенных состояний растительности и почв в таких регионах России, как Тюменская область и Ямало-Ненецкий автономный округ [2–4]. Для Якутии есть единственное исследование о влиянии пожара на растительность тундры, заключенное в оценке воздействия экспериментального пала на пушицевые сообщества как источник кормов северного оленя, оно проведено в 1970-е гг. в низовьях р. Колымы [5]. Подобные работы были и на Чукотке [6].

Из-за удаленности и труднодоступности арктических территорий большинство исследований гарей сегодня в основном ретроспективный мониторинг, основанный на анализе спутниковой информации прошлых лет. Предметами таких исследований становятся объекты природы, зафиксированные спутниковыми измерениями, т. е. почвенно-растительный покров. Несомненно, почва и растительность – ключевые компоненты экосистемы, но не единственные. Для получения целостной картины ответа на воздействие огнем как на региональном, так и на глобальном уровнях необходим наземный мониторинг других компонентов арктической экосистемы: живых и абиотических. Нам не известны реакция фаунистической компоненты, физиологический ответ растений, находящихся в условиях пирогенно трансформированных мест обитаний, изменения в биологической продуктивности и перераспределении энергии, слагающих основу функционирования мерзлотных экосистем. При этом таяние мерзлых грунтов в Арктической зоне вследствие потепления климата приводит к высвобождению огромных объемов метана и углекислого газа, усугубляя глобальные климатические изменения. В случае пожара эти процессы критически ускоряются [1, 7–9; и др.].

Вместе с тем о комплексном изучении послепожарного восстановления арктических экосистем в России и других странах говорить пока рано, тем более об организации многолетнего мониторинга, а также о наземных исследованиях на свежих гарях. Исключением можно назвать многолетние наблюдения за восстановлением кочкарной тундры после беспрецедентного пожара 2007 г. на Северном склоне Аляски (США) [10–11; и др.].

© Троева Е. И., Кириллин Е. В., Чевычелов А. П., Алексеев А. А., Владимирцева М. В., Сивцева Л. В., Карсанаев С. В., Кузьмина Н. П., Ермолаева С. В., 2024

С 2021 г. на территории Национального парка «Кыталык» (бассейн нижнего течения р. Индигирки, Республика Саха (Якутия)) мы ведем мониторинг восстановления субарктической тундры после пожара 2020 г. [12–14]. В отличие от известных нам исследований, мы изучаем ответ всех живых компонентов экосистемы (растительность, фауна, почвенная микробиота) и почвенного покрова на воздействие огнем и приглашаем заинтересованных специалистов к сотрудничеству.

С учетом описанной выше ситуации с изучением пожаров в Арктике данные исследования можно назвать уникальными, их результаты пополняют знания о процессах, происходящих не только на региональном, но и на глобальном уровнях. Однако имеющийся опыт позволяет сформулировать проблемные моменты, затрудняющие дальнейшее развитие и данного проекта, и возможных подобных исследований в других циркумполярных регионах. Результаты изучения гарей в тундре сегодня не могут дать единую картину воздействия огня на тундровые ландшафты из-за значительной географической и временной разрозненности, а также немногочисленности этих исследований. Усугубляет все недостаточное финансирование и нехватка специалистов. Возможные пути решения очевидны, но упоминание о них будет не лишним и полезным для формирования стратегических планов в научной и образовательной сферах на региональном и федеральном уровнях.

1. Подготовка научных кадров в области ботаники, ГИС, климатологии, геохимии.
2. Создание / возрождение научных стационаров в Арктической зоне.
3. Субсидирование аренды вертолетов и/или легкомоторной авиации для охвата исследованиями труднодоступных районов.
4. Разработка отечественного оборудования для изучения особенностей биогеохимических циклов Арктического региона, в т. ч. в условиях трансформированных ландшафтов.
5. Консолидация усилий специалистов циркумполярных регионов для проведения комплексных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харук В. И., Двинская М. Л. Климатогенная динамика пожаров в арктической зоне Сибири // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : Материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Красноярск, 29 сент. – 2 окт. 2020 г.). Красноярск : СФУ, 2020. С. 26–28.
2. Maslov M. N., Pozdnyakov L. A., Maslova O. A. Pyrogenic Transformation of Tundra Soils (Laboratory Simulation) // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie. 2017. No. 3. P. 11–17.
3. Heim R. J. et al. Post-fire vegetation succession in the Siberian subarctic tundra over 45 years // Science of the total environment. 2020. Vol. 760. Art. 143425. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143425>.
4. Abakumov E. et al. Effect of the Wildfires on Sandy Podzol Soils of Nadym Region, Yamalo-Nenets Autonomous District, Russia // Applied and Environmental Soil Science. 2020. Art. 8846005. <https://doi.org/10.1155/2020/8846005>.
5. Галактионова Т. Ф., Неустроева А. И. Влияние сроков отчуждения надземной фитомассы на урожайность пушицы влагалищной в субарктической тундре // Растительность и почвы субарктической тундры : сб. статей. Новосибирск : Наука, СО, 1980. С. 66–72.
6. Полозова Т. Г. Влияние пожара на растительность южных гипоарктических тундр на Западной Чукотке // Ботан. журн. 1986. Т. 71, № 12. С. 1657–1663.
7. Conard S. G., Solomon A. M. Chapter 5. Effects of wildland fire on regional and global carbon stocks in a changing environment // Developments in Environmental Science. 2008. Vol. 8. P. 109–138.
8. Hu F. S. et al. Reconstructing fire regimes in tundra ecosystems to inform a management-oriented ecosystem model // Joint Fire Science Program Project no. 06-3-1-23. Available at: http://www.firescience.gov/projects/06-3-1-23/project/06-3-1-23_hu_et_al_finalreport_jfsp_06-3-1-23.pdf. April, 2010. 26 p.
9. Kantzas E., Lomas M., Quegan S. Fire at high latitudes: Data-model comparisons and their consequences // Global biogeochemical cycles. 2013. Vol. 27. Issue 3. P. 677–691.
10. Jandt R. R., Miller E. A., Jones B. M. Fire effects 10 years after the Anaktuvuk River tundra fires // Technical report No. 64. Bureau of Land Management / U. S. Department of the Interior. Anchorage, 2021. 46 p.
11. Jones B. M. et al. Fire behavior, weather, and burn severity of the 2007 Anaktuvuk River tundra fire, North Slope, Alaska // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 2009. Vol. 41, No. 3. P. 309–316.
12. Троева Е. И., Кириллин Е. В., Михайлова С. Г. Начальная стадия постпирогенной сукцессии в субарктической тундре // Российская геоботаника: итоги и перспективы: к 100-летию Отдела геоботаники БИН : Материалы Всерос. конф. (г. Санкт-Петербург, 26–30 сент. 2022 г.). СПб., 2022. С. 184–186.
13. Алексеев А. А. и др. Пирогенные трансформации свойств и состава мерзлотных тундровых почв Северной Якутии // Мерзлотные почвы в антропоцене [Электрон. изд.] : Тез. Всерос. науч.-практ. конф. (Салехард–Лабытнанги, ЯНАО, Россия, 20–26 авг. 2023 г.). Сыктывкар : ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2023. С. 165–167.
14. Ермолаева С. В., Кузьмина Н. П., Чевычелов А. П. Микробоценозы пирогенно-трансформированных мерзлотных тундровых почв Якутии // Там же. С. 221–222.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.274.275

**ГЕЛЬМИНТОФАУНА КРУПНОЧЕШУЙНОЙ КРАСНОПЕРКИ
PSEUDASPIUS HAKONENSIS (Günther, 1877) ЮЖНОГО САХАЛИНА**

Е. В. Фролов

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО), Южно-Сахалинск;
e-mail: frolovev@sakhniro.vniro.ru

**HELMINTHOFAUNA OF THE RUDD
PSEUDASPIUS HAKONENSIS (Günther, 1877) OF SOUTHERN SAKHALIN**

E. V. Frolov

Sakhalin Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk;
e-mail: frolovev@sakhniro.vniro.ru

The *Pseudaspius hakonensis* of southern Sakhalin has 17 species of helminths. The helminthofauna includes freshwater and marine parasites. This is due to the peculiarities of the rudd's life cycle. The helminthofauna varies depending on the period of the life cycle. The most common helminths are *Pseudorhadinorhynchus leuciscus*. Besides, the *Pelichnibothrium* sp. pl. was found in the rudd one time.

Крупночешуйная красноперка *Pseudaspius hakonensis* (Günther, 1877) во внутренних водоемах о. Сахалина занимает одно из первых мест по биомассе после лососей [1]. Сведения о ее гельминтофауне территориально ограничены прибрежными водами зал. Анива и эстуариями рр. Лютога и Долинка [2–5].

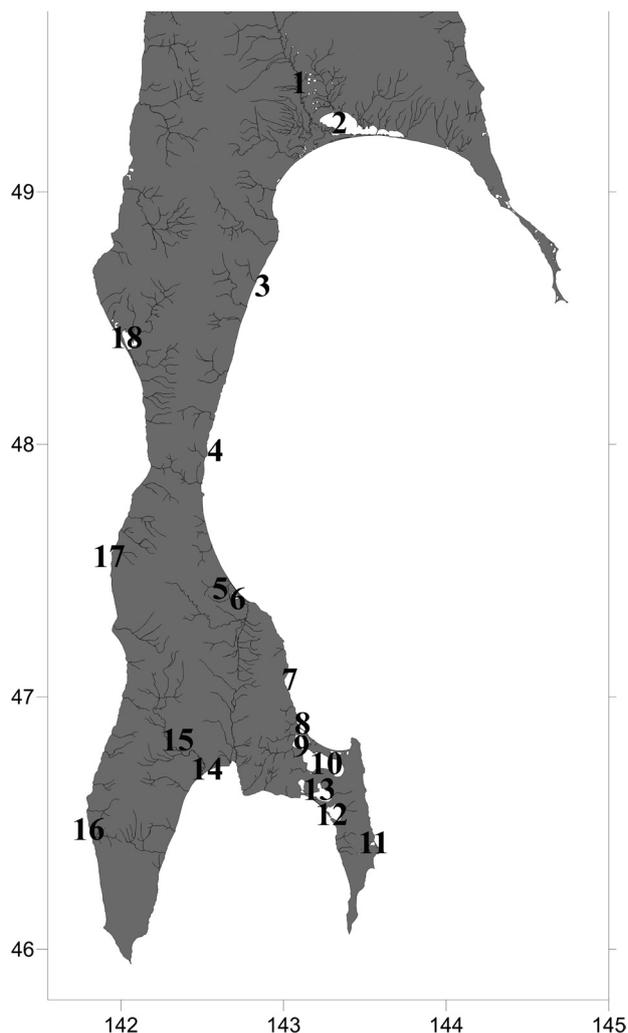
Цель работы – обобщить материалы о гельминтофауне (в т. ч. неопубликованные) крупночешуйной красноперки южного Сахалина.

Красноперка обследована с 2000 по 2023 г. в прибрежных и внутренних водах южного (южнее пятидесятой параллели) Сахалина (см. рисунок). Всего с помощью метода полного гельминтологического вскрытия исследованы 342 экз.

Pseudaspius hakonensis – широко распространенный среди красноперок вид. Его жизнен-

→
Районы вылова красноперки: 1 – р. Поронай (июль, 2005 г.); 2 – оз. Невское (октябрь, 2007 г.); 3 – устье р. Горная (май, 2022 г.); 4 – устье р. Мануй (май, 2021 г.); 5 – устье р. Долинка (май, 2019 г.); 6 – оз. Лебязье (май, 2003 г.); 7 – р. Найба (июнь, 2003 г.); 8 – оз. Изменчивое (сентябрь, 2009 г.); 9 – оз. Тунайча «большая» (май, 2010 г.); 10 – оз. Тунайча «малая» (май, 2010 г.); 11 – оз. Птичьё (июнь, 2022 г.); 12 – оз. Буссе (октябрь, 2000 г.); 13 – оз. Вавайское (май, 2004 г.); 14 – устье р. Лютога (май, 2007 г.); 15 – р. Лютога (август, 2011 г.); 16 – устье р. Шебунинка (сентябрь, 2013 г.); 17 – устье р. Чеховка (май, 2009 г.); 18 – оз. Айнское (июль 2021, 2023 гг.). Топооснова выполнена Д. С. Заварзиным

© Фролов Е. В., 2024



ный цикл делится на пресноводный и морской периоды. Первый – зимовка (ноябрь – март) и нерест (апрель – июнь). Второй связан с нагулом и состоит из двух этапов: короткий весенний нагул в узкой прибрежной полосе и эстуарных зонах длится 1,5–2 мес, с конца марта по начало мая; период между нерестом и зимовкой, начинается во второй половине мая и заканчивается в конце октября [6–8].

В результате оригинальных исследований у крупночешуйной красноперки южного Сахалина обнаружены 17 видов гельминтов: *Dactylogyrus pseudaspis* Gussev, 1953 (станции № 1, 2, 6, 7, 9, 13, 14, 18); *Dactylogyrus* sp. (станции № 5, 6, 10, 11, 16); *Paradiplozoon* sp. (станции № 2–5, 10, 12–15, 18); *Khawia* cf. *parva* (Zmееv, 1936) Kulakovskaya, 1961 (станции № 2, 4–10, 14, 15, 18); *Pelichnibothrium* sp. pl. (станция № 15); *Nybelinia surmenicola* Okada in Dollfus, 1929 pl. (станции № 12, 16–18); *Zoogonoides viviparus* (Olsson, 1868) Odhner, 1902 (станции № 4, 11, 17); *Derogenes varicus* (Muller, 1784) Looss, 1901 (станции № 4, 18); *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi, 1802) Odhner, 1905 (станции № 2, 11, 18); *Tubulovesicula lindbergi* (Layman, 1930) Yamaguti, 1934 (станция № 11); *Echinorhynchus gadi* Zoega in Müller, 1776 (станции № 11, 12); *Pseudorhadinorhynchus leuciscus* (Krotov & Petrochenko, 1956) Golvan, 1969 (станции № 1–18, за исключением станций № 4, 16, 17); *Corynosoma strumosum* (Rudolphi, 1802) Luhe, 1904 juv. (станции № 12, 16); *Anisakis* sp. l. (станции № 2, 6, 8, 11, 14, 15); *Contracaecum osculatatum* (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920 l. (станции № 2, 4, 14, 15); *Phocanema decipiens* (Krabbe, 1878) Myers, 1959 l. (станции № 11, 12, 17); *Rhabdochona zacconis* Yamaguti, 1935 (станции № 1–18, за исключением станций № 3, 4, 11, 16).

Гельминтофауна крупночешуйной красноперки включает пресноводных и морских паразитов, что обусловлено биологией вида. Наблюдается смена гельминтофауны в зависимости от периода жизненного цикла. Наиболее распространенные гельминты – скребни *Pseudorhadinorhynchus leuciscus*, случайный гельминт – *Pelichnibothrium* sp. pl.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М. : ВНИРО, 2002. 248 с.
2. Фролов Е. В. Зараженность красноперки *Tribolodon hakonensis* скребнями рода *Pseudorhadinorhynchus* // Сахалинская молодежь и наука : Тез. межвуз. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Ю.-Сахалинск : СахГУ, 2001. С. 237–239.
3. Фролов Е. В. Гельминтофауна рыбы-красноперки *Tribolodon hakonensis* залива Анива (о. Сахалин) // Материалы IV Всероссийской школы по теоретической и морской паразитологии, Калининград, пос. Лесное, 21–26 мая 2007 г. Калининград : АтлантНИРО, 2007. С. 202–203.
4. Соколов С. Г. и др. Новые данные о паразитах рыб внутренних водоемов о. Сахалин // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 4. С. 85–94.
5. Фролов Е. В. и др. Гельминтофауна прибрежных рыб юго-восточного Сахалина (устье реки Долинка) // Паразитология. 2024. Т. 58, № 1. С. 19–34.
6. Сафронов С. Н., Никифоров С. Н. Список рыбообразных и рыб пресных и солоноватых вод Сахалина // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43, № 1. С. 42–53.
7. Лабай В. С. и др. Водотоки острова Сахалин: жизнь в текучей воде. Ю.-Сахалинск : Сахалин. обл. краевед. музей, 2015. 236 с.
8. Dyldin Yu. V., Orlov A. M. Ichthyofauna of fresh and brackish waters of Sakhalin Island: an annotated list with taxonomic comments: 2. Cyprinidae – Salmonidae families // Journ. of ichthyology. 2016. Vol. 56, No. 5. P. 656–693.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.276.277

**ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ЛИЧИНОК *PARADILEPIS SCOLECINA* (Rudolphi, 1819)
(Cestoda: Dilepididae) У ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* (L., 1758)
БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

T. P. Khamnueva, D. P. Baldanova, L. V. Tolochko

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ;
e-mail: khamnu@mail.ru

**FIRST FINDINGS OF *PARADILEPIS SCOLECINA* (Rudolphi, 1819)
(Cestoda: Dilepididae) IN ROACHES *RUTILUS RUTILUS* (L., 1758)
OF THE BAIKAL REGION**

T. R. Khamnueva, D. R. Baldanova, L. V. Tolochko

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude; e-mail: khamnu@mail.ru

Paradilepis scolecina (larvae) was recorded in roaches *Rutilus rutilus* from Chivyrkuisky Bay of the Baikal and Lake Bolshoye Eravnoye for the first time. The prevalence of infestation of roach from Lake Bolshoye Eravnoye was 13.04%, the abundance was 0.96 specimens. Two larvae *P. scolecina* were found in only one fish in Chivyrkuisky Bay of the Baikal, (4%, 0.08 specimens).

Паразитический червь *Paradilepis scolecina* на личиночной стадии встречается у многих пресноводных рыб. Ареал личинок цестод этого вида охватывает южную зону Палеарктики. Первые промежуточные хозяева ракообразные *Eudiaptomus graciloides* (Jarecka, 1970); вторые промежуточные хозяева – рыбы разных семейств, чаще карповых, и окончательные – бакланы и некоторые рыбоядные птицы [1]. Зараженность личинками *P. scolecina* особенно высока у рыб из водоемов, расположенных вблизи колоний бакланов. Локализуются инкапсулированные плероцеркоиды в полости тела, в печени, на брыжейке, в желчном пузыре, на стенках кишечника хозяина. В зараженных парадилеписами местах в организме рыб ткани, окружающие паразита, гипертрофируются, капсулы закупоривают и механически повреждают кровеносные сосуды, а большое количество личинок может способствовать развитию других заболеваний [2].

Плотва *Rutilus rutilus* – один из основных промысловых видов рыб в оз. Байкал и озерах Забайкалья. В паразитофауне плотвы этих водоемов *P. scolecina* ранее не регистрировали [3, 4].

Рыбы для исследования были отловлены в Чивыркуйском заливе оз. Байкал в июне 2023 г. (25 экз.) и в оз. Большое Еравное в декабре 2022 г. (26 экз.) ставными жаберными сетями. Сбор и камеральная обработка материала проведены по методике И. Е. Быховской-Павловской [5]. Для количественной характеристики инвазии использованы общепринятые показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ) и индекс обилия (ИО). Видовую идентификацию проводили по Определителю паразитов пресноводных рыб [6].

Впервые у плотвы из Чивыркуйского залива оз. Байкал и оз. Большое Еравное мы зарегистрировали личинок *P. scolecina*. Зараженность плотвы из оз. Большое Еравное составила 13.04%, индекс обилия – 0.96 экз. В Чивыркуйском заливе только у одной рыбы обнаружены две личинки парадилеписа (ЭИ – 4%, ИО – 0.08 экз.). Плероцеркоиды находились в цистах в полости тела на стенках кишечника хозяина. Тело личинки овальной формы, длиной 0.64–0.8 мм, шириной 0.39–0.44 мм. Сколекс ввернут в переднюю часть тела. На хоботке 20 крючьев, собранных в пучок. Длина крючьев 0.1–0.11 мм, меньшие – 0.07–0.075 мм. Тело червей заполнено «известковыми» тельцами.

Личинки парадилеписа из плотвы Чивыркуйского залива оз. Байкал по размерам были значительно меньше – длиной тела 0.21 и 0.23 мм, шириной 0.2 мм.

Обнаружение нового паразита у плотвы связано с естественной реинтродукцией большого баклана *Phalacrocorax carbo* (L., 1758) в исследованных районах. Широко распространенный в Восточной Сибири большой баклан в 1970-х гг. исчез и появился только в начале 2000-х гг.; массово рассе-

лился и увеличил свою численность практически повсеместно в российской части бас. оз. Байкал [7]. Недавно был обнаружен новый вид паразитов для рыб бас. оз. Байкал, внесенный бакланом, – трематодой *Hysteromorpha triloba* [8].

Таким образом, паразитофауна плотвы Байкальского региона пополнилась еще одним видом гельминта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Scholz T. et al. Larvae of gryporhynchid cestodes (Cyclophyllidea) from fish: a review // Folia parasitologica. 2004. Vol. 51, No. 2-3. P. 131–152.
2. Murai E., Molnár K., Gubány A. Occurrence of the adult and plerocercus forms of *Paradilepis scolecina* (Rudolphi, 1819) (Cestoda: Dilepididae) in Lake Balaton, Hungary // Parasit. hung. 1996. Vol. 29-30. P. 33–38.
3. Пронин Н. М. и др. Паразитофауна и структура сообществ паразитов плотвы Еравно-Харгинских озер (Забайкалье) // Вестник Бурят. гос. с/х академии им. В. Р. Филиппова. 2009. № 1(14). С. 14–19.
4. Русинек О. Т. Паразиты рыб озера Байкал : (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2007. 571 с.
5. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : Руководство по изучению. Л. : Наука, ЛО, 1985. 123 с.
6. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные. Л. : Наука, 1987. 583 с.
7. Елаев Э. Н., Доржиев Ц. З., Ананин А. А. и др. История гнездования и динамика численности большого баклана (*Phalacrocorax carbo* L., 1758) в Байкальской Сибири // Вестник Бурят. гос. ун-та. Биология. География. 2021. № 3. С. 21–32.
8. Дугаров Ж. Н. и др. Зараженность большого баклана трематодой *Hysteromorpha triloba* в оз. Байкал // Животные в экосистемах Внутренней Азии: фундаментальные и прикладные аспекты : Материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. юбилею д-ра биол. наук, проф. Ц. З. Доржиева Улан-Удэ : БГУ, 2024. С. 136–138.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.278.279

**ЦИФРОВОЙ ГЕРБАРИЙ ИБПС ДВО РАН (MAG) –
КАТАЛОГ И ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ**

М. Г. Хорева

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: mkhoreva@ibpn.ru

**DIGITAL HERBARIUM OF IBPN FEB RAS (MAG) –
CATALOG AND THE METHOD FOR INFORMATION ANALYSIS**

M. G. Khoreva

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: mkhoreva@ibpn.ru

The herbarium of the IBPN FEB RAS (MAG) is the third in the Russian Far East due to the number of deposited specimens (about 136 thousand). In 2022, the herbarium acquired its own website <https://herbarium.ibpn.ru/>. The site contains scanned images of herbarium specimens with metadata, including information from herbarium labels and coordinate references. The interface allows authorized users to export data in various formats, including ones for maps and placement in GBIF. Digital herbarium is a convenient catalog and information analysis tool.

Гербарий ИБПС ДВО РАН (MAG) получил собственный сайт в 2022 г. Ранее, в 2015 г., фотографии типовых образцов помещали на сайт Института при подготовке соответствующей публикации [1]. На фотографиях не хватало цветовой шкалы, чего мы тогда не учитывали. По международным стандартам, оцифровка образцов предполагает штрих-код, цветовую шкалу, линейку, разрешение 600 dpi. Цифровой гербарий – это не только скан или фотография гербарного образца, но и связанная с ним база данных, особенно нужна географическая привязка. Сейчас в магаданском цифровом гербарии для типовой коллекции есть особая группа образцов, этот материал использован при подготовке совместной с коллегами из ГБС РАН публикации [2].

Как известно, научный гербарий – это капитал, ценность которого со временем только увеличивается. Сейчас магаданский гербарий – третий на Дальнем Востоке России по количеству хранящихся образцов (примерно 136 тыс. листов и пакетов) после гербариев Биолого-почвенного института (VLA) и Ботанического сада-института (VBGI) во Владивостоке. Крупнейшие коллекции в Москве и Санкт-Петербурге обладают гербарием, которому несколько столетий. В гербарии Московского государственного университета более 1 млн образцов, он был оцифрован за три-четыре года (с мая 2015 г.).

Магаданский гербарий включает в основном сборы сотрудников Института с 1970 г., а также образцы 1940–1960-х гг., переданные из землеустроительной экспедиции, и гербарий заповедника «Магаданский». Гербарий основан в 1970–1972 гг. (т. е. 50 лет назад) одновременно с организацией Института, практически с нуля, известным ботаником Андреем Павловичем Хохряковым. В сентябре 2023 г. отмечался его юбилей – 90 лет, по этому случаю был подготовлен особый сборник Бюллетеня МОИП, в котором раньше Андрей Павлович публиковал описания новых видов. С Северо-Востока России он описал более 50 таксонов [2, 3].

Один из итогов работы А. П. Хохрякова на Северо-Востоке России – монография «Флора Магаданской области» [4], на тот момент включала Чукотку и ее анализ [5] в современных границах, без Чукотки. В последующие годы группой «Гербарий» и лабораторией ботаники руководила Александра Наумовна Беркутенко, приложившая немало усилий для сохранения и развития коллекций. Благодаря ей в 1996 г. Гербарий получил международный индекс.

Гербарий накапливается как часть научно-исследовательской работы сотрудников, которая связана с познанием растительного мира территории. Это весь Северо-Восток, но большая часть сборов – из Магаданской области. Коллектив специалистов подготовил несколько монографий по видовому раз-

нообразию растений, в т. ч. обобщающую флористическую сводку [6]. Флора не очень богатая, но содержит некоторые самобытные элементы.

Для типовых образцов были оформлены голубые папки, сейчас они перенесены из основного фонда в особый шкаф. Для примера: эндемик прострел магаданский (*Pulsatilla magadanensis* A. P. Khokhr. et Vorosch.) – один из самых древних видов в роде прострел, как показали исследования генетиков [7]. Его ареал в основном ограничен ближайшими окрестностями Магадана, площадь, занятая субпопуляциями, не превышает квадратного километра. Этот вид мы давно рекомендовали в Красную книгу России; в 2023 г. усилия увенчались успехом – прострел магаданский внесен в соответствующий перечень. Для международного списка он тоже по критериям подходит.

Последняя версия региональной Красной книги вышла в 2019 г. [8]; по сосудистым растениям была предварительно сделана выборка из списка региональной флоры, а также подготовлен список гербарных образцов. Именно на основе этой базы данных мы провели оцифровку образцов редких растений за счет средств региональной субсидии.

Для образцов и групп образцов, где есть координаты, можно посмотреть местонахождение на карте. Для авторизованных пользователей доступен экспорт данных в разных форматах. Например, экспортировали картографические данные для заметки по распространению остролодочника [9].

Сегодня магаданский Гербарий присутствует в глобальной сети Интернет: на сайте ИБПС ДВО РАН (<http://www.ibpn.ru/herbarium>) и Гербария ИБПС ДВО РАН (<https://herbarium.ibpn.ru/>), в Index Herbariorum (<http://sweetgum.nybg.org/ih/>), как УНУ на сайте «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации» (<http://www.ckp-rf.ru/usu/445676/>), в Цифровом гербарии МГУ (<https://plant.depo.msu.ru/>), в GBIF (<https://www.gbif.org/publisher/8eae4f57-6fb4-4504-8f76-a949b8e9e4d4>).

На текущий момент (02.05.2024 г.) на сайт Гербария загружены 16909 записей. Часть из них со старых баз данных пока без сканов. Есть наоборот – сканы без описания, в процессе работы. Поэтому в открытом доступе 9496 записей.

Цифровой гербарий – больше, чем таблица с данными этикеток в программе Excel, и больше, чем просто фотография или скан гербарного образца. Цифровой гербарий Института живет своей собственной жизнью, дополняющей и развивающей, открывающей миру нашу уникальную ботаническую коллекцию. А что дает цифровой гербарий нам для работы? Для нас это удобный инструмент для работы с каталогом коллекции и выборки из него по самым разным критериям, отображения местонахождений на цифровой карте, анализа всей информации, не только по гербарии, и не только по региону.

В дальнейшем планируем ревизию и оцифровку всего гербария, поэтапно по разным направлениям и группам, в т. ч. по редким, водным и заносным видам. Со временем, накоплением данных, их можно будет использовать в самых разных научных проектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мочалова О. А., Хорева М. Г. Типовые образцы сосудистых растений в коллекции Института биологических проблем Севера ДВО РАН (г. Магадан) // Ботан. журн. 2015. Т. 100, № 7. С. 738–744.
2. Степанова Н. Ю. и др. Новые для науки таксоны, описанные А. П. Хохряковым // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2023. Т. 128. Вып. 5. С. 20–33. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-5-20-33.
3. Хорева М. Г., Мочалова О. А. Флора Магаданской области от «Флоры...» А. П. Хохрякова до современных баз данных // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2023. Т. 128. Вып. 5. С. 105–112. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-5-105-112.
4. Хохряков А. П. Флора Магаданской области. М. : Наука, 1985. 398 с.
5. Хохряков А. П. Анализ флоры Колымского нагорья. М. : Наука, 1989. 152 с.
6. Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности). Магадан : ИБПС ДВО РАН, 2010. 364 с.
7. Sramkó G. et al. Evolutionary history of the Pasque-flowers (*Pulsatilla*, Ranunculaceae): Molecular phylogenetics, systematics and rDNA evolution // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2019. Vol. 135. P. 45–61. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.02.015>.
8. Красная книга Магаданской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / Редкол. А. В. Кондратьев (пред.) и др. Магадан : Охотник, 2019. 356 с.
9. Хорева М. Г., Андриянова Е. А., Бочарова У. И. О распространении остролодочника дарпирского (*Oxytropis darpirensis*) Jurtz. et A. Khokhr в Омурлевском среднегорье // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы XXIV междунар. науч. конф. (г. Петропавловск-Камчатский, 8–9 нояб. 2023 г.). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2023. С. 237–240.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАУНЫ НАЗЕМНЫХ ТИХОХОДОК
СЕВЕРНОЙ ПАЛЕАРКТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА**

А. Ю. Цветкова, Д. В. Туманов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург;
e-mail: st072110@student.spbu.ru

**INVESTIGATION OF LIMNOTERRESTRIAL TARDIGRADES
OF THE NORTHERN PALEARCTIC USING INTEGRATIVE APPROACH**

A. Yu. Tsvetkova, D. V. Tumanov

Saint Petersburg State University, Saint-Petersburg;
e-mail: st072110@student.spbu.ru

This work is devoted to the investigation of semiterrestrial tardigrade fauna of the northern Palearctic. Samples were taken on Svalbard archipelago, on Novaya Zemlya and in northwestern Syberia. We use a combination of high resolution light microscopy, scanning electron microscopy, and molecular taxonomy. We receive both sequences of rapidly evolving COI and ITS-2 barcode genes, which are important to ascertain the relationships of closely related species, and sequences of 18SSU and 28SSU genes. In total, 51 Tardigrada species belonging to 29 genera were found. At least 13 species are new to science. The description of the new species from the genus *Testechiniscus* (Heterotardigrada: Echiniscidae) allows us to introduce a new character in the nomenclature of Echiniscidae body surface sclerotisation. This work marks the first effort to investigate the tardigrade fauna or the Russian Arctic utilising methods of DNA barcoding.

Tardigrada – группа микроскопических животных, в настоящее время выделяемая в ранге самостоятельного типа [1]. Тихоходки широко распространены в природе и встречаются во всех типах водных экотопов. Они способны в состоянии криптобиоза переносить неблагоприятные условия широкого спектра. На сегодня не хватает современных фаунистических сведений по этой группе. Многие виды, которые ранее считались широко распространенными и полиморфными, с приходом молекулярных данных оказались комплексами локальных криптических и семи-криптических видов [2]. Особенно актуальны ныне исследования арктических территорий, потому что тихоходки, в большом количестве населяющие тундровые экотопы [3], вероятно, играют в таких сообществах важную роль. Для Арктики, несмотря на десятилетия исследований, сохраняется проблема большого количества сомнительных видов. А специальных фаунистических работ по тихоходкам русской Арктики на сегодня вообще не существует.

Цель настоящей работы – изучение видового разнообразия тихоходок арктических регионов, особенно на территории России. Задачи: разбор проб мхов и лишайников из арктических и субарктических регионов Палеарктики, исследование найденных тихоходок в рамках интегративного подхода. Были исследованы 11 проб: восемь с архипелага Шпицберген, две с архипелага Новая Земля и одна из окрестностей плато Путорана. Морфологические данные получены с помощью методов высоко-разрешающей оптической микроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Получены последовательности четырех молекулярных маркеров: 18S рРНК, 28S рРНК, ITS-2 (либо ITS-1 в случае Heterotardigrada) и COI. Обнаружены по меньшей мере 13 новых видов, ведется их описание. Со Шпицбергена получена новая информация о нескольких видах, которые ранее были зарегистрированы на этой территории, но для них не хватало молекулярных, а где-то и качественных морфологических данных. Для пробы с плато Путорана был побит рекорд по количеству видов тихоходок в одной пробе (17 по эмпирическим данным) с уже как минимум 18 найденными видами. У нового вида из рода *Testechiniscus*, найденного на Новой Земле, обнаружен признак, ранее не использовавшийся в систематике семейства Echiniscidae (внутренние кутикулярные пластины на ногах). Его описание позволит дополнить морфологические сведения об этой группе.

Настоящая работа дает начало составлению библиотеки ДНК-баркодов для тихоходок арктической части России, что облегчит процесс видовой идентификации и анализа фауны в дальнейшем.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 23-24-00201 (<https://rscf.ru/project/23-24-00201/>).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Degma P., Guidetti R.* Actual checklist of Tardigrada species. https://doi.org/10.25431/11380_1178608. [Accessed 12.02.2024].
2. *Guidetti R. et al.* High diversity in species, reproductive modes and distribution within the *Paramacrobiotus richtersi* complex (Eutardigrada, Macrobiotidae) // *Zoological Letters*. 2019. No. 5. P. 1–28.
3. *Ito M. T.* Ecological distribution, abundance and habitat preference of terrestrial tardigrades in various forests on the northern slope of Mt. Fuji, central Japan // *Zoologischer Anzeiger*. 1999. No. 238. P. 225–234.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.282.284

**ДИНАМИКА ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВОДОЕМАХ КРИОЛИТОЗОНЫ
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
(на примере долины нижнего течения р. Колыма)**

*Е. В. Чемерис¹, О. А. Мочалова², Н. К. Конотоп¹,
Д. Ю. Ефимов¹, О. Г. Гришуткин¹, А. А. Бобров¹*

¹Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: lechem@ibiw.ru

**DYNAMICS OF AQUATIC VEGETATION IN WATER BODIES
OF THE CRYOLITHOZONE UNDER CLIMATE CHANGE
(on the Example of the Valley of the Lower Kolyma River)**

*E. V. Chemeris¹, O. A. Mochalova², N. K. Konotop¹,
D. Yu. Efimov¹, O. G. Grishutkin¹, A. A. Bobrov¹*

¹Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok

²Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: lechem@ibiw.ru

The ongoing climatic changes and human activities have a significant impact on the ecosystems of the Kolyma River valley. Analysis of materials of R. E. Trufanova of 1966–1969 on aquatic vascular plants of water bodies of the lower reaches of the Kolyma River, original data and field observations in 2020 and multi-temporal satellite images showed that during more than 50 years there were a number of changes in the vegetation cover of water bodies. Thus, 5 species reported earlier have not been recorded now, however, 7 species were collected there for the first time. Two species (*Ceratophyllum demersum* and *Potamogeton praelongus*), which were notable in the vegetation cover previously, have not been found. Most of the water bodies have shallowed and got at the successional “old” stage. It is shown that the greatest diversity of aquatic plants is characteristic of water bodies at the stage of “mature” and “old with a single water mirror”. If the trends continue, most of the studied water bodies will continue unidirectional aging and overgrowing, which will be accompanied by a decrease in species diversity.

За последние десятилетия условия обитания в арктических водных экосистемах стремительно меняются во всем мире, что связано в основном с изменениями климата и таянием мерзлоты [1, 2]. Водоемы в бас. р. Колыма и на Колымской низменности также подвержены этим изменениям [2, 3]. Кроме климатических факторов на экосистему реки влияет деятельность человека. В результате такого совокупного воздействия водный режим р. Колыма сильно изменился: увеличился осенне-зимний сток и уменьшились максимальные расходы воды весеннего половодья и дождевых паводков, сократилась продолжительность ледостава (~ на 14 дней), существенно уменьшился сток взвешенных наносов, поменялся термический режим [3, 4], что уже влияет на экосистему реки и ее долины [5, 6].

В конце 60-х гг. XX в. Е. Р. Труфанова исследовала водоемы нижнего течения р. Колыма [7, 8]. Территория эта богата водоемами и расположена в зоне распространения сплошной мерзлоты. В разной степени детальности Р. Е. Труфанова описала 70 озер в 170 км ниже пос. Среднеколымск, описала растительные сообщества, сделала карты-схемы распределения зарослей в озерах, рассчитала продукционные показатели основных видов, составила флористический список. Только часть материалов отчета была опубликована [8]. В августе 2020 г. А. А. Бобров и О. А. Мочалова во время экспедиции, проводившейся для изучения разнообразия сосудистых растений бас. р. Колыма, обследовали девять водоемов на низких террасах и в пойменной части реки между заимками Помазкино и Кульдино, на тех же участках, где вела исследования Е. Р. Труфанова. После сопоставления мест сбора материала с картой-схемой озер, исследованных Е. Р. Труфановой,

новой, установлено, что три озера изучены повторно, одно – расположено рядом и имеет сходную растительность с описанными ранее, еще три озера выше по течению в окрестностях пос. Среднеколымск – одинаковы по происхождению и близки по характеру растительного покрова и два – находятся в крайней стадии зарастания – низинное болото с небольшими «окнами» воды. В нашем распоряжении оказались флористические списки, характеристики растительного покрова озер на разных стадиях сукцессии, карты-схемы распределения зарослей водных растений и другие сведения о водоемах в 1960-х гг. и современные данные. Для 27 озер, удаленных от основного русла реки не больше чем на 2 км, проанализированы изменения, произошедшие за 50 с лишним лет на уровне флористического состава, ценозообразователей, контуров водоемов на космических снимках, сделанных в 1973 и 2020 г. Посчитаны площади водного зеркала для 16 озер; из них три водоема сильно уменьшились в площади, а остальные фактически остались прежними. Отмечены изменения флористического состава водоемов. Так Е. Р. Труфанова не привела *Potamogeton berchtoldii*, *P. gramineus*, *P. sibiricus*, *Sparganium emersum* × *S. gramineum*, *S. emersum* × *S. rothertii*, *S. gramineum* × *S. rothertii*, *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus aequalis*. В свою очередь мы не обнаружили *Carex juncella*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton friesii*, *P. natans*, *P. praelongus*. Для 31 вида, обозначенного в качестве важных ресурсных растений, рассчитаны показатели частоты встречаемости на исследованных озерах в процентах и обилие по 6-балльной шкале, по аналогии с выполненными ранее [7]. Такой же подход применен для анализа 24 доминантов растительного покрова. Для многих видов эти показатели сильно изменились. Примечательно отсутствие в озерах *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton praelongus* и *Ceratophyllum demersum* (два последних формировали сообщества), где их указывала Е. Р. Труфанова [7], что свидетельствуют о глубоких изменениях в экосистемах озер. Это подтверждают и низкие показатели коэффициента сходства Жаккара (КJ 0.16–0.33) при попарном сравнении флористических списков конца 1960-х гг. и 2020 г. Среди исследованных водоемов по происхождению можно выделить три типа: старичные, термокарстовые и старично-термокарстовые. Они находятся на разных сукцессионных стадиях: «молодые» – 4 водоема; «зрелые» – 6; «старые» – 17. Для оценки взаимосвязи различных характеристик водоемов (возраст, размер, ёмкость, географическое положение, мощность отложений, видовое разнообразие и др.) был проведен канонический корреляционный анализ (ССА), который показал наиболее значимую корреляцию с возрастом водоема. В отчете Е. Р. Труфанова отмечает, что для долины р. Колыма характерны «катастрофический спуск» озер, преобладание старых и «затухающих» озер, но при этом в работе есть описания растительного покрова нескольких молодых термокарстовых и старичных озер [7]. При исследовании в 2020 г. дренирование озер встречалось часто, но не было ни новых термокарстовых водоемов, ни недавно изолированных от русла стариц. Большинство водоемов находятся на заключительных этапах сукцессии и близки к полному зарастанию. При этом для поздних сукцессионных стадий («зрелые» и «старые») характерно максимальное флористическое разнообразие гидрофитов (28 и 27 таксонов). При сохранении современных тенденций изменения климата (повышение среднегодовой температуры, увеличение количества осадков, деградация мерзлоты) и гидрорежима р. Колыма (сокращение ледостава, рост осенне-зимнего стока, уменьшение максимальных расходов паводков, уменьшение стока взвешенных наносов) можно предполагать, что исследованные водоемы продолжают однонаправленно стареть, мелеть и зарастать; все это будет сопровождаться сначала увеличением таксономического разнообразия, а при фрагментации водного зеркала или дренировании – его резким снижением. Старичные и старично-термокарстовые озера поймы и низких террас, расположенные на высотах до 13 м н. у. м., за счет периодического промывания паводковыми водами могут дольше находиться в состоянии динамического равновесия и поддерживать высокое разнообразие водных сосудистых растений, в то же время вероятность внезапного дренирования этих водоемов также будет усиливаться.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-24-00544.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин Г. Н., Соломонова И. В., Выручалкина Т. Ю. Климатические тенденции в средних и высоких широтах Северного полушария // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 6. С. 743–756.
2. Маслаков А. А. и др. Сезонное протаивание пород в Берингии на фоне современных климатических изменений // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 4. С. 283–294.
3. Магрицкий Д. В. и др. Гидрологические условия в устье реки Колымы летом 2019 года // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2022. № 1. С. 134–151.

4. *Алексеевский Н. И., Магрицкий Д. В., Михайлов В. Н.* Антропогенные и естественные изменения гидрологических ограничений для природопользования в дельтах рек российской Арктики // Водное хозяйство России. 2015. № 1. С. 14–31.

5. *Алфимов А. В., Берман Д. И.* Влияние Колымской ГЭС на пойменные экосистемы Сеймчанского участка заповедника «Магаданский» // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 1. С. 25–33.

6. *Чекалдин Ю. Н.* Влияние гидрологических условий Усть-Среднеканского водохранилища на запасы водных биоресурсов реки Колыма // Вопр. рыболовства. 2018. Т. 19, № 1. С. 73–81.

7. *Труфанова Е. Р.* Растительность озер Колымо-Индибирской низменности : отчет о НИР за 1966–1970 гг. / Российская академия наук. Якутск, 1970. 134 с.

8. *Труфанова Е. Р.* Растительность озер долины среднего течения реки Колымы // Почвенные и ботанические исследования в Якутии : сб. статей. Якутск : Кн. изд-во, 1972. С. 110–120.

МЕХАНИЗМЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ МИГРИРУЮЩИХ ПТИЦ – КОМПАСЫ И КАРТЫ

Н. С. Чернецов^{1, 2}

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург;
e-mail: nikita.chernetsov@gmail.com

ORIENTATION AND NAVIGATION MECHANISMS OF MIGRATING BIRDS: COMPASSES AND MAPS

N. S. Chernetsov^{1, 2}

¹Zoological Institute RAS, St. Petersburg

²St. Petersburg State University, St. Petersburg;
e-mail: nikita.chernetsov@gmail.com

The ability of many birds to perform long-distance migration is widely known. Besides, many birds are philopatric, i.e. they can return to their natal or former breeding site with great accuracy after migrating for many hundreds and thousands of kilometers. It necessitates the existence of the ability for true navigation in migrating birds, since the area to which they show fidelity is too small to be found by chance or by only crude mechanisms. In mid-20th century Gustav Kramer proposed the map and compass concept which postulates that a migrating bird (or any animal performing long-distance movements, for that matter) should have both a positioning system (a map) and a compass system. They are tightly linked but remain as two separate systems. Most students of avian navigation agree that migrating birds have three different compass systems: the Sun compass, the star compass and the magnetic compass. The mechanisms underlying the magnetic compass are most intriguing, still not fully understood, and, after all, they are the subject of many researches. Avian navigational maps seem to be based both on the geomagnetic field and on olfactory gradients. Olfactory maps of birds are the subject of many debates; with some good experimental evidence supporting their existence at least in homing pigeons and seabirds, but with some theoretical issues unresolved.

Способность птиц перелетать на большие расстояния широко известна. Также хорошо известно, что многие птицы после миграции на многие сотни и тысячи километров могут точно возвращаться в районы, где они родились или ранее размножались. Эта явление называется филопатрией [1]. Для его существования у птицы должна быть способность к точной истинной навигации, т. е. к определению положения цели перемещений; птица должна выбирать и поддерживать путь к ней без прямого сенсорного контакта с целью [2]. Иначе филопатрии не было бы, т. к. район, куда успешно возвращаются филопатричные птицы, намного меньше того, который можно найти с помощью грубых механизмов определения своего положения в пространстве.

В середине XX в. Густав Крамер сформулировал концепцию карты и компаса, согласно которой для осуществления навигации птицы (а вообще любые животные, совершающие дальние перемещения, т. е. выходящие за пределы своего обычного участка обитания) должны иметь, во-первых, карту, а во-вторых, компас [3]. Картой принято называть ментальную репрезентацию пространства в том масштабе, в каком животное должно перемещаться, а компасом – способность выбирать и поддерживать направление движения относительно сторон света. Карта нужна для животных, совершающих дальние перемещения, а компас – очень многим подвижным животным, в т. ч. и мигрирующим недалеко, для успешных перемещений в пределах индивидуального участка обитания. Таким образом, вопрос: «Как мигрирующие животные находят дорогу», признанный в 2005 г. журналом «Science» одним из 125 наиболее интересных нерешенных вопросов современного естествознания [4], распадается на два тесно связанных между собой, но отдельных вопроса: какова физическая и сенсорная природа карты и какова физическая и сенсорная природа компаса.

Исторически сложилось так, что компасные системы птиц изучены гораздо лучше, чем системы позиционирования (карты). В настоящее время существует консенсус, согласно которому у ми-

грирующих птиц есть три независимые компасные системы: солнечная, звездная и магнитная [2]. Первые две основаны на движении небесных тел и зрении (солнечная также на внутренних часах), а третья – на способности птиц к магнитоцепции. Эта сенсорная модальность, отсутствующая у человека, была открыта около полувека назад [5] и вызывает сегодня большой интерес у биофизиков, сенсорных физиологов и нейробиологов. Вопрос, как информация от разных компасных систем интегрируется и приводит к выбору нужного компасного направления, является отдельной интересной научной проблемой.

Относительно природы системы позиционирования (навигационной карты) птиц согласия у исследователей гораздо меньше. По-видимому, одна из таких систем – геомагнитная, основанная на градиентах геомагнитного поля. В настоящее время считается, что работу магнитной карты обеспечивает отдельный рецептор, не имеющий отношения к тому магнитному рецептору, который обеспечивает работу магнитного компаса [2]. Если это так, то возникает вопрос: как и почему в эволюции у птиц образовались две совершенно разные системы для восприятия одного физического стимула (магнитного поля). Кроме того, отмечу, что даже теоретически, в идеальном случае, использование одних лишь параметров магнитного поля Земли не может обеспечить ту точность навигации, которая известна у птиц по данным кольцевания [6]. Это делает необходимым наличие иной системы навигации на меньшем пространственном масштабе. Некоторые авторы предполагают, что такой системой может быть ольфакторная, использующая постоянные градиенты запахов. Вопрос о существовании запаховой карты у птиц – предмет оживленных (а временами ожесточенных) дискуссий. С одной стороны, есть убедительные экспериментальные данные в пользу присутствия запаховой карты, по крайней мере для почтовых голубей и морских птиц, а с другой – ряд теоретических проблем (в первую очередь сама возможность существования градиентов пахучих веществ в атмосфере, стабильных как в пространстве, так и во времени) остаются нерешенными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Л. В. Филопатрия и дисперсия птиц. Л. : ЗИН АН СССР, 1991. 233 с. (Тр. ЗИН АН СССР; Т. 230).
2. Чернецов Н. С. Ориентация и навигация мигрирующих птиц // Зоол. журн. 2016. Т. 95, № 2. С. 128–146.
3. Kramer G. Experiments in bird orientation and their interpretation // Ibis. 1957. Vol. 99, No. 2. P. 196–227.
4. Kennedy D., Norman C. What don't we know? // Science. 2005. Vol. 309, No. 5731. P. 75.
5. Wiltschko W., Wiltschko R. Magnetic compass of European Robins // Science. 1972. Vol. 176, No. 4030. P. 62–64.
6. Komolkin A. V. et al. Theoretically possible spatial accuracy of geomagnetic maps used by migrating animals // Journ. of the Royal Soc. Interface. 2017. Vol. 14, No. 128. P. 1–9.

**ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И РЕГУЛЯЦИЯ СТРУКТУРЫ ТАКСОЦЕНОВ
МИКРОРАКООБРАЗНЫХ (Copepoda и Cladocera) СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

Е. С. Чертопруд¹, А. А. Новичкова², А. А. Новиков^{1,3}, П. Г. Гарибян¹, И. А. Дадыкин¹

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru; ivan.dadykin@gmail.com

²Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва;
e-mail: anna.hydro@gmail.com

³Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань;
e-mail: horsax@yandex.ru; aleksandr-novikov-2011@list.ru

**SPECIES RICHNESS AND REGULATION OF TAXOCENES STRUCTURE
OF MICROCRUSTACEANS (Copepoda and Cladocera) FROM THE NORTH
OF CENTRAL SIBERIA**

E. S. Chertoprud¹, A. A. Novichkova², A. A. Novikov^{1,3}, P. G. Garibian¹, I. A. Dadykin¹

¹A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow;
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru; ivan.dadykin@gmail.com

²Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow;
e-mail: anna.hydro@gmail.com

³Kazan Federal University, Kazan;

e-mail: horsax@yandex.ru; aleksandr-novikov-2011@list.ru

The species richness of the warm-loving Cladocera is much higher in subarctic mountainous areas located to the south than in the Arctic lowland delta of the Lena River. On the contrary, the diversity of Copepoda of the Calanoida and Harpacticoida orders is higher on the plains than on the mountain plateaus of Central Siberia. The most significant factors in the formation of microcrustacean taxocenes are: altitude, permafrost depth and hydrological type of water body. In lowland regions, taxocenes variability is determined by a set of hydrological and hydrochemical factors correlating with the age of the water body. In mountains, taxocenes variability is related to the altitude above sea level, which determines the main characteristics of water bodies.

Анализ структуры экосистем арктических водоемов, чувствительных к глобальным климатическим изменениям и антропогенной нагрузке, является одной из ключевых проблем современной экологии. Важное значение имеет определение общих принципов формирования водных сообществ в разных ландшафтах Арктики. В рамках данной проблемы поставлены две задачи: охарактеризовать состав Cladocera и Copepoda трех регионов севера Средней Сибири – дельта р. Лена, плато Путорана и Анабарское плато; оценить вклад факторов среды в изменчивость таксоценов микроракообразных горных и равнинных ландшафтов Арктики, на примере указанных выше регионов.

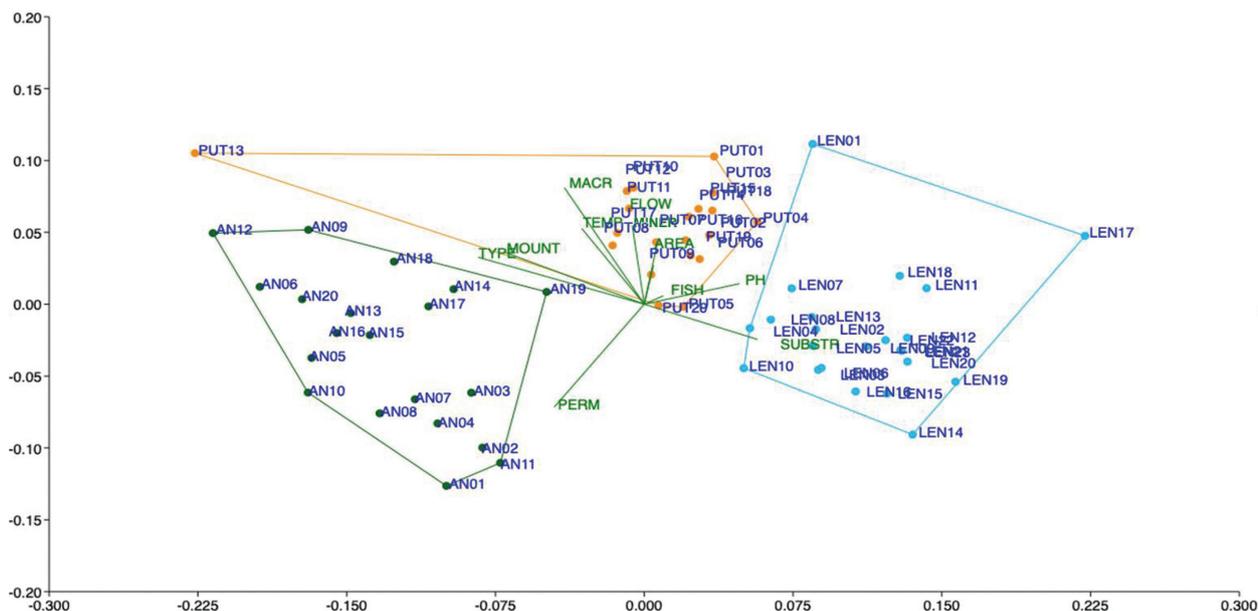
Проведен сравнительный анализ состава фауны и регуляции структуры таксоценов дельты р. Лена (равнинная тундра), Анабарского плато и плато Путорана (горные массивы). С 2020 по 2023 г. в трех регионах взяты более 200 количественных проб зоопланктона и мейобентоса. Во всех водоемах измерены температура, pH и общая минерализация воды, глубина залегания вечной мерзлоты, размер водоема и высота над уровнем моря, а также установлены тип донных отложений и состав макрофитов. Сопоставлены ландшафтные регионы на примере таксоценов озер. Для определения вклада факторов среды в изменчивость таксоценов использовано линейное моделирование (DistLM). Сходство проб из разных регионов оценено индексом Брея – Кертиса и проиллюстрировано ординацией, выполненной с использованием метода неметрического многомерного шкалирования (nMDS). С помощью двухступенчатого анализа ANOSIM проверена достоверность различий между выделенными группами проб.

Общее видовое богатство сравниваемых регионов близко и варьирует от 110 до 133 видов. Однако распределение разнообразия основных макротаксонов неоднородно. Выявлено, что видовое бо-

гатство *Cladocera* на 28–35% увеличивается в горных районах, географически расположенных южнее, чем приморская равнина дельты. При этом количество видов *Copepoda* в отрядах *Calanoida* и *Naupacticoida*, напротив, на 42–62% больше на равнинах, чем в горных районах. Разнообразие отряда *Cyclopoidea* распределено относительно равномерно между тремя сравниваемыми регионами.

Структура таксоценов трех анализируемых регионов значительно различается, и соответствующие им точки на диаграмме nMDS формируют три независимых облака (см. рисунок). Тест ANOSIM подтвердил достоверность различий между выделенными группами проб ($R=0.834$, $p=0.001$). Анализ DistLM показал, что наиболее значимые факторы для изменчивости таксоценов зоопланктона – высота над уровнем моря, глубина залегания мерзлоты и гидрологический тип водоема. Полный набор переменных природной среды объясняет 43.9% общей изменчивости таксоценов. У мейофауны на структуру доминирования сильно влияют высота над уровнем моря и гидрологический тип водоема. Максимальный суммарный процент объясненной дисперсии структуры таксоценов – 38.4.

Согласно литературным и оригинальным данным, состав фауны микроракообразных обусловлен как ландшафтом, так и климатическим фактором. Так, видовое богатство теплолюбивых *Cladocera* значительно больше в субарктических горных районах, расположенных южнее, чем в арктической равнинной дельте р. Лена. Число видов *Cladocera* резко снижается в тех районах, где средняя температура лета не достигает $+10$ – 15°C . Разнообразие *Copepoda* отрядов *Calanoida* и *Naupacticoida* почти в 1.5 раза выше на равнинах, чем в горных районах севера Средней Сибири. С одной стороны, это может быть обусловлено высоким разнообразием биотопов для обитания группы в дельте р. Лена. С другой – низкими расселительными способностями *Calanoida* и *Naupacticoida*, что снижает эффективность преодоления ими горных водоразделов, которые являются барьерами для проникновения в водоемы горных регионов.



Сходство проб планктонных микроракообразных разных регионов Средней Сибири (nMDS) (зеленые точки – Анабарское плато; оранжевые – плато Путорана, голубые – дельта р. Лена)

Таким образом, формирование фауны и таксоценов микроракообразных севера Средней Сибири происходит под комплексным воздействием климата и ландшафта. В масштабах отдельного водоема на равнине изменчивость таксоценов определяется набором гидрологических и гидрохимических факторов, коррелирующих с возвратом водоема. В горах основные тренды изменчивости таксоценов связаны с высотой над уровнем моря, определяющей абиотические характеристики водоемов. Установленные закономерности изменчивости водных таксоценов ракообразных в разных типах ландшафтных зон Арктики создают предпосылки для разработки мониторинговых программ как для планктонных, так и для бентосных сообществ.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 23-24-00054. Благодарим ФГБУ «Объединенная дирекция заповедников Таймыра» за помощь в организации экспедиций.

**ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ВОЛКА
В ГОРНОЙ ЛЕСОТУНДРЕ
В СРАВНЕНИИ С ЛЕСНЫМИ И СТЕПНЫМИ УСЛОВИЯМИ**

***М. Д. Чистополова, А. О. Виричева, А. Д. Поярко, Д. Ю. Александров, Т. П. Сипко,
А. Н. Минаев, В. В. Рожнов, Х. А. Эрнандес-Бланко***

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;
e-mail: chistopolova_m@mail.ru

**WOLF DAILY ACTIVITY PATTERNS IN BOREAL MOUNTAIN FOREST-TUNDRA
COMPARED TO DECIDUOUS FOREST AND STEPPE**

***M. D. Chistopolova, A. O. Viricheva, A. D. Poyarkov, D. Yu. Alexandrov, T. P. Sipko,
A. N. Minaev, V. V. Rozhnov, J. A. Hernandez-Blanco***

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow;
e-mail: chistopolova_m@mail.ru

We compared the winter – early spring daily activity patterns of GPS-collared wolves in several habitats: the boreal mountain forest-tundra of the Kolyma, the deciduous forests of the East European Plain in the Kaluga region and the steppe of the northwestern Caspian region, all of them in Russia. Daily movements and average speed in the boreal mountain forest-tundra are similar to those in the forest, and are significantly lower, than in the steppe. The distribution of daily movement dynamics in the boreal mountain forest-tundra differs from those, of other natural zones: activity at night is minimal, which is associated with extremely low night temperatures.

Ареал серого волка (*Canis lupus*) – самый большой среди наземных хищных млекопитающих [1]. Поведение, наряду физиологией, – важный механизм адаптации к разным экологическим условиям [2, 3]. Виды с ареалом, частично расположенным в экстремальных природных условиях, имеют широкую вариабельность различных параметров [4]. Млекопитающие высоких широт, в т. ч. Колымы, выработали ряд адаптаций к условиям севера [5]. Изменение суточной активности – один способов адаптации к изменяющимся условиям, что детально показано для степных экосистем [6], однако для экологических сообществ севера этот аспект поведения волка мало изучен.

Цель нашей работы – выявить особенности динамики перемещений волка в условиях горной лесотундры.

Самки волка были отловлены и помечены GPS ошейниками в следующих природных зонах: горная лесотундра бас. р. Коркодон, (63.6° с. ш., 158.1° в. д.), равнинные широколиственные леса (далее – лес), бас. р. Ока (53.6° с. ш., 35.8° в. д.) и степь северо-западного Прикаспия, (46.0° с. ш., 46.4° в. д.). Самку в лесотундре отловили 20.11.2022 г., убита охотниками 20.03.2023 г. Для сравнения взяли данные в условно «снежный период», с ноября по март включительно. Все ошейники определяли местоположение 24 раза в сутки с интервалом один час; кроме самки из степи, ее ошейник определял местоположение 20 раз в сутки с интервалом через 1 или 2 ч. Различия для районов исследования показаны в таблице. Социальное положение самок также различалось. В лесотундре и степи – это были молодые самки-переежки, входившие в состав стаи; самка в лесу – в процессе формирования пары и выбора участка обитания. Площадь участка обитания (MCP 100%), рассчитанная для дней, включенных в анализ, в лесотундре составила 2358, в лесу – 2958, в степи – 1067 км².

Для выявления динамики перемещений определяли минимальный суточный ход как соединение последовательных локаций. Скорость перемещения – как расстояние для каждой пары последовательных локаций, с интервалом один час. Рассчитали средние скорости для каждого часа и времени суток: день, ночь, утренние и весенние сумерки (для каждой даты использовано время навигационных сумерек в местах исследования).

Различающиеся географические, экологические, антропогенные и климатические факторы для трех районов исследования

Показатель	Лесотундра	Широколиственные леса	Степь
Рельеф	горы	равнина	равнина
Тип местообитаний	редколесье	лес	открытые
Доступность корма	средняя	высокая	низкая
Доступность укрытий/водопоев	средняя/высокая	высокая/высокая	низкая/низкая
Опасность беспокойства	средняя	низкая	высокая
Средняя/мин. температура, °С*	-30 / -51	-2 / -21	-2 / -16
Средняя/макс. высота снежного покрова, см*	53/68	20/44	1/2
Медиана высоты, м н. у. м.**	1073	216	-15
Перепад высот, м**	1148	114	23

Примечание. * – для дней работы ошейника, включенных в анализ; ** – для локаций, включенных в анализ.

Средний суточный ход самки волка в снежный период в горной лесотундре составил 13, в лесу – 15, а в степи – 43 км, что отличается от лесотундры (Mann-Whitney test, $U = 455$, $p < 0.0001$) и леса ($U = 364$, $p < 0.0001$). Максимальный суточный ход в лесотундре – 34, в лесу – 50, в степи – 95 км. Средние скорости в течение суток отличаются (Kruskal-Wallis test, $H = 373$, $p < 0.0001$), в т. ч. при сравнении всех особей попарно (post-hoc test: Dunn's), – в лесотундре 0.54, в лесу 0.47, в степи 2.3 км/ч. Скорость перемещения в лесотундре изменяется в течение суток ($H = -186.3$, $p < 0.0001$), самая большая днем – 1 км/ч, наименьшая ночью – 0.21 км/ч; между всеми периодами суток происходит резкая смена двигательной активности, кроме перехода дня в сумерки. В лесу и степи также выражено изменение суточной активности перемещений ($H = 34.33$, $p < 0.0001$ и $H = 16.6$, $p = 0.0009$). В лесу скорость больше ночью – 0.59 км/ч, в степи утром – 3 км/ч; минимальные скорости вечером: соответственно, 0.29 и 1.7 км/ч. В лесу активность меняется плавно, отличаются скорости только днем и ночью. В степи активность резко усиливается после ночи, и для пар день – ночь и утро – вечер. Активности всех самок отличаются по часам в течение суток ($H = -238.5$, $H = 140.7$, $H = 102.6$, соответственно, $p < 0.0001$). В лесотундре отличаются скорости в ночные часы. В лесу нет разницы между часами, активность перемещений плавная в течение суток. В степи утренние часы активнее, чем в другое время, а начало вечера наименее активно.

Волки в горной лесотундре преодолевают за день схожие расстояния с волками в равнинных лесах и значительно меньше, чем в степи. Вероятно, обилие убежищ, источников воды, достаточное количество корма, а также невысокая степень беспокойства и опасности со стороны человека [7] определяют самую комфортную длину суточных перемещений, несмотря на большую площадь участка. Средняя скорость также схожа с лесом, но несколько выше, что, возможно, связано с компенсацией малоактивных ночных часов. Основное отличие динамики перемещений волка в снежный период в горной лесотундре – низкая активность в ночные часы, что, очевидно, связано с экстремальными отрицательными температурами, когда волки предпочитают отдых для уменьшения потери тепла [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Mech L. D., Boitani L. Wolves: behavior, ecology, and conservation. Chicago : University of Chicago Press, 2003. 472 p.
2. Post E. et al. Ecosystem consequences of wolf behavioral response to climate // Nature. 1999. Vol. 401, No. 6756. P. 905–907.
3. Zimmermann B. et al. Behavioral responses of wolves to roads: scale-dependent ambivalence // Behavioral Ecology. 2014. Vol. 25, No. 6. P. 1353–1364.
4. Telfer E. S., Kelsall J. P. Adaptation of some large North American mammals for survival in snow // Ecology. 1984. Vol. 65, No. 6. P. 1828–1834.
5. Blix A. S. Arctic animals and their adaptations to life on the edge. Trondheim : Tapir Academic Press, 2005. 296 p.
6. Kirilyuk A. V., Kirilyuk V. E., Minaev A. N. Daily activity patterns of wolves in open habitats in the Dauria ecoregion, Russia // Nature Conservation Research. 2021. Vol. 6, No. 4. P. 95–109.
7. Theuerkauf J. What drives wolves: fear or hunger? Humans, diet, climate and wolf activity patterns // Ethology. 2009. Vol. 115, No. 7. P. 649–657.
8. Fancy S. G., Ballard W. B. Monitoring wolf activity by satellite // Ecology and conservation of wolves in a changing world. Occasional publication / Canadian Circumpolar Institute. 1995. No. 35. P. 329–333.

**ПРЕСНОВОДНЫЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ СЕМЕЙСТВА
LERNAEOPODIDAE (Crustacea: Copepoda) РЫБ р. АНАДЫРЬ**

М. Б. Шедько¹, Г. И. Атрашкевич², О. М. Орловская², В. В. Поспехов²

¹ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток;
e-mail: mshedko@biosoil.ru

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: gart@ibpn.ru

**FRESHWATER PARASITIC COPEPODS OF THE FAMILY LERNAEOPODIDAE
(Crustacea: Copepoda) OF FISHES FROM THE ANADYR RIVER**

M. B. Shedko¹, G. I. Atrashkevitch², O. M. Orlovskaya², V. V. Pospechov²

¹Federal Scientific Center of East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok;
e-mail: mshedko@biosoil.ru

²Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: gart@ibpn.ru

New data on the species composition, fish hosts and localization on fish body of parasitic copepods of the family Lernaepodidae from the Anadyr River is provided. Specimens collected by authors as well as crustacean and fish collections from the Museum of the Zoological Institute of Russian Academy of Sciences and National Scientific and Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine were used. Based on original and literary data, 7 species of copepods (*Basanistes enodis*, *Salmincola carpionis* [*S. gibber*], *S. corpulentus* [*S. extumescens*], *S. edwardsii*, *S. lotae*, *S. mica*, *S. nordmanni*) and two unspecified *Salmincola* sp.) have been found to parasitize in the Anadyr fishes. The absence of *S. coregonorum*, *S. thymalli* and *S. jacutica* has been confirmed.

Анадырь – самая крупная река Чукотского автономного округа с богатой ихтиофауной (где лососеобразные представлены 18 видами из 7 родов), вызывает большой интерес в паразитологическом отношении. Первые сведения о фауне копепод семейства Lernaepodidae рыб бас. р. Анадырь получены благодаря небольшой коллекции рачков, собранной в 1927–1929 гг. ихтиологом А. Г. Кагановским. Результаты изучения этой коллекции известным копеподологом А. П. Маркевичем есть в серии его работ [1; и др.]. Обнаружены пять видов копепод, один из них новый для науки (*Basanistes enodis*, *Salmincola gibber*, *S. extumescens*, *S. lotae*, *S. thymalli*). Эти сведения перечислены в статье О. Н. Байера, Н. П. Никольской [2], единственной вплоть до 1980-х гг. касающейся вопроса паразитофауны рыб реки. Начало специальным паразитологическим исследованиям рыб из р. Анадырь было положено только в 1961–1963 гг. Чукотской экспедицией, организованной ГЕЛАН АН СССР для гельминтологического изучения позвоночных животных ЧАО [3]. На р. Анадырь работы провели в июне – августе 1962 г. у пос. Марково, но карцинологические данные остались неопубликованными. Новое паразитологическое обследование рыб р. Анадырь провели Пугачёв, Галактионов и Хохлов в июле – сентябре 1973 г. в нижнем течении реки около г. Анадырь и в районе пос. Марково. Результаты этих работ внесли свою лепту в освещение паразитофауны пресноводных рыб Северо-Востока Азии [4], и список копепод пополнился еще тремя видами (*S. nordmanni*, *S. jacutica*, *S. coregonorum*). В 1977–1987 гг. мы провели исследования паразитофауны гольцов из метеоритного оз. Эльгыгытгын (Чукотка, бас. р. Анадырь); у рыб были обнаружены неопределенные до вида копеподы *Salmincola* sp. [5]. За последние 30 лет появилось лишь несколько публикаций по отдельным группам паразитов лососевых рыб ЧАО, причем обследование горбуши из р. Анадырь копепод не выявило.

В настоящей работе приводятся обобщенные сведения о разнообразии, круге хозяев и локализации пресноводных паразитических копепод из родов *Basanistes* и *Salmincola*, основанные на уточненных литературных данных, оригинальных исследованиях и подкрепленные изучением коллекционных материалов (сборы 1962 и 1973 г.) из фондов ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург) и Национально-

го научно-природоведческого музея НАН Украины (г. Киев), а также из частных коллекций наших коллег-паразитологов.

***Basanistes enodis* Markewitsch, 1936** найден на жаберных лепестках нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (8 ♀, р. Анадырь у пос. Марково, VII.1962 г.; VIII.1973 г.). Вид описан по материалу, собранному А. Г. Кагановским (10 ♀, XI.1928 г., IV.1929 г.) с этого же хозяина [1].

***Salmincola corpulentus* (Kellicott, 1882)** (син. *Salmincola extumescens* (Gadd, 1901)) отмечен на стенках жаберной полости сига-востряка *Coregonus anaulorum* (1 ♀, IX.1973 г.) и сига-пыжьяна *C. pidschian* (3 ♀, VII.1962 г.) в р. Анадырь у пос. Марково.

***Salmincola extensus* (Kessler, 1868)** найден на плавнике *Coregonus pidschian* (1 ♂ и 1 ♀, IX.1999 г.) в р. Анадырь у пос. Марково. Для Северо-Востока России указан впервые.

***Salmincola nordmanni* (Kessler, 1868)** зарегистрирован на внутренней поверхности жаберной крышки нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (15 ♀, VII.1962 г., VIII.1973 г.) в р. Анадырь у пос. Марково.

***Salmincola carpionis* (Krøer, 1837)** (син. *Salmincola gibber* (Wilson, 1908)) обнаружен в ротовой полости и на дистальных частях жаберных дуг в жаберной полости *Salvelinus boganidae* (152 ♀, оз. Эльгыгытгын, VI–VIII.1987 г., 1991 и 1994 г.) и *S. malma* (1 ♀, Анадырский лиман, 1973 г.; 8 ♀, р. Анадырь, 2001 г.).

***Salmincola edwardsii* (Olsson, 1869)** найден в жаберной полости *Salvelinus boganidae* (7 ♀, VI.1987 г.) и *S. elgyticus* (24 ♀, IX.1979 г.) в оз. Эльгыгытгын. Для бас. р. Анадырь указан впервые. Оба вида палий – новые хозяева для этого вида копепод. По всей видимости, к данному виду относятся копеподы из жаберной полости озерного гольца *Salvelinus taranetzi* из оз. Большой Нутенеут (верховья р. Яблон) [6].

***Salmincola lotae* (Olsson, 1877)** известен для р. Анадырь только по одному экземпляру из ротовой полости тонкохвостого налима *Lota lota maculosa* [1], без заметок по морфологии.

***Salmincola mica* Shedko, 2004** найден на апикальных концах жаберных лепестков обыкновенного валька *Prosopium cylindraceum* (2 ♀ – типовой материал, IX.1999 г., р. Анадырь у пос. Марково; 1 ♀, VI.1929 г., р. Анадырь у пос. Усть-Белая; 6 ♀, X.1972 г., VIII.1974 г., р. Анадырь; 8 ♀, VII.1962 г., VIII.1973 г., р. Анадырь у пос. Марково). Ранее [4] был ошибочно идентифицирован как *Salmincola coregonorum* (Kessler, 1868). Вероятно, что сообщения о паразитировании *S. thymalli* на вальках р. *Prosopium* из водоемов Британской Колумбии и в Онтарио также относятся к *S. mica* [7].

***Salmincola* sp. 2** (по: Шедько, 2008) найден на жаберных лепестках камчатского хариуса *Thymallus mertensii* (9 ♀, VI.1962 г., VIII–IX.1973 г., р. Анадырь у пос. Марково).

***Salmincola* sp. 3** (по: Шедько, 2008) найден на жаберных лепестках *Thymallus mertensii* (10 ♀, VI–VII.1962 г., 25 ♀, VIII–IX.1973 г., р. Анадырь у пос. Марково).

Найденные копеподы *Salmincola* spp. морфологически близки к *S. thymalli* (Kessler, 1868) – обычному жаберному паразиту хариусов р. *Thymallus*. Однако отличаются от него размерами и формой буллы, морфологией конечностей головогруды, особенностями локализации, что позволяет считать обнаруженные нами формы еще неописанными новыми видами. Этому вопросу будет посвящена отдельная публикация, основанная на сравнительном анализе копепод с хариусовых рыб из различных водоемов России, Аляски и Канады.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркевич А. П. Сорепода паразитична прісних вод СРСР. Київ : АН УРСР, 1937. 222 с.
2. Бауер О. Н., Никольская Н. П. К познанию паразитов рыб реки Анадырь // Изв. Всесоюз. НИИ озер. и реч. рыбного хоз-ва. 1948. Т. 27. С. 175–176.
3. Богоявленский Ю. К., Трофименко В. Я., Козлов Д. П. Отчет о работе Чукотской гельминтологической экспедиции 1962–1963 гг. // Тр. ГЕЛАН. 1966. Т. 17. С. 297–299.
4. Пугачев О. Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Азии. Л. : ЗИН АН СССР, 1984. 156 с.
5. Атрайшевич Г. И., Орловская О. М. Паразитические черви рыб озера Эльгыгытгын // Природа впадины озера Эльгыгытгын (проблемы изучения и охраны) : сб. статей. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1993. С. 128–148. (Биологические проблемы Севера).
6. Штундюк Ю. В. К изучению биологии гольцов (*Salvelinus*, *Salmonidae*) бассейна реки Анадырь. Материалы по биологии озерного гольца из озера Большой Нутенеут // Биология гольцов Дальнего Востока. Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. С. 165–172.
7. <http://www.glsc.usgs.gov/greatlakescopepods/>. Free-living and Parasitic Copepods (Including Branchiurans) of the Laurentian Great Lakes: Keys and Details on Individual Species.

**МОРСКОЙ РОСТ АНАДЫРСКОЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* (Salmonidae)
В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА**

А. В. Шестаков, С. И. Грунин

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: a.v.shestakov@mail.ru

**MARINE GROWTH OF ANADYR CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA*
(Salmonidae) UNDER GLOBAL CLIMATE WARMING**

A. V. Shestakov, S. I. Grunin

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: a.v.shestakov@mail.ru

The interannual variability of the age composition, body size and growth rate of the Anadyr chum salmon *Oncorhynchus keta* was studied in 2011–2023. Body length and body weight of chum salmon of all age groups in 2016–2023 decreased significantly compared to the foregoing time period, especially in fish aged 0.4. According to calculated data for the period of 2012–2022 the growth rate of chum salmon decreased in the 1st – 2nd years of life, while in the 3rd – 4th years, multidirectional trends were observed, and the smallest increases in body length were noted in 2016 and 2020. The decrease in the production characteristics of the Anadyr chum salmon in the up-to-date period occurred simultaneously with a decrease in the number of this species throughout the whole marine range of the Northern Pacific and had no correlation with the other salmon number. Anomalously high surface temperatures in the northeastern part of the Pacific Ocean observed over the past 7–8 years negatively affected the Anadyr chum salmon growth. Significant decreases in fish length and weight were observed in generations whose feeding period coincided with the recent extreme marine heat wave of 2019–2021 in the northern part of the Pacific Ocean.

За последние два десятилетия глобальный океан существенно потеплел [1, 2]. Одновременно с долгосрочным устойчивым потеплением увеличилась частота периодов чрезвычайно высоких температур поверхности океана в определенных регионах (морские волны тепла), которые в связи с антропогенным изменением климата, вероятно, станут более частыми, более интенсивными и продолжительными на протяжении всего XXI в. [3, 4]. Так в северо-восточной части Тихого океана последняя морская волна тепла продолжалась почти три года – с 2019 по 2021, с интенсивностью 1.6°C (средняя аномалия температуры морской воды во время события) [5].

Периоды экстремально высоких температур поверхности моря оказывают серьезное негативное воздействие на морские организмы и экосистемы [6, 7], и, как следствие, на рыболовство в Северной Пацифике.

Мы заметили, что в 2020–2023 гг. на фоне сокращения численности анадырской кеты произошло также и значительное уменьшение ее размеров, темпа роста и возраста созревания. В связи с этим полагаем, что необходимо продолжать исследования динамики продукционных показателей кеты и обуславливающих ее факторов, что очень важно для рационального использования запасов лососей.

Основная цель работы – анализ изменений межгодового морского роста анадырской кеты в зависимости от индекса глобальной температурной аномалии в Северном полушарии Земли (N.NEM1+dSST) в 2011–2023 гг. [2].

Исследования межгодовой динамики размеров тела кеты показывают, что у особей обоих полов прослеживается тренд снижения средней длины и массы производителей всех возрастных групп с 2016 по 2023 г., наиболее выраженный у рыб возраста 0.4.

Судя по расчисленным приростам длины тела, в 2012–2022 г. темп роста на первом и втором годах жизни уменьшался, а на третьем и четвертом годах отмечены разнонаправленные тренды. Все

межгодовые изменения приростов кеты на третьем-четвертом году жизни происходили практически синхронно, а наибольшее снижение роста наблюдалось в 2016 и 2020 г. во время последних морских волн тепла 2014–2016 и 2019–2021 гг. [5].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что уменьшение размеров анадырской кеты во второй половине 2010-х – начале 2020-х гг. связано с сильным замедлением морского роста на третьем и четвертом годах жизни рыб.

Снижение продукционных показателей кеты в современном периоде происходило одновременно с уменьшением численности этого вида лососей во всем его морском ареале в Северной Пацифике и мало зависело от численности остальных лососей. Это ставит под сомнение ведущую роль так называемого плотностного фактора в определении продукционных характеристик рыб, который выражается в нехватке пищи из-за роста численности тихоокеанских лососей.

Для оценки влияния наблюдаемых температурных аномалий на рост рыб мы сравнили рассчитанные средние приросты длины анадырской кеты и изменчивость индекса N.HEMI+dSST в 2012–2022 гг. В первый и второй годы жизни происходило небольшое уменьшение роста после 2016 г., а на третьем и четвертом наблюдалась обратная взаимосвязь годовых приростов с колебаниями индекса температурной аномалии. Корреляционный анализ показал наличие умеренно высокой отрицательной связи.

Таким образом, существенное ускорение темпов глобального потепления за последние 7–8 лет, идентифицируемое по температурной аномалии в Северном полушарии Земли, оказало заметное негативное влияние на рост анадырской кеты. Отметим, что наибольшие изменения в росте совпали с недавними морскими волнами тепла 2014–2016 и 2019–2021 гг. в северо-восточной части Тихого океана. Известно, что такие периоды экстремально высоких региональных температур поверхности океана могут изменить структуру и функционирование морских экосистем, вызывая массовую смертность, сдвиги ареала видов и перестройки сообществ [6]. В будущем это может создать дополнительные проблемы в управлении лососевым рыболовством, поскольку изменение климата подталкивает виды к полюсам и снижает продуктивность некоторых запасов [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Kennedy J. J. et al. An ensemble data set of sea surface temperature change from 1850: the Met Office Hadley Centre HadSST.4.0.0.0 data set // Journ. of Geophysical Research: Atmospheres. 2019. Vol. 124. P. 7719–7763. <https://doi.org/10.1029/2018JD029867>.
2. Annual Mean Temperature Change for Hemispheres // GISS Surface Temperature Analysis (v4). 2023. https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/.
3. Frölicher T. L., Fischer E. M., Gruber N. Marine heatwaves under global warming // Nature. 2018. Vol. 560. P. 360–364. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0383-9>.
4. Oliver E. C. J. et al. Longer and more frequent marine heatwaves over the past century // Nature Communications. 2018. Vol. 9. P. 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03732-9>.
5. Barkhordarian A., Nielsen D. M., Baehr J. Recent marine heatwaves in the North Pacific warming pool can be attributed to rising atmospheric levels of greenhouse gases // Communications Earth Environ. 2022. Vol. 3. Art. 131. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00461-2>.
6. Smale D. A. et al. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services // Nat. Clim. Chang. 2019. Vol. 9. P. 306–312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>.
7. Laufkötter C., Zscheischler J., Frölicher T. L. High-Impact Marine Heatwaves Attributable to Human-Induced Global Warming // Science. 2020. Vol. 369. P. 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>.
8. Cheung W. W., Frölicher T. L. Marine heatwaves exacerbate climate change impacts for fisheries in the northeast pacific // Sci. Rep. 2020. Vol. 10. P. 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63650-z>.

МЕТАБОЛОМ ЧЕСНОЧНИЦЫ ПАЛЛАСА *PELOBATES VESPERTINUS* В ГИПОКСИИ

**С. В. Шеховцов^{1,2}, Н. А. Булахова¹, Ю. П. Центалович³, Н. А. Осик³, Е. Н. Мещерякова¹,
Т. В. Полубоярова², Д. И. Берман¹**

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан;
e-mail: shekhovtsov@bionet.nsc.ru

²ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск

³Международный томографический центр СО РАН, Новосибирск

METABOLOME OF THE PALLAS' SPADEFOOT *PELOBATES VESPERTINUS* EXPOSED TO HYPOXIA

**S. V. Shekhovtsov^{1,2}, N. A. Bulakhova¹, Yu. P. Tsentlovich³, N. A. Osik³, E. N. Meshcheryakova¹,
T. V. Poluboyarova², D. I. Berman¹**

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan;
e-mail: shekhovtsov@bionet.nsc.ru

²Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk

³International Tomography Center SB RAS, Novosibirsk

The Pallas' spadefoot *Pelobates vespertinus* exhibits resilience to harsh winter conditions by burrowing up to a depth of 2 meters underground. Here we aimed to explore the metabolome of the Pallas' spadefoot after a month-long exposure to air hypoxia (approximately 2% O₂ content). Surprisingly, our findings revealed minimal differences when compared to the control sample. There was only a slight increase in the concentrations of glycolysis end products and no detectable accumulation of succinate. These results align with a previous investigation that indicated the Pallas' spadefoot possesses relatively modest glycogen and fat reserves prior to winter compared to other frog species. It appears that this species conserves energy during the winter period by minimizing its metabolic activity. These findings support the hypothesis that the survival of *P. vespertinus* under hypoxic conditions primarily relies on metabolic suppression rather than relying on substantial energy reserves.

Чесночница Палласа *Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771) зимует в песчаных почвах на глубине до 2 м. Эта среда зачастую гипоксична, что предполагает способность *P. vespertinus* переносить низкие концентрации кислорода. Недавние наши исследования [1, 2] показали, что в лабораторных условиях чесночница Палласа может длительно выдерживать снижение концентрации кислорода до 2–3%, т. е. около 1/10 от его нормального содержания в атмосфере. В настоящей работе мы попытались выяснить, приводит ли воздействие гипоксии к значительным метаболомным изменениям у *P. vespertinus*.

Животные были собраны в Арчединско-Донских песках (Волгоградская область) и перевезены в ИБПС ДВО РАН (г. Магадан) для проведения экспериментов. В лаборатории чесночницы прошли предзимнюю акклимацию – их содержали в контейнерах с почвой при атмосферной концентрации кислорода по двое суток при снижаемых ступенчато температурах +10, 7, 5°C, затем – три недели в +3°C. После этого амфибии были случайным образом распределены в контрольную и экспериментальную группы – по шесть особей в каждой. Чесночниц экспериментальной группы вынули из почвы и по одной переместили в прозрачные склянки с герметично закрывающимися винтовыми крышками, чесночниц контрольной – оставили в прежних условиях. Для сокращения времени экспериментов начальное содержание кислорода в склянках устанавливали на уровне вдвое ниже атмосферного (10%). Содержание кислорода снижалось до 2–3% за счет дыхания амфибий. Чесночницы в обеих группах были умерщвлены одновременно – через 27 сут пребывания экспериментальных животных при концентрации кислорода 2–3%. Количественный анализ состава метаболитов в сердце,

печени и мозге амфибий с помощью протонного ядерного магнитного резонанса проводили в Центре коллективного использования «Масс-спектрометрические исследования» СО РАН на спектрометре AVANCE III HD 700 МГц (Bruker BioSpin, Эттлинген, Германия).

Суммарно в органах *P. vespertinus* были выявлены 79 метаболитов (из них 57 определены надежно). Список идентифицированных соединений включал 47 веществ из печени, 37 из сердца и 42 из мозга. Полученный набор данных охватывал широкий спектр биологических молекул, большинство из которых имеют хорошо изученные функции. Среди них были конечные продукты гликолиза, такие как лактат и аланин, а также члены цикла Кребса: цитрат, сукцинат и фумарат. Из 20 протеиногенных аминокислот присутствовали 12, а также некоторые их производные – карнозин и ансерин. Были обнаружены несколько веществ с антиоксидантными свойствами, включая глутатион, эрготионеин и таурин. Кроме того, многие вещества относились к осмолитам: таурин, мио-инозитол, сциллоинозитол и серин-фосфоэтаноламин.

Ранее метаболомные исследования бесхвостых амфибий ограничивались несколькими видами из родов *Rana* и *Nanorana*. В нашей работе первые получены метаболомные данные для представителей отряда Anura за пределами этих родов. **Метаболомный анализ выявил многочисленные неидентифицированные вещества, ранее не отмеченные у амфибий; причем некоторые из них присутствовали в значительных количествах как в эксперименте, так и у контрольных животных. Концентрации этих веществ не менялись под воздействием гипоксии; можно предположить, что они играют роль осмолитов.**

Было показано, что большинство идентифицированных метаболитов также либо не меняли концентрацию под воздействием гипоксии, либо эти изменения были невелики, хоть и статистически достоверны. Мы можем заключить, что при исследованном уровне кислорода (2–3%) *P. vespertinus* не демонстрирует заметных изменений в обмене веществ или признаков значительного стресса. Однако при более сильной гипоксии наблюдались летальные последствия [1]: при концентрации кислорода от 0.6% до 1.8% животные впадали в кому, которая приводила к гибели приблизительно через сутки. Исходя из этого можно сделать вывод, что устойчивость к гипоксии у *P. vespertinus* в первую очередь связана с метаболической депрессией, позволяющей близкое к нормальному функционирование систем без необходимости дополнительного производства энергии путем активации гликолиза.

Наблюдающийся у чесночницы Палласа метаболомный ответ на гипоксию разительно отличается от такового у сибирской лягушки *Rana amurensis*, которая крайне устойчива к гипоксии в воде [3]. Важно отметить, что *P. vespertinus* и *R. amurensis* – далекие родственники, чьи предки разошлись примерно 160 млн лет назад. Возможно, в связи с этим устойчивость чесночницы Палласа к гипоксии основана в преобладающей степени на метаболической депрессии, а не на перестройке метаболических путей энергетического обмена, как у сибирской лягушки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-74-20050).

ЛИТЕРАТУРА

1. Берман Д. И. и др. Чесночница Палласа (*Pelobates vespertinus* (Pallas 1771), Amphibia, Pelobatidae) – второй вид амфибий, переносящий экстремальную гипоксию // Зоологический журнал. 2023. Т. 102, № 9. С. 1028–1045.
2. Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N., Berman D. I. Pallas' spadefoot *Pelobates vespertinus* (Pelobatidae, Amphibia) tolerates extreme hypoxia // The European Zoological Journal. 2023. Vol. 90, No. 1. P. 431–442.
3. Berman D. I., Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N. The Siberian wood frog survives for months underwater without oxygen // Scientific reports. 2019. Vol. 9, No. 1. Art. 13594. P. 1–7.

ЗАВИСИМОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОТ МИКРОРЕЛЬЕФА И ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ В СТРУКТУРНЫХ ГРУНТАХ о. КОЛГУЕВ

А. Г. Шматова, А. Е. Гнеденко

Институт географии РАН, Москва;
e-mail: a.shmatova@yandex.ru

DEPENDENCE OF VEGETATION ON MICRORELIEF AND SOIL PROPERTIES IN PATTERNED GROUNDS OF KOLGUYEV ISLAND

A. G. Shmatova, A. E. Gnedenko

Institute of Geography RAS, Moscow;
e-mail: a.shmatova@yandex.ru

During field studies in the eastern part of Kolguev Island (the Barents Sea, tundra zone), a number of samples was obtained describing the relationship between vegetation and patterned grounds. The type of vegetation is most noticeably influenced by its position in the microrelief. The thickness of organic horizons has little effect on the vegetation cover. At the same time, the share of cloudberry shows a greater connection with the humus horizon than with the peat horizon. A relatively small reduction in the granulometric composition of mineral soil horizons leads to the loss of shrubs and grasses in plant communities. The degree of gleization of soils has little effect on vegetation.

В Арктической зоне в результате мерзлотных процессов могут образовываться выраженный микрорельеф* поверхности, неоднородность почв, и следом увеличивается мозаичность и мелко-контурность тундрового растительного покрова [1]. Взаимное влияние растительности, почвенных свойств и мерзлотных процессов изучено слабо, обычно исследования касаются только узкой части этой комплексной проблемы [1–3]. В данной триаде, предположительно, растительность больше зависит от мерзлотных и почвенных условий, чем оказывает обратное влияние. Поэтому нам интересно было рассмотреть на микроуровне, как изменение условий местообитаний отражается в растительности.

Мы изучили структурные грунты восточной части о. Колгуев (Баренцево море). Территория относится к зоне типичных тундр, ей характерен сравнительно мягкий климат. Многолетняя мерзлота имеет сплошное и прерывистое распространение.

На плакорных слабонаклонных ($1-2^\circ$) поверхностях, сложенных суглинками, были выбраны участки с различными видами криогенного микрорельефа (структурными грунтами). Обобщенно микрорельеф можно охарактеризовать как повышения разной высоты и форм на фоне выровненной «нулевой» поверхности, которая, как правило (но не всегда), переувлажнена. Крупные повышения микрорельефа будем называть «бугорками». Их вершины и крутые склоны часто различаются растительностью. Небольшие приподнятые участки или пологие склоны бугорков и валиков мы называем «повышениями».

Почвы на изученных участках слабо оглеенные, часто им свойственны малая мощность органических горизонтов, массивная почвенная структура верхних минеральных горизонтов.

Для изучения почвенных свойств закладывали почвенные траншеи. На передней (описываемой) стенке размечали точки описания растительности площадью 20×20 см. Расположение точек выбирали по элементам микрорельефа. Всего сделаны 43 описания по восьми траншеям.

Описаны следующие свойства микрорельефа и почв: превышение над нулевой поверхностью; положение в микрорельефе; мощность органического горизонта общая и мощности торфяного материала разной степени разложения; оглеение профиля. Также зафиксированы влажность и гранулометрический состав почв.

© Шматова А. Г., Гнеденко А. Е., 2024

* В некоторых работах для превышений размером несколько десятков сантиметров используется термин «нанорельеф».

Для растительности оценивали обилие отдельных видов; общее проективное покрытие лишайников, зеленых мхов, осок, злаков, трав, кустарничков (за исключением морошки и княженики), кустарников; видовое разнообразие. Описания растительности сгруппировали в две фации с дифференцирующими видами: *Aulacomnium palustre* для первой, *Empetrum hermatophroditum* и *Dicranum elongatum* для второй.

Было установлено, что «нулевые» поверхности наиболее контрастно отличаются растительностью от остальных элементов микрорельефа. Растительность здесь бедная, и доминирует фация с *Aulacomnium palustre*. В понижениях не встречаются лишайники и кустарнички. Относительно часто попадаются злаки (на зарастающих пятнах).

Различия в растительности между повышением хотя бы на 5–10 см и бугорком меньше, чем между этим небольшим повышением и «нулевой» поверхностью. На приподнятых поверхностях разнообразие растительности больше, но с дальнейшим увеличением высоты не усиливается (а возрастает с увеличением мощности органического горизонта); на всех приподнятых поверхностях высока доля кустарничков. Тут встречаются наравне разные группировки растительности, к положению по относительной высоте (вершина, склон, небольшое повышение) они мало чувствительны. Детальный анализ показал, что ивы чаще встречаются в более влажных местах, независимо от микрорельефа. На склонах бугорков наибольшая доля кустарников (ив) и не встречаются лишайники, которые появляются только на выположенных участках.

Обилие отдельных видов слабо коррелирует с мощностью органогенных горизонтов почвы. Слабая зависимость наблюдается для морошки (*Rubus chamaemorum*), карликовой березы (*Betula nana*), мха *Dicranum elongatum* и *Aulacomnium palustre*. Для первых трех видов зависимость прямая, для последнего – обратная. Для морошки корреляция с мощностью органического горизонта обусловлена мощностью перегнойного ($R^2 = 0.17$), а не торфяного горизонта ($R^2 = 0.003$). Нельзя исключать также вклад положения в рельефе в обсуждаемые зависимости.

Все приподнятые участки рельефа мало отличались по влажности, в то время как «нулевые» поверхности могли быть умеренно влажными или переувлажненными. Данные показывают, что в понижениях злаки не встречаются на сырых участках; кустарники – только на самых сухих; и, напротив, зеленые мхи – только на переувлажненных участках.

Несмотря на слабое различие в грансоставе, все точки описаний были разделены на легкосуглинистые и среднесуглинистые. Установлено, что злаки и кустарники отсутствуют на почвах с более легким гранулометрическим составом, там, как и следовало ожидать, больше лишайников. Оценка разнообразия видов показала, что оно не зависит от оглеения и выше в более влажных местообитаниях на среднесуглинистых отложениях.

Таким образом, получен ряд закономерностей, характеризующих довольно узкий экологический ареал, который можно охарактеризовать как слабо переувлажненные средние и нижние части пологих склонов водоразделов, сложенных суглинками и расположенных в типичной тундре с мягким морским климатом.

ЛЕТЕРАТУРА

1. Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 220 с. (Труды Ботанического ин-та им. В. Л. Комарова; Вып. 21).
2. Растительность лесотундры и пути ее освоения. Л. : Наука, ЛО, 1967. 321 с. (Растительность Крайнего Севера и ее освоение / АН СССР; Вып. 7).
3. Почвы и растительность восточноевропейской лесотундры: в 2 ч. / Под ред. Б. А. Тихомирова. Л. : Наука, ЛО, 1972. 336 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ, ЛОСЯ, СНЕЖНОГО БАРАНА И ВОЛКА НА КОЛЫМЕ ПО ДАННЫМ GPS-ТЕЛЕМЕТРИИ

Х. А. Эрнандес-Бланко¹, Т. П. Сипко¹, М. Д. Чистополова¹, И. Б. Донцов²

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;

e-mail: j.a.hernandez.blanco@yandex.ru

²Экспедиция-Тур, Магаданская область, Омсукчан

SPATIAL ECOLOGY OF REINDEER, MOOSE, SNOW SHEEP, AND WOLF IN KOLYMA BASED ON GPS TELEMETRY DATA

J. A. Hernandez-Blanco¹, T. P. Sipko¹, M. D. Chistopolova¹, I. B. Dontsov²

¹A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow;

e-mail: j.a.hernandez.blanco@yandex.ru

²Expedition-Tour, Magadan region, Omsukchan

GPS-tagged individuals of reindeer (*Rangifer tarandus phylarchus*), moose (*Alces alces buturlini*), snow sheep (*Ovis nivicola* spp.), and wolf (*Canis lupus* spp.) were monitored in the Kolyma region, Russia, between the upper reaches of the Korkodon and Omolon rivers. All ungulates showed seasonal home ranges changing from winter to summer especially concerning that, of reindeer, with cyclical home ranges up to 2449 sq.km (FK95, n=5571). Moose and snow sheep home ranges do not exceed 241 and 45 sq.km (FK 95%). The wolf home range remains stable with an FK95 area estimate of 2333 sq. km. Wolves prefer altitudes from 800 to 1700 m a. s. l. Reindeer in winter choose lowland as well as moose, in contrast to snow sheep. In summer, reindeer move up, while moose mostly stay down. Wolf kills occur once every 7.7 days (68.75% at 800–1100 m a. s. l., and the rest above 1100 m).

Волк, как и другие крупные хищники, несомненно, оказывает значимое влияние на популяцию копытных, будь то прямое воздействие на их численность, пространственное перераспределение группировок или изменение баланса межвидовых конкуренций. Непрямое влияние как хищника на копытных, так и копытных на хищника часто недооценивается при построении моделей динамики популяций [1]. В подобных случаях пренебрегают и особенностями социальной структуры популяция хищника, и другими факторами, которые влияют на характер использования пространства волками и оказывают лимитирующее действие на свободное перемещение особей [2].

Высокопродуктивные местообитания Колымы содержат многовидовое сообщество крупных млекопитающих, адаптированных к жизни в условиях севера Дальнего Востока России, – охотского северного оленя (*Rangifer tarandus phylarchus*), колымского лося (*Alces alces buturlini*), снежного барана (*Ovis nivicola* spp.), бурого медведя (*Ursus arctos*) и волка (*Canis lupus* spp.). Данные численности, динамики популяций, механизмов межвидовых взаимодействий, пространственной экологии и многих других аспектов их биологии доступны лишь после применения современных дорогостоящих методов. В рамках изучения поведенческой экологии многовидового сообщества крупных млекопитающих одна из приоритетных задач для дальнейшего планирования исследования – определить характеристики и динамику использования пространства отдельных особей указанных модельных видов в верховьях рр. Омолон и Коркодон (Магаданская область, 63.53° с. ш., 158.48° в. д.). В ноябре 2022 г. с помощью химической иммобилизации были отловлены и снабжены передатчиками GPS-Иridium 420 litetrack Lotek (Канада) волчица-перевырок (стая из 8 ос.), самец взрослого северного оленя (стадо около 30 ос.), взрослый самец лося, взрослая самка снежного барана (группа из 8–10 ос.) и молодой самец снежного барана (группа из 8 ос.).

Северный олень. Получена 5651 локация (528 сут), охватывающая как снежный, так и бесснежный периоды. Индивидуальный участок стабилизировался и достиг асимптоты на 279 день (3008 локаций). Использование пространства оленем носило циклический характер. Годовой участок, описывающий сомкнутый круг, 2216 км² (MCP 95%, n=5571) или 2450 км² (FK 95%). Реальная ядерная

зона (FK 65%) участка 815 км² и образует три самостоятельных кластера. Длительное формирование участка и разобщение ядерной зоны свидетельствуют о том, что участок имеет значительные сезонные отличия. С октября по апрель олени предпочитают низинные долины (74.9% локаций расположены ниже 800 м н. у. м., 23.8% – между 800 и 1100 м н. у. м., а лишь 1.3% – выше 1100 м н. у. м.). С мая по сентябрь животные смещаются на восток в горы (34.5% локаций ниже 800 м н. у. м., 57.3% – между 800 и 1100 м н. у. м., 8.2% – выше 1100 м н. у. м.).

Лось. Получены 5080 локаций (531 сут). Индивидуальный участок достиг асимптоты на 220 день (2102 локации). Как и олени, лось использует свой участок сезонно, но это менее выражено. Лось в холодное время года выбирает низину (99.7% локаций ниже 800 м н. у. м.), а летом незначительно перемещается выше (84.6% – ниже 800 м н. у. м., 15.4% – между 800 и 1100 м н. у. м.). Размер годового индивидуального участка на порядок меньше, чем у оленей, – 207 км² (MCP 95%, n=4998) или 240 км² (FK 95%). Фактическая ядерная зона (FK 75%) участка 100 км².

Снежный баран. У самки первой группы ошейник проработал 120 сут, передав 1352 локации. Участок за это время не достиг асимптоты. Его площадь была 37 км² (MCP 95%, n=1352) или 45 км² (FK 95%). Фактическая ядерная зона (FK 65%) участка 13 км². Ошейник самца проработал лишь 30 сут (379 локаций). За это время группа использовала площадь 10 км² (MCP 95%, n=379) или 14 км² (FK 95%), с ядерной зоной (FK 65%) – 3.3 км². Ошейники, вероятно, не выдержали на значительной высоте морозов с ветром. Бараны находились выше 1100 м н. у. м. большую часть времени (соответственно, 63.8% и 91.7% локаций) и не спускались ниже 800 м. Эти данные свидетельствуют о том, что у снежного барана очень компактные участки обитания, которые меняются при смене сезонов.

Волк. Ошейник волчицы передал 2754 локации. Семейный участок стабилизировался и достиг асимптоты на 108 сут. Его площадь занимает 2032 км² (MCP 95%, n=2700) или 2333 км² (FK 95%). Фактическая ядерная зона (FK 75%) участка 1026 км². Участок не носит сезонный характер (пространство, используемое летом, меньше и заключено в зимнем участке). Волчица избегает низин (5.3% локаций расположены ниже 800 м н. у. м.) и ее локации бывают выше 1700 м (51% локаций между 800 и 1100 м н. у. м., 43.7% выше 1100 м н. у. м.). Однако две трети добыч попадают в интервале между 800 и 1100 м н. у. м. (68.75%) и лишь одна треть выше этой отметки (31.25%).

Следовательно, основная добыча волка среди крупных копытных в районе исследования – северный олень и снежный баран. Наши данные показали, что стая из восьми волков добывает по одному крупному животному в среднем каждые 7.7 сут. Волки, будучи территориальными, не покидают семейный участок, избегая при этом охотиться в буферных зонах, и тем самым предотвращают межстаинные конфликты [3]. Из-за сезонных перемещений северный олень в определенный период становится недоступен для резидентных волков, и они переключаются на снежных баранов, участки которых расположены внутри семейного участка стаи. Таким образом, устойчивая полуляция дикого северного оленя играет положительную роль в сохранении численности снежного барана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Poyarkov A. D. et al. Overview of Current Research on Wolves in Russia // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022. Vol. 10. Art. 869161. P. 1–12.
2. Hernandez-Blanco J. A., Poyarkov A. D., Krutova V. I. Wolf (*Canis lupus lupus*) pack organization at the Voronezh Biosphere Reserve // *Зоологический журнал*. 2005. Т. 84, №. 1. С. 80–93.
3. Mech L. D. Buffer zones of territories of gray wolves as regions of intraspecific strife // *Journal of Mammalogy*. 1994. Vol. 75, No. 1. С. 199–202.

МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ГИДРОБИОНТОВ В БАССЕЙНЕ р. ПЯСИНА НА ПРИМЕРЕ РЫБ

Е. Н. Ядренкина¹, С. А. Шешуков², Ф. П. Халилли², А. В. Ядренкин^{1,3}

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск;
e-mail: Yadrenkina_EN@mail.ru

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

MIGRATION OF HEAVY METALS THROUGH THE TROPHIC WEB OF HYDROBIONTS IN THE PYASINA RIVER BASIN: THE EXAMPLE OF FISH

E. N. Yadrenkina¹, S. A. Sheshukov², F. P. Halilli², A. V. Yadrenkin^{1,3}

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk;
e-mail: Yadrenkina_EN@mail.ru

²A. A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk

The content of heavy metals (HM) in the Pyasina river basin decreases gradually moving from the industrial zone of Norilsk through the water area of Lake Pyasino and then downstream the Pyasina River. However, HM accumulation in the body of fish is also determined by their trophic status. The lowest concentrations of HM are recorded in planktivores fish (*Coregonus peled*) in comparison with higher levels in benthophages (*Coregonus lavaretus*); relatively high level of HM is registered in the body of predators (*Esox lucius*).

Для оценки дистанций распределения тяжелых металлов (ТМ), поступающих с промышленными стоками от предприятий г. Норильска, в 2021 и 2023 г. изучено содержание Co, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn в воде р. Амбарная и ее притоке (р. Долдыкан), оз. Пясино, р. Пясино. Содержание никеля, свинца, кадмия, меди, хрома и цинка в тестируемых пробах воды устанавливали по методике ПНД Ф 14.1:2.253-09 на атомно-абсорбционном спектрометре с электротермической атомизацией МГА-915 МД и ртутно-гидридной приставкой РПП-915, содержание ртути – согласно ФР.1.31.2012.13493 на анализаторе РА-915Лаб. Содержание никеля, свинца и кадмия в пробах тканей рыб выявляли по методике М 04-64-2017, содержание ртути – согласно ГОСТу 34427-2018 РА.

Результаты анализа распределения ТМ в водных объектах в июле-августе 2023 г. и в сентябре 2021 г. показали сходные закономерности. В зоне повышенной антропогенной нагрузки предприятий г. Норильска в рр. Долдыкан (включая впадающий руч. Безымянный) и Амбарная содержания марганца, меди, никеля, цинка превышали нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и составляли, по усредненным данным, Mn – 0.670–0.742, Cu – 0.142–0.765, Ni – 1.066–1.201, Zn – 1.365–1.385 мг/л; концентрации Co, Pb и Cr не превышали допустимых концентраций. Во всех тестируемых образцах воды из оз. Пясино концентрация большинства ТМ не превышала норму. Только на участках, прилегающих к устью р. Амбарная, отмечено повышенное содержание никеля в сентябре 2021 г. – 0.213 мг/л (10.6 ПДК) и в июле 2023 г. – 0.025 мг/л (1.25 ПДК). В р. Пясино в большинстве образцов воды концентрация ТМ не превышала норму.

Обобщая сведения по распределению ТМ, важно отметить тренд снижения концентрации каждого из химических элементов в направлении от южной части оз. Пясино по его продольной трансекте к истоку р. Пясино и далее вниз по течению реки (рис. 1).

Рыбы как конечное звено трофической цепи – идеальные биомаркеры состояния водных биологических систем. Наиболее опасная для гидробионтов группа токсичных элементов, поступающих со стоками предприятий, включает ТМ – кадмий, кобальт, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец и некоторые другие [1]. Эта группа оказывает стрессирующее действие на функционирование организма [2]. В настоящее время на примере рыб доказано негативное влияние ТМ на обмен веществ, нервную систему, течение эмбриогенеза и раннего онтогенеза и др. [3–6; и др.]. В 2023 г. мы провели изучение содержания тяжелых металлов (Ni, Pb, Cd, Hg) в тканях рыб разного трофического статуса (план-

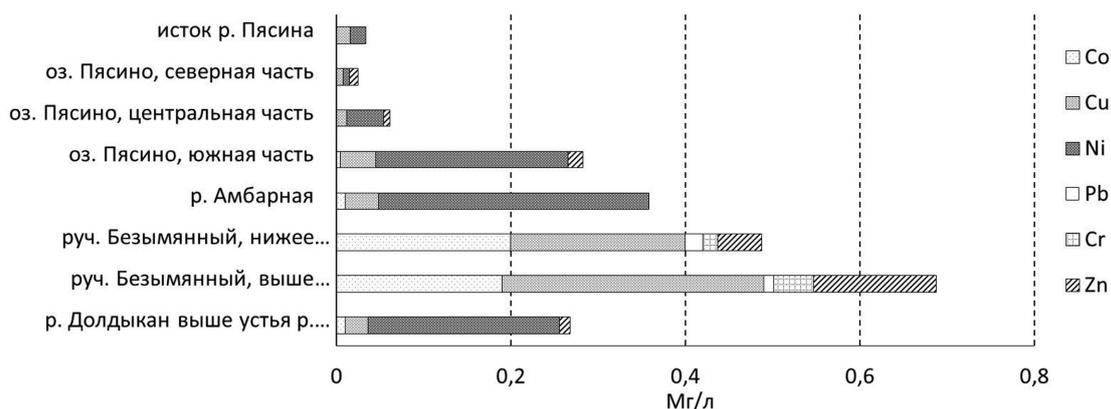


Рис. 1. Содержания тяжелых металлов в воде промзоны г. Норильска (рр. Долдыкан и Амбарная, руч. Безымянный) и в оз. Пясино, 2021 г.

ктофаги, бентофаги, хищники) в бас. р. Пясино. Выявлен тренд накопления ТМ по вектору трофической цепи: планктофаги (пелядь *Coregonus peled*) → бентофаги (сиг *Coregonus lavaretus*) → хищники (щука *Esox lucius*) (рис. 2).

Отметим, что в отличие от пассивного перераспределения тяжелых металлов по бас. р. Пясино в направлении основного потока воды, рыбы осуществляют сложные циклы перераспределения в озерно-речной системе. В ходе нерестовых, зимовальных, нагульных миграций дистанции их перемещений достигают сотен километров.

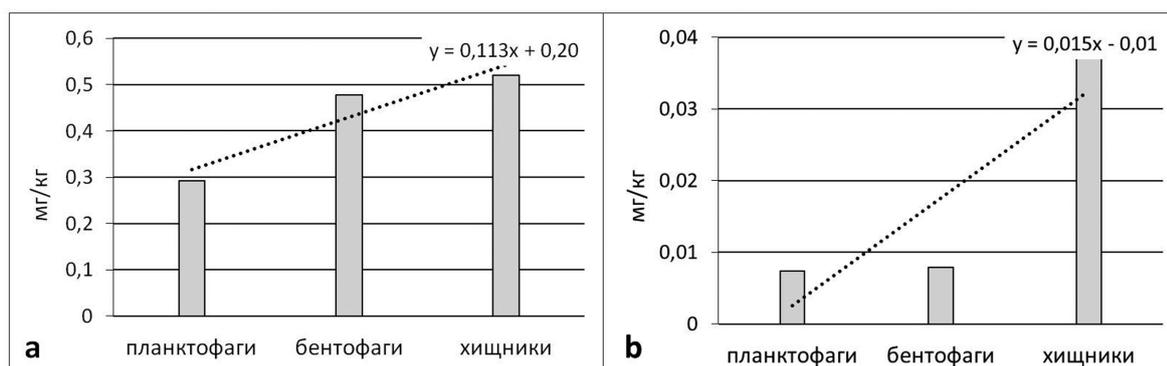


Рис. 2. Накопление тяжелых металлов в теле рыб разного трофического статуса, бас. р. Пясино, 2023 г.: а – Ni, б – Hg. График и формула функции линейной аппроксимации отражают тренд накопления ТМ

В целом, общее содержание ТМ в организме исследованных рыб не превышает предельно допустимые концентрации. Однако выявленные тренды миграции токсичных веществ по трофической цепи в сторону увеличения их концентрации свидетельствуют о важности контроля за накоплением и циркуляцией этой группы поллютантов в гидробионтах, обитающих в оз. Пясино.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеева А. Ю. и др. Влияние антропогенной нагрузки на аккумуляцию тяжелых металлов в органах и тканях промысловых рыб // Природообустройство. 2018. № 2. С. 132–136.
2. Mahboob S. Environmental pollution of heavy metals as a cause of oxidative stress in fish: a review // Life Science Journal. 2013. Vol. 10s. P. 336–347.
3. Габиров М. М. и др. Влияние тяжелых металлов на показатели липидного обмена рыб // Вестник Дагестан. гос. ун-та. 2005. № 4. С. 47–53.
4. Голованова И. Л. Влияние тяжелых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных // Биология внутренних вод. 2008. № 1. С. 99–108.
5. Baatrup E. Structural and functional effects of heavy metals on the nervous system, including sense organs, of fish // Comparative Biochemistry and Physiology. Part C. Comparative Pharmacology. 1991. Vol. 100, No. 1–2. P. 253–257.
6. Jezierska B., Ługowska K., Witeska M. The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review) // Review. Fish Physiol. Biochem. 2009 Vol. 35, No. 4. P. 625–640.

ФЛОРА ВУЛКАНА ВИЛЮЧИНСКАЯ СОПКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

В. В. Якубов

ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток;
e-mail: Yakubov@biosoil.ru

FLORA OF VILYUCHINSKAYA SOPKA VOLCANO AND ITS SURROUNDINGS

V. V. Yakubov

Federal Scientific Center at the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok;
e-mail: Yakubov@biosoil.ru

The flora of the Vilyuchinskaya Sopka volcano and its surroundings includes 268 species of vascular plants, represented by 160 genera and 57 families. The volcano is located in the southeast of the Kamchatka Peninsula, on the coast of the Avacha Gulf of the Pacific Ocean.

Вулкан Вилючинская Сопка (2173 м) расположен на юго-востоке п-ова Камчатка у побережья Авачинского залива Тихого океана. Сотрудник Биолого-почвенного института ДВО РАН В. В. Якубов и сотрудник Института цитологии и генетики СО РАН О. Э. Костерин 3–6 августа 1991 г. обследовали юго-западные склоны вулкана и его северные предгорья. Исследования были продолжены 29 августа – 1 сентября 1992 г. – обследована долина р. Вилючи (южные предгорья Вилючинской сопки), от истоков до устья. В дальнейшем В. В. Якубов совершил ряд однодневных экскурсий по западным склонам вулкана – в 1997, 2001, 2012, 2015, 2016, 2018 г.

Вилючинский природный парк, на территории которого находится вулкан Вилючинская Сопка, 28 декабря 2022 г. включен в сеть природных парков «Вулканы Камчатки».

По геоботаническому районированию [1], территория природного парка относится к Южному вулканическому округу Восточнокамчатской тундрово-стланиковой горно-вулканической провинции.

На склонах вулкана выражен вполне типичный для юго-востока Камчатки вариант высотной поясности: каменноберезовые леса из *Betula ermanii* расположены небольшими рощами у подножья и по нижним частям горных склонов до 220 м н. у. м., но отдельные деревья и их небольшие группы встречаются до 480 м н. у. м.; кустарниковые заросли из *Alnus fruticosa* господствуют в субальпике, от подножья вулкана до 700 м н. у. м., а выше встречаются небольшими группами до 1100 м н. у. м., чередуясь с зарослями *Pinus pumila*. Различные варианты горных тундр фрагментами встречаются уже с 500 м н. у. м., довольно большие площади они занимают на высоте около 800 м н. у. м. и полностью господствуют с 1200 м. На высоте около 1300–1400 м н. у. м. преобладают куртинные тундры, при наличии обширных участков незадернованных каменистых склонов и осыпей из вулканических шлаков. Выше и до 1600–1700 м н. у. м. преобладают несомкнутые группировки из немногочисленных петрофитов или единичных растений. Но в целом растительный покров характеризуется повышенной мозаичностью, с разнообразными инверсиями, сдвигами границ высотных поясов. Юго-восточному побережью Камчатки свойственно большое количество осадков, из-за чего очень много снежников сохраняются до июля и даже до начала августа, и, соответственно, широко распространены на месте их стаивания разнообразные варианты нивальных лужаек и луговинных тундр. Существенно воздействуют на растительный покров периодически сходящие снежные лавины и селевые потоки. В пойме р. Вилючи обычны ивовые леса из *Salix udensis*, а в среднем течении встречаются небольшие участки тополёвников из *Populus suaveolens*. В нижнем течении р. Вилючи широко распространены старицы, болота и сырые луга. У моря выражены типичные камчатские варианты прибрежных сообществ: группировки галофитов на песчано-галечных пляжах, колосняковые и разнотравные луга, заросли *Rosa rugosa*.

По флористическому районированию [2], территория природного парка относится к Южному флористическому району п-ова Камчатка.

Флора вулкана Вилючинская Сопка и его окрестностей включает 268 видов сосудистых растений, представленных 160 родами и 57 семействами. Рекомендованы к охране на территории Камчатского края шесть видов: *Ophioglossum vulgatum* var. *alaskanum*, *O. thermale*, *Lunathyrium pterorachis*, *Eleocharis quinqueflora*, *Fimbristylis ochotensis*, *Neolindleya camtschatica* [3]. В целом, отметим, что флора лесного пояса существенно обеднена, в то время как набор видов субальпийского и альпийского пояса вполне типичен для высокогорий Восточной Камчатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нештаева В. Ю.* Растительность полуострова Камчатка. М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2009. 537 с.
2. *Якубов В. В., Чернягина О. А.* Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2004. 165 с.
3. *Красная книга Камчатского края / Ю. Б. Артюхин, А. М. Бурдин, В. Н. Бурканов и др.* Т. 2. Растения. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2018. 387 с.

DOI: 10.38006/00187-838-4.2024.305.305

**NOVEL MAPPING OF THE FLYWAY CORRIDORS OF WILDFOWL
IN THE EAST ASIAN AUSTRALASIAN FLYWAY**

Lei Cao

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences,
Chinese Academy of Sciences, Beijing, China;
e-mail: leicao@rcees.ac.cn

We combined recent tracking data from wildfowls in the EAAF to define their flyway corridors, linking discrete breeding, moulting, staging and wintering distributions to define their biogeographical subpopulations. For the first time, this provides the foundation for generating population estimates and trends for these newly identified biogeographical units, especially those of unfavorable conservation status. Combined with remote sensing data, results have vastly improved our understanding of their geographical ranges and the key sites and habitats used by wildfowls throughout their annual cycle. The results confirm the importance of relatively few major Asian river floodplains and their associated wetland habitats in China and Russia. With continuing development pressures in the region, it is vital that we use this information to support flyway initiatives to protect these floodplains, wetlands and waterbirds to safeguard them for the enjoyment of future generations.

THE SPATIAL BEHAVIOUR OF MIGROTORY EASTERN SPOT-BILLED DUCK AND MALLARD WINTERING POPULATIONS IN SHANGHAI CITY, CHINA**Z. H. Wang, R. Ma, S. Ma, X. Wei, J. X. Zheng, C. Q. Yuan, G. M. He**School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai;
e-mail: zhwang@bio.ecnu.edu.cn

The mallard and eastern spot-billed duck are two common waterfowl species in the East Asian-Australasian Flyway, dominant wintering duck species in Shanghai City, and excellent host species of AIV. To improve wildlife management mechanisms, we started a GPS tracking program of these two species in Shanghai. The spatial behavior during wintering seasons and migration was studied based on 18 spot-billed ducks and 11 mallards during 2017–2021. We found that the Northeastern Area, including Northeastern China, the Korean Peninsula, and the southern part of Far East Russia, is a crucial intersection of migratory ducks in Northeast Asia. We also suggested that, according to the different habitat use patterns, functions of the two duck species during the transmission of AIV should be differentiated, especially for zoonosis prevention purposes in heavily urbanized areas.

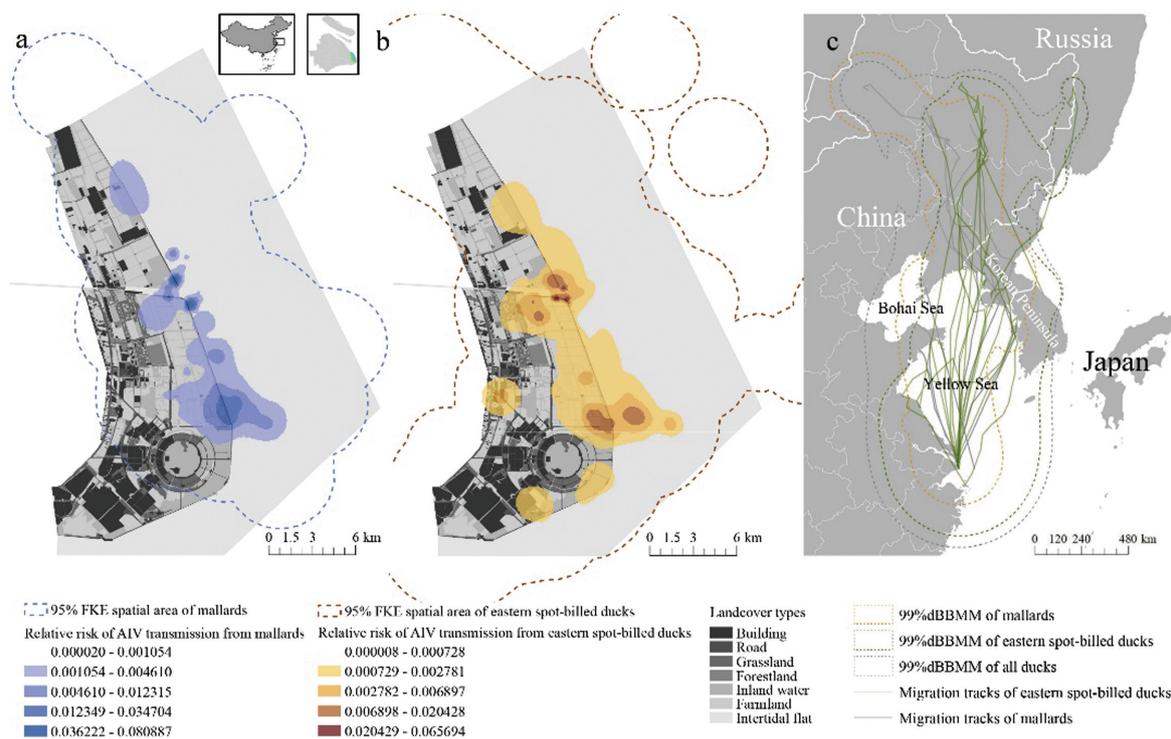
Migratory water birds, functioning as the natural reservoir of many zoonotic pathogens, inextricably interact with synanthropic and domestic animals by their spatial life cycles of migrations; thus, they have been considered one of the significant risks to global pandemics of zoonosis [1]. Shanghai, the third largest megacity in the world, is in the Yangtze River estuary, an essential stopover of the East Asian-Australasian Flyway (EAAF). Besides the significant value in wildlife conservation, millions of migratory water birds per year result in severe risks to the spread of avian zoonoses to the city. The eastern spot-billed ducks (*Anas zonorhyncha*, hereafter spot-billed duck) and mallard (*A. platyrhynchos*) are two common waterfowl species in EAAF, dominant wintering duck species in Shanghai City, and excellent host species of AIV [2]. In the coastal areas of the city, they are widely distributed in wetlands and artificial habitats and mixed with domestic ducks [3]. To improve wildlife management mechanisms, we have started a spatial behavior research program of wild ducks wintering at the eastern shoreline area (Pudong Dongtan) of Shanghai City since 2017 [4].

A total of 52 spot-billed ducks and 20 mallards were equipped with GPS-GSM transmitters from October to December 2017–2021. The wintering spatial behavior was studied based on 18 spot-billed ducks and 11 mallards, among which migratory behaviors were detected in 13 spot-billed ducks and eight mallards. The typical wintering season for wild ducks in Shanghai began from October to the next March, and the north migration season lasted from March to May.

During the wintering season, the coastal intertidal flat, farmland, and inland water were the main habitat types used by both duck species. Although the space use of both duck species was restricted to the area along the coastline and largely overlapped, spot-billed ducks had a significantly larger total spatial area (1230.85 km², 95% FKE) than mallards (699.76 km²). They could intrude inland significantly deeper (791.3±710.6 m) than mallards (580.9±748.8 m). Correspondingly, spot-billed ducks were observed to be significantly more tolerant of artificial structures. The general prevalence of AIV in 2017–2019 was 39.3% (78/198) in spot-billed ducks and 39.7% (27/68) in mallards [2]. According to Hill *et al.* [5], we calculated a larger risky wintering area of spot-billed ducks than mallards (Fig 1a, b).

All the tracked ducks migrated from Shanghai to the north breeding area around the Bohai Sea and the Yellow Sea, mainly in Northeastern China and the Korean Peninsula (Fig 1c), covering an area of 2,146,486.78 km², including 1,344,044.26 km² area on land (99% dBBMM UD). No significant difference was detected in the length of the northward migration between spot-billed ducks (1,639.24±642.72 km) and mallards (1,663.69±1,063.33 km).

Combining published data [6, 7] and results from Shemyakin *et al.* (in composing), we confirmed that the Northeastern Area, including Northeastern China, the Korean Peninsula, and the southern part of Far East Russia, is a crucial intersection of migratory ducks in Northeast Asia, where north wintering populations contact with south breeding populations including our tracked wintering duck populations in Shanghai. This vast migration system and its influence on the risks of zoonotic pathogens spreading in large-scale geographic areas must be noticed, as the chronological epidemiological evidence of novel AIV strain



Spatial behavior and AIV transmission risks evaluation of wintering migratory ducks in Shanghai

transmission between the Republic of Korea and Shanghai [8]. Moreover, for epidemiological prevention purposes in Shanghai City, the vast geographic distribution and chain migration systems result in mallards the high value of early warning of pandemic virus strains, while the more human disturbance tolerant spot-billed ducks should be more alerted for their higher local endemic impacts.

LITERATURE

1. Altizer S., Bartel R., Han B. A. Animal migration and infectious disease risk // *Science*. 2011. Vol. 331. P. 296–302.
2. Tang L. Surveillance and phylogenetic of avian influenza virus H10-H12 subtypes isolated from wild birds in Shanghai, China from 2016 to 2019 : Dissertation for the Master Degree, East China Normal University, 2021. 73 p.
3. Ye S. J. et al. Spatial behavior and habitat use of *Anas poecilorhyncha* and *A. platyrhynchos* in winter at Dongtan Wetland of Pudong, Shanghai // *Journal of Fudan University (Natural Science)*. 2021. No. 60. P. 451–461.
4. Ma R. et al. Tracking migration of Eastern Spot-Billed Ducks *Anas zonorhyncha* and Mallards *Anas platyrhynchos* wintering in Shanghai, China // *Waterbirds*. 2022. Vol. 45, No. 4. P. 467–478.
5. Hill A. et al. Quantifying the spatial risk of Avian Influenza introduction into British poultry by wild birds // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9, No. 1. Art. 19973. P. 1–8.
6. Noriyuki Y. et al. Spring migration routes of mallards (*Anas platyrhynchos*) that winter in Japan, determined from satellite telemetry // *Zoological Science*. 2008. No. 25. P. 875–881.
7. Shin J.-H. et al. Tracking mallards (*Anas platyrhynchos*) with GPS satellite transmitters along their migration route through Northeast Asia // *Avian Diseases*. 2016. Vol. 60. 1 Suppl. P. 311–315.
8. Zhou L.-C. et al. Novel Avian Influenza A(H5N8) viruses in migratory birds, China, 2013–2014 // *Emerging infectious diseases*. 2016. Vol. 22, No. 6. P. 1121–1123.

**THE CRITICAL EFFECT OF JOINT RESEARCH BETWEEN RUSSIA
AND NE CHINA ON CONSERVATION OF MIGRATORY LANDBIRDS
IN THE EAST ASIAN FLYWAY**

X. X. Xing

College of Wildlife and Protected Area, Northeast Forestry University, Harbin, China;
e-mail: ab71588@163.com

Climate change, habitat loss, landscape change and other forms of human-caused mortality have contribute to local bird population extinctions in many common bird species in the Anthropocene [1, 2], which will have negative effects on ecosystem functioning and services even before we investigate them [3]. The decline of migratory species has caused global conservation concern across the world's major flyways [4], which has been well documented in North America [5] and Europe [6]. However, the migration ecology of East Asian landbirds is still inadequately known, though there are nearly 400 migratory landbird species in this flyway which is the most diverse among all the world's flyways [7]. The East Asia Flyway also supports the most diverse and highest number of threatened bird species like buntings (Emberizidae) and other long-distance migrants breeding in NE China, Russia and other European countries. In this presentation, I will take the critically endangered species of Yellow-breasted Bunting *Emberiza aureola* as an example, which is one of our joint research that collaborated with the ornithologists from Russia, and other Northeast Asia countries, to address (1) how important it is to integrate different researchers from NE Asian and particularly the joint collaboration between Russian and China, and (2) what can we do, if we want to understand the threats affecting species and their ecological requirements, by which the future conservation actions can also benefit other bird species facing similar threats.

LITERATURE

1. Loss S. R., Will T., Marra P. P. Direct mortality of birds from anthropogenic causes // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2015. No. 46. P. 99–120.
2. Adams W. M., Small R. D. S., Vickery J. A. The impact of land use change on migrant birds in the Sahel // Biodiversity. 2014. Vol. 15, No. 2–3. P. 101–108.
3. Bauer S., Hoyer B. J. Migratory animals couple biodiversity and ecosystem functioning worldwide // Science. 2014. Vol. 344, No. 6179. P. 1–8.
4. Wilcove D. S., Wikelski M. Going, going, gone: is animal migration disappearing? // PLoS biology. 2008. Vol. 6. Issue 7. P. 1361–1364.
5. Bennett R. E. et al. Conservation of Neotropical migratory birds in tropical hardwood and oil palm plantations // PloS One. 2018. Vol. 13. Issue 12. P. 1–18.
6. Vickery J. A. et al. The decline of Afro-Palaearctic migrants and an assessment of potential causes // Ibis. 2014. Vol. 156, No. 1. P. 1–22.
7. Yong D. L. et al. The state of migratory landbirds in the East Asian flyway: Distributions, threats, and conservation needs // Frontiers in Ecology and Evolution. 2021. Vol. 9. P. 1–22.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Александров Д. Ю. 289
Алексеев А. А. 272
Алексеев И. Т. 202
Алфимов А. В. 29
Анашкина А. А. 3
Андрянова Д. С. 7
Андрянова Е. А. 5, 7
Анисимов Ю. А. 70, 147
Анисимова В. И. 147
Артюхин Ю. Б. 9
Астахова Е. А. 157
Атрашкевич Г. И. 291
Афанасьева Л. В. 120
Ашихмина Т. Я. 155
Бабий У. В. 44, 45, 74, 226
Баишев Н. Е. 144
Баланов А. А. 12
Балданова Д. Р. 14, 276
Барькина Д. А. 16
Белимов А. А. 128
Белов А. Е. 163
Белоновская Е. А. 18
Бенькова А. В. 21
Бенькова В. Е. 21
Берман Д. И. 29, 31, 295
Бичурин Р. Р. 29
Бобров А. А. 23, 186, 282
Богданова К. В. 25
Бонк Т. В. 27
Бочарова У. И. 29
Бугаева Е. А. 216
Булахова Н. А. 31, 33, 174, 295
Бурнашева А. П. 35
Бусарова О. Ю. 38
Буторина Т. Е. 40
Бызаакай А. А. 42
Валенцев А. С. 91
Вартанян С. Л. 16
Васильев Д. В. 44, 45
Васюнова О. И. 47
Веревкина Е. Л. 49
Вершинин Е. А. 261
Вецлер Н. М. 52
Викельский М. 147
Вильк Е. Ф. 54
Виричева А. О. 289
Владимирцева М. В. 272
Волков А. Г. 181
Волков И. В. 132
Волкова И. И. 132
Волкова П. А. 23
Волковицкий А. И. 259
Вольперт Я. Л. 56
Воробьев С. Н. 140
Гаврило М. В. 58
Гаврилов Г. О. 163
Гарибян П. Г. 287
Гашков С. И. 147
Герасимов Ю. Н. 61, 63, 65
Гладышева М. Ю. 67
Глазов П. М. 70, 169
Гнеденко А. Е. 70, 297
Го Д.-С. 147
Головин П. В. 112
Голубова Е. Ю. 72
Голубь Е. В. 27
Городовская С. Б. 122
Гринькова А. С. 61
Гришуткин О. Г. 282
Груздев А. Р. 45, 74
Грунин С. И. 293
Гуро П. В. 128
Давыденко Т. В. 76
Давыдов А. А. 102
Дадыкин И. А. 287
Данилова В. В. 250
Дегтева Е. Д. 40
Демберел О. 132
Демчук А. С. 112
Денисенко А. Д. 216
Дитц А. А. 78
Дмитриева А. С. 81
Добрянский А. С. 70
Докучаев Н. Е. 83, 207
Докучаева В. Б. 85, 87, 184
Донцов И. Б. 299
Дорофеев Д. С. 89
Дубинин Е. А. 91, 207
Дубровский Ю. А. 93
Духова Э. Р. 61, 63, 65
Дымов А. А. 93
Дьячков Ю. В. 95
Ежов О. Н. 97
Емельянова Л. Г. 118
Ермакова Ю. В. 99
Ермолаева С. В. 272
Ерохина М. М. 102
Ефимов Д. Ю. 282
Ефремова А. В. 202
Желудева Е. В. 81, 104
Жепхолова О. Б. 14
Жигульская З. А. 106
Жохов А. Е. 209
Забудкина З. В. 204
Завгарова Ю. Р. 65
Зайнагутдинова Э. М. 169
Зеленина Д. А. 216
Зеленская Л. А. 108
Зеленская Н. Е. 112
Зикунова О. В. 122, 216
Зуев Ю. А. 110, 236
Зырянов В. И. 21
Иванов А. П. 89, 161
Иванов Л. А. 114
Иванов М. В. 112
Иванова Л. А. 114
Иванова М. О. 23
Иванова Т. С. 112

- Кабилов М. Р. 140
 Кадетов Н. Г. 116
 Кадетова А. А. 118
 Казанцев В. С. 163
 Калашникова И. В. 114
 Калугина О. В. 120
 Кальченко Е. И. 122
 Кан Ми Ун 202
 Канев В. А. 124
 Канцерова Н. П. 126
 Карлов Д. С. 128
 Карсанаев С. В. 272
 Каськова К. А. 263
 Качаев А. В. 21
 Ким Д.-В. 147
 Кириллин Е. В. 272
 Кириченко В. Е. 130
 Кирпотин С. Н. 42, 132, 140
 Киряков А. А. 259
 Киселев С. В. 135
 Ковалева В. М. 61, 63, 65
 Коваль М. В. 137, 165
 Колесниченко Л. Г. 42, 140
 Колесниченко Ю. Я. 140
 Кондакова Л. В. 155
 Кондратьев А. В. 70, 142, 169
 Конева В. В. 140
 Коновалова О. П. 204
 Конотоп Н. К. 282
 Корниенко С. А. 83
 Коробкова Т. С. 240
 Кочеткова Т. Д. 140
 Кочнева А. И. 7
 Кравченко В. Н. 261
 Кривенок Л. А. 144, 163
 Крупенёва М. В. 216
 Кгиторов П. С. 147, 150
 Кудиков А. В. 70
 Кузнецова И. Г. 128
 Кузьмина Н. П. 272
 Кулемеев П. М. 74
 Куликова О. Я. 147, 150
 Курк Т. 150
 Кутырев И. А. 153
 Кутявин И. Н. 93
 Кутявина Т. И. 155
 Кучерявый А. В. 157
 Кычкина О. И. 202
 Лазуткин А. Н. 159
 Лайус Д. Л., 112
 Лаппо Е. Г. 161
 Ларина А. В. 163
 Лацинский Н. Н. 128
 Левых А. Ю. 261
 Лекомте Н. 150
 Лепская Е. В. 165
 Ли Д.-В. 147
 Ли Д.-Й. 147
 Логинова О. А. 167
 Лощагина Ю. А. 70, 169
 Луцаева И. В. 140
 Лысенко Л. А. 126
 Майор Т. Ю. 263
 Майорова А. Д. 261
 Макаrenchенко Е. А. 171
 Мамаев Н. В. 202
 Марковец М. Ю. 147
 Марусик Ю. М. 173
 Матанцева М. В. 147
 Мацына А. И. 61
 Мацына Е. Л. 61
 Машуков Д. А. 21
 Мещерякова Е. Н. 31, 33, 106, 174, 295
 Мигалина С. В. 114
 Минаев А. Н. 289
 Мискевич И. В. 181
 Митрофанова Е. Ю. 176
 Михайлова Н. А. 202
 Морева И. Н. 179
 Мосеев Д. С. 181
 Москалюк Т. А. 184
 Мочалова О. А. 23, 186, 282
 Муравская У. О. 216
 Мухин А. Л. 102
 Назаркин М. В. 188, 190
 Нанова О. Г. 3
 Нешатаева В. Ю. 130, 192
 Никиткин В. А. 140
 Никифорова Е. Н. 99
 Николин Е. Г. 195
 Новиков А. А. 287
 Новичкова А. А. 197, 287
 Нурани Э. 147
 Орел О. В. 171
 Орлов А. М. 190, 199
 Орловская О. М. 291
 Осик Н. А. 295
 Осипов А. Ф. 93
 Охлопков И. М. 202
 Павлов Д. С. 157
 Павлова Н. И. 202
 Павлюков Г. К. 250
 Папа-Дмитриева Ю. А. 204
 Парина Т. В. 181
 Парк Д.-Й. 147
 Перевалова А. В. 243
 Переверзева В. В. 207, 231
 Петренко Н. Г. 209
 Петровский В. В. 211
 Пилипенко Д. В. 213
 Пильганчук О. А. 216
 Платонова Е. В. 102
 Плотникова Ю. К. 167
 Поезжалова-Чегодаева Е. А. 219
 Покровская О. Б. 70, 169, 259
 Покровский И. Г. 150
 Покровский О. Л. 42
 Покровский О. С. 140
 Полежаев А. Н. 87, 221
 Полубоярова Т. В. 295
 Полякова Н. В. 112, 157
 Пономарев В. И. 223
 Попков А. А. 122
 Поспелов И. Н. 211

- Поспехов В. В. 291
Поспехова Н. А. 231
Поярков А. Д. 289
Придорожная Т. 226
Примак А. А. 207, 231
Прокопенко О. Д. 229
Прокушкин А. С. 21
Пчелинцев В. Г. 58
Радченко О. А. 179
Рахимбердиев Э. Н. 150
Регель К. В. 231
Рожнов В. В. 289
Ростовцева М. О. 12
Русинек О. Т. 233, 256
Русяев С. М. 110, 236
Рязанова Т. В. 238
Рязанская А. А. 240
Сабарайкина С. М. 243
Савенков В. В. 216
Сазанова А. Л. 128
Сазанова Н. А. 87, 246
Сазанова М. И. 202
Самохвалов В. Л. 248
Сарапульцева Е. С. 261
Сафронова В. И. 128
Севергина Д. А. 93
Селезнева В. А. 250
Семина О. Ю. 252
Семкин П. Ю. 25, 165
Сивцева Л. В. 272
Симонов С. А. 147
Сипко Т. П. 74, 167, 254, 289, 299
Скворцов К. И. 130
Смолянинова Е. В. 256
Соколов А. А. 3, 259
Соколова Н. А. 3, 259
Соловьёв М. Ю. 150
Соловьёва Д. В. 16, 229, 250
Соловьёва Н. А. 202
Стариков В. П. 261
Старцев В. В. 93
Столповский Ю. А. 254
Сутормин Д. А. 204
Сухих Н. М. 263, 265
Суховская И. В. 126
Тананаев Н. И. 144
Терехина А. Н. 259
Теръен Ж. Ф. 150
Тиунов И. М. 61, 267
Тихомирова Н. Ю. 128
Тишков А. А. 18
Токранов А. М. 270
Толочко Л. В. 14, 276
Томкович П. С. 150
Троева Е. И. 272
Туманов Д. В. 280
Тышова Е. А. 163
Усачева А. А. 163
Фатеева А. А. 78
Федоров М. С. 25, 165
Фролов Е. В. 274
Фуфачев И. А. 3, 259
Халилли Ф. П. 301
Хамнуева Т. Р. 14, 276
Ховалыг А. О. 42, 132
Хорева М. Г. 278
Хур В.-Х. 147
Царевская Н. Г. 18
Цветкова А. Ю. 280
Центалович Ю. П. 295
Ча М.-Ч. 147
Чабан О. А. 263
Чевычелов А. П. 272
Чемерис Е. В. 23, 282
Чернецов Н. С. 147, 285
Чертопруд Е. С. 197, 265, 287
Чиненко С. В. 211
Чистополова М. Д. 289, 299
Чой Ю.-С. 147
Чупин И. И. 58
Шаврина У. Ю. 140
Шадрин Е. Г. 56
Шашкин А. В. 21
Шедько М. Б. 291
Шестаков А. В. 293
Шеховцов С. В. 295
Шешуков С. А. 301
Шиенок А. Н. 3
Шматова А. Г. 70, 297
Шмонин К. Н. 163
Шпигальская Н. Ю. 216
Штро В. Г. 3
Эрнандес-Бланко Х. А. 167, 254, 289, 299
Ядренкин А. В. 301
Ядренкина Е. Н. 301
Яковлев А. Е. 181
Якубов В. В. 303
Сао Lei, 305
He G. M. 306
Ma R. 306
Ma S. 306
Wang Z. H. 306
Wei X. 306
Xing X. X. 308
Yuan C. Q. 306
Zheng J. X. 306

СОДЕРЖАНИЕ

Анашкина А. А., Нанова О. Г., Соколов А. А., Соколова Н. А., Фуфачев И. А., Шиенок А. Н., Штро В. Г. Фенотипическая пластичность черепа песка п-ова Ямал: временная и пространственная изменчивость	3
Андрянова Е. А. Разнообразие чисел хромосом водных сосудистых растений	5
Андрянова Д. С., Кочнева А. И., Андрянова Е. А. Первые данные об урожайности <i>Sorbus sambucifolia</i> (Cham. et Schlecht.) M. Roem. на северном побережье Охотского моря	7
Артюхин Ю. Б. Летнее население морских птиц прибрежных вод залива Шелихова	9
Баланов А. А., Ростовцева М. О. Новые данные о развитии личинок родов <i>Pholis</i> и <i>Rhodymenichthys</i>	12
Балданова Д. Р., Хамнуева Т. Р., Жепхолова О. Б., Толочко Л. В. Первые сведения о нематодах и скребнях пищеварительного тракта большого баклана (<i>Phalacrocorax carbo</i>) оз. Байкал	14
Барыкина Д. А., Вартанян С. Л., Соловьёва Д. В. Роль антропогенных ландшафтов в стратегии миграции малого канадского журавля <i>Antigone canadensis canadensis</i>	16
Белоновская Е. А., Тишков А. А., Царевская Н. Г. К вопросу о низкой ценотической активности чужеродной флоры Российской Арктики	18
Бенькова В. Е., Бенькова А. В., Машуков Д. А., Шашкин А. В., Прокушкин А. С., Зырянов В. И., Качаев А. В. Особенности сезонного радиального роста деревьев в антропогенно-изменённом криогенном лиственничнике	21
Бобров А. А., Волкова П. А., Иванова М. О., Мочалова О. А., Чемерис Е. В. Северо-Восток Азии как центр разнообразия водной флоры России	23
Богданова К. В., Семкин П. Ю., Федоров М. С. Зоопланктон Камчатского залива: видовой состав, количественные показатели	25
Бонк Т. В., Голубь Е. В. Качественный состав и количественные характеристики зоопланктона оз. Ваамочка (Чукотка)	27
Бочарова У. И., Алфимов А. В., Бичурин Р. Р., Берман Д. И. Возрастная структура рощ осины на северо-востоке Азии	29
Булахова Н. А., Берман Д. И., Мещерякова Е. Н. Холодоустойчивость личинок сибирского коконопряда (<i>Dendrolimus sibiricus</i>) с северной границы ареала	31
Булахова Н. А., Мещерякова Е. Н. Холодоустойчивость азиатской божьей коровки-арлекина <i>Harmonia axyridis</i> (Coleoptera: Coccinellidae)	33
Бурнашева А. П. Раннелетний аспект фауны булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Момского хребта (Северо-Восточная Якутия)	35
Бусарова О. Ю. Использование паразитологического метода для дифференциации гольцов (<i>Salvelinus</i>) в районах симпатрии	38
Буторина Т. Е., Дегтева Е. Д. Использование паразитов для изучения состояния пресных водоемов Приморского края	40
Бызаакай А. А., Покровский О. Л., Колесниченко Л. Г., Ховалыг А. О., Кирпотин С. Н. Биогеохимический состав вод рек и озер Республики Тыва	42
Васильев Д. В., Бабий У. В. Россамаха о. Врангеля	44
Васильев Д. В., Бабий У. В., Груздев А. Р. Взаимодействие волка и белого медведя на о. Врангеля	45
Васюнова О. И. Организация северных экосистем Дальнего Востока и районов Арктики	47
Веревкина Е. Л. Биологическая ценность природного парка «Нумто»	49
Вецлер Н. М. Диапауза в развитии ракообразных как форма адаптаций к условиям обитания в камчатских озерах	52
Вильк Е. Ф. Географическая структура флоры мхов Магаданской области	54
Вольперт Я. Л., Шадрин Е. Г. Сообщества мелких млекопитающих Якутии в градиенте эколого-географических условий	56
Гаврило М. В., Чупин И. И., Пчелинцев В. Г. Бескормная суша, унылый ландшафт: птицы в экосистеме высокоширотного изолированного о. Визе, Карское море	58
Герасимов Ю. Н., Тиунов И. М., Мацына А. И., Духова Э. Р., Гринькова А. С., Ковалева В. М., Мацына Е. Л. Чернозобик <i>Calidris alpina</i> на Камчатке	61
Герасимов Ю. Н., Духова Э. Р., Ковалева В. М. Подготовка кадастра животного мира Камчатского края в разделе «Птицы»	63
Герасимов Ю. Н., Духова Э. Р., Завгарова Ю. Р., Ковалева В. М. Весенняя миграция морских уток вдоль западного побережья Камчатки	65
Гладышева М. Ю. Смещение к северу границы ареала лиственницы Каяндера (<i>Larix cajanderi</i> Mayr) в низовье р. Лена	67
Глазов П. М., Лошагина Ю. А., Анисимов Ю. А., Кондратьев А. В., Покровская О. Б., Шматова А. Г., Гнеденко А. Е., Кудиков А. В., Добрянский А. С. Структура и динамика численности колонии белошекой казарки в дельте р. Песчанка на о. Колгуев	70

Голубова Е. Ю. Состояние популяций и продуктивность морских птиц на о. Талан (северная часть Охотского моря)	72
Груздев А. Р., Бабий У. В., Кулемеев П. М., Сипко Т. П. Овцебык (<i>Ovibos moschatus</i>) и северный олень (<i>Rangifer tarandus</i>) на о. Врангеля: динамика популяций и современное состояние	74
Давыденко Т. В. Механизм формирования цисты вокруг скребня <i>Acanthocephalus tenuirostris</i> (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae) в промежуточном хозяине – водяном ослике <i>Asellus hilgendorfi</i>	76
Дитц А. А., Фатеева А. А. Вертикальное распределение почвенных беспозвоночных на вырубках (Республика Коми)	78
Дмитриева А. С., Желудева Е. В. История изучения лишенофлоры Магаданской области	81
Докучаев Н. Е., Корниенко С. А. Трансберингийские обмены цестодами (Cestoda) у бурозубок (<i>Sorex</i> , Mammalia)	83
Докучаева В. Б. Послепожарные сукцессии кедровостланиковых (<i>Pinus pumila</i>) сообществ на о. Завьялова (Северное Охотоморье)	85
Докучаева В. Б., Полежаев А. Н., Сазанова Н. А. О необходимости питомника растений в г. Магадане	87
Дорофеев Д. С., Иванов А. П. Охрана видов-дальних мигрантов Восточноазиатско-Австралазийского пролетного пути на миграционных остановках Охотского моря	89
Дубинин Е. А., Валенцев А. С. К вопросу о прогнозировании динамики численности соболя	91
Дымов А. А., Старцев В. В., Осипов А. Ф., Дубровский Ю. А., Кутявин И. Н., Севергина Д. А. Влияние интенсивности механической трансформации почв при заготовке древесины на восстановление растительности, почвенное органическое вещество и эмиссию углекислого газа	93
Дьячков Ю. В. Распространение многоножек-геофилов и мухоловок (Chilopoda: Geophilomorpha, Scutigermorpha) в Азиатской России	95
Ежов О. Н. Афиллофороидные грибы на островных территориях Архангельской области: новые данные	97
Ермакова Ю. В., Никифорова Е. Н. Прямокрылые насекомые (Orthoptera) охраняемых территорий Лено-Вилуйского междуречья (Центральная Якутия)	99
Ерохина М. М., Платонова Е. В., Давыдов А. А., Мухин А. Л. Распространенность и генетическое разнообразие гемоспоридий (Aricomplexa, Haemosporida) воробьиных птиц Белого моря	102
Желудева Е. В. Лишайники тундровых сообществ Северо-Восточного Приохотья (Магаданская область)	104
Жигульская З. А., Мещерякова Е. Н. Зависит ли холодостойкость муравьев <i>Leptothorax acervorum</i> (Hymenoptera, Formicidae) от актуальных температур зимовки?	106
Зеленская Л. А. Осенняя миграция тихоокеанской чайки по результатам первого GPS-GSM прослеживания	108
Зуев Ю. А., Русяев С. М. Характеристики и емкость нерестилища бурого терпуга в Тауйской губе Охотского моря	110
Иванов М. В., Демчук А. С., Зеленская Н. Е., Иванова Т. С., Полякова Н. В., Головин П. В., Лайус Д. Л. Роль трехиглой колюшки в прибрежных экосистемах Белого моря – донор или акцептор?	112
Иванов Л. А., Мигалина С. В., Калашникова И. В., Иванова Л. А. Особенности пигментного комплекса растений тундры Полярного Урала	114
Кадетов Н. Г. Находки редких видов в центральной части Большеземельской тундры (бассейн р. Колвы)	116
Кадетова А. А., Емельянова Л. Г. Северные (таежные, тундрово-таежные) виды в фауне млекопитающих Среднего Приамурья	118
Калугина О. В., Афанасьева Л. В. Оценка питательного статуса <i>Pinus sylvestris</i> и <i>Larix sibirica</i> на фоновых территориях Иркутской области	120
Кальченко Е. И., Зикунуова О. В., Городовская С. Б., Попков А. А. Физиолого-биохимические механизмы адаптации молоди горбуши к условиям обитания в реках северо-восточного побережья Камчатки	122
Канев В. А. Флора высших сосудистых растений южной части Национального парка «Югыд ва» (Республика Коми)	124
Канцерова Н. П., Суховская И. В., Лысенко Л. А. Влияние условий выращивания на окислительную модификацию и деградацию белков в органах радужной форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	126
Карлов Д. С., Кузнецова И. Г., Гуро П. В., Сазанова А. Л., Тихомирова Н. Ю., Лашинский Н. Н., Белимов А. А., Сафронова В. И. Перспективы использования бобово-ризобиального симбиоза при создании высокопродуктивных агрофитоценозов в Арктической зоне России	128
Кириченко В. Е., Нешатаева В. Ю., Скворцов К. И. Типы оленьих пастбищ на севере Камчатского края и особенности их картографирования на основе ГИС	130
Кирпотин С. Н., Демберел О., Ховалыг А. О., Волков И. В., Волкова И. И. Концепция Третьего полюса как связующее звено в междисциплинарных исследованиях Арктики и высокогорий	132
Киселев С. В. Взаимоотношения бурозубок и напочвенных беспозвоночных на северном побережье Охотского моря	135

Коваль М. В. Значение эстуариев в формировании биологического разнообразия ихтиофауны на п-ове Камчатка	137
Колесниченко Л. Г., Воробьев С. Н., Покровский О. С., Колесниченко Ю. Я., Шаврина У. Ю., Кабилов М. Р., Никиткин В. А., Луцаева И. В., Кочеткова Т. Д., Конева В. В., Кирпотин С. Н. Влияние пожаров на мохово-лишайниковый покров и свойства почв бугристых торфяников Западной Сибири	140
Кондратьев А. В. Авифауна южных отрогов хр. Черского	142
Кривенок Л. А., Тананаев Н. И., Баишев Н. Е. Подземные воды Центральной Якутии как потенциально значимый источник парниковых газов	144
Ктигоров П. С., Нурани Э., Ли Д.-В., Парк Д.-Й., Ким Д.-В., Куликова О. Я., Го Д.-С., Марковец М. Ю., Ча М.-Ч., Чернецов Н. С., Ли Д.-Й., Симонов С. А., Чой Ю.-С., Гашков С. И., Хур В.-Х., Матанцева М. В., Анисимов Ю. А., Анисимова В. И., Викельский М. Осенняя миграция глухих кукушек (<i>Cuculus optatus</i>) по данным спутникового прослеживания из Западной и Восточной Сибири, Корейского полуострова и о. Сахалин	147
Куликова О. Я., Покровский И. Г., Ктигоров П. С., Курк Т., Томкович П. С., Соловьёв М. Ю., Рахимбердиев Э. Н., Терьен Ж. Ф., Лекомте Н. Влияние изменений циклов обилия мелких млекопитающих на численность и вероятность размножения шести видов арктических хищников за последние 30 лет	150
Кутырев И. А. Молекулярные и клеточные основы взаимоотношений паразитов и иммунной системы их хозяев: фундаментальные основы и поиск природных иммунорегуляторов для ветеринарии и медицины	153
Кутявина Т. И., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я. Потенциально токсичные цианобактерии в водоемах северо-востока Русской равнины	155
Кучерявый А. В., Полякова Н. В., Астахова Е. А., Павлов Д. С. Роль миграционного полиморфизма в формировании внутривидового разнообразия миног Русского Севера	157
Лазуткин А. Н. Сравнительная характеристика динамики численности красной и красно-серой полевок в верховье Колымы и Северном Приохотье	159
Лаппо Е. Г., Иванов А. П. Изучение лопатня <i>Calidris pygmaea</i> и других видов куликов на Юго-Восточной Чукотке в 2023 г.	161
Ларина А. В., Казанцев В. С., Гаврилов Г. О., Кривенок Л. А., Усачева А. А., Тышова Е. А., Белов А. Е., Шмонин К. Н. Эмиссия парниковых газов из тундровых экосистем Западной Сибири	163
Лепская Е. В., Семкин П. Ю., Федоров М. С., Коваль М. В. Альгофлора Пенжинской губы и локальных акваторий залива Шелихова	165
Логинова О. А., Сипко Т. П., Эрнандес-Бланко Х. А., Плотникова Ю. К. Гельминтокопроскопия дикого северного оленя и овцебыка в Магаданской области	167
Лоцагина Ю. А., Глазов П. М., Покровская О. Б., Зайнагутдинова Э. М., Кондратьев А. В. Взаимоотношения белошейной казарки и белолобого гуся на о. Колгуев в условиях повсеместной экспансии казарки	169
Макарченко Е. А., Орел О. В. Предварительные итоги изучения биоразнообразия комаров-звонцов (Diptera, Chironomidae) Магаданской области, Чукотки и Республики Саха (Якутия)	171
Марусик Ю. М. От южных тундр до южных границ Палеарктики: поразительное разнообразие бродячих пауков (Arachnida: Aganei) низовий р. Колымы	173
Мещерякова Е. Н., Булахова Н. А. Отношение дальневосточной жабы <i>Bufo gargarizans</i> Cantor, 1842 к отрицательным температурам во время зимовки	174
Митрофанова Е. Ю. Разнообразие фитопланктона Нижней Оби	176
Морева И. Н., Радченко О. А. Керчаки (Cottidae) Восточной Арктики: генетическая дифференциация, родственные отношения	179
Мосеев Д. С., Мискевич И. В., Парина Т. В., Волков А. Г., Яковлев А. Е. Об арктических маршах устьев малых рек о. Вайгач	181
Москалюк Т. А., Докучаева В. Б. Общие проблемы лесовосстановления нарушенных территорий и зеленого строительства в Магаданской области	184
Мочалова О. А., Бобров А. А. Водные сосудистые растения долины р. Омолон	186
Назаркин М. В. Новые ископаемые рыбы Дальнего Востока России и их палеобиогеографическое значение	188
Назаркин М. В., Орлов А. М. Новые данные о распространении и систематике арктических ликодов (Zoarcidae: Lycodes)	190
Нешатаева В. Ю. Ботанико-географические закономерности растительного покрова материковой части Камчатского края	192
Николин Е. Г. Экспресс-оценка продуктивности доминирующих растений тундры (на примере севера Хараулахского хребта)	195
Новичкова А. А., Чертопруд Е. С. Планктонные и мейобентосные ракообразные (Copepoda, Cladocera) малых водоемов Магаданской области: новые находки для региона и биогеографическая структура фауны	197

Орлов А. М. «Хождение по четырем морям»: к пятилетию уникальной трансарктической экспедиции (ихтиологические и рыбохозяйственные исследования)	199
Охлопков И. М., Соловьёва Н. А., Павлова Н. И., Кычкина О. И., Кан Ми Ун, Сазонова М. И., Михайлова Н. А., Мамаев Н. В., Ефремова А. В., Алексеев И. Т. Биоресурсная коллекция Института биологических проблем криолитозоны СО РАН как форма сохранения биоразнообразия млекопитающих Северо-Востока Азии	202
Папа-Дмитриева Ю. А., Забудкина З. В., Коновалова О. П., Сутормин Д. А. Состав бактериопланктона в различных водных массах желоба Святой Анны	204
Переверзева В. В., Докучаев Н. Е., Примак А. А., Дубинин Е. А. Полиморфизм полипептида цитохрома <i>b</i> полевки-экономки (<i>Alexandromys oeconomus</i> Pallas, 1776) Северо-Востока России и Аляски	207
Петренко Н. Г., Жохов А. Е. Паразитофауна стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> L., 1758 р. Вятка	209
Петровский В. В., Поспелов И. Н., Чиненко С. В. Сосудистые растения о. Врангеля как фитогеографические реперы	211
Пилипенко Д. В. Современное состояние морских колониальных птиц на Командорских островах	213
Пильганчук О. А., Муравская У. О., Крупнёва М. В., Савенков В. В., Бугаева Е. А., Денисенко А. Д., Зеленина Д. А., Зикунова О. В., Шпигальская Н. Ю. Создание базы данных частот микросателлитных локусов для популяционных исследований нерки (<i>Oncorhynchus nerka</i>) западного побережья п-ова Камчатка	216
Поезжалова-Чегодаева Е. А. Статус двурогих бычков <i>Enophrys diceraus</i> (Cottidae) из Японского моря на основе морфологических данных	219
Полежаев А. Н. К эколого-фитоценологическому анализу флоры сосудистых растений Севера Дальнего Востока России	221
Пономарев В. И. Развитие исследований рыбного населения водоемов Большеземельской тундры	223
Придорожная Т., Бабий У. В. Результаты наблюдений за серыми китами (<i>Eschrichtius robustus</i>) в заповеднике «Остров Врангеля» летом – осенью 2023 г.	226
Прокопенко О. Д., Соловьёва Д. В. Первые данные о местах зимовки западно-чукотской популяции тихоокеанской гаги	229
Регель К. В., Поспехова Н. А., Переверзева В. В., Примак А. А. Первые результаты молекулярно-генетического анализа цестод рода <i>Microsomacanthus</i> – паразитов уток и чаек Северо-Востока Азии (на основе сравнений гена <i>18S рPHK</i>)	231
Русинек О. Т. Биологическое разнообразие паразитов рыб оз. Байкал и оценка времени его формирования	233
Русев С. М., Зуев Ю. А. Опыт формализации устойчивого поведения рыбы, охраняющей потомство ...	236
Рязанова Т. В. Патогены и болезни краба <i>Paralithodes camtschaticus</i> прикамчатских вод	238
Рязанская А. А., Коробкова Т. С. Оценка фенологической атипичности видов рода <i>Lonicera</i> в Якутском ботаническом саду	240
Сабарайкина С. М., Перевалова А. В. Особенности сезонного развития видов рода <i>Cotoneaster</i> L. в условиях Центральной Якутии	243
Сазанова Н. А. Макромицеты о. Завьялова	246
Самохвалов В. Л. К гидрологии водотоков о. Врангеля (Чукотский автономный округ)	248
Селезнева В. А., Данилова В. В., Павлюков Г. К., Соловьёва Д. В. Опыт использования сетчатых укрытий для повышения продуктивности арктических куликов	250
Семина О. Ю. Биологическая активность естественных и антропогенно-нарушенных подзолов криолитозоны	252
Сипко Т. П., Эрнандес-Бланко Х. А., Столповский Ю. А. Таксономическая ревизия фауны копытных в Магаданской области и на сопредельных территориях. Постановка проблемы	254
Смолянинова Е. В., Русинек О. Т. Первые сведения о моногенеях с песчаной (<i>Leocottus kesslerii</i>) и каменной (<i>Paracottus knerii</i>) широколобок (Scopraeniformes: Cottidae) вне оз. Байкал	256
Соколова Н. А., Фуфачев И. А., Покровская О. Б., Терехина А. Н., Волковицкий А. И., Киряков А. А., Соколов А. А. Наземные экосистемы п-ова Ямал: оценка современной трансформации сообществ	259
Стариков В. П., Левых А. Ю., Вершинин Е. А., Майорова А. Д., Сарапульцева Е. С., Кравченко В. Н. Материалы по эктопаразитам мелких млекопитающих северной тайги Западной Сибири	261
Сухих Н. М., Чабан О. А., Каськова К. А., Майор Т. Ю. Оценка разнообразия рода <i>Eucyclops</i> Палеарктики с использованием методов генетики	263
Сухих Н. М., Чертопруд Е. С. <i>Eurytemora velox</i> (Crustacea: Copepoda) в Западной Сибири	265
Тиунов И. М. Северное направление ювенальной дисперсии некоторых водно-болотных птиц с побережья оз. Ханка	267
Токранов А. М. Пищевая специализация рогатковых рыб рода <i>Triglops</i> (Cottidae) в дальневосточных и арктических водах России	270
Троева Е. И., Кириллин Е. В., Чевычелов А. П., Алексеев А. А., Владимирцева М. В., Сивцева Л. В., Карсанаев С. В., Кузьмина Н. П., Ермолаева С. В. Постпирогенные исследования в Арктике: изученность и перспективы	272

Фролов Е. В. Гельминтофауна крупночешуйной красноперки <i>Pseudaspius hakonensis</i> (Günther, 1877) Южного Сахалина	274
Хамнуева Т. Р., Балданова Д. Р., Толочко Л. В. Первые находки личинок <i>Paradilepis scolecina</i> (Rudolphi, 1819) (Cestoda: Dilepididae) у плотвы <i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758) Байкальского региона	276
Хорева М. Г. Цифровой гербарий ИБПС ДВО РАН (MAG) – каталог и инструмент анализа информации	278
Цветкова А. Ю., Туманов Д. В. Исследование фауны наземных тихоходок Северной Палеарктики с применением интегративного подхода	280
Чемерис Е. В., Мочалова О. А., Конотоп Н. К., Ефимов Д. Ю., Гришуткин О. Г., Бобров А. А. Динамика водной растительности в водоемах криолитозоны в условиях изменения климата (на примере долины нижнего течения р. Колыма)	282
Чернецов Н. С. Механизмы ориентации и навигации мигрирующих птиц – компасы и карты	285
Чертопруд Е. С., Новичкова А. А., Новиков А. А., Гарибян П. Г., Дадыкин И. А. Видовое богатство и регуляция структуры таксоценов микроракообразных (Copepoda и Cladocera) севера Средней Сибири	287
Чистополова М. Д., Виричева А. О., Поярков А. Д., Александров Д. Ю., Сипко Т. П., Минаев А. Н., Рожнов В. В., Эрнандес-Бланко Х. А. Особенности динамики перемещений волка в горной лесотундре в сравнении с лесными и степными условиями	289
Шедько М. Б., Атрашкевич Г. И., Орловская О. М., Поспехов В. В. Пресноводные паразитические copepodы семейства Lernaeopodidae (Crustacea: Copepoda) рыб р. Анадырь	291
Шестаков А. В., Грунин С. И. Морской рост анадырской кеты <i>Oncorhynchus keta</i> (salmonidae) в условиях глобального потепления климата	293
Шеховцов С. В., Булахова Н. А., Центалович Ю. П., Осик Н. А., Мещерякова Е. Н., Полубоярова Т. В., Берман Д. И. Метаболом чесночницы Палласа <i>Pelobates vespertinus</i> в гипоксии	295
Шматова А. Г., Гнеденко А. Е. Зависимость растительности от микрорельефа и почвенных свойств в структурных грунтах о. Колгуев	297
Эрнандес-Бланко Х. А., Сипко Т. П., Чистополова М. Д., Донцов И. Б. Пространственная экология северного оленя, лося, снежного барана и волка на Колыме по данным GPS-телеметрии	299
Ядренкина Е. Н., Шешуков С. А., Халилли Ф. П., Ядренкин А. В. Миграции тяжелых металлов по трофической цепи гидробионтов в бассейне р. Пясины на примере рыб	301
Якубов В. В. Флора вулкана Виллючинская Сопка и его окрестностей	303
Сао Lei. Novel Mapping of the Flyway Corridors of Wildfowl in the East Asian Australasian Flyway	305
Wang Z. H., Ma R., Ma S., Wei X., Zheng J. X., Yuan C. Q., He G. M. The Spatial Behaviour of Migratory Eastern Spot-Billed Duck and Mallard Wintering Populations in Shanghai City, China	306
Xing X. X. The Critical Effect of Joint Research Between Russia and Ne China on Conservation of Migratory Landbirds in the East Asian Flyway	308
Авторский указатель	309

CONTENTS

Anashkina A. A., Nanova O. G., Sokolov A. A., Sokolova N. A., Fufachev I. A., Shienok A. N., Shtro V. G. Phenotypic Plasticity of Yamal Arctic Fox's Skull: Temporary and Spatial Variability	3
Andriyanova E. A. Diversity of Chromosome Numbers in Aquatic Vascular Plants	5
Andriyanova D. S., Kochneva A. I., Andriyanova E. A. First Data About the Productivity of <i>Sorbus sambucifolia</i> (Cham. et Schlecht.) M. Roem. on the North Coast of the Sea of Okhotsk	7
Artukhin Yu. B. Summer Population of Marine Birds in the Inshore Waters of the Shelikhov Gulf	9
Balanov A. A., Rostovtseva M. O. New Data on the Development of <i>Pholis</i> and <i>Rhodymenichthys</i> Larvae	12
Baldanova D. R., Khamnueva T. R., Zhepkholova O. B., Tolochko L. V. Preliminary Data on Nematodes and Acanthocephalans of the Digestive Tract of the Great Cormorant (<i>Phalacrocorax carbo</i>) of the Baikal	14
Barykina D. A., Vartanyan S. L., Solovyeva D. V. The Role of Anthropogenic Landscapes in the Migration Strategy of the Lesser Sandhill Crane <i>Antigone canadensis canadensis</i>	16
Belonovskaya E. A., Tishkov A. A., Tsarevskaya N. G. On the Issue of Low Cenotic Activity of the Alien Flora of the Russian Arctic	18
Benkova V. E., Benkova A. V., Mashukov D. A., Shashkin A. V., Prokushkin A. S., Zyryanov V. I., Kachaev A. V. Specification of Seasonal Radial Growth of Trees in Anthropogenically Altered Cryogenic Larch Forest	21
Bobrov A. A., Volkova P. A., Ivanova M. O., Mochalova O. A., Chemeris E. V. North-East Asia as a Diversity Hotspot of Aquatic Flora of Russia	23
Bogdanova K. V., Semkin P. Yu., Fedorov M. S. Zooplankton of Kamchatka Gulf: Species Composition and Abundance Characteristics	25
Bonk T. V., Golub E. V. Qualitative Composition and Quantitative Characteristics of Zooplankton in Vaamochka Lake (Chukotka)	27
Bocharova U. I., Alfimov A. V., Bichurin R. R., Berman D. I. Age Structure of Aspen Groves in Northeastern Asia	29
Bulakhova N. A., Berman D. I., Meshcheryakova E. N. Cold Hardiness of the Siberian Moth (<i>Dendrolimus sibiricus</i>) Near the Northern Border of the Range	31
Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N. Cold Hardiness of Asian Harlequin Ladybird <i>Harmonia axyridis</i> (Coleoptera: Coccinellidae)	33
Burnasheva A. P. Early Summer Aspect of the Fauna of Butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) of the Momsky Range (North-Eastern Yakutia)	35
Busarova O. Yu. Involvement of Parasitological Method for Differentiation of Chars (<i>Salvelinus</i>) in Areas of Sympatria	38
Boutorina T. E., Degteva E. D. The Application of Parasites for Integrated Estimate of Environmental Quality in Freshwater Reservoirs of Primorye	40
Byzaakay A. A., Pokrovsky O. L., Kolesnichenko L. G., Khovalyg A. O., Kirpotin S. N. Biogeochemical Composition of Water in Rivers and Lakes of the Republic of Tyva	42
Vasilyev D. V., Babiy U. V. Wolverine of Wrangel Island	44
Vasilyev D. V., Babiy U. V., Gruzdev A. R. Interaction Between Wolf and Polar Bear on Wrangel Island	45
Vasyunova O. I. Arrangement of the Northern Ecosystems of the Far East and Arctic Regions	47
Verevkina E. L. Biological Value of the Numto Nature Park	49
Vetsler N. M. Diapause in the Development of Crustaceans as a Form of Adaptation to Living Conditions in the Kamchatka Lakes	52
Vilk E. F. Geographical Structure of the Moss Flora of the Magadan Region	54
Vol'pert Ya. L., Shadrina E. G. Small Mammal Communities of Yakutia in the Gradient of Ecological and Geographical Conditions	56
Gavrilo M. V., Chupin I. I., Pchelintsev V. G. Fedless Land, Bleak Landscape: Birds in the Ecosystem of the Isolated High-Arctic Wiese Island, the Kara Sea	58
Gerasimov Yu. N., Tiunov I. M., Matsyna A. I., Dukhova E. R., Grinkova A. S., Kovaleva V. M., Matsyna E. L. Dunlin <i>Calidris alpina</i> on Kamchatka	61
Gerasimov Yu. N., Dukhova E. R., Kovaleva V. M. Preparation for the Inventory of the Wildlife of Kamchatka in the Birds Section	63
Gerasimov Yu. N., Dukhova E. R., Zavgarova Yu. R., Kovaleva V. M. Spring Migration of Sea Ducks Along West Coast of Kamchatka	65
Gladysheva M. Yu. The Northward Shift of the Range Boundary of the Cajander Larch (<i>Larix cajanderi</i> Mayr) in the Lower Reaches of the Lena River	67
Glazov P. M., Loshchagina J. A., Anisimov Yu. A., Kondratyev A. V., Pokrovskaya O. B., Shmatova A. G., Gnedenko A. E., Kudikov A. V., Dobryanskiy A. S. Structure and Abundance Dynamics of the Barnacle Goose Colony in the Peschanka River Delta on Kolguev Island	70
Golubova E. Yu. Populations Status and Productivity of Seabirds on Talan Island (the Northern Part of the Sea of Okhotsk)	72

Gruzdev A. R., Babyi U. V., Kulemeev P. M., Sipko T. P. Muskox (<i>Ovibos moschatus</i>) and Reinder (<i>Rangifer tarandus</i>) on Wrangel Island: Population Dynamics and Current State	74
Davydenko T. V. Mechanism of Cyst Formation Around the <i>Acanthocephalus tenuirostris</i> (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae) in the Intermediate Host – the Aquatic Sowbugs <i>Asellus Hilgendorfi</i>	76
Ditts A. A., Fateeva A. A. A Vertical Distribution of Soil Invertebrates at the Clear-Cutting Areas (Komi Republic)	78
Dmitrieva A. S., Zheludeva E. V. History of Lichen Flora Studying of the Magadan Region	81
Dokuchaev N. E., Kornienko S. A. Transberingian Exchanges with Cestodes (Cestoda) in Shrews (<i>Sorex</i> , Mammalia)	83
Dokuchaeva V. B. Post-Fire Succession of Dwarf Pine (<i>Pinus pumila</i>) Communities on Zavyalov Island (Northern Part of the Sea of Okhotsk)	85
Dokuchaeva V. B., Polezhaev A. N., Sazanova N. A. On the Need for a Plant Nursery in Magadan	87
Dorofeev D. S., Ivanov A. P. Conservation of Long-distance Migrants of East Asian-Australasian Flyway on Migration Stopovers of the Sea of Okhotsk	89
Dubin E. A., Valentsev A. S. On the Issue of Forecasting of Sable Population Dynamics	91
Dymov A. A., Startsev V. V., Osipov A. F., Dubrovskiy Yu. A., Kutuyavin I. N., Severgina D. A. Influence of Intensity of Mechanical Transformation of Soil During Wood Harvesting on the Restoration of Vegetation, Soil Organic Matter and Carbon Dioxide Emission	93
Dyachkov Yu. V. Distribution of the Geophilomorph and Scutigermorph Centipedes (Chilopoda: Geophilomorpha, Scutigermomorpha) in Asian Russia	95
Ezhov O. N. Aphyllorphoid Fungi on the Island Territories of the Arkhangelsk Region: New Data	97
Ermakova Yu. V., Nikiforova E. N. Orthoptera of Protected Territories of the Leno-Vilyuisky Interfluvium (Central Yakutia)	99
Erokhina M. M., Platonova E. V., Davydov A. A., Mukhin A. L. Prevalence and Genetic Diversity of Haemosporidian Parasites (Apicomplexa, Haemosporida) in Passerine Birds of the White Sea	102
Zheludeva E. V. Lichens of Tundra Communities of the Northeastern Priokhotye (Magadan Region)	104
Zhigul'skaya Z. A., Meshcheryakova E. N. Whether the Cold Tolerance of Ants <i>Leptothorax acervorum</i> (Hymenoptera, Formicidae) Depends on the Actual Wintering Temperatures?	106
Zelenskaya L. A. Fall Migration of Slaty-Backed Gulls Resulted from the First GPS-GSM Tracking	108
Zuev Y. A., Rusaev S. M. Characteristics and Capacity of the Greenling Spawning Ground in Tauysk Bay of the Sea of Okhotsk	110
Ivanov M. V., Demchuk A. S., Zelenskaya N. E., Ivanova T. S., Polyakova N. V., Golovin P. V., Lajus D. L. Role of the Threespine Stickleback in the Coastal Ecosystems of the White Sea – Donor or Acceptor?	112
Ivanov L. A., Migalina S. V., Kalashnikova I. V., Ivanova L. A. Features of the Pigment Complex of Tundra Plants on the Polar Ural	114
Kadetov N. G. Findings of Rare Species in the Central Part of Bolshezemel'skaya Tundra (Kolva River Basin)	116
Kadetova A. A., Emelyanova L. G. Northern (Boreal, Tundra-and-Boreal, High-Mountain) Species in the Mammal Fauna of the Middle Amur River Region	118
Kalugina O. V., Afanasyeva L. V. Assessment of the Nutritional Status of <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Larix sibirica</i> in the Background Territories of the Irkutsk Region	120
Kalchenko E. I., Zikunova O. V., Gorodovskaya S. B., Popkov A. A. Physiological and Biochemical Mechanisms of Adaptation of Juvenile Pink Salmon to Habitat Conditions in the Rivers of the Northeastern Coast of Kamchatka	122
Kanev V. A. Flora of Higher Vascular Plants in the Southern Part of the Yugyd Va National Park (Komi Republic)	124
Kantserova N. P., Sukhovskaya I. V., Lysenko L. A. The Influence of Rearing Conditions on Oxidative Modification and Degradation of Proteins in Organs of Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	126
Karlov D. S., Kuznetsova I. G., Guro P. V., Sazanova A. L., Tikhomirova N. Yu., Lashchinskiy N. N., Belimov A. A., Safronova V. I. Prospects of Using Legume-Rysoobium Symbiosis for Creating Highly Productive Agrophytocoenoses in the Arctic Zone of Russia	128
Kirichenko V. E., Neshataeva V. Yu., Skvortsov K. I. Types of Reindeer Pastures in the North of the Kamchatka Territory and the Peculiarities of Gis-Based Mapping	130
Kirpotin S. N., Demberel O., Khovalyg A. O., Volkov I. V., Volkova I. I. The Concept of the Third Pole as a Link in Interdisciplinary Research of the Arctic and High Mountains	132
Kiselev S. V. Relationship of Shrews and Ground Invertebrates on the Northern Coast of the Sea of Okhotsk	135
Koval M. V. The Importance of Estuaries in Formation of Biodiversity of Ichthyofauna on the Kamchatka Peninsula	137
Kolesnichenko L. G., Vorobiev S. N., Pokrovsky O. S., Kolesnichenko Yu. Ya., Shavrina U. Yu., Kabilov M. R., Nikitkin V. A., Lushchaeva I. V., Kochetkova T. D., Koneva V. V., Kirpotin S. N. Influence of Fires on Moss-Lichen Cover and Soil Properties of Palsas Peatlands in Western Siberia	140

Kondratyev A. V. Avifauna of the Southern Spurs of Chersky Ridge	142
Krivenok L. A., Tananaev N. I., Baishev N. E. Central Yakutia Groundwaters as a Potentially Significant Source of Greenhouse Gases	144
Ktitorov P. S., Nourani E., Lee J.-W., Park J.-Y., Kim D.-W., Kulikova O. Ya., Go J.-S., Markovets M. Yu., Cha M.-C., Chernetsov N. S., Lee J.-Y., Simonov S. A., Choi Y.-S., Gashkov S. I., Hur W.-H., Matantseva M. V., Anisimov Yu. A., Anisimova V. I., Wikelski M. The Fall Migration of Oriental Cuckoos (<i>Cuculus optatus</i>) Tracked from Western and Eastern Siberia, Korean Peninsula and Sakhalin Island	147
Kulikova O. Ya., Pokrovskiy I. G., Ktitorov P. S., Curk T., Tomkovich P. S., Solovyev M. Yu., Rakhimberdiev E. N., Therrien J. F., Lecomte N. Three-Decade Biome-Scale Responses of Predators to Possible Climate-Mediated Prey Shifts	150
Kutyrev I. A. Molecular and Cellular Bases of the Relationships Between Parasites and Their Hosts' Immune System: Fundamentals and the Search for Natural Immunoregulators for Veterinary Science and Medicine	153
Kutyavina T. I., Kondakova L. V., Ashikhmina T. Ya. Potentially Toxic Cyanobacteria in Water Bodies of the Northeastern Russian Plain	155
Kucheryavyy A. V., Polyakova N. V., Astakhova E. A., Pavlov D. S. The Role of Migratory Polymorphism in the Formation of Intraspecific Diversity of Lampreys of the Russian North	157
Lazutkin A. N. Comparative Description of the Dynamics of the Red-Backed and Grey Red-Backed Voles in the Upper Kolyma and Northern Priokhotye	159
Lappo E. G., Ivanov A. P. Spoon-Billed Sandpiper <i>Calidris pygmaea</i> and Other Oaders Survey in South-East Chukotka in 2023	161
Larina A. V., Kazantsev V. S., Gavrilov G. O., Krivenok L. A., Usacheva A. A., Tyshova E. A., Belov A. E., Shmonin K. N. Greenhouse Gas Emission from Western Siberia Tundra Ecosystems	163
Lepskaya E. V., Semkin P. Yu., Fedorov M. S., Koval M. V. Algae List of Penzhina Bay and Some Sites of Shelikhov Gulf	165
Loginova O. A., Sipko T. P., Hernandez-Blanco J. A., Plotnikova Yu. K. Helminthocoproscopy of the Wild Reindeer and Muskoxen in the Magadan Region	167
Loshchagina J. A., Glazov P. M., Pokrovskaya O. B., Zaynagutdinova E. M., Kondratyev A. V. Relationship Between the Barnacle Goose and the White-Fronted Goose on Kolguev Island in the Context of the Ubiquitous Expansion of the Barnacle Goose	169
Makarchenko E. A., Orel O. V. Preliminary Results of Studying the Biodiversity of Chironomids (Diptera, Chironomidae) of the Magadan Region, Chukotka and Sakha (Yakutia)	171
Marusik Yu. M. From the Southern Tundra to the Southern Borders of the Palaearctic: a Striking Diversity of Wandering Spiders (Arachnida: Aranei) of the Lower Kolyma	173
Meshcheryakova E. N., Bulakhova N. A. Reaction of the Asiatic Toad <i>Bufo gargarizans</i> Cantor, 1842 to Negative Temperatures During Wintering	174
Mitrofanova E. Yu. Phytoplankton Diversity of the Lower Ob	176
Moreva I. N., Radchenko O. A. Sculpins (Cottidae) of the Eastern Arctic: Genetic Differentiation and Relationships	179
Moseev D. S., Miskevich I. V., Parinova T. V., Volkov A. G., Yakovlev A. E. On Arctic Marshes of the Mouths of Small Rivers on Vaigach Island	181
Moskalyuk T. A., Dokuchaeva V. B. General Problems of Disturbed Areas Reforestation and Green Construction in the Magadan Region	184
Mochalova O. A., Bobrov A. A. Aquatic Vascular Plants of the Omolon River Valley	186
Nazarkin M. V. New Fossil Fishes of the Russian Far East and Their Paleobiogeographic Significance	188
Nazarkin M. V., Orlov A. M. New Data on the Distribution and Systematics of Arctic Eelpouts (Zoarcidae: <i>Lycodes</i>)	190
Neshataeva V. Yu. Phytogeographical Patterns of Vegetation Cover in the North of Kamchatka Territory	192
Nikolin E. G. Express Assessment of Productivity of Dominant Tundra Plants (Using the Example of the North of the Kharaulakh Range)	195
Novichkova A. A., Chertoprud E. S. Planktonic and Meiobenthic Crustaceans (Copepoda, Cladocera) of Small Water Bodies of the Magadan Region: New Findings and Biogeographic Structure of the Fauna	197
Orlov A. M. «Voyage on the Four Seas»: to the Fifth Anniversary of the Unique Transarctic Expedition (Ichthyological and Fisheries Research)	199
Okhlopov I. M., Solovyova N. A., Pavlova N. I., Kychkina O. I., Kan Mi Un, Sazonova M. I., Mikhaylova N. A., Mamaev N. V., Efremova A. V., Alekseev I. T. Bioresource Collection of the Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS as a Form of Conservation of Mammalian Biodiversity in Northeast Asia	202
Papa-Dmitrieva Yu. A., Zabudkina Z. V., Konovalova O. P., Sutormin D. A. Composition of Bacterioplankton in Various Water Masses of the St. Anna Trough	204
Pereverzeva V. V., Dokuchaev N. E., Primak A. A., Dubinin E. A. Polymorphism of the Cytochrome <i>b</i> Polypeptide in the Tundra Vole (<i>Alexandromys oconomus</i> Pallas, 1776) of Northeast Russia and Alaska	207

Petrenko N. G., Zhokhov A. E. Parasitefauna of Sterlet <i>Acipenser ruthenus</i> L., 1758 of the Vyatka River	209
Petrovsky V. V., Pospelov I. N., Chinenko S. V. Vascular Plants of the Wrangel Island Flora as Phytogeographical Markers	211
Pilipenko D. V. Current State of Colonial Sea Birds on the Commander Islands	213
Pilganchuk O. A., Muravskaya U. O., Krupenyova M. V., Savenkov V. V., Bugayeva E. A., Denisenko A. D., Zelenina D. A., Zikunova O. V., Shpigalskaya N. Yu. Creation of the Microsatellite Loci Frequencies Database for Population Studies of Sockeye Salmon (<i>Oncorhynchus nerka</i>) on the West Coast of the Kamchatka Peninsula	216
Poezshalova-Chegodaeva E. A. Status of Antlered Sculpins <i>Enophrys diceraus</i> (Cottidae) from the Sea of Japan Based on Morphological Data	219
Polezchaev A. N. On Ecologo-Phytocenotic Analysis of the Vascular Plants Flora in the Northern Far East of Russia	221
Ponomarev V. I. Development of the Bolshezemelskaya Tundra Waterbodies Fish Communities Research	223
Pridorozhnaia T., Babiy U. V. Gray Whales (<i>Eschrichtius robustus</i>) Survey Results in the Wrangel Island Reserve During the Summer-Autumn Season of 2023	226
Prokopenko O. D., Solovyeva D. V. First Data on Wintering Grounds of the Pacific Common Eider from Western Chukotka	229
Regel K. V., Pospekhova N. A., Pereverzeva V. V., Primak A. A. First Results of Molecular-Genetic Analysis of Cestodes of the Genus <i>Microsomacanthus</i> – Parasites of Ducks and Gulls of Northeast Asia (Based on <i>18S rRNA</i> Gene Comparison)	231
Rusinek O. T. Biological Diversity of Fish Parasites of Lake Baikal and Assessment of the Time of its Formation	233
Rusyaev S. M., Zuev Yu. A. Experience of Formalizing the Sustainable Behavior of Fish Protecting Offspring	236
Ryazanova T. V. Pathogens and Diseases of Crab <i>Paralithodes camtschaticus</i> from Kamchatka Waters	238
Ryazanskaya A. A., Korobkova T. S. Assessment of Phenological Atypicality of <i>Lonicera</i> Species in the Yakut Botanical Garden	240
Sabaraikina S. M., Perevalova A. V. The Peculiarities of Seasonal Development of Some <i>Cotoneaster</i> L. Species in the Introduction Conditions of Central Yakutia	243
Sazanova N. A. Macromycetes of Zavyalov Island	246
Samokhvalov V. L. On the Hydrology of Water Streams of Wrangel Island (Chukotka Autonomous District) ...	248
Selezneva V. A., Danilova V. V., Pavlyukov G. K., Solovyeva D. V. Experimental Usage of Reticulated Enclosures to Increase the Productivity of Arctic Shorebirds	250
Semina O. Yu. Biological Activity of Natural and Anthropogenically Disturbed Podzols of Cryolithozone	252
Sipko T. P., Hernandez-Blanco J. A., Stolpovskiy Yu. A. Taxonomic Revision of Hoofed Fauna in the Magadan Region and Adjacent Territories. Setting of the Problem	254
Smolyaninova E. V., Rusinek O. T. First Information About the Monogenea of Sandy (<i>Leocottus kesslerii</i>) and Stone (<i>Paracottus knerii</i>) Sculpins (Scorpaeniformes: Cottidae) Outside Lake Baikal	256
Sokolova N. A., Fufachev I. A., Pokrovskaya O. B., Terekhina A. N., Volkovitsky A. I., Kiryakov A. A., Sokolov A. A. Terrestrial Ecosystems of Yamal: Estimation of Modern Transformation of Communities	259
Starikov V. P., Levykh A. Yu., Vershinin E. A., Mayorova A. D., Sarapultseva E. S., Kravchenko V. N. Materials on Ectoparasites of Small Mammals of the Northern Taiga of Western Siberia	261
Sukhikh N. M., Chaban O. A., Kaskova K. A., Major T. Yu. Assessment of the Diversity of the Genus <i>Eucyclops</i> of the Palearctic Using Genetic Methods	263
Sukhikh N. M., Chertoprud E. S. <i>Eurytemora velox</i> (Crustacea: Copepoda) in Western Siberia	265
Tiunov I. M. Northern Direction of Juvenile Migration of Some Waterbirds from the Coast of Khanka Lake ...	267
Tokranov A. M. Food Specialization of Sculpins of Genus <i>Triglops</i> (Cottidae) in Far Eastern and Arctic Waters of Russia	270
Troeva E. I., Kirillin E. V., Chevychelov A. P., Alekseev A. A., Vladimirtseva M. V., Sivtseva L. V., Karsanaev S. V., Kuzmina N. P., Ermolaeva S. V. Post-Fire Studies in the Arctic: Present and Future	272
Frolov E. V. Helminthofauna of the Rudd <i>Pseudaspius hakonensis</i> (Günther, 1877) of Southern Sakhalin	274
Khamnueva T. R., Baldanova D. R., Tolochko L. V. First Findings of <i>Paradilepis scolecina</i> (Rudolphi, 1819) (Cestoda: Dilepididae) in Roaches <i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758) of the Baikal Region	276
Khoreva M. G. Digital Herbarium of IBPN FEB RAS (MAG) – Catalog and the Method for Information Analysis	278
Tsvetkova A. Yu., Tumanov D. V. Investigation of Limnoterrestrial Tardigrades of the Northern Palearctic Using Integrative Approach	280
Chemerys E. V., Mochalova O. A., Konotop N. K., Efimov D. Yu., Grishutkin O. G., Bobrov A. A. Dynamics of Aquatic Vegetation in Water Bodies of the Cryolithozone under Climate Change (on the Example of the Valley of the Lower Kolyma River)	282
Chernetsov N. S. Orientation and Navigation Mechanisms of Migrating Birds: Compasses and Maps	285

Chertoprud E. S., Novichkova A. A., Novikov A. A., Garibian P. G., Dadykin I. A. Species Richness and Regulation of Taxocenoses Structure of Microcrustaceans (Copepoda and Cladocera) from the North of Central Siberia	287
Chistopolova M. D., Viricheva A. O., Poyarkov A. D., Alexandrov D. Yu., Sipko T. P., Minaev A. N., Rozhnov V. V., Hernandez-Blanco J. A. Wolf Daily Activity Patterns in Boreal Mountain Forest-Tundra Compared to Deciduous Forest and Steppe	289
Shedko M. B., Atrashkevitch G. I., Orlovskaya O. M., Pospechov V. V. Freshwater Parasitic Copepods of the Family Lernaeopodidae (Crustacea: Copepoda) of Fishes from the Anadyr River	291
Shestakov A. V., Grunin S. I. Marine Growth of Anadyr Chum Salmon <i>Oncorhynchus keta</i> (Salmonidae) under Global Climate Warming	293
Shekhovtsov S. V., Bulakhova N. A., Tsentelovich Yu. P., Osik N. A., Meshcheryakova E. N., Poluboyarova T. V., Berman D. I. Metabolome of the Pallas' Spadefoot <i>Pelobates vespertinus</i> Exposed to Hypoxia	295
Shmatova A. G., Gnedenko A. E. Dependence of Vegetation on Microrelief and Soil Properties in Patterned Grounds of Kolguyev Island	297
Hernandez-Blanco J. A., Sipko T. P., Chistopolova M. D., Dontsov I. B. Spatial Ecology of Reindeer, Moose, Snow Sheep, and Wolf in Kolyma Based on GPS Telemetry Data	299
Yadrenkina E. N., Sheshukov S. A., Halilli F. P., Yadrenkin A. V. Migration of Heavy Metals Through the Trophic Web of Hydrobionts in the Pyasina River Basin: the Example of Fish	301
Yakubov V. V. Flora of Vilyuchinskaya Sopka Volcano and its Surroundings	303
Cao Lei. Novel Mapping of the Flyway Corridors of Wildfowl in the East Asian Australasian Flyway	305
Wang Z. H., Ma R., Ma S., Wei X., Zheng J. X., Yuan C. Q., He G. M. The Spatial Behaviour of Migratory Eastern Spot-Billed Duck and Mallard Wintering Populations in Shanghai City, China	306
Xing X. X. The Critical Effect of Joint Research Between Russia and Ne China on Conservation of Migratory Landbirds in the East Asian Flyway	308
Author index	309

Научное издание

Биологические проблемы Севера
Материалы Международной научной конференции,
посвященной 300-летию Российской академии наук
(Магадан, 7–11 октября 2024 г.)

Biological Problems of the North
The materials of International Scientific Conference dedicated
to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences
(Magadan, October, 7–11, 2024)

Корректор *В. А. Буранкова*

Редактор-переводчик *Е. В. Щетинина*

Компьютерная правка, верстка *В. Н. Осетровой*

На 1-й с. обложки – фото И. В. Дорогого, А. В. Кречмара, А. В. Кондратьева, С. И. Грунина

Формат 60×84/8. Гарнитура Times.

Усл. п. л. 37,43. Заказ № 8902.

Издательство «Знание-М»



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Правительство
Магаданской
области



Мэрия города
Магадана