

Карельский научный центр
Российской академии наук

ТРУДЫ

КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 4, 2016

Серия ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Петрозаводск
2016

Главный редактор

А. Ф. ТИТОВ, член-корр. РАН, д. б. н., проф.

Редакционный совет

А. М. АСХАБОВ, академик РАН, д. г.-м. н., проф.; Т. ВИХАВАЙНЕН, доктор истории, проф.; А. В. ВОРОНИН, д. т. н., проф.; С. П. ГРИППА, к. г. н., доцент; Э. В. ИВАНТЕР, член-корр. РАН, д. б. н., проф.; А. С. ИСАЕВ, академик РАН, д. б. н., проф.; А. М. КРЫШЕНЬ (зам. главного редактора), д. б. н.; Е. В. КУДРЯШОВА, д. флс. н., проф.; В. В. МАЗАЛОВ, д. ф.-м. н., проф.; И. И. МУЛЛОНЕН, д. фил. н., проф.; Н. Н. НЕМОВА, член-корр. РАН, д. б. н., проф.; В. В. ОКРЕПИЛОВ, академик РАН, д. э. н.; О. Н. ПУГАЧЕВ, член-корр. РАН, д. б. н.; Ю. В. САВЕЛЬЕВ, д. э. н.; Д. А. СУБЕТТО, д. г. н.; Н. Н. ФИЛАТОВ, член-корр. РАН, д. г. н., проф.; В. В. ЩИПЦОВ, д. г.-м. н., проф.

Editor-in-Chief

A. F. TITOV, RAS Corr. Fellow, DSc (Biol.), Prof.

Editorial Council

A. M. ASKHABOV, RAS Academician, DSc (Geol.-Miner.), Prof.; N. N. FILATOV, RAS Corr. Fellow, DSc (Geog.), Prof.; S. P. GRIPPA, PhD (Geog.), Assistant Prof.; A. S. ISAEV, RAS Academician, DSc (Biol.), Prof.; E. V. IVANTER, RAS Corr. Fellow, DSc (Biol.), Prof.; A. M. KRYSHEN' (Deputy Editor-in-Chief), DSc (Biol.); E. V. KUDRYASHOVA, DSc (Phil.), Prof.; V. V. MAZALOV, DSc (Phys.-Math.), Prof.; I. I. MULLONEN, DSc (Philol.), Prof.; N. N. NEMOVA, RAS Corr. Fellow, DSc (Biol.), Prof.; V. V. OKREPILOV, RAS Academician, DSc (Econ.); O. N. PUGACHYOV, RAS Corr. Fellow, DSc (Biol.); Yu. V. SAVELIEV, DSc (Econ.); V. V. SHCHIPTSOV, DSc (Geol.-Miner.), Prof.; D. A. SUBETTO, DSc (Geog.); T. VIHAVAINEN, PhD (Hist.), Prof.; A. V. VORONIN, DSc (Tech.), Prof.

Редакционная коллегия серии «Экологические исследования»

К. С. БОБКОВА, д. б. н., проф.; А. Е. ВЕСЕЛОВ, д. б. н., проф.; А. Н. ГРОМЦЕВ, д. с.-х. н.; П. И. ДАНИЛОВ, д. б. н., проф.; С. Р. ЗНАМЕНСКИЙ (отв. секретарь), к. б. н.; Н. В. ИЛЬМАСТ (зам. отв. редактора), д. б. н., доцент; Н. М. КАЛИНКИНА, д. б. н.; А. М. КРЫШЕНЬ, д. б. н.; О. Л. КУЗНЕЦОВ (отв. редактор), д. б. н.; П. А. ЛОЗОВИК, д. х. н., доцент; А. М. МАКАРОВ, д. б. н., проф.; В. А. МАСЛОБОЕВ, д. т. н., проф.; С. А. СВЕТОВ, д. г.-м. н., проф.; Н. Г. ФЕДОРЕЦ, д. с.-х. н., проф.; В. Т. ЯРМИШКО, д. б. н., проф.

Editorial Board of the «Ecological Studies» Series

K. S. BOBKOVA, DSc (Biol.), Prof.; P. I. DANILOV, DSc (Biol.), Prof.; N. G. FEDORETS, DSc (Agr.), Prof.; A. N. GROMTSEV, DSc (Agr.); N. V. ILMAST (Deputy Editor-in-Charge), DSc (Biol.), Assistant Prof.; N. M. KALINKINA, DSc (Biol.); A. M. KRYSHEN', DSc (Biol.); O. L. KUZNETSOV (Editor-in-Charge), DSc (Biol.); P. A. LOZOVIK, DSc (Chem.), Assistant Prof.; A. M. MAKAROV, DSc (Biol.), Prof.; V. A. MASLOBOEV, DSc (Tech.), Prof.; S. A. SVETOV, DSc (Geol.-Miner.), Prof.; A. E. VESELOV, DSc (Biol.), Prof.; V. T. YARMISHKO, DSc (Biol.), Prof.; S. R. ZNAMENSKIY (Executive Secretary), PhD (Biol.).

ISSN 1997-3217 (печатная версия)

ISSN 2312-4504 (онлайн-версия)

Адрес редакции: 185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

тел. (8142)762018; факс (8142)769600

E-mail: trudy@krc.karelia.ru

Электронная полнотекстовая версия: <http://transactions.krc.karelia.ru>

© Карельский научный центр РАН, 2016

© Институт водных проблем Севера

Карельского научного центра РАН, 2016

© Институт биологии Карельского научного центра РАН, 2016

© Институт леса Карельского научного центра РАН, 2016

УДК 574.587 (470.21 / .22).000.93

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕК КАРЕЛИИ И МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. А. Барышев

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Приведен обзор исследований зообентоса рек на территории Карелии и Мурманской области, в которых принимали участие многие научные учреждения Северо-Запада России. Выделено четыре периода исследований в соответствии с объемами и целями работ: до 1926 года – собраны отрывочные сведения о животном мире некоторых рек; с 1926 по 1949 год – организованы специальные экспедиции, выявлен состав и количественные характеристики донных сообществ отдельных водотоков; с 1950 по 1994 год – организована работа специализированных научных учреждений, получены ценные в рыбохозяйственном отношении сведения (размер кормовой базы для молоди лососевых рыб, влияние хозяйственной деятельности на структуру донных сообществ); с 1995 года по настоящее время – существенно расширен спектр исследований, уделено внимание локальным проблемам и частным вопросам, что обеспечило детальные и подробные результаты, а использование современных методов обобщения материала сделало возможной работу с большими массивами данных. Реки Карелии и Мурманской области, таким образом, отличаются высокой гидробиологической изученностью, однако остаются актуальными задачи по выявлению закономерностей формирования макрозообентоса и в естественных экосистемах, и при антропогенных изменениях окружающей среды.

Ключевые слова: донные сообщества; беспозвоночные организмы; изученность; водотоки; Северо-Запад; Фенноскандия; Кольский полуостров.

I. A. Baryshev. HISTORY OF THE STUDY OF MACROZOOBENTHOS IN RIVERS OF KARELIA AND MURMANSK REGION

A review of studies of zoobenthos in rivers of Karelia and the Murmansk Region is presented. Many scientific institutions of Northwest of Russia took part in these activities. Four study periods have been distinguished according to the scope and goals of the work: prior to 1926 – the first bits of information about the animal population of some rivers were collected; from 1926 to 1949 – targeted expeditions were organized, the composition and abundances of benthic communities in some rivers of Karelia and the Kola Peninsula were determined; from 1950 to 1994 – specialized research institutions were established, information of value for fisheries and fish farming was collected (forage resources available to juvenile salmonids, human impact on the structure of benthic communities); from 1995 onwards – the range of research has been significantly broadened, particular attention is given to local problems and specific issues, yielding detailed results on the one hand, and the use of modern methods of generalization made it possible to process large data sets on the other hand. For many rivers the composition and structure of zoobenthos, their seasonal dynamics were discovered. The patterns of functioning of benthic communities under human impact, as well as in areas receiving limnological flow have been studied.

The zoobenthos of rivers of Karelia and the Murmansk Region thus has a long history of studies. However, the task of identifying patterns in the formation of macrozoobenthos in natural ecosystems and under human-induced environmental changes is still relevant and important.

Key words: benthic communities; invertebrates; coverage by studies; watercourses; Fennoscandia; Northwest Russia; Kola Peninsula.

Введение

Карелия и Мурманская область относятся к числу регионов России, обладающих обширной сетью рек (около 23,6 и 18,2 тыс.), которая принадлежит к бассейнам Баренцева, Белого и Балтийского морей [Ресурсы..., 1965, 1970]. Реки играют существенную роль в формировании водного баланса, имеют важное хозяйственное и рекреационное значение, что обусловило актуальность поиска путей рационального использования этого ресурса. Управление рыболовным потенциалом, необходимость восстановительных работ после лесосплава, оценка последствий загрязнений потребовали изучения всех компонентов экосистемы водотоков, в частности населения дна – зообентоса. Реки Карелии и Мурманской области близки по морфометрическим характеристикам, объединены в один гидрологический тип – кольский и входят в одну лимнобиологическую область – Карело-Кольскую [Жизнь..., 1950; Жадин, Герд, 1961]. Характерные особенности рек: большая озерность их бассейнов, колеблющаяся в пределах 2–10 %, а местами превышающая 15 %; ступенчатый продольный профиль с чередованием плесов или проточных озер и порогов с большими падениями. Речные долины слабо разработаны, поймы почти отсутствуют.

В исследовании донных речных сообществ рек Карелии и Мурманской области можно условно выделить четыре периода: до 1926 г.; с 1926 по 1949 год; с 1950 по 1994 год; с 1995 г. по настоящее время. В первый период (до 1926 г.) исследования носили отрывочный характер. В ходе экспедиций отдельных естествоиспытателей происходило картографирование речной сети, накопление информации о гидрологическом режиме рек и их ихтиофауне, запасах хозяйственно ценных рыб. Второй период (1926–1949 гг.) отличается от предыдущего хорошо организованными экспедициями групп ученых. В 1926 г. в Карелию переведена Бородинская биологическая станция; в 1936 г. для изучения рек Кольского полуострова организована комплексная экспедиция под руководством В. И. Жадина. В эти годы были получены первые научные сведения о составе

зообентоса рек. Третий период (1950–1994 гг.) характеризуется специальными подробными исследованиями видового состава и количественных характеристик донных речных сообществ. В это время проводили исследования сотрудники таких учреждений, как Карельский филиал Академии наук СССР, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н. М. Книповича (ПИНРО), Кольский филиал АН СССР. Был накоплен объемный материал, позволивший обобщить данные по составу и обилию зообентоса рек, его сезонной динамике, оценке кормовых условий для молоди промысловых рыб. С 1995 г. начинается четвертый период в исследовании реофильного зообентоса, обусловленный расширением спектра задач и появлением новых методов. Усиливается внимание к изучению экологии донных сообществ отдельных бассейнов и территорий, к детальным исследованиям с использованием статистических методов.

1926 год

Изучение внутренних водоемов Карелии началось с озер, и в первую очередь, крупных – Онежского и Ладожского [Озерецковский, 1792; Кесслер, 1868]. Наиболее ранние материалы о беломорских реках можно найти в трудах Н. Я. Данилевского «Исследование о состоянии рыболовства в России» [1862, 1875] и работе К. Ф. Кесслера «Описание рыб С.-Петербургской губернии» [1864].

Первые сведения о реках Кольского полуострова содержатся в очерке Н. В. Кудрявцева «Русская Лапландия» [1884], в котором описаны озеро Имандра и реки, в него впадающие. В 1898 году была организована разведочная экспедиция на Мурман, в которой участвовали Л. Л. Брейтфус, В. К. Солдатов, В. Л. Исаченко и П. Л. Фирлей. Основное внимание уделялось исследованиям возможности и особенностям морского промысла. Помимо непосредственных данных о морском промысле, полученных за несколько сезонов, были представлены материалы по климатическим условиям Кольского полуострова, по гидрологии рек, животному

миру [Статистическое исследование..., 1902, 1903, 1904]. Таким образом, на первом этапе отрывочные сведения о речных сообществах были собраны попутно со сбором данных о рыболовстве и гидрологических особенностях водоемов, что подготовило почву для начала системных исследований.

1926–1949 годы

В 1926 г. в Карелию переведена Бородинская биологическая станция Ленинградского Общества естествоиспытателей, директором которой был назначен проф. Б. В. Перфильев. Научные сотрудники станции провели ряд гидрологических, гидробиологических и ихтиологических работ, в том числе и на реках, что можно считать началом целенаправленного изучения речных беспозвоночных. В. К. Чернов [1927] по результатам обследования рек Суны, Шуи, Лососинки и Косалмского протока приводит списки обнаруженных видов, в том числе и водных беспозвоночных. В эти годы выходят работы С. Г. Лепневой «Личинки ручейников Олонецкого края» [1928] и А. В. Мартынова «Trichoptera сборов Олонецкой научной экспедиции» [1928]. К этому периоду относятся сборы ручейников финского исследователя О. Нибомы, произведенные на территории южной Карелии и опубликованные позднее [Nybom, 1960].

Началом целенаправленных исследований бентоса рек Кольского полуострова послужили гидробиологические работы, проведенные на водотоках бассейнов Варзуги и Умбы летом 1936 г. экспедицией под руководством В. И. Жадина [Жадин, 1940]. В ходе выполнения работ получены сведения о гидрохимических особенностях вод, обследованы биотопы речного дна, выявлен состав и количественные характеристики макрозообентоса.

Военные действия 1939–1945 гг. приостановили научно-исследовательские работы вплоть до 50-х годов. Однако в этот период были собраны первые достаточно подробные материалы о составе и количественных характеристиках донных сообществ водотоков южной части Карелии и южной части Кольского полуострова.

1950–1994 годы

После Второй мировой войны исследования зообентоса рек продолжились. Принципиально новые задачи были сформулированы на междуминистерственном совещании «Теоретические основы рационального использования, воспроизводства и повышения рыбных и нерыбных

ресурсов Белого моря и внутренних водоемов Карелии», проведенном в Петрозаводске в 1960 г. [Паленичко, 1961]. В результате реализации принятого плана исследований с 1962 года зообентос рек Карелии стал объектом подробных исследований, проводимых сотрудниками Карельского филиала Академии наук СССР (Институт биологии и Отдел водных проблем). Фауну и экологию мошек (одной из постоянных групп реофильного зообентоса) в Карелии и Мурманской области изучала З. В. Усова. Опубликованная ею монография до настоящего времени является наиболее подробным источником данных о мошках региона [Усова, 1961]. В начале 60-х годов О. Л. Качалова проводила изучение фауны ручейников как в озерах, так и в реках Карелии [Качалова, 1964, 1965]. Т. И. Подболотова и В. В. Хренников в 1972 году получили данные по качественному составу, численности и биомассе бентоса порогов рек Кумса, Лижма, Пяльма, Туба, Немина, Филиппа и Уница [Подболотова, Хренников, 1972]. В результате исследования донных биоценозов реки Лижмы установлено, что преобладающим на пороговых участках является литореофильный биоценоз [Хренников, 1973]. Особое внимание в этот период уделялось оценке кормовой базы нерестово-выростных участков лососевых рек Карелии – Лижмы, Пяльмы, Тубы [Хренников, 1975; Шустов, Хренников, 1976; Смирнов и др., 1976]. В 1970 г. на отчетной сессии СевНИОРХа в докладе В. И. Попченко «О фауне беспозвоночных текучих водоемов бассейна Онежского озера» были представлены данные о составе донных сообществ 47 рек Карелии – Шуи, Суны, Лижмы, Тубы и др. [Попченко, 1971]. В 1978 году опубликована сводка о бентосе и дрефте беспозвоночных притоков Онежского озера (Шуя, Суна, Лижма, Уница, Кумса, Немина, Иссельга, Филиппа, Пяльма и Туба), в которой содержатся данные о видовом составе, преобладающих в реках биоценозах, роли макрофитов в формировании донных сообществ и влиянии озерности реки на состав и количество зообентоса [Хренников, 1978; Шустов, 1978]. Донные биоценозы верхнего течения р. Кеми обследованы А. В. Рябинкиным [1983]. На основе собранного в 1970–1984 гг. материала уточнены и дополнены сведения о сезонной динамике донных сообществ в лососевых реках Пяльма, Туба, Уница, Лижма и Кумса [Хренников, 1987]. В реках бассейна Онежского озера (Туба, Пяльма, Лижма и др.) исследован систематический состав дрефта, его сезонная динамика с марта по сентябрь, а также суточная динамика численности основных групп беспозвоночных

[Шустов, 1977, 1983; Полякова, 1990]. Проведены эксперименты по заселению речных грунтов, выявлены особенности роста и дыхания личинок некоторых видов мошек [Хренников, 1983; Кухарев, 1990].

С 80-х годов в связи с интенсификацией сельского хозяйства и развитием промышленности все большее значение стала приобретать проблема антропогенного воздействия на речные экосистемы. Исследовано влияние лесной и сельскохозяйственной мелиорации, интенсификации лесного и сельского хозяйства на гидробиологический режим рек Карелии [Широков и др., 1983; Смирнов и др., 1983; Рыжков и др., 1990]. Большое внимание уделяли вопросам восстановления русел и донных сообществ рек, нарушенных хозяйственной деятельностью [Смирнов и др., 1979]. Влияние загрязнения рек на структуру зообентоса изучали с использованием системы индикации качества вод по биологическим показателям, адаптированной для условий Карелии [Кухарев, 1982, 1984, 1985, 1986, 1988, 1992]. Состояние малых притоков использовали для оценки их влияния на формирование качества прибрежных вод Онежского озера [Кухарев, Литвиненко, 1990].

В реках Мурманской области послевоенные исследования реофильного зообентоса начались с оценки кормовых ресурсов ценных промысловых рыб. Так, наряду с характеристикой нерестово-выростных участков были получены первые сведения о кормовой базе молоди лосося в реке Варзуга [Михин, 1959]. Большой объем работ по оценке кормовых условий для молоди лосося в реках проведен при сотрудничестве Карельского филиала Академии наук СССР и Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н. М. Книповича (ПИНРО). Так, в реках Порья, Кузрека, Ура, Пялица, Кола и др. были выявлены количественные характеристики бентоса и дрефта беспозвоночных [Хренников и др., 1977; Шустов, 1978; Хренников, Шустов, 1978; Хренников, 1981; Широков, 1981; Шустов и др., 1986; Комулайнен и др., 1985; Круглова и др., 1985; Смирнов и др., 1985]. В результате обобщения полученных материалов по кормовым ресурсам малых рек Карелии и Кольского полуострова предложены пути интенсификации их использования [Смирнов и др., 1982]. Связь между суточной динамикой дрефта и ритмикой питания молоди семги была выявлена на примере рек Кола и Порья В. Н. Задориной [1985, 1986]. Значение личинок хирономид (*Chironomidae*) в питании рыб р. Варзуга показано О. С. Цембером [1990].

Комплексные гидробиологические съемки проводились на реке Йоканьга (Кольский п-ов) в 1987–1990 гг. Для исследования рыбохозяйственного потенциала реки были изучены и кормовые условия для молоди лосося – состав макрозообентоса, его численность и биомасса, структура дрефта беспозвоночных (бентостока). В работах приняли участие сотрудники ПИНРО, Карельского филиала АН СССР, Коми филиала АН СССР [Лососевые реки..., 1991; Шубина, 1999].

Подробные исследования структуры пресноводного зообентоса и реакции донных сообществ на загрязнения на территории Северной Фенноскандии с 1979 г. проводил В. А. Яковлев, сотрудник Кольского филиала Академии наук СССР (позднее Кольского научного центра РАН) [Яковлев, 1988, 1991]. Наряду с озерами были исследованы и реки.

Опыт и наработки, полученные в полевых условиях, послужили основой для подготовки ряда методических пособий. Разработаны методика изучения дрефта беспозвоночных в реке [Шустов, Широков, 1980], рекомендации по выбору экспозиции ловушки при сборе проб дрефта [Задорина, 1987], сводные методики изучения гидробиологического режима малых рек, охватывающие макрофлору, перифитон, зоопланктон, зообентос и дрефт [Комулайнен и др., 1989].

Таким образом, в ходе третьего этапа были проведены подробные исследования зообентоса рек. Уточнен видовой состав зообентоса, получены первые сведения о процессе и факторах формирования донных сообществ. Значительное внимание уделялось решению прикладных задач. Оценены кормовые ресурсы молоди лососевых рыб в реках бассейнов Балтийского, Белого и Баренцева морей; произведен поиск путей увеличения продуктивности внутренних вод. Уделено внимание последствиям хозяйственной деятельности на структуру донных сообществ. Разработаны и опробованы методики количественного учета зообентоса рек.

1995 год и далее

В девяностые годы прошлого века в организации и тематике научных исследований произошел ряд изменений, что позволило нам выделить новый период. Так, в девяностые годы в связи с организацией национальных парков стали востребованы исследования охраняемых природных территорий. В рамках этого направления были изучены гидробиологические особенности рек созданного национального

парка «Паанаярви» [Хренников, 1995; Широков, Хренников, 1995]. Кроме сотрудников Карельского научного центра РАН в работах приняли участие и коллеги из Финляндии, описавшие донные сообщества рек и фауну амфибиотических насекомых этой территории [Huhta et al., 1993; Bagge et al., 2004]. Немного позднее проведена гидробиологическая оценка территории национальных парков «Койтайоки», «Тулос» и «Калевальский», ландшафтного заказника «Сыроватка» [Власова и др., 1997, 1998а, б; Кухарев, 2003в]. Видовой состав и количественные характеристики реофильных донных сообществ были выявлены в реках заповедника «Кивач» [Барышев, 2008а; Комулайнен и др., 2011]. В дальнейшем данные о гидробиологических характеристиках водных экосистем особо охраняемых природных территорий были обобщены [Куликова и др., 2009]. В рамках изучения вопроса о возможной рекультивации реки Лососинки, протекающей по территории г. Петрозаводска, оценивали состояние донных сообществ, возможности кормовых ресурсов и условия обитания в ней для молоди лосося при искусственном заселении [Хренников и др., 1998; Барышев и др., 2001].

Большое внимание на этом этапе уделялось исследованиям экологии и механизмов функционирования донных сообществ. Так, установлены факторы мозаичности речных гидробиоценозов [Хренников и др., 1990]. Описаны экологические аспекты обитания личинок ручейников на пороговых участках лососевых рек [Хренников, 1998]. Исследовано перемещение донных беспозвоночных по руслу реки при снижении уровня воды [Барышев, 2008б]. Продолжены исследования фауны амфибиотических насекомых, в частности, установлены местообитания некоторых редких видов ручейников [Барышев, 2009]. Подробно описаны особые сообщества донных беспозвоночных на истоках из проточных озер, отличающиеся многократно повышенной биомассой и продукцией [Кухарев, Комулайнен, 2006; Барышев, Кухарев, 2011]. Сезонная динамика зообентоса и дрефта беспозвоночных была выявлена для рек Онежского озера [Барышев, Веселов, 2007]. Оценено влияние рыбоводных ферм на водотоки, в частности на р. Сяпся [Комулайнен и др., 2007]. Применение методов многомерной статистики позволило установить ведущие комплексы факторов формирования сообществ макрозообентоса пороговых участков – климатические условия, близость проточных озер и степень урбанизации территории [Барышев, 2014].

В этот период на территории Карелии продолжались исследования реакции сообществ

донных беспозвоночных на загрязнения, вызванные хозяйственной деятельностью. Так, сотрудники Карельского научного центра РАН изучали влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти [Кухарев, 1995; Кухарев и др., 1998]. Удалось выявить структурно-функциональные изменения сообществ макрозообентоса водотоков Карелии при различных типах антропогенных воздействий [Калинкина и др., 2002; Кухарев, 2006].

Большое внимание на этом этапе стали уделять исследованиям макрозообентоса рек отдельных районов или водосборов. Так, выявлены фауна и структура донных сообществ пороговых участков рек Северного Приладожья [Рябинкин и др., 2000б; Кухарев, 2003б] и плесовых участков притоков Ладожского озера [Беляков, 2006]. Проведены инвентаризация и изучение биологического разнообразия в центральной [Рябинкин, Кухарев, 2001] и приграничной с Финляндией [Рябинкин, Кухарев, 1998] частях Карелии, даны оценка и рекомендации по охране водной фауны Вепсской волости [Кухарев, 2005]. Продолжены исследования зообентоса водотоков бассейна р. Шуя [Барышев, 2013]. Выявлена структура донных сообществ рек Карельского побережья Белого моря (Кереть, Летняя, Никольская, Кемь и др.) [Рябинкин и др., 1999; Кухарев, 2003а, 2008; Долотов и др., 2005; Чужекова и др., 2010; Барышев, 2015]. Исследованы структура и функционирование сообществ водных организмов в реках южного (Поморского) побережья Белого моря [Комулайнен и др., 2012]. Показаны особенности структуры сообществ водных организмов притоков Выгозерского водохранилища [Комулайнен и др., 2013а]. Выявлены особенности зообентоса рек Карельского, Терского и Архангельского берегов Белого моря [Барышев, Веселов, 2005]. Показаны общность и различие структуры зообентоса рек Онежского озера и Белого моря [Khrennikov et al., 2007]. В ходе комплексных исследований выявлены фауна и гидробиологические особенности водотоков Заонежского полуострова [Рябинкин и др., 2000а; Комулайнен и др., 2013б]. В Институте биологии Карельского научного центра РАН создана база данных по составу и обилию зообентоса порогов рек Восточной Фенноскандии [Свидетельство..., 2012].

В реках Мурманской области были проанализированы структура донных биоценозов и дрефт беспозвоночных в реках восточной части Кольского полуострова (Поной, Лиходевка, Пулоньга, Чапома, Югин, Стрельня, Рында) [Комулайнен и др., 1998; Барышев и др.,

2013]. Проведено дальнейшее исследование структуры пресноводного зообентоса и реакции донных сообществ на загрязнения в озерах и реках [Яковлев, 1998, 2000, 2004, 2005]. Исследовано формирование зообентоса пороговых участков рек Северо-Запада Мурманской области в зоне повышенных концентраций тяжелых металлов [Барышев, 2010]. Мониторинг изменений пресноводных экосистем Кольского полуострова в условиях техногенного загрязнения организован сотрудниками Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН [Денисов и др., 2009; Кашулин и др., 2012]. Были выявлены структура и особенности реофильных сообществ макрозообентоса юго-западной части Кольского полуострова [Чертопруд, Палатов, 2013].

Таким образом, в 90-х годах произошло существенное расширение тематики исследований. На передний план вышли детальные исследования донных сообществ локальных территорий, в частности национальных парков, и подробный анализ механизмов их функционирования. Большое внимание уделяется контролю состояния окружающей среды. В широкую практику стали входить сложные математические и статистические расчеты, выполненные при помощи вычислительной техники.

Заключение

Макрозообентос рек Карелии и Мурманской области, его состав, обилие, реакция на изменение окружающей среды более века является объектом внимания большого количества исследователей. Решаемые задачи постепенно расширялись – от оценки кормовой базы промысловых рыб и степени антропогенного воздействия до выявления механизмов функционирования донных экосистем.

На начальном этапе были собраны первые отрывочные сведения о составе зообентоса некоторых рек. Целенаправленные экспедиции, организованные на втором этапе, выявили состав и количественные характеристики донных сообществ водотоков южной части Карелии и южной части Кольского полуострова. Хорошо организованная работа специализированных учреждений на третьем этапе позволила получить ценные в рыбохозяйственном отношении данные (размер кормовой базы для молоди лососевых рыб, влияние хозяйственной деятельности на структуры донных сообществ). Существенное расширение спектра исследований на четвертом этапе позволило уделить внимание локальным проблемам

и частным вопросам, что обеспечило детальные и подробные результаты, а использование современных методов обобщения материала сделало возможным работу с большими массивами данных. Для многих рек были установлены состав и количественные характеристики зообентоса, их сезонная динамика. Выявлены закономерности функционирования донных сообществ в условиях антропогенного воздействия, в зонах поступления лимнического стока.

В настоящее время реки Карелии и Мурманской области отличаются высокой гидробиологической изученностью. Наиболее подробно обследованы водотоки, находящиеся в хорошей транспортной доступности, и реки, имеющие важное хозяйственное значение. Вместе с тем есть труднодоступные территории, в частности в центральной части Кольского полуострова, где подробных исследований макрозообентоса еще не проводили. Остаются актуальными задачи по выявлению закономерностей формирования макрозообентоса как в нетронутых природных экосистемах, так и при изменениях окружающей среды, в частности, при антропогенных воздействиях различной природы: трансформации ландшафтов, изменении стока в результате сельскохозяйственных работ, промышленном рыбоводстве.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания № 0221–2014–0005.

Литература

Барышев И. А. Дополнение к фауне амфибиотических и водных насекомых заповедника «Кивач» // Труды Государственного природного заповедника «Кивач». Вып. 4. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008а. С. 147–149.

Барышев И. А. Распределение организмов зообентоса при снижении уровня воды в малой реке // Биология внутренних вод. 2008б. №4. С. 81–85.

Барышев И. А. Первая находка ручейника *Chimarra marginata* (L.) (Trichoptera, Insecta) в бассейне Онежского озера и рекомендация по включению его в Красную книгу Республики Карелия // Труды КарНЦ РАН. 2009. № 1. С. 98–100.

Барышев И. А. Формирование зообентоса пороговых участков рек северо-запада Мурманской области в зоне повышенных концентраций тяжелых металлов // Труды КарНЦ РАН. 2010. № 1. С. 105–112.

Барышев И. А. Современное состояние и долговременные изменения зообентоса пороговых участков реки Шуя и ее притока – реки Сяся (Карелия, бас. Онежского озера) // Труды Государственного природного заповедника «Кивач». Вып. 6. Петрозаводск: ПетрГУ, 2013. С. 114–119.

Барышев И. А. Факторы формирования сообществ макрозообентоса каменистых порогов и перекатов водотоков Восточной Фенноскандии // Журнал общей биологии. 2014. №2. С. 124–131.

Барышев И. А. Особенности формирования структуры макрозообентоса пороговых участков рек Карельского берега Белого моря // Труды КарНЦ РАН. 2015. №1. С. 29–36.

Барышев И. А., Хренников В. В., Лузгин В. К. Влияние городских стоков на бентосных беспозвоночных пороговых участков реки Лососинка // Биология внутренних вод. Борок. 2001. №4. С. 73–78.

Барышев И. А., Веселов А. Е. Количественная характеристика зообентоса некоторых рек бассейна Белого моря (Карельский, Терский и Архангельский берега). Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. С. 23–30.

Барышев И. А., Веселов А. Е. Сезонная динамика бентоса и дрефта беспозвоночных организмов в некоторых притоках Онежского озера // Биология внутренних вод. 2007. №1. С. 80–86.

Барышев И. А., Кухарев В. И. Влияние проточного озера на структуру зообентоса в реке с быстрым течением (на примере р. Лижма, бассейн Онежского озера) // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2011. №6 (119). С. 16–19.

Барышев И. А., Белякова Е. Н., Веселов А. Е. Зообентос пороговых участков лососевых рек юго-востока Кольского полуострова // Биология внутренних вод. 2013. №4. С. 43–51.

Беляков В. П. Состав и структура зообентоса притоков Ладожского озера // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. СПб.: Лема, 2006. С. 108–113.

Власова Л. И., Кухарев В. И., Литвиненко А. В. и др. Гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая характеристика и оценка территории // Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическая экспертиза национального парка «Койтойоки». Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1997. С. 12–14.

Власова Л. И., Ильмаст Н. В., Карпечко В. А. и др. Гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и ихтиологические особенности территории планируемого национального парка «Тулос» // Инвентаризация биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия (опер.-информ. матер.) / Ред. В. И. Крутов, А. Н. Громцев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998а. С. 143–154.

Власова Л. И., Комулайнен С. Ф., Кухарев В. И. и др. Гидрографическая, метеорологическая, гидрохимическая и гидробиологическая характеристика и оценка территории // Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский». Препринт докл. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998б. С. 8–12.

Данилевский Н. Я. Рыбные промыслы в Белом и Ледовитом морях // Исследование о состоянии рыболовства в России. Т. 6. СПб. 1862. 257 с.

Данилевский Н. Я. Описание рыболовства в северо-западных озерах // Исследование состояния рыболовства в России. Т. 9. СПб. 1875. С. 40–88.

Денисов Д. Б., Кашулин Н. А., Терентьев П. М., Валькова С. А. Современные тенденции изменения биоты пресноводных экосистем Мурманской области // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2009. Т. 12, №3. С. 525–538.

Долотов Ю. С., Филатов Н. Н., Шевченко В. П. и др. Мониторинг приливно-отливных обстановок в эстуариях Карельского побережья Белого моря // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, №6. С. 670–688.

Жадин В. И. Фауна рек и водохранилищ // Тр. Зоол. ин-та. 1940. Т. 5, вып. 3–4. 992 с.

Жадин В. И., Герд С. В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. Москва: Учпедгиз, 1961. 597 с.

Жизнь пресных вод СССР. Т. 3 / Под ред. В. И. Жадина, Е. Н. Павловского. М.; Л.: АН СССР, 1950. 911 с.

Задорина В. М. Суточная динамика дрефта и суточная ритмика питания молоди семги в реках Кольского полуострова // Проблемы биологии и экологии атлантического лосося. Л.: Наука, 1985. С. 120–129.

Задорина В. М. Некоторые сведения о кормовой базе и ее использовании молодь семги в р. Порья // Состояние и перспективы развития лососевого хозяйства Европейского Севера. Мурманск: ПИНРО, 1986. С. 59–67.

Задорина В. М. Выбор экспозиции ловушки при сборе проб дрефта // Гидробиологический журнал. 1987. Т. 23, №2. С. 79–83.

Калинкина Н. М., Кухарев В. И., Горьковец В. Я. и др. Техногенное изменение состава природных вод севера Карелии // Геоэкология. 2002. №4. С. 333–339.

Качалова О. Л. Сравнительный обзор фауны ручейников Латвии и Карелии // Latvijas Entomol. 1964. Вып. 4. С. 25–41.

Качалова О. Л. Ручейники Карелии // Фауна озер Карелии. М.; Л.: Наука, 1965. С. 209–220.

Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Валькова С. А. и др. Современные тенденции изменений пресноводных экосистем евро-арктического региона // Труды Кольского науч. центра РАН. 2012. Т. 1, №2. С. 7–54.

Кесслер К. Ф. Описание рыб, которые встречаются в водах С.-Петербургской губернии. Изд. Русск. энтомолог. общества. СПб. 1864.

Кесслер К. Ф. Материалы для познания Онежского озера и Обонежского края преимущественно в зоологическом отношении. Приложение к Трудам первого съезда русск. естествоиспыт. 1868.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В. Основные черты гидробиологического режима реки Колы // Пробл. изуч., рац. использования и охраны природных ресурсов Белого моря: тез. докл. Архангельск: Б. и., 1985. С. 116–118.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. 40 с.

Комулайнен С. Ф., Хренников В. В., Широков В. А., Кашин Е. А. Структура донных биоценозов и дрейф беспозвоночных в некоторых реках восточной части Кольского полуострова // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 111–134.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Гидробиоценозы р. Сяпся (бас. Онежского озера) в условиях воздействия стоков форелевой фермы // Рыболовство и рыбное хозяйство. 2007. № 2. С. 17–23.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А., Сластина Ю. Л. Структура гидробиоценозов некоторых водоемов заповедника «Кивач» // Тр. Гос. природн. зап. «Кивач». Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. Вып. 5. С. 155–165.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Структура и функционирование сообществ водных организмов в реках южного (Поморского) побережья Белого моря // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. 2012. Вып. 1. С. 109–125.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Структура сообществ водных организмов притоков Выгозерского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2013а. № 3. С. 261–270.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. и др. Гидробиологические особенности водоемов и водотоков // В кн. Сельговые ландшафты Заонежского полуострова: природные особенности, история освоения и сохранение / Ред. А. Н. Громцев. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2013б. С. 139–147.

Круглова А. Н., Комулайнен С. Ф., Хренников В. В., Широков В. А. Кормовая база молоди семги в реке Кола // Исследования популяц. биологии и экологии лососевых рыб водоемов Севера. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1985. С. 38–60.

Кудрявцев Н. В. Русская Лапландия // Журнал министерства народного просвещения. Шестое десятилетие. СПб.: Тип. В. С. Балашева, 1884. Ч. 1. 34 с.; ч. 2. 33 с.

Куликова Т. П., Кухарев В. И., Рябинкин А. В., Чекрыжева Т. А. Гидробиологическая характеристика водных экосистем особо охраняемых природных территорий Республики Карелия // Труды Карельского научного центра РАН. 2009. № 2. С. 56–70.

Кухарев В. И. О применении биотического индекса в условиях южной Карелии // Исследование озерно-речных систем Карелии. Петрозаводск: Карел. филиал АН СССР, 1982. С. 42–43.

Кухарев В. И. Зообентос как индикатор антропогенной нагрузки на водотоки бассейна реки Шуи // Элементы экосистемы Онежского озера и его бассейна. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. С. 34–37.

Кухарев В. И. Оценка степени загрязнения рек Северо-Западного Приладожья по бентическим организмам // Водное хозяйство Карельского Приладожья. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 36–44.

Кухарев В. И. Методические аспекты биологической оценки качества воды малых водотоков в связи с хозяйственной деятельностью на их водосборах

// Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Петрозаводск: ПетрГУ, 1986. С. 73–78.

Кухарев В. И. Оценка влияния дренажных стоков на качество вод водоприемников южной Карелии по бентическим организмам // Использование и охрана водных ресурсов бассейна Онежского озера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 99–132.

Кухарев В. И. Рост и дыхание некоторых видов личинок мошек // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1990. С. 115–127.

Кухарев В. И. Функционирование сообществ животных макробентоса малых рек Карелии в условиях загрязнения // Водные ресурсы Карелии и экология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1992. С. 98–110.

Кухарев В. И. Зообентос р. Кенти // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. С. 60–68.

Кухарев В. И. Макрозообентос устьевых участков некоторых притоков Белого моря // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003а. С. 113–118.

Кухарев В. И. Оценка разнообразия фауны макрозообентоса каменисто-песчаных биотопов Северо-Западного Приладожья // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003б. С. 110–113.

Кухарев В. И. Характеристика и оценка водной флоры и фауны. Макрозообентос // Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка». Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003 в. С. 77–81.

Кухарев В. И. Характеристика, оценка и рекомендации по охране водной флоры и фауны. Макрозообентос // Природные комплексы Вепсской волости: особенности, современное состояние, охрана и использование. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. С. 192–197.

Кухарев В. И. Структурно-функциональные изменения сообществ макрозообентоса водотоков Карелии при различных типах антропогенных воздействий // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии: кол. монография по мат-лам докл. на Междунар. конф. «Водная экология на заре XXI века», посв. столетию со дня рожд. проф. Г. Г. Винберга. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. С. 242–252.

Кухарев В. И. Макрозообентос // Скальные ландшафты Карельского побережья Белого моря: природные особенности, хозяйственное освоение, меры по сохранению. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 139–143.

Кухарев В. И., Литвиненко А. В. Влияние малых притоков на формирование качества прибрежных вод Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1990. С. 141–149.

Кухарев В. И., Калинкина Н. М., Дубровина Л. В. и др. Комплексная оценка эколого-техногенной нагрузки (Костомукшский ГОК) на водные экосистемы (р. Кенти) // Инженерная экология. 1998. №6. С. 33–41.

Кухарев В. И., Комулайнен С. Ф. Об оценке влияния озерного стока на сообщества прикрепленных речных организмов // IX Съезд Гидробиологического общества РАН. Тольятти, 18–22 сентября 2006 г.: тез. докл., т. 1. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. С. 257.

Лепнева С. Г. Личинки ручейников Олонецкого края // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. Л. 1928. Ч. 6, вып. 5. 125 с.

Лососевые реки Кольского полуострова. Р. Йоканьга. Мурманск: ПИНРО, 1991. 50 с.

Мартынов А. В. Trichoptera сборов Олонецкой научной экспедиции // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. Л. 1928. Ч. 6, вып. 4. 56 с.

Михин В. С. Рыбы р. Варзуга и их взаимоотношения с молодью семги // Изв. ВНИОРХа. 1959. Т. 48. С. 101–107.

Озерецковский Н. Я. Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг озера Ильмень. СПб.: Тип. Императорской Академии наук, 1792. 347 с.

Паленичко З. Г. Ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии // Вестник Академии наук СССР. 1961. №3. С. 124–125.

Подболотова Т. И., Хренников В. В. Донная фауна малых и средних лососевых рек бассейна Онежского озера // Науч. конф. биологов Карелии, посвящ. 50-летию образования СССР: тез. докл. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1972. С. 242–243.

Полякова Т. Н. Дрифт донных беспозвоночных на основных притоках Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1990. С. 99–114.

Полченко В. И. О фауне донных беспозвоночных текущих водоемов бассейна Онежского озера // Тез. Отчетной сессии СевНИОРХ о научно-исследовательских работах, сделанных в 1970 г. Петрозаводск, 1971. С. 74–77.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Карелия и Северо-Запад. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 2. 700 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Кольский полуостров. Л.: Гидрометеиздат, 1970. Том 1. 316 с.

Рыжков Л. П., Горохов А. В., Рябинкин А. В., Черышева Т. А. Экологическая оценка современного состояния озерно-речной системы реки Шуи // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: тез. докл. Сыктывкар: Коми науч. центр АН СССР, 1990. 14 с.

Рябинкин А. В. Донные биоценозы верхнего течения р. Кеми // Тезисы докл. 3-й республиканской конференции по проблеме рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1983. С. 58–60.

Рябинкин А. В., Кухарев В. И. Фауна водоемов (беспозвоночные). Макрозообентос // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики

Карелия (опер.-инф. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 60–162.

Рябинкин А. В., Власова Л. И., Калинкина Н. М. и др. Разнообразие флоры и фауны рек Карельского побережья Белого моря // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря (опер.-инф. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 114–131.

Рябинкин А. В., Кухарев В. И., Полякова Т. Н. Макрозообентос. Флора и фауна водных экосистем. Заонежский полуостров // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья (опер.-инф. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000а. С. 184–189.

Рябинкин А. В., Кухарев В. И., Полякова Т. Н. Макрозообентос. Флора и фауна водных экосистем. Северное Приладожье // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья (опер.-инф. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000б. С. 320–325.

Рябинкин А. В., Кухарев В. И. Макрозообентос. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменения // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии (опер.-инф. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. С. 189–197.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620030, 10.01.2012. Зообентос пороговых участков рек Восточной Фенноскандии / И. А. Барышев. Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН (RU).

Смирнов Ю. А., Шустов Ю. А., Хренников В. В. К характеристике поведения и питания молоди Онежского лосося *Salmo salar morpha sebago* (Girard) в зимний период // Вопросы ихтиологии. 1976. Т. 16, вып. 3. С. 557–559.

Смирнов Ю. А., Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н. и др. Основания к рекультивации лососевых рек и возможности повышения их производительности // Тез. докл. XX науч. конф. «Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии». Рига: Зинатме, 1979. Т. 1. С. 136–138.

Смирнов Ю. А., Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н. Кормовые ресурсы малых рек Карелии и Кольского полуострова и возможности интенсификации их использования // Повышение продуктивности и рационального использования биологических ресурсов Белого моря: материалы 1-го координац. совещ. Л.: Б. и., 1982. С. 81–82.

Смирнов Ю. А., Круглова А. Н., Комулайнен С. Ф. и др. Отражение интенсификации лесного и сельского хозяйства на реках Севера // Тез. докл. X Всесоюз. симпоз. «Биологические проблемы Севера». Магадан: Магаданское книжное издательство, 1983. Ч. 2. С. 283–284.

Смирнов Ю. А., Шустов Ю. А., Щуров И. Л. Условия обитания дикой и заводской молоди семги в реке Коле // Проблемы биологии и экологии атлантического лосося. Л.: Наука, 1985. С. 130–148.

Статистическое исследование Мурмана. СПб.: Тип. Исидора Гольдберга. 1902. Т. 1, вып. 1. Тресковый промысел. 457 с.; 1902. Т. 2, вып. 1. Описание колоний восточного берега и Кольской губы. 290 с.; 1904. Т. 1, вып. 2. Колонизация по материалам 1899, 1900 и 1902 гг. 330 с.; 1903. Т. 2, вып. 2. Описание колоний на запад от Кольской губы до границы Норвегии. 255 с.

Усова З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области (Diptera, Simuliidae). М.; Л.: АН СССР, 1961. 288 с.

Хренников В. В. Донные биоценозы р. Лижмы // Природные ресурсы Карелии и пути их рационального использования: тез. докл. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1973. С. 107–108.

Хренников В. В. К оценке кормовой базы нерестово-выростных угодий лососевых рек Карелии // Тез. докл. второй всесоюз. конф. молодых ученых по вопросам сравнит. морфологии и экологии животных. М.: Наука, 1975. С. 84–85.

Хренников В. В. Бентос притоков Онежского озера // В кн.: Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. С. 41–50.

Хренников В. В. Кормовые ресурсы нерестово-выростных участков р. Ура (бас. Баренцева моря) // Биол. пробл. Севера. 9 симпоз. Экология животных, физиология и биохимия человека и животных, адаптация человека к Северу, охрана природы: Тез. докл. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1981. Ч. 2. 61 с.

Хренников В. В. Механизм и скорость формирования донных биоценозов в лососевых реках // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1983. С. 146–162.

Хренников В. В. Сезонная динамика бентофауны в лососевых реках Карелии и Кольского полуострова // Вопросы лососевого хозяйства на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. С. 65–69.

Хренников В. В. Личинки ручейников в реках Паанаярвского национального парка // Природа и экосистемы Паанаярвского парка. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. С. 138–141.

Хренников В. В. Экологические аспекты обитания личинок ручейников на нерестово-выростных участках лососевых рек, их значение в питании молоди лосося *Salmo salar morpha sebago* (Girard) // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 141–146.

Хренников В. В., Шустов Ю. А., Круглова А. Н. Характеристика кормовой базы нерестово-выростных угодий семужьей реки Порья // Десятая СУСМБП Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европ. Севера: тез. докл. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1977. С. 67–68.

Хренников В. В., Шустов Ю. А. О зообентосе малых рек Кольского полуострова // Оперативно-информ. материалы компл. исслед. биоресурсов Карелии (Вопросы экологии, эксперим. зоологии и ботаники). Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 17–18.

Хренников В. В., Широков В. А., Комулайнен С. Ф. Факторы, определяющие мозаичность гидробиоценозов в малых реках // Биол. ресурсы Белого моря

и внутренних водоемов Европейского Севера: тез. докл. Сыктывкар: Коми научный центр АН СССР, 1990. 57 с.

Хренников В. В., Барышев И. А., Щуров И. Л. Возможности кормовых ресурсов реки Лососинки и условия обитания в ней молоди лосося *Salmo salar morpha sebago* (Girard) // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 147–157.

Цембер О. С. Личинки хирономид (*Chironomidae*) в питании рыб р. Варзуга (Кольский полуостров) // Симпозиум по атлантическому лососю: тез. докл. Сыктывкар, 1990. С. 11–18.

Чернов В. К. Результаты гидробиологического обследования рек Суны, Шуи, Лососинки и Косалмского протока // Тр. Бородинской биол. ст. 1927. Т. 5. С. 190–202.

Чертопруд М. В., Палатов Д. М. Реофильные сообщества макрозообентоса юго-западной части Кольского полуострова // Биология внутренних вод. 2013. № 4. С. 34–42.

Чужекова Т. А., Фатеев Д. А., Стогов И. А. Структурно-функциональные характеристики макрозообентоса нижнего течения реки Летняя (Карельский берег Белого моря) // Вестник СПбГУ. 2010. Сер. 3. Вып. 4. С. 52–60.

Широков В. А. Дрифт донных беспозвоночных лососевых рек Кольского полуострова // Тез. докл. II сессии ученого совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1981. С. 54–55.

Широков В. А., Хренников В. В., Круглова А. Н. Влияние лесной и сельскохозяйственной мелиорации на биологический режим р. Шуи // Биол. и рыбохоз. исслед. водоемов Прибалтики: тез. докл. XXI науч. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. Псков: Промрыбвод, 1983. Т. 1. С. 126–127.

Широков В. А., Хренников В. В. Кормовая база молоди кумжи в реке Муткайоки // Природа и экосистемы Паанаярвского нац. парка. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. С. 141–148.

Шубина В. Н. Летний дрифт донных беспозвоночных в лососевых притоках р. Йоканьга (Кольский полуостров) // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: тез. докл. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. 175 с.

Шустов Ю. А. Дрифт донных беспозвоночных в лососевых реках бассейна Онежского озера // Гидробиологический журнал. 1977. Т. 13, № 3. С. 32–37.

Шустов Ю. А. Дрифт беспозвоночных в притоках Онежского озера // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. С. 50–53.

Шустов Ю. А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 1983. 153 с.

Шустов Ю. А., Хренников В. В. К характеристике питания и взаимоотношений молоди лосося *Salmo salar morpha sebago* (Girard) с кормовой базой рек // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. С. 150–158.

Шустов Ю. А., Широков В. А. К методике изучения дрифта беспозвоночных в реке // Гидробиологический журнал. 1980. № 3. С. 100–102.

Шустов Ю. А., Кузьмин О. Г., Митенев В. К., Смирнов Ю. А. Кормовая база молодежи семги р. Пялицы (Кольский полуостров) // Гидробиологический журнал. 1986. Т. 22, № 6. С. 99–100.

Яковлев В. А. Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (науч.-практ. рекоменд.). Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1988. 27 с.

Яковлев В. А. Гидробиологические исследования внутренних вод Кольского Севера (опер.-информ. материалы). Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1991. 53 с.

Яковлев В. А. Оценка степени закисления поверхностных вод северо-восточной Фенноскандии по зообентосу // Водные ресурсы. 1998. Т. 25, № 2. С. 244–251.

Яковлев В. А. Трофическая структура зообентоса как показатель состояния водных экосистем и качества воды // Водные ресурсы. 2000. Т. 27, № 2. С. 237–244.

Яковлев В. А. Фаунистический обзор пресноводного зообентоса северо-восточной части Фенноскандии // Биология внутренних вод. 2004. № 3. С. 16–23.

Яковлев В. А. Пресноводный зообентос Северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2005. Ч. 1. 161 с.; ч. 2. 145 с.

Bagge P., Mattila K., Salokannel J. Paanajärven vesiyhön-teisiä tutkimassa. Diamina. 2004. S. 38–40.

Huhta A., Kuusela K., Paasivirta L. Notes on the zoobenthos of the streams draining into lake Paanajärvi // Oulanka Reports. Oulu: University of Oulu, 1993. Vol. 12. P. 87–89.

Khrennikov V. V., Baryshev I. A., Shustov U. A., Pavlov V. N., Ilmast N. V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north east Fennoscandia) // Ecohydrology & Hydrobiology. 2007. Vol. 7, no. 1. P. 71–77.

Nybohm O. List of the Finnish Trichoptera // Fauna Fennica. 1960. Vol. 6. P. 1–56.

Поступила в редакцию 27.02.2015

References

Baryshev I. A. Dopolnenie k faune amfibioteskikh i vodnykh nasekomykh zapovednika "Kivach" [Additions to the fauna of amphibiotic and aquatic insects of the Kivach nature reserve]. Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Kivach" [Proc. Kivach State Nature Reserve]. Petrozavodsk: PetrGU, 2008a. Iss. 4. P. 147–149.

Baryshev I. A. Raspredelenie organizmov zoobentosa pri snizhenii urovnya vody v maloi reke [The distribution of zoobenthic organisms as the water level decreases in a small river]. *Biologiya vnutrennikh vod [Inland water biology]*. 2008b. No. 4. P. 81–85.

Baryshev I. A. Pervaya nakhodka rucheinika *Chimarra marginata* (L.) (Trichoptera, Insecta) v basseine Onezhskogo ozera i rekomendatsiya po vklucheniyu ego v Krasnuyu knigu Respubliki Kareliya [First find of the caddis fly *Chimarra marginata* (L.) (Trichoptera, Insecta) in Lake Onego basin, and recommendation for its inclusion in the Red Data Book of the Republic of Karelia]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2009. No. 1. P. 98–100.

Baryshev I. A. Formirovanie zoobentosa porogovykh uchastkov rek severo-zapada Murmanskoi oblasti v zone povyshennykh kontsentratsii tyazhelykh metallov [Formation of zoobenthos in river rapids in the north-west of the Murmansk Region under heavy metal impact]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2010. No. 1. P. 105–112.

Baryshev I. A. Sovremennoe sostoyanie i dolgovremennye izmeneniya zoobentosa porogovykh uchastkov reki Shuya i ee pritoka – reki Syapsya (Kareliya, bas. Onezhskogo ozera) [Current state and long-term changes of zoobenthos in the riffles of the Shuya River and its tributary the Syapsya River (Karelia, Onega Lake basin)]. *Trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika*

"Kivach" [Proc. Kivach State Nature Reserve]. Petrozavodsk: PetrGU, 2013. Iss. 6. P. 114–119.

Baryshev I. A. Faktory formirovaniya soobshchestv makrozoobentosa kamenistyykh porogov i perekatov vodotokov Vostochnoi Fennoskandii [Factors of macrozoobenthic communities formation on stony rapids and bars in streams of East Fennoscandia]. *Zhurnal obshchei biologii [Journal of General Biology]*. 2014. No. 2. P. 124–131.

Baryshev I. A. Osobennosti formirovaniya struktury makrozoobentosa porogovykh uchastkov rek Karel'skogo berega Belogo moray [Peculiarities of macrozoobenthos structure formation in riffles of the Karelian coast of the White Sea]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2015. No. 1. P. 29–36.

Baryshev I. A., Khrennikov V. V., Luzgin V. K. Vliyaniye gorodskikh stokov na bentosnykh bespozvonochnykh porogovykh uchastkov reki Lososinka [Effect of urban effluents on benthic invertebrates in riffles of the Lososinka River]. *Biologiya vnutrennikh vod [Inland water biology]*. Borok. 2001. No. 4. P. 73–78.

Baryshev I. A., Veselov A. E. Kolichestvennaya kharakteristika zoobentosa nekotorykh rek basseina Belogo morya (Karel'skii, Terskii i Arkhangel'skii berega) [Quantitative characteristics of zoobenthos in some rivers of the White Sea drainage basin (Karelian, Tersky and Arkhangelsk coasts)]. *Lososevidnye ryby Vostochnoi Fennoskandii [Salmonid fishes of Eastern Fennoscandia]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. P. 23–30.

Baryshev I. A., Veselov A. E. Sezonnaya dinamika bentosa i dritsa bespozvonochnykh organizmov v nekotorykh pritokakh Onezhskogo ozera [Seasonal dynamics of benthos and invertebrate drift in some tributaries of Lake Onega]. *Biologiya vnutrennikh vod [Inland water biology]*. 2007. No. 1. P. 80–86.

Baryshev I. A., Kukharev V. I. Vliyanie protochnogo ozera na strukturu zoobentosa v reke s bystrym techeniem (na primere r. Lizhma, bassein Onezhskogo ozera) [Effect of a flowage lake on the structure of zoobenthos in a fast flowing river (case study of the Lizhma River, Onega Lake basin)]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proc. Petrozavodsk State Univ.]. 2011. No. 6 (119). P. 16–19.

Baryshev I. A., Belyakova E. N., Veselov A. E. Zoobentos porogovykh uchastkov lososevykh rek yugovostoka Kol'skogo poluostrova [Zoobenthos of riffles in salmon rivers in the south-east of the Kola Peninsula]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Inland water biology]. 2013. No. 4. P. 43–51.

Belyakov V. P. Sostav i struktura zoobentosa pritokov Ladozhskogo ozera [Composition and structure of zoobenthos in the tributaries of Lake Ladoga]. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya rek basseina Ladozhskogo ozera po gidrokhimicheskim pokazatelyam i strukture gidrobiotsenozov [Assessment of environmental state of rivers of Ladoga Lake basin based on the hydrochemical indicators and structure of hydrobiocenoses]. St. Petersburg: Lema, 2006. P. 108–113.

Chernov V. K. Rezul'taty gidrobiologicheskogo obsledovaniya rek Suny, Shui, Lososinki i Kosalmskogo protoka [Results of hydrobiological study of the Suna, Shuya, and Lososinka rivers, and Kosalma channel]. *Tr. Borodinskoj biol. st.* [Proc. Borodinskaya biol. stn.]. 1927. Vol. 5. P. 190–202.

Chertoprud M. V., Palatov D. M. Reofil'nye soobshchestva makrozoobentosa yugo-zapadnoi chasti Kol'skogo poluostrova [Rheophilic communities of macrobenthos of the southwestern Kola Peninsula]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Inland water biology]. 2013. No. 4. P. 34–42.

Chuzhekova T. A., Fateev D. A., Stogov I. A. Strukturno-funktional'nye kharakteristiki makrozoobentosa nizhnego techeniya reki Letnyaya (Karel'skii bereg Belogo morya) [Structural and functional characteristics of benthic macroinvertebrates in downstream of the Letnyaya River (Karelian coast of the White Sea)]. *Vestnik SPbGU* [Vestnik of St. Petersburg Univ.]. 2010. Ser. 3, iss. 4. P. 52–60.

Danilevskii N. Ya. Rybnye promysly v Belom i Ledovitom moryakh [Fisheries in the White and Frozen Seas]. Issledovanie o sostoyanii rybolovstva v Rossii [Study on the status of fisheries in Russia]. St. Petersburg. 1862. Vol. 6. 257 p.

Danilevskii N. Ya. Opisanie rybolovstva v severozapadnykh ozerakh [Description of the fishing in northwestern lakes]. Issledovanie sostoyaniya rybolovstva v Rossii [Study on the status of fisheries in Russia]. St. Petersburg. 1875. Vol. 9. P. 40–88.

Denisov D. B., Kashulin N. A., Terent'ev P. M., Val'kova S. A. Sovremennye tendentsii izmeneniya bioty presnovodnykh ekosistem Murmanskoi oblasti [Current trends in biota changes of freshwater ecosystems of the Murmansk Region]. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Murmansk State Technical Univ.]. 2009. Vol. 12, no. 3. P. 525–538.

Dolotov Yu. S., Filatov N. N., Shevchenko V. P., Nemova N. N., Rimskii-Korsakov N. A., Denisov

ko N. V., Kutcheva I. P., Boyarinov P. M., Petrov M. P., Lifshits V. X., Platonov A. V., Demina L. L., Kukharev V. I., Kovalenko V. N., Zdorovenno R. E., Rat'kova T. N., Sergeeva O. M., Novigatskii A. N., Pautova L. A., Filip'eva K. V. Monitoring prilivno-otlivnykh obstanovok v estuariyakh Karel'skogo poberezh'ya Belogo moraya [Monitoring tidal conditions in estuaries of the Karelian coast of the White Sea]. *Vodnye resursy* [Water resources]. 2005. Vol. 32, no. 6. P. 670–688.

Kalinkina N. M., Kukharev V. I., Gor'kovets V. Ya., Raevskaya M. B., Morozov A. K. Tekhnogennoe izmenenie sostava prirodnykh vod severa Karelii [Anthropogenic changes in the composition of natural water of North Karelia]. *Geoekologiya* [Geoecology]. 2002. No. 4. P. 333–339.

Kachalova O. L. Sravnitel'nyi obzor fauny rucheinikov Latvii i Karelii [Comparison of the caddis fly fauna in Latvia and Karelia]. *Latvijas Entomol.* [Entomol. Soc. of Latvia]. 1964. Iss. 4. P. 25–41.

Kachalova O. L. Rucheiniki Karelii [Caddis flies of Karelia]. *Fauna ozer Karelii* [Fauna of Karelian lakes]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1965. P. 209–220.

Kashulin N. A., Denisov D. B., Val'kova S. A., Vandysh O. I., Terent'ev P. M. Sovremennye tendentsii izmenenii presnovodnykh ekosistem evro-arkticheskogo regiona [The modern tendencies of modification of fresh water ecosystems of the Euro-Arctic Region]. *Trudy Kol'skogo NTs RAN* [Trans. Kola SC RAS]. 2012. Vol. 1, no. 2. P. 7–54.

Kessler K. F. Opisanie ryb, kotorye vstrechayutsya v vodakh St.-Peterburgskoi gubernii [Description of fishes inhabiting the waters of St. Petersburg Region]. *Izd. Russk. entomolog. obshchestva* [Trans. Russ. Entomol. Soc.]. St. Petersburg, 1864.

Kessler K. F. Materialy dlya poznaniya Onezhskogo ozera i Obonezhskogo kraja preimushchestvenno v zoologicheskome otnoshenii [Materials on the knowledge of Lake Onega and Obonezhskiy region primarily in zoological respect]. Prilozhenie k Trudam pervogo s'ezda russk. estestvoispyt. [Proceedings of the 1st congress of Russian naturalists. App.]. 1868.

Khrennikov V. V. Donnye biotsenozy r. Lizhmy [Benthic biocenoses of the Lizhma River]. Prirodnye resursy Karelii i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya: tez. dokl. [Natural resources of Karelia and its rational exploitation. Abstr.]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1973. P. 107–108.

Khrennikov V. V. K otsenke kormovoi bazy nerestovo-vyrostnykh ugodii lososevykh rek Karelii [To the assessment of forage of spawning and nursery grounds of salmon rivers in Karelia]. Tez. dokl. vtoroi vsesoyuz. konf. molodykh uchennykh po voprosam sravnit. morfologii i ekologii zhivotnykh [Abstr. of the 2nd All-Union conf. of young scientist on comparative morphology and ecology of animals]. Moscow: Nauka, 1975. P. 84–85.

Khrennikov V. V. Bentos pritokov Onezhskogo ozera [Benthos in Lake Onega tributaries]. V kn.: Lososevye nerestovye reki Onezhskogo ozera [In bk.: Salmon spawning rivers of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1978. P. 41–50.

Khrennikov V. V. Kormovye resursy nerestovo-vyrostnykh uchastkov r. Ura (bas. Barentseva morya) [Forage resources of spawning and nursery grounds of

the Ura River (Barents Sea basin)]. Biol. probl. Severa. 9 simpoz. Ekologiya zhivotnykh, fiziologiya i biokhimiya cheloveka i zhivotnykh, adaptatsiya cheloveka k Severu, okhrana prirody: Tez. dokl. [Biol. probl. of the North. 9th symp. Animal ecology, physiology and biochemistry of humans and animals, human adaptation in the North, nature conservation. Abstr.]. Syktyvkar: Komi fil. AN SSSR, 1981. Part. 2. 61 p.

Khrennikov V. V. Mekhanizm i skorost' formirovaniya donnykh biotsenozov v lososevykh rekakh [The mechanism and rate of formation of bottom biocenoses in salmon rivers]. Lososevye (Salmonidae) Karelii [Salmonidae of Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1983. P. 146–162.

Khrennikov V. V. Sezonnaya dinamika bentofauny v lososevykh rekakh Karelii i Kol'skogo poluostrova [Seasonal dynamics of benthic fauna in salmon rivers of Karelia and the Kola Peninsula]. Voprosy lososevogo khozyaistva na Evropeiskom Severe [Problems of salmon farming in the European North]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1987. P. 65–69.

Khrennikov V. V. Lichinki rucheinikov v rekakh Paanayarvskogo natsional'nogo parka [Larvae of caddis flies in the rivers of the Paanajärvi National Park]. Priroda i ekosistemy Paanayarvskogo parka [Nature and ecosystems of the Paanajärvi National Park]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1995. P. 138–141.

Khrennikov V. V. Ekologicheskie aspekty obitaniya lichinok rucheinikov na nerestovo-vyrostnykh uchastkakh lososevykh rek, ikh znachenie v pitanii molodi lososya *Salmo salar morpha sebago* (Girard) [Ecological aspects of larval caddis flies at spawning and nursery grounds of salmon rivers, their role in the diet of fingerlings of *Salmo salar morpha sebago* (Girard)]. Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in the European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 141–146.

Khrennikov V. V., Shustov Yu. A., Kruglova A. N. Kharakteristika kormovoi bazy nerestovo-vyrostnykh ugodii semuzh'ei reki Por'ya [Characteristics of forage resources of spawning and nursery grounds in the salmon Porya River]. Desyataya SUSMBP Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evrop. Severa: Tez. dokl. [10th SUSMBP Biological resources of the White Sea and inland water bodies of the European North. Abstr.]. Syktyvkar, Komi fil. AN SSSR, 1977. P. 67–68.

Khrennikov V. V., Shustov Yu. A. O zoobentose malykh rek Kol'skogo poluostrova [On zoobenthos in small rivers of the Kola Peninsula]. Operativno-inform. materialy kompl. issled. bioresursov Karelii. (Voprosy ekologii, eksperim. zoologii i botaniki) [Ad hoc materials on comprehensive study of bioresources of Karelia. (Issues of ecology, experimental zoology and botanicy)]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1978. P. 17–18.

Khrennikov V. V., Shirokov V. A., Komulainen S. F. Faktory, opredelyayushchie mozaichnost' gidrobiotsenozov v malykh rekakh [Factors determining the mosaic structure of hydrobiocenoses in small rivers]. Biol. resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa: Tez. dokl. [Biol. resources of the White Sea and inland water bodies of the European North]. Syktyvkar: Komi nauchn. tsentr AN SSSR, 1990. 57 p.

Khrennikov V. V., Baryshev I. A., Shchurov I. L. Vozmozhnosti kormovykh resursov reki Lososinki i usloviya obitaniya v nei molodi lososya *Salmo salar morpha sebago* (Girard) [Forage potential of the Lososinka River and habitat conditions of fingerlings of *Salmo salar morpha sebago* (Girard)]. Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in the European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 147–157.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V. Osnovnye cherty gidrobiologicheskogo rezhima reki Koly [The main features of hydrobiological regime of the Kola River]. Probl. izuch., rats. ispol'zovaniya i okhrany prirodnykh resursov Belogo morya: Tez. dokl. [The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Abstr.]. Arkhangel'sk: B. i., 1985. P. 116–118.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V., Shirokov V. A. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu gidrobiologicheskogo rezhima malykh rek [Guidelines for studying the hydrobiological regime of small rivers]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1989. 40 p.

Komulainen S. F., Khrennikov V. V., Shirokov V. A., Kashin E. A. Struktura donnykh biotsenozov i drift bespozvonochnykh v nekotorykh rekakh Vostochnoi chasti Kol'skogo poluostrova [The structure of benthic biocenoses and invertebrate drift in some rivers of the Eastern Kola Peninsula]. Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in the European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 111–134.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A. Gidrobiotsenozy r. Syapsya (bas. Onezhskogo ozera) v usloviyakh vozdeistviya stokov forelevoi fermy [The effect of wastewater from the salmon farm on hydrobiocenoses of the Syapsya River (Onega Lake basin)]. *Rybolovstvo i rybnoe khozyaistvo* [Fishing and fish farming]. 2007. No. 2. P. 17–23.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Slastina Yu. L. Struktura gidrobiotsenozov nekotorykh vodoemov zapovednika "Kivach" [The structure of hydrobiocenoses of some water bodies of the Kivach Nature Reserve]. *Tr. Gos. prirodn. zap. "Kivach"* [Proc. Kivach State Nature Reserve]. Petrozavodsk: PetrGU, 2011. Iss. 5. P. 155–165.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A. Struktura i funktsionirovanie soobshchestv vodnykh organizmov v rekakh yuzhnogo (Pomorskogo) poberezh'ya Belogo moray [The structure and functioning of the hydrobiont communities of some rivers of the White Sea southern (Pomorski) coast]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. Prikladnaya ekologiya Severa* [Trans. Kola SC RAS. Applied ecology of the North]. 2012. Iss. 1. P. 109–125.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A. Struktura soobshchestv vodnykh organizmov pritokov Vygozerskogo vodokhranilishcha [Aquatic organism community structure in the Vygozero Reservoir inflows]. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal* [Povolzhskiy J. of Ecology]. 2013a. No. 3. P. 261–270.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Ryabinkin A. V., Kulikova T. P., Chekryzheva T. A. Gidrobiologicheskie osobennosti vodoemov i vodotokov [Hydrobiological features of waterbodies and

watercourses]. V kn. Sel'govye landshafty Zaonezhskogo poluostrova: prirodnye osobennosti, istoriya osvoeniya i sokhraneniye [In bk. Selka landscapes of the Zaonezhskii Peninsula: natural characteristics, land use, conservation]. Ed. A. N. Gromtsev. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2013b. P. 139–147.

Kruglova A. N., Komulainen S. F., Khrennikov V. V., Shirokov V. A. Kormovaya baza molodi semgi v reke Kola [Forage resources of salmon fingerlings in the Kola River]. Issledovaniya populyats. biologii i ekologii lososyevykh ryb vodoemov Severa [Studies on population biology and ecology of salmonids in the north water bodies]. Leningrad: Zool. in-t AN SSSR, 1985. P. 38–60.

Kudryavtsev N. V. Russkaya Laplandiya [Russian Lapland]. *Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya. Shestoe desyatiletie [Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya. 6th decade]*. St. Petersburg: Tip. V. S. Balasheva, 1884. Part. 1. 34 p.; part. 2. 33 p.

Kulikova T. P., Kukharev V. I., Ryabinkin A. V., Chekryzheva T. A. Gidrobiologicheskaya kharakteristika vodnykh ekosistem osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii respubliki Kareliya [Hydrobiological characteristics of water ecosystems of protected areas in the Republic of Karelia]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2009. No. 2. P. 56–70.

Kukharev V. I. O primeneniі bioticheskogo indeksa v usloviyakh Yuzhnoi Karelii [On the application of the biotic index in Southern Karelia]. Issledovanie ozerno-rechnykh sistem Karelii [The study of lake-river systems in Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1982. P. 42–43.

Kukharev V. I. Zoobentos kak indikator antropogennoi nagruzki na vodotoki basseina reki Shui [Zoobenthos as an indicator of anthropogenic load on the watercourses of the Shyaya River basin]. Elementy ekosistemy Onezhskogo ozera i ego basseina [Elements of the ecosystem of Lake Onega and its basin]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1984. P. 34–37.

Kukharev V. I. Otsenka stepeni zagryazneniya rek Severo-Zapadnogo Priladozh'ya po benticheskim organizmam [Pollution assessment of rivers in northwest Priladozhje using benthic organisms]. Vodnoe khozyaistvo Karel'skogo Priladozh'ya [Water management in Karelian Priladozhje]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1985. P. 36–44.

Kukharev V. I. Metodicheskie aspekty biologicheskoi otsenki kachestva vody malykh vodotokov v svyazi s khozyaistvennoi deyatel'nost'yu na ikh vodosborakh [Methodological aspects of biological water quality assessment in small watercourses due to the economic use of their catchments]. Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov i okhrana okruzhayushchei sredy [Sustainable use of natural resources and environmental conservation]. Petrozavodsk: PetrGU, 1986. P. 73–78.

Kukharev V. I. Otsenka vliyaniya drenazhnykh stokov na kachestvo vod vodopriemnikov Yuzhnoi Karelii po benticheskim organizmam [Assessment of drainage impact on the water quality of hatchways in South Karelia using benthic organisms]. Ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov basseina Onezhskogo ozera [Exploitation and conservation of water resources of Onega Lake basin]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1988. P. 99–132.

Kukharev V. I. Rost i dykhanie nekotorykh vidov lichinok moshek [Growth and respiration of larvae of some species of midges]. Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1990. P. 115–127.

Kukharev V. I. Funktsionirovaniye soobshchestv zhitvotnykh makrobentosa malykh rek Karelii v usloviyakh zagryazneniya [Functioning of animal communities of macrobenthos in small polluted rivers of Karelia]. Vodnye resursy Karelii i ekologiya [Water resources of Karelia and ecology]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1992. P. 98–110.

Kukharev V. I. Zoobentos r. Kenti [Zoobenthos of the Kenta River]. Vliyaniye tekhnogennykh vod gornobogatitel'nogo kombinata na vodoemy sistemy reki Kenti [The effect of wastewater from the iron-ore mining and concentration mill on the water bodies of the Kenta River]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1995. P. 60–68.

Kukharev V. I. Makrozoobentos ust'evykh uchastkov nekotorykh pritokov Belogo moray [Macrozoobenthos of the mouth areas of some tributaries of the White Sea]. Gidroekologicheskie problemy Karelii i ispol'zovanie vodnykh resursov [Hydroecological problems of Karelia and exploitation of water resources]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003a. P. 113–118.

Kukharev V. I. Otsenka raznoobraziya fauny makrozoobentosa kamenisto-peschanykh biotopov Severo-Zapadnogo Priladozh'ya [Assessment of macrozoobenthos diversity in rocky and sandy habitats of northwestern Priladozhje]. Gidroekologicheskie problemy Karelii i ispol'zovanie vodnykh resursov [Hydroecological problems of Karelia and exploitation of water resources]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003b. P. 110–113.

Kukharev V. I. Kharakteristika i otsenka vodnoi flory i fauny. Makrozoobentos [Characteristics and assessment of aquatic flora and fauna. Macrozoobenthos]. Materialy inventarizatsii prirodnykh kompleksov i nauchnoe obosnovaniye landshaftnogo zakaznika "Syrovatka" [Data of inventory of natural complexes and scientific feasibility study of the "Syrovatka" landscape reserve]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003v. P. 77–81.

Kukharev V. I. Kharakteristika, otsenka i rekomendatsii po okhrane vodnoi flory i fauny. Makrozoobentos [Characteristics, assessment and recommendations on conservation of aquatic flora and fauna. Macrozoobenthos]. Prirodnye komplekсы Vepsskoi volosti: osobennosti, sovremennoe sostoyaniye, okhrana i ispol'zovaniye [Natural complexes of the Vepsian Volost: features, present-day status, conservation and management]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. P. 192–197.

Kukharev V. I. Strukturno-funktsional'nye izmeneniya soobshchestv makrozoobentosa vodotokov Karelii pri razlichnykh tipakh antropogennykh vozdeistvii [Structural and functional changes in macrozoobenthos communities in watercourses of Karelia under various human impacts]. Sostoyaniye i problemy produktsionnoi gidrobiologii: Kol. monografiya po mat-lam dokl. na Mezhdunar. konf. "Vodnaya ekologiya na zare XXI veka", posv. stoletiyu so dnya rozhd. prof. G. G. Vinberga [Present-day status and issues of productivity hydrobiology. Coll. monograph. Abstr. Intern. conf. "Aquatic ecology at the dawn of the 21st century" on the 100th anniversary of prof. G. G. Winberg]. Moscow: T-vo nauch. izd. KMK, 2006. P. 242–252.

Kukharev V. I. Makrozoobentos [Macrozoobenthos]. Skal'nye landshafty Karel'skogo poberezh'ya Belogo morya: prirodnye osobennosti, khozyaistvennoe osvoenie, mery po sokhraneniyu [Rupestrian landscapes of the White Sea Karelian Coast: natural characteristics, economic utilization, conservation]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. P. 139–143.

Kukharev V. I., Litvinenko A. V. Vliyanie malykh pritokov na formirovanie kachestva pribrezhnykh vod Onezhskogo ozera [The effect of small tributaries on the quality of coastal waters of Lake Onega]. Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1990. P. 141–149.

Kukharev V. I., Kalinkina H. M., Dubrovina L. V., Ryabinkin A. V., Vlasova L. I., Morozov A. K., Lovozov P. A. Kompleksnaya otsenka ekologo-tekhnogennoi nagruzki (Kostomukshskii GOK) na vodnye ekosistemy (r. Kenti) [Integrated assessment of ecological and technological load (Kostomuksha iron-ore mining and concentration mill) on aquatic ecosystems (Kenti River)]. *Inzhenernaya ekologiya [Engineering Ecology]*. 1998. No. 6. P. 33–41.

Kukharev V. I., Komulainen S. F. Ob otsenke vliyaniya ozernogo stoka na soobshchestva prikreplennykh rechnykh organizmov [Estimation of the effect of lake outflow on the attached organisms]. IX S'ezd Gidrobiologicheskogo obshchestva RAN. Tol'yatti, 18–22 sentyabrya 2006 g.: Tez. dokl. [9th Congress of hydrobiological society RAS. Tolyatti, Sept. 18–22, 2006. Abstr.], Tol'yatti: IEVB RAN, 2006. Vol. 1. 257 p.

Lepneva S. G. Lichinki rucheinikov Olonetskogo kraya [Larvae of caddis flies of the Olonets Region]. *Tr. Olonetskoi nauch. Ekspeditsii [Proc. Olonets sci. expedition]*. Leningrad, 1928. Part. 6, iss. 5. 125 p.

Lososevye reki Kol'skogo poluostrova. R. Iokan'ga [Salmon rivers of the Kola Peninsula. Iokan'ga River]. Murmansk: PINRO, 1991. 50 p.

Martynov A. V. Trichoptera sborov Olonetskoi nauchnoi ekspeditsii [Collection of Trichoptera from the Olonets scientific expedition]. *Tr. Olonetskoi nauch. Ekspeditsii [Proc. Olonets sci. expedition]*. Leningrad, 1928. Part. 6, iss. 4. 56 p.

Mikhin V. S. Ryby r. Varzuga i ikh vzaimootnosheniya s molod'yu semgi [Fishes of the Varzuga River and their relationship with juvenile salmon]. *Izv. VNIORKh [Proc. VNIORKh]*. 1959. Vol. 48. P. 101–107.

Ozeretskivskii N. Ya. Puteshestvie po ozeram Ladzhskomu, Onezhskomu i vokrug ozera Il'men' [The journey to Lakes Ladoga and Onega, and around Lake Il'men']. St. Petersburg: Tip. Imperatorskoi Akademii nauk, 1792. 347 p.

Palenichko Z. G. Resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Karelii [Resources of the White Sea and inland water bodies of Karelia]. *Vestnik Akademii nauk SSSR [Proc. USSR Acad. Sci.]*. 1961. No. 3. P. 124–125.

Podbolotova T. I., Khrennikov V. V. Donnaya fauna malykh i srednikh lososevykh rek basseina Onezhskogo ozera [Benthic fauna in small and middle salmon rivers of Onega Lake basin]. Nauch. konf. biologov Karelii, posvyashch. 50-letiyu obrazovaniya SSSR: Tez. Dokl. [Sci. conf. Karelian biologists devoted to the 50th anniversary of the USSR. Abstr. rept.]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1972. P. 242–243.

Polyakova T. N. Drift donnykh bespozvonochnykh na osnovnykh pritokakh Onezhskogo ozera [Drift of benthic invertebrates in the main tributaries of Lake Onega]. Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1990. P. 99–114.

Popchenko V. I. O faune donnykh bespozvonochnykh tekuchikh vodoemov basseina Onezhskogo ozera [On the fauna of benthic invertebrates of flowing water bodies of Onega Lake basin]. Tez. Otchetnoi sessii SevNIORKh o nauchno-issledovatel'skikh rabotakh, prodelannykh v 1970 g. [Proc. Reporting session of SevNIORKh on scientific and research activities completed in 1970.]. Petrozavodsk, 1971. P. 74–77.

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR [Surface water resources of the USSR]. Gidrologicheskaya izuchennost'. Kareliya i Severo-Zapad [Hydrological studies. Karelia and the North-West]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. Vol. 2. 700 p.

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR [Surface water resources of the USSR]. Kol'skii poluostrov [Kola Peninsula]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. Vol. 1. 316 p.

Ryzhkov L. P., Gorokhov A. V., Ryabinkin A. V., Chekryzheva T. A. Ekologicheskaya otsenka sovremennogo sostoyaniya ozerno-rechnoi sistemy reki Shui [Ecological assessment of the present-day status of lake-river system of the Shuya River]. Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa: Tez. dokl. [Biological resources of the White Sea and inland water bodies of the European North]. Syktyvkar: Komi nauchn. tsentr AN SSSR, 1990. 14 p.

Ryabinkin A. V. Donnye biotsenozы verkhnego tekheniya r. Kemi [Benthic biocenoses of the upper Kemi River]. Tezisy dokl. 3-i respublikanskoi konferentsii po probleme rybokhozyaistvennykh issledovaniy vnutrennikh vodoemov Karelii [Proc. 3rd republican conf. on fisheries research of inland water bodies of Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1983. P. 58–60.

Ryabinkin A. B., Kukharev V. I. Fauna vodoemov (bespozvonochnye). Makrozoobentos [Fauna of water bodies (invertebrates). Macrozoobenthos]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya v prigranichnykh s Finlyandiei raionakh Respubliki Kareliya (operativno-informatsionnye materialy) [Biodiversity inventories and studies in the areas of the Republic of Karelia bordering on Finland (express information materials)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 60–162.

Ryabinkin A. V., Vlasova L. I., Kalinkina N. M., Komulainen S. F., Kukharev V. I., Litvinenko A. V., Khrennikov V. V., Chekryzheva T. A., Shirokov V. A., Shchurov I. L. Raznoobrazie flory i fauny rek Karel'skogo poberezh'ya Belogo moray [Diversity of flora and fauna in rivers of the Karelian coast of the White Sea]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na Karel'skom poberezh'e Belogo morya (operativno-inf. materialy) [Biodiversity inventories and studies on the Karelian coast of the White Sea (express information materials)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. P. 114–131.

Ryabinkin A. V., Kukharev V. I., Polyakova T. N. Makrozoobentos. Flora i fauna vodnykh ekosistem. Zaonezhskii poluostrov [Macrozoobenthos. Flora and fauna of aquatic ecosystems. Zaonezhje Peninsula]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya

na territorii Zaonezhskogo poluostrova i Severnogo Priladozh'ya (operat.-inform. materialy) [Biodiversity inventories and studies in the areas of the Zaonezhje Peninsula and Northern Ladoga shore (express information materials)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000a. P. 184–189.

Ryabinkin A. V., Kukharev V. I., Polyakova T. N. Makrozoobentos. Flora i fauna vodnykh ekosistem. Severnoe Priladozh'e [Macrozoobenthos. Flora and fauna of aquatic ecosystems. Northern Priladozhje]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii Zaonezhskogo poluostrova i Severnogo Priladozh'ya (operat.-inform. materialy) [Biodeveristy inventories and studies in the areas of the Zaonezhje Peninsula and Northern Ladoga shore (express information materials)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000b. P. 320–325.

Ryabinkin A. V., Kukharev V. I. Makrozoobentos. Flora i fauna vodnykh ekosistem: kharakteristika i tendentsii izmeneniya [Macrozoobenthos. Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and trends]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii tsentral'noi Karelii (operativno-inform. materialy) [Biodiversity inventories and studies in Central Karelia (express information materials)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2001. P. 189–197.

Shirokov V. A. Drift donnykh bespozvonochnykh lososevykh rek Kol'skogo poluostrova [Drift of benthic invertebrates in salmon rivers of the Kola Peninsula]. Tez. dokl. II sessii uchenogo soveta po probleme "Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa" [Abstr. 2nd Session of the Academic Council on "Biological resources of the White Sea and inland water bodies of the European North"]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1981. P. 54–55.

Shirokov V. A., Khrennikov V. V., Kruglova A. N. Vliyaniye lesnoi i sel'skokhozyaistvennoi melioratsii na biologicheskii rezhim r. Shui [The effect of forest and agricultural melioration on biological regime of the Shuya River]. Biol. i rybokhoz. issled. vodoemov Pribaltiki: Tez. dokl. XXI nauch. konf. po izucheniyu i osvoeniyu vodoemov Pribaltiki i Belorussii [Biol. and fishery research of the Baltic region water bodies. Abstr. 21st sci. conf. on study and exploitation of water bodies in the Baltic states and Belarus]. Pskov: Promrybvod, 1983. Vol. 1. P. 126–127.

Shirokov V. A., Khrennikov V. V. Kormovaya baza molodi kumzhi v reke Mutkaioki [Forage base of juvenile brown trout in the Mutkajoki River]. Priroda i ekosistemy Paanayarvskogo nats. parka [Nature and ecosystems of the Paanajärvi National Park]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1995. P. 141–148.

Shubina V. N. Letnii drift donnykh bespozvonochnykh v lososevykh pritokakh r. lokanga (Kol'skii poluostrov) [Summer drift of benthic invertebrates in salmon tributaries of the Jokanga River (Kola Peninsula)]. Biologicheskie osnovy izucheniya, osvoeniya i okhrany zhivotnogo i rastitel'nogo mira, pochvennogo pokrova Vostochnoi Fennoskandii: Tez. dokl. [Biological basis of the study, management and protection of flora, fauna and the soil cover in Eastern Fennoscandia. Abstr.]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. 175 p.

Shustov Yu. A. Drift donnykh bespozvonochnykh v lososevykh rekakh basseina Onezhskogo ozera [Drift

of benthic invertebrates in salmon rivers of Onega Lake basin]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological J.]. 1977. Vol. 13, no. 3. P. 32–37.

Shustov Yu. A. Drift bespozvonochnykh v pritokakh Onezhskogo ozera [Invertebrate drift in tributaries of Lake Onega]. Lososevye nerestovye reki Onezhskogo ozera [Salmon spawning rivers of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1978. P. 50–53.

Shustov Yu. A. Ekologiya molodi atlanticheskogo lososya [Ecology of fingerlings of Atlantic salmon]. Petrozavodsk: Kareliya, 1983. 153 p.

Shustov Yu. A., Khrennikov V. V. K kharakteristike pitaniya i vzaimootnoshenii molodi lososya *Salmo salar morpha sebago* (Girard) s kormovoi bazoi rek [Nutritional requirements and relationship of juvenile salmon, *Salmo salar morpha sebago* (Girard), with forage resources in rivers]. Lososevye (Salmonidae) Karelii [Salmonidae of Karelia]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1976. P. 150–158.

Shustov Yu. A., Shirokov V. A. K metodike izucheniya drifta bespozvonochnykh v reke [Methodology of studying invertebrate drift in a river]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological J.]. 1980. No. 3. P. 100–102.

Shustov Yu. A., Kuz'min O. G., Mitenev V. K., Smirnov Yu. A. Kormovaya baza molodi semgi r. Pyalitsy (Kol'skii poluostrov) [Forage resources of juvenile salmon in the Pyalitsa River (Kola Peninsula)]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological J.]. 1986. Vol. 22, no. 6. P. 99–100.

Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii bazy dannykh № 2012620030, 10.01.2012 [State registration certificate of the database No 2012620030, issued on Jan. 10, 2012]. Zoobentos porogovykh uchastkov rek Vostochnoi Fennoskandii. I. A. Baryshev. Uchrezhdenie Rossiiskoi akademii nauk Institut biologii Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN (RU) [Zoobenthos in river riffles of Eastern Fennoscandia. I. A. Baryshev. Institute of Biology, KarRC RAS (RU)].

Smirnov Yu. A., Shustov Yu. A., Khrennikov V. V. K kharakteristike povedeniya i pitaniya molodi Onezhskogo lososya *Salmo salar morpha sebago* (Girard) v zimnii period [On the behavior and feeding of juvenile Onega salmon, *Salmo salar morpha sebago* (Girard), in winter]. *Voprosy ikhtiologii* [J. Ichthyol.]. 1976. Vol. 16, iss. 3. P. 557–559.

Smirnov Yu. A., Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V., Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Osnovaniya k rekul'tivatsii lososevykh rek i vozmozhnosti povysheniya ikh proizvoditel'nosti [Reclamation of salmon rivers and ways to increase their productivity]. Tez. dokl. XX nauchn. konf. "Izuchenie i osvoenie vodoemov Pribaltiki i Belorussii" [Abstr. 20th sci. conf. "Study and exploitation of water bodies in the Baltic states and Belarus"]. Riga: Zinatne, 1979. Vol. 1. P. 136–138.

Smirnov Yu. A., Komulainen S. F., Kruglova A. N. Kormovye resursy malykh rek Karelii i Kol'skogo poluostrova i vozmozhnosti intensivatsii ikh ispol'zovaniya [Forage resources of small rivers in Karelia and the Kola Peninsula]. Povyshenie produktivnosti i ratsional'nogo ispol'zovaniya biologicheskikh resursov Belogo morya: Materialy 1-go koordinats. Soveshch [Increased productivity and sustainable use of biological resources of the White Sea. Proc. 1st Coord. Congr.]. Leningrad: B. i., 1982. P. 81–82.

Smirnov Yu. A., Kruglova A. N., Komulainen S. F., Khrennikov V. V., Shirokov V. A., Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Otrazhenie intensivatsii lesnogo i sel'skogo khozyaistva na rekakh Severa [The effect of forestry and agriculture intensification on rivers of the North]. Tez. dokl. X Vsesoyuzn. simpoz. "Biologicheskie problemy Severa" [Abstr. 10th All-Union symposium "Biological problems of the North"]. Magadan: Magadanskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1983. Part. 2. P. 283–284.

Smirnov Yu. A., Shustov Yu. A., Shchurov I. L. Usloviya obitaniya dikoi i zavodskoi molodi semgi v reke Kole [Habitat conditions of wild and hatchery juvenile salmon in the Kola River]. Problemy biologii i ekologii atlanticheskogo lososya [Problems of biology and ecology of Atlantic salmon]. Leningrad: Nauka, 1985. P. 130–148.

Statisticheskoe issledovanie Murmana [Statistical survey of Murman]. St. Petersburg: Tip. Isidora Gol'dberga. 1902. Vol. 1, iss. 1. Treskovyi promysel [Cod fishing]. 457 p.; 1902. Vol. 2, iss. 1. Opisanie kolonii vostochnogo berega i Kol'skoi guby [Description of colonies of the eastern shore and Kola Guba]. 290 p.; 1904. Vol. 1, iss. 2. Kolonizatsiya po materialam [Colonization] 1899, 1900 i 1902 gg. 330 p.; 1903. Vol. 2, iss. 2. Opisanie kolonii na zapad ot Kol'skoi guby do granitsy Norvegii [Description of the colonies to the west of Kola Guba up to the border with Norway]. 255 p.

Tsember O. S. Lichinki khironomid (Chironomidae) v pitanii ryb r. Varzuga (Kol'skii poluostrv) [Chironomid larvae (Chironomidae) in fish nutrition in the Varzuga River (Kola Peninsula)]. Simpozium po atlanticheskomu lososyu: Tez. dokl. [Symp. on Atlantic salmon. Abstr.]. Syktyvkar, 1990. P. 11–18.

Usova Z. V. Fauna moshek Karelii i Murmanskoi oblasti (Diptera, Simuliidae) [Black fly fauna of Karelia and the Murmansk Region (Diptera, Simuliidae)]. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1961. 288 p.

Vlasova L. I., Kukharev V. I., Litvinenko A. V., Lozovik P. A., Ryabinkin A. Ya., Salo Yu. A., Freidling A. V., Chekryzheva T. A., Sterligova O. P., Kitaev S. P., Komulainen S. F., Pavlovskii S. A., Pervozvanskii V. Ya., Il'mast N. V. Gidrologicheskaya, gidrokhimicheskaya i gidrobiologicheskaya kharakteristika i otsenka territorii [Hydrological, hydrochemical and hydrobiological characteristics and assessment of the territory]. Materialy inventarizatsii prirodnykh kompleksov i ekologicheskaya ekspertiza natsional'nogo parka "Koitoioki" [Data of inventory of natural complexes and environmental assessment of the "Koitojoki" national park]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1997. P. 12–14.

Vlasova L. I., Il'mast H. V., Karpechko V. A., Kitaev S. P., Komulainen S. F., Kukharev V. I., Litvinenko A. V., Lozovik P. A., Pavlovskii S. A., Pervozvanskii V. Ya., Ryabinkin A. V., Sterligova O. P., Freidling A. V., Chekryzheva T. A. Gidrologicheskie, gidrokhimicheskie, gidrobiologicheskie i ikhtologicheskie osobennosti territorii planiruemogo natsional'nogo parka "Tulos" [Hydrological, hydrochemical, hydrobiological and ichthyological characteristics of the planned national park "Tulos"]. Inventarizatsiya biologicheskogo raznoobraziya v prigranichnykh s Finlyandiei raionakh Respubliki Kareliya (Oper.-inform. mater.) [Biodiversity inventories in the areas of the Republic of Karelia bordering on Finland (express information materials)].

Eds V. I. Krutov, A. N. Gromtsev. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998a. P. 143–154.

Vlasova L. I., Komulainen S. F., Kukharev V. I., Litvinenko A. V., Lozovik P. A., Gor'kovets V. Ya., Ryabinkin A. V., Salo Yu. A., Freidling A. V., Chekryzheva T. A. Gidrograficheskaya, meteorologicheskaya, gidrokhimicheskaya, i gidrobiologicheskaya kharakteristika i otsenka territorii [Hydrographic, meteorological, hydrochemical, and hydrobiological characteristics and assessment of the territory]. Materialy inventarizatsii prirodnykh kompleksov i ekologicheskoe obosnovanie natsional'nogo parka "Kaleval'skii" [Materials of the inventory of natural complexes and ecological feasibility study of the "Kalevalsky" national park]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998b. P. 8–12.

Yakovlev V. A. Otsenka kachestva poverkhnostnykh vod Kol'skogo Severa po gidrobiologicheskim pokazatelyam i dannym biotestirovaniya (nauch.-prakt. rekomend.) [Assessment of the quality of surface waters of the northern Kola Peninsula on the basis of hydrobiological characteristics and biotesting data (pract.-method. rec.)]. Apatity: Kol'skii nauchn. tsentr RAN, 1988. 27 p.

Yakovlev V. A. Gidrobiologicheskie issledovaniya vnutrennikh vod Kol'skogo Severa (operativno-inform. materialy) [Hydrobiological studies of inland waters of the Kola North (express information materials)]. Apatity: Kol'skii nauchn. tsentr RAN, 1991. 53 p.

Yakovlev V. A. Otsenka stepeni zakisleniya poverkhnostnykh vod severo-vostochnoi Fennoskandii po zoobentosu [Assessment of acidification level of surface water in North-East Fennoscandia on zoobenthos]. *Vodnye resursy* [Water resources]. 1998. Vol. 25, no. 2. P. 244–251.

Yakovlev V. A. Troficheskaya struktura zoobentosa kak pokazatel' sostoyaniya vodnykh ekosistem i kachestva vody [Trophic structure of zoobenthos as an ecological indicator for aquatic ecosystems and a water quality index]. *Vodnye resursy* [Water resources]. 2000. Vol. 27, no. 2. P. 237–244.

Yakovlev V. A. Faunisticheskii obzor presnovodnogo zoobentosa severo-vostochnoi chasti Fennoskandii [A faunistic review of freshwater zoobenthos of north-eastern Fennoscandia]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Inland water biology]. 2004. No. 3. P. 16–23.

Yakovlev V. A. Presnovodnyi zoobentos Severnoi Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaya dinamika) [Freshwater zoobenthos of Northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamics)]. Apatity: Kol'skii nauchn. tsentr RAN, 2005. Part. 1. 161 p.; part. 2. 145 p.

Zhadin V. I. Fauna rek i vodokhranilishch. [Fauna of rivers and reservoirs]. *Tr. Zool. in-ta* [Proc. ZIN]. 1940. Vol. 5, iss. 3–4. 992 p.

Zhadin V. I., Gerd S. V. Reki, ozera i vodokhranilishcha SSSR, ikh fauna i flora [Rivers, lakes and reservoirs of the USSR, their fauna and flora]. Moscow: Uchpedgiz, 1961. 597 p.

Zhizn' presnykh vod SSSR [Life in freshwaters of the USSR]. Eds V. I. Zhadina, E. N. Pavlovskogo. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1950. 911 p.

Zadorina V. M. Sutochnaya dinamika drifta i sutochnaya ritmika pitaniya molodi semgi v rekakh Kol'skogo poluostrva [Diurnal dynamics of drift and feeding

rhythm of juvenile salmon in rivers of the Kola Peninsula]. Problemy biologii i ekologii atlanticheskogo lososya [Problems of biology and ecology of Atlantic salmon]. Leningrad: Nauka, 1985. P. 120–129.

Zadorina V. M. Nekotorye svedeniya o kormovoi baze i ee ispol'zovanii molod'yu Semgi v r. Por'ya [Some data on forage reserve and its use by juvenile salmon in the Por'ya River]. Sostoyanie i perspektivy razvitiya lososevogo khozyaistva Evropeiskogo Severa [State and prospects of salmon fishery in the European North]. Murmansk: PINRO, 1986. P. 59–67.

Zadorina V. M. Vybor ekspozitsii lovushki pri sbore prob drifta [Choice of trap exposure for collection of drift samples]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological J.]*. 1987. Vol. 23, no. 2. P. 79–83.

Bagge P., Mattila K., Salokannel J. Paanajärven vesihyönteisiä tutkimassa. *Diamina*. 2004. S. 38–40.

Huhta A., Kuusela K., Paasivirta L. Notes on the zoobenthos of the streams draining into lake Paanajärvi. *Oulanka Reports*. Oulu: University of Oulu, 1993. Vol. 12. P. 87–89.

Khrennikov V. V., Baryshev I. A., Shustov U. A., Pavlov V. N., Ilmast N. V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north east Fennoscandia). *Ecology & Hydrobiology*. 2007. Vol. 7, no. 1. P. 71–77.

Nyblom O. List of the Finnish Trichoptera. *Fauna Fennica*. 1960. Vol. 6. P. 1–56.

Received February 27, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Барышев Игорь Александрович

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: i_baryshev@mail.ru
тел.: (8142) 561679

CONTRIBUTOR:

Baryshev, Igor'

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: i_baryshev@mail.ru
tel.: (8142) 561679

УДК 574.583 (470.22)

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА РЕК КАРЕЛИИ

А. Н. Круглова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Систематизированы имеющиеся данные по истории изучения зоопланктона рек Республики Карелия (бассейны Онежского озера, северной части Ладожского озера, Карельского и Поморского побережий Белого моря). Исследования проводились научными учреждениями Карелии и Северо-Запада России. Проведение фундаментальных и прикладных исследований включало анализ видового разнообразия, количественных показателей, условий формирования и оценку изменений сообществ зоопланктона под влиянием природных и антропогенных факторов.

Ключевые слова: история изучения; зоопланктон; реки; бассейны Онежского, Ладожского озер и Белого моря; Республика Карелия.

A. N. Kruglova. ON THE HISTORY OF ZOOPLANKTON STUDIES IN RIVERS OF KARELIA

Information about the history of knowledge on zooplankton in rivers of the Republic of Karelia (drainage basins of Lake Onego, the northern part of Lake Ladoga, the White Sea Karelian Coast and the White Sea Pomor Coast) was systematized. The studies were carried out by research institutions of the Karelian Republic and Northwest Russia. The implemented basic and applied research included analysis of the species diversity, quantitative indicators, condition of zooplankton formation, and evaluation of changes in zooplankton communities under natural and human impacts.

Key words: history of studies; zooplankton; rivers; drainage basins of Lakes Onego, Ladoga and the White Sea; Republic of Karelia.

Республика Карелия обладает большим количеством озер и рек, которые служат источниками водоснабжения для населения и промышленности, для гидроэнергетики, являются транспортными системами, а также базой для рыбного хозяйства и массового туризма. Общее число рек в Карелии (включая Карельский перешеек) составляет 26,7 тыс. суммарной протяженностью 83 тыс. км. Преобладают (95 %) малые водотоки длиной менее 10 км. Только 30 рек относятся к классу средних (длиной более 100 км). Площадь водосбора большинства рек также мала; лишь немногим

более 1 % из них имеют бассейн площадью свыше 100 км², а бассейн площадью более 10 тыс. км² – только у пяти рек: Кемь, Выг, Ковда, Водла и Шуя [Куликова, 2013].

К настоящему времени накопилось много опубликованных материалов по изучению зоопланктона рек Карелии, однако имеющиеся сведения разрознены и отличаются крайней неравномерностью. В начальный период они часто носили рекогносцировочный характер, были направлены в основном на выявление видового состава, позднее стали более организованными и планомерными. В связи

с инвентаризацией, изучением и сохранением биологического разнообразия на территории Карелии приобретает актуальность объединение и систематизация имеющихся сведений по изучению зоопланктона ее многочисленных озерно-речных систем. Исследование зоопланктона в реках Карелии было начато значительно позднее, чем в озерах. Интерес к рекам, особенно лососевым, появился в связи с необходимостью изучения их биологических ресурсов и оценки производительности нерестово-выростных угодий, что возможно только при получении надежных данных о состоянии кормовой базы, в том числе и зоопланктона. Более пристальное внимание к исследованию биоресурсов рек вызвано также усиливающимся эвтрофированием и влиянием загрязнений. А зоопланктон, как известно, является одним из важнейших компонентов водной биоты, широко используемым в системе биологического контроля за состоянием водных объектов [Иванова, 1976; Андроникова, 1996].

Большинство рек Карелии представляют собой сложные озерно-речные системы, что во многом определяет их биологический режим, своеобразие качественного состава планктонной фауны, ее количественное развитие. Основная часть работ по изучению зоопланктона рек Карелии выполнена ведущими научными организациями республики: Карельским филиалом АН СССР (Карельский научный центр РАН), Карельским отделением ВНИОРХ (позднее СевНИОРХ, СеврыбНИИпроект, СевНИИРХ ПетрГУ), Петрозаводским государственным университетом. В работах по изучению зоопланктона рек Карелии принимали участие Зоологический институт РАН, Институт озероведения РАН, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова.

Цель данной работы – систематизировать имеющиеся опубликованные материалы по изучению зоопланктона рек Карелии.

Реки бассейна Онежского озера

Бассейн Онежского озера расположен в южной части Карелии; его хорошо развитую гидрографическую сеть помимо озер составляют и многочисленные (6765) реки. Основными притоками являются Водла, Шуя, Суна, Андома [Куликова, 2007а]. Начало исследованиям зоопланктона водотоков Карелии было положено в первой четверти XX века. В 1918 и 1925–1930 гг. проведены первые работы по изучению зоопланктона рек бассейна Онежского озера, результаты которых опубликованы известными учеными-гидробиологами в Трудах Олонецкой

научной экспедиции (В. М. Рылов, С. С. Смирнов), Бородинской биологической станции (К. В. Чернов, Е. А. Веселов, В. М. Коровина) и Карело-Финского отделения ВНИОРХ (С. В. Герд). В этот период получены данные о видовом составе и количественных характеристиках зоопланктона рек Водлы и Виксенги [Рылов, 1926, 1927; Веселов, Коровина, 1932; Герд, 1946], Шуи, Суны, Лососинки и Неглинки [Чернов, 1927; Смирнов, 1933; Герд, 1946]. Дальнейшее изучение зоопланктона рек бассейна, прежде всего лососевых, было продолжено в 1969–1977 годах Институтом биологии Карельского филиала АН СССР в связи с их рыбохозяйственным использованием, оценкой кормовой базы для молоди лососевых рыб, а также с оценкой качества воды в результате влияния различных загрязнений [Смирнов и др., 1990]. В эти годы проведены исследования зоопланктона десяти лососевых и форелевых рек (Шуя, Суна, Лижма, Уница, Кумса, Немина, Иссельга, Филиппа, Пяльма, Туба) бассейна Онежского озера [Круглова и др., 1973; Круглова, 1975, 1976, 1978; Круглова, Шустов, 1976; Филимонова, Смирнов, 1976; Комулайнен и др., 1987]. В 1984–1987 гг. Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР получены материалы по характеристике зоопланктона реки Водлы и ряда других рек бассейна [Кутикова, 1965; Филимонова, 1965; Куликова и др., 1988; Куликова, Сярки, 1988, 1990]. К настоящему времени достаточно полно изучен зоопланктон главных притоков Онежского озера – Шуи, Суны, Лижмы, а также малых рек в черте г. Петрозаводска (Лососинка, Неглинка).

Река Шуя. Первые сведения о зоопланктоне этой реки относятся к 1927 г., они содержатся в Трудах Бородинской биологической станции [Чернов, 1927]. Значительно позднее (1969–1972, 1986–1987 гг.) исследования зоопланктона р. Шуи были продолжены сотрудниками Карельского филиала АН СССР. На основе проведенных ежемесячных (май–октябрь) работ в нижнем течении реки получены данные о видовом разнообразии зоопланктона, количественных показателях, его сезонной динамике и величине планктостока [Круглова, 1976, 1978; Куликова, Сярки, 1990; Филимонова, Круглова, 1994; Круглова, 2013а]. В 1974–1975 гг. проводились исследования зоопланктона рек бассейна Шуи (Чална, Кутижма, Кудома и др.) [Филимонова, 1962]. Результаты изучения зоопланктона притоков Сямозера, одного из важнейших рыбохозяйственных водоемов Карелии, – Сарач, Айменги, Кивач, Судак, Кудома, Малая Суна, Сяпса,

Кутижма – содержатся в ряде работ [Филимонова, 1962; Смирнов и др., 1990; Филимонова, Круглова, 1994]. Проводились исследования зоопланктона р. Сяпси в условиях воздействия стоков форелевой фермы [Комулайнен и др., 20076; Круглова, 2008]. Обобщенные данные по фауне планктона десяти рек бассейна р. Шуи содержатся в монографии Т. П. Куликовой «Зоопланктон водоемов бассейна реки Шуя (Карелия)», изданной в 2004 г. и являющейся частью исследований по инвентаризации биологических ресурсов водоемов Карелии.

Река Суна. Зоопланктон р. Суны, одного из основных притоков Онежского озера, к настоящему времени исследован довольно полно. В наиболее ранних работах дается анализ лишь небольшого количества проб зоопланктона, отобранных в реке в 1926 и 1927 годах [Чернов, 1927; Смирнов, 1933]. Некоторые сведения о зоопланктоне реки Суны содержатся в обзорной работе С. В. Герда [1946]. Далее в связи с рыбохозяйственным использованием водотоков бассейна Онежского озера, а также необходимостью оценки их экологического состояния проводились более разносторонние исследования зоопланктона реки Суны в 1969–1975 гг. [Круглова, 1975, 1976, 1978; Филимонова, Белоусова, 1988], в 1986–1987 гг. [Куликова и др., 1988; Куликова, Сярки, 1990; Филимонова, Круглова, 1994; Круглова, 20126]. В ходе выполнения работ выявлен видовой состав зоопланктона, особенности формирования планктонных комплексов, сезонные изменения планктоценозов. Именно в р. Суне, в том числе на территории заповедника «Кивач», а также в устьевых участках коренного (старого) русла и Кондопожского канала, в сравнении с другими карельскими реками наиболее детально изучено видовое разнообразие коловраток, в перечень которых было включено более 20 видов, ранее для Карелии не приводившихся [Филимонова, Круглова, 1994].

Река Лижма. Эта река является типичной озерно-речной системой Карелии, характеризующейся высоким коэффициентом озерности водосбора (19,4 %). Исследования ее зоопланктона проводились Карельским научным центром РАН в 1969–1973, 1976–1977, 1984 гг. и в более поздний период. Летом 1972 г. с целью выяснения влияния водной растительности на качественный состав и количественные показатели изучалась фауна планктона р. Лижмы в зарослях наиболее распространенных макрофитов [Круглова, 1974]. В результате многолетних наблюдений выявлен видовой состав, сезонная динамика и уровень количественного развития зоопланктона. На примере

р. Лижмы показано, что в формировании речного зоопланктона значительную роль играют истоковые и русловые озера, которые служат источниками пополнения планктофауны. Дана оценка роли зоопланктона как кормовой базы основных нерестово-выростных участков реки [Круглова, 1975, 1976, 1978, 1981; Комулайнен и др., 1987; Куликова, Сярки, 1990; Круглова, Барышев, 2010]. В последние годы в связи с интенсификацией форелеводства в Карелии Институт биологии КарНЦ РАН осуществляет комплексные исследования на водоемах, используемых для выращивания форели с целью оценки воздействия стоков форелевых хозяйств на зоопланктон и экосистемы в целом. Такие исследования проводились и на озерно-речной системе р. Лижма [Китаев и др., 2003; Кучко, 2004].

Реки Заонежского полуострова. Начало изучению зоопланктона рек Заонежского полуострова (Яндомы, Тамбица, Падма и др.) положено Отделом водных проблем АН СССР и относится к 1961 и 1984 годам [Филимонова, 1965а, б; Куликова, Сярки, 1990]. Позднее исследования зоопланктона рек были продолжены Институтом водных проблем Севера и Институтом биологии КарНЦ РАН [Куликова, Власова, 2000; Куликова, 2005, 2007а; Комулайнен и др., 20136]. В результате выполненных исследований установлено, что состав зоопланктона небольших рек Заонежского полуострова отличается значительным разнообразием, включает не только виды планктонные, отличающиеся широким ареалом распространения, но и обитателей придонных слоев воды и зарослей макрофитов. Количественные показатели зоопланктона в них, как правило, невысоки.

Реки северного побережья и южного склона Беломорско-Балтийского водного пути. Изучение зоопланктона рек, расположенных на этой территории (Кумса, Остер, Вичка, Сапеница, Повенчанка), проводилось в разные годы (1966–1967; 1969–1971; 1984) сотрудниками Карельского филиала АН СССР [Филимонова, 1970; Круглова и др., 1973; Филимонова, Куликова, 1974; Круглова, 1975, 1976, 1978, 1981; Куликова, Сярки, 1990; Филимонова, Круглова, 1994]. Установлено, что наибольшим видовым разнообразием отличается зоопланктон реки Кумсы, для которой характерны большая площадь водосбора и относительно высокая озерность (8,5 %). В других реках видовой состав беднее. Видовой состав и количественные показатели планктона обусловлены гидрографическими особенностями рек и в основном обеспечиваются за счет озерных видов. В русле рек веслоногие ракообразные, как правило,

представлены науплиальными и копеподитными стадиями. Большая часть кладоцер характеризуется значительным разнообразием, относится к зарослевому и прибрежному комплексам. Многочисленны коловратки, среди которых обнаружены новые для Карелии виды. В среднем уровень развития зоопланктона в реках невелик. Более высокими количественными показателями зоопланктона отличаются реки Повенчанка и Сапеница, подвергающиеся существенному антропогенному воздействию.

Реки северо-восточного побережья. В течение ряда лет (1969–1972, 1974) Институтом биологии Карельского филиала АН СССР с целью изучения кормовой базы молоди лососевых рыб проводились гидробиологические исследования на лососевых реках Онежского озера, в том числе на Немине, Филиппе, Иссельге (Тамбице), Тубе [Круглова, 1975, 1976; Лососевые нерестовые реки..., 1978]. Позднее, в 1984 и 1987 годах Отделом водных проблем КФ АН СССР было продолжено изучение зоопланктона рек (Ижмукса Южная, Нелекса, Уница, Немина, Иссельга (Тамбица), Филиппа, Пяльма, Туба, Кодача) этого побережья Онежского озера [Куликова, Сярки, 1990]. Выявлено, что видовой состав зоопланктона указанных рек не имеет значительных различий. Наибольшим видовым разнообразием планктонной фауны отличаются реки Немина, Филиппа, Туба, Пяльма, остальные реки (особенно Ижмукса Южная, Кодача) беднее. Большинство обнаруженных видов зоопланктона, как и в других реках Карелии, принадлежат к типичным представителям северных озер. В зоопланктоне рек этого района, отличающихся низкой озерностью (менее 3,5%), в основном комплексе шире представлены обитатели зарослевого прибрежья. Видовой состав и уровень количественного развития зоопланктона определяются характером рек и тесно связаны с гидрографическими особенностями их бассейнов. Наибольшими величинами численности и биомассы зоопланктона характеризуются реки с более высокими показателями озерности и содержания органических и биогенных веществ, поступающих с водосборной площади (Немина, Филиппа, Пяльма) [Куликова, 2007а].

Реки южного и юго-восточного побережья. Зоопланктон рек (устьевые участки), расположенных на южном и юго-восточном побережье Онежского озера (Андома, Вытегра и Мегра), изучался в 1986–1987 гг. Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР [Куликова и др., 1988; Куликова, Сярки, 1990]. Установлено, что планктонная фауна исследованных рек не имеет существенных

различий, основной ее комплекс формируется за счет элементов озерного планктона. Уровень развития зоопланктона рек неодинаков, наибольшие значения его количественных показателей отмечены в реке Вытегре. Показано, что заметное влияние на речной зоопланктон оказывает постоянное поступление антропогенного стока. Зоопланктон рек имеет β-мезосапробный характер [Куликова, 2007а].

Реки юго-западного побережья. Воды этого побережья озера подвергаются значительному антропогенному воздействию, являются приемником сточных вод, а также используются для водоснабжения ряда населенных пунктов и рыбной ловли. Реки, расположенные здесь, по своим гидрографическим характеристикам относятся к категории малых, отличаются небольшой водностью, значительным уклоном и низкой озерностью. Наиболее крупная среди них – Лососинка (площадь водосбора 302 км²), протекающая по территории г. Петрозаводска. К настоящему времени ее планктофауна довольно подробно исследована. В наиболее ранних работах, проведенных сотрудниками Бородинской биологической станции на р. Лососинке, дается анализ небольшого количества проб зоопланктона, отобранных в июне 1927 г. в нижнем течении реки [Чернов, 1927; Смирнов, 1933; Герд, 1946]. Согласно данным С. С. Смирнова [1933], в составе зоопланктона р. Лососинки преобладали как в качественном, так и в количественном отношении ракообразные. Сведений об уровне развития зоопланктона в реке не приводится. Данные о зоопланктоне р. Лососинки за разные периоды исследований содержатся во многих последующих работах [Кутикова, 1965; Филимонова, 1965а, 1970, 1976; Куликова, Сярки, 1988, 1990; Куликова и др., 1988; Куликова, 2007а, 2015]. Планктонная фауна других рек этого побережья, включая и Лососинку, изучалась в разные годы. В период 1965–2002 гг. с некоторыми перерывами исследованием зоопланктона рек Пухта, Большая Уя, Деревянка, Орзega, Лососинка, Неглинка, Нелукса, Ужесельга занимались сотрудники Института водных проблем Севера КарНЦ РАН. Большинство рек юго-западного побережья (Неглинка, Лососинка, Ужесельга, Нелукса, Орзega) находятся в зоне повышенного антропогенного воздействия, содержат в водах большое количество органических, биогенных и минеральных веществ. Постоянное загрязнение бытовыми и производственными сточными водами заметно сказывается на фауне планктона, включающей виды α- и β-мезосапробного комплексов [Куликова, 2007а]. Кроме Лососинки достаточно полно

изучен зоопланктон рек Неглинки и Нелуксы. На основании результатов всех выполненных исследований установлено, что видовой состав зоопланктона этих рек отличается значительным разнообразием, для его сезонной динамики характерны чередования пиков и спадов численности и биомассы в течение года. Количественные показатели зоопланктона не отличаются высокими величинами. На значительном протяжении от устья речные воды Лососинки и в большей степени Неглинки, Нелуксы, Ужесельги, судя по зоопланктону, имеют β -мезосапробный характер, а в отдельных районах α -мезосапробный [Филимонова, Куликова, 1984; Куликова, 2015].

Зоопланктон остальных рек юго-западной части водосборного бассейна Онежского озера менее изучен. Вследствие недостаточной изученности планктонная фауна этих рек значительно беднее, чем в Лососинке и Неглинке [Кутикова, 1965; Филимонова, 1965а, 1970, 1976; Филимонова, Куликова, 1984; Куликова, Сярки, 1988, 1990; Куликова и др., 1988; Филимонова, Круглова, 1994].

К настоящему времени в результате исследований зоопланктона притоков Онежского озера получены данные о таксономическом составе, о качественных и количественных сезонных изменениях. Установлен характер распределения организмов зоопланктона в реках, дана оценка состояния кормовой базы основных нерестово-выростных участков, оценены уровень планктостока в Онежское озеро и экологическое состояние рек [Круглова, Шустов, 1976; Круглова, 1978; Куликова и др., 1988; Куликова, Сярки, 1990; Куликова, 2015]. Особое внимание в этих водотоках было уделено изучению видового состава коловраток, в чем большая заслуга известного зоопланктолога, к. б. н. З. И. Филимоновой [Филимонова, Круглова, 1994]. Результаты исследований зоопланктона рек бассейна Онежского озера обобщены в работах монографического характера [Лососевые нерестовые реки..., 1978; Притоки..., 1990; Куликова, 2004, 2007а].

Реки бассейна Ладожского озера

Северная (карельская) часть бассейна Ладожского озера расположена в приграничном районе с Финляндией. В состав ее гидрографической сети входят 3230 рек общей протяженностью 12,2 тыс. км. Основные реки Карельского Приладожья – Янисйоки, Уксунйоки, Тулема, Видлица, Олонка, Лендерка, Тохмайоки, Ивина. В среднем для рек Приладожья озерность составляет 6,6 % (изменяется от 0,4 до 14). На

территории северной части бассейна развито промышленное (предприятия целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, лесозаготовительной отраслей, черной металлургии) и сельскохозяйственное производство. В прилегающих к г. Сортавале районах сосредоточены рыбохозяйственные предприятия. В связи с необходимостью постоянного мониторинга экологического состояния Ладожского озера исследование его притоков имеет большое значение [Куликова, 2012].

Наиболее ранние гидробиологические наблюдения в ладожском бассейне известны с середины 19-го – начала 20-го столетий. Комплексные исследования озерно-речных систем северной части бассейна Ладожского озера проводятся с 60-х годов прошлого века. В 1966 г. Отделом водных проблем КФ АН СССР начато изучение зоопланктона р. Олонки [Филимонова, 1970; Филимонова, Круглова, 1994]. Затем на основании небольших сборов 1971 г. получены некоторые сведения о зоопланктоне рек Лендерка, Сула [Филимонова, Смирнов, 1976; Филимонова, Круглова, 1994]. Позднее (1973–1975 гг.) изучение зоопланктона рек бассейна проводилось Зоологическим институтом АН СССР. Его сотрудники исследовали зоопланктон второго по величине притока Ладоги – р. Вуоксы с целью выяснения влияния загрязнений на сообщества коловраток и ракообразных [Методы..., 1976]. В 1989–1994 гг. Институт озероведения РАН осуществил более детальные исследования сообществ зоопланктона всей озерно-речной системы р. Вуоксы (от верхнего течения до впадения в Ладожское озеро). Были получены данные по видовому составу и продуктивности зоопланктона озерно-речной системы Вуоксы в условиях влияния ГЭС [Капустина и др., 1994; Состояние биоценозов..., 2004; Оценка..., 2006]. В 1986–1987 гг. и несколько позднее (1991, 1994, 1995 гг.) Институтом водных проблем Севера Карельского научного центра РАН исследовался зоопланктон в истоке р. Свири [Куликова, 2007в].

Далее в 1994–1998 гг. обследование водных объектов в бассейне Северной Ладоги, в том числе и рек, было продолжено Северным научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства Петрозаводского государственного университета (СевНИИРХ ПетрГУ). В этот период исследовался зоопланктон рек Янисйоки, Сюскунйоки, Ииййоки, Тохмайоки, Уксунйоки, Видлица, Тулокса, часть из которых длительное время использовались для молевого сплава леса [Рыжков, 1999]. В ходе выполнения научно-исследовательских работ были получены материалы о видовом составе и уровне

количественного развития зоопланктона 19 рек бассейна [Рябинкина и др., 2012]. В 1992–2006 гг. Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН выполнялись комплексные гидро-биологические исследования северного шхерного и северного озерного районов Ладожского озера, а также наиболее крупных притоков, впадающих в северную и северо-восточную части озера [Куликова, 2007б]. В 2009 г. с целью рекогносцировочной оценки экологического состояния рек Институтом биологии КарНЦ РАН проводились исследования зоопланктона пяти рек бассейна Ладожского озера (Мурдойоки, Омельяньйоки, Уксунйоки, Видлица, Нялма). Отмечено, что планктонная фауна обследованных рек не отличается богатством видового состава и количественным обилием. Основу ее численности и биомассы создают ракообразные, главным образом ветвистосусые. Показано, что видовое разнообразие зоопланктона увеличивается в реках с большей площадью водосбора и более высокой озерностью бассейна [Круглова, 2012а].

В 1990-е годы Валаамской экспедицией Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей проводилось изучение водоемов уникального природного объекта – Валаамского архипелага. Интересные научные материалы получены о зоопланктоне не только озер, но и некоторых рек архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера [Степанова, 1998]. В 2011 г. сотрудниками Института озероведения РАН выполнено изучение состава и количественного развития весеннего зоопланктона в 20 притоках Ладожского озера. Установлено, что более половины видового состава планктонных организмов было представлено ракообразными. Исследованные участки рек характеризовались невысокими значениями численности и биомассы зоопланктона, соответствовали олигосапробной зоне [Алешина и др., 2014].

Обобщенные данные по зоопланктону 25 рек бассейна Северной Ладogi, находящихся по большей части в естественном состоянии, не испытывающих активного антропогенного воздействия, приведены в монографии Т. П. Куликовой [2012]. Таксономический состав зоопланктона в большинстве исследованных водотоков типичен для фауны Европейского Севера. Более 50 % от общего числа составляют виды, имеющие широкий ареал в карельских водоемах. Видовое разнообразие увеличивается в реках с более высокой озерностью бассейна. В реках с малой озерностью, наличием макрофитов увеличивается роль обитателей зарослевого прибрежья. Уровень количественного

развития зоопланктона в реках бассейна невысокий, численность организмов планктона возрастает от верхних речных участков к устьевым, в которых, как правило, сосредоточены макрофиты. Количественным превосходством ракообразных отличаются озеровидные участки, а также протоки, заросшие высшей водной растительностью [Куликова, 2012].

Реки бассейна Белого моря

Общее число рек в бассейне Белого моря составляет 5563 с суммарной длиной 28,7 тыс. км. Рек с площадью водосбора 100 км² насчитывается всего 3 %. Преобладают водотоки, имеющие ступенчатый профиль, у которых озера и озеровидные расширения чередуются с короткими порожистыми перепадами и падунями. Крупнейшими реками этого бассейна в Карелии являются Кемь, Выг и Ковда. Всего с территории Карелии в Белое море впадает 56 рек. Среди них преобладают малые реки длиной до 100 км и площадью водосбора 100–400 км². Эта часть бассейна условно разделена на два подрайона: Карельское побережье (от р. Ковды до р. Кеми) и Поморское побережье (от р. Кеми до р. Онеги). Многие малые реки бассейна имеют значение в естественном воспроизводстве ценных промысловых рыб в связи с нерестом в них морских проходных лососевых [Куликова, 2010].

Карельское побережье Белого моря. Это побережье характеризуется развитой водной сетью, наличием озерно-речных систем, состоящих из цепи озер, соединенных порожистыми протоками. Наиболее крупными водотоками являются Кереть, Воньга, Поньгома, Летняя. Преобладают реки высокой озерности (средняя, без Кеми, 13 %) и сравнительно небольшой заболоченности (менее 30 %). Малые притоки Карельского побережья Белого моря в настоящее время не подвергаются заметному антропогенному воздействию. Первые сведения о видовом составе зоопланктона р. Ковды, одной из крупнейших рек бассейна Белого моря, можно найти в работах С. В. Герда [1946] и Л. А. Кутиковой [1965]. По их данным в составе зоопланктона р. Ковды отмечено 10 таксонов. В дальнейшем основные исследования зоопланктона рек бассейна Белого моря (в границах Республики Карелия) проводились СевНИОРХом, Институтом водных проблем Севера и Институтом биологии КарНЦ РАН. В летний период 1978, 2002 и 2003 годов в ходе комплексных исследований по проблеме естественного воспроизводства лососевых рыб в реках Карелии Институтом биологии были получены

материалы по зоопланктону Пулоньги Карельской, Керети, Хлебной, Ундуксы, Куземы, Поньгомы [Круглова, 2003а, б; Комулайнен и др., 2004; 2007а]. В июне 1993 г. и августе 1998 г. по программе мониторинга водоемов Карелии и изучения биоразнообразия их флоры и фауны Институтом водных проблем Севера РАН проводились исследования зоопланктона ряда малых притоков Карельского побережья Белого моря и реки Кереть [Куликова, 1998а; Рябинкин и др., 1999; Куликова, Власова, 2003; Kulikova, Vlasova, 2003].

Исследования зоопланктона реки Кемь, притока Белого моря, наиболее крупной среди озерно-речных систем Карелии, начаты в 80-х и 90-х годах прошлого века сотрудниками СевНИОРХа и Отдела водных проблем КФ АН СССР [Гордеева, 1985; Власова, 1989; Куликова, 1998б; Куликова, Власова, 2003; Kulikova, Vlasova, 2003]. Первые работы по характеристике зоопланктона рек, принадлежащих к водосбору р. Кеми (Войница, Куржма, Писта, Ухта), относятся к 1967 и 1970 годам [Филимонова, 1970; Филимонова, Смирнов, 1976]. Далее, в 1970–1971 гг. и в более поздний период (1994–2001 гг.) получены материалы по зоопланктону рек Каменная, Лува, Ногекса, Контолки [Филимонова, Смирнов, 1976; Филимонова и др., 1986; Власова, 1998; Современное состояние..., 1998; Куликова, 2007г]. В 1980–1981 гг. выполнялись гидробиологические работы по изучению зоопланктона притоков р. Кемь: Чирко-Кемь, Сопя, Кепа, Орчежоя [Власова, 1982, 1989]. В эти же годы Отделом водных проблем КФ АН СССР были начаты исследования гидробиоценозов озерно-речной системы р. Кенти, формирующихся в условиях многолетнего и постоянного воздействия техногенных вод Костомукшского горно-обогатительного комбината (ГОК). Изучение зоопланктона р. Кенти, начатое в 1981 г., с некоторыми перерывами продолжалось с 1992 по 2001 г. [Власова, 1998; Куликова, Калинин, 2007]. Получены данные о реакции различных видов зоопланктона на постепенное увеличение минерализации и нарушение ионного состава среды.

Далее, в 1998–2002 гг. научными подразделениями Карельского научного центра РАН в связи с формированием системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) проводились комплексные исследования, в том числе и водоемов, на приграничных территориях Карелии, включая национальные парки и ряд планируемых ландшафтных заказников. В рамках этих научных работ выполнено изучение зоопланктона некоторых рек, принадлежащих

к водосбору р. Ковда (Нурис, Оланга, Муткайоки) и расположенных на территории национального парка «Паанаярви». Получены материалы о формировании сообществ зоопланктона в реках, не испытывающих антропогенной нагрузки, что имеет значение для организации экологического мониторинга [Круглова, 2003б].

В дальнейшем продолжались исследования зоопланктона и в других реках Карельского побережья Белого моря. Так, зоопланктон рек Летняя, Гридина, Кятка, Нижма, Калга, Сиг, Воньга изучался сотрудниками Карельского научного центра РАН в 1993 г. [Куликова, Власова, 2003; Kulikova, Vlasova, 2003], рек Хлебная, Ундукса, Кузема, Поньгома, Кереть, Пулоньга Кар. – в 1993 г. [Куликова, 1998б; Куликова, Власова, 2003; Kulikova, Vlasova, 2003] и рек Кереть, Гридина, Хлебная, Ундукса, Кузема, Поньгома, Летняя – в 2002–2003 гг. [Круглова, 2003а; Комулайнен и др., 2004, 2007а]. В 2004 г. МГУ им. М. В. Ломоносова проводил исследования зоопланктона р. Черная [Мазей, Стойко, 2005].

В результате выполненных исследований установлено, что видовой состав зоопланктона рек Карельского побережья Белого моря, находящихся в естественном состоянии, имеет большое сходство с холодноводными, олиготрофными водотоками бореальной и субарктической зон. Различия в таксономическом составе и уровне количественного развития зоопланктона рек определяются их морфометрией, наличием проточных озер, степенью заболоченности водосборов и гидрологическим режимом конкретных участков. Полученные материалы являются оригинальными, поскольку ранее на этих реках специальных исследований в данном направлении не проводилось; они могут быть использованы в качестве эталона при мониторинге малых рек бассейна Белого моря и для дальнейшей ориентации природоохранной и рыбохозяйственной деятельности.

Поморское побережье Белого моря. Преобладают реки малой озерности (средняя, без р. Выг, 6 %) и высокой заболоченности. Наиболее ранние исследования зоопланктона рек этого побережья (Шуя Беломорская, Сума, Колежма, Нюхча), выполненные СевНИОРХом, относятся к 1983–1984 гг. [Гордеева, 1985]. С 1993 г. изучение планктофауны рек Летняя, Сума, Руйга, Нюхча, Вожма, Унежма, Урокса, Шоба было продолжено сотрудниками Карельского научного центра РАН [Куликова, Власова, 2003; Kulikova, Vlasova, 2003; Комулайнен и др., 2012; Круглова, 2013б]. Показано, что в целом состав зоопланктона исследованных рек Поморского побережья Белого моря представлен

широко распространенными в северных водоемах видами ракообразных и коловраток. В его составе доминирующее положение по численности и биомассе занимают ракообразные, главным образом ветвистоусые. Количественные показатели речного зоопланктона невысоки.

Притоки Выгозера. В Выгозерское водохранилище впадает более 25 притоков. Наиболее крупными являются реки Сегежа, Верхний Выг и Вожма. В начале 1970-х годов Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР начато исследование зоопланктона р. Верхний Выг [Куликова, 1978]. Получены материалы о зоопланктоне Нижнего Выга и Беломорско-Балтийского водного пути, которые содержатся в работах, выполненных по результатам исследований за разные годы [Филимонова, Чухонкина, 1972; Гордеева-Перцева, Куликова, 1972; Гордеева, Куликова, 1978; Гордеева и др., 1978; Филимонова, Круглова, 1994; Куликова, 1998а]. Сведения о зоопланктоне р. Елма (приток Ондозера) приведены в работах [Урбан, 1962; Куликова, Власова, 2001]. Изучение зоопланктона притоков оз. Выгозера (Сегежа, Выг, Вожма, Тянукса, Шигеренджа, Вяне, Курикша, Полга, Унежма, Карбозерка, Кяменка, Ярьга, Урокса и др.) проводилось Институтом водных проблем Севера и Институтом биологии КарНЦ РАН [Куликова, 1978, 1998а, 2007а; Филимонова, Круглова, 1994; Комулайнен и др., 2012; Круглова, 2013б]. Показано, что видовой состав зоопланктона притоков Выгозера довольно разнообразен, включает как озерные, так и фитофильные и прибрежные виды. Основной планктонический комплекс представлен сравнительно небольшим количеством видов, имеющих широкое географическое распространение. Более разнообразен зоопланктон рек Унежмы, Кяменки, Верхнего Выга, Тянуксы, Шигеренджи, Полги. Существенное влияние на развитие планктонной фауны оказывает высшая водная растительность.

Обзор и анализ имеющихся сведений о зоопланктоне рек бассейна Белого моря, включая и Терское побережье, выполнены Т. П. Куликовой [2010]. В опубликованной монографии представлены данные по планктофауне 81 реки бассейна, для 73 из них приведен список видового состава коловраток и ракообразных.

К настоящему времени благодаря усилиям различных научных учреждений Республики Карелия и Северо-Запада России, принимавших участие в гидробиологических исследованиях, получены данные о зоопланктоне более 150 рек бассейнов Онежского озера, северной карельской части бассейна Ладожского

озера, Карельского и Поморского побережий Белого моря. Значительные сведения накоплены о зоопланктоне крупных притоков Онежского озера, особенно лососевых рек. Однако следует отметить, что в целом исследования зоопланктона рек на территории Карелии носят неравномерный характер вследствие различий по времени и месту отбора проб. Очень часто они единовременны и охватывают только устьевые участки рек. Недостаточно изученной остается планктонная фауна рек северной и юго-восточной части Карелии. Необходимо проведение научных исследований зоопланктона рек на приграничных территориях. Выполненные на территории Карелии гидробиологические работы требуют дальнейшего развития, особенно актуальным по-прежнему остается изучение зоопланктона водотоков в условиях возрастающего антропогенного воздействия различной природы.

Работа выполнена в рамках государственного задания, тема 0221–2014–0005.

Литература

- Алешина Д. Г., Курашов Е. А., Родионова Н. В., Гусева М. А. Современное состояние весеннего зоопланктона притоков Ладожского озера // Вода: химия и экология. 2014. № 4. С. 64–71.
- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб.: Наука, 1996. 190 с.
- Веселов Е. А., Коровина В. М. Рыбы реки Водлы и Шальской губы Онежского озера // Тр. Бородинской пресноводной биологической станции в Карелии. Л., 1932. Т. VI, вып. 1. С. 26–61.
- Власова Л. И. Зоопланктон малых рек, притоков р. Кеми // Исследования озерно-речных систем Карелии: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. С. 26–28.
- Власова Л. И. Зоопланктон и качество воды р. Кеми и малых водоемов зоны проектируемого Белопорожского водохранилища // Современный режим природных вод р. Кеми. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. С. 195–205.
- Власова Л. И. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Зоопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 1998. С. 134–137.
- Герд С. В. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии // Тр. Карело-Финск. отделения ВНИОРХ. Л.; Петрозаводск, 1946. Т. 11. С. 27–139.
- Гордеева Л. И. Зоопланктон рек Карельского и Поморского побережий Белого моря // Исследование некоторых элементов экосистемы Белого моря и его бассейна: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 24–25.

Гордеева-Перцева Л. И., Куликова Т. П. К вопросу о формировании и составе зоопланктона Беломорско-Балтийского канала (ББК) // Отчетная сессия Уч. совета СевНИОРХ по итогам науч.-иссл. работ за 1971 г.: тез. докл. Петрозаводск, 1972. С. 67–69.

Гордеева Л. И., Куликова Т. П. Зоопланктон Беломорско-Балтийского канала // Гидробиологический журнал. 1978. Т. 14, № 6. С. 112–113.

Гордеева Л. И., Соколова В. А., Макаров В. П. Гидробиологический режим Беломорско-Балтийского канала // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 134–156.

Иванова М. Б. Влияние загрязнения на планктонных ракообразных и возможности их использования для определения степени загрязнения воды // Методы биологического анализа пресных вод. Л., 1976. С. 68–80.

Зыкова Е. Х., Иванова Г. Г. Зоопланктон как индикатор состояния реки Хилок Байкальского бассейна // Известия Самарского НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1 (3). С. 295–300.

Капустина Л. Л., Макарецца Е. С., Трифонова И. С. Исследование состояния планктонных организмов в водах верхних и нижних бьефов ГЭС, расположенных на Вуоксе // Водные ресурсы, 1994. Т. 21, № 1. С. 51–58.

Китаев С. П., Стерлигова О. П., Павловский С. А. и др. Оценка влияния форелевой фермы на озерно-речную систему реки Лижма (бас. Онежского озера) // Биология внутренних вод. 2003. № 2. С. 92–99.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А. Гидробиологический режим типичных нерестово-выростных участков реки Лижмы (бас. Онежского озера) // Вопросы лососевого хозяйства на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. С. 70–75.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Структура гидробиоценозов в некоторых реках Карельского побережья Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: Материалы IX междунар. конф. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2004. С. 156–164.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Гидробиология // Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н. Н. Филатова, А. Ю. Тержевика. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007а. С. 104–114.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Гидробиоценозы р. Сяпса (бас. Онежского озера) в условиях воздействия стоков форелевой фермы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2007б. № 2. С. 17–23.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А., Сластина Ю. Л. Структура гидробиоценозов некоторых водоемов заповедника «Кивач» // Тр. гос. заповедника «Кивач». Петрозаводск, 2011. Вып. 5. С. 155–165.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Структура и функционирование сообществ водных

организмов в реках южного (Поморского) побережья Белого моря // Тр. Кольского науч. центра РАН «Прикладная экология Севера». Апатиты: КНЦ РАН, 2012. Вып. 1. С. 109–126.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Структура сообществ водных организмов Выгозерского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2013а. № 3. С. 261–270.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. Гидробиологические особенности водоемов и водотоков // Сельговые ландшафты Заонежского полуострова: природные особенности, история освоения и сохранение. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2013б. С. 139–146.

Круглова А. Н. О фауне водных беспозвоночных в зоне некоторых макрофитов р. Нижняя Лижма // IX сессия Уч. совета по пробл. «Биол. ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера»: тез. докл. Петрозаводск, 1974. С. 65–67.

Круглова А. Н. Фауна ракообразных и коловраток рек бассейна Онежского озера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1975. 27 с.

Круглова А. Н. Видовой состав зоопланктона лососевых рек бассейна Онежского озера // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. С. 138–145.

Круглова А. Н. Зоопланктон притоков Онежского озера // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. С. 32–41.

Круглова А. Н. Значение озерного зоопланктона в формировании кормовой базы озерно-речной системы р. Лижма (бас. Онежского озера) // Гидробиологический журнал. 1981. Т. 27, № 1. С. 28–33.

Круглова А. Н. Фауна ракообразных и коловраток реки Кереть (бас. Белого моря) // Тр. Карельского науч. центра РАН. 2003а. Вып. 4. С. 199–202.

Круглова А. Н. Зоопланктон рек Паанаярвского национального парка // Тр. Карельского научного центра РАН. Сер. Биология. Природа национального парка «Паанаярви». Петрозаводск, 2003б. Вып. 3. С. 115–118.

Круглова А. Н. Состояние планктофауны р. Сяпса (бас. Онежского озера) в условиях антропогенного воздействия // Тр. Карельского научного центра РАН. 2008. Вып. 14. С. 43–48.

Круглова А. Н. Планктонная фауна рек северной части бассейна Ладожского озера // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Мат-лы Всерос. научн. конф. с междунар. участием. Апатиты. 2012а. С. 198–201.

Круглова А. Н. О зоопланктоне некоторых водоемов заповедника «Кивач» // Мат-лы научно-практической конф., посвящ. 80-летию ФГБУ «Гос. природный заповедник «Кивач», Петрозаводск. 2012б. С. 53–57.

Круглова А. Н. Зоопланктон реки Шуи (бас. Онежского озера) // Тр. Гос. природного заповедника «Кивач». Петрозаводск, 2013а. Вып. 6. С. 109–113.

Круглова А. Н. Зоопланктон рек Поморского побережья Белого моря // Мат-лы XXIX междунар. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Мурманск, 2013б. С. 34–38.

Круглова А. Н., Барышев И. А. Элиминация лимнического зоопланктона в порожистой реке (на примере оз. Кедрозеро и р. Лижма, бас. Онежского озера) // Гидробиологический журнал. 2010. Т. 46, № 6. С. 15–23.

Круглова А. Н., Шустов Ю. А. Планктосток некоторых рек бассейна Онежского озера и его роль в питании молоди лососевых // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. С. 146–149.

Круглова А. Н., Филимонова З. И., Смирнов Ю. А. Планктосток в лососевых реках Онежского озера // Лимнология Северо-Запада СССР. Таллин, 1973. Ч. 2. С. 65–66.

Куликова Т. П. О планктонной фауне некоторых притоков Выгозера // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1978. С. 80–89.

Куликова Т. П. Северное Выгозеро, река Нижний Выг и озеро Воицкое. Зоопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998а. С. 115–119.

Куликова Т. П. Притоки Белого моря. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998б. С. 169–170.

Куликова Т. П. Зоопланктон водоемов бассейна реки Шуи (Карелия). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 124 с.

Куликова Т. П. Планктонная фауна водоемов Заонежского полуострова // Тр. Карельского научного центра РАН. Биогеография Карелии. 2005. Вып. 7. С. 142–150.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007а. 223 с.

Куликова Т. П. Северный район Ладожского озера и его притоки. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007б, С. 92–98.

Куликова Т. П. Зоопланктон истока реки Свири и Ивинского разлива // Зоопланктон водных объектов бассейна Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007в. С. 125–129.

Куликова Т. П. Водоемы района Костомукши. Бассейн реки Каменной. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007г. С. 131–133.

Куликова Т. П. Северное Выгозеро и озеро Воицкое. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007д. С. 152–158.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. 325 с.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов северной части бассейна Ладожского озера.

Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 192 с.

Куликова Т. П. Изученность зоопланктона водных объектов Республики Карелия // Тр. Карельского научного центра РАН. 2013. № 6. С. 63–75.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов города Петрозаводска (Карелия) // Тр. Карельского научного центра РАН. 2015. № 2. С. 71–88.

Куликова Т. П., Власова Л. И. Заонежский полуостров. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменений. Зоопланктон // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. С. 178–183.

Куликова Т. П., Власова Л. И. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменений. Зоопланктон // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии (опер.-информ. материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. С. 177–189.

Куликова Т. П., Власова Л. И. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменений. Зоопланктон // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 189–200.

Куликова Т. П., Калинкина Н. М. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. С. 115–124.

Куликова Т. П., Кустовлянкина Н. Б., Сярки М. Т. О зоопланктоне притоков Онежского озера // Притоки Онежского озера: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 16–19.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Зоопланктон рек Лососинки и Неглинки // Комплексное изучение водных ресурсов Карелии: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 12–15.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Особенности формирования планктонной фауны притоков Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1990. С. 77–99.

Кутикова Л. А. Коловратки водоемов Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л.: Наука, 1965. С. 52–70.

Кучко Я. А. Влияние форелевого хозяйства на сообщество зоопланктона озерно-речной системы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2004. 26 с.

Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. 102 с.

Мазей Ю. А., Стойко Т. Г. К характеристике зоопланктона водных экосистем окрестностей деревни Черная Река (Карелия, Лоухский район) // Мат-лы IV (XXVII) межд. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера», Вологда, 2005. Ч. I. С. 268–270.

Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. 168 с.

Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов / Отв. ред. И. С. Трифонова. СПб.: ЛЕМА, 2006. 130 с.

Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1990. 163 с.

Рыжков Л. П. Озера бассейна северной Ладоги. Петрозаводск: ПетрГУ, 1999. 201 с.

Рылов В. М. К познанию фауны Rotatoria некоторых водоемов Олонецкого края (Пудожский уезд) // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. Л., 1926. Ч. 6, вып. 2. С. 1–33.

Рылов В. М. К познанию фауны Eucorperoda некоторых водоемов Олонецкого края // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. Л., 1927. Ч. 6. Вып. 3. 45 с.

Рябинкин А. В., Власова Л. И., Калинкина Н. М. и др. Разнообразие флоры и фауны рек Карельского побережья Белого моря // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 114–131.

Рябинкина М. Г., Куликова Т. П., Рыжков Л. П. Зоопланктон водоемов бассейна Северной Ладоги // Тр. Карельского научного центра РАН. 2012. № 1. С. 113–125.

Смирнов С. С. Материалы к познанию зоопланктона озер Карелии. Зоопланктон озер Кончезерской группы озер // Тр. Бородинской биол. станции. Л., 1933. Т. 7, вып. 1. С. 27–56.

Смирнов Ю. А., Круглова А. Н., Комулайнен С. Ф. и др. Влияние лесной и сельскохозяйственной мелиорации на элементы биологического режима рек Шуи и Сяпси // Биологические ресурсы внутренних водоемов и их использование. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1990. С. 89–96.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. 188 с.

Состояние биоценозов озерно-речной системы Вуоксы / Отв. ред. И. С. Трифонова, В. П. Беляков. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 2004. 148 с.

Степанова А. Б. Зоопланктон внутренних озер Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1998. 19 с.

Урбан В. В. Характеристика зоопланктона карельских озер // Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.; Л., 1962. С. 144–150.

Филимонова З. И. Зоопланктон озера Сямозера // Тр. Сямозерской комплексной экспедиции. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1962. Т. 2. С. 56–81.

Филимонова З. И. Низшие ракообразные планктона озер Карелии // Фауна озер Карелии. Беспозвоночные. М.; Л., 1965а. С. 111–146.

Филимонова З. И. Зоопланктон озер Заонежья // Вопросы гидрологии, озероведения и водного хозяйства Карелии // Тр. СевНИИГиМ. Петрозаводск, 1965б. Вып. 23. С. 212–235.

Филимонова З. И. К вопросу о зоопланктоне малых водоемов Карелии // Водные ресурсы Карелии и пути их использования. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 324–334.

Филимонова З. И. Пресноводные коловратки (Rotatoria) Карелии // Гидробиологический журнал. 1976. Т. 12. № 3. С. 23–28.

Филимонова З. И., Белоусова Н. А. О микрофауне болотных водоемов заповедника «Кивач» // Проблемы заповедного дела. 1988. № 2. С. 178–200.

Филимонова З. И., Ключкина Е. А., Гордеева Л. И. и др. Бассейн реки Контокки // Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Каменной. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1986. С. 45–53.

Филимонова З. И., Круглова А. Н. О коловратках рек Карелии // Использование и охрана водных ресурсов Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1994. С. 161–192.

Филимонова З. И., Куликова Т. П. Зоопланктон северной части Повенецкого залива // Охрана и использование водных ресурсов Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1974. С. 179–193.

Филимонова З. И., Куликова Т. П. О зоопланктоне Петрозаводского Онего // Петрозаводское Онего и его лимнологические особенности. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. С. 123–138.

Филимонова З. И., Смирнов Ю. А. О зоопланктоне озерно-речных систем западной Карелии // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. С. 131–138.

Филимонова З. И., Чухонкина Г. А. Гарпактициды водоемов Карелии и их кормовое для рыб значение // Научн. конф. биологов Карелии, посвящ. 50-летию образования СССР: тез. докл. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1972. С. 238–239.

Чернов К. В. Результаты гидробиологического обследования рек Суны, Шуи, Лососинки и Косалмского протока // Тр. Бородинской биол. станции. Л., 1927. Т. V. С. 190–202.

Kulikova T. P. Vlasova L. I. Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and variation trends. Zooplankton // Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2003. P. 163–173.

Поступила в редакцию 14.09.2015

References

Aleshina D. G., Kurashov E. A., Rodionova N. V., Guseva M. A. Sovremennoe sostoyanie vesennego zooplanktona pritokov Ladozhskogo ozera [The current state of the spring zooplankton in the tributaries of Lake

Ladoga]. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: Chemistry and Ecology]*. 2014. No. 4. P. 64–71.

Andronikova I. N. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ecosystem [Structural

and functional organization of zooplankton in lake ecosystems]. St. Petersburg, 1996. 190 p.

Chernov K. V. Rezul'taty gidrobiologicheskogo ob sledovaniya rek Suny, Shui, Lososinki i Kosalmskogo protoka [Results of hydrobiological study of rivers Suna, Shuya, Lososinka and Kosalmskii channel]. *Tr. Borodinskoi biol. stantsii [Proc. Borodinskaya Biol. Station]*. Leningrad, 1927. Vol. V. P. 190–202.

Filimonova Z. I. Zooplankton ozera Syamozera [Zooplankton in Lake Syamozero]. *Tr. Syamozerskoi kompleksnoi ekspeditsii [Proc. Syamozero comprehensive expedition]*. Petrozavodsk, 1962. Vol. 2. P. 56–81.

Filimonova Z. I. Nizshie rakoobraznye planktona ozer Karelii [Lower planktonic crustaceans in Karelian lakes]. Fauna ozer Karelii. Bespozvonochnye [Fauna of Karelian Lakes. Invertebrates]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1965a. P. 111–146.

Filimonova Z. I. Zooplankton ozer Zaonezh'ya [Zooplankton in the lakes of Zaonezhje]. *Voprosy gidrologii, ozerovedeniya i vodnogo khozya'stva Karelii. Tr. SevNIIGiM [Issues of hydrology, limnology and water resources of Karelia. Proc. SevNIIGim]*. Petrozavodsk, 1965b. Iss. 23. P. 212–235.

Filimonova Z. I. K voprosu o zooplanktone malykh vodoemov Karelii [On zooplankton of small water bodies in Karelia]. *Vodnye resursy Karelii i puti ikh ispol'zovaniya [Water resources of Karelia and their use]*. Petrozavodsk: Kareliya, 1970. P. 324–334.

Filimonova Z. I. Presnovodnye kolovratki (Rotatoria) Karelii [Freshwater rotifers Rotatoria of Karelia]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological J.]*. 1976. Vol. 12, no. 3. P. 23–28.

Filimonova Z. I., Belousova N. A. O mikrofaune bolotnykh vodoemov zapovednika "Kivach" [On microfauna of wetland water bodies in the Kivach nature reserve]. *Problemy zapovednogo dela [Problems of reserve management and studies]*. 1988. No. 2. P. 178–200.

Filimonova Z. I., Klyukina E. A., Gordeeva L. I. et al. Bassein reki Kontokki [The Kontokki River basin]. *Biologicheskie resursy vodoemov basseina reki Kamennaya River basin*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1986. P. 45–53.

Filimonova Z. I., Kruglova A. N. O kolovratkakh rek Karelii [On rotifers of Karelian rivers]. *Ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov Belogo morya (v granitsakh Karelii) [Water management and conservation of the White Sea (within the borders of the Republic of Karelia)]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1994. P. 161–192.

Filimonova Z. I., Kulikova T. P. Zooplankton severnoi chasti Povenetskogo zaliva [Zooplankton in the northern part of Povenets bay]. *Okhrana i ispol'zovanie vodnykh resursov Karelii [Conservation and management of aquatic resources of Karelia]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1974. P. 179–193.

Filimonova Z. I., Kulikova T. P. O zooplanktone Petrozavodskogo Onego [On zooplankton of Petrozavodsk Onega]. *Petrozavodskoe Onego i ego limnologicheskie osobennosti [Petrozavodsk Onega and its limnological features]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1984. P. 123–138.

Filimonova Z. I., Smirnov Yu. A. O zooplanktone ozerno-rechnykh sistem zapadnoi Karelii [On zooplank-

ton in lake-river systems in west Karelia]. *Lososevye (Salmonidae) Karelii [Salmonidae of Karelia]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1976. P. 131–138.

Filimonova Z. I., Chukhonkina G. A. Garpaktitsidy vodoemov Karelii i ikh kormovoe dlya ryb znachenie [Harpacticoida in water bodies of Karelia and its forage significance for fishes]. *Nauchn. konf. biologov Karelii, posvyashch. 50-letiyu obrazovaniya SSSR: Tez. dokl. [Sci. conf. of Karelian biologists dedicated to the 50th anniversary of the Soviet Union formation. Abstr.]*. Petrozavodsk, 1972. P. 238–239.

Gerd S. V. Obzor gidrobiologicheskikh issledovaniy ozer Karelii [Review of hydrobiological studies of Karelian lakes]. *Tr. Karelo-Finskogo otdel. VNIORKH [Proc. Karelian-Finnish Department of VNIORKH]*. 1946. Vol. 11. P. 27–139.

Gordeeva L. I. Zooplankton rek Karel'skogo i Pomorskogo poberezh'ya Belogo moraya: oper.-inform. materialy [Zooplankton in rivers of the White Sea Karelian and Pomor Coasts]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1985. P. 24–25.

Gordeeva-Pertseva L. I., Kulikova T. P. K voprosu o formirovaniy i sostave zooplanktona Belomorsko-Baltiyskogo kanala (BBK) [On the issue of zooplankton formation and species composition in the White Sea-Baltic canal (BBC)]. *Otchetnaya sessiya Uchen. soveta SEVNIORKH po itogam nauchno-issl. rabot za 1971 g.: Tez. dokl. [Reporting session of Acad. Council of SevNIORKH on scientific and research activities completed in 1971]*. Petrozavodsk. 1972. P. 67–69.

Gordeeva L. I., Kulikova T. P. Zooplankton Belomorsko-Baltiyskogo kanala [Zooplankton in the White Sea-Baltic canal]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological J.]*. 1978. Vol. 14, no. 6. P. 112–113.

Gordeeva L. I., Sokolova V. A., Makarov V. P. *Gidrobiologicheskii rezhim Belomorsko-Baltiyskogo kanala [Hydrobiological regime of the White Sea-Baltic canal]*. *Gidrobiologiya Vygozerskogo vodokhranilishcha [Hydrobiology of the Vygozero Reservoir]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1978. P. 134–156.

Ivanova M. B. Vliyaniye zagryazneniya na planktonnykh rakoobraznykh i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya dlya opredeleniya stepeni zagryazneniya vody [Effect of pollution on planktonic crustaceans and the possibility of using them to determine the extent of water pollution]. *Metody biologicheskogo analiza presnykh vod [Methods of freshwater biological analysis]*. Leningrad, 1976. P. 68–80.

Kapustina L. L., Makartseva E. S., Trifonova I. S. *Issledovanie sostoyaniya planktonnykh organizmov v vodakh verkhnikh i nizhnikh b'efov GES, raspolozhennykh na Vuokse [The study of the state of planktonic organisms in waters of the upper and lower pools of the hydro-power plant on the Vuoksa River]*. *Vodnye resursy [Water resources]*. 1994. Vol. 21, no. 1. P. 51–58.

Kitaev S. P., Sterligova O. P., Pavlovski S. A., Komulainen S. F., Kuchko Ya. A. *Otsenka vliyaniya forelevoi fermi na ozerno-rechnuyu sistemu reki Lizhma (bas. Onezhskogo ozera) [Assessment of the effect of a trout farm on the lake-river system of the Lizhma River (Lake Onega catchment)]*. *Biologiya vnutrennikh vod [Inland Water Biology]*. 2003. No. 2. P. 92–99.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V., Shirokov V. A. *Gidrobiologicheskii rezhim tipichnykh*

nerestovo-vyrostnykh uchastkov reki Lizhmy (bas. Onezhskogo ozera) [Hydrobiological regime of typical spawning and rearing sites in the Lizhma River (Lake Onega bas.)]. Voprosy lososevogo khozyaystva na Evropeiskom Severe [Problems of salmon farming in the European North]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1987. P. 70–75.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Struktura gidrobiocenozov v nekotorykh rekakh Karel'skogo poberezh'ya Belogo moray [Structure of hydrobiont communities in some rivers of the Karelian coast of the White Sea]. Materialy IX mezhd. konf. "Problemy izucheniya, racional'nogo ispol'zovaniya i okhrany resursov Belogo morya" [The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proc. 9th intern. conf.]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2004. P. 156–164.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Gidrobiologiya [Hydrobiology]. Beloe more i ego vodosbor pod vliyaniem klimaticheskikh i antropogenykh faktorov [The White Sea and its catchment under climatic and anthropogenic impacts]. Eds N. N. Filatov, A. Yu. Terzhevnik. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007a. P. 104–114.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Gidrobiocenozy r. Syapsya (bas. Onezhskogo ozera) v usloviyakh vozdeistviya stokov forelevoi fermy [Hydrobiocenoses of the Syapsya River (Lake Onega catchment)]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo* [Fish farming and fisheries]. 2007b. No. 2. P. 17–23.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A., Slastina Yu. L. Struktura gidrobiocenozov nekotorykh vodoemov zapovednika "Kivach" [Structure of hydrobiont communities in some water bodies of the nature reserve "Kivach"]. *Tr. gos. zapovednika "Kivach"* [Proc. State Nature Reserve "Kivach"]. Petrozavodsk, 2011. Iss. 5. P. 155–165.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Struktura i funktsionirovanie soobshchestv vodnykh organizmov v rekakh yuzhnogo (Pomorskogo) poberezh'ya Belogo morya [The structure and functioning of the hydrobiont communities of some rivers of the White Sea southern (Pomorski) coast]. *Tr. Kol'skogo NC RAN "Prikladnaya ekologiya Severa"* [Trans. Kola SC RAS. Applied ecology of the North]. Apatity: KNTs RAN, 2012. Iss. 1. P. 109–126.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Struktura soobshchestv vodnykh organizmov Vygozerskogo vodokhranilishcha [Aquatic organism community structure in the Vygozero Reservoir inflows]. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal* [Povolzhskiy J. of Ecology]. 2013a. No. 3. P. 261–270.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryhshev I. A. Gidrobiologicheskie osobennosti vodoemov i vodotokov [Hydrobiological features of waterbodies and watercourses]. Sel'govye landshafty Zaonezhskogo poluostrova: prirodnye osobennosti, istoriya osvoeniya i sokhraneniye [Selka landscapes of the Zaonezhskii Peninsula: natural characteristics, land use, conservation]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2013b. P. 139–146.

Kruglova A. N. O faune vodnykh bespozvonochnykh v zone nekotorykh makrofitov r. Nizhnaya Lizhma [On fauna of aquatic invertebrates in the communities

of some macrophytes of the Lizhma River]. IX sessiya Uchenogo soveta po probleme: "Biol. resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa": Tez. dokl. [9th Session of Acad. Council on "Biol. resources of the White Sea and inland water bodies of the European North". Abstr.]. Petrozavodsk. 1974. P. 65–67.

Kruglova A. N. Fauna rakoobraznykh i kolovratok rek basseina Onezhskogo ozera [Fauna of crustaceans and rotifers in the rivers of Lake Onega basin]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 1975. 27 p.

Kruglova A. N. Vidovoi sostav zooplanktona lososevykh rek basseina Onezhskogo ozera [Species composition of zooplankton in salmon rivers of Lake Onega basin]. *Lososevye (Salmonidae) Karelii* [Salmonidae of Karelia]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1976. P. 138–145.

Kruglova A. N. Zooplankton pritokov Onezhskogo ozera [Zooplankton in tributaries of Lake Onega]. Lososevye nerestovye reki Onezhskogo ozera [Salmon spawning rivers of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1978. P. 32–41.

Kruglova A. N. Znachenie ozernogo zooplanktona v formirovanii kormovoi bazy ozerno-rechnoi sistemy r. Lizhma (bas. Onezhskogo ozera) [The role of lake zooplankton in the formation of forage base in the lake-river system of the Lizhma River (Lake Onega bas.)]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological J.]. 1981. Vol. 27, no. 1. P. 28–33.

Kruglova A. N. Fauna rakoobraznykh i kolovratok reki Keret' (bas. Belogo morya) [Fauna of crustaceans and rotifers in the Keret River (the White Sea basin)]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN. Ser. Biogeografiya* [Trans. KarRC RAS. Ser. Biogeography]. Petrozavodsk, 2003a. Iss. 4. P. 199–202.

Kruglova A. N. Zooplankton rek Paanayarvskogo natsional'nogo parka [Zooplankton in rivers of the Paanajärvi national park]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN. Ser. Biologiya. Priroda natsional'nogo parka "Paanajarvi"* [Trans. KarRC RAS. Ser. Biogeography. Nature of the Paanajärvi national park]. Petrozavodsk, 2003b. Iss. 3. P. 115–118.

Kruglova A. N. Sostoyaniye planktofauny r. Syapsya (bass. Onezhskogo ozera) v usloviyakh antropogen'nogo vozdeistviya [The state of planktonic fauna in the Syapsya River (Lake Onega bas.)]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN. Ser. Biogeografiya* [Trans. KarRC RAS. Ser. Biogeography]. Petrozavodsk, 2008. Iss. 14. P. 43–48.

Kruglova A. N. Planktonnaya fauna rek severnoi chasti basseina Ladozhskogo ozera [Planktonic fauna in rivers of the northern part of Lake Ladoga basin]. Materialy Vseros. nauchn. konf. s mezhd. uchastiem "Ekologicheskie problemy severnykh regionov i puti ikh resheniya" [Proc. 5th All-Russian sci. conf. with intern. participation "Ecological problems of northern regions and ways for their solutions"]. Apatity. 2012a. P. 198–201.

Kruglova A. N. O zooplanktone nekotorykh vodoemov zapovednika "Kivach" [On zooplankton in some water bodies of the "Kivach" nature reserve]. Materialy nauchno-prakticheskoi konf., posvayshch. 80-letiyu FGBU "Gos. prirodnyi zapovednik "Kivach" [Proc. sci. conf. dedicated to the 80th anniversary of FSBI "State nature reserve "Kivach"]. Petrozavodsk. 2012b. P. 53–57.

Kruglova A. N. Zooplankton reki Shui (bass. Onezhskogo ozera) [Zooplankton in the Shuya River (Lake

Onega bas.)). *Tr. Gos. prirodnogo zapovednika "Kivach"* [Proc. State Nature Reserve "Kivach"]. Petrozavodsk, 2013a. Iss. 6. P. 109–113.

Kruglova A. N. Zooplankton rek Pomorskogo poberezh'ya Belogo moray [Zooplankton in rivers of the White Sea Pomorski Coast]. *Materialy XXIX mezhd. konf. "Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa"* [Proc. 24th intern. conf. "Biol. resources of the White Sea and inland water bodies of the European North"]. Murmansk, 2013b. P. 34–38.

Kruglova A. N., Baryshev I. A. Eliminatsiya limnicheskogo zooplanktona v porozhistoi reke (na primere oz. Kedrozero i r. Lizhma, bass. Onezhskogo ozera) [Elimination of limnic zooplankton in the rapid river (Case study of Lake Kedrozero and the Lizhma River, Onega Lake basin)]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological J.]*. 2010. Vol. 46, no. 6. P. 15–23.

Kruglova A. N., Shustov Yu. A. Planktostok nekotorykh rek basseina Onezhskogo ozera i ego rol' v pitanii molodi lososevykh [Plankton inflow of some rivers of Lake Onega basin and its role in the diet of juvenile salmon]. *Lososevye (Salmonidae) Karelii [Salmonidae of Karelia]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1976. P. 146–149.

Kruglova A. N., Filimonova Z. I., Smirnov Yu. A. Planktostok v lososevykh rekakh Onezhskogo ozera [An inflow of plankton in salmon rivers of Lake Onega]. *Limnologiya Severo-Zapada SSSR [Limnology of the north-western part of the USSR]*. Tallin, 1973. Pt 2. P. 65–66.

Kulikova T. P. O planktonnoi faune nekotorykh pritokov Vygozera [On planktonic fauna in some tributaries of Lake Vygozero]. *Gidrobiologiya Vygozerskogo vodokhranilishcha [Hydrobiology of the Vygozero Reservoir]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1978. P. 80–89.

Kulikova T. P. Severnoe Vygozero, reka Nizhnii Vyg i ozero Voitskoe. Zooplankton [The Northern Vygozero, the Lower Vyg River and Lake Voitskoe. Zooplankton]. *Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya. Po rezul'tatam monitoringa 1992–1997 gg.* [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1992–1997]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998a. P. 115–119.

Kulikova T. P. Pritoki Belogo morya. Kharakteristika biocenozov. Zooplankton [Tributaries of the White Sea. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya [Present-day status of water bodies in the Republic of Karelia]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998b. P. 169–170.

Kulikova T. P. Zooplankton vodoemov basseina reki Shui (Kareliya) [Zooplankton in water bodies of the Shuya River basin (Karelia)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2004. 124 p.

Kulikova T. P. Planktonnaya fauna vodoemov Zaonezhskogo poluostrova [Plankton fauna of the Zaonezhje Peninsula waters]. *Tr. Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN. Seriya Biogeografiya Karelii [Trans. KarRC RAS. Ser. Biogeography of Karelia]*. Petrozavodsk, 2005. Iss. 7. P. 142–150.

Kulikova T. P. Zooplankton vodnykh ob'ektov basseina Onezhskogo ozera [Zooplankton in water bodies of

Lake Onega catchment]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007a. 223 p.

Kulikova T. P. Severnyi raion Ladozhskogo ozera i ego pritoki. Kharakteristika biocenozov. Zooplankton [The northern area of Lake Ladoga and its tributaries. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg.* [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007b. P. 92–98.

Kulikova T. P. Zooplankton istoka reki Sviri i Ivinskogo razliva [Zooplankton in the mouth of the Svir River and Ivinskiy flood]. *Zooplankton vodnykh ob'ektov basseina Onezhskogo ozera [Zooplankton in water bodies of Lake Onega catchment]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007v. P. 125–129.

Kulikova T. P. Vodoemy raiona Kostomukshi. Bassein reki Kamennoi. Kharakteristika biocenozov. Zooplankton [Waters bodies of the Kostomuksha Region. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg.* [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007g. P. 131–133.

Kulikova T. P. Severnoe Vygozero i ozero Voitskoe. Kharakteristika biocenozov. Zooplankton [The Northern Vygozero and Lake Voitskoe. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg.* [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007d. P. 152–158.

Kulikova T. P. Zooplankton vodnykh ob'ektov basseina Belogo morya [Zooplankton in waters of the White Sea drainage basin]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2010. 325 p.

Kulikova T. P. Zooplankton vodnykh ob'ektov severnoi chasti basseina Ladozhskogo ozera [Zooplankton in water bodies of the northern part of Lake Ladoga basin]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2012. 192 p.

Kulikova T. P. Izuchennost' zooplanktona vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya [The state of knowledge on zooplankton in water bodies of the Republic of Karelia]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2013. No. 6. P. 63–75.

Kulikova T. P. Zooplankton vodnykh ob'ektov goroda Petrozavodsk (Kareliya) [Zooplankton in water bodies within the Petrozavodsk city (Karelia)]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. 2015. No. 2. P. 71–88.

Kulikova T. P., Vlasova L. I. Zaonezhskii poluostrov. Flora i fauna vodnykh ekosistem: kharakteristika i tendencii izmenenii. Zooplankton [The Zaonezhje Peninsula. Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and variation trends. Zooplankton]. *Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii Zaonezhskogo poluostrova i Severnogo Priladozh'ya [Biodiversity inventories and studies in the areas of the Zaonezhje Peninsula and Northern Ladoga shore]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000. P. 178–183.

Kulikova T. P., Vlasova L. I. Flora i fauna vodnykh ekosistem: kharakteristika i tendentsii izmenenii.

Zooplankton [Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and variation trends. Zooplankton]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii central'noi Karelii: oper.-inform. materialy. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2001. P. 177–189.

Kulikova T. P., Vlasova L. I. Flora i fauna vodnykh ekosistem: kharakteristika i tendentsii izmenenii. Zooplankton [Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and variation trends. Zooplankton]. Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy [Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. P. 189–200.

Kulikova T. P., Vlasova L. I. Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and variation trends. Zooplankton. Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. P. 163–173.

Kulikova T. P., Kalinkina N. M. Vodoemy raiona Kostomukshi. Ozerno-rechnaya sistema Kenti. Kharakteristika biocenozov. Zooplankton [Water bodies of the Kostomuksha area. The Kenti lake-river system. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg. [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. P. 115–124.

Kulikova T. P., Kustovlyankina N. B., Syarki M. T. O zooplanktone pritokov Onezhskogo ozera [On zooplankton in tributaries of Lake Onega]. Pritoki Onezhskogo ozera: oper.-inform. materialy [Tributaries of Lake Onega. Express information materials]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1988. P. 16–19.

Kulikova T. P., Syarki M. T. Zooplankton rek Lososinki i Neglinki [Zooplankton in the Lososinka and Neglinka Rivers]. Kompleksnoe izuchenie vodnykh resursov Karelii: oper.-inform. materialy [Comprehensive study of water resources of Karelia. Express information materials]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1988. P. 12–15.

Kulikova T. P., Syarki M. T. Osobennosti formirovaniya planktonnoi fauny pritokov Onezhskogo ozera [Features of plankton fauna formation in tributaries of Lake Onega]. Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1990. P. 77–99.

Kutikova L. A. Kolovratki vodoemov Karelii [Rotifers in water bodies of Karelia]. Fauna ozer Karelii. Bespozvonochnye [Fauna of Karelian lakes. Invertebrates]. Moscow; Leningrad, 1965. P. 52–70.

Kuchko Ya. A. Vliyanie forelevogo khozyaystva na soobshchestvo zooplanktona ozerno-rechnoi sistemy [The trout farm impact on the zooplankton community in the lake-river system]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 2004. 26 p.

Lososeyye nerestovye reki Onezhskogo ozera [Salmon spawning rivers of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1978. 102 p.

Mazei Yu. A., Stoiko T. G. K kharakteristike zooplanktona vodnykh ekosistem okrestnostei derevni Chernaya reka (Kareliya, Loukhskii raion) [Characteristics of zooplankton in aquatic ecosystems in the environs of Black River village (Karelia, Loukhsky district)]. Materialy IV (XXVII) mezhd. konf. "Biologicheskie resursy

Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa" [Proc. 4th (27th) intern. conf. "Biol. resources of the White Sea and inland water bodies of the European North"]. Vologda, 2005. Pt I. P. 268–270.

Metody biologicheskogo analiza presnykh vod [Methods for biological analysis of fresh waters]. Leningrad, 1976. 168 p.

Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya rek basseina Ladozhskogo ozera po gidrokhimicheskim pokazatelyam i strukture gidrobiocenozov [Estimating the ecological state of rivers in Lake Ladoga basin by hydrochemical characteristics and the structure of hydrobiocenoses]. Ed. I. S. Trifonova. St. Petersburg: LEMA, 2006. 130 p.

Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk, 1990. 163 p.

Ryzhkov L. P. Ozera basseina severnoi Ladogi [Lakes of the northern Ladoga basin]. Petrozavodsk: PetrGU, 1999. 201 p.

Rylov V. M. K poznaniyu fauny Rotatoria nekotorykh vodoemov Olonetskogo kraya (Pudozhskii uezd) [The study of Rotatoria fauna in some water bodies of the Olonets region (Pudozh district)]. *Tr. Olonetskoi nauch. ekspeditsii* [Proc. Olonets sci. expedition]. Leningrad, 1926. Pt. 6, iss. 2. P. 1–33.

Rylov V. M. K poznaniyu fauny Eucopepoda nekotorykh vodoemov Olonetskogo kraya [The study of Eucopepoda fauna in some water bodies of the Olonets region]. *Tr. Olonetskoi nauch. ekspeditsii* [Proc. Olonets sci. expedition]. Leningrad, 1927. Pt 6, iss. 3. 45 p.

Ryabinkin A. V., Vlasova L. I., Kalinkina N. M. et al. Raznoobrazie flory i fauny rek Karel'skogo poberezh'ya Belogo morya [The diversity of flora and fauna in rivers of the Karelian Coast of the White Sea]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na Karel'skom poberezh'e Belogo moray [Biodiversity inventories and studies on the Karelian coast of the White Sea]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. P. 114–131.

Ryabinkina M. G., Kulikova T. P., Ryzhkov L. P. Zooplankton vodoemov basseina Severnoi Ladogi [Zooplankton in water bodies of the northern Ladoga basin]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. Petrozavodsk, 2012. Iss. 13, no. 1. P. 113–125.

Smirnov S. S. Materialy k poznaniyu zooplanktona ozer Karelii. Zooplankton ozer Konchezerskoi gruppy ozer [Materials for studying zooplankton in Karelian lakes. Zooplankton in Konchezero lake group]. *Tr. Borodinskoi biol. stantsii* [Proc. Borodinskaya biol. station]. 1933. Vol. 7, iss. 1. P. 27–56.

Smirnov Yu. A., Kruglova A. N., Komulainen S. F. et al. Vliyanie lesnoi i sel'skokhozyaistvennoi melioratsii na elementy biologicheskogo rezhima rek Shui i Syapsi [The effect of forest and agricultural melioration on biological regime of the Shuya and Sapsya Rivers]. Biologicheskie resursy vnutrennikh vodoemov i ikh ispol'zovanie [Biological resources of inland water bodies and their use]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1990. P. 89–96.

Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya. Po rezul'tatam monitoringa 1992–1997 gg. [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1992–1997]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. 188 p.

Sostoyanie biocenozov ozerno-rechnoi sistemy Vuoksy [The state of biocenoses in Vuoksa lake-river

system]. Eds I. S. Trifonova, V. P. Belyakov. St. Petersburg: NII khimii SPbGU, 2004. 148 p.

Stepanova A. B. Zooplankton vnutrennikh ozer Valaamskogo arhipelaga i privileyushcheii akvatorii Ladozhskogo ozera [Zooplankton in inland lakes of the Valaam archipelago and surrounding area]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. St. Petersburg, 1998. 19 p.

Urban V. V. Kharakteristika zooplanktona karelskikh ozer [Characteristics of zooplankton in Karelian lakes]. *Biologiya vnutrennikh vodoemov Pribaltiki* [Biology of inland water bodies of the Baltic States]. Moscow; Leningrad, 1962. P. 144–150.

Veselov E. A., Korovina V. M. Ryby reki Vodla i Shal'skoi guby Onezhskogo ozera [Fishes in the Vodla River and Shalskay Bay of Lake Onega]. *Tr. Borodinskoi biologicheskoi stantsii v Karelii* [Proc. Borodinskay biol. station in Karelia]. Leningrad. 1932. Vol. VI, iss. 1. P. 26–61.

Vlasova L. I. Zooplankton malych rek, pritokov reki Kem'. Oper.-inf. materialy [Zooplankton in small rivers, tributaries of the Kem' River. Express information

materials]. *Issledovaniya ozerno-rechnykh system Karelii* [Research lake-river systems of Karelia]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1982. P. 26–28.

Vlasova L. I. Zooplankton i kachestvo vody r. Kemi i malych vodoemov zony proektiruemogo Belopozhskogo vodokhranilishcha [Zooplankton and water quality in the Kem' River and small water bodies of the anticipated Belopozhsk Reservoir]. *Sovremennyyi rezhim prirodnykh vod r. Kemi* [Present-day regime of natural waters in the Kem' River basin]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1989. P. 195–205.

Vlasova L. I. Vodoemy raiona Kostomukshi. Ozerno-rechnaya sistema Kenti. Zooplankton [Water bodies in the Kostomuksha region. Kenti lake-river system. Zooplankton]. *Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya* [Present-day status of water bodies in the Republic of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 134–137.

Received September 14, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Круглова Александра Николаевна

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kruglovaan45@mail.ru
тел.: (8142) 561679

CONTRIBUTOR:

Kruglova, Alexandra

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: kruglovaan45@mail.ru
tel.: (8142) 561679

УДК 576. 895. 1: [597.552.5+597.552.3] (282.247.211)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕЛЬМИНТОВ РЯПУШКИ И КОРЮШКИ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Л. В. Аникиева¹, Е. П. Иешко¹, Е. А. Румянцев²

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН

² Петрозаводский государственный университет

Изучена фауна паразитов ресурсных видов рыб Онежского озера – ряпушки *Coregonus albula* L. и корюшки *Osmerus eperlanus* L. Установлена встречаемость, распределение численности и возрастная структура цестоды *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) у ряпушки. Прослежена сезонная динамика зараженности ряпушки цестодой *Eubothrium crassum* (Bloch, 1779) и выявлена роль ряпушки в жизненном цикле этого паразита. Проведен сравнительный анализ изменений паразитофауны ряпушки и корюшки за многолетний период. Показано, что видовое разнообразие гельминтов и его структура сохраняют относительную стабильность. Основные изменения проявляются в интенсивности заражения рыб. Данные позволяют считать, что два основных планктофага – ряпушка и корюшка успешно сосуществуют в условиях Онежского озера.

Ключевые слова: паразиты рыб; *Coregonus albula*; *Osmerus eperlanus*.

L. V. Anikieva, E. P. Ieshko, E. A. Rummyantsev. ECOLOGICAL ANALYSIS OF HELMINTHS IN VENDACE AND SMELT FROM LAKE ONEGO

The parasite fauna of Lake Onego commercial fish species – vendace, *Coregonus albula* L., and smelt, *Osmerus eperlanus* L., was studied. The prevalence, abundance distribution and age structure of the cestode *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) in vendace were determined. Seasonal variations of *Eubothrium crassum* (Bloch, 1779) infection in vendace were traced, and the role of vendace in the life cycle of this cestode was identified. A comparative analysis of long-term changes in the parasite fauna of vendace and smelt was carried out. The species diversity of helminths and its structure proved to be relatively stable. Changes were mainly observed in the intensity of infection. These results suggest that the two major plankton-feeders, vendace and smelt, quite successfully co-inhabit Lake Onego.

Keywords: fish parasites; *Coregonus albula*; *Osmerus eperlanus*.

Введение

Паразиты рыб представляют интерес как один из тестов для оценки экологии хозяев и состояния водоемов. Фауна паразитов рыб

складывается в определенных условиях внешней среды и представляет собой динамический биологический комплекс. Состав паразитов определяется не только видовой спецификой хозяина, но и целым рядом экологических

факторов (тип водоема, сезон года, видовое разнообразие гидробионтов и др.). Пищевые связи между хозяевами паразитов со сложным циклом развития дают основание использовать их в качестве индикаторов питания рыб.

Онежское озеро – крупнейший водоем Европы. Ему принадлежит ведущая роль в водоснабжении и судоходстве на Северо-Западе России, в нем сконцентрирована основная часть биоресурсов региона. В ихтиофауне озера встречаются почти все виды рыб, характерные для пресных водоемов указанной территории. Специфику Онежского озера, как и всех крупных олиготрофных водоемов Европейского Севера, составляет наличие лососевых и сиговых рыб. Строительство Беломорско-Балтийского канала в 1933–1934 гг. и создание глубоководного Волго-Балтийского пути увеличили интенсивность судоходства и объем грузоперевозок и вызвали усиление антропогенной нагрузки на водоем (загрязнение промышленными и бытовыми стоками, увеличение рыбного промысла и др.). Резкую структурную перестройку в макрозообентосе вызвал вселенец – байкальская амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), которая успешно натурализовалась в озере и освоила все типы литорали. Негативные последствия антропогенного воздействия привели к сокращению запасов и резкому падению численности ценных видов рыб. Лосось, паляя, сиги, хариус стали составлять незначительную долю в величине общего улова. Основными промысловыми рыбами в озере являются ряпушка и корюшка [Бабий, 2007; Биоресурсы..., 2008; Кухарев и др., 2008].

Паразитофауна рыб Онежского озера, включая ряпушку и корюшку, подробно изучена [Петрушевский, 1940; Куперман, 1979; Пермяков, Румянцев, 1984; Румянцев и др., 1984; Румянцев, 2007]. Установлен видовой состав паразитов рыб, дана характеристика паразитофауны отдельных видов хозяев и выявлены особенности их заражения. Полученные материалы послужили основой для характеристики и разработки типологии озер [Румянцев, 1996, 2004].

Сравнительный анализ паразитофауны рыб Онежского озера за полувековой промежуток времени [Румянцев и др., 1984, Румянцев, 2004, 2013] выявил существенные изменения встречаемости паразитов. У многих видов, адаптированных к обитанию в чистых холодноводных водоемах (*Rhabdochona denudata*, *Chloromyxum thymalli*, *Ch. truttae*, *Gyrodactylus thymalli*, *G. cotti*, *G. limneus*, *Dactylogyrus borealis*), отмечена тенденция к снижению зараженности рыб. Уменьшилась интенсивность

заражения гольяна трематодой *Diplostomum phoxini*. Не обнаружена пиявка *Acanthobdella peledina*. Зараженность рыб паразитами, связанными с зоопланктоном (*Proteocephalus*, *Triaenophorus*, *Camallanus*, *Philometra*), за этот период усилилась. У многих паразитов, связанных с бентосом, также выражена тенденция к увеличению численности (трематоды *Bunodera luciopercae*, *Allocreadium isoporum*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Ichthyocotylurus pileatus*). Особенно заметно повысилась инвазированность рыб личинками трематод, которые заканчивают свой жизненный цикл в рыбающих птицах.

В данной работе предпринят анализ гельминтов двух доминирующих ресурсных видов рыб Онежского озера – ряпушки и корюшки – для оценки особенностей их экологии.

Материалы и методы

Рыбу брали из промысловых уловов в северо-восточной части Онежского озера (Кузандрское Онего). Исследовали пищеварительный тракт рыб. Методом неполного паразитологического вскрытия в 2013 г. исследовано три выборки ряпушки: 63 экз. в мае, 15 экз. в июне, 15 экз. в сентябре, а также две выборки корюшки: 32 экз. в начале июня и 15 экз. в конце. Кроме того, в октябре 2012 г. было исследовано 95 экз. ряпушки для изучения распределения численности и возрастной структуры *Proteocephalus longicollis* в разных возрастных группах хозяина, в июне 2013 г. – дополнительно 50 экз. ряпушки для изучения возрастной структуры *Eubothrium crassum*. Статистический анализ распределения численности *Proteocephalus longicollis* проводили с использованием программы Quantitative Parasitology [Rozsa et al., 2000].

Сбор и обработка паразитологического материала проводились стандартными методами [Быховская-Павловская, 1985]. Определяли вид паразита, стадию развития и число гельминтов на каждой стадии развития.

Для количественной характеристики зараженности рыб использовались следующие показатели:

1. Экстенсивность инвазии (E), или процент заражения (%).

$$E = (N_i \times 100) / N,$$

где N_i – количество зараженных рыб, N – количество исследованных рыб.

2. Интенсивность инвазии – число паразитов в одной зараженной рыбе.

3. Средняя интенсивность заражения (экз. на одну вскрытую рыбу), или индекс обилия (M).

$$M = \sum n/N,$$

где N – количество исследованных рыб, $\sum n$ – сумма всех паразитов, обнаруженных на исследованных рыбах.

Использованы архивные материалы лаборатории паразитологии животных и растений Института биологии КарНЦ РАН.

Результаты и обсуждение

Всего было изучено 6 видов гельминтов: цестоды *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781), *Eubothrium crassum* (Bloch, 1779), *Diphyllbothrium ditremum* (Creplin, 1825), *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800), *P. tetrastomus* (Rudolphi, 1810) и скребень *Echinorhynchus salmonis* (Müller, 1780).

У ряпушки найдено 3 вида гельминтов: *Eubothrium crassum*, *Diphyllbothrium ditremum*, *Proteocephalus longicollis*. Набор гельминтов отражает специфику питания ряпушки как типичного планктофага. Все они имеют сложный цикл развития с участием ракообразных – промежуточных хозяев паразитов. В роли промежуточных хозяев выступают широко распространенные северные виды копепод – обычные компоненты олиготрофных водоемов.

Наиболее сильно ряпушка заражена цестодой *Proteocephalus longicollis* – широко распространенным паразитом лососевидных рыб. Зараженность ряпушки в Онежском озере в разные сезоны года варьировала от 64,5 до 86 %, интенсивность заражения от 1 до 65 экз., индекс обилия от 3,5 до 6,4 экз. Типичные хозяева паразита – сиговые рыбы-планктофаги. В Онежском озере *P. longicollis* зарегистрирован у четырех видов хозяев – палии, ряпушки, кильца, сига. Наиболее высокие показатели зараженности отмечены у сига и ряпушки (100 % с индексом обилия до 40 экз.). Палия и килец заражены значительно слабее (соответственно 13 и 70 %, индекс обилия 2 и 3,5 экз.) [Петрушевский, 1940; Румянцев и др., 1984; Румянцев, Иешко, 1997]. Показатели зараженности ряпушки Онежского озера *P. longicollis* отражают тесные трофические связи между копеподами – промежуточными хозяевами паразита и ряпушкой – окончательным хозяином. По встречаемости паразита и интенсивности заражения ряпушка Онежского озера не отличается от ряпушки других озер Карелии. Однако по сравнению с крупной формой ряпушки, обитающей в малых эвтрофированных водоемах Вохтозерско-Вендюрской группы (Урос,

Вендюрское, Насоновское и Риндозеро), интенсивность заражения ряпушки Онежского озера на порядок ниже [Аникиева и др., 1983]. По морфологическим данным внутривидовая структура гельминта в разных водоемах относительно устойчива и образована доминирующими фенотипами с ядровидной формой сколекса, квадратной и субквадратной формой члеников и уплощенной формой лопастей яичника. Фенотипы с иными вариациями полиморфных признаков редки и малочисленны. Популяция *P. longicollis* из онежской ряпушки по морфологическому разнообразию сходна с популяциями паразита из ряпушки других озер Карелии [Аникиева и др., 2004; Аникиева, 2008].

Зараженность ряпушки *P. longicollis* в разные сезоны исследования характеризовалась высокой встречаемостью паразита в рыбе и невысокими колебаниями значений интенсивности ее заражения. Сравнительно невысока зараженность гельминтом осенью, в преднерестовый период в годовом жизненном цикле ряпушки (табл. 1). В это время интенсивность питания ряпушки снижается. Чаще встречаются рыбы с пустым желудком. Пищевой спектр сужается за счет выпадения теплолюбивых форм зоопланктона [Мальцева, 1983]. Сезонный ход динамики численности *P. longicollis* в Онежском озере сходен с установленным ранее для *P. longicollis* из Вендюрских озер. Он связан с характером и интенсивностью питания ряпушки, которые определяются динамикой кормовой базы в водоеме и изменяются по сезонам года [Потапова, 1978; Мальцева, 1983; Аникиева и др., 1983].

Изучение встречаемости *P. longicollis* в зависимости от возраста хозяина выявило различия в показателях зараженности разных возрастных групп ряпушки. Наиболее сильно заражены младшие возрастные группы рыб. С возрастом зараженность рыб *P. longicollis* снижается (табл. 1). Анализ характера распределения численности цестод *P. longicollis* в популяции ряпушки показал, что только у рыб в возрасте 0+ и 1+ вариабельность интенсивности инвазии имеет закономерный характер и моделируется негативным биномиальным распределением (НБР). При этом распределение численности более агрегировано у сеголетков при минимальной величине параметра *k* (табл. 1). Для сеголетков характерно более равномерное заражение, а у рыб старших возрастов зараженность цестодой имеет случайный характер.

Важную информацию о физиологическом состоянии ряпушки и активности ее питания дают материалы о возрастной структуре

Таблица 1. Показатели зараженности разновозрастных групп ряпушки цестодой *Proteocephalus longicollis* (октябрь)

Возраст ряпушки	Исследовано, экз.	Заражено, экз.	Встречаемость, %	Интенсивность, мин. – макс.	Индекс обилия, экз.	Параметр НБР, k
0+	50	20	40,0	1–65	2,8	0,175
1+	15	13	86,6	1–11	2,8	2,443
2+, 3+	15	6	40,0	1–2	0,53	-
4+, 5+	15	2	13,2	1–1	0,13	-

паразита. Нами установлено, что разные возрастные группы ряпушки различаются не только численностью гельминта, но и структурой его возрастного состава. У рыб младших возрастных групп обнаружены гельминты на всех выделенных нами стадиях развития (плероцеркоидной, неполовозрелой и половозрелой). Основу возрастной структуры паразита составляют пререпродуктивные стадии: плероцеркоиды и неполовозрелые особи. Встречаемость и численность половозрелых и зрелых особей была невысока. С возрастом ряпушки возрастная структура паразита упрощается. У трех-четырёхлетних рыб не обнаружены молодые неполовозрелые цестоды и цестоды с яйцами. У рыб старшего возраста возрастная структура гельминта включает только особей на ранних стадиях развития. Полученные данные свидетельствуют о том, что с возрастом ряпушки не только снижается доля копепод за счет расширения ее спектра питания, но и повышается устойчивость к паразиту.

Зараженность ряпушки цестодой *Diphyllobothrium ditremum* составила 1,6 %, интенсивность – 1 экз., индекс обилия 0,01 экз. Рыбы – вторые промежуточные хозяева *D. ditremum*. В Онежском озере паразит обнаружен у лосося, ряпушки и корюшки [Румянцев, Иешко, 1997]. Основной и типичный хозяин *D. ditremum* – ряпушка. Однако его численность в северных водоемах, как правило, низка [Аникиева, Румянцев, 2005]. Первыми промежуточными хозяевами служат пелагические виды копепод родов *Eudiaptomus*, *Cyclops*.

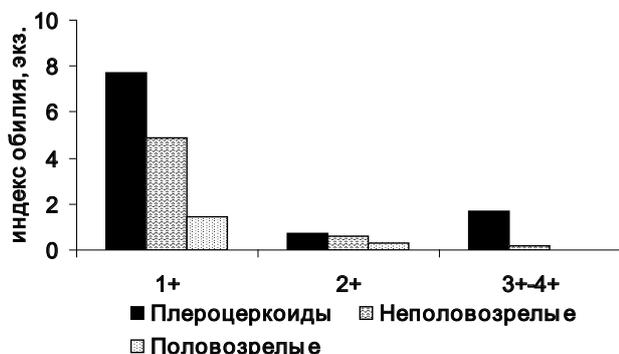


Рис. 1. Возрастная структура *P. longicollis* в ряпушке разного возраста

Окончательный хозяин – рыбацкие птицы чайки. Низкая зараженность ряпушки плероцеркоидами *Diphyllobothrium ditremum* свидетельствует о территориальном разобщении и слабых трофических контактах ряпушки с рыбацкими птицами.

Цестода *Eubothrium crassum* обнаружена у 6,6–14,3 % ряпушки с интенсивностью 1 экз., индексом обилия 0,14–0,6 экз. У ряпушки других озер Северо-Запада России она отмечена только в Ладожском озере (зараженность составила 7 %, индекс обилия 0,1) [Румянцев, Иешко, 1997]. Видовая идентификация цестод рода *Eubothrium* у лососевидных рыб в течение длительного периода была затруднена в связи с отсутствием надежных дифференциальных признаков и данных о морфологической изменчивости отдельных видов. В настоящее время установлено, что *Eubothrium crassum* включает три расы (одну пресноводную и две морские), которые различаются распространением, специфичностью и биологией. Основным хозяином пресноводной расы – кумжа *Salmo trutta*, обитающая в водоемах Европы. Атлантическая раса (морская) распространена в Северной Атлантике у лосося *Salmo salar*, тихоокеанская (также морская) – у *Oncorhynchus* spp. Ганзелова с соавторами [Hanzelova et al., 2005] сравнили основные морфометрические признаки *Eubothrium crassum* из форели, *E. salvelini* из гольца и цестод рода *Eubothrium* из ряпушки и установили, что цестоды из ряпушки морфологически ближе к *Eubothrium crassum* из форели, чем к *E. salvelini* из гольца.

Цестоды *Eubothrium crassum* обнаружены нами во всех выборках ряпушки. В сентябре они находились на плероцеркоидной стадии. В мае и июне обнаружены особи на разных стадиях развития, преимущественно встречались плероцеркоиды (67 % от общего числа найденных особей), молодые цестоды составили 17 %, половозрелые также 17 % (рис. 2). Наличие половозрелых особей свидетельствует о том, что ряпушка является одним из окончательных хозяев паразита. Низкая численность половозрелых особей *E. crassum* позволяет определить роль ряпушки в жизненном цикле паразита как второстепенного окончательного

хозяина. Основной окончательный хозяин паразита в Онежском озере – лосось, зараженность которого достигает 100 % при индексе обилия 450 экз. [Румянцев, 2007]. Высокая зараженность лосося *E. crassum*, постоянное присутствие в ряпушке плероцеркоидов и их доминирование в возрастной структуре паразита показывают, что ряпушка занимает ведущее место в питании лосося и участвует в жизненном цикле паразита как второй промежуточный и резервуарный хозяин. Полученные нами данные согласуются с материалами Купермана [1979], который также находил половозрелые стадии паразита в кишечнике ряпушки Онежского озера. Таким образом, для прохождения жизненного цикла в Онежском озере *E. crassum* использует два пути: с двумя промежуточными хозяевами (первый промежуточный хозяин – копепода, второй – ряпушка) и с одним промежуточным хозяином. В этом случае плероцеркоидные и взрослые стадии паразита совмещены в одном виде хозяина (ряпушке).

У корюшки изучено 5 видов гельминтов.

Четыре вида (цестоды *Triaenophorus nodulosus*, *Diphyllobothrium ditremum*, *Proteocephalus longicollis* и *P. tetrastomus*) связаны с планктоном, скребень *Echinorhynchus salmonis* – с реликтовыми рачками-бокоплавами *Pontoporeia affinis*. Наиболее частый паразит корюшки – цестода *Proteocephalus longicollis*. Зараженность корюшки составила 74 % с интенсивностью 1–69 экз. и индексом обилия 6,3 экз. Как известно, систематика цестод рода *Proteocephalus*, несмотря на большое число исследований, остается сложной. Протеоцефалюсы из корюшки неоднократно описывались под разными названиями или определялись как паразиты сиговых и хариусовых рыб, в связи с чем границы вида оказались размыты, а список хозяев и данные о его географическом распространении нуждались в дальнейшей проверке [Фрезе, 1965]. Виллемс [Willemse, 1969] впервые

установил, что у корюшки в Нидерландах могут обитать одновременно два морфологически различающихся вида. Один из них – специфичный паразит корюшки *P. tetrastomus* (Rudolphi, 1810). Другой вид – паразит лососевидных рыб *P. longicollis* (Zeder, 1800). Позднее оба вида были дифференцированы у европейской корюшки в бассейне Балтийского моря (Ботнический залив, озера Ладожское и Онежское) [Аникиева, 1998]. Гостальные группировки *P. longicollis* из корюшки и ряпушки отличаются специфическими параметрами морфометрических признаков (размерами сколекса, присосок и половозрелых члеников) [Аникиева, Иешко, 2010]. В Онежском озере показатели зараженности корюшки и ряпушки *P. longicollis* сходны. Однако изучение популяционной биологии *P. longicollis* в этих двух видах хозяев Онежского озера показало, что гостальные группировки паразита различаются сезонной динамикой численности, размерно-возрастной структурой и соотношением пререпродуктивных и репродуктивных стадий в период созревания гельминта [Аникиева и др., в печати].

Зараженность корюшки цестодой *P. tetrastomus*, специфичным паразитом семейства Osmeridae, низка: 6,6 % с интенсивностью 1 экз. и индексом обилия 0,06 экз. На территории России *P. tetrastomus* найден в Ладожском озере и оз. Голубом (бас. р. Печоры) – на северо-восточной периферии ареала хозяина. Экстенсивность инвазии корюшки *P. tetrastomus* в Ладожском озере составила 13,3 %, индекс обилия 1,3 экз. [Аникиева, 1998], в оз. Голубом – 100 %, интенсивность – от 2 до 283 экз., индекс обилия – 39,9 экз. [Аникиева, Доровских, 2009]. *P. tetrastomus* обнаружен также в Японии у малоротой корюшки *Hypomesus transpacificus nipponensis* из оз. Сюва и в Канаде у зубатой корюшки *Osmerus mordax* из залива Св. Лаврентия [Scholz et al., 2004]. Современная диагностика вида *P. tetrastomus* базируется на типовом материале из Нидерландов. Ключевыми признаками *P. tetrastomus* являются членики трапециевидной формы, неполовозрелые членики короткие и очень широкие, краспедотные, апикальная присоска редуцирована. Изучение внутривидовой изменчивости *P. tetrastomus* выявило гетероморфизм вида и наличие внутривидовых форм, не имеющих самостоятельного таксономического статуса [Аникиева, Доровских, 2009]. Паразит Osmeridae *P. tetrastomus* – пятый вид рода *Proteocephalus* с циркумбореальным (голарктическим) распространением [Scholz, Hanzelova, 1998]. По сравнению с другими видами цестод рода *Proteocephalus* (*P. torulosus*, *P. longicollis*,

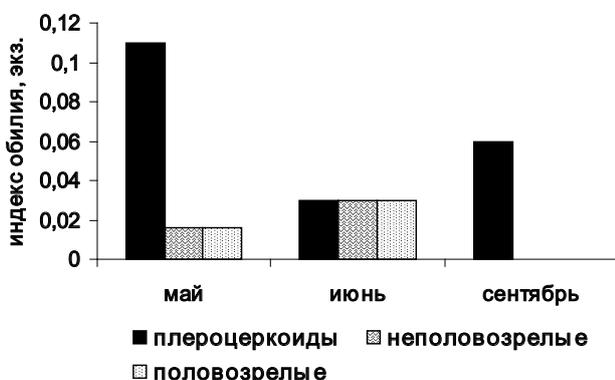


Рис. 2. Возрастная структура *Eubothrium crassum* в ряпушке

P. percae) паразит корюшек *P. tetraostomus* характеризуется меньшим числом полиморфных признаков и их вариаций. Он также отличается более узким диапазоном изменчивости пластических, счетных и относительных признаков [Аникиева, Доровских, 2009].

Triaenophorus nodulosus широко распространен у корюшки Онежского озера, однако показатели зараженности рыбы невысокие: экстенсивность 37 %, интенсивность 1–2 экз., индекс обилия 0,4 экз. Жизненный цикл паразита хорошо изучен. Окончательный хозяин – щука. Различные веслоногие раки являются первыми промежуточными хозяевами. Вторыми промежуточными хозяевами служат многие виды рыб [Куперман, 1973]. В Онежском озере гельминт найден у лосося, хариуса, корюшки, язя, налима, судака, окуня, ерша. Основные промежуточные хозяева *T. nodulosus* в Онежском озере – окунь, ерш, составляющие основу кормового рациона щуки, которая придерживается прибрежной мелководной зоны и питается преимущественно плотвой, окунем и ершом. На питание корюшкой щука переходит при ее нерестовых подходах. Близкие показатели зараженности корюшки и окуня *T. nodulosus* (соответственно 40 и 53 %, индекс обилия 0,4 и 0,8 экз.) показывают, что корюшка является одним из основных промежуточных хозяев цестоды. Однако, поскольку корюшка обитает преимущественно в открытой части озера, а период ее нереста относительно короткий (2 недели), ее участие в передаче инвазии окончательному хозяину (щуке) значительно меньше, чем участие окуня.

Скребень *Echinorhynchus salmonis* был найден нами в одной особи корюшки с интенсивностью 1 экз. В Онежском озере основной хозяин этого вида – сиг (100 %, индекс обилия 150 экз.). Сравнительно высоко заражены этим видом озерный лосось (73 %, индекс обилия 3,7 экз.) и килец (80 %, индекс обилия 2,4 экз.) [Румянцев, 2007].

Известно, что корюшка и ряпушка обладают значительным экологическим сходством. Оба вида – планктофаги с коротким жизненным циклом и ранней половозрелостью, холодолюбивы и требовательны к содержанию кислорода в воде. Ряпушка в Онежском озере представлена двумя формами (мелкая форма и крупная – килец). Наиболее многочисленна мелкая форма ряпушки, которая распространена по всему озеру. В водоеме имеются локальные стада ряпушки, каждое из которых характеризуется принадлежностью к определенному району. Наиболее многочисленным является стадо ряпушки северо-восточной

части Онежского озера. Корюшка также широко распространена по акватории Онежского озера, встречается во всех его районах. В водоеме она представлена двумя экологическими формами (озерно-речная и озерная). Озерно-речная форма нерестится в реках Шуе, Андоме, Водле, Вытегре и др. Основу промысла в водоеме составляет мелкая озерная форма, которая живет и размножается в озере. Выделяют три относительно самостоятельных стада корюшки с различными местами размножения [Кудерский, 1984; Биоресурсы..., 2008]. Основу стада корюшки составляют особи в возрасте 3–4 лет, ряпушки – 2–3 лет. В питании трехлетней корюшки и ряпушки обнаружено большое сходство – 50 % [Мальцева, 1983]. Сходные эколого-биологические характеристики ряпушки и корюшки и значительное совпадение их пищевых спектров, в состав которых входят и промежуточные хозяева паразитов, определяют сходную зараженность ряпушки и корюшки типичными паразитами сиговых рыб – цестодами *P. longicollis* и *Diphilobothrium ditremum*.

Различия в видовом составе паразитов в значительной степени определяются особенностями биологии и экологической дифференциацией хозяев, позволяющей им использовать разные экологические комплексы планктона. Корюшка во время нагула предпочитает более глубоководные зоны озера (мета-гиполимнион) с холодноводным комплексом зоопланктона. Ряпушка в большей мере привязана к эпилимнической зоне (менее глубоководной), в которой обитает тепловодный комплекс зоопланктона. В период нагула она придерживается верхнего 5–10-метрового слоя воды и только с приближением нереста опускается в придонные слои. Нерест ряпушки приходится на осенне-зимние месяцы. Нерестилища расположены на песчаных, песчано-галечных и каменистых участках на глубине 3–20 м. Корюшка – весенненерестующая рыба. Нерест корюшки происходит в мае–июне. Весенние концентрации корюшки связаны с размножением в прибрежной зоне. В течение лета она держится открытой пелагиали озера на глубине 20–30 м при температуре воды не выше 12 градусов. Осенью, в конце октября – начале ноября, когда температура воды снижается до 8–13 градусов, корюшка вместе с нерестующей ряпушкой вновь подходит к береговой зоне. В этот период она обычно пребывает в поверхностных слоях воды. Доминирующий тип питания корюшки – планктонный. Основными объектами в спектре ее питания являются *Eudiaptomus*, *Cyclops*, *Daphnia*, *Bosmina* и молодь рыб. Летом в питании старших возрастных групп часто

Таблица 2. Изменения зараженности ряпушки и корюшки некоторыми видами паразитов за многолетний период

Вид паразита	Ряпушка						Корюшка					
	1978 г. (по Пермяков, Румянцев, 1984)			2012–2013 г. (наши данные)			1978 г. (по Пермяков, Румянцев, 1984)			2012–2013 г. (наши данные)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<i>Triaenophorus crassus</i>	13,3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	-	-	-	-	-	-	50	1–2	0,8	43,8	1–2	0,44
<i>Eubothrium crassum</i>	13	1–3	0,3	12,6	1	0,13	10	2–4	0,4	-	-	-
<i>Diphylobothrium ditremum</i>	3	1	0,1	1,6	1	0,01	5	1	0,1	11,6	1	0,11
<i>Proteocephalus longicollis</i>	67	1–15	4,0	64,5	1–62	6,4	100	1–75	14	96,9	1–25	7,0
<i>P. tetrastomus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	1	0,06
<i>Raphidascaris acus</i>	13	-	2	-	-	-	25	-	3	-	-	-
<i>Echinorhynchus salmonis</i>	-	-	-	-	-	-	5	1	0,1	3,1	1	0,03

Примечание. I – встречаемость, %; II – интенсивность, экз; III – индекс обилия, экз.

встречаются реликтовые ракообразные – мизиды. Ряпушка в отличие от корюшки специализированный планктонофаг. В рационе ряпушки ведущую роль играют ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Их соотношение в пищевом спектре зависит от сезона года и определяется динамикой кормовой базы и температурным режимом водоема [Гуляева, Покровский, 1983; Мальцева, 1983; Николаев, 1983; Биоресурсы..., 2008].

Сопоставление полученных нами данных с известными материалами по паразитофауне рыб Онежского озера [Петрушевский, 1940; Аникиева и др., 1983; Румянцев и др., 1984; Румянцев, 1996, 2007; Аникиева, 1998] показало, что видовой состав типичных компонентов и структура видового разнообразия паразитов ряпушки и корюшки за последние годы сохраняют относительную стабильность (табл. 2). У обоих видов рыб доминирует цестода *P. longicollis*. Ее устойчивость поддерживается исторически сложившимися тесными трофическими связями между промежуточными (веслоногими ракообразными) и окончательными хозяевами (ряпушкой и корюшкой). Остальные виды гельминтов малочисленны и редки.

За многолетний период наименьшие изменения в видовом составе гельминтов обнаружены у ряпушки. Варьируют только показатели ее заражения. Так, Петрушевский [1940] обнаружил 100-процентное заражение ряпушки цестодой *P. longicollis* с индексом обилия 7,7 экз. По данным Пермякова и Румянцева [1984], ряпушка в Кодачгубе заражена *P. longicollis* сильнее, чем в районе Шалы (100 % с индексом обилия 40 экз. и 67 % с интенсивностью 1–15 экз. и индексом обилия 4,0 экз. соответственно). Однако нами не обнаружен паразит сиговых рыб *Triaenophorus crassus*,

окончательным хозяином которого, как и хозяином *T. nodulosus*, является щука. Более значимо изменилась паразитофауна корюшки. В ходе наших исследований у корюшки не встречены редкие и малочисленные для нее виды гельминтов *Eubothrium crassum* (?), *Raphidascaris acus*, *Camallanus lacustris* – паразиты других систематических групп рыб.

Видовой состав паразитов и особенности зараженности рыб в большой степени определяются статусом водоема – разнообразием его фауны и флоры, показателями биомассы планктона и бентоса, численностью и видовым составом рыб [Быховская, 1935; Шульман и др., 1974; Казаков, 1980; Румянцев, 1996, 2007; Иешко, Новохацкая, 2008 и др.]. Полученные нами материалы об относительной стабильности состава паразитов, ассоциированных с ряпушкой и корюшкой, согласуются с данными гидробиологов о стабильности существования сообществ в Онежском озере. По показателям первичной продукции Онежское озеро сохраняет статус олиготрофного водоема [Тимакова, 2008]. Зоопланктон центральной части озера и некоторых его глубоководных районов практически не изменился с 1960 г. Сезонная динамика численности и биомассы рачкового планктона очень устойчивы. Также неизменным остается состав доминантного комплекса видов и соотношение основных групп [Куликова, Сярки, 1999]. Видовое и внутривидовое разнообразие рыб в течение последних лет сохранилось на прежнем уровне [Решетников, Лукин, 2006]. Признаки эвтрофирования в настоящее время наблюдаются только в уровне развития фитопланктона – первичного продуцента в трофической цепи озера [Биоресурсы..., 2008]. Основные изменения проявились в структуре рыбного населения. Преимущество получили

короткоцикловые раносозревающие виды-планктофаги – ряпушка и корюшка. Их основные биологические показатели сохранились на прежнем уровне [Биоресурсы..., 2008].

Заключение

Экологический анализ гельминтов ряпушки и корюшки Онежского озера показал, что видовое разнообразие паразитов и его структура за многолетний период времени сохраняют относительную стабильность. Основные изменения проявляются в интенсивности заражения рыб. Полученные данные позволяют считать, что два основных планктофага ряпушка и корюшка успешно сосуществуют в современных условиях Онежского озера.

Исследования выполнены на средства федерального бюджета в рамках государственного задания (№ темы 51.4, № г. р. 01201358738) и программы «Биологические ресурсы России».

Литература

- Аникиева Л. В. Цестоды рода *Proteocephalus* из корюшки *Osmerus eperlanus* // Паразитология. 1998. Т. 32, вып. 2. С. 134–140.
- Аникиева Л. В. Популяционная изменчивость *Proteocephalus longicollis* (Cestoda: Proteocephalidea) из европейской ряпушки *Coregonus albula* L. озер Карелии // Паразитология. 2008. Т. 42, вып. 1. С. 3–12.
- Аникиева Л. В., Доровских Г. Н. Полиморфизм и внутривидовая изменчивость специфичного паразита корюшек – цестоды *Proteocephalus tetrastomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda, Proteocephalidea) // Паразитология. 2009. Т. 43, вып. 4. С. 309–316.
- Аникиева Л. В., Иешко Е. П. Микроэволюционные аспекты морфологической изменчивости и специфичности цестод на примере паразита сиговых рыб цестоды *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) (Proteocephalidae) // Паразитология. 2010. Т. 44, вып. 3. С. 217–225.
- Аникиева Л. В., Иешко Е. П., Ильмаст Н. В. Распределение численности и структура популяции *Proteocephalus longicollis* (Zeder 1800) (Cestoda: Proteocephalidea) – паразита корюшки и сиговых рыб // Паразитология. 2016 (в печати).
- Аникиева Л. В., Румянцев Е. А. Цестоды рыб озер Карелии // Проблемы цестодологии. СПб. 2005. Вып. III. С. 40–62.
- Аникиева Л. В., Малахова Р. П., Иешко Е. П. Экологический анализ паразитов сиговых рыб. Л.: Наука, 1983. 168 с.
- Аникиева Л. В., Харин В. Н., Спектор Е. Н. Полиморфизм и структура популяции *Proteocephalus longicollis* Zeder, 1800 (Cestoda: Proteocephalidae) из европейской ряпушки *Coregonus albula* L. // Паразитология. 2004. Т. 38, вып. 5. С. 438–447.
- Бабий А. А. Рыбохозяйственная система Онежского озера: прошлое и настоящее // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 83–87.
- Барская Ю. Ю., Иешко Е. П., Лебедева Д. И. Паразиты лососевидных рыб Финноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 168 с.
- Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 272 с.
- Быховская И. Е. О влиянии размеров водоема на паразитофауну рыб // Уч. зап. Ленинград. гос. ун-та. Сер. биол. 1935. Вып. 3. С. 163–166.
- Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Иешко Е. П., Новохацкая О. В. Закономерности сукцессии паразитофауны рыб эвтрофируемых водоемов // Вопросы ихтиологии. 2008. Т. 48, № 5. С. 696–701.
- Гуляева А. М., Покровский В. В. Биология и промысел ряпушки Онежского озера // Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование: Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л.: ГосНИОРХ. НПО Промрыбвод, 1983. Вып. 205. С. 33–58.
- Казаков Б. Е. Опыт гельминтологической оценки ситуации озер в зависимости от их типа трофности // Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1980. Т. 30. С. 25–29.
- Кудерский Л. А. Локальные стада корюшки в Онежском озере // Биологические основы рационального использования рыбных ресурсов Онежского озера и повышения его рыбопродуктивности: Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. Л.: ГосНИОРХ, 1984. Вып. 216. С. 86–97.
- Куликова Т. П., Сярки М. Т. Особенности структуры и функционирования биологических сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов. Структура и количественные показатели зоопланктона // Онежское озеро. Экологические проблемы / Отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск: Карельский научн. центр РАН, 1999. С. 191–211.
- Куперман Б. И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* – паразиты рыб. Л.: Наука, 1973. 208 с.
- Куперман Б. И. Экологический анализ цестод рыб водоемов Волго-Балтийской системы (Рыбинское, Шекснинское водохранилища, Белое, Онежское, Ладожское озера) // Тр. ИБВВ АН СССР: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., 1979. Вып. 38, № 41. С. 133–159.
- Кухарев В. И., Полякова Т. Н., Рябинкин В. В. Современное состояние сообществ макрозообентоса литоральной зоны Онежского озера // Труды КарНЦ РАН. Серия Биогеография. 2008. Вып. 12. С. 118–126.
- Николаев И. И. Экологическая гетерогенность зоопланктона Онежского озера и ее значение в динамике численности основных планктофагов этого водоема – ряпушки и корюшки // Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование: Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л.: ГосНИОРХ. НПО Промрыбвод, 1983. Вып. 205. С. 67–79.
- Мальцева В. В. Питание ряпушки и корюшки северо-восточной части Онежского озера // Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование: Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л.: ГосНИОРХ. НПО Промрыбвод, 1983. Вып. 205. С. 79–91.

Петрушевский Г. К. Материалы по паразитологии рыб Карелии. II. Паразиты рыб Онежского озера // Учен. зап. Ленингр. гос. пед. ин-та. 1940. Т. 30. С. 133–186.

Пермяков Е. В., Румянцев Е. А. Паразитофауна лососевых (Salmonidae) и сиговых (Coregonidae) рыб Онежского озера // Биологические основы рационального использования рыбных ресурсов Онежского озера и повышения его рыбопродуктивности: Сб. научн. Трудов ГосНИИОРХ. Л., 1984. Вып. 216. С. 112–116.

Потапова О. И. Крупная ряпушка *Coregonus albula* L. Л.: Наука, 1978. 133 с.

Решетников Ю. С., Лукин А. А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46. № 6. С. 732–746.

Румянцев Е. А. Эволюция фауны паразитов в озерах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1996. 186 с.

Румянцев Е. А. Экологическая сукцессия фауны паразитов рыб в озерах // Паразитология. 2004. Т. 38, вып. 2. С. 180–185.

Румянцев Е. А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. 252 с.

Румянцев Е. А. Об использовании паразитологических данных при изучении типологического статуса озер Европейского Севера // Принципы экологии. 2013. Т. 2, № 4. С. 4–9.

Румянцев Е. А., Иешко Е. П. Паразиты рыб водоемов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1997. 119 с.

Румянцев Е. А., Пермяков Е. В., Алексеева Е. Л. Паразитофауна рыб Онежского озера и ее много-

летние изменения // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1984. Вып. 216. С. 117–133.

Тимакова Т. М. Бактериопланктон как пищевой ресурс для развития зоопланктона // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. С. 43–54.

Фрезе В. И. Протеоцефалы – ленточные гельминты рыб, амфибий и рептилий. М.: Наука, 1965. 538 с.

Шульман С. С., Малахова Р. П., Рыбак В. Ф. Сравнительно-экологический анализ паразитов рыб озер Карелии. Л.: Наука, 1974. 107 с.

Hanzelova V., Kuchta R., Scholz T., Shinn A. P. Morphometric analysis of four species of *Eubothrium* (Cestoda: Pseudophyllidae) parasites of salmonid fish: An interspecific and intraspecific comparison // Parasitology International. 2005. No. 54. P. 207–214.

Rozsa L., Reiczigel J., Majoros G. Quantifying parasites in samples of host // J. Parasitol. 2000. Vol. 86. P. 228–232.

Scholz T., Hanzelova V. Tapeworms of the genus *Proteocephalus* Weinland, 1858 (Cestoda: Proteocephalidae), parasites of fishes in Europe. 1998. 118 p.

Scholz T., Marcogliese D. J., Bourque J.-F., Skerikova A., Dodson J. J. Occurrence of *Proteocephalus tetraostomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda: Proteocephalidae) in Larval Rainbow Smelt (*Osmerus mordax*) in North America: Identification of a Potential Pathogen Confirmed // J. Parasitol. 2004, 90 (2): 425–427.

Willemse J. J. The genus *Proteocephalus* in the Netherlands // Journal of Helminthology. 1969. Vol. 42. P. 395–410.

Поступила в редакцию 22.09.2015

References

Anikieva L. V. Tsestody roda *Proteocephalus* iz koryushki *Osmerus eperlanus* [Cestodes of the genus *Proteocephalus* from the European smelt *Osmerus eperlanus*]. *Parazitologiya*. 1998. Vol. 32, iss. 2. P. 134–140.

Anikieva L. V. Populyatsionnaya izmenchivost' *Proteocephalus longicollis* (Cestoda: Proteocephalidae) iz evropeiskoi ryapushki *Coregonus albula* L. ozer Karelii [Populational variability of *Proteocephalus longicollis* (Cestoda: Proteocephalidae) in the vendace *Coregonus albula* L. from lakes of Karelia]. *Parazitologiya*. 2008. Vol. 42, iss. 1. P. 3–12.

Anikieva L. V., Dorovskikh G. N. Polimorfizm i vnutrividovaya izmenchivost' spetsifichnogo parazita koryushki – tsestody *Proteocephalus tetraostomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda, Proteocephalidae) [Polymorphism and intraspecific variability in the cestode *Proteocephalus tetraostomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda, Proteocephalidae), a specific parasite of smelt (*Osmeridae*)]. *Parazitologiya*. 2009. Vol. 43, iss. 4. P. 309–316.

Anikieva L. V., Ieshko E. P. Mikroevolyutsionnye aspekty morfologicheskoi izmenchivosti i spetsifichnosti tsestod na primere parazita sigovykh ryb tsestody *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) (Proteocephalidae) [Microevolutionary aspects of morphological variability and specificity of cestodes by the example of

Proteocephalus longicollis (Zeder, 1800) (Proteocephalidae), a parasite of coregonids]. *Parazitologiya*. 2010. Vol. 44, iss. 3. P. 217–225.

Anikieva L. V., Ieshko E. P., Il'mast N. V. Raspre-delenie chislennosti i struktura populyatsii *Proteocephalus longicollis* (Zeder 1800) (Cestoda: Proteocephalidae) – parazita koryushki i sigovykh ryb [Distribution and structure of the population of *Proteocephalus longicollis* (Zeder 1800) (Cestoda: Proteocephalidae), a parasite of smelt and whitefish]. *Parazitologiya*. 2016 (in press).

Anikieva L. V., Rumyantsev E. A. Tsestody ryb ozer Karelii [Cestodes in fishes from lakes of Karelia]. *Problemy tsestodologii* [The problems of cestodology]. St. Petersburg. 2005. Iss. III. P. 40–62.

Anikieva L. V., Malakhova R. P., Ieshko E. P. Ekologicheskii analiz parazitov sigovykh ryb [Ecological analyses of parasites of coregonid fish]. Leningrad: Nauka, 1983. 168 p.

Anikieva L. V., Kharin V. N., Spektor E. N. Polimorfizm i struktura populyatsii *Proteocephalus longicollis* Zeder, 1800 (Cestoda: Proteocephalidae) iz evropeiskoi ryapushki *Coregonus albula* L. [Polymorphism and structure of the population of *Proteocephalus longicollis* Zeder, 1800 (Cestoda: Proteocephalidae) in the vendace

Coregonus albula L.]. *Parazitologiya*. 2004. Vol. 38, iss. 5. P. 438–447.

Babii A. A. Rybokhozyaistvennaya sistema Onezhskogo ozera: proshloe i nastoyashchee [Fisheries management of Lake Onega: past and present]. *Rybnoe khozyaistvo [Fisheries]*. 2007. No. 6. P. 83–87.

Barskaya Yu. Yu., Ieshko E. P., Lebedeva D. I. Parazity lososevidnykh ryb Fennoskandii [Parasites of Salmonidae fish of Fennoscandia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 168 p.

Bioresursy Onezhskogo ozera [Bioresources of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 272 p.

Bykhovskaya I. E. O vliyaniy razmerov vodoema na parazitofaunu ryb [On the effect of size of water body on the parasite fauna of fishes]. *Uch. zap. Leningrad. gos. un-ta. Ser. biol. [Proc. Leningrad State Univ. Biol. Ser.]*. 1935. Iss. 3. P. 163–166.

Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu [Fish parasites. A study guide]. Leningrad: Nauka, 1985. 121 p.

Ieshko E. P., Novokhatskaya O. V. Zakonomernosti suksessii parazitofauny ryb evtrofiruemykh vodoemov [Regularities in the succession of parasite fauna of fish in eutrophic water bodies]. *Voprosy ikhtiologii [Journal of Ichthyology]*. 2008. Vol. 48, no. 5. P. 696–701.

Gulyaeva A. M., Pokrovskii V. V. Biologiya i promysel ryapushki Onezhskogo ozera [Biology and fishery of vendace of Lake Onega]. Ryby Onezhskogo ozera i ikh khozyaistvennoe ispol'zovanie: Sb. nauchn. tr. GosNIORKh [Fishes of Lake Onega and their commercial use. Collect. sci. papers GosNIORKh]. Leningrad: GosNIORKh. NPO Promrybvod, 1983. Iss. 205. P. 33–58.

Kazakov B. E. Opyt gel'mintologicheskoi otsenki situatsii ozer v zavisimosti ot ikh tipa trofnosti [Helminthological assessment of lakes based on their trophic type]. *Tr. Gel'mintol. lab. AN SSSR [Proc. Helminth. Lab. USSR Ac. Sci.]*. 1980. Vol. 30. P. 25–29.

Kuderskii L. A. Lokal'nye stada koryushki v Onezhskom ozere [Local herds of vendace in Lake Onega]. Biologicheskie osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya rybnikh resursov Onezhskogo ozera i povysheniya ego ryboproduktivnosti: Sb. nauchn. trudov GosNIORKh [Biological bases of sustainable use of fish resources of Lake Onega and development of its fish productivity. Collect. Sci. papers GosNIORKh]. Leningrad: GosNIORKh, 1984. Iss. 216. P. 86–97.

Kulikova T. P., Syarki M. T. Osobennosti struktury i funktsionirovaniya biologicheskikh soobshchestv pod vliyaniem prirodnykh i antropogennykh faktorov. Struktura i kolichestvennyye pokazateli zooplanktona [Specific features of the structure and functioning of biological communities under the impact of natural and anthropogenic factors. Structure and quantitative characteristics of zooplankton]. Onezhskoe ozero. Ekologicheskie problemy [Lake Onega. Environmental problems]. Ed. N. N. Filatov. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. P. 191–211.

Kuperman B. I. Lentochnye chervi roda Triaenophorus – parazity ryb [Cestodes of the genus Triaenophorus, parasites of fish]. Leningrad: Nauka, 1973. 208 p.

Kuperman B. I. Ekologicheskii analiz tsestod ryb vodoemov Volgo-Baltiiskoi sistemy (Rybinskoe, Sheksninskoe vodokhranilishcha, Beloe, Onezhskoe, Ladozhskoe ozera) [Ecological analysis of fish cestodes in the Volga-Baltic

waterway (Rybinsk and Sheksna Reservoirs, Lakes White, Onega, and Ladoga)]. *Tr. IBV AN SSSR: Fiziologiya i parazitologiya presnovodnykh zhitovnykh [Proc. IBIW USSR Ac. Sci. Physiology and parasitology of freshwater animals]*. Leningrad, 1979. Iss. 38, no. 41. P. 133–159.

Kukharev V. I., Polyakova T. N., Ryabinkin V. V. Sovremennoe sostoyanie soobshchestv makrozoobentosa litoral'noi zony Onezhskogo ozera [Modern state of macrozoobenthos communities in the littoral zone of Lake Onega]. *Trudy KarNTs RAN. Seriya Biogeografiya [Transactions of KarRC of RAS. Series Biogeography]*. 2008. Iss. 12. P. 118–126.

Nikolaev I. I. Ekologicheskaya geterogenost' zooplankona Onezhskogo ozera i ee znachenie v dinamike chislennosti osnovnykh planktofagov etogo vodoema – ryapushki i koryushki [Environmental heterogeneity of zooplankton of Lake Onega and its role in population dynamics of the main planktophagous fishes of the water body – vendace and smelt]. Ryby Onezhskogo ozera i ikh khozyaistvennoe ispol'zovanie: Sb. nauchn. tr. GosNIORKh [Fishes of Lake Onega and their commercial use. Collect. sci. papers GosNIORKh]. Leningrad: GosNIORKh. NPO Promrybvod, 1983. Iss. 205. P. 67–79.

Mal'tseva V. V. Pitanie ryapushki i koryushki severovostochnoi chasti Onezhskogo ozera [Nutrition of vendace and smelt in the north-eastern part of Lake Onega]. Ryby Onezhskogo ozera i ikh khozyaistvennoe ispol'zovanie: Sb. nauchn. tr. GosNIORKh [Fishes of Lake Onega and their commercial use. Collect. sci. papers GosNIORKh]. Leningrad: GosNIORKh. NPO Promrybvod, 1983. Iss. 205. P. 79–91.

Petrushevskii G. K. Materialy po parazitologii ryb Karelii. II. Parazity ryb Onezhskogo ozera [Data on fish parasitology in Karelia. Part II. Fish parasites in Lake Onega]. *Uchen. zap. Leningr. gos. ped. in-ta [Proc. Leningrad State Pedagogical Univ.]*. 1940. Vol. 30. P. 133–186.

Permyakov E. V., Rumyantsev E. A. Parazitofauna lososevykh (Salmonidae) i sigovykh (Coregonidae) ryb Onezhskogo ozera [Parasitofauna of salmon (Salmonidae) and whitefish (Coregonidae) of Lake Onega]. Biologicheskie osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya rybnikh resursov Onezhskogo ozera i povysheniya ego ryboproduktivnosti: Sb. nauchn. Trudov GosNIORKh [Biological bases of sustainable use of fish resources of Lake Onega and development of its fish productivity. Collect. Sci. papers GosNIORKh]. Leningrad, 1984. Iss. 216. P. 112–116.

Potapova O. I. Krupnaya ryapushka *Coregonus albula* L. [Large vendace *Coregonus albula* L.]. Leningrad: Nauka, 1978. 133 p.

Reshetnikov Yu. S., Lukin A. A. Sovremennoe sostoyanie raznoobraziya sigovykh ryb Onezhskogo ozera i problemy opredeleniya ikh vidovoi prinadlezhnosti [Modern state of the diversity of Coregonids from Lake Onega and the problems of their species identification]. *Voprosy ikhtiologii [Journal of Ichthyology]*. 2006. Vol. 46, no. 6. P. 732–746.

Rumyantsev E. A. Evolyutsiya fauny parazitov v ozerakh [Evolution of the parasite fauna in lakes]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1996. 186 p.

Rumyantsev E. A. Ekologicheskaya suksessiya fauny parazitov ryb v ozerakh [Ecological succession

of fishes' parasite fauna in lakes]. *Parazitologiya*. 2004. Vol. 38, iss. 2. P. 180–185.

Rumyantsev E. A. Parasity ryb v ozerakh Evropeiskogo Severa [Fish parasites in the lakes of European North]. Petrozavodsk: PetrGU, 2007. 252 p.

Rumyantsev E. A. Ob ispol'zovanii parazitologicheskikh dannyx pri izuchenii tipologicheskogo statusa ozer Evropeiskogo Severa [On the usage of the data on the parasites of fishes in exploring typological status of the lakes in the North of Europe]. *Printsipy ekologii [Principles of the Ecology]*. 2013. Vol. 2, no. 4. P. 4–9.

Rumyantsev E. A., Ieshko E. P. Parazity ryb vodomov Karelii [Fish parasites in Karelian water bodies]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1997. 119 p.

Rumyantsev E. A., Permyakov E. V., Alekseeva E. L. Parazitofauna ryb Onezhskogo ozera i ee mnogoletnie izmeneniya [Parasite fauna of fishes of Lake Onega and its long-term changes]. *Sb. nauch. tr. GosNIORKh [Collect. sci. papers GosNIORKh]*. 1984. Iss. 216. P. 117–133.

Timakova T. M. Bakterioplankton kak pishchevyy resurs dlya razvitiya zooplanktona [Bacterioplankton as a food resource for zooplankton development]. *Bioresursy Onezhskogo ozera [Bioresources of Lake Onega]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. P. 43–54.

Freze V. I. Proteotsefalyaty – lentochnye gel'minty ryb, amfibii i reptilii [Proteocephalata in fish, amphibians and reptiles]. Moscow: Nauka, 1965. 538 p.

Shul'man S. S., Malakhova R. P., Rybak V. F. Sravnitel'no-ekologicheskii analiz parazitov ryb ozer Karelii [Comparative ecological analysis of fish parasites in the Karelian lakes]. Leningrad: Nauka, 1974. 107 p.

Hanzelova V., Kuchta R., Scholz T., Shinn A. P. Morphometric analysis of four species of *Eubothrium* (Cestoda: Pseudophyllidea) parasites of salmonid fish: An interspecific and intraspecific comparison. *Parasitology International*. 2005. No. 54. P. 207–214.

Rozsa L., Reiczigel J., Majoros G. Quantifying parasites in samples of host. *J. Parasitol.* 2000. Vol. 86. P. 228–232.

Scholz T., Hanzelova V. Tapeworms of the genus *Proteocephalus* Weinland, 1858 (Cestoda: Proteocephalidae), parasites of fishes in Europe. 1998. 118 p.

Scholz T., Marcogliese D. J., Bourque J.-F., Skerikova A., Dodson J. J. Occurrence of *Proteocephalus tetraostomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda: Proteocephalidae) in Larval Rainbow Smelt (*Osmerus mordax*) in North America: Identification of a Potential Pathogen Confirmed. *J. Parasitol.* 2004, 90 (2): 425–427.

Willemse J. J. The genus *Proteocephalus* in the Netherlands. *Journal of Helminthology*. 1969. Vol. 42. P. 395–410.

Received September 22, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Аникиева Лариса Васильевна

ведущий научный сотрудник, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: anikieva@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 762706

Иешко Евгений Павлович

заведующий лабораторией паразитологии животных
и растений, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ieshko@mail.ru
тел.: (8142) 762706

Румянцев Евгений Алексеевич

профессор кафедры зоологии и экологии
эколого-биологического факультета, д. б. н.
Петрозаводский государственный университет
ул. Красноармейская, 31, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: rumyantsevea@mail.ru
тел.: (8142) 781741

CONTRIBUTORS:

Anikieva, Larisa

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: anikieva@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 762706

Ieshko, Evgeny

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ieshko@mail.ru
tel.: (8142) 762706

Rumyantsev, Evgeny

Petrozavodsk State University
31 Krasnoarmeiskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: rumyantsevea@mail.ru
tel.: (8142) 781741

УДК 597.552.5

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ МНОГОТЫЧИНКОВОГО СИГА *COREGONUS LAVARETUS* (L.) ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ

Д. С. Савосин, О. П. Стерлигова, Н. В. Ильмаст

Институт биологии Карельского научного центра РАН

В работе представлены материалы по современному распространению и образу жизни многотычинковых сегов (число жаберных тычинок 42–65) разнотипных водоемов Карелии, принадлежащих к бассейнам Белого и Балтийского морей, различающихся лимнологическими показателями и степенью изученности. В настоящее время многотычинковый сиг обитает в 32 водоемах республики. Выявлены различия в сроках его созревания, плодовитости, темпе роста. Показано, что состояние популяции сига и рыбного населения в целом зависит от степени и интенсивности хозяйственного освоения водоемов и их размеров. Более высокие показатели линейно-веса роста сига отмечены для удаленных, труднодоступных водоемов с ограниченным антропогенным воздействием.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Республика Карелия; водные экосистемы; многотычинковый сиг; экологические формы; популяция.

D. S. Savosin, O. P. Sterligova, N. V. Ilmast. DISTRIBUTION AND HABITATS OF THE DENSELY-RAKED WHITEFISH, *COREGONUS LAVARETUS* (L.), IN WATERBODIES OF KARELIA

Data are presented about the current distribution and life modes of densely-rakered whitefish (with 42–65 gill rakers) in waterbodies of Karelia belonging to the drainage basins of the White Sea and the Baltic Seas and featuring different limnological characteristics and level of knowledge. At present densely-rakered whitefish inhabit 32 waterbodies in the republic. Differences in the timing of maturation, fecundity and growth rate were found. It is shown that the state of the whitefish population and the fish fauna in general depends on the scope and intensity of economic activities affecting the reservoirs, and on their size. The length-weight growth rates were higher in whitefish from remote, hard to reach waterbodies with limited human impact.

Key words: Republic of Karelia; aquatic ecosystems; densely-rakered whitefish; ecological forms; population.

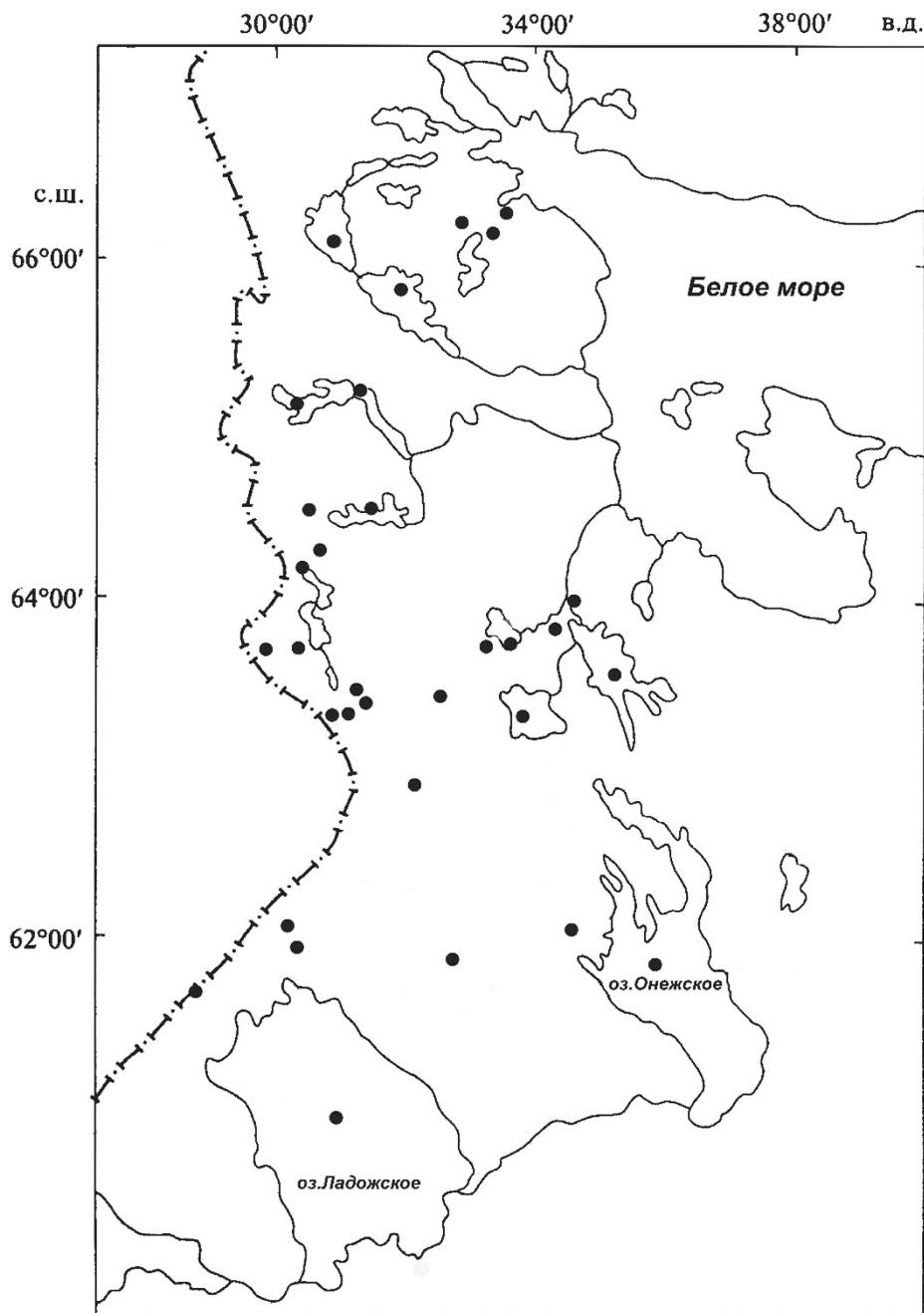
Введение

В настоящее время проблема сохранения разнообразия рыб, представляющих

собой последнее звено в трофической цепи водоемов, является наиболее актуальной. В результате природных факторов и хозяйственной деятельности человека многие виды

рыб становятся редкими, исчезающими или уже исчезнувшими. В водоемах Карелии, расположенных в труднодоступных районах и слабо подверженных влиянию хозяйственной деятельности, еще сохранились малоизученные популяции ценных видов рыб, включая сига *Coregonus lavaretus* (L.). В ихтиофауне пресноводных водоемов северо-запада Европы сиги составляют значительную долю по численности и биомассе. Ранее для этого вида было описано более 30 подвидов [Берг, 1948; Правдин, 1954], впоследствии их число в России сокращено до шести [Решетников, 1995].

В водоемах Карелии обитает один вид сига – *Coregonus lavaretus* (сиг обыкновенный). С давних пор при разделении видов у сиговых используется число жаберных тычинок, так как они находятся под генетическим контролем и их можно использовать в качестве «генетического маркера». По числу жаберных тычинок сиги делятся на малотычинковых (18–25 ж. т.), среднетычинковых (26–41 ж. т.) и многотычинковых (42–65 ж. т.). Необходимо отметить, что в одном водоеме могут обитать сиги с разным количеством жаберных тычинок [Правдин, 1954, Озера..., 1959; Решетников и др., 1982;



Карта-схема распространения многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в водоемах Карелии

Лукин и др., 2008; Гуревич, 2009; Стерлигова и др., 2009]. Высокую численность имеют мало- и среднетычинковые сиги, низкую – многотычинковые, в связи с более узким ареалом распространения – до шведской и финской Лапландии. Кроме Республики Карелия многотычинковые сиги обнаружены в озерах Мурманской и Архангельской областей [Правдин, 1954; Новоселов, 1991; Китаев и др., 1998], в Финляндии, Норвегии и Швеции [Nilsson, 1958; Kliewer, 1970; Svardson, 1976 и др.]. Выше 68° с. ш. они не выявлены.

Условия обитания многотычинкового сига в озерах Карелии изучены недостаточно, за исключением двух озер (Онежское и Сямозеро), в которых проводятся многолетние исследования [Титова, 1973; Первозванский, 1986; Решетников, Лукин, 2008; Стерлигова и др., 2009]. Мониторинговые наблюдения (с 1932 г.) за популяцией сига Сямозера при различных условиях обитания (в период слабого, сильного и умеренного эвтрофирования) подтверждают их индикаторную роль в водных экосистемах [Титова, 1973; Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002].

Цель исследования – дать более полную информацию о современном распространении и образе жизни многотычинкового сига в разнотипных водоемах Карелии.

Материалы и методы

Научно-исследовательская работа выполнялась на всей территории Карелии, но наиболее полно – на озерах Сямозеро, Выгозеро, Тумасозеро. Материал по сигу Выгозера был собран в 2007–2008 гг., по сигу Тумасозера – в 2008–2010 гг., по сигу Сямозера – в 2006–2008 гг., так как позднее, вплоть до мая 2015 г., в опытных уловах он отсутствовал, вероятно, из-за сильного эвтрофирования водоема (заиление нерестилищ). Сравнительные данные по озеру Нюк взяты из литературных источников [Потапова, 1958; Первозванский, 1986], а также из архивных и наших материалов, собранных в 2012 г.

Опытный лов рыбы проводился стандартным набором жилковых сетей длиной 30 м, высотой 1,8 м, с ячеей 14–50 мм. Материал по сигу Выгозера брали из промысловых уловов (мережи и ставники).

Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятой методике [Чугунова, 1959; Правдин, 1966] с учетом рекомендаций для сиговых рыб Ю. С. Решетникова [1980] и М. В. Мины [1981]. Всю выловленную рыбу измеряли, взвешивали, определяли пол,

стадию зрелости гонад. Возраст определяли по чешуе. У всех выловленных сигов просчитывали число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. Сбор и обработка материалов по питанию выполнялась согласно «Методическому пособию по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях» [1974]. Список видов рыб, названия семейств приводятся по книге «Атлас пресноводных рыб России» [2002]. При анализе структуры вида и систематического статуса подвидов и экологических форм сига в своей работе мы придерживались точки зрения Ю. С. Решетникова [1980, 1995].

Основой для составления карты распространения этой экологической формы сига в Карелии послужили литературные данные и собственные материалы авторов в течение последних лет.

Результаты и обсуждение

В Карелии, по результатам исследований 1950–1960 гг., многотычинковый сиг обитал только в 13 озерах [Правдин, 1954; Титова, 1973], по более поздним данным – в 19 [Савосин, 2010], а в настоящее время в 32, и это количество может быть увеличено по мере изучения ихтиофауны озер. Водоемы относятся

Таблица 1. Распространение многотычинкового сига в озерах Карелии

Бассейн Балтийского моря	
Бассейн Онежского озера	Бассейн Ладожского озера
Онежское, 9890 км ²	Ладожское, 17600 км ²
Сямозеро, 266 км ²	Тулос, 110 км ²
Укшозеро, 45,2 км ²	Лексозеро, 164 км ²
Гимольское, 82 км ²	Большое Янисъярви, 174,9 км ²
	Малое Янисъярви, 29,4 км ²
	Ровкульское, 74,3 км ²
	Торосозеро, 22,2 км ²
	Сула, 27,5 км ²
	Лоут, 16,5 км ²
	Лендерское, 8,3 км ²
	Куйккаселья, 11,5 км ²
	Пюхярви, 206,8 км ²
Бассейн Белого моря	
Выгозеро, 1160 км ²	Маслозеро, 80,0 км ²
Топозеро, 1049 км ²	Кимас, 38,8 км ²
Сегозеро, 782 км ²	Боярское, 9,7 км ²
Пяозеро, 755 км ²	Тумасозеро, 7,80 км ²
Керетьозеро, 245 км ²	Воицкое, 6,2 км ²
Верхнее Куйто, 206 км ²	Каменецкое, 22,3 км ²
Нюк, 210 км ²	Лоухское, 59,9 км ²
Среднее Куйто, 275,7 км ²	Сонозеро, 6,8 км ²

Таблица 2. Лимнологические показатели некоторых водоемов Карелии с обитанием многотычинкового сига

Показатели	Водоемы											
	Онежское озеро ¹	Сямозеро ²	Тулос ³	Лекозеро ⁴	Выгозеро ⁵	Сегозеро ⁶	Керетьозеро ⁷	Тонозеро ⁸	Пяозеро ⁹	Кимасозеро ¹⁰	Нюкозеро ¹¹	Тумасозеро ¹²
Северная широта	60°53'–62°55'	61°55'	63°03'	63°46'	63°30'	63°20'	65°52'	65°40'	66°05'	64°24'	64°26'	63°23'
Восточная долгота	34°13'–36°28'	33°11'	30°08'	31°00'	34°40'	33°40'	32°58'	32°05'	30°55'	31°08'	31°50'	32°51'
Высота над уровнем моря, м	33	106,5	157	174,2	89,2	113,7	90,6	109,5	100,5	141,5	134,5	151,7
Площадь водной поверхности, км ²	9693,0	266,0	109,6	164,8	1160,0	782,0	245,0	1049,0	755,0	38,8	210,6	7,8
Длина береговой линии, км	1810,0	159,2	174,3	186,5	991,0	346,0	391,8	653,0	453,5	80,6	254,6	15,7
Средняя глубина, м	29,0	6,0	13,0	8,5	6,2	24,3 (28)*	4,5	15,9	17,7	3,8	8,6	6,0
Максимальная глубина	120,0	24,5	40,0	34,0	18,0	97,0(103,0)*	26,0	56,0	49,0	22,5	40,0	11,0
Прозрачность, м	4,0–5,0	0,5–3,5	3,0	4,4	1,4–2,4	2,3–5,0	-	5,7–7,4	5,7	1,9–2,7	0,9–4,1	2,0
Цветность, град.	20	41	40	желт.-зел.	65	18–26	-	зел.-желт.	зел.-желт.	желт.-бурый	40–80	85–150
pH	6,5–7,7	6,2–7,4	6,4	6,6–6,8	6,6–7,2	6,6–7,0	6,6–6,8	6,45–6,75	6,67	6,1–7,18	5,99–6,62	6,02–6,04
Содержание O ₂ , мг/л		9,5	9,8/8,5	10,0/9,5	9,0	9,5	9,0–10,0	10,0–11,0	8,05–11,60	7,56–9,94	8,7–9,9	9,5–9,8
Свободный CO ₂ , мг/л		1,4	1,9/3,7	3,25/3,34	2,20	2,0	-	12,6	2,2/3,7	3,3–15,8	1,94–3,17	0,70–0,80
Перманганатная окисл., мгO ₂ /л	7,0–10,0	8,5	8,8	11,9/12,8	9,0–12,0	5,0	-	4,64	7,0–13,0	9,0–14,0	8,0–10,0	12,5–17,9
Суммарный N, мг/л	0,52–0,65	0,45	0,24	-	0,58	0,43	-	-	-	0,7	0,53	0,38–0,40
Минеральный P, мг/л	-	0,003	следы	-	0,005	0,003	-	-	-	<0,002	0,001–0,004	0,002–0,003
Общий P, мг/л,	0,010–0,014	0,030	0,007	-	0,05	0,035	-	0,034	-	0,002	0,001–0,004	0,017–0,018
Биомасса фитопланктона, г/м ³	0,4–2,4	2,1	0,46	-	0,4–1,8	-	-	-	-	5,5	0,05–0,20	0,25
Биомасса зоопланктона, г/м ³	0,3	2,1	0,6	0,12	0,7	0,1	-	0,07	-	0,28–0,75	0,70	0,55

Окончание табл. 2

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Биомасса бентоса, г/м ²	1,0–5,0	3,0	0,4	0,71	3,8	0,14	-	0,22	0,36	0,64	0,17	0,10
Количество видов рыб	36	19	14	14	14	17	13	16	16	15	16	9
Число жаберных тычинок у сига, шт.	40–47	47–56	47–60	43–61	42–65	41–52	40–50	40–50	40–50	50–58	49–64	48–60

Примечание. По данным: ¹Озера..., 1959; Лукин и др., 2008; ²Лозовик и др., 1998; Стерлигова и др., 1998; ³Власова и др., 1998; Стерлигова и др., 1998; ⁴Александров и др., 1959в; Каталог..., 2001; ⁵Александров и др., 1959б; Современное состояние..., 1998; ⁶Гордеева-Перцева и др., 1959; Озера..., 2013; ⁷Беляева, Новиков, 1959; Озера..., 2013; ⁸Александров, Новиков, 1959; Биологические ресурсы..., 1986; Первозванский, 1986; ⁹Александров и др., 1959а; Озера..., 2013; ¹⁰Биологические ресурсы..., 1986; Попенко, 1959; Первозванский, 1986; ¹¹Потапова, 1958; Биологические ресурсы..., 1986; ¹²Каталог..., 1959; Стерлигова и др., 2009.

к бассейнам Балтийского и Белого морей, и большинство из них сосредоточено в средней и западной Карелии (рис.; табл. 1). Они имеют разное географическое положение, отличаются между собой по лимнологическим показателям, степени изученности и антропогенной нагрузки. Многотычинковый сиг встречается как в мелководных хорошо прогреваемых (Сямозеро, Керетьозеро и др.), так и в глубоководных холодноводных озерах (Ладожское, Онежское, Сегозеро и др.).

Анализ лимнологических характеристик исследуемых озер показал, что условия обитания в них для многотычинкового сига (наличие достаточного количества кормовых объектов, нерестовых участков, термический режим и др.) в целом благоприятны. Практически все озера характеризуются слабой или малой минерализацией (10–40 мг/л). По шкале трофности большинство водоемов относятся к группе олиготрофных [Китаев, 2007], и только некоторые (Сямозеро, Выгозеро, Кимасозеро) принадлежат к мезотрофным (табл. 2).

Ихтиофауна водоемов Карелии, в которых отмечен многотычинковый сиг, варьирует по числу видов от 9 в Тумасозере до 36 в Онежском озере (табл. 2 и 3).

Сравнение данных по линейно-весовому росту многотычинкового сига озер Карелии показало, что для него характерна небольшая длина – 25–35 см и масса тела 200–300 г (табл. 4). Самые быстрорастущие его популяции обитают в Выгозере, Кимасозере и в Ладожском озере – сиг вуоксинский (число жаберных тычинок 42). В промысловых уловах этот сиг встречается в возрасте от 3+ до 13+ лет, длиной от 40 до 66 см, массой от 500 до 4700 г [Дятлов, 2002]. Хотя многотычинковый сиг таких крупных размеров встречается крайне редко. Присутствие в опытных уловах рыб старших возрастных групп свидетельствует о низкой промысловой нагрузке. Из-за удаленности и труднодоступности меньшему хозяйственному освоению подвержены водоемы Северной Карелии – Кимасозеро, Лексозеро, Ньюкозеро.

Кормовая база водных экосистем Карелии сравнительно бедна и изменчива, что не позволяет сигам питаться круглый год одним видом корма. По типу питания многотычинковый сиг большинства водоемов Карелии является планктофагом. Однако исключение составляет сиг Сямозера, у которого в 1950–80-х годах в спектре питания почти в равных долях отмечалось как бентосное, так планктонное питание, а начиная с 1990 и по 2000 год преобладало (90 %) планктонное [Титова, 1973; Стерлиго-

Таблица 3. Видовой состав рыб водоемов Карелии с обитанием многотычинкового сига

Семейство и вид	Сямозеро	Тулос	Лексозеро	Выгозеро	Сегозеро	Керетьозеро	Топозеро	Пяозеро	Кимасозеро	Нюозеро	Тумасозеро
Сем. <i>Salmonidae</i> – лососевые											
<i>Salmo salar</i> L. – атлантический лосось	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Salvelinus lepechini</i> – паляя	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Salmo trutta</i> – кумжа	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Сем. <i>Coregonidae</i> – сиговые											
<i>Coregonus albula</i> (L.) – европейская ряпушка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lavaretus lavaretus</i> (L.) – обыкновенный сиг	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <i>Thymallidae</i> – хариусовые											
<i>Thymallus thymallus</i> (L.) – европейский хариус	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-
Сем. <i>Osmeridae</i> – корюшковые											
<i>Osmerus eperlanus</i> (L.) – корюшка	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Сем. <i>Esocidae</i> – щуковые											
<i>Esox lucius</i> L. – обыкновенная щука	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <i>Cyprinidae</i> – карповые											
<i>Abramus brama</i> (L.) – лещ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alburnus alburnus</i> (L.) – уклейка	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
<i>Leuciscus idus</i> (L.) – язь	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Blicca bjoerkna</i> (L.) – густера	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. leuciscus</i> (L.) – обыкновенный елец	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) – обыкновенный голянь	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
<i>Rutilus rutilus</i> (L.) – плотва	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Abramis ballerus</i> (L.) – синец	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. <i>Gasterostoidae</i> – колюшковые											
<i>Pungitius pungitius</i> (L.) – колюшка девятиглая	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
Сем. <i>Lotidae</i> – налимовые											
<i>Lota lota</i> (L.) – налим	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <i>Balitoridae</i> – балиториевые											
<i>Barbatula barbatula</i> (L.) – усатый голец	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. <i>Percidae</i> – окуневые											
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) – ерш	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Perca fluviatilis</i> L. – речной окунь	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stizostedion lucioperca</i> (L.) – судак	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Сем. <i>Cobitidae</i> – вьюновые											
<i>Cobitis taenia</i> L. – обыкновенная щиповка	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. <i>Cottidae</i> – рогатковые											
<i>Myoxocephalus quadricornis labradoricus</i> – бычок-рогатка	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cottus gobio</i> L. – обыкновенный подкаменщик	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Количество видов рыб	19	14	14	14	17	13	16	15	15	16	9

Примечание. По данным: Озера Карелии..., 1959; Первозванский, 1986; наши данные.

Таблица 4. Сравнительные данные по линейно-весовому росту многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в некоторых водоемах Карелии

Исследуемые водоемы	Возраст, лет											N, экз.	Источник	
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+			12+
	Длина (ас), см													
Сямозеро	16,6	21,0	22,9	25,1	27,2	28,8	-	-	-	-	-	-	660	Титова, 1973
	-	22,9	24,8	26,1	27,3	28,9	30,3	32,4	34,8	35,8	-	-	560	Стерлигова и др., 2002
	-	21,0	24,0	26,6	27,9	29,3	30,2	-	-	-	-	-	720	Наши данные, 2006-2008
Тумасозеро	-	-	-	26,9	30,4	31,8	33,6	37,2	-	-	-	-	260	Наши данные, 2008-2010
Тулос	-	19,4	24,9	27,8	30,0	32,6	35,0	38,0	41,5	43,0	-	48,5	80	Стерлигова и др., 1998, 2001
Лексозеро	13,0	-	18,5	23,8	27,0	30,0	31,4	32,6	33,6	34,6	35,6	37,2	-	Александров и др., 1959в
Выгозеро	-	-	-	28,3	31,4	34,0	36,0	38,0	38,1	40,8	42,0	-	225	Наши данные, 2007-2008
Нюкозеро	14,0	19,6	25,1	26,0	27,8	29,1	31,2	32,3	34,1	35,1	-	-	275	Первозванский, 1986; наши данные
Кимасозеро	-	-	22,9	27,3	35,0	30,5	35,3	37,1	36,8	40,5	43,3	44,4	30	Первозванский, 1986
	Масса, г													
Сямозеро	53	100	137	190	240	280	335	-	-	-	-	-	660	Титова, 1973
	-	138	185	218	258	300	343	400	449	462	-	-	560	Стерлигова и др., 2002
	-	113	156	219	269	312	431	-	-	-	-	-	720	Наши данные, 2006-2008
Тумасозеро	-	-	-	240	328	400	464	570	-	-	-	-	260	Наши данные, 2008-2010
Тулос	-	73	83	248	307	450	563	725	860	1000	-	1440	80	Стерлигова и др., 1998, 2001
Лексозеро	23	-	74	150	250	321	370	439	470	506	536	696	-	Александров и др., 1959в
Выгозеро	-	-	-	283	467	553	743	790	930	1020	1285	-	225	Наши данные, 2007-2008
Нюкозеро	26	94	170	190	250	310	335	360	540	580	-	-	275	Первозванский, 1986; наши данные
Кимасозеро	-	-	114	234	272	337	543	655	658	779	1050	1015	30	Первозванский, 1986

ва и др., 2002], и сиг Сегозера со смешанным питанием и ранее, и в настоящее время.

Разный уровень обеспеченности сигов пищей в исследованных водоемах отражается на их росте и, как следствие, на показателях абсолютной плодовитости. Максимальное ее значение отмечено у сига Выгозера – 68 тыс. икринок, минимальное – у сига Сямозера – 1 тыс. икринок. Возраст созревания варьирует в довольно широких пределах – от 3+ (самки сига, Кимасозера) до 7+ (Тулос, Выгозеро и Лексозера) лет. Массовый нерест сигов происходит во второй декаде октября. Особенностью сигов некоторых водоемов (Кимасозера, Нюкозера, Сямозера и Тумасозера) являются пропуски нереста отдельными особями.

Заключение

Таким образом, установлено, что многотычинковый сиг обитает в 32 водоемах Карелии, которые принадлежат к бассейнам Белого и Балтийского морей, имеют разное географическое положение, гидрологические показатели, количество видов рыб и степень антропогенной трансформации.

Сравнительный биологический анализ популяций многотычинковых сигов из разных водоемов показал, что в крупных озерах с большими площадями нагула, нереста и обильной кормовой базой он обладает более быстрым темпом роста, высокой плодовитостью и поздним созреванием. Высокие темпы роста с сохранением старших возрастных групп характерны для популяций сигов из удаленных и труднодоступных водоемов.

В настоящее время сизи водоемов Карелии используются при генетических и биохимических исследованиях для изучения родственных связей внутри сложного вида *C. lavaretus* L. [Боровикова и др., 2014].

Материалы по многотычинковому сигу необходимы для дополнения базы данных по промысловым видам рыб Карелии.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Института биологии КарНЦ РАН № 0221–2014–0005, программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Минобрнауки РФ (НШ-1410.2014.4; Соглашение 8101).

Литература

- Атлас пресноводных рыб России* / Ред. Ю. С. Решетников. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с.; т. 2. 253 с.
- Александров Б. М., Новиков П. Н. Озеро Топозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 534–544.
- Александров Б. М., Гордеева Л. Н., Мельянцева В. Г. Озеро Пяозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959а. С. 550–573.
- Александров Б. М., Макарова Е. Ф., Смирнов А. Ф. Озеро Выгозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959б. С. 482–502.
- Александров Б. М., Покровский В. В., Смирнов А. Ф., Урбах В. В. Озеро Лексозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959в. С. 434–445.
- Беляева К. И., Новиков П. И. Озеро Керетьозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 577–587.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2. 4-е изд. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 467 с.
- Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Каменной*. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1986. 183 с.
- Боровикова Е. А., Артамонова В. С., Махров А. А. Генетическое разнообразие популяций сига (*Coregonus lavaretus*) Европейского Севера России // Матер. док. II всерос. науч. конф. «Современное состояние биоресурсов внутренних вод». Борок. Т. 1. 2014. С. 91–98.
- Власова Л. И., Ильмаст Н. В., Карпечко В. А. и др. Гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и ихтиологические особенности территории планируемого национального парка «Тулос» // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Оперативно-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 143–154.
- Гордеева-Перцева Л. И., Смирнов А. Ф., Стефановская А. Ф. Озеро Сегозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 465–481.
- Гуревич П. А. Морфобиологическая характеристика сига (*Coregonus lavaretus*) бассейна губы Чупа Белого моря // Мат-лы XXVIII межд. науч. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск. 2009. С. 176–179.
- Дятлов М. А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2002. 280 с.
- Заболоцкий А. А. Озеро Верхнее Куйто // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 525–528.
- Ильмаст Н. В. Сиговые рыбы некоторых водоемов Карелии и Финляндии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1999. 25 с.
- Каталог озер Карелии / Ред. С. В. Григорьев, Г. Л. Грицевская. М.; Л.: АН СССР, 1959. 240 с.
- Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. 290 с.

Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.

Китаев С. П., Анухина А. М., Чумак М. И. О сигах водоемов Архангельской области // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 165–171.

Лозовик П. А., Тимакова Т. М., Куликова Т. П. и др. Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 97–121.

Лукин А. А., Ивантер Д. Э., Шарова Ю. Н. и др. Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 272 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.

Мина М. В. Задачи и методы изучения роста рыб в природных условиях // Современные проблемы ихтиологии. М.: Наука, 1981. С. 177–195.

Новоселов А. П. Распространение сиговых рыб в озерах Архангельской области // Современные проблемы сиговых рыб. Владивосток, 1991. С. 23–37.

Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. 618 с.

Озера Карелии. Справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.

Первозванский В. Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железорудного месторождения (экология, воспроизводство, использование). Петрозаводск: Карелия, 1986. 216 с.

Попенко Л. К. Озеро Кимасозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 519–520.

Потапова О. И. Рыбохозяйственное значение Нюкозера // Тр. Карел. филиала АН СССР. 1958. Вып. 13. С. 45–60.

Правдин И. Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.; Л.: АН СССР, 1954. 376 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром., 1966. 376 с.

Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.

Решетников Ю. С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопр. ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 156–174.

Решетников Ю. С., Лукин А. А. Сиговые рыбы // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 121–137.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.

Савосин Д. С. Многотычинковый сиг *Coregonus lavaretus* (L.) водоемов Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 23 с.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 139–145.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Первозванский В. Я. Биология рыб озера Тулос // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 179–190.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Павлов В. Н., Первозванский В. Я. Биология многотычинкового сига озер Тулос и Сямозеро (Республика Карелия) // Мат-лы научно-произв. совещ. «Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб». Тюмень: ТГУ, 2001. С. 180–184.

Стерлигова О. П., Павлов В. Н., Ильмаст Н. В. и др. Экосистема Сямозера (биологический режим и использование). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2002. 120 с.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Кучко Я. А. и др. Состояние экосистемы Тумасозера // Мат-лы VII межд. науч.-практ. конф. «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза, 2009. С. 22–26.

Титова В. Ф. Многотычинковый сиг Сямозера. Петрозаводск: Карелия, 1973. 97 с.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959. 162 с.

Kliwer E. V. Gillraker variation and diet in lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, in Northern Manitoba // Biology of Coregonid Fishes. Univ. Manitoba Press. 1970. P. 147–165.

Nilsson N. A. On the food competition between two species of *Coregonids* in a North-Swedish lake // Rept. Inst. Freshwater Res., Drottingholm. No. 39. 1958. P. 146–161.

Svardson G. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes // Rept. Inst. Freshwater Res. Drottingholm. No. 55. 1976. P. 144–171.

Поступила в редакцию 19.06.2015

References

Atlas presnovodnykh ryb Rossii [Atlas of freshwater fishes of Russia]. Ed. Yu. S. Reshetnikov. Moscow: Nauka, 2002. Vol. 1. 379 p.; vol. 2. 253 p.

Aleksandrov B. M., Novikov P. N. Ozero Topozero [Lake Topozero]. Oзера Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. P. 534–544.

Aleksandrov B. M., Gordeeva L. N., Mel'yantsev V. G. Ozero Pyaozero [Lake Pyaozero]. Oзера Karelii [Lakes

of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959a. P. 550–573.

Aleksandrov B. M., Makarova E. F., Smirnov A. F. Ozero Vygozero [Lake Vygozero]. Oзера Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959b. P. 482–502.

Aleksandrov B. M., Pokrovskii V. V., Smirnov A. F., Urbakh V. V. Ozero Leksozero [Lake Leksozero]. Oзера

Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959v. P. 434–445.

Belyaeva K. I., Novikov P. I. Ozero Keret'ozero [Lake Keret'ozero]. Ozero Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. P. 577–587.

Berg L. S. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran [Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries]. Pt. 2. 4th ed. Moscow; Leningrad: AN SSSR. 1948. 467 p.

Biologicheskie resursy vodoemov basseina reki Kamennoi. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1986. 183 s.

Borovikova E. A., Artamonova V. S., Makhrov A. A. Geneticheskoe raznoobrazie populyatsii siga (*Coregonus lavaretus*) Evropeiskogo Severa Rossii [Genetic diversity of the whitefish (*Coregonus lavaretus*) populations from European North of Russia]. Mater. dok. II vse-ros. nauch. konf. "Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennikh vod" [Proc. 2nd All-Russian sci. conf. "Modern state of bioresources in the inland water bodies"]. Borok. Vol. 1. 2014. P. 91–98.

Chugunova N. I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb [Study manual of age and growth of fishes]. Moscow: AN SSSR, 1959. 162 p.

Dyatlov M. A. Ryby Ladozhskogo ozera [Fish of Lake Ladoga]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2002. 280 p.

Gordeeva-Pertseva L. I., Smirnov A. F., Stefanovskaya A. F. Ozero Segozero [Lake Segozero]. Ozero Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. P. 465–481.

Gurevich P. A. Morfobiologicheskaya kharakteristika siga (*Coregonus lavaretus*) basseina guby Chupa Belogo morya [The morphobiological characteristics of whitefish (*Coregonus lavaretus*) of Chupa Bay of the White Sea]. Mat-ly XXVIII mezhd. nauch. konf. "Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeiskogo Severa" [Proc. 28th intern. sci. conf. "Biol. resources of the White Sea and inland water bodies of the European North"]. Petrozavodsk. 2009. P. 176–179.

Il'mast N. V. Sigovye ryby nekotorykh vodoemov Karelii i Finlyandii [Whitefish population from some water bodies of Karelia and Finland]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk, 1999. 25 p.

Katalog ozer Karelii [Catalogue of Karelian lakes]. Eds Grigor'ev S. V., Gritsevskaya G. L. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1959. 240 p.

Katalog ozer i rek Karelii [Catalogue of lakes and rivers of Karelia]. Eds N. N. Filatov, A. V. Litvinenko. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2001. 290 p.

Kitaev S. P. Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtologov [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. 395 p.

Kitaev S. P., Anukhina A. M., Chumak M. I. O sigakh vodoemov Arkhangel'skoi oblasti [Whitefish in water bodies of the Arkhangel'sk region]. Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in the European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 165–171.

Lozovik P. A., Timakova T. M., Kulikova T. P., Polyakova T. N., Vislyanskaya I. G. Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya [Present-day status of water bodies in the Republic of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 97–121.

Lukin A. A., Ivanter D. E., Sharova Yu. N., Shchurov I. L., Shirokov V. A., Polyakova T. N., Ryabinkin A. V., Babii A. A., Gorbachev S. A., Reshetnikov Yu. S., Syarki M. T., Tekanova E. V., Timakova T. M., Glibko O. Ya., Gaida R. V. Bioresursy Onezhskogo ozera [Bioresources of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 272 p.

Metodicheskoe posobie po izucheniyu pitaniya i pishchevykh otnoshenii ryb v estestvennykh usloviyakh [Methodological guide for the study of feeding habits and interactions among fish in natural bodies of water]. Moscow: Nauka, 1974. 254 p.

Mina M. V. Zadachi i metody izucheniya rosta ryb v prirodnykh usloviyakh [Problems and methods for studying fish growth in natural conditions]. Sovremennye problemy ikhtologii [Modern problems of ichthyology]. Moscow: Nauka, 1981. P. 177–195.

Novoselov A. P. Rasprostranenie sigovykh ryb v ozera Arkhangel'skoi oblasti [Distribution of whitefish in lakes of the Arkhangel'sk region]. Sovremennye problemy sigovykh ryb [Modern problems of whitefish species]. Vladivostok, 1991. P. 23–37.

Ozera Karelii. Priroda, ryby i rybnoe khozyaistvo [Lakes of Karelia. Nature, fish and fishing industry]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. 618 p.

Ozera Karelii. Spravochnik [Lakes of Karelia. Reference book]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2013. 464 p.

Pervozvanskii V. Ya. Ryby vodoemov raiona Kostomukshskogo zhelezorudnogo mestorozhdeniya (ekologiya, vosproizvodstvo, ispol'zovanie) [Fish of water bodies near the Kostomuksha iron-ore deposit (ecology, reproduction and use)]. Petrozavodsk: Kareliya, 1986. 216 p.

Popenko L. K. Ozero Kimasozero [Lake Kimasozero]. Ozero Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. P. 519–520.

Potapova O. I. Rybokhozyaistvennoe znachenie Nyukozera [Fishery importance of Lake Nyukozero]. Tr. Karel. filiala AN SSSR [Proc. Karelian branch of the USSR Acad. of Sci.]. 1958. Iss. 13. P. 45–60.

Pravdin I. F. Sigi vodoemov Karelo-Finskoi SSR [Whitefish in water bodies of the Karelo-Finnish SSR]. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1954. 376 p.

Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Fish study guide]. Moscow: Pishch. prom., 1966. 376 p.

Reshetnikov Yu. S. Ekologiya i sistematika sigovykh ryb [Ecology and systematics of whitefish]. Moscow: Nauka, 1980. 301 p.

Reshetnikov Yu. S. Sovremennye problemy izucheniya sigovykh ryb [Modern problems of studying Coregonids]. Vopr. Ikhtologii [Journal of Ichthyology]. 1995. Vol. 35, no. 2. P. 156–174.

Reshetnikov Yu. S., Lukin A. A. Sigovye ryby [Coregonids]. Bioresursy Onezhskogo ozera [Bioresources of Lake Onega]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. P. 121–137.

Reshetnikov Yu. S., Popova O. A., Sterligova O. P., Titova V. F., Bushman L. G., Ieshko E. P., Makarova N. P., Malakhova R. P., Pomazovskaya I. V., Smirnov Yu. A. Izmenenie struktury rybnogo naseleniya evtrofiruemogo vodoema [Changes in the structure of fish population of an eutrophic water body]. Moscow: Nauka, 1982. 248 p.

Savosin D. S. Mnogotychinkovyi sig *Coregonus lavaretus* (L.) vodoemov Karelii [Sparsely rakered whitefish

Coregonus lavaretus (L.) in the water bodies of Karelia]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2010. 23 p.

Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya. Po rezul'tatam monitoringa 1992–1997 gg. [The state of water bodies in the Republic of Karelia based on monitoring results of 1992–1997]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 139–145.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Kitaev S. P., Pervozvanskii V. Ya. Biologiya ryb ozera Tulos [Biology of fish from Lake Tulos]. Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in the European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 179–190.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Pavlov V. N., Pervozvanskii V. Ya. Biologiya mnogotychinkovogo siga ozer Tulos i Syamozero (Respublika Kareliya) [Biology of sparsely rakered whitefish from Lakes Tulos and Syamozero (Republic of Karelia)]. Mat-ly nauchno-proizv. soveshch. "Biologiya, biotekhnika razvedeniya i promyshlennogo vyrashchivaniya sigovykh ryb" [Materials of sci. and production meeting "Biology, biotechnology of breeding and commercial cultivation of Coregonid fishes]. Tyumen': TGU, 2001. P. 180–184.

Sterligova O. P., Pavlov V. N., Il'mast N. V., Pavlovskii S. A., Komulainen S. F., Kuchko Ya. A. Ekosistema Syamozera (biologicheskii rezhim i ispol'zovanie) [The ecosystem of Lake Syamozero (biological regime and use)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2002. 120 p.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Kuchko Ya. A., Pavlovskii S. A., Savosin D. S. Sostoyanie ekosistemy Tumasozera [The state of Lake Tumasozero ecosystem]. Mat-ly VII mezhd. nauch.-prakt. konf. "Prirodnoresursnyi potentsial, ekologiya i ustoichivoe razvitie regionov Rossii" [Proc. 7th intern. sci.-pract. conf. "Environmental potential, ecology and sustainable development of Russian regions"]. Penza, 2009. P. 22–26.

Titova V. F. Mnogotychinkovyi sig Syamozera [Sparsely rakered whitefish in Lake Syamozero]. Petrozavodsk: Kareliya, 1973. 97 p.

Vlasova L. I., Il'mast N. V., Karpechko V. A., Kitaev S. P., Komulainen S. F., Kukharev V. I., Litvinenko A. K., Lozovik P. A., Pavlovskii S. A., Pervozvanskii V. Ya., Ryabinkin A. V., Sterligova O. P., Freindling A. V., Chekryzheva T. A. Hidrologicheskie, gidrokhimicheskie, gidrobiologicheskie i ikhtologicheskie osobnosti territorii planiruemogo natsional'nogo parka "Tulos" [Hydrological, hydrochemical, hydrobiological and ichthyological characteristics of the planned national park "Tulos"]. Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya v prigranichnykh s Finlyandiyei raionakh Respubliki Kareliya. Operativno-inform. materialy [Biodiversity inventories in the areas of the Republic of Karelia bordering on Finland. Express information materials]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1998. P. 143–154.

Zabolotskii A. A. Ozero Verkhnee Kuito [Lake Upper Kuito]. Oзера Karelii [Lakes of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR, 1959. P. 525–528.

Kliwer E. V. Gillraker variation and diet in lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, in Northern Manitoba. *Biology of Coregonid Fishes. Univ. Manitoba Press.* 1970. P. 147–165.

Nilsson N. A. On the food competition between two species of Coregonids in a North-Swedish lake. *Rept. Inst. Freshwater Res., Drottingholm.* No. 39. 1958. P. 146–161.

Svardson G. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. *Rept. Inst. Freshwater Res. Drottingholm.* No. 55. 1976. P. 144–171.

Received June 19, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Савосин Денис Сергеевич

научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: sadenser@inbox.ru
тел.: (8142) 561679

Стерлигова Ольга Павловна

главный научный сотрудник, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: o. sterligova@yandex.ru
тел.: (8142) 561679

Ильмаст Николай Викторович

заведующий лабораторией, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ilmast@karelia.ru
тел.: (8142) 561679

CONTRIBUTORS:

Savosin, Denis

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sadenser@inbox.ru
tel.: (8142) 561679

Sterligova, Olga

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
эл. почта: o. sterligova@yandex.ru
тел.: (8142) 561679

Ilmast, Nikolai

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ilmast@karelia.ru
tel.: (8142) 561679

УДК 581.526.35 (524) 14

РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ СФАГНОВЫХ МХОВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ БОЛОТАХ КАРЕЛИИ

С. И. Грабовик, О. Л. Кузнецов

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Динамика линейного прироста и годичной продуктивности *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. riparium* и *S. subsecundum* изучалась в 2006–2013 гг. на естественных и трансформированных болотных участках на территории Киндасовского лесоболотного стационара Карельского научного центра РАН (61°48' с. ш. и 33°35' в. д.). Установлено, что максимальный линейный прирост и продуктивность сфагновые мхи имеют в годы с теплой весной и теплым влажным летом, когда обеспечивается благоприятный водный режим их местообитаний. Температура воздуха в летнее время оказывает большее влияние на рост сфагнов, чем количество осадков. На естественных болотных участках колебания линейного прироста видов сфагновых мхов в разные по климатическим параметрам годы составляют от двух-трех (*S. subsecundum*, *S. majus*) до четырех-пяти (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*) раз. Продуктивность ценопопуляций изученных видов в естественных местообитаниях варьирует в разные годы от 1,5 до 15 г/дм², наибольшую годовую продукцию имеет *Sphagnum riparium* – от 4 до 15 (в среднем 12,4), у остальных видов она в два-три раза ниже. Проведенные исследования позволили установить, что линейный прирост сфагновых мхов из секции *Cuspidata* на трансформированных болотах в заросших мелиоративных каналах в два-три раза выше, чем тех же видов в естественных местообитаниях, но их годовая продукция только на 20–30% выше, чем на естественных болотах, так как плотность ценопопуляций мхов в каналах низкая.

Ключевые слова: *Sphagnum*; годичный прирост; продуктивность; болота; Карелия.

S. I. Grabovik, O. L. Kuznetsov. GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CENOPOPULATIONS OF SPHAGNUM MOSSES IN NATURAL AND TRANSFORMED MIRES OF KARELIA

The dynamics of linear growth and annual productivity of *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. riparium*, and *S. subsecundum* were studied in 2006–2013 in natural and transformed mire sites in the Kindasovo forest-mire research station of the Karelian Research Centre RAS (61°48'N, 33°35'E). *Sphagnum* mosses demonstrated the greatest linear increment and productivity in years with a warm spring and warm moist summer, when the water regime in their habitats was favourable. In the summertime air temperature influenced the growth of *Sphagnum* more significantly than precipitation amounts. In natural mire sites linear increment variations among years with different climatic parameters were two-three-fold (*S. subsecundum*, *S. majus*) to four-five fold (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*). The productivity of the cenopopulations of the studied

species in natural habitats varied among years from 1.5 to 15 g/dm². The greatest annual production was demonstrated by *Sphagnum riparium* – 4 to 15 (12.4 on average), the index in other species being twice or thrice lower. It was shown in this study that the linear increment of peatmosses of the section *Cuspidata* in transformed mires in overgrown drainage ditches was two or three times that of the same species in natural habitats, whereas their annual production was only 20–30% higher than in natural mires, since the density of the moss cenopopulations in the ditches was low.

Key words: *Sphagnum*; annual increment; productivity; mires; Karelia.

Введение

Болотные экосистемы играют уникальную роль в регулировании углеродного баланса Земли, они связывают большие объемы углекислого газа в накапливающемся торфе и на тысячелетия выводят его из круговорота [Базилевич, 1967; Кузнецов, Грабовик, 2007; Вомперский и др., 2011]. На многих болотах таежной зоны сфагновые мхи выступают важнейшими продуцентами и торфообразователями. Для сфагновых мхов характерен неограниченный верхушечный рост и питание за счет всасывания воды и питательных веществ всей поверхностью. Большинство видов сфагновых мхов являются гигро- и гидрофитами, отсюда процессы их роста и продуктивности очень тесно связаны с климатическими условиями вегетационного периода, и в первую очередь с режимом увлажнения местообитаний.

Данные по линейному приросту некоторых видов сфагновых мхов в различных регионах Европы содержатся в ряде работ [Кац и др., 1936; Слупо, 1970, 1973; Илометс, 1981; Грабовик, Антипин, 1982; Максимов, 1982; Moore, 1989; Lindholm, 1990; Lindholm, Vasander, 1990; Боч, Кузьмина, 1994; Косых, 2008]. Однако эти сведения отрывочные, получены за один-два года наблюдений и не сопоставляются авторами с климатическими и гидрологическими условиями пунктов исследований.

Одновременно с изучением линейного прироста изучалась биологическая продуктивность болотных экосистем, которая является важнейшим показателем их функциональной роли в биосфере. На олиготрофных и мезотрофных открытых болотах фитомасса сфагновых мхов составляет 5–8 т/га, а их годовая продукция – 2–4 т/га [Елина и др., 1984; Грабовик, 2002; Грабовик, Кузнецов, 2013]. Они же являются основными торфообразователями во многих болотных сообществах, в течение нескольких тысячелетий на таких болотах отложились огромные запасы сфагновых и травяно-сфагновых торфов, широко используемых в различных отраслях народного хозяйства. Отсюда изучение особенностей роста

и продуктивности сфагновых мхов в различных экологических и климатических условиях важно для познания закономерностей устойчивости и динамики болотных экосистем. Сфагновые мхи обладают высокой регенерационной способностью и являются прекрасными индикаторами экологических условий местообитаний. Все это делает их перспективными для искусственного выращивания продуцентов органического вещества, а также для рекультивации выработанных и необдуманно осушенных болот. Это направление исследований активно развивается в мире в последние годы под названием «*Sphagnum farming*» [Ferland, Roschfort, 1997; Roschfort et al., 2003].

Многолетние стационарные исследования функционирования ценопопуляций сфагновых мхов с учетом климатических и фитоценологических условий ведутся авторами в южной Карелии на протяжении 35 лет [Грабовик, 1994, 2002, 2003; Grabovik, 1995, 2012; Грабовик, Кузнецов, 2013; Грабовик, Антипин, 2014]. Данная работа посвящена особенностям продуктивности ценопопуляций шести видов сфагновых мхов, относящихся к различным экологическим группам, как в естественных, так и в трансформированных болотных биотопах.

Материалы и методы

Исследования выполнялись на территории Киндасовского лесоболотного научного стационара КарНЦ РАН, расположенного в подзоне средней тайги (61°48' с. ш. и 33°35' в. д.). Эксперименты проводились на постоянных пробных площадях на двух болотных массивах: естественное мезоевтрофное болото аапа-типа Неназванное и трансформированное лесной мелиорацией олиготрофное грядово-мочажинное болото Ритта-суо [Елина и др., 1984].

Объектами наших исследований были широко распространенные гигро- и гидрофильные виды сфагновых мхов: *Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr., *S. majus* (Russow) C. E. O. Jensen, *S. obtusum* Warnst., *S. subsecundum* Nees, *S. riparium* Aonstr. и *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. Это сфагновые мхи хорошо

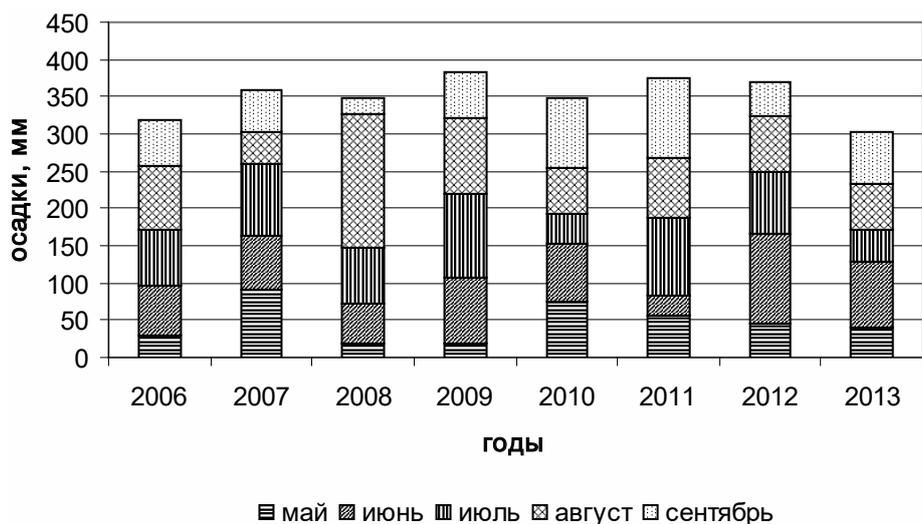


Рис. 1. Количество осадков (мм) в течение вегетационных периодов в годы исследования

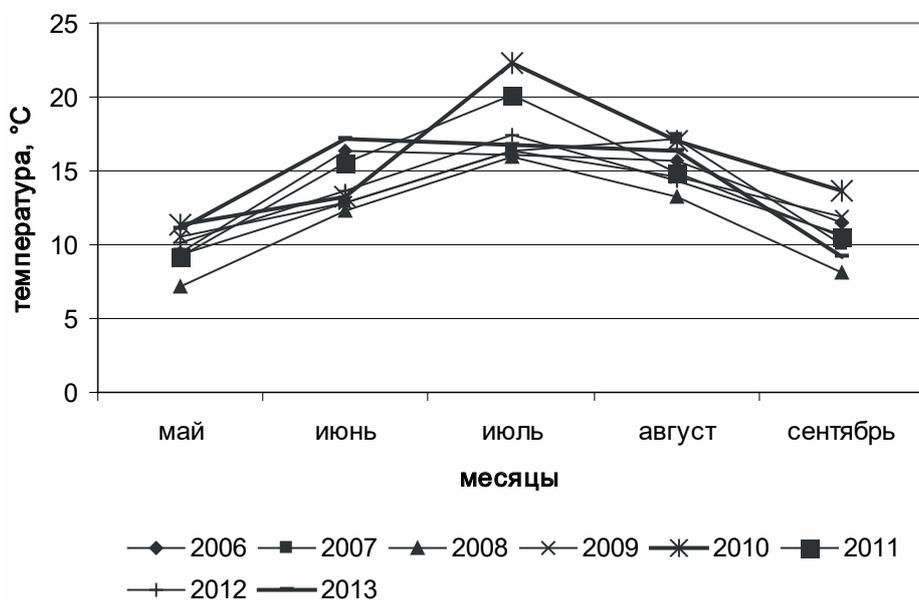


Рис. 2. Колебания температуры в течение вегетационных периодов в годы исследования

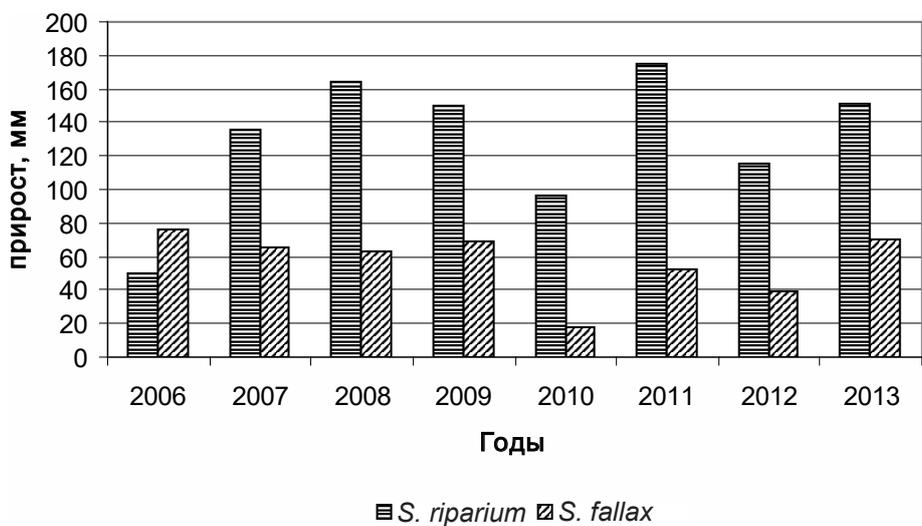


Рис. 3. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов на естественном болотном массиве

увлажненных, но различных по трофности и проточности местообитаний [Максимов, 1988]. Так, *Sphagnum fallax* образует сфагновые ковры с уровнем болотных вод (УБВ) от –5 до –15 см, является эдификатором или соэдификатором мезотрофных осоково-сфагновых сообществ. К олиготрофным относятся *Sphagnum majus* и *S. cuspidatum* – эдификаторы мочажин мезоолиготрофных и олиготрофных сфагновых болот с обильным застойным или слабопроточным увлажнением. *Sphagnum obtusum*, *S. subsecundum* и *S. riparium* типичны для мезотрофных и мезоевтрофных хорошо проточных обводненных местообитаний.

На естественном болотном массиве Неназванное на четырех болотных участках, в которых изучаемые виды мхов являются эдификаторами растительного покрова, проводились многолетние наблюдения за линейным приростом и продуктивностью пяти видов сфагновых мхов.

Линейный прирост *Sphagnum fallax* изучался в осоково-сфагновых коврах в мезотрофном слабопроточном осоково-сфагновом участке с кочковато-равнинным микрорельефом, УБВ в них составляет в летнее время от –12 до –15 см. Модельная ценопопуляция *Sphagnum riparium* находится в узкой мезотрофной транзитной травяно-сфагновой топи, проходящей по границе участка со *Sphagnum fallax*. В течение всего вегетационного периода здесь высокий УБВ. В травяно-сфагновых мочажинах с УБВ 1–5 см мезоолиготрофного кочковато-равнинно-мочажинного комплекса изучался *Sphagnum majus*. Пробная площадь для изучения *Sphagnum obtusum* и *S. subsecundum* заложена в мезоевтрофном кочково-топяном комплексе в транзитной топи. *Sphagnum obtusum* приурочен к низким кочкам с УБВ 5–10 см, а *Sphagnum subsecundum* – к узким топяным понижениям с УБВ 1–2 см ниже поверхности сфагнового покрова.

На трансформированных болотах, осушенных для лесного хозяйства, при отсутствии ухода за мелиоративными каналами наблюдается их активное зарастание, в том числе и сфагновыми мхами. Так, на осушенном олиготрофном болоте Ритта-суо в мелиоративных каналах, проложенных 35 лет назад, в настоящее время сформировались сплошные моховые сплавины, образованные *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax* и *S. riparium*.

Линейный прирост определяли широко распространенным методом перевязок [Бегак, 1927]. В мае на всех болотных участках в выбранных ценопопуляциях исследуемых видов перевязывали цветными нитками по 50 особей

каждого вида на 1 см ниже головки. В мае следующего года мхи срезали и измеряли их линейный прирост. Во все годы исследований мхи перевязывали на одних и тех же пробных площадях, но при небольшом смещении перевязок в нетронутые участки моховой дернины [Грабовик, 1994]. В каждой исследуемой ценопопуляции определялась плотность (количество особей 1 дм²) в 10-кратной повторности.

Одновременно с изучением линейного прироста ценопопуляций определялась их годовичная продуктивность. Для вычисления весового прироста нами отбирались по 100 односантиметровых отрезков каждого вида мха в 5-кратной повторности, все эти образцы взвешивались и высушивались до абсолютно сухого веса. Затем величина линейного прироста умножалась на вес 100 односантиметровых отрезков и на величину средней плотности ценопопуляции.

Территория района исследований характеризуется следующими климатическими показателями вегетационного периода. Среднегодовое количество осадков за период апрель–сентябрь составляет 316 мм (среднемесячное количество осадков в апреле – 10 мм, в мае – 38, в июне – 58, в июле – 65, в августе – 80, в сентябре – 65), а среднемесячные температуры воздуха: мая – 7, июня – 13, июля – 15, августа – 13 и сентября – 7 °С [Grabovik, Nazarova, 2013].

В целом вегетационные периоды 2006–2013 гг. характеризовались повышенным, а в отдельные годы экстремально высоким температурным фоном по сравнению со среднемесячными показателями (рис. 1), увлажнение также было в основном выше нормы (рис. 2).

Результаты и обсуждение

Линейный прирост. Известно, что сфагновые мхи начинают активно расти сразу после стаивания снега, иногда рост начинается даже под снежным покровом, если болото не промерзло [Максимов, 1982; Грабовик, 2003; Grabovik, Nazarova, 2013; Kuttim et al., 2015]. Для роста сфагновых мхов наиболее важна степень увлажнения местообитаний.

Анализ показателей линейного прироста исследованных видов сфагновых мхов за период исследований показал, что варьирование прироста в разные по климатическим параметрам годы в естественных биотопах составляет от 2–3 (*Sphagnum subsecundum*, *S. majus*) до 4–5 (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*) раз (рис. 3, 4).

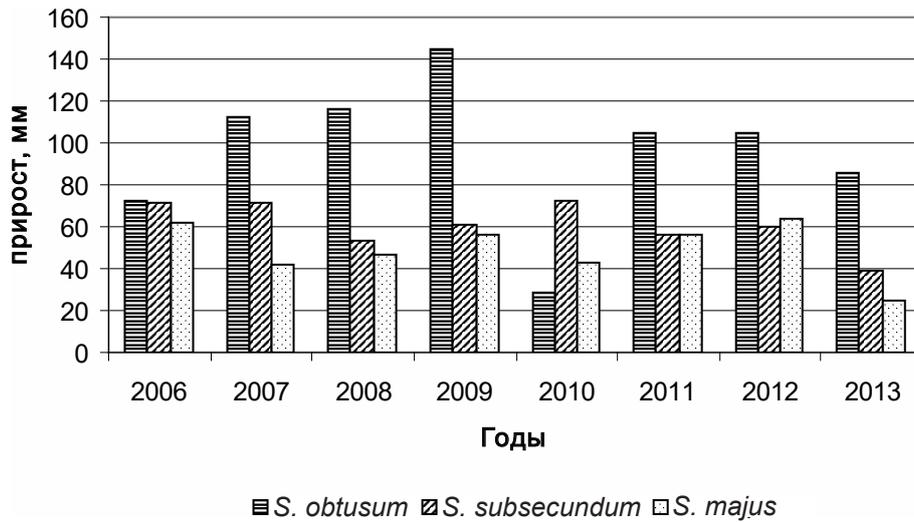


Рис. 4. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов на естественном болотном массиве

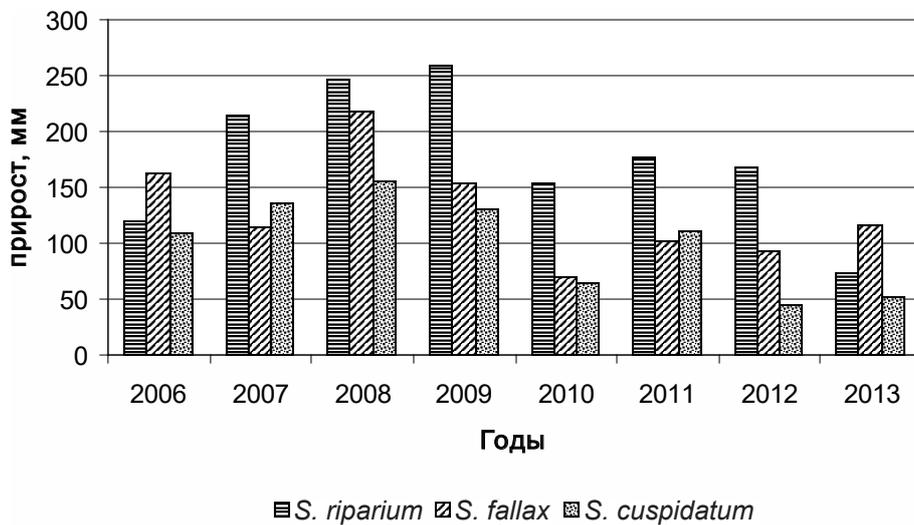


Рис. 5. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов в мелиоративных каналах

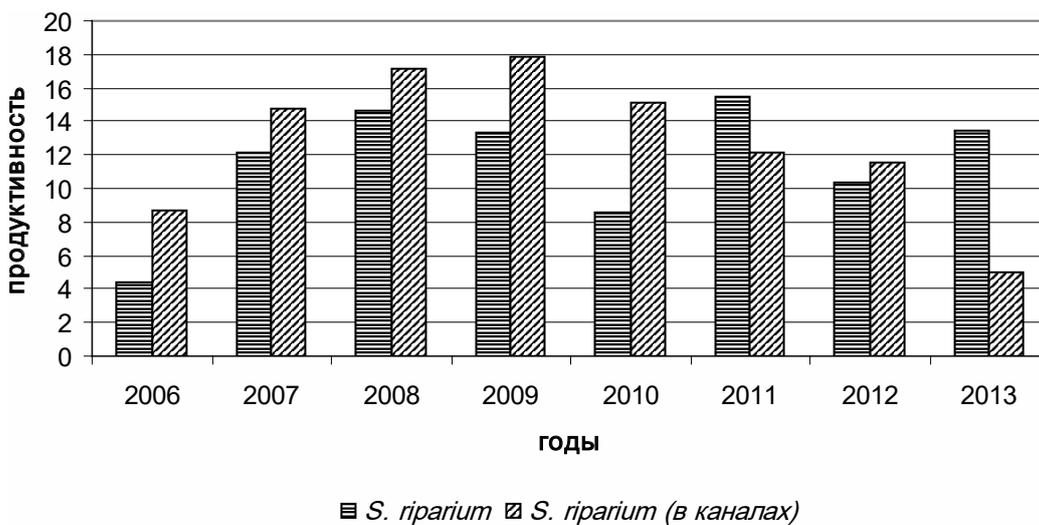


Рис. 6. Многолетняя динамика продуктивности *S. riparium* (г/дм²) на естественном болоте и в мелиоративных каналах

Так, максимальный прирост *Sphagnum riparium* отмечен в 2008, 2009 и 2011 гг., в эти вегетационные периоды для его роста были благоприятные погодные условия: влажное и теплое лето, температура в летние месяцы была выше средней многолетней, особенно в 2011 г. В 2006, 2010 и 2013 гг. отмечен минимальный прирост, что, вероятно, связано не только с незначительным количеством осадков в июле–августе, но и с высокой температурой воздуха в эти месяцы, что привело к понижению УБВ в данном биотопе (рис. 1, 2, 3). Наши данные по приросту *S. riparium* (см. рис. 3) превышают показатели, полученные финскими исследователями в южной Финляндии на болоте Suurisuo, где его прирост колеблется от 34 до 54 мм [Lindholm, Vasander, 1990].

Прирост *Sphagnum fallax* почти во все годы был близок к среднемуголетнему значению (57 мм), только в исключительно сухой и жаркий сезон 2010 г. он резко упал до 20 мм (рис. 3). Это обусловлено значительным снижением УБВ в его местообитании, что привело к обсыханию головок мха и прекращению роста в летние месяцы.

Наибольший прирост *S. obtusum* был отмечен в самые дождливые вегетационные периоды 2008 и 2009 годов, а минимальный – в 2010 году, самом сухом и жарком. В остальные годы прирост был близок к средним значениям (рис. 4). Динамика прироста *S. obtusum* наиболее полно соответствует погодным условиям за исследованный период. Здесь прослеживаются максимальные величины приростов, приходящиеся на теплые и влажные 2007–2009 гг. В 2010 г. отмечено резкое снижение прироста и затем – новый подъем во влажные и умеренно теплые 2011–2013 годы.

За исследуемый период значения линейного прироста топяного вида *S. subsecundum* несущественно отличаются друг от друга и близки к среднему значению. Вероятно, величины его прироста обусловлены довольно стабильным увлажнением в транзитной топи, собирающей сток с обширной площади северной части болота Неназванное (рис. 4).

Для *S. majus*, произрастающего в мочажине слабопроточного комплекса, значения линейного прироста за весь период исследований довольно близки к среднемуголетнему значению (49 мм), только в 2013 г. с малым количеством осадков в июле (43 мм) прирост был минимальным – 21 мм (рис. 4).

На основании данных линейного прироста в разные годы нами было выделено две группы сфагнов: в первую группу интенсивно растущих вошли *S. riparium* (средний прирост 130 мм)

и *S. obtusum* (84 мм), произрастающие на топяных участках с хорошей проточностью; во вторую – *S. majus* (49 мм), *S. subsecundum* (60 мм), *S. fallax* (57 мм), произрастающие в слабопроточных обводненных топях, мочажинах и на коврах (рис. 3, 4).

Из полученных результатов следует, что весной и в начале лета (июнь) воды в мочажинах и под сфагновыми коврами на болотных участках достаточно для роста мхов, независимо от количества выпадающих осадков. Режим УБВ в июле и августе тесно связан с осадками, поэтому в годы с их низким количеством в эти месяцы (2007, 2010, 2013) отмечено значительное снижение линейного прироста всех исследованных видов, которые приурочены к мочажинным и ковравым местообитаниям. По-видимому, снижение прироста в более сухие вегетационные периоды происходило в результате обезвоживания головок мхов. Сильное снижение прироста мхов вплоть до полного прекращения в летние месяцы отмечается также в работах А. Педерсена [Pedersen, 1975], А. И. Максимова [1982], С. И. Грабовик, В. К. Антипина [2014]. В остальные годы исследований линейный прирост сфагновых мхов был больше, чем в 2010 г.

Изучены также особенности годичного прироста ряда видов сфагновых мхов, поселившихся в мелиоративных каналах на верховом болоте (рис. 5). Многолетний средний прирост составил у *Sphagnum fallax* 130 мм, у *S. riparium* 191 мм, у *S. cuspidatum* 107 мм. Такой показатель для *Sphagnum fallax* в три раза выше, чем в естественном биотопе, а для *S. riparium* – в два раза. Это обусловлено тем, что во все годы исследований мелиоративные каналы заполнены водой и прирост мхов в летние месяцы не прекращается, а также отсутствием конкуренции за элементы питания других видов растений, которых пока в каналах нет. Однако в сухой и жаркий 2010 г. также отмечено значительное снижение прироста мхов в каналах в связи с их частичным обсыханием.

Продуктивность ценопопуляций. Запасы фитомассы и годичная продукция ценопопуляций сфагновых мхов зависят от их видовой принадлежности, размеров особей, а также плотности их дернин и скорости годичного прироста. Известно, что плотность дернин сфагновых мхов тесно связана с УБВ их местообитаний. На высоких кочках и грядах дернины плотные, особи мхов более мелкие. Ковровые и мочажинные виды сфагнов имеют более крупные размеры и рыхлые дернины. Так, например, плотность дернины *Sphagnum majus* при УБВ –3 см – 117 шт./дм², а при УБВ +1 см – 56;

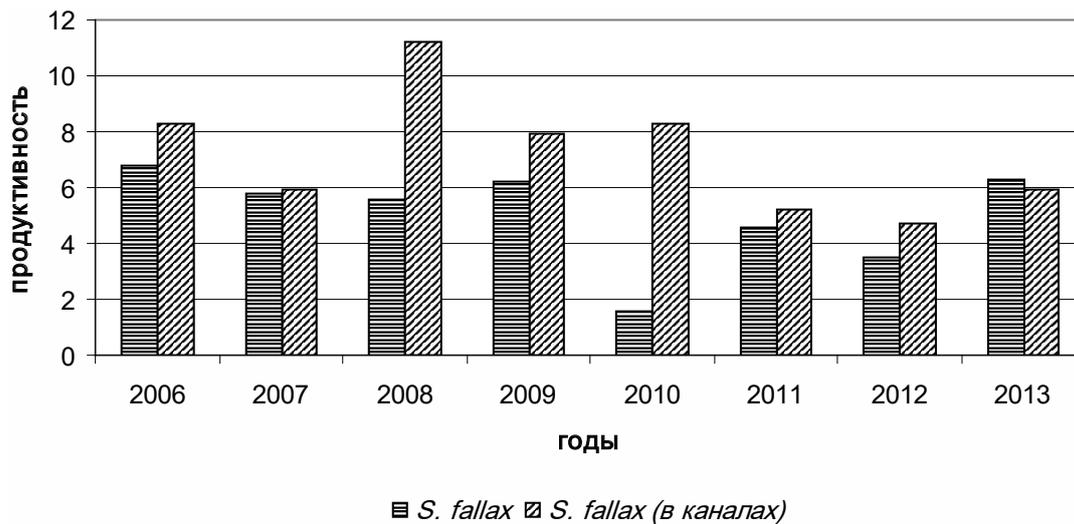


Рис. 7. Многолетняя динамика продуктивности *S. fallax* (г/дм²) на естественном болоте и в мелиоративных каналах

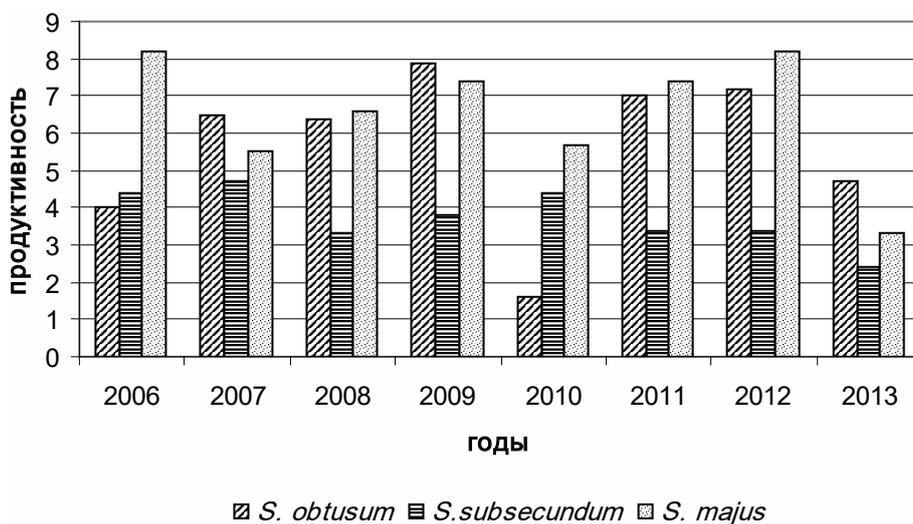


Рис. 8. Многолетняя динамика продуктивности *S. obtusum*, *S. subsecundum* и *S. majus* (г/дм²) на естественном болоте

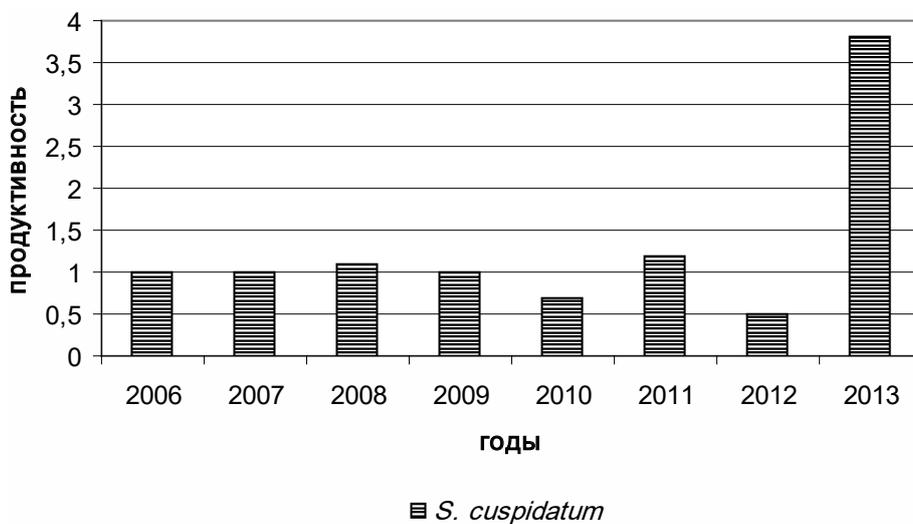


Рис. 9. Многолетняя динамика продуктивности *S. cuspidatum* (г/дм²) в мелиоративных каналах

S. fallax – 157 шт./дм² при УБВ –15 см, при УБВ –5 см – 90 шт./дм²; *S. riparium* – 153 шт./дм² при УБВ –7 см, при УБВ –2 см – 119 шт./дм².

Наши исследования показали, что годовая продукция видов сфагновых мхов сильно варьирует (рис. 6–9). При этом наибольшую продукцию имеют виды не обязательно с максимальным линейным приростом.

Сфагновые мхи в годы с наибольшим годовым линейным приростом имеют наибольшую продуктивность. Самая высокая продуктивность характерна для *S. riparium* – в среднем 12,4 г/дм² (в разные годы 4–15), имеющего и максимальные линейные приросты. На второе место по продуктивности выходит *S. majus* – 6,2 г/дм² (3,5–8), хотя по линейным приростам он занимает пятое место в ряду (в среднем 49 мм/год). Самую низкую продуктивность среди изученных видов имеет *S. subsecundum* – 3,8 г/дм² (2,5–4,5), хотя по линейному приросту он занимает второе место (60 мм/год).

На трансформированном болоте в каналах колебания средних данных годичной продуктивности в разные годы составляли у *S. riparium* 14 г/дм², у *S. fallax* 7,2 г/дм² и у *S. cuspidatum* 1,2 г/дм². Продуктивность *S. riparium* и *S. fallax* в мелиоративных каналах на 20–30 % выше, чем в естественных местообитаниях. Сфагновые мхи в каналах в условиях обильного увлажнения и меньших колебаний температуры субстрата в течение всего вегетационного периода более полно реализуют свой продукционный потенциал, который в естественных болотных сообществах не может полностью проявиться из-за низких УБВ и высоких температур поверхности мохового покрова в летние месяцы. Однако дернины сфагнов в каналах более рыхлые, отдельные особи мхов имеют меньшую плотность веточек, отсюда различия по их линейному приросту с естественными ценопопуляциями более высокие, чем показатели продуктивности.

Выводы

Гигрогидрофильные сфагновые мхи из секции *Cuspidata* и *Sphagnum subsecundum*, обитающие в топяных местообитаниях болот разной трофности, характеризуются высокими колебаниями годичного прироста. Прирост зависит от метеорологических условий вегетационного периода, в большей степени на прирост влияние оказывает температура воздуха в летние месяцы (июль, август), влияние атмосферных осадков выражено меньше.

Годовая продукция разных сфагновых мхов зависит от их размеров, плотности дернин, годового прироста. Наиболее продуктивны

ценопопуляции *Sphagnum riparium*, их продукция в 2–3 раза выше, чем у остальных изученных видов, что делает его наиболее перспективным для выращивания в регулируемых условиях.

Прирост сфагновых мхов в заросших мелиоративных каналах выше, чем в естественных популяциях, в 2–3 раза, при этом их продуктивность выше только на 20–30 %, так как их дернины более рыхлые.

Полученные данные свидетельствуют о высокой потенциальной продуктивности гигрогидрофильных видов сфагновых мхов из секции *Cuspidata* и возможности их выращивания в искусственных регулируемых условиях.

Авторы выражают благодарность Е. Л. Талбонен, Л. В. Канцеровой и В. Л. Миронову за помощь при сборе полевых материалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии КарНЦ РАН по теме 0221–2014–0007.

Литература

- Базилевич Н. И. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Васюганья // Раст. ресурсы. 1967. Т. 3, вып. 4. С. 567–588.
- Бегак Д. А. О приросте торфяников // Торфяное дело. 1927. № 11. С. 300–306.
- Боч М. С., Кузьмина Е. О. Ритмика прироста и продуктивности некоторых видов рода *Sphagnum* L. в юго-западном Приладожье (Ленинградская область) // Раст. ресурсы. 1994. Т. 30, вып. 1–2. С. 135–142.
- Вомперский С. Э., Сирин А. А., Сальников А. А. и др. Облесенность болот и заболоченных земель России // Лесоведение. 2011. № 5. С. 3–11.
- Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.
- Грабовик С. И., Антипин В. К. Линейный прирост и величина живой части некоторых видов сфагновых мхов и их связь с гидрометеорологическими показателями // Эколого-биологические особенности и продуктивность растений болот. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. С. 195–203.
- Грабовик С. И. Влияние климатических условий на линейный прирост сфагновых мхов южной Карелии // Бот. журн. 1994. Т. 79, № 4. С. 81–86.
- Грабовик С. И. Динамика годичного прироста у некоторых видов *Sphagnum* L. в различных комплексах болот южной Карелии // Раст. ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 4. С. 62–68.
- Грабовик С. И. Динамика продуктивности ценопопуляций сфагновых мхов южной Карелии // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 41–48.

Грабовик С. И., Кузнецов О. Л. Линейный прирост и продуктивность сфагновых мхов на естественных и трансформированных болотах Карелии // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (Тольятти, 16–22 сентября 2013). Эмбриология. Структурная ботаника. Альгология. Микология. Лиخنология. Бриология. Палеоботаника. Биосистематика. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1. С. 237–239.

Грабовик С. И., Антипин В. К. Тенденции динамики годичного прироста сфагновых мхов на болотах южной Карелии // Научное обозрение. 2014. № 7. С. 22–27.

Илометс М. А. Прирост и продуктивность сфагнового покрова в юго-западной Эстонии // Бот. журн. 1981. Т. 66, № 2. С. 279–290.

Кац Н., Кириллович М., Лебедева Н. Движение поверхности сфагновых болот и формирование их микро рельефа // Земледелие. 1936. № 38. С. 1–33.

Косых Н. П. Сфагновые мхи Западной Сибири: фитомасса и продукция // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: тезисы докл. Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Геоботаника. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. Ч. 5. С. 155–157.

Кузнецов О. Л., Грабовик С. И. Запасы и динамика углерода в фитоценозах и торфяных залежах болот Карелии // Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии: тезисы докл. III Межд. конф. (Пушино, 4–8 июня 2007 г.). Пушино, 2007. 42 с.

Максимов А. И. К вопросу о приросте сфагновых мхов // Комплексные исследования растительности болот Карелии. Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1982. С. 170–179.

Максимов А. И. Флора листостебельных мхов болот Карелии и ее анализ // Флористические исследования в Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 35–62.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement // J. Ecol. 1970. Vol. 58. P. 13–49.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: some effects of environment // J. Ecol. 1973. Vol. 61. P. 849–869.

Ferland C., Rochefort L. Restoration techniques for Sphagnum-dominated peatlands // Can. J. Bot. 1997, no. 75. P. 1110–1118.

Grabovik S. I. The effect of climatic conditions on the annual increment of *Sphagna* in Southern Karelia // Finnish-Karelia symposium on mire conservation and classification. Helsinki, 1995. P. 42–48.

Grabovik S. I. Linear increment of shoots of some of the *Sphagnum* species on mires in south Karelia, Russia // International Bryological conference dedicated to 100 year anniversary of R. N. Schlijakov. Apatity, 2012. P. 34–35.

Grabovik S. I., Nazarova L. E. Linear increment of *Sphagnum* mosses on Karelian mires (Russia) // Arctoa. 2013. Vol. 22. P. 23–26.

Küttim M., Umbleja L., Ilomets M., Laine A. The annual and winter growth of some *Sphagnum* species in Estonia bog // Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. International Symposium (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5). Abstracts. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. 93 p.

Lindholm T. Growth dynamics of the peat moss *Sphagnum fuscum* on hummocks on a raised bog in southern Finland // Ann. Bot. Fenn. 1990. No. 27. P. 67–78.

Lindholm T., Vasander H. Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire southern Finland // Ann. Bot. Fenn. 1990. No. 27. P. 145–157.

Moore T. R. Growth and net production on *Sphagnum* at five fen sites, subarctic eastern Canada // Can. J. Bot. 1989. No. 67. P. 1203–1207.

Pedersen A. Growth measurement of five *Sphagnum* species in South Norway // Norw. J. Bot. 1975. Vol. 22, no. 4. P. 277–284.

Roschfort L., Quinty F., Campeau S., Johnson K., Malterer T. North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands // Wetlands Ecology and Management. 2003. Vol. 11. P. 3–20.

Поступила в редакцию 01.02.2016

References

Bazilevich N. I. Produktivnost' i biologicheskiy krugovorot v mokhovykh bolotakh Vasyugan'ya [Productivity and biological cycles in mires of Vasyuganja]. Rast. Resursy [Plant Resources]. 1967. Vol. 3, no. 4. P. 567–588.

Begak D. A. O priroste torfyanikov [On the growth of peatland]. Torfyanoe delo [Peat Industry]. 1927. No. 11. P. 300–306.

Boch M. S., Kuzmina E. O. Ritmika prirosta i produktivnosti nekotorykh vidov roda *Sphagnum* L., v yugo-zapadnom Priladozhye (Leningradskaya oblast) [Increment rate and productivity of some *Sphagnum* L. species in south-western Priladozhje (Leningrad Region)]. Rast. Resursy [Plant Resources]. 1994. Vol. 30, no. 1–2. P. 135–142.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement. J. Ecol. 1970. No. 58. P. 13–49.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: some effects of environment. J. Ecol. 1973. No. 61. P. 849–869.

Elina G. A., Kuznetsov O. L., Maksimov A. I. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika bolotnykh ekosistem Karelii [Structural-functional organization and dynamics of mire ecosystems in Karelia]. Leningrad: Nauka, 1984. 128 p.

Ferland C., Rochefort L. Restoration techniques for Sphagnum-dominated peatlands. Can. J. Bot. 1997. No. 75. P. 1110–1118.

Grabovik S. I., Antipin V. K. Lineynyi prirost i velichina zhivoy chasti nekotorykh vidov sfagnovykh mkhov i ikh svyaz' s gidrometeorologicheskimi pokazatelyami

[Linear increment and living part of some *Sphagna* in relation to hydrometeorological parameters]. *Ecologobioologicheskie osobennosti i produktivnost rasteniy bolot* [Ecological and biological features and mire vegetation productivity]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1982. P. 195–203.

Grabovik S. I. Vliyaniye klimaticheskikh usloviy na lineyniy prirost sfagnovykh mkhov yuzhnoy Karelii [Climate effect on linear increment of *Sphagna* in Southern Karelia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 1994. Vol. 79, no. 4. P. 81–86.

Grabovik S. I. The effect of climatic conditions on the annual increment of *Sphagna* in Southern Karelia. Finnish-Karelia symposium on mire conservation and classification. Helsinki, 1995. P. 42–48.

Grabovik S. I. Dinamika godichnogo prirosta u nekotorykh vidov *Sphagnum* L. v razlichnykh kompleksakh bolot yuzhnoy Karelii [Dynamics of annual increment in some *Sphagnum* L. species in different complexes of mires in Southern Karelia]. *Rast. Resursy [Plant Resources]* 2002. Vol. 38, no. 4. P. 62–68.

Grabovik S. I. Dinamika produktivnosti tcenopopulyatsiy sfagnovykh mkhov yuzhnoy Karelii [Dynamics of productivity of *Sphagnum* mosses coenopopulations in Southern Karelia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 2003. Vol. 88, no. 4. P. 41–48.

Grabovik S. I., Kuznetsov O. L. Lineyniy prirost i produktivnost' sfagnovykh mkhov na estestvennykh i transformirovannykh bolotakh Karelii [Linear increment and productivity of *Sphagnum* mosses on natural and transformed mires of Karelia]. *Trudy XIII S'ezda Russkogo botanicheskogo obschestva i konferencii "Nauchnye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nogo pokrova Volzhskogo basseyna"* (Tolyatti, September, 16–22. 2013). *Embriologiya. Strukturnaya botanika. Algologiya. Mikologiya. Lichenologiya. Bryologiya. Paleobotanika. Biosistematika* [Proceedings of the 13th congress of the Russian Botanical Society and the conference "Scientific bases for the protection and sustainable use of vegetation of the Volga Basin" (Tolyatti, September, 16–22. 2013). *Embryology. Structural botany. Algology. Mycology. Lichenology. Bryology. Paleobotany. Biosystematics*]. Tolyatti: Cassandra, 2013. Vol. 1. P. 237–239.

Grabovik S. I., Nazarova L. E. Linear increment of *Sphagnum* mosses on Karelian mires (Russia). *Arctoa*. 2013. Vol. 22. P. 23–26.

Grabovik S. I., Antipin V. K. Tendentsii dinamiki godichnogo prirosta sfagnovykh mkhov na bolotakh Karelii [Tendencies in the dynamics of early growth of *Sphagnum* mosses in South Karelia swamps]. *Nauchnoe obozrenie [Science Review]*. 2014. No. 7. P. 22–27.

Ilomets M. A. Prirost i produktivnost' sfagnovogo pokrova v yugo-zapadnoy Estonii [Increment and productivity of *Sphagnum* cover in south-western Estonia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 1981. Vol. 66, no. 2. P. 279–290.

Kats N., Kirillovich M., Lebedeva N. Dvizhenie poverkhnosti sfagnovykh bolot i formirovaniye ikh mikrorel'efa [Movements of mire surface and microrelief formation]. *Zemledelie [Agriculture]*. 1936. No. 38. P. 1–33.

Kosykh N. P. Sfagnovye mkhi Zapadnoy Sibiri: fitomassa i produktivnost' [Sphagnum mosses of Western Siberia: phytomass and productivity]. *Fundamentalnye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka: tezisy dokl. Vseros. konf. (Petrozavodsk, September, 22–27, 2008)*. *Geobotanika* [Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the 21st century: Proceedings of the All-Russian conf. (Petrozavodsk, September, 22–27, 2008): *Geobotany*]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. Part. 5. P. 155–157.

Küttim M., Umbleja L., Ilomets M., Laine A. The annual and winter growth of some *Sphagnum* species in Estonia bog. *Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. International Symposium (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5)*. Abstracts. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. 93 p.

Kuznetsov O. L., Grabovik S. I. Zapasy i dinamika ugleroda v fitotsenozakh i torfyanykh zalezkhakh bolot Karelii [Carbon stocks and dynamics in wetland plant communities and peat deposits in Karelia]. *Emissiya i stok parnikovyykh gazov na territorii Severnoy Evrazii: III International conf. (Puschino, June, 4–8, 2007)*. Abstracts. [Emission and sinks of greenhouse gases in North Eurasia: 3rd intern. conf. (Puschino, June 4–8, 2007)]. Puschino, 2007. 42 p.

Lindholm T. Growth dynamics of the peat moss *Sphagnum fuscum* on hummocks on a raised bog in southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 1990. Vol. 27. P. 67–78.

Lindholm T., Vasander H. Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 1990. Vol. 27. P. 145–157.

Maksimov A. I. K voprosu o priroste sfagnovykh mkhov [On growth of *Sphagnum* mosses]. *Kompleksnye issledovaniya rastitel'nosti bolot Karelii* [Integrated studies of mire vegetation in Karelia]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1982. P. 170–179.

Maksimov A. I. Flora listostebelnykh mkhov bolot Karelii i ego analiz [Flora of *Sphagnum* mosses of Karelian mires and its analysis]. *Floristicheskie issledovaniya v Karelii*. [Floristic studies in Karelia]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1988. P. 35–62.

Moore T. R. Growth and net production on *Sphagnum* at five fen sites, subarctic eastern Canada. *Can. J. Bot.* 1989. Vol. 67. P. 1203–1207.

Pedersen A. Growth measurement of five *Sphagnum* species in South Norway. *Norw. J. Bot.* 1975. Vol. 22, no. 4. P. 277–284.

Roschfort L., Quinty F., Campeau S., Johnson K., Malterer T. North American approach to the restoration of *Sphagnum* dominated peatlands. *Wetlands Ecology and Management*. 2003. Vol. 11. P. 3–20.

Vomperskii S. A., Sirin A. A., Sal'nikov A. A., Tsiganova O. P., Valyaeva N. A. Oblesenost' bolot i zabolochennykh zemel' Rossii [Estimation of forest cover extent over peatlands and paludified shallow-peat lands in Russia]. *Lesovedenie [Russ. J. Forest Sci.]*. 2011. No. 5. P. 3–11.

Received February 01, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Грабовик Светлана Ивановна

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: grabovik@bio.krc.karelia.ru
тел.: (8142) 561679

Кузнецов Олег Леонидович

зав. лаб. болотных экосистем, д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 561679

CONTRIBUTORS:

Grabovik, Svetlana

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: grabovik@bio.krc.karelia.ru
tel.: (8142) 561679

Kuznetsov, Oleg

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 561679

УДК 581.5:582.4

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТАЛЛОМОВ ЛИШАЙНИКА *CLADONIA STELLARIS* В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Т. А. Сухарева

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН

Исследовано содержание химических элементов в талломах лишайника рода *Cladonia* в районах воздействия металлургических комбинатов Мурманской области. Выявлены аномально высокие уровни накопления тяжелых металлов (Cu, Ni, Fe) в лишайниках в условиях техногенной нагрузки. Степень аккумуляции тяжелых металлов у лишайников гораздо выше, чем у хвойных деревьев и кустарничков. В лишайниках активно накапливаются рассеянные элементы – Co, Cd, Pb, As, Cr. Дана оценка состояния лишайников особо охраняемых природных территорий – Лапландского государственного природного биосферного заповедника и государственного природного заповедника «Пасвик». Выполнен сравнительный анализ результатов исследований разных периодов (1991, 2004, 2007, 2011 гг.). Показано, что на современном этапе в талломах лишайников снизились концентрации Al, Fe, Zn, Ni, Cu в зоне воздействия комбината «Североникель» (г. Мончегорск), Fe – в районе влияния комбината «Печенганикель» (п. Никель). Продолжающееся накопление никеля и меди в лишайниках в зоне воздействия комбината «Печенганикель» (15 км от источника загрязнения) обусловлено сохранением значительных объемов выбросов соединений никеля и меди в атмосферу. Значительная биогеохимическая подвижность характерна для Fe, K, P, S, Al, Cu, Ni. Установлены парцеллярные различия в элементном составе лишайников, произрастающих в подкروновых и межкروновых пространствах. В подкروновых пространствах ненарушенных фитоценозов в талломах лишайников возрастает концентрация K, P, Zn, Cu, в условиях атмосферного загрязнения – Ca, Mn, Zn.

Ключевые слова: лишайниковый индикатор; минеральные элементы; концентрация; медно-никелевые комбинаты; загрязнение; тяжелые металлы; *Cladonia stellaris*; северотаежные леса; Мурманская область.

T. A. Sukhareva. ELEMENTAL COMPOSITION OF THALLI OF THE LICHEN *CLADONIA STELLARIS* UNDER AIR POLLUTION

The elemental composition of *Cladonia* lichens in areas affected by the Murmansk Region metal processing industry was investigated. Abnormally high levels of heavy metals (Cu, Ni, Fe) were detected in lichens under this impact. Lichens can accumulate far greater amounts of heavy metals than coniferous trees and shrubs. Lichens actively accumulate trace elements – Co, Cd, Pb, As, Cr. The condition of lichens was assessed in protected areas – Lapland Biosphere Reserve and Pasvik Strict Nature Reserve. Comparative analysis of results from different periods was carried out. Recent surveys showed a reduction in the concentrations of Al, Fe, Zn, Ni, Cu in lichens in the impact zone of the Severonikel smelter (City of Monchegorsk) and of Fe in the Pechenganickel smelter impact zone (Nickel urban-type settlement). Continuing accumulation of nickel and copper in lichens in the Pechenganickel impact zone (15 km from the smelter) is due to persistent substan-

tial emissions of nickel and copper compounds. Fe, K, P, S, Al, Cu, Ni are characterized by significant biogeochemical lability. Differences in the elemental composition were detected between lichens growing in the crown projection area and between crowns. In undisturbed plant communities lichens thalli growing in the crown projection area had elevated concentrations of K, P, Zn, Cu, whereas under air pollution – of Ca, Mn, Zn.

Key words: lichen indication method; mineral elements; concentration; copper-nickel smelter complex; pollution; heavy metals; *Cladonia stellaris*; northern taiga forests; Murmansk Region.

Введение

Лишайники широко применяются в индикационных исследованиях при различных видах естественного и антропогенного загрязнения [Nash, Gries, 1995; Бязров, 2002; Cvijan et al., 2008; Вершинина и др., 2011; Московченко, Валева, 2011; Анищенко и др., 2014; Gandois et al., 2014], в том числе на территории Кольского полуострова [Кузьменкова и др., 2015; Лянгузова и др., 2015]. Лишайникам присуща атмосферная стратегия питания, что позволяет их использовать в качестве информативных биомониторов для оценки региональных атмосферных нагрузок и миграции атмосферных загрязнителей. Эти организмы способны накапливать элементы в концентрациях, превышающих их физиологические потребности, и удерживать их в талломе долгое время [Баргальи, 2005]. При аэротехногенном воздействии лишайники заметно обогащаются поллютантами по сравнению с другими представителями биоты. Это обусловлено тем, что обмен элементов у лишайников осуществляется через всю поверхность их талломов. Основными механизмами поглощения лишайниками минеральных элементов из окружающей среды являются улавливание взвешенных в атмосфере частиц, обмен ионов и внутриклеточное поглощение. В таежных экосистемах лишайниковый покров выполняет важную функцию биологического барьера на пути потоков химических элементов, в том числе элементов-загрязнителей [Власова, 2011]. С учетом медленного роста и гидролабильности лишайников полагают, что атмосферные источники выбросов играют доминирующую роль в химическом составе талломов [Вайнштейн, 1982; Бязров, 2009]. Другим источником поступления элементов в лишайники является субстрат. Эпигейные лишайники тесно контактируют с литосферными источниками минеральных элементов, и концентрация минеральных элементов в них может довольно точно отражать геохимические особенности условий произрастания [Erdman, Gough, 1977; Рассеянные элементы..., 2004]. Концентрации ионов металлов в слоевищах

лишайников в значительной степени зависят от интенсивности выпадения пылевых и аэрозольных частиц [Seaward, 1992]. Способность лишайников в высокой концентрации накапливать тяжелые металлы подтверждает мысль ряда исследователей о существовании адаптационных механизмов, обуславливающих перевод этих элементов в связанные (хелатированные) формы, перенос и локализацию их на поверхности талломов [Золотарева, 1981; Панин, 1999]. Установлено, что в лишайниках основная масса элементов содержится в клеточных стенках и мембранах [Страховенко и др., 2008].

Металлургические комбинаты, расположенные на территории Мурманской области, являются главными источниками атмосферного загрязнения региона тяжелыми металлами и диоксидом серы. Данные о содержании химических элементов в талломах *Cladonia stellaris* немногочисленны, хотя данный вид является типичным как для северотаежных лесов, так и для тундровых и лесотундровых сообществ. Кроме того, исследования касаются, как правило, выявления пространственных закономерностей различных показателей, а не временных. Изучение лишайников на одних и тех же объектах в разные периоды представляет огромную значимость для оценки состояния лесных экосистем в условиях долговременного аэротехногенного воздействия.

Цель исследования – изучение пространственно-временных закономерностей изменения элементного состава напочвенного лишайника *Cladonia stellaris* в условиях атмосферного загрязнения северотаежных лесов соединениями серы и тяжелыми металлами в районе действия горно-металлургических предприятий – комбинатов «Североникель» (г. Мончегорск) и «Печенганикель» (г. Никель), включая территории государственных природных заповедников.

Материалы и методы

Исследования проводили в центральной, юго-западной и северо-западной частях Мурманской области.

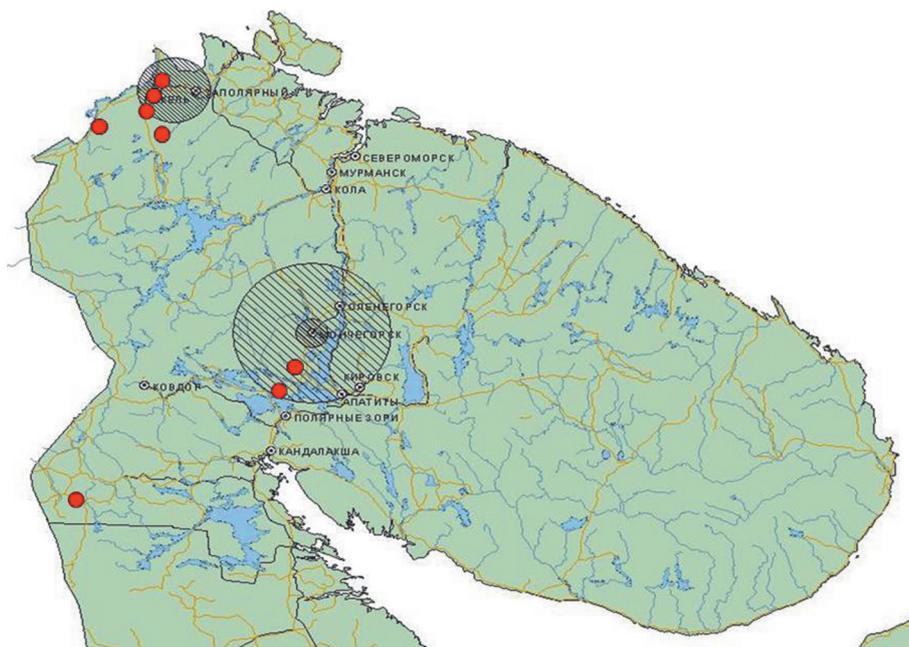


Рис. 1. Карта-схема расположения пробных площадей на территории Мурманской области

Климат района исследования формируется под влиянием теплых масс воздуха из северных и центральных районов Атлантического океана и более холодных из атлантического сектора Арктики, близости незамерзающего Баренцева моря, согреваемого теплым течением Гольф-стрим, и Белого моря. Характерной особенностью атмосферной циркуляции является интенсивная циклоническая деятельность зимой и в переходные сезоны и слабо выраженная – в вегетационный период [Яковлев, 1961].

Преобладающим типом растительности являются хвойные леса. Это еловые и сосновые леса незначительной высоты (12–16 м), с сильной разреженностью древостоев [Лукина, Никонов, 1998]. Лесные экосистемы длительное время подвергаются влиянию техногенных факторов. В непосредственной близости от медно-никелевых комбинатов леса сухостойные или сильно поврежденные. Снижение объемов производства в течение последних двух десятилетий обусловило начальные признаки восстановления экосистем, но процессы накопления загрязняющих веществ в различных компонентах лесных фитоценозов продолжают. На сильно загрязненных участках в напочвенном покрове преобладают кустарнички, такие как вороника и брусника, которые относительно устойчивы к воздействию тяжелых металлов и прочих загрязнителей. Доля лишайников увеличивается постепенно по мере удаления от горно-металлургических комбинатов, и на незагрязненных территориях лишайники

наряду с кустарничками и мхами являются доминантами напочвенного покрова.

Объект исследования – напочвенный лишайник *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar et Vězda, произрастающий в сосновых лесах в условиях разной степени аэротехногенного загрязнения.

Исследования проводили на постоянных мониторинговых площадях на различном удалении от медно-никелевых комбинатов «Североникель» (центральная часть Мурманской области, Мончегорский градиент – 31, 48, 175 (фон) км) и «Печенганикель» (северо-западная часть Мурманской области на границе с Норвегией, Никельский градиент – 5, 10, 15, 44, 73 км), включая территории Лапландского государственного природного биосферного заповедника и государственного природного заповедника «Пасвик» (рис. 1). Фоновая территория расположена в юго-западной части Мурманской области на значительном расстоянии от источников загрязнения.

В последние два десятилетия произошло снижение объемов выбросов и в несколько раз сократилось количество поступающих в атмосферу приоритетных поллютантов (рис. 2). Годовые объемы выбросов SO_2 комбината «Североникель» снижались от 232,5 тыс. т в 1990 году до 31,3 тыс. т в 2011 году, никеля – от 2,7 до 0,3 тыс. т, меди – от 1,7 до 0,5 тыс. тонн соответственно; комбината «Печенганикель»: SO_2 – от 257,5 до 103,0 тыс. т, а объемы выбросов тяжелых металлов Ni и Cu остаются высокими.

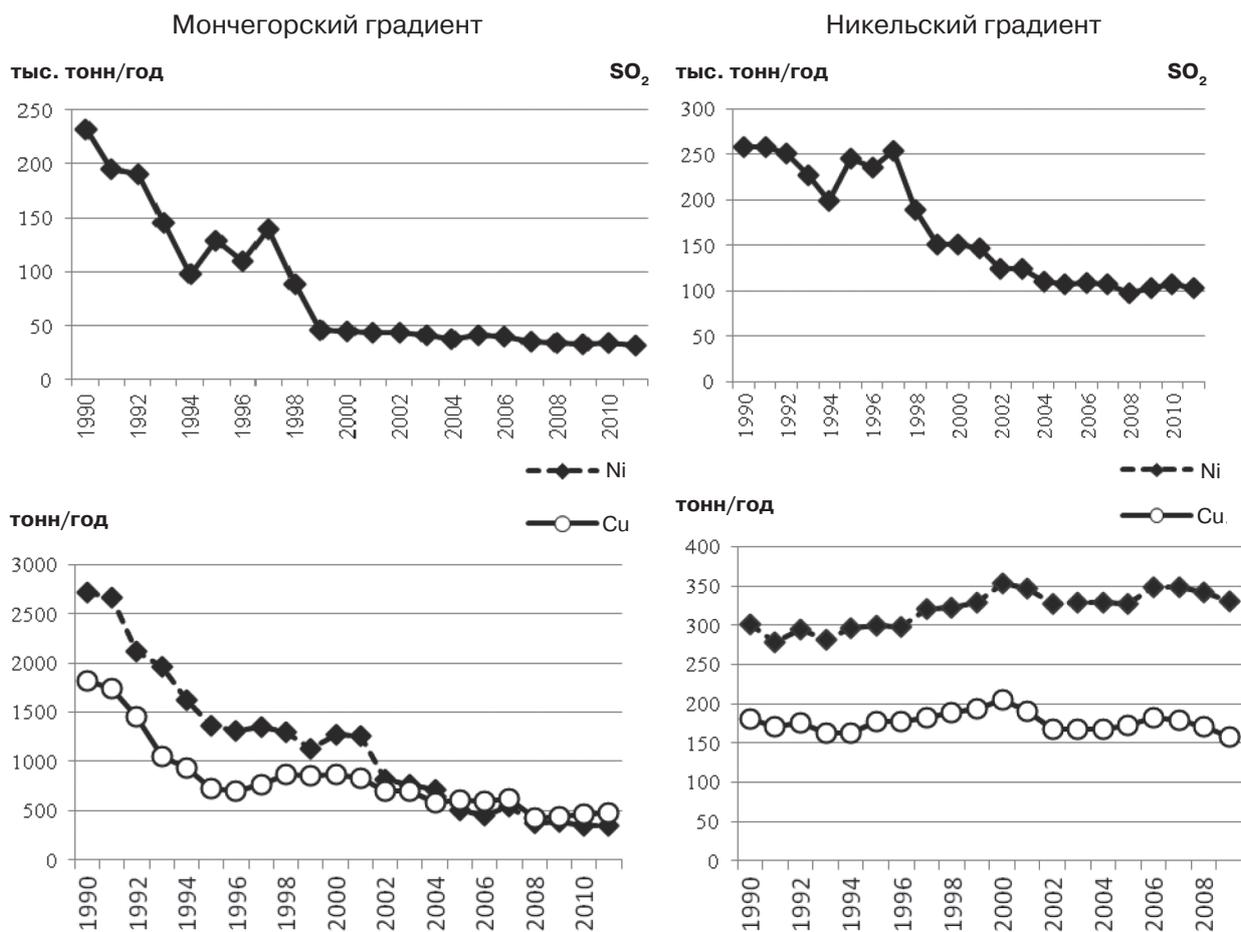


Рис. 2. Динамика поступления SO_2 , Ni, Cu в атмосферу в период с 1990 по 2011 гг. (по данным управления научно-технического развития и экологической безопасности ОАО «Кольская ГМК»)

Сбор образцов напочвенного лишайника *Cl. stellaris* проводили на одних и тех же пробных площадях в 1991, 2004, 2007 и 2011 гг. в 3–5-кратной повторности в конце периода вегетации (август). Пробы, отобранные в 2004 году в районе комбината «Печенганикель» в рамках международного проекта «Development and implementation of an environmental monitoring and assessment programme in the joint Finnish, Norwegian and Russian border area» [Программа..., 2008], объединены, и получен смешанный образец с каждой пробной площади. В фоновых условиях пробы отобраны в 5–10-кратной повторности.

В лаборатории пробы лишайников очищены от примесей (листья/хвоя, мох, корни и другие части растений) с помощью пинцета, высушены при комнатной температуре и размолоты. Концентрации химических элементов определяли в вытяжке после мокрого озоления концентрированной азотной кислотой. Проведено изучение доступных для биоты соединений элементов в органогенном горизонте иллювиально-гумусовых подзолов межкрупных

пространств, отобранных в пятикратной повторности на пробных площадях в 2011 г. В почвенных образцах экстракцию металлов проводили 1 М CH_3COONH_4 (pH = 4,65) [Halonen et al., 1983]. Металлы (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Cu, Ni, Zn, Sr, Co, Cd, Pb, Cr, As) определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, K – атомно-эмиссионной спектрометрии, P – фотоколориметрическим методом по интенсивности окраски фосфорно-молибденового комплекса (метод Лоури–Лопеса) [Чернавина и др., 1978], S – турбидиметрическим методом [ГОСТ 26490–85].

Рассчитан коэффициент концентрации (Kc), используемый при проведении биогеохимических исследований и позволяющий оценить уровень содержания поллютантов в исследуемом объекте. Коэффициент концентрации (Kc) – отношение концентрации элемента в лишайниках при техногенной нагрузке по отношению к среднефоновому содержанию, т. е. в нашем случае в лишайниках, произрастающих в условиях регионального фона.

Таблица 1. Элементный состав талломов *Cladonia stellaris* основных лесов в зоне воздействия комбинатов «Североникель» и «Печенганикель», мг кг⁻¹ абс. сухого вещества

Расстояние от комбината, км	Год отбора	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al	Fe	Zn	Cu	Ni
175 (260)*	2011	<u>393 ± 14</u>	<u>1223 ± 208</u>	<u>379 ± 75</u>	<u>183 ± 39</u>	<u>76 ± 7</u>	<u>224 ± 58</u>	<u>111 ± 30</u>	<u>125 ± 42</u>	<u>11 ± 1</u>	<u>1,7 ± 0,2</u>	<u>1,3 ± 0,1</u>
		540 ± 41	1823 ± 130	670 ± 76	270 ± 31	100 ± 10	300 ± 33	169 ± 38	163 ± 42	17 ± 2	2,3 ± 0,2	0,9 ± 0,1
Комбинат «Североникель»												
48	1991	122 ± 12	1141 ± 81	н. о.	224 ± 6	20 ± 3	н. о.	453 ± 31	1229 ± 78	23 ± 2	45,3 ± 6,1	81,2 ± 8,3
		255 ± 32	735 ± 83	261 ± 14	127 ± 8	32 ± 4	213 ± 52	286 ± 43	258 ± 27	11 ± 1	10,2 ± 0,4	23,9 ± 0,9
31**	2011	<u>778 ± 29</u>	<u>1040 ± 4</u>	<u>559 ± 17</u>	<u>175 ± 5</u>	<u>37 ± 4</u>	<u>315 ± 85</u>	<u>291 ± 10</u>	<u>272 ± 20</u>	<u>11 ± 1</u>	<u>9,8 ± 0,3</u>	<u>18,2 ± 0,3</u>
		286 ± 7	1285 ± 59	584 ± 24	140 ± 2	40 ± 1	304 ± 13	245 ± 14	204 ± 11	19 ± 1	12,9 ± 0,15	25,9 ± 1,3
31**	2007	552 ± 122	1294 ± 121	310 ± 10	169 ± 26	39 ± 7	221 ± 34	192 ± 20	154 ± 20	20 ± 2	33,1 ± 3,3	92,6 ± 5,9
		<u>800 ± 35</u>	<u>1338 ± 43</u>	<u>528 ± 9</u>	<u>175 ± 11</u>	<u>34 ± 5</u>	<u>407 ± 30</u>	<u>207 ± 6</u>	<u>191 ± 11</u>	<u>14 ± 1</u>	<u>36,3 ± 0,9</u>	<u>70,0 ± 3,4</u>
73***	2011	419 ± 45	1419 ± 223	667 ± 31	199 ± 46	97 ± 6	276 ± 45	204 ± 42	176 ± 40	24 ± 3	36,0 ± 7,2	106 ± 2
		433 ± 98	1109 ± 43	н. о.	186 ± 12	42 ± 5	324 ± 54	н. о.	н. о.	н. о.	9 ± 1	7,1 ± 0,3
44	1991	128 ± 12	481 ± 65	н. о.	142 ± 5	37 ± 8	н. о.	148 ± 14	246 ± 33	10 ± 1	18,4 ± 0,7	20,2 ± 1,0
		281	1433	663	201	29	351	43	146	15	13	24
15	2011	393 ± 17	1340 ± 34	1340 ± 34	222 ± 5	57 ± 7	798 ± 29	77 ± 3	217 ± 30	12 ± 1	17,9 ± 0,7	24,1 ± 0,9
		76 ± 7	1223 ± 40	н. о.	528 ± 53	16 ± 6	н. о.	523 ± 51	1219 ± 65	30 ± 5	63,7 ± 2,7	76,4 ± 1,9
10	1991	286	1226	620	370	44	583	284	1030	26	98	125
		346 ± 12	1840 ± 67	790 ± 54	315 ± 7	51 ± 5	893 ± 39	146 ± 13	974 ± 40	25 ± 1	146,5 ± 2,1	178,2 ± 10,9
5	2004	94 ± 20	1831 ± 260	н. о.	456 ± 14	50 ± 16	н. о.	402 ± 71	1138 ± 112	21 ± 2	98,2 ± 28,8	69,4 ± 4,0
		586	1600	881	544	78	640	137	994	24	147	232
Комбинат «Печенганикель»												

Примечание. Здесь и в табл. 2–3 приведены средние значения (\pm стандартная ошибка), н. о. – не определяли. * Фоновая территория, расстояние указано от медно-никелевых комбинатов «Североникель» («Печенганикель»); ** Лапландский государственный природный биосферный заповедник; *** Государственный природный заповедник «Пасвик». Над чертой – межкороновые пространства, под чертой – подкороновые (в остальных случаях данные только по межкороновым пространствам).

В работе использованы количественные показатели интенсивности биологического поглощения элементов. Одним из таких показателей является коэффициент биологического поглощения Перельмана (Кб), показывающий, во сколько раз содержание элемента в золе больше, чем в литосфере в целом (или в конкретной горной породе, почве) [Геохимия..., 1990]. Для расчета Кб использовано отношение содержания элемента в слоевище лишайника к валовому содержанию элемента в органогенном горизонте иллювиально-гумусового подзола. По интенсивности биологического поглощения элементы подразделяются на следующие категории: элементы энергичного поглощения ($K_b = 10-100$); элементы сильного поглощения ($K_b = 1-10$); элементы слабого поглощения и среднего захвата ($K_b = 0,1-1,0$); элементы слабого захвата ($K_b = 0,01-0,10$) [Геохимия..., 1990]. Впоследствии Н. С. Касимовым с соавт. [1995] предложен коэффициент биогеохимической подвижности (Вх), рассчитываемый по отношению к подвижным формам элементов в субстрате. Данный коэффициент дает наиболее объективную картину поглощения живым веществом химических элементов из почвы. Для расчета Вх использовано отношение содержания элемента в слоевище лишайника к подвижным формам элементов в органогенном горизонте иллювиально-гумусового подзола.

Математическую обработку данных проводили с помощью общепринятых статистических методов с использованием пакета программ Microsoft Excel 6.0. Проведена оценка достоверности различия средних значений с использованием непараметрических статистических критериев: U-критерия Манна-Уитни (для парных сравнений) и H-критерия Краскела-Уоллиса [StatSoft, Inc., 2010].

Результаты и обсуждение

Результаты анализа содержания химических элементов в лишайниках представлены в табл. 1. Из зольных элементов в талломе лишайника ненарушенных сообществ преобладает калий ($n \cdot 10^4$ мг/кг), концентрация которого в 2–3 раза выше, чем фосфора и кальция ($n \cdot 10^3$ мг/кг). Содержание серы, магния, алюминия и железа составляет $n \cdot 10^3$ мг/кг, марганца, цинка, меди и никеля – $n \cdot 10^2$ – $n \cdot 10$ мг/кг. Фоновые концентрации Ni и Cu не превышают 2 мг/кг.

В талломах лишайников на территории заповедника «Пасвик», несмотря на его значительную удаленность от источников

выбросов, концентрации Ni ($U_{5,5} = 0, p < 0,01$) и Cu ($U_{5,5} = 0, p < 0,01$) превышают фоновые значения в 4–5 раз, S – в 1,5 раза. Концентрация остальных элементов минерального питания в лишайниках на территории заповедника сопоставима с фоновым содержанием, за исключением марганца, содержание которого достоверно ниже фоновых показателей ($U_{5,5} = 0, p < 0,01$) (табл. 1).

В условиях атмосферного загрязнения лишайники в большом количестве накапливают тяжелые металлы (Cu, Ni). Никель аккумулируется более интенсивно. Данная особенность в условиях атмосферного загрязнения была нами отмечена и для хвойных деревьев [Сухарева, Лукина, 2014], она объясняется тем, что в выбросах (рис. 2) и атмосферных выпадениях [Рассеянные элементы..., 2004] за периоды наблюдений с 1991 по 2002 гг. (Мончегорский градиент) и с 1991 по 2011 гг. (Никельский градиент) существенно преобладал Ni. Это же может являться причиной его преобладания над Cu в растениях и лишайниках, поскольку значительная доля частиц осаждается на поверхности листьев (талломах) в результате процессов седиментации вблизи источников выбросов или в форме аэрозольных частиц на удалении от комбината.

Анализ данных за три срока наблюдений в зоне воздействия комбината «Североникель» (48 км от источника загрязнения) показал, что концентрации Al ($H_{2,9} = 5,79, p < 0,05$), Fe ($H_{2,9} = 7,45, p < 0,02$), Zn ($H_{2,9} = 7,45, p < 0,02$), Ni ($H_{2,9} = 6,16, p < 0,05$), Cu ($H_{2,9} = 6,60, p < 0,05$) в лишайниках снизились по сравнению с уровнями накопления в начале 90-х годов XX века (табл. 1). Но значительное превышение фоновых концентраций никеля и меди сохраняется. Превышение фоновых концентраций отмечено также для железа и алюминия. Данные элементы, имеющие литосферное происхождение, могут поступать в слоевище лишайника с почвенными частицами в результате ветровой эрозии [Бязров, 2009]. Почвы района исследования являются Al-Fe-гумусовыми подзолами, особенность которых – обогащенность иллювиально-гумусового слоя оксидами алюминия и железа [Лукина и др., 2008]. Аккумуляция железа и алюминия в талломах лишайников может происходить в результате пыления минеральных горизонтов с незакрепленной поверхности почвы. На стационарной пробной площади на территории Лапландского государственного природного биосферного заповедника (31 км от комбината) за период 2007–2011 гг. в талломах лишайников снизилась только концентрация Ni ($U_{5,3} = 0, p < 0,02$).

Таблица 2. Валовый состав и содержание подвижных форм элементов в органогенном горизонте иллювиально-гумусовых подзолов межкروновых пространств (лишайниковые парцеллы) основных лесов в зоне воздействия комбината «Североникель» и значения коэффициентов биологического поглощения (Кб) и биогеохимической подвижности (Вх)

Расстояние от комбината, км	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al	Fe	Zn	Cu	Ni
Валовое содержание элементов в почве, мг кг ⁻¹											
175 (260) *	3599 ± 2	2782 ± 554	1600 ± 242	980 ± 126	266 ± 34	500 ± 15	12828 ± 767	11838 ± 226	75 ± 1	65 ± 4	164 ± 30
31**	3425 ± 480	2041 ± 382	1685 ± 307	1001 ± 150	275 ± 59	620 ± 177	5105 ± 1093	6025 ± 415	54 ± 1	121 ± 38	258 ± 89
Коэффициент биологического поглощения (Кб)											
48	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,6	0,02	0,02	0,1	0,2	0,1
31**	0,2	0,7	0,3	0,2	0,1	0,7	0,04	0,03	0,3	0,3	0,3
Содержание подвижных форм элементов в почве, мг кг ⁻¹											
175 (260) *	1812 ± 215	751 ± 78	161 ± 24	237 ± 23	42 ± 14	106 ± 7	81 ± 16	9 ± 2	18 ± 1	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,1
48	1030 ± 82	503 ± 103	113 ± 10	129 ± 28	43 ± 3	121 ± 9	211 ± 63	27 ± 6	20 ± 3	10,7 ± 1,8	19,3 ± 0,3
31**	1312 ± 78	508 ± 97	93 ± 26	187 ± 31	20 ± 5	84 ± 8	143 ± 23	12 ± 2	20 ± 4	14,2 ± 4,8	41,7 ± 4,6
Коэффициент биогеохимической подвижности (Вх)											
175 (260) *	0,2	1,6	2,4	0,8	1,8	2,1	1,4	14,6	0,6	17,1	2,8
48	0,8	2,1	2,8	1,3	0,8	2,6	1,4	10,0	0,6	0,9	0,9
31**	0,6	2,6	5,9	0,9	1,7	4,8	1,4	16,1	0,7	2,6	1,7

За исследуемый период в районе комбината «Североникель» (48 км от источника загрязнения) в слоевищах лишайников достоверно увеличилось содержание Ca ($H_{2,9} = 5,79$, $p < 0,05$), P ($U_{3,3} = 0$, $p < 0,05$). Аналогичные закономерности отмечены в химическом составе лишайников на территории Лапландского заповедника (табл. 1). Напротив, концентрации доступных форм соединений Ca и P в почве за исследуемый период снизились (табл. 2). Повышение содержания кальция и фосфора в талломах лишайников, скорее всего, связано с атмосферным поглощением. Показано, что минеральные элементы могут попадать в лишайники в виде пыли, в т. ч. кальций, калий, фосфор [Каурри, 1980].

Выявлены парцеллярные различия в элементном составе растений и лишайников, произрастающих в подкروновых и межкروновых пространствах (табл. 1). Под кроной ненарушенных фитоценозов в талломах лишайников возрастает концентрация K ($U_{5,10} = 8$, $p < 0,04$), P ($U_{5,10} = 8$, $p < 0,04$), Zn ($U_{5,10} = 8$, $p < 0,04$), Cu ($U_{5,10} = 7$, $p < 0,03$). Таким образом, дополнительным источником элементов минерального питания становятся элементы, вымываемые осадками из кроны деревьев и растений напочвенного покрова. В условиях атмосферного загрязнения достоверное увеличение концентрации в подкроновых пространствах отмечено для Ca ($U_{6,6} = 0$, $p < 0,004$), Mn ($U_{6,6} = 5$, $p < 0,04$), Zn ($U_{6,6} = 0$, $p < 0,004$).

Анализ данных по валовому содержанию элементов (табл. 2) в органогенном горизонте почвы показывает, что содержание никеля в 10–15 раз, а меди в 1,5–3 раза превышает значения регионального фона, которые составляют для никеля 17 мг/кг, для меди – 41 мг/кг [Попова, Накваксина, 2014]. Величины коэффициентов биологического поглощения свидетельствуют, что практически все химические элементы относятся к элементам слабого накопления или среднего захвата ($K_b = 0,1-1$), за исключением железа и алюминия, которые относятся к элементам слабого захвата ($K_b = 0,02-0,04$). Но интенсивность биологического поглощения минеральных элементов часто не зависит от валового содержания элементов в минеральных горизонтах почвы из-за преобладания форм, труднодоступных для биоты. Данные по содержанию доступных форм соединений в почве являются более информативными параметрами при изучении минерального питания в отличие от валовых концентраций элементов в почве. В лесах на северном пределе распространения органогенный горизонт является основным источником минеральных

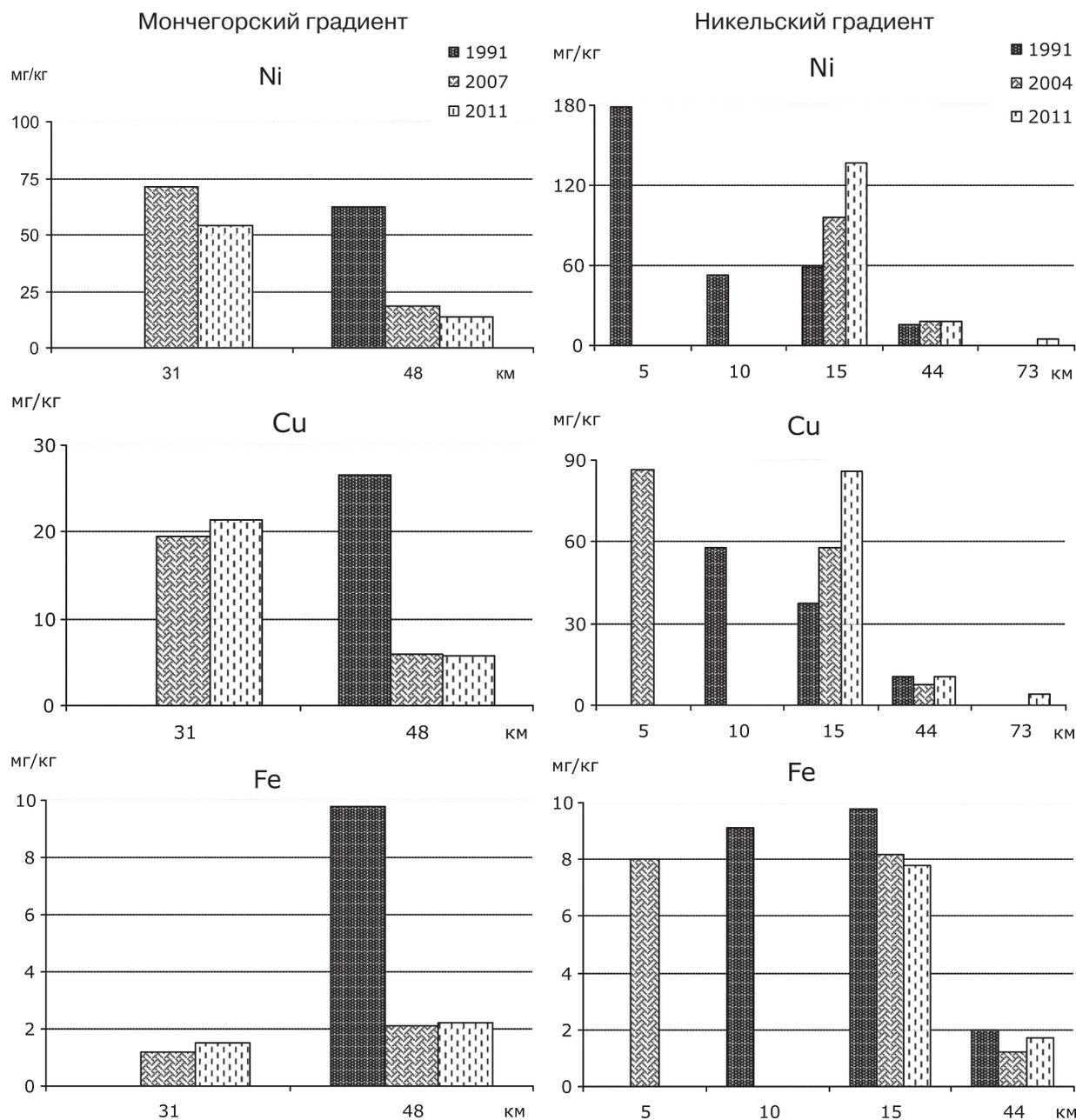


Рис. 3. Коэффициенты концентрации (Kc) химических элементов в лишайниках в зоне воздействия комбинатов «Североникель» (Мончегорский градиент) и «Печенганикель» (Никельский градиент)

элементов для биоты. Отношение содержания элемента в слоевище лишайника к содержанию его подвижных форм в органометном горизонте показывает коэффициент биогеохимической подвижности (Вх), который характеризует не только доступность элементов растениям (лишайникам), но и степень использования ими подвижных элементов, содержащихся в почве. Коэффициент биогеохимической подвижности демонстрирует для всех рассматриваемых элементов более высокие значения, чем Кб (табл. 2). Наиболее высокие значения Вх обнаружены для железа, что свидетельствует

о его высокой биогеохимической активности как в ненарушенных, так и в подверженных атмосферному воздействию фитоценозах. Значительная биогеохимическая активность отмечена также для К, Р, S, Al, Cu, Ni.

Коэффициенты концентрации (Kc) позволяют определить уровень загрязнения в результате атмосферного переноса загрязнителей от источников выбросов. Аномальными считаются концентрации, Kc которых равен или больше 1,5 [Геохимия..., 1990]. Наиболее высокие значения Kc отмечены для никеля, меди, железа – приоритетных элементов-загрязнителей

Таблица 3. Содержание (мг кг⁻¹ абс. сухого в-ва) и коэффициенты концентрации Sr, Co, Cd, Pb, Cr, As в талломах *Cladonia stellaris* в зоне воздействия комбината «Печенганикель»

Расстояние от комбината	Год отбора	Sr	Co	Cd	Pb	As	Cr
Концентрация, мг кг ⁻¹							
44	2004	2,3	1,1	0,1	1,4	0,3	0,6
	2011	1,3 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,1
15	2004	2,2	7,6	0,2	8,0	2,2	3,1
	2011	1,7 ± 0,4	7,4 ± 0,3	0,3 ± 0,0	4,1 ± 0,1	3,1 ± 0,1	3,9 ± 0,3
5	2004	2,9	10,5	0,2	5,8	2,8	3,1
Коэффициенты концентрации							
15	2004	0,9	6,9	2,0	5,7	7,3	5,2
	2011	0,7	8,2	3,0	3,7	7,8	4,9
5	2004	1,3	9,5	2,0	4,1	9,3	5,2

района исследования (рис. 3). По мере приближения к источникам загрязнения значения Кс возрастают. Самая интенсивная аккумуляция тяжелых металлов отмечена в 5–15-километровой зоне от комбината «Печенганикель». Рассчитанные для никеля и меди Кс являются аномальными для всех обследованных пробных площадей обоих градиентов, в том числе находящихся на значительном расстоянии, что свидетельствует о дальности переноса загрязняющих веществ.

В зоне воздействия комбината «Печенганикель» (15 км от комбината) наблюдения за три срока показали снижение в талломе лишайников содержания Fe ($H_{2,11} = 6,73$, $p < 0,03$) и Al ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$). Одновременно концентрации Ni ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$) и Cu ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$) не только не снизились, но возросли более чем в 2 раза (табл. 1). На расстоянии 44 км от комбината содержание Fe, Cu, Ni осталось сопоставимым с данными 1991 г. В 2011 г. содержание серы в лишайниках увеличилось в 1,5–2,3 раза по сравнению с данными 2004 г. За исследуемый период (1991–2011 гг.) на расстоянии 15 км от комбината выявлено достоверное увеличение содержания Ca ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$), K ($H_{2,11} = 7,53$, $p < 0,02$), Mn ($H_{2,11} = 7,56$, $p < 0,03$); на расстоянии 44 км от комбината – Ca ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$), K ($H_{2,11} = 8,18$, $p < 0,02$), что вероятно, как и в зоне воздействия комбината «Североникель», связано не с оптимизацией почвенных условий, а с атмосферным поступлением данных элементов в талломы лишайников.

В районе комбината «Печенганикель» в лишайниках определено содержание ряда химических элементов, не являющихся основными для функционирования (табл. 3). Наиболее высокие уровни накопления отмечаются для Co (в 7–10 раз), Cd (в 2–3 раза), Pb (в 4–6 раз), As (в 7–9 раз), Cr (в 5 раз) по

сравнению с наиболее удаленной пробной площадью Никельского градиента (44 км от комбината). Особенность лишайников накапливать не только основные химические элементы, необходимые для собственного роста и развития, но и сопутствующие, слабо вовлекаемые в биологический круговорот в зависимости от их содержания в окружающей среде, отмечалась и другими исследователями [Власова, 2011; Межибор, Большунова, 2014].

Проведенные исследования показывают высокую аккумуляционную способность лишайников в условиях атмосферного загрязнения, в том числе на значительном расстоянии от источников выбросов. Степень аккумуляции тяжелых металлов лишайниками гораздо выше, чем у хвойных деревьев и кустарничков. Содержание никеля и меди в лишайниках в 3–8 раз выше, чем в листьях сосудистых растений [Исаева, Сухарева, 2013; Сухарева, 2013]. В условиях загрязнения лишайники накапливают в своих талломах высокие концентрации тяжелых металлов. Анализ коэффициентов концентрации (Кс) и биологического поглощения (Кб) показал, что лесные экосистемы Мурманской области испытывают значительное воздействие со стороны горно-металлургических предприятий региона. Высокие значения Кс характерны для Ni, Cu, Co, Fe, S, As; Кб – для Fe, Cu, Ni, S. Атмосферные выбросы распространяются на значительное расстояние, являясь причиной изменения биогеохимических параметров лесных экосистем (почвы и биоты).

Заключение

Химический состав лишайников существенно трансформируется в условиях атмосферного загрязнения. Лишайники в большом количестве накапливают тяжелые металлы (Cu, Ni, Fe), никель аккумулируется наиболее

интенсивно. Аномально высокие уровни накопления тяжелых металлов в лишайниках отмечаются как в непосредственной близости от медно-никелевых комбинатов (5–10 км от источника загрязнения), так на значительном удалении от источников выбросов (30–70 км от комбината). Высокие уровни накопления в лишайниках отмечаются также для рассеянных элементов – Co, Cd, Pb, As, Cr.

При сравнении результатов анализов разных периодов исследования (1991, 2004, 2007, 2011 гг.) обнаружилось, что на современном этапе в талломах лишайника *Cladonia stellaris* снизились концентрации Al, Fe, Zn, Ni, Cu в зоне воздействия комбината «Североникель», содержание Fe – в районе влияния комбината «Печенганикель». Одновременно в зоне воздействия комбината «Печенганикель» (на расстоянии 15 км) концентрация Ni в лишайниках возросла более чем в 2 раза.

Произошло увеличение концентраций Ca, K и P в лишайниках в зоне воздействия горно-металлургических предприятий региона, но связано оно не с оптимизацией минерального состава почвы, а с атмосферным поглощением данных элементов лишайниками.

Высокие уровни накопления тяжелых металлов отмечены в лишайниках на территориях Лапландского государственного природного биосферного заповедника и государственного природного заповедника «Пасвик», несмотря на значительную удаленность последнего от источника выбросов, что свидетельствует о дальности переноса загрязняющих веществ. В лишайниках на территории Лапландского государственного природного биосферного заповедника за период 2007–2011 гг. в талломах лишайников снизилась только концентрация никеля.

Установлены парцеллярные различия в химическом составе лишайников подкروновых и межкروновых пространств. Под кроной ненарушенных фитоценозов в талломах лишайников возрастает концентрация K, Zn, Cu, в условиях атмосферного загрязнения – K, P, Fe, Zn, Cu, т. е. дополнительным источником элементов минерального питания становятся элементы, вымываемые осадками из кроны деревьев и растений напочвенного покрова.

Анализ величин коэффициента биогеохимической подвижности (Vx) показывает высокую биогеохимическую активность Fe как в ненарушенных, так и в подверженных атмосферному воздействию фитоценозах северотаежных лесов. Значительную биогеохимическую подвижность демонстрируют также K, P, S, Al, Cu, Ni. Данный коэффициент оказывается более информативным по сравнению

с коэффициентом биологического поглощения (Кб) при оценке геохимических особенностей условий произрастания.

Способность лишайников к аккумуляции загрязняющих веществ гораздо выше, чем у хвойных деревьев и кустарничков, что позволяет использовать их элементный состав в качестве критерия оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и соединениями серы в условиях атмосферного загрязнения, в том числе на значительном расстоянии от источников выбросов.

Литература

Анищенко Л. Н., Шапурко В. Н., Сафранкова Е. А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями и лишайниками в условиях сочетанной антропогенной нагрузки // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9. С. 1527–1531.

Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / Пер. с англ. И. Н. Михайловой. М.: ГЕОС, 2005. 457 с.

Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.

Бязров Л. Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видового разнообразия. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009. 146 с.

Вайнштейн Е. А. Некоторые вопросы физиологии лишайников. III. Минеральное питание // *Ботан. журнал*. 1982. Т. 67, № 5. С. 561–571.

Вершинина С. Э., Вершинин К. Е., Чебыкин Е. П. Биоиндикационные исследования в Прибайкалье. Сообщение 1. Элементный состав эпифитных лишайников г. Усолье-Сибирское // *Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии*. 2011. Вып. 44, ч. 4. С. 13–20.

Власова Н. В. Ландшафтно-геохимическое состояние таежных экосистем в бассейне Нижней Тунгуски // *География и природные ресурсы*. 2011. № 2. С. 100–107.

ГОСТ 26490–85 Почвы. Определение серы по методу ЦИНАО.

Геохимия окружающей среды / Под ред. Ю. Е. Саеда, Б. А. Ревича, Е. П. Янина и др. М.: Недра, 1990. 334 с.

Золотарева Б. Н., Скрипченко И. И., Мартин Ю. Л. Лишайники – индикаторы загрязнения среды тяжелыми металлами // *Природа*. 1981. № 1. С. 86–88.

Исаева Л. Г., Сухарева Т. А. Элементный состав дикорастущих кустарничков в зоне воздействия комбината «Североникель»: данные многолетнего мониторинга // *Цветные металлы*. 2013. № 10. С. 86–92.

Касимов Н. С., Кошелева Н. Е., Самонова О. А. Подвижные формы тяжелых металлов в почвах лесостепи Среднего Поволжья (опыт многофакторного регрессионного анализа) // *Почвоведение*, 1995. № 6. С. 705–713.

Кузьменкова Н. В., Кошелева Н. Е., Асадулин Э. Э. Тяжелые металлы в почвах и лишайниках тундровой и лесотундровой зон (северо-запад Кольского полуострова) // *Почвоведение*. 2015. № 2. С. 244–256.

Лукина Н. В., Никонов В. В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты / Отв. ред. Л. О. Карпачевский. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1998. 316 с.

Лукина Н. В., Полянская Л. М., Орлова М. А. Питательный режим почв северотаежных лесов / Отв. ред. Л. О. Карпачевский. М.: Наука, 2008. 342 с.

Лянгузова И. В., Горшков В. В., Баккал И. Ю., Бондаренко М. С. Воздействие почвенного загрязнения тяжелыми металлами на напочвенный покров сосняка лишайниково-зеленомошного в условиях полевого эксперимента // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 3 (27). С. 74–86.

Межибор А. М., Большунова Т. С. Биогеохимическая характеристика сфагновых мхов и эпифитных лишайников в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 325, № 1. С. 205–212.

Московченко Д. В., Валеева Э. И. Содержание тяжелых металлов в лишайниках на севере Западной Сибири // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. № 11. С. 162–172.

Панин М. С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья / Под ред. В. Б. Ильина. Семипалатинск: Семей, 1999. 309 с.

Попова Л. Ф., Накваксина Е. Н. Нормирование качества городских почв и организация почвенно-химического мониторинга. Архангельск: Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2014. 108 с.

Программа «Пасвик». Общий отчет 2008: Состояние окружающей среды в приграничном районе Норвегии, Финляндии и России / Корпийувä Оу, Ювяскюля, 2008. 21 с.

Рассеянные элементы в бореальных лесах / Под ред. А. С. Исаева. М.: Наука, 2004. 616 с.

Страховенко В. Д., Хожина Е. И., Щербов Б. Л. Распределения радиоцезия и микроэлементов в системе лишайник–субстрат и в теле лишайника // Геохимия. 2008. № 2. С. 141–150.

Сухарева Т. А. Оценка состояния сосновых лесов в зоне влияния медно-никелевых комбинатов при

уменьшении эмиссионной нагрузки // Известия Самарского НЦ РАН, 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 1072–1076.

Сухарева Т. А., Лукина Н. В. Минеральный состав ассимилирующих органов хвойных деревьев после снижения уровня атмосферного загрязнения на Кольском полуострове // Экология. 2014. № 2. С. 1–8.

Чернавина И. А., Потапов Н. Г., Косулина Л. Г., Кренделева Т. Е. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание. Физиология клетки. Рост и развитие / Под ред. Б. А. Рубина. М.: Высш. школа, 1978. 408 с.

Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1961. 200 с.

Cvijan M., Subakov-Simic G., Krizmatnic J. Monitoring of the «lichen desert» in the Belgrade area (1980/81, 1991 and 2007) // Archives of biological sciences. 2008. Vol. 60, no. 2. P. 215–222.

Erdman J. A., Gough L. P. Variation in the element content of *Parmelia chlorochroa* from the Powder River Basin of Wyoming and Montana // *Borilologist*. 1977. Vol. 80, no. 2. P. 292–303.

Halonen O., Tulkki H., Derome J. Nutrient analysis methods // *Metsantutkimuslaitoksen tiedonantoja*. 1983. Vol. 121. P. 1–28.

Nash T. H., Gries C. The use of lichens in atmospheric deposition studies with an emphasis on the arctic // *Science of the total environment*. 1995. P. 729–736.

Gandois L., Agnan Y., Leblond S., Sejalon-Delmas N., Le Roux G., Probst A. Use of geochemical signatures, including rare earth elements, in mosses and lichens to assess spatial integration and the influence of forest environment // *Atmospheric Environment*. 2014. Vol. 95. P. 96–104.

Kauppi M. Fluorescence microscopy and microfluorimetry for the examination of pollution damage in lichens // *Ann. Bot. Fenn*. 1980. Vol. 17, no. 2. P. 163–173.

Seaward M. R. D. Large-scale air pollution monitoring using lichens // *GeoJourn*. 1992. No. 4. P. 403–411.

StatSoft, Inc STATISTICA (data analysis software system), version 9.1.2010. www.statsoft.com

Поступила в редакцию 16.10.2015

References

Anishchenko L. N., Shapurko V. N., Safrankova E. A. Osobennosti akumulatsii tyazhelykh metallov rasteniyami i lishainikami v usloviyakh sochetannoi antropogennoi nagruzki [The peculiarities of accumulation of heavy metals by plants and lichens in the conditions of combined anthropogenic load]. *Fundamental research*. 2014. Vol. 9. P. 1527–1531.

Bargal'i R. Biogeokhimiya nazemnykh rasteni [Biogeochemistry of terrestrial plants]. Transl. from English I. N. Mikhailova. Moscow: GEOS, 2005. 457 p.

Byazrov L. G. Lishainiki v ekologicheskom monitoringe [Lichens in ecological monitoring]. Moscow: Scientific world, 2002. 336 p.

Byazrov L. G. Epifitnye lishainiki g. Moskvy: sovremennaya dinamika vidovogo raznoobraziya. [Epiphytic

lichens of Moscow city: recent changes of species diversity]. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2009. 146 p.

Chernavina I. A., Potapov N. G., Kosulina L. G., Krendeleva T. E. Bol'shoi praktikum po fiziologii rastenii. Mineral'noe pitanie. Fiziologiya kletki. Rost i razvitie [Advanced practical course in plant physiology. Mineral nutrition. Cell physiology. Growth and development]. Ed. B. A. Rubina. Moscow: Higher. school, 1978. 408 p.

GOST 26490–85 Pochvy. Opreделение sery po metodu TsINAO [GOST 26490–85 Soils. Determination of sulfur by CINAO method]. Geokhimiya okruzhayushchei sredy [Geochemistry of the environment]. Eds J. E. Saet, B. A. Revich, E. P. Yanin and al. Moscow: Nedra, 1990. 334 p.

Isaeva L. G., Sukhareva T. A. Elementnyi sostav dikorastushchikh kustarnichkov v zone vozdeistviya kombinata "Severonikel": dannye mnogoletnego monitoringa [Elemental composition of wild small shrubs in the area of influence of "Severonikel" combine: data of long-term monitoring]. *Tsvet*, 2013. No. 10. P. 86–92.

Kasimov N. S., Kosheleva N. E., Samonova O. A. Podvizhnye formy tyazhelykh metallov v pochvakh leso-stepi Srednego Povolzh'ya (opyt mnogofaktornogo regressionnogo analiza) [Mobile forms of heavy metals in soils of Middle Volga forest-steppe (experience of multivariate regression analysis)]. *Soil science*. 1995. Vol. 6. P. 705–713.

Kuz'menkova N. V., Kosheleva N. E., Asadulin E. E. Tyazhelye metally v pochvakh i lishainikakh tundrovoi i lesotundrovoi zon (severo-zapad Kol'skogo poluostrova) [Heavy metals in soils and lichens in the tundra and forest-tundra zones (North-West of Kola Peninsula)]. *Soil science*. 2015. Vol. 2. P. 244–256.

Lukina N. V., Nikonov V. V. Pitatel'nyi rezhim lesov severnoi taigi: prirodnye i tekhnogennye aspekty [Nutritional regime of Northern taiga forests: natural and technogenic aspects]. Ed. L. O. Karpachevskii. Apatity: Publishing house of Kola scientific centre of RAS, 1998. 316 p.

Lukina N. V., Polyanskaya L. M., Orlova M. A. Pitatel'nyi rezhim pochv severotaezhnykh lesov [Nutrient regime of soils in the Northern taiga]. Ed. L. O. Karpachevskii. Moscow: Nauka, 2008. 342 p.

Lyanguzova I. V., Gorshkov V. V., Bakal I. Yu., Bondarenko M. S. Vozdeistvie pochvennogo zagryazneniya tyazhelymi metallami na napochvennyi pokrov sosnyaka lishainikovo-zelenomoshnogo v usloviyakh polevogo eksperimanta [Influence of soil pollution (heavy metals) on the lichen pine forest soil cover in conditions of field of experiment]. *Vestnik of Volga State University of technology. Series: Forest. Ecology. Nature management*. 2015. No. 3 (27). P. 74–86.

Mezhibor A. M., Bol'shunova T. S. Biogeokhimi-cheskaya kharakteristika sfagnovykh mkhov i epifitnykh lishainikov v raionakh neftegazodobyvayushchego kompleksa Tomskoi oblasti [Biogeochemistry of sphagnum moss and epiphytic lichens in oil and gas exploration areas of Tomsk region]. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2014. Vol. 325, no. 1. P. 205–212.

Moskovchenko D. V., Valeeva E. I. Soderzhanie tyazhelykh metallov v lishainikakh na Severe Zapadnoi Sibiri [Content of heavy metals in lichens of West Siberian North]. *Vestnik of ecology, forestry and landscape studies*. 2011. No. 11. P. 162–172.

Panin M. S. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov ras-teniyami Semipalatinskogo Priirtysh'ya [Accumulation of heavy metals by plants of the Semipalatinsk area]. Ed. V. B. Il'in. Semipalatinsk: Families, 1999. 309 p.

Popova L. F., Nakvaksina E. N. Normirovanie kachestva gorodskikh pochv i organizatsiya pochvenno-khimicheskogo monitoringa [Estimation of quality of

urban soils and organization of soil chemical monitoring]. Arkhangelsk: Northern (Arctic) Federal University, 2014. 108 p.

Programma "Pasvik". Obshchii otchet 2008: Sostoyanie okruzhayushchei sredy v prigranichnom raione Norvegii, Finlyandii i Rossii [Pasvik Programme. Summary report 2008: state of the environment in the of Norwegian, Finnish and Russian border area]. Kопijyvä Oy, Jyväskylä, 2008. 21 p.

Rasseyannye elementy v boreal'nykh lesakh [Scattered elements in boreal forests]. Ed. A. S. Isaev. Moscow: Nauka, 2004. 616 p.

Strakhovenko V. D., Khozhina E. I., Shcherbov B. L. Raspredeleniya radiotseziya i mikroelementov v sisteme lishainik-substrat i v tele lishainika [Distribution of radioactive Cs and trace elements in the lichen-substrate system and in the lichen body]. *Geochemistry*. 2008. No. 2. P. 141–150.

StatSoft, Inc STATISTICA (data analysis software system), version 9.1.2010. www.statsoft.com

Sukhareva T. A. Otsenka sostoyaniya osnovnykh lesov v zone vliyaniya medno-nikelevykh kombinatov pri umen'shenii emissionnoi nagruzki [Assessment of pine forests state in zone of copper-nickel enterprises influence at emission loading reduction]. *Proc. Samara scientific center RAS*. 2013. Vol. 15, no. 3 (3). P. 1072–1076.

Sukhareva T. A., Lukina N. V. Mineral composition of assimilative organs of conifers after reduction of atmospheric pollution in the Kola Peninsula. *Russ. J. Ecol*. 2014. Vol. 45, no. 2. P. 95–102.

Vainshtein E. A. Nekotorye voprosy fiziologii lishainikov. III. Mineral'noe pitanie [Some problems of the physiology of lichens. III. Mineral nutrition]. *Botan. J*. 1982. Vol. 67, no. 5. P. 561–571.

Vershinina S. E., Vershinin K. E., Chebykin E. P. Bioindikatsionnye issledovaniya v Pribaikal'e. Soobshchenie 1. Elementnyi sostav epifitnykh lishainikov g. Usol'e-Sibirskoe [Bioindication studies in Cis-Baikal. Report 1. Elemental composition of epiphytic lichens of the city of Usolie-Siberian]. *Vestnik IrGSCCHA*. 2011. Vol. 44, part 4. P. 13–20

Vlasova N. V. Landshaftno-geokhimi-cheskoe sostoyanie taezhnykh ekosistem v basseine Nizhnei Tunguski [Landscape geochemistry of taiga ecosystems in the Lower Tunguska River basin]. *Geography and natural resources*. 2011. No. 2. P. 100–107.

Yakovlev B. A. Klimat Murmanskoi oblasti [Climate of the Murmansk region]. Murmansk: Murmansk book publishing house, 1961. 200 p.

Zolotareva B. N., Skripchenko I. I., Martin Yu. L. Lishainiki – indikatory zagryazneniya sredy tyazhelymi metallami [Lichens, indicators of environment pollution by heavy metals]. *Nature*. 1981. No. 1. P. 86–88.

Received October 16, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**Сухарева Татьяна Алексеевна**

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт проблем промышленной экологии Севера
Кольского научного центра РАН
Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская область,
Россия, 184209
эл. почта: sukhareva@inep.ksc.ru
тел.: (81555) 79696

CONTRIBUTOR:**Sukhareva, Tatiana**

Institute of North Industrial Ecology Problems,
Kola Science Center, Russian Academy of Sciences
14a Akademgorodok, 184209 Apatity, Murmansk region,
Russia
e-mail: sukhareva@inep.ksc.ru
tel.: (81555) 79696

УДК 582.29: 581.5 (470.22–25)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА БРИОРИЯ НАДВОРНИКА (*BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO ET D. HAWKSW.) В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

А. А. Фенько¹, В. Н. Тарасова²

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН

² Петрозаводский государственный университет

Исследования состояния ценопопуляций охраняемого вида лишайника *Bryoria nadvornikiana* выполнены впервые для России, в лесных сообществах Петрозаводского городского округа, двумя методами (маршрутным и методом пробных площадей). В результате исследований было зарегистрировано 555 талломов, произрастающих на 195 деревьях ели. У каждого таллома измеряли длину, ширину и высоту произрастания над землей. Установлено, что в лесных сообществах города бриория чаще всего встречается в ельниках черничных влажных (46 %). Максимальное число талломов (43 %) обнаружено на молодых деревьях ели возрастом 40–54 года, высотой 4–6 м, с диаметром ствола 6–10 см. Наиболее благоприятные условия для обитания вида складываются в нижней части кроны. Появление вида в осиновых лесах обусловлено наличием молодых елей, выходящих из состояния подроста, имеющих нижние сухие ветви, пригодные для заселения. С увеличением антропогенной нагрузки число талломов *B. nadvornikiana* в лесах Петрозаводского городского округа снижается. Состояние популяций бриории в лесных сообществах города в настоящее время можно охарактеризовать как нормальное.

Ключевые слова: *Bryoria nadvornikiana*; популяция; экология; городская среда; таежные экосистемы.

A. A. Fenko, V. N. Tarasova. DISTRIBUTION AND CONDITION OF THE PROTECTED LICHEN *BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO ET D. HAWKSW. IN FOREST COMMUNITIES IN THE CITY OF PETROZAVODSK

The condition of the coenopopulations of the protected lichen *Bryoria nadvornikiana* was studied for the first time in Russia in forest communities of the City of Petrozavodsk using two methods (based on transects and on sample plots). The resultant records include 555 thalli growing on 195 spruce trees. Each thallus was measured for length, width, and elevation above the ground. Among the forest communities of the city, *Bryoria* most frequently occurred in moist bilberry spruce stands (46 %). The greatest number of thalli (43 %) was found on young spruce trees aged 40–54 years, 4–6 m tall, 6–10 cm in diameter. Lower crown offers the most favorable conditions for this species. In aspen stands the species appeared owing to the presence of young spruce trees emerging from the undergrowth, with lower dry branches suitable for colonization. The number of *B. nadvornikiana* thalli in Petrozavodsk urban forests decreases as human pressure builds up. The current state of *Bryoria* populations in forest communities of the city can be described as normal.

Key words: *Bryoria nadvornikiana*; population; ecology; urban environment; boreal ecosystems.

Введение

Bryoria nadvornikiana (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. – эпифитный кустистый лишайник семейства *Parmeliaceae*, внесен в Красные книги стран Северной Европы – Норвегии [Tindal et al., 2010], Финляндии [Rassi et al., 2010], Швеции [Gärdenfors, 2010], а также некоторых регионов Российской Федерации – Республики Карелия [2007], Республики Татарстан [2006], Ленинградской [2000], Псковской [2014] и Рязанской [2011] областей. Бриория Надворника чаще всего обитает на хвойных деревьях в разных типах еловых лесов и в старовозрастных сосняках; реже – на деревьях лиственных пород [Голубкова, 1996]. Вид встречается также на коре сосны, рододендрона, лиственницы, пихты и дуба [Wang et al., 2005]. Характерными отличиями этого вида рода *Bryoria* являются: свисающий, или чаще торчащий, неравномерно окрашенный двухцветный таллом, с более темным основанием и боковыми колючкообразными выростами на осевых «ветвях» (рис. 1).

На данный момент экология вида изучена недостаточно. Согласно имеющимся литературным данным, бриория Надворника в лесных сообществах провинции Квебек (Канада) является видом, предпочитающим относительно сомкнутый полог леса. Исследование роста бриории показало, что открытость древесного



Рис. 1. Бриория Надворника на ветви ели европейской. Фото В. Н. Тарасовой

полога свыше 40 % приводит к негативному темпу роста лишайника [Boudreault et al., 2013]. Вид встречается вдоль берегов озер, рек и в других влажных местообитаниях [Kuusinen, 1991; Голубкова, 1996]. Бриория Надворника чувствительна к загрязнению атмосферного воздуха и является индикатором малонарушенных лесных сообществ [Kuusinen, 1991; Signalarter, 2000]. Факторами, угрожающими существованию вида, считаются загрязнение воздуха, сведение лесов (особенно старых заболоченных), строительство дорог, лесные пожары, применение ядохимикатов [Красная книга..., 2000].

В Красную книгу Республики Карелия (2007) вид внесен с категорией охраны 3. Очевидно, что распространение вида в республике в настоящее время изучено недостаточно, поскольку бриория известна только по нескольким находкам, в различных биогеографических провинциях [Фадеева и др., 2007].

Район исследования г. Петрозаводск – крупный промышленный, транспортный и туристический центр Северо-Запада России. Территория Петрозаводского городского округа (ПетрГО) вытянута почти на 25 км вдоль Петрозаводской губы Онежского озера (61°50' с. ш., 34°20' в. д.), занимает площадь около 113,0 км², с численностью населения – 266,2 тыс. чел. [Андросова, 2010]. Естественные экосистемы в пределах ПетрГО занимают значительную площадь (~6933 га) и представлены в основном коренными лесными формациями – ельниками и сосняками, а также производными лесами, среди которых встречаются осинники, ольшаники и березняки [Волков, 2008]. Для территории ПетрГО известно 330 видов лишайников, в том числе и бриория Надворника [Tarasova et al., 2013, 2015].

Целью настоящей работы было изучение распространения, экологии и состояния вида *Bryoria nadvornikiana* в лесных сообществах Петрозаводского городского округа.

Материалы и методы

Сбор материала проводился в летний период 2011–2013 гг. в лесных сообществах ПетрГО. Для изучения экологии вида *B. nadvornikiana* использованы маршрутный метод и метод пробных площадей. Маршруты разрабатывались на основе космических снимков

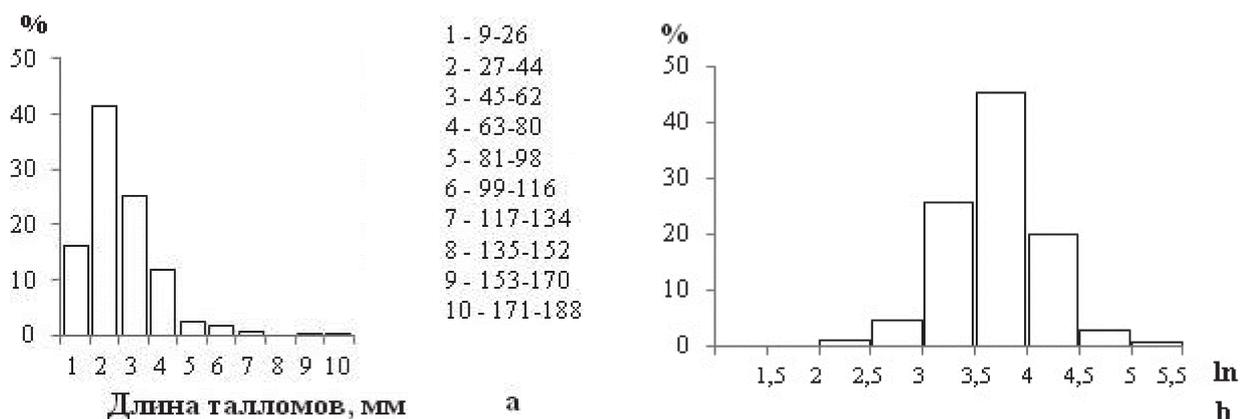


Рис. 2. Распределение числа талломов *B. nadvornikiana* (%) по длине (а) и по натуральному логарифму длины (b) в растительных сообществах ПетрГО

таким образом, чтобы максимально охватить площадь исследования и различные типы лесных сообществ. В пределах ПетрГО было исследовано пять маршрутов («Древлянка», «Томицы», «Пески», «5-й поселок», ландшафтный заказник «Заозерский») общей протяженностью ~38 км. Пробные площади (далее – ПП) размером 50 × 50 м закладывались в местах обитания вида в сообществах двух формаций: 9 ПП – в ельниках с разной степенью антропогенной нагрузки (сильно-, средне-, относительно малонарушенные); 6 ПП – в осинниках (молодые осиново-ельные леса с подростом ели; средневозрастные осиново-ельные леса с елью, которая выходит из стадии подростка; смешанные елово-осиново-ельные леса). В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества: тип леса, долю участия ели в древостое, сомкнутость крон деревьев (сквозистометром Ипатова), сумму площадей сечений стволов деревьев (полнотометром Биттерлиха); параметры деревьев: породу, возраст (возрастным буровом), высоту (эклиметром), диаметр ствола дерева на высоте 130 см (сантиметровой лентой); параметры микроусловий: экспозицию ствола дерева (компасом), высоту произрастания над землей (0–200 см). Для каждого образца вида измеряли длину и ширину таллома. Статистическая обработка результатов выполнена на основе однофакторного регрессионного анализа [Ивантер, Коросов, 2011].

Результаты и обсуждение

В ходе исследований на территории ПетрГО было обнаружено 555 талломов *B. nadvornikiana*, произрастающих на 195 деревьях ели. Из них 140 талломов (на 62 деревьях) были изучены при помощи маршрутного метода. Остальные 415 талломов выявлены и обследованы на 15 ПП общей площадью 3,75 га: 297 талломов

(99 деревьев) на 9 ПП в ельниках и 118 талломов (37 деревьев) – на 6 ПП в осинниках.

Таким образом, плотность популяции бриории Надворника в растительных сообществах ПетрГО в среднем составляет 3,7 таллома на 1 км маршрута (при изучении маршрутным методом). На 1 гектаре в ельниках в среднем обитает 132 таллома бриории, в осинниках – 78 (при изучении методом пробных площадей).

Согласно литературным данным, таллом бриории Надворника может иметь длину до 20 см [Thell, Moberg, 2011]. На территории ПетрГО длина таллома этого вида варьирует от 9 до 175 мм и в среднем составляет $45 \pm 0,9$ мм (рис. 2). Распределение числа образцов вида по длине таллома логнормальное, с левосторонней асимметрией (рис. 2, b). Преобладают талломы длиной 27–44 мм (41 %); талломы длиной более 100 мм встречаются достаточно редко (2,5 %) (рис. 2, a).

На территории города вид встретился во всех исследуемых районах, с преобладанием в микрорайонах Кукковка и Древлянка (рис. 3).

В результате исследований было установлено, что *B. nadvornikiana* на территории ПетрГО встречается в лесных сообществах четырех формаций: в ельниках (черничных влажных, черничных свежих, кустарничковых сфагновых), сосняках (черничных свежих), во вторичных лесах – осинниках и березняках разнотравно-черничных (табл. 1). При этом большая часть талломов (68 %) была обнаружена в ельниках, а именно – ельниках черничных влажных (46 %), очевидно, ввиду большей встречаемости данного типа леса на территории ПетрГО и наличия здесь подходящего субстрата. В березняках, осинниках и сосняках число талломов снижается в связи с уменьшением доли участия ели в составе древостоя и, соответственно, уменьшением числа субстрата для заселения вида.

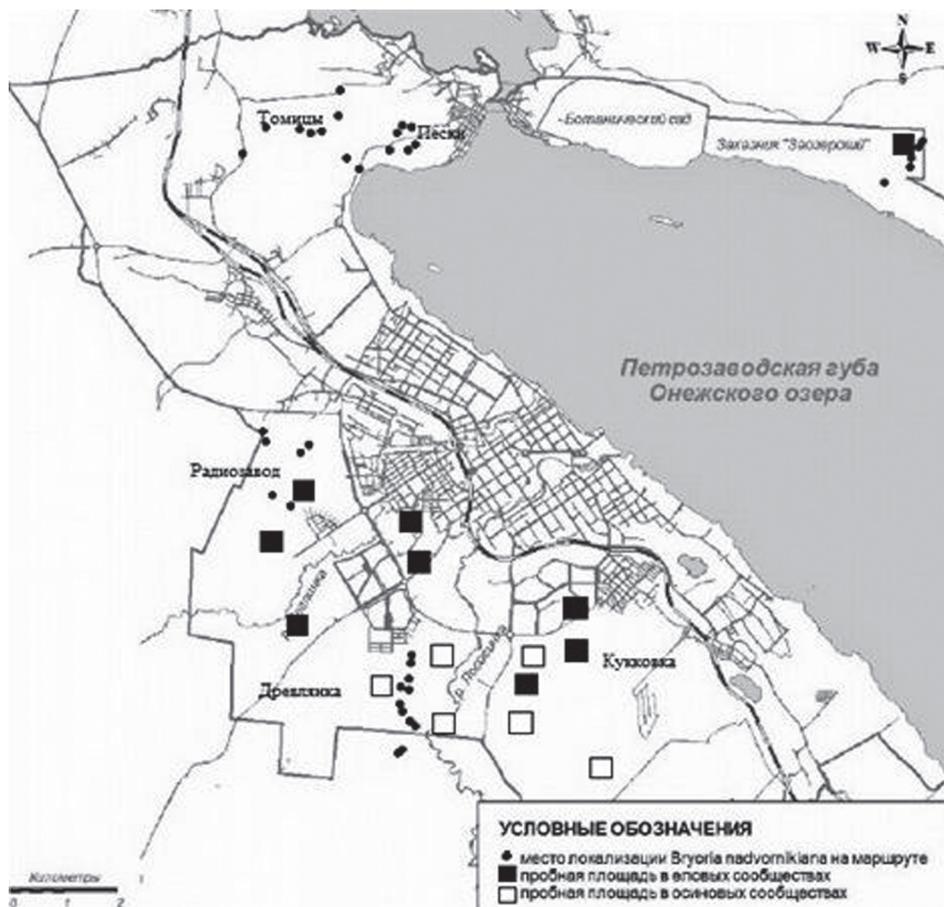


Рис. 3. Распространение *B. nadvornikiana* в лесных сообществах Петрозаводского городского округа

Бриория Надворника в условиях ПетрГО обитает только на одном типе субстрата – на ветвях ели европейской, не только на живых, но и на сухостойных деревьях. Во всей выборке, полученной как маршрутным, так и площадным методом, на ветвях последних было обнаружено 79 талломов лишайника (27 деревьев). Среднее число талломов на дереве составляет 2,8.

Установлено, что морфометрические показатели (ширина и длина таллома) *B. nadvornikiana* не зависят от изученных общих и частных характеристик местообитания, а наиболее информативным показателем является число талломов вида. Так, с увеличением доли участия ели в древостое число талломов лишайника увеличивается (рис. 4). Вероятно, это связано с тем, что ель является основным субстратом для вида.

Вместе с этим взаимосвязь между показателями бриории и таким существенным для нее, согласно литературным данным, параметром, как сомкнутость крон деревьев, в изученной выборке отсутствует. Вероятно, потому что этот показатель в большинстве изученных сообществ варьирует незначительно – от 43 до

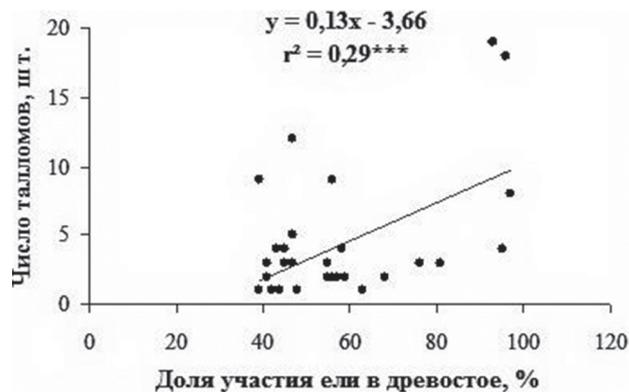


Рис. 4. Число талломов *B. nadvornikiana* в еловых лесах ПетрГО с разной долей участия ели в древостое

58 % и находится в пределах ее оптимума [Boudreault et al., 2013]. Только в одном сообществе – ельнике кустарничковом сфагновом – сомкнутость крон составляет 25 %, и здесь встретилось всего 8 (1,4 %) талломов лишайника (табл. 1).

Возраст деревьев, на которых обитает *B. nadvornikiana* в пределах ПетрГО, варьирует от 20 до 125 лет. С увеличением возраста деревьев с 20 до 50 лет число талломов лишайника увеличивается, а после 50 лет – снижается

Таблица 1. Основные характеристики лесных сообществ, изученных маршрутным методом

Тип леса	Число обследованных лесных сообществ (выделов)	Формула древостоя	Сумма площадей сечения древостоя, м ² га ⁻¹	Доля участия ели в древостое, %	Сомкнутость крон, %	Общее число талломов, шт.	Средняя длина таллома, мм
Ельник черничный влажный	11	8Е 1Б 1ОС	26	81	58	64	46 ± 2,6
Ельник черничный свежий	4	5Е 3С 1Б 1ОС	25	55	47	23	45 ± 6,2
Ельник кустарничковый сфагновый	1	9Е 1Б	21	95	25	8	55 ± 9,3
Осинник разнотравно-черничный	4	6ОС 3Е 1Б	29	36	58	18	45 ± 3,4
Березняк разнотравно-черничный	6	6Б 2Е 1С 1ОС	25	25	43	22	53 ± 5,4
Сосняк черничный свежий	1	6С 3Е 1Р	23	28	50	5	45 ± 6,1

Примечание. Здесь и далее в таблицах приняты следующие обозначения: Е – ель, С – сосна, ОС – осина, Б – береза, Р – рябина, ОЛ – ольха.

Таблица 2. Основные характеристики лесных сообществ, изученных методом пробных площадей

Тип сообщества, категория	Число пробных площадей 50 × 50 м	Формула древостоя	Сумма площадей сечения древостоя, м ² га ⁻¹	Доля участия ели в древостое, %	Сомкнутость крон, %	Общее число талломов, шт.	Средняя длина таллома, мм
Ельник черничный свежий, сильнонарушенный	3	9Е 1С	30	91	62	6	36 ± 6,6
Ельник черничный свежий, средненарушенный	3	5Е 2ОС 2С 1Б	27	50	55	143	47 ± 2,0
Ельник черничный свежий, относительно малонарушенный	3	7Е 2ОС 1Б	26	74	61	148	41 ± 3,3
Осинник разнотравно-черничный, молодняк	2	5ОС 2Б 2Е 1ОЛ	24	17	65	0	–
Осинник разнотравно-черничный, средневозрастный	2	5ОС 3Е 2Б	25	30	63	104	45 ± 6,2
Смешанный осиново-еловый лес разнотравно-черничный	2	4ОС 3Е 2Б 1СО	27	26	59	14	37 ± 5,5

(рис. 5). Для таких таксационных показателей деревьев, как высота и диаметр ствола, были получены сходные результаты.

Таким образом, вид *B. nadvornikiana* начинает заселять ель возрастом ~20 лет; максимальное число талломов (43 %) обнаружено на молодых деревьях возрастом 40–54 года, высотой 4–6 м, с диаметром ствола (на 1,3 м) 6–10 см; при дальнейшем увеличении значений таксационных параметров деревьев число талломов снижается. Снижение числа талломов

с увеличением изученных характеристик можно объяснить тем, что с возрастом дерева высота нижней части кроны увеличивается, и соответственно, нижние ветви ее оказываются значительно выше, чем у молодых деревьев, что в итоге приводит к уменьшению количества субстрата, пригодного для заселения. Уменьшение числа талломов бриории также связано с тем, что в более высокой кроне снижается количество влаги, а согласно имеющимся данным, вид предпочитает местообитания

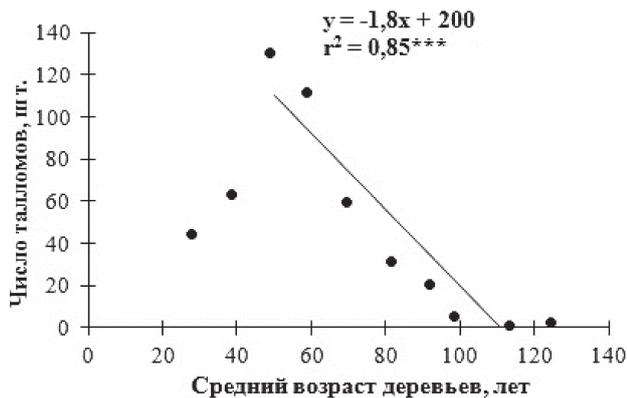


Рис. 5. Число талломов *B. nadvornikiana* на деревьях ели европейской разного возраста

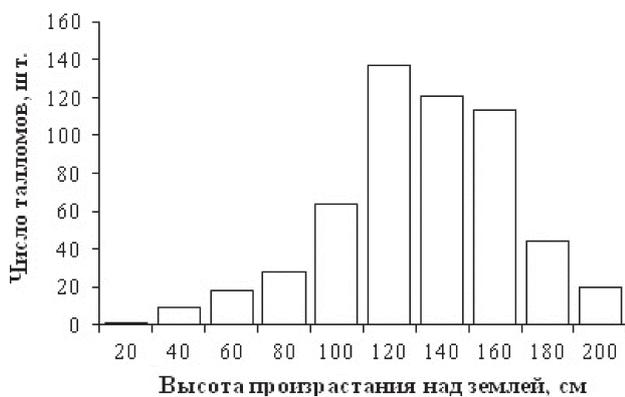


Рис. 6. Число талломов *B. nadvornikiana* на различной высоте от поверхности земли

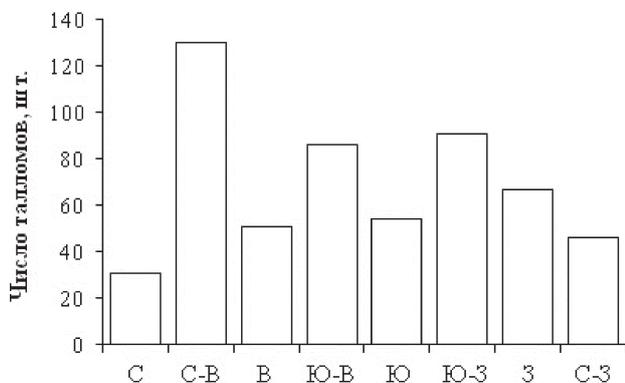


Рис. 7. Число талломов *B. nadvornikiana* на ветвях, ориентированных к разным сторонам света

с повышенной влажностью [Kuusinen, 1991; Голубкова, 1996]. Именно поэтому на более старых, высоких деревьях с большим диаметром ствола число талломов меньше по сравнению с молодыми.

Вид был обнаружен на ветвях на высоте от 16 до 200 см от земли. Финский исследователь М. Куусинен предположил, что *B. nadvornikiana* может быть обнаружена в верхней части кроны деревьев и поэтому ее обилие часто, как предполагает автор, оказывается заниженным или неучтенным [Kuusinen, 1991]. Однако в наших

исследованиях при визуальном осмотре ветвей, расположенных выше по стволу, а также крон упавших деревьев (10 шт.), которые всегда, при наличии, тоже обследовались, талломов вида обнаружить не удалось. Максимальное число талломов (58 %) было обнаружено на высоте 108–161 см. С увеличением высоты произрастания над землей число талломов первоначально увеличивается, за счет большей вероятности наличия субстрата, а после – снижается. Последнее связано с тем, что наиболее благоприятные для обитания бриории условия возникают в зоне нижней части ветвей, находящихся невысоко от земли, вероятно, ввиду более высокой влажности (рис. 6).

На территории ПетрГО вид произрастает на ветвях ели, ориентированных ко всем сторонам света. Наибольшее число талломов (38 %) было выявлено на ветвях, ориентированных на северо-восток (рис. 7).

Для изучения динамики характеристик популяции бриории в ходе сукцессионной серии при восстановлении еловых лесов был составлен следующий ряд сообществ (табл. 2).

1. Молодые осиновые леса (возраст ели 20–36 лет) (здесь и далее 2 ПП общей площадью 0,5 га). В данных лесах вид не был обнаружен, вероятно, ввиду молодого возраста ели.
 2. Средневозрастные осинники с елью, которая выходит из стадии подроста (возраст ели 30–49 лет). В указанной группе насчитывается 104 таллома со средней длиной $43 \pm 1,4$ мм. В этом возрасте у ели появляются нижние ветви, лишенные хвои, и бриория активно их заселяет.
 3. Смешанный елово-осиновый лес (возраст ели 49–93 года). В этой группе сообществ число талломов снижается до 14 (средняя длина $37 \pm 5,5$) ввиду того, что на данной стадии сукцессии еще не формируется разновозрастное поколение ели, а увеличение высоты кроны у более взрослых елей приводит к уменьшению числа нижних ветвей – основного субстрата, пригодного для заселения вида.
 4. Относительно разновозрастный ельник с единичными старыми осинами (возраст ели 20–125 лет). В четвертой группе сообществ число талломов вновь увеличивается до 119, их длина составляет $43 \pm 1,9$. Это объясняется постепенным образованием разновозрастного древостоя ели в сообществе в ходе естественной динамики развития леса, что ведет к увеличению числа молодых деревьев с невысокой кроной.
- Таким образом, изменение количественных показателей популяций бриории

объясняется наличием подходящего субстрата (молодых елей с невысокой кроной), а также подходящих для произрастания условий (влажность, затененность).

Кроме того, было изучено состояние вида в ельниках, отличающихся по степени антропогенной нагрузки. При определении степени антропогенной нагрузки учитывалось местоположение пробной площади (близость к жилой застройке), степень рекреационной нагрузки, количество мертвой древесины (сухостоя, валежа, вывалов). Данные сообщества были выделены в три категории: сильнонарушенные, средненарушенные и относительно малонарушенные (табл. 2), согласно работе М. Н. Подгорной с соавторами [Подгорная и др., 2013]. Считается, что *B. nadvornikiana* является индикатором лесов высокой природоохранной ценности. Из литературы известно, что этот вид растет чаще всего в старовозрастных хвойных лесах и является их индикатором [Kuusinen, 1991; Boudreault et al., 2013]. В наших исследованиях бриория была обнаружена как в сильнонарушенных (6), так и в средненарушенных сообществах (143). При этом средняя длина таллома бриории в сильнонарушенных сообществах составляет $36 \pm 6,6$ мм, а на территории средненарушенных сообществ достигает $47 \pm 2,0$ мм. На территории относительно малонарушенных лесов число талломов составило 148, со средней длиной таллома $41 \pm 3,3$ мм.

Существование вида в сильнонарушенных и средненарушенных лесах ПетрГО может свидетельствовать о том, что бриория Надворника в данных условиях не является строгим индикатором малонарушенных сообществ. Однако мы предполагаем, что простой регистрации факта присутствия/отсутствия этого вида недостаточно для такого заключения. Использование же количественных показателей (число талломов на единицу площади и его размеры) позволяет установить, что состояние популяции этого вида в сильнонарушенных сообществах значительно хуже, чем в средне- и относительно малонарушенных. Анализ реакции *B. nadvornikiana* на естественные и антропогенные факторы позволяет отнести ее к группе чувствительных. Хотя необходимо отметить, что анализ полученных результатов осложняется тем, что в городских условиях значительный вклад в фактор «антропогенное нарушение» вносит загрязнение воздушной среды.

Заключение

Состояние популяций *B. nadvornikiana* в условиях естественных растительных сообществ

в границах ПетрГО можно охарактеризовать как нормальное. Вид на этой территории не является редким. Высокая встречаемость вида может быть вызвана несколькими причинами. С одной стороны, этому могут способствовать довольно мягкий климат южной Карелии, обусловленный близостью Белого и Балтийского морей, и наличие крупного водоема (Онежское озеро), оказывающего существенное влияние на мезоклимат ПетрГО. По литературным данным, вид чаще всего обитает в лесах вдоль берегов озер, рек, болот, а также встречается в еловых лесах с высокой влажностью [Голубкова, 1996; Boudreault et al., 2013]. С другой стороны, наличие на территории ПетрГО значительных по площади территорий с естественной растительностью и относительно невысокий уровень атмосферного загрязнения [Государственный доклад..., 2015] также могут быть причиной высокого обилия вида. Возможно, именно сохранившиеся в пределах ПетрГО участки еловых сообществ с относительно разновозрастным древостоем являются стабильной средой обитания бриории Надворника. Благодаря сохранению данных сообществ происходит расселение вида на другие территории, в том числе сильно- и средненарушенные, в которых появляется подходящий субстрат – нижние ветви елей. В настоящее время, по-видимому, городская среда не создает угрозу исчезновения данного вида из изученных сообществ. Однако вырубка лесных насаждений, относящихся к средне- и относительно малонарушенным сообществам, в будущем может способствовать сокращению численности вида на территории города. Хотелось особо подчеркнуть, что изученные закономерности распространения и экологии бриории Надворника получены лишь для небольшой части среднетаежных лесных сообществ южной Карелии. Поэтому для принятия решения об исключении вида из Красной книги Республики Карелия необходимы исследования по всей территории республики, так как состояние и экология вида в разных географических районах могут существенно различаться ввиду разных условий окружающей среды, связанных как с естественными, так и с антропогенными факторами.

В целом, как показали исследования, наиболее информативным методом при изучении особенностей распространения вида *B. nadvornikiana* является метод пробных площадей, позволяющий более полно учитывать численность талломов, которые у этого вида в условиях городской среды часто могут иметь достаточно мелкие размеры. С другой стороны, маршрутный метод, хотя значительно уступает в точности, позволяет оценить

общее распространение вида на изучаемой территории и его встречаемость в разных типах сообществ. Таким образом, совмещая эти два подхода, можно подойти к изучению экологии отдельных видов лишайников более комплексно.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

Литература

Андросова В. И. Характеристика города Петрозаводска // Растения и лишайники города Петрозаводска (аннотированные списки видов). Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. С. 8–12.

Волков А. Д. Типы леса Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 180 с.

Голубкова Н. С. Определитель лишайников России. Том 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые. СПб.: Наука, 1996. 203 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2014 г. Петрозаводск: Verso, 2015. 272 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. 304 с.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.

Красная книга природы Ленинградской области. Том 2. Растения и грибы. СПб.: Мир и семья, 2000. 676 с.

Красная книга Псковской области. Псков, 2014. 544 с.

Красная книга Рязанской области. Изд. 2-е, перераб. и доп. Рязань: Голос губернии, 2011. 626 с.

Красная книга Республики Татарстан. Казань, 2006. 812 с.

Подгорная М. Н., Тарасова В. Н., Марковская Н. В., Марковская Е. Ф. Ценные лесные территории Петрозаводского городского округа // Принципы экологии. 2013. № 1. С. 51–61.

Фадеева М. А., Голубкова Н. С., Витикайнен О., Аhti Т. Конспект лишайников и лишенофильных грибов Республики Карелия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 194 с.

Boudreault C., Coxson D. S., Bergeron Y. et al. Do forests treated by partial cutting provide growth conditions similar to old-growth forests for epiphytic lichens? // Biological Conservation. Vol. 159. 2013. P. 458–467.

Gärdenfors U. (ed.). Rödlistade arter i Sverige 2010. Uppsala: ArtDatabanken, SLU, 2010. 592 p.

Kuusinen M. *Bryoria nadvornikiana* in Finland // Graphis Scripta. 1991. Vol. 4, no. 2. P. 78–80.

Rassi P., Hyvärinen E., Juslén A., Mannerkoski I. (Toim.). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, 2010. 685 s.

Signalarter: indikatorer på skyddsvärd skog: flora över kryptogamer / Ed. By J. Nitare. Skogsstyrelsen forlag, 2000. 384 s.

Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Ahti T. The present lichen flora of the city of Petrozavodsk // Folia Cryptog. Estonica. 2013. Vol. 50. P. 57–66.

Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Ahti T. The lichens from the City of Petrozavodsk in the Herbarium of the Botanical Museum, University of Helsinki (H) // Folia Cryptogamica Estonica. 2015. Vol. 52. P. 41–50.

Thell A., Moberg R. (eds). Nordic Lichen Flora. Parmeliaceae. Uppsala University & Nordic Lichen Society, Uppsala, 2011. Vol. 4. 184 p.

Timdal E., Bratli H., Haugan R. et al. Lichens. In The 2010 Norwegian Red List for Species. Trondheim: Norwegian Biodiversity Information Centre, 2010. P. 125–137.

Wang L. S., Harada H., Koh Y. J., Hur J. S. Two species of *Bryoria* (Lichenized Ascomycota, Parmeliaceae) from the Sino-Himalayas // Mycobiology. 2005. Vol. 33, no. 4. P. 173–177. doi: 10.4489/MYCO.2005.33.4.173

Поступила в редакцию 11.04.2015

References

Androsova V. I. Kharakteristika goroda Petrozavodsk [Characteristics of the city of Petrozavodsk]. Rasteniya i lishainiki goroda Petrozavodsk (annotirovannyye spiski vidov) [Plants and lichens in the City of Petrozavodsk (annotated species checklists)]. Petrozavodsk: PetrGU, 2010. P. 8–12.

Volkov A. D. Tipy lesa Karelii [Forest types of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 180 p.

Golubkova N. S. Opredelitel' lishainikov Rossii. T. 6. Alekteriorievye, Parmelievye, Stereokaulonovyie [Guide for identification of lichens of Russia. Vol. 6. Alekterioriaceae, Parmeliaceae, Stereocaulaceae]. St. Petersburg: Nauka, 1996. 203 p.

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kareliya v 2014 g. [State report on the status of the environment of Republic of Karelia in 2014]. Petrozavodsk: Verso, 2015. 272 p.

Ivanter E. V., Korosov A. V. Vvedenie v kolichestvennyuyu biologiyu [Introduction to quantitative biology]. Petrozavodsk: PetrGU, 2011. 304 p.

Krasnaya kniga Respubliki Kareliya [Red Data Book of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk: Kareliya, 2007. 368 p.

Krasnaya kniga prirody Leningradskoi oblasti. T. 2. Rasteniya i griby [Red Data Book of Nature of the Leningrad Region. Vol. 2. Plants and fungi]. St. Petersburg, 2000. 676 p.

Krasnaya kniga Pskovskoi oblasti [Red Data Book of the Pskov region]. Pskov, 2014. 544 p.

Krasnaya kniga Ryazanskoi oblasti. Izd. 2-e, pererab. i dop. [Red Data Book of the Ryazan Region 2nd ed., rev. and enl.]. Ryazan', 2011. 626 p.

Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan [Red Data Book of the Republic of Tatarstan]. Kazan', 2006. 812 p.

Podgornaya M. N., Tarasova V. N., Markovskaya N. V., Markovskaya E. F. Tsennye lesnye territorii Petrozavodskogo gorodskogo okruga [Valuable forest territories of Petrozavodsk municipal district]. *Printsipy ekologii*. 2013. No. 1. P. 51–61.

Fadeeva M. A., Golubkova N. S., Vitikainen O., Akhti T. Konspekt lishainikov i likhenofil'nykh gribov Respubliki Kareliya [Synopsis of lichens and lichenicolous fungi of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. 194 p.

Boudreault C., Coxson D. S., Bergeron Y., Stevenson S., Bouchard M. Do forests treated by partial cutting provide growth conditions similar to old-growth forests for epiphytic lichens? *Biological Conservation*. Vol. 159. 2013. P. 458–467.

Gärdenfors U. (ed.). Rödlistade arter i Sverige 2010. Uppsala: ArtDatabanken, SLU, 2010. 592 p.

Kuusinen M. *Bryoria nadvornikiana* in Finland. *Gravis Scripta*. 1991. Vol. 4, no. 2. P. 78–80.

Rassi P., Hyvärinen E., Juslén A., Mannerkoski I. (Toim.). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, 2010. 685 s.

Signalarter: indikatorer på skyddsvärd skog: flora över kryptogamer. Ed. By J. Nitare. Skogsstyrelsen forlag, 2000. 384 s.

Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Ahti T. The present lichen flora of the city of Petrozavodsk. *Folia Cryptog. Estonica*. 2013. Vol. 50. P. 57–66.

Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Ahti T. The lichens from the City of Petrozavodsk in the Herbarium of the Botanical Museum, University of Helsinki (H). *Folia Cryptogamica Estonica*. 2015. Vol. 52. P. 41–50.

Thell A., Moberg R. (eds). Nordic Lichen Flora. Parmeliaceae. Uppsala University & Nordic Lichen Society, Uppsala, 2011. Vol. 4. 184 p.

Timdal E., Bratli H., Haugan R., Holien H., Tønsberg T. Lichens. In The 2010 Norwegian Red List for Species. Trondheim: Norwegian Biodiversity Information Centre, 2010. P. 125–137.

Wang L. S., Harada H., Koh Y. J., Hur J. S. Two species of *Bryoria* (Lichenized Ascomycota, Parmeliaceae) from the Sino-Himalayas. *Mycobiology*. 2005. Vol. 33, no. 4. P. 173–177. doi: 10.4489/MYCO.2005.33.4.173

Received April 11, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фенько Анна Анатольевна

аспирант
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: angelina911@ya.ru
тел.: (8142) 762712

Тарасова Виктория Николаевна

доцент кафедры ботаники и физиологии растений, к. б. н.
Петрозаводский государственный университет,
эколого-биологический факультет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: vika18@sampo.ru
тел.: (8142) 711019

CONTRIBUTORS:

Fenko, Anna

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: angelina911@ya.ru
tel.: (8142) 762712

Tarasova, Viktoriya

Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vika18@sampo.ru
tel.: (8142) 711019

УДК 581.522

РЕАКЦИЯ ВИДОВ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНОГО НА РУБКУ ДРЕВОСТОЯ

Н. В. Геникова¹, Е. В. Торопова², А. М. Крышень¹

¹ Институт леса Карельского научного центра РАН

² Институт экологических проблем Севера Уральского отделения РАН

Приведены результаты исследования изменений напочвенного покрова в ельниках черничных северотаежной зоны Архангельской области в первые пять лет после сплошных рубок. На вырубках, удаленных от дорог и населенных пунктов, разнообразие видов (число и состав) по сравнению с лесом до рубки практически не меняется, однако их обилие коренным образом различается в трех условных зонах экотонного комплекса: «лес», «опушка», «вырубка». Исследовано изменение показателей проективного покрытия и встречаемости 29 видов сосудистых растений. Большинство видов отнесены к двум группам: 1) снизивших проективное покрытие и встречаемость при переходе от леса к вырубке (*Carex globularis* L., *Empetrum nigrum* L. s. l., *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Linnaea borealis* L., *Listera cordata* (L.) R. Br., *Melampyrum sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L.) и 2) положительно реагирующих на рубку древостоя, увеличивая обилие (*Avenella flexuosa* (L.) Drej., *Calamagrostis phragmitoides* C. Hartm., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Melampyrum pratense* L., *Solidago virgaurea* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Rosa acicularis* Lindl. и *Vaccinium vitis-idaea* L.). У остальных видов не удалось обнаружить реакцию на рубку древостоя геоботаническими методами, так как их обилие было незначительным во всех указанных зонах экотонного комплекса.

Ключевые слова: ельник черничный; экотон; опушка; вырубка; индикаторы малонарушенных лесов; разнообразие сосудистых растений.

N. V. Genikova, E. V. Toropova, A. M. Kryshen'. THE RESPONSE OF SPECIES IN THE GROUND COVER OF A BILBERRY TYPE SPRUCE STAND TO LOGGING

The results of research into the changes occurring in the ground cover of bilberry spruce forests in the north-taiga subzone of the Arkhangelsk Region in the first five years after clear-cutting are reported. In the clear-cuts situated away from roads and settlements the diversity of species (number and composition) remained practically unchanged compared to the forest before the cutting, but their abundances differed fundamentally between the three conventional ecotone zones: "forest", "forest margin", "clear-cut". Changes in the percent cover and frequency of occurrence of 29 vascular plant species were investigated. Most of the species were classified into two groups: 1) where the percent cover and occurrence decreased after forest was changed to clear-cut (*Carex globularis* L., *Empetrum nigrum* L. s. l., *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Linnaea borealis* L., *Listera cordata* (L.) R. Br., *Melampyrum sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L.) and 2) positively responding to clear-cut-

ting with a rise in abundance (*Avenella flexuosa* (L.) Drej, *Calamagrostis phragmitoides* C. Hartm., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Melampyrum pratense* L., *Solidago virgaurea* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Rosa acicularis* Lindl., and *Vaccinium vitis-idaea* L.). For the rest of the species the response to stand logging could not be determined by geobotanical methods, since their abundance was low in all the zones of the ecotone complex.

Key words: bilberry spruce stand; ecotone; forest margin; clear-cut; indicator species of undisturbed forests; vascular plants diversity.

Введение

В связи с возрастающим антропогенным влиянием на лесные экосистемы и значительным сокращением коренных лесов актуальными в экологии являются вопросы реакции видов на рубку леса и динамики растительного покрова на ранних стадиях восстановления [Bergstedt, Milberg, 2001; Крышень, 2003; Marozas, 2005; Уланова и др., 2007 и др.]. Для решения этой проблемы применялись различные методы: сравнение видовых списков вырубок и леса в масштабах локальной флоры или относительно большой территории [Кравченко и др., 2004; Гнатюк и др., 2008; Бурова и др., 2012]. Кроме этого, делались попытки проследить изменения встречаемости видов через большой промежуток времени, в течение которого на исследуемой территории происходили интенсивные лесозаготовки [Кравченко и др., 2004]. Эти косвенные методы не дают однозначного ответа на вопрос о реакции конкретных лесных видов на рубку. В этом случае важна информация, полученная при долгосрочных исследованиях вырубок с одновременным описанием сохранившихся лесных участков [Крышень, 2006; Бурова, Самылова, 2014]. Но даже при таких «прямых» методах исследований остается неочевидной причина реакции видов именно на рубку леса, а не на нарушение почвы при заготовке и вывозке леса и (или) на влияние вселившихся на нарушенное местообитание апофитов. Для исключения этих факторов необходимо подобрать такие участки, которые находятся вдали от антропогенных местообитаний и где рубка проводилась зимой с сохранением напочвенного покрова.

Материалы и методы

В 2014–2015 гг. на территории Холмогорского района Архангельской области в северо-таежных ельниках черничных были проведены исследования изменений напочвенного покрова на границе леса и вырубки. Средний возраст древостоя 110–140 лет, в его составе на

исследованных участках встречались также сосна, береза, осина. Заготовка древесины здесь проводилась зимой 2011 и 2013 гг.

Исследования изменения напочвенного покрова велись на 22 трансектах, заложенных на пяти рубках. Трансекты длиной 50 м и шириной 0,5 м располагались перпендикулярно границе леса и состояли из микроплощадок размером 0,25 м² (микроплощадки располагались вплотную друг к другу, в некоторых случаях – через одну). На микроплощадках отмечалось проективное покрытие каждого вида растений (в процентах). Для сравнения видового состава участков трансекты был применен коэффициент Жаккара. Дополнительно для выявления реакции растений на изменение условий среды на 3-й и 5-й год после рубки древостоя на 9 трансектах на каждой микроплощадке была измерена высота трех растений черники и брусники, произведен расчет среднего значения и стандартного отклонения. На каждом пробном участке вдоль трансект с помощью люксметра в нескольких повторностях измерялась освещенность. Также вдоль трансект на расстоянии 5, 10, 15, 20 и 25 м от границы леса в сторону леса и вырубки с помощью логгеров проводились измерения температуры воздуха.

Наши исследования изменений освещенности в облачную погоду и температуры воздуха на высоте 1,3 м на границе леса и вырубки (вдоль трансект) продемонстрировали, что выравнивание этих параметров окружающей среды происходит примерно на расстоянии 8–9 метров от края леса в обе стороны. Исследования П. А. Феклистова с коллегами [2011] также показали, что для ельников черничных северной тайги характерно снижение освещенности на первых 4–8 м вглубь леса в сильно облачную погоду, и в среднем «краевой эффект» для данного фактора проявляется на расстоянии до 8 м. Эти материалы определили наш выбор длины трансекты и разделение ее на три равные (по 16 м) зоны: «лес», «опушка», «вырубка», между зонами были переходные участки по 1 м (всего было исследовано 700 микроплощадок на каждую зону).

Результаты и обсуждение

Всего в исследованных экотонных комплексах¹ леса и вырубке выявлено 35 видов сосудистых растений (табл.), в том числе деревья и кустарники (*Betula pubescens* Ehrh., *Juniperus communis* L., *Picea abies* (L.) H. Karst, *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L., *Sorbus aucuparia* L.), 15 видов напочвенных мхов (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Dicranum fuscescens* Turner, *D. majus* Turner, *D. polysetum* Sw., *D. scoparium* Hedw., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Plagiothecium laetum* Schimp., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt, *Polytrichum commune* Hedw., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Sphagnum angustifolium* (C. E. O. Jensen ex Russow) C. E. O. Jensen, *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *S. girgensohnii* Russow, *S. russowii* Warnst.) и три вида напочвенных лишайников (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot., *Cl. rangiferina* (L.) F. H. Wigg, *Peltigera aptosa* L. Willd).

Сравнение зон экотонного комплекса с помощью коэффициента флористического сходства Жаккара показало, что видовой состав леса, опушки и вырубки довольно сходен (значения коэффициента не менее 0,57).

На участках леса и опушки мхи в целом (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium*, *D. polysetum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum girgensohnii*) имеют высокое проективное покрытие (в среднем 60 и 58 % соответственно), на вырубке их обилие снижается до 30 %.

Реакция видов сосудистых растений на изменение условий произрастания была более разнообразна, чем у мхов. Так, при переходе от леса к вырубке проективное покрытие и (или) встречаемость вида могут уменьшаться, увеличиваться, быть максимальными в зоне опушки, или реакция вида не обнаруживается примененными методами.

Группу растений, уменьшающих проективное покрытие и встречаемость при переходе от леса к вырубке, составляют лесные виды, которые предпочитают затененные или увлажненные участки и (или) отрицательно реагируют на нарушения условий местообитания.

Черника однозначно отрицательно реагирует на рубку древостоя. Проективное покрытие вида снижается на вырубке по сравнению с лесом в три и более раз (табл.), в некоторых случаях (на участках южной экспозиции) снижение обилия происходит уже в зоне опушки.

¹ Под экотонным комплексом мы понимаем совокупность сообществ вырубки и леса с переходом между ними.

Средняя высота черники, см

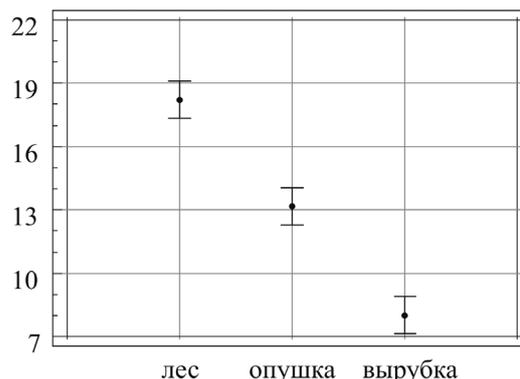


Рис. 1. Средняя высота черники в разных зонах экотонного комплекса на трансекте № 2 (3-летняя вырубка). Указано среднее значение и стандартное отклонение

Кроме этого, в 1,5–2 раза снижается высота растений (рис. 1).

Проективное покрытие **осоки шаровидной** в целом невысокое (0,5–1 %) и поэтому не показательно. В то же время встречаемость ее в различных зонах резко отличается: на лесных участках – 20–24 %, в зоне опушки – 8 %, и вид практически отсутствует на вырубке – 0,8 %. Только на одном из исследованных участков (5-летняя вырубка с густым подростом березы) осока шаровидная чаще встречается в зоне вырубки, где ее проективное покрытие достигало 15 %. Этот участок отличался повышенной влажностью (на что указывает и высокое проективное покрытие сфагновых мхов – до 70 %) и поэтому был благоприятен как для возобновления березы [Евстигнеев, 2010], так и для осоки, которая, по нашим данным [Крышень, 2006], увеличивает свое обилие на участках вырубок, где уничтожение древостоя приводит к увеличению влажности почвы.

Встречаемость тенелюбивой **кислицы** при переходе от леса к вырубке снизилась с 55 до 5 %. На вырубке кислица остается среди валежа, у пней, под пологом высокотравья.

Проективное покрытие **марьяника лесного** на исследованных участках редко достигало 5 %. Встречаемость вида максимальна в лесу, а на опушке и вырубке снижается в 1,5–2 раза.

Ортилия однобокая отмечена нами только в лесу, а также на упомянутом выше 5-летнем участке с густым березовым подростом на вырубке.

Тайник сердцевидный заселяет влажные и сырые леса и на исследованных участках встречен на 5 % площадок в лесу. На опушке и на вырубке отмечены единичные экземпляры тайника в микропонижениях среди пятен сфагнума. Тайник представляется как индикатор

Встречаемость и среднее проективное покрытие видов сосудистых растений в зонах экотонного комплекса (%)

Виды травяно-кустарничкового яруса	лес	опушка	вырубка
Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	98 (13)	98 (18)	90 (12)
Вейник тростниковидный (<i>Calamagrostis phragmitoides</i> C. Hartm.)	–	–	3 (+)
Водяника черная (<i>Empetrum nigrum</i> L. s. l.)	8 (+)	4 (+)	0,5 (+)
Герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.)	–	0,8 (+)	0,04 (+)
Голокучник трехраздельный (<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.)	1 (+)	–	–
Голубика (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.)	5 (+)	5 (+)	7 (+)
Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	–	0,3 (+)	0,3 (+)
Гудайера ползучая (<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.)	0,8 (+)	–	–
Дерен шведский (<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Aschers. & Graebn.)	0,3 (+)	–	–
Дифазиаструм сплюснутый (<i>Diphasiastrum complanatum</i> (L.) Holub)	–	–	0,3 (+)
Золотая розга обыкновенная (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	3 (+)	2 (+)	10 (+)
Иван-чай узколистый (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	–	3 (+)	28 (3)
Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i> L.)	7 (+)	0,2 (+)	0,2 (+)
Княженика (<i>Rubus arcticus</i> L.)	1 (+)	–	1 (+)
Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i> L.)	59 (1)	24 (+)	21 (+)
Луговик извилистый (<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.)	46 (+)	45 (2)	66 (9)
Марьянник лесной (<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.)	21 (+)	15 (+)	8 (+)
М. луговой (<i>M. pratense</i> L.)	12 (+)	23 (+)	20 (+)
Майник двулистый (<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt)	29 (+)	25 (+)	30 (2)
Морошка приземистая (<i>Rubus chamaemorus</i> L.)	0,2 (+)	–	–
Ожика волосистая (<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.)	15 (+)	10 (+)	12 (+)
Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House)	1,3 (+)	1,1 (+)	0,4 (+)
Осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.)	18 (+)	9 (+)	6 (+)
Плаун годичный (<i>Lycopodium annotinum</i> L.)	1 (+)	–	0,3 (+)
Роза игольчатая (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	2 (+)	1 (+)	8 (+)
Седмичник европейский (<i>Trientalis europaеа</i> L.)	36 (+)	23 (+)	32 (1)
Тайник сердцевидный (<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.)	0,7 (+)	0,5 (+)	0,4 (+)

Окончание табл.

Виды травяно-кустарничкового яруса	лес	опушка	вырубка
Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	11 (+)	10 (+)	13 (+)
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	92 (26)	88 (15)	73 (6)

Примечание. В таблице приведены средние значения встречаемости видов (в процентах от общего количества микроплощадок), в скобках указано среднее проективное покрытие для зоны экотонного комплекса (%), «+» – проективное покрытие вида меньше 1%, прочерком обозначено отсутствие вида.

ненарушенных лесов [Кравченко, Тимофеева, 2007; Выявление..., 2009].

Гудайеру ползучую, как и тайник, часто относят к индикаторам ненарушенных лесных местообитаний [Кравченко, 2007], в наших исследованиях она встречена только в одном лесном сообществе (с участием осины в древостое). На участках опушки и вырубки вид не был отмечен.

Водяника нами отмечена на увлажненных участках в лесу (встречаемость – 27 %). На опушке и на вырубке вид практически отсутствовал (встречаемость – 2 %).

Линнея северная в среднем в 2–3 раза чаще встречается в лесу (59 %), чем в зонах опушки и вырубки (24 и 21 % соответственно).

Следующая группа объединяет растения, увеличивающие свое обилие и встречаемость при переходе от леса к вырубке: иван-чай узколистный, вейник тростниковидный, луговик извилистый.

Иван-чай узколистный – вид, активно заселяющий нарушенные местообитания (вырубки, луга, обочины дорог). Уже на 2-летней вырубке его встречаемость достигает 18 % при среднем проективном покрытии 5 % (на лесных участках трансект вид не отмечен). При повторных обследованиях тех же участков через год покрытие иван-чая на 3-летней вырубке достигло 10–12 %, встречаемость увеличилась на участках опушки и вырубки до 13 и 44 % соответственно. На 5-летних участках сохраняется такая же закономерность: в лесу вид не отмечен, в зоне опушки встречаемость вида достигала 17 %, а на вырубке – 92 % при относительно невысоком проективном покрытии (2,5 и 13,6 % соответственно).

Вейник тростниковидный в среднем на всех трансектах не показал значимых изменений встречаемости и проективного покрытия (табл.). Но уже на третий год проективное покрытие вейника на отдельных участках вырубок достигало 9 %, а встречаемость – 34 %, при этом в зоне леса и опушки вид не был отмечен.

Луговик извилистый встречается во всех зонах экотонного комплекса. Это вид, который

быстро разрастается при увеличении освещенности (в лесу в «окнах» после вывала деревьев или рубки древостоя) [Крышень, 2006]. На второй год после рубки, несмотря на довольно высокие значения встречаемости (до 86 % на отдельных пробных участках), покрытие луговика на вырубке было всего 3 %. Через год встречаемость луговика на вырубке достигла на отдельных трансектах 100 %, а проективное покрытие выросло до 28 %.

В эту же группу входят лесные виды, увеличивающие свою встречаемость в первые годы после рубки древостоя, но при этом их участие в сообществе остается незначительным (золотая розга, марьянник луговой, роза игольчатая, ожика волосистая, майник двулистный, седмичник европейский).

Золотарник обыкновенный – опушечно-лесной вид, на исследованных пробных площадях с 2–3-летними вырубками встречался редко, но уже на 5-летних вырубках встречаемость его в три раза выше (33 %), чем в лесу и на опушке (9 %).

Среднее проективное покрытие **марьяника лугового** на исследованных участках не достигало и 2 %, но встречаемость вида на опушке и вырубке в некоторых случаях возрастала до 60 %, что в 6 раз выше, чем в лесу (11 %).

Роза игольчатая имела низкое проективное покрытие (в среднем около 3 %) по всей трансекте. В первые 2–3 года после рубки древостоя вид был встречен только в лесу, но уже на 5-летних вырубках встречаемость шиповника (26,6 %) в разы выше, чем в зоне леса (3,1 %).

Среднее проективное покрытие **ожики волосистой** в каждой зоне в первые годы после рубки древостоя не достигает и 1 %. При этом на ранних стадиях восстановления лесного сообщества (2–3 года) встречаемость вида увеличивается в зоне опушки и вырубки (с 6 до 44 %). Особо надо отметить, что на одном участке 5-летней вырубки с густым возобновлением лиственных пород встречаемость ожики снизилась до 10–15 %, что ниже, чем в соседнем лесу (28 %). Мы объясняем это

влиянием молодых древесных растений, создавших густой полог и изменивших условия произрастания видов напочвенного покрова. Кроме этого, на 5-летних вырубках возрастает конкуренция и с травянистыми видами, такими как луговик извилистый, иван-чай узколистый, вейники, достигающими к этому времени максимального обилия.

В первые 2–3 года после рубки древостоя проективное покрытие **майника двулистного** и в лесу и на вырубке не превышает 1–3 %, встречаемость же в отдельных случаях повышается от 1–5 % в лесу и на опушке и до 78 % на вырубке. Уже здесь мы заметили, что в лесу лист майника типичного размера и цвета, а на вырубке листья становятся больше размером и приобретают светло-зеленую окраску. На 5-летних участках майник в среднем ненамного чаще встречается в зонах леса и опушки по сравнению с вырубкой.

Встречаемость **седмичника европейского** в среднем достаточно высокая во всех зонах (28–55 %) на фоне низкого проективного покрытия (не выше 3 %). Строение листьев у данного вида, так же как и у майника двулистного, различается в зависимости от условий произрастания. На вырубке листья становятся больше размером, жестче и светлее.

Брусника уже во 2-й вегетационный сезон после рубки реагирует на увеличение освещенности в зоне опушки, увеличивая проективное покрытие в 1,5–2 раза по сравнению с участками леса и вырубке. При этом встречаемость ее одинаково высокая во всех зонах (70–95 %). На исследованных вырубках отсутствовал подрост, затенение создавали только куртины злаков и порослевое возобновление березы, на открытых участках вырубке отмечены «выгоревшие» растения брусники.

Среднее значение высоты кустарничка по разным зонам снижается от леса к вырубке на большинстве трансект (рис. 2).

У остальных видов сосудистых растений не удалось обнаружить реакцию на рубку древостоя примененными методами, так как их обилие было незначительным во всех указанных зонах экотонного комплекса.

Заключение

Из 29 видов сосудистых растений травяно-кустарничкового яруса 9 видов (*Carex globularis*, *Empetrum nigrum*, *Goodyera repens*, *Linnaea borealis*, *Listera cordata*, *Melampyrum sylvaticum*, *Orthilia secunda*, *Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus*) показали отрицательную реакцию на рубку древостоя, что выразилось в снижении

Средняя высота брусники, см

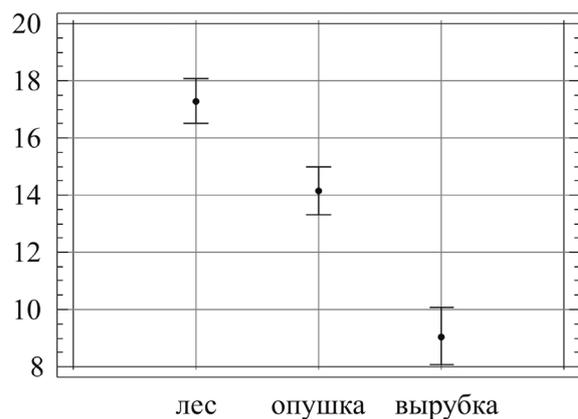


Рис. 2. Средняя высота брусники в разных зонах экотонного комплекса на трансекте № 1 (3-летняя вырубка). Указано среднее значение и стандартное отклонение

встречаемости и (или) проективного покрытия. Восемь видов сосудистых растений (*Avenella flexuosa*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Chamaenerion angustifolium*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*, *Solidago virgaurea*, *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium vitis-idaea* L.), напротив, увеличили обилие на вырубке. Еще 10 видов не показали значимого изменения встречаемости и проективного покрытия после рубки древостоя. Большинство из этих видов (*Chamaepericlymenum suecicum*, *Diphasiastrum complanatum*, *Geranium sylvaticum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Lycopodium annotinum*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus arcticus*, *Rubus chamaemorus*) были довольно редки на исследованных участках. *Vaccinium uliginosum* и *Equisetum sylvaticum* одинаково часто (5–7 и 10–13 % соответственно) были встречены во всех зонах экотонного комплекса.

Таким образом, в удалении от дорог и населенных пунктов в первые годы восстановления лесного сообщества видовой состав сообществ вырубке и леса отличается слабо, но при этом значительно меняется покрытие большинства видов. На вырубке начинают доминировать злаки (луговик извилистый), повышается роль опушечно-лесных видов в сложении напочвенного покрова. В то же время обилие и встречаемость видов таежного мелкотравья и большинства лесных кустарничков резко уменьшается. Тайник сердцевидный и гудайера ползучая подтвердили свой статус видов-индикаторов малонарушенных лесов.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института леса КарНЦ РАН (проект № 0220–2014–0002) и по гранту РФФИ (проект № 15–34–51316).

Литература

Бурова Н. В., Тараканов А. М., Дроздов И. И. и др. Влияние опушечного эффекта на состояние отдельных компонентов лесных биогеоценозов // Вестн. Моск. гос. унив. леса – Лесной вестник. 2012. № 4 (87). С. 19–22.

Бурова Н. В., Самылова С. К. Изменение флористического разнообразия ельников черничных под воздействием сплошных рубок, проводимых в разные сезоны заготовки // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвузовский сборник научных трудов / Отв. редактор П. А. Феклистов. Архангельск: САФУ, 2014. Вып. 17. С. 58–60.

Выявление и обследование биологически ценных лесов на северо-западе европейской части России // Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб., 2009. Т. 2. 258 с.

Гнатюк Е. П., Богданов А. В., Геникова Н. В., Крышень А. М. Анализ ценофлор зональных типов леса на территории Карелии // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сент. 2008 г.). Сравнительная флористика. Урбанофлора. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. Часть 4. С. 25–28.

Евстигнеев О. И. Механизмы поддержания биологического разнообразия лесных биогеоценозов: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Нижний Новгород, 2010. 48 с.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Кравченко А. В., Гнатюк Е. П., Крышень А. М. Антропогенная трансформация флоры в районах интенсивного лесопользования // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы:

экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 23–25 нояб. 2004 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. С. 82–93.

Кравченко А. В., Тимофеева В. В. Разнообразие видов сосудистых растений лесов ландшафтного заказника «Кожозерский» (Архангельская область) и проблемы выявления видов-индикаторов девственных лесов // Актуальные проблемы геоботаники: материалы 3-й всерос. школы-конф. 2-я часть (Петрозаводск, 23–29 сент. 2007 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 330–334.

Крышень А. М. Структура и динамика растительности сообществ вейниковой вырубki в южной Карелии. 1. Видовой состав // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 48–62.

Крышень А. М. Растительные сообщества вырубki Карелии / Отв. ред. В. С. Ипатов. М.: Наука, 2006. 262 с.

Уланова Н. Г., Клочкова И. Н., Демидова А. Н. Моделирование популяционной динамики *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth при зарастании вырубki ельника сложного // Сиб. бот. вестн.: эл. журн. 2007. Т. 2, вып. 2. С. 91–96.

Феклистов П. А., Филиппов Б. Ю., Болотов И. Н. и др. Экотонные зоны в лесных экосистемах северной тайги // Вест. Сев. (Аркт.) фед. унив. Серия: Естеств. науки. 2011. № 4. С. 102–105.

Bergstedt J., Milberg P. The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests // Forest ecol. and manag. 2001. No. 154. P. 105–115. doi: 10.1016/S0378-1127(00)00642-3

Marozas V. Early succession of ground vegetation after clear-cuttings in spruce forests in a boreonemoral zone, Lithuania // Acta Biol. Univ. Daugavp. 2005. No. 5 (2). P. 127–136.

Поступила в редакцию 04.02.2016

References

Burova N. V., Tarakanov A. M., Drozdov I. I., Kononov O. D., Gel'fand E. D. Vliyanie opushechnogo efekta na sostoyanie otdel'nykh komponentov lesnykh biogeotsenozov [Influence of edge effect on the condition of separate components of wood biogeocenoses]. Vestn. Mosk. gos. univ. lesa – Lesnoi vestnik [Moscow state forest univ. bulletin – Lesnoy vestnik]. 2012. No. 4 (87). P. 19–22.

Burova N. V., Samylova S. K. Izmenenie floristicheskogo raznoobraziya el'nikov chernichnykh pod vozdeistviem sploshnykh rubok, provodimykh v raznye sezony zagotovki [Changes in floristic diversity of blackberry spruce forests caused by clearcut logging in different seasons]. Ekologicheskie problemy Arktiki i severnykh territorii: mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov. [Ecological problems of the Arctic and northern territories: interuniversity collected papers]. Ed. P. A. Feklistov. Arkhangel'sk: SAFU, 2014. Iss. 17. P. 58–60.

Evgstigneev O. I. Mekhanizmy podderzhaniya biologicheskogo raznoobraziya lesnykh biogeotsenozov [Mechanisms maintaining biological diversity in forest

ecosystems]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Nizhnii Novgorod, 2010. 48 p.

Feklistov P. A., Filippov B. Yu., Bolotov I. N., Kononov O. D., Torbik D. N. Ekotonnye zony v lesnykh ekosistemakh severnoi taigi [Transitive zones in forest ecosystems of northern taiga]. Vest. Sev. (Arkt.) fed. univ. Seriya: Estestv. Nauki [Vestnik of Northern (Arctic) Federal Univ.]. 2011. No. 4. P. 102–105.

Gnatyuk E. P., Bogdanov A. V., Genikova N. V., Kryshen' A. M. Analiz tsenoflor zonal'nykh tipov lesa na territorii Karelii [The analysis of coenofloras of zonal forest types in Karelia]. Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka: materialy vseross. konf. (Petrozavodsk, 22–27 sent. 2008 g.). Sravnitel'naya floristika. Urbanoflora [Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the 21st century. Proc. All-Russian Conf.]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. Pt. 4. P. 25–28.

Kravchenko A. V. Konspekt flory Karelii [Synopsis of the flora of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. 403 p.

Kravchenko A. V., Gnatyuk E. P., Kryshen' A. M. Antropogennaya transformatsiya flory v raionakh intensivnogo lesopol'zovaniya [Anthropogenic transformation of the flora in intensively managed forest areas]. Antropogennaya transformatsiya taezhnykh ekosistem Evropy: ekologicheskie, resursnye i khozyaistvennye aspekty: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Petrozavodsk, 23–25 noyab. 2004 g.) [Anthropogenic transformation of taiga ecosystems in Europe: environmental, resource and economic implications: Proc. intern. conf. (Petrozavodsk, Nov. 23–25, 2004)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2004. P. 82–93.

Kravchenko A. V., Timofeeva V. V. Raznoobrazie vidov sosudistyykh rastenii lesov landshaftnogo zakaznika "Kozhozerskii" (Arkhangel'skaya oblast') i problemy vyavleniya vidov-indikatorov devstvennykh lesov [Species diversity of vascular plants in the forests of landscape reserve "Kozhozersky" (Arkhangelsk region) and problems of identifying the indicator species of virgin forests]. Aktual'nye problemy geobotaniki: materialy 3-i vsereoss. shkoly-konf. 2-ya chast' (Petrozavodsk, 23–29 sent. 2007 g.) [Actual problems of geobotany: Proc. 3rd All-Union workshop-conf. Part 2 (Petrozavodsk, Sept. 23–29, 2007)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. P. 330–334.

Kryshen' A. M. Struktura i dinamika rastitel'nosti soobshchestv veinikovoi vyrubki v Yuzhnoi Karelii. 1. Vidovoi sostav [Structure and dynamics of plant community in a Calamagrostis-type felled site in Southern Karelia. 1. Floristic composition]. *Bot. zhurn [Bot. J.]*. 2003. Vol. 88, no. 4. P. 48–62.

Kryshen' A. M. Rastitel'nye soobshchestva vyrubok Karelii [Plant communities in felled areas in Karelia]. Ed. V. S. Ipatov. Moscow: Nauka, 2006. 262 p.

Ulanova N. G., Klochkova I. N., Demidova A. N. Modelirovanie populyatsionnoi dinamiki Calamagrostis epigeios (L.) Roth pri zarastanii vyrubki el'nika slozhnogo [Modelling of Calamagrostis epigeios (L.) Roth population dynamics during reforestation on mixed spruce forest clearcut]. *Sib. bot. vestn.: el. zhurn [Siberian botanical J.: Electronic magazine]*. 2007. Vol. 2, iss. 2. P. 91–96.

Vyyavlenie i obsledovanie biologicheski tsennykh lesov na Severo-Zapade Evropeiskoi chasti Rossii [Identification and survey of biologically valuable forests in the North-Western European Russia]. Posobie po opredeleniyu vidov, ispol'zuemykh pri obsledovanii na urovne vydelov [Guidelines for identification of species used at management unit level]. Eds L. Andersson, N. M. Alekseeva, E. S. Kuznetsova. St. Petersburg, 2009. Vol. 2. 258 p.

Bergstedt J., Milberg P. The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests. *Forest ecol. and manag.* 2001. No. 154. P. 105–115. doi: 10.1016/S0378-1127(00)00642-3

Marozas V. Early succession of ground vegetation after clear-cuttings in spruce forests in a boreonemoral zone, Lithuania. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2005. No. 5 (2). P. 127–136.

Received February 04, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Геникова Надежда Васильевна

и. о. научного сотрудника, к. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: mylazdays@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Торопова Елена Владимировна

младший научный сотрудник
Институт экологических проблем Севера
Уральского отделения РАН
наб. Северной Двины, д. 23, Архангельск,
Архангельская область, Россия, 163002
эл. почта: toropova_e.v@list.ru
тел.: (8182) 287002

Крышень Александр Михайлович

директор, д. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

CONTRIBUTORS:

Genikova, Nadezhda

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: genikova@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Toropova, Elena

Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch,
Russian Academy of Sciences
23 nab. Severnoj Dviny, Arkhangelsk, Arkhangelsk Region,
Russia, 163002
e-mail: toropova_e.v@list.ru
tel.: (8182) 287002

Kryshen', Alexandr

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

УДК 599.35/.38

РАЗМЕЩЕНИЕ БУРОЗУБКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SOEX ARANEUS* (LINNAEUS, 1758)) В МОЗАИЧНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Т. Л. Гусева, А. В. Коросов

Петрозаводский государственный университет

С 1994 по 2014 год проводилось изучение динамики численности обыкновенной бурозубки (17 517 давилко-суток) и ее биотопических предпочтений в среднетаежных экосистемах юга Карелии (Кондопожский р-н, д. Гомсельга). Дешифрирование космических снимков для 11 лет (1970, 1973, 1975, 1984, 1986, 1989, 2001, 2003, 2005, 2009, 2013 гг.) позволило отследить стадии сукцессии девяти типов биотопов и привязать к ним каждую из 219 выставленных линий ловушек. Для выполнения статистического анализа преобразовали показатели численности зверьков. От всех полученных оценок обилия брали корень пятой степени. Затем для каждого года отдельно рассчитанные значения по каждому типу биотопа центрировали относительно общей региональной средней и нормировали на региональное стандартное отклонение. Получили нормальное распределение производных показателей. Проведение дисперсионного анализа и построение доверительных интервалов позволило статистически доказать, что наиболее предпочитаемыми типами биотопов для зверьков в августе являются свежие, молодые и зарастающие вырубки, молодые леса. Наименее привлекательны луга и болота, смешанные и хвойные леса.

Ключевые слова: обыкновенная бурозубка; биотопическое распределение; преобразование показателей численности; статистическая оценка; индекс верности биотопу.

T. L. Guseva, A. V. Korosov. COMMON SHREW (*SOEX ARANEUS* (LINNAEUS, 1758)) DISTRIBUTION ACROSS MOSAIC LANDSCAPES OF SOUTHERN KARELIA

Common shrew population dynamics (17 517 kill trap-days) and its habitat preferences in mid-taiga ecosystems of southern Karelia (Gomselga Village, Kondopoga District) were studied from 1994 to 2014. By interpreting satellite images from 11 years (1970, 1973, 1975, 1984, 1986, 1989, 2001, 2003, 2005, 2009, 2013) we managed to track the succession stages of nine habitat types and assign each of the 219 installed lines of traps to them. The parameters of animal abundance were transformed for statistical analysis. The fifth root was taken from the obtained estimates of abundance. Then, the values calculated individually for each year for every habitat type were centered around the common regional average value and normalized by regional standard deviation. We obtained the normal distribution of the derivative indices. By means of variance analysis and construction of confidence intervals it was statistically proved that fresh, young and overgrowing felled sites, young forests were the most preferred habitat types for the animals in August. Meadows and mires, mixed and coniferous forests were the least attractive habitats.

Key words: common shrew; habitat distribution; conversion of population measures; statistical estimate; habitat fidelity index.

Введение

Обыкновенная бурозубка – один из наиболее многочисленных видов мелких млекопитающих Карелии [Ивантер и др., 2014]. Численность обыкновенной бурозубки подвержена значительным колебаниям по годам и биотопам [Строганов, 1957; Ивантер, 1975]. Причем характер биотопического размещения существенным образом сказывается и на динамике численности вида в регионе [Гусева и др., 2014]. Одна из проблем исследования такого рода зависимостей состоит в том, что при широком варьировании обилия бурозубок по годам сложно оценить значимость различий показателей численности в различных типах биотопов. При попытке усреднения оценок численности по серии лет уровень численности в разных типах биотопов нивелируется межгодовыми вариациями.

Одним из методов решения данной проблемы является расчет индекса верности биотопу, который оценивает биотопическую специфику на фоне как общего уровня численности вида, так и межгодовой ее изменчивости. Однако этот показатель дает для отдельного типа биотопа единственную оценку приверженности к нему данного вида, что не позволяет выполнить статистический анализ и оценить значимость отличий в биотопических предпочтениях вида.

Целью нашей работы является построение робастного статистического показателя биотопических предпочтений и оценка с его помощью привлекательности разных типов биотопов южной Карелии для обыкновенной бурозубки.

Материалы и методы

Исследования проводили с 1994 по 2014 г. в южной Карелии (подзона средней тайги, Кондопожский район, окрестности д. М. Гомсельга (62.04° с. ш., 33.55° в. д.) на базе научного стационара Института биологии КарНЦ РАН).

На изучаемой территории выделили девять типов биотопов по основному физиономическому признаку – характеру растительности. Выделение биотопов выполнялось по результатам дешифрирования общедоступных космических снимков (1970, 1973, 1975, 1984, 1986, 1989, 2001, 2003, 2005, 2009, 2013 гг.), представленных на сайте EarthExplorer (2014). Процедура дешифрирования состояла в том, что сначала выделялись акватории (озера) и относительно открытые территории (болота, луга, разновозрастные вырубki), затем выполнялось разграничение лесных территорий на ясно

различимые категории – хвойные, смешанные и лиственные. Каждому типу биотопа назначили возраст, ориентируясь на литературные данные и анализ снимков [Гусева и др., 2014].

Отлов животных производили стандартными методами с помощью давилок трапиковых и Геро в течение всех сезонов исследуемых лет. В зимнее время давилки ставили в нишах, сделанных в снегу лыжной палкой с круглым кольцом на конце (толщю снега протыкали наискось до поверхности почвы) [Гусева, 2012]. Каждый год облавливались не все типы биотопов (от 2 до 9). Расположение линий давилок наносилось на карту в среде ГИС. Камеральную обработку животных выполняли стандартными методами [Новиков, 1949; Коросов, 1994]. Относительную численность выражали числом особей на 100 давилко-суток. Оценки попадаемости зимовавших зверьков в августе лучше характеризуют их численность, чем весенние отловы [Гусева и др., 2014]. По этой причине анализ биотопического размещения выполняли по августовским отловам с 1996 по 2014 год.

Всего за 19 лет исследований в августе отработано 219 линий ловушек объемом 17 517 давилко-суток, отловлено 962 особи бурозубки обыкновенной. Полученные данные заносились в базу данных MS Access.

Для выявления степени предпочтения, оказываемого видом тому или иному типу биотопа, вычислялся особый показатель – это коэффициент (или индекс) верности биотопу (ИВБ) [Глотов и др., 1978], определяемый по формуле: $X = (M_1 - M_2) / \sigma_2$, где M_1 – средняя многолетняя численность вида в данном биотопе; M_2 – средняя многолетняя численность вида в регионе; σ_2 – среднее квадратическое отклонение многолетней средней в регионе. Расчет ИВБ выполнялся только с использованием исходных значений численности видов в биотопах n , в единицах «число особей на 100 ловушко-суток».

Подготовка таблиц для расчетов выполнялась в среде MS Access, а расчеты (дисперсионный анализ и оценка устойчивости показателей) – в среде Excel и R [The R Project..., 2012; Ивантер, Коросов, 2014].

Результаты и обсуждение

Любое статистическое исследование должно начинаться с установления характера распределения изучаемых признаков, чтобы иметь возможность подобрать корректные методы статистического анализа [Ивантер, Коросов, 2011]. В нашем случае изучаемый признак – численность бурозубки обыкновенной во всех

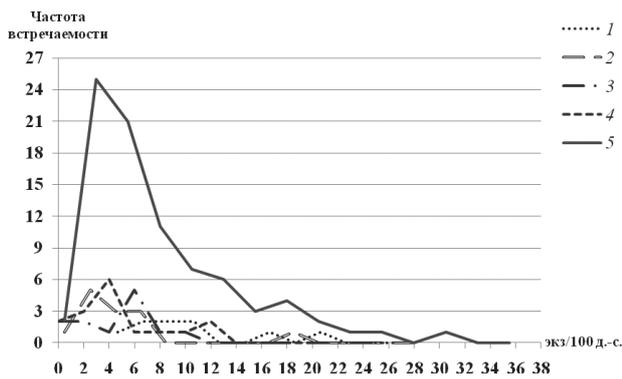


Рис. 1. Распределение значений относительной численности особей в различных типах биотопов (1 – молодой лес; 2 – луг; 3 – смешанный лес; 4 – хвойный лес) и во всех типах биотопов (5) за все годы в августе

биотопах за все годы. Частота встречаемости значений относительной численности зверьков во всех типах биотопов за все годы показывает правостороннюю асимметрию (низкие значения численности зверьков встречаются намного чаще, чем высокие), т. е. не имеет нормального распределения (рис. 1). Отклонение от нормального закона во всех выборках не позволяет в отношении изучаемого нами признака использовать эффективные параметрические методы статистического оценивания.

Для приведения распределения показателя (в нашем случае численности) к форме нормального распределения следует выявить причины его нарушения и устранить их.

Известной процедурой для выравнивания оценок численности служат их степенные преобразования [Тьюки, 1981], в том числе, например, логарифмирование численности, часто применяемое в зоологических исследованиях [Равкин, Лукьянова, 1976]. Цель трансформации состоит в том, чтобы получить такое распределение оценок численности особей, для которого можно вычислить статистические параметры с целью последующего сравнения друг с другом. Проверка разных приемов преобразования данных (в контексте описанного ниже метода нормирования) показала, что из серии степенных преобразований симметричное распределение оценок численности дает корень пятой степени от значения относительной численности $n = N^{0.2}$.

Еще одним фактором, мешающим выполнять непосредственное сравнение показателей численности в разных биотопах, выступает фаза динамики численности. Поскольку динамика численности зверьков во всех биотопах довольно синхронна [Гусева и др., 2014], в годы

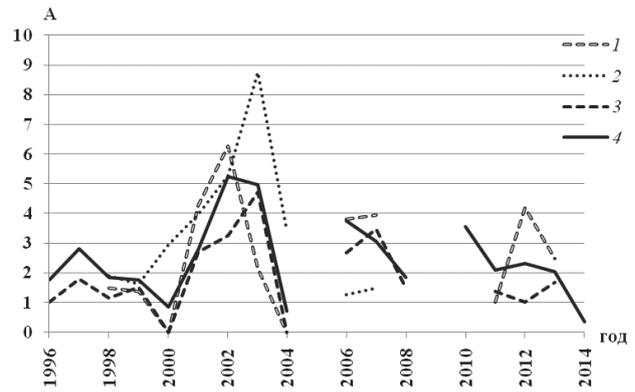


Рис. 2. Динамика усредненных преобразованных значений численности обыкновенной бурозубки (А) в различных типах биотопов (1 – смешанный лес; 2 – молодой лес; 3 – луг) и во всех типах биотопов (4) за все годы в августе

пика численность во всех биотопах будет многократно выше, чем в годы депрессии (рис. 2). По этой причине межбиотопические отличия показателей численности могут «прятаться» в размахе межгодовой изменчивости.

Нам же важно выявить ценность данного типа биотопа для нашего вида в каждый год, безотносительно от фазы динамики численности. Следовательно, нужно так преобразовать значения численности зверьков, чтобы независимо от общего уровня численности особей можно было установить постоянство предпочтения ими разных биотопов – устранить как разный уровень, так и размах колебаний значений численности. Эта задача решалась путем центрирования преобразованных показателей численности (в августе) относительно годовой оценки средней и их нормирования относительно годовой оценки стандартного отклонения в каждом биотопе относительно общей для региона (для каждого года отдельно):

$$z_{ij} = (n_{ij} - Mn_j) / (Sn_j),$$

где z_{ij} – центрировано-нормированный индекс (ЦНИ) преобразованных оценок численности животных в i -м биотопе в j -м году, n_{ij} – преобразованная оценка численности животных в i -м биотопе в j -м году, Mn_j – средняя арифметическая для n_{ij} по всем биотопам в данный год, Sn_j – стандартное отклонение для n_{ij} по всем биотопам в данный год, $i = 1, \dots, 9$ – индекс биотопа, $j = 1996, \dots, 2014$ – индекс года.

По существу, это тот же индекс верности биотопу (ИВБ), но рассчитанный для каждого года отдельно. Отличие состоит в том, что традиционный ИВБ строится по многолетним усредненным оценкам численности и по этой причине не имеет характеристики собственной

изменчивости. Напротив, центрировано-нормированный индекс (ЦНИ) для преобразованной численности вычисляется для каждого года по отдельности, что позволяет найти среднюю величину, которая показывает среднюю биотопическую приуроченность вида в целом, а также показатель многолетней изменчивости этих предпочтений (см. ниже).

Центрирование относительно средней численности привело к ликвидации тренда многолетней динамики (рис. 3) и к формированию симметричного распределения центрировано-нормированных преобразованных значений численности, близкого к нормальному (рис. 4).

Нами получена матрица данных с 95 оценками уровня численности бурозубки обыкновенной за 20 лет и для 9 типов биотопов (разного возраста). Проведенная подготовка данных позволяет перейти собственно к анализу биотопического размещения бурозубки обыкновенной.

Ликвидация варьирования численности особей по всем биотопам за все годы позволяет выполнить сравнение оценок численности между всеми биотопами (9 градаций) с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Дисперсионный анализ ($df_1 = 7$, $df_2 = 65$) показал, что на общую изменчивость показателей численности фактор «тип биотопа» оказывает существенное ($R^2 = 0,34$) и значимое ($p < 0,001$) влияние, т. е. численность в разных биотопах отличается. Следует отметить, что статистическая оценка значимости отличий показателей численности мелких млекопитающих в разных биотопах практически никогда не проводится. Преобразование показателей численности перевело межгодное варьирование оценок численности на один уровень, что и позволило выполнить статистическое сравнение межбиотопических различий.

Для иллюстрации направления различий численности зверьков в разных биотопах были построены доверительные интервалы вокруг средних для каждого типа биотопа (табл.; рис. 5).

Как видно на рис. 5, диапазоны изменчивости показателя z между двумя группами биотопов практически не перекрываются, что говорит о существенных различиях в уровне численности зверьков. Можно говорить о том, что установлены достоверные отличия, с одной стороны, между разновозрастными вырубками и старыми лесами; с другой – между болотами, лугами и разновозрастными вырубками.

Усредненные центрировано-нормированные значения численности особей в каждом биотопе характеризуют приуроченность к нему

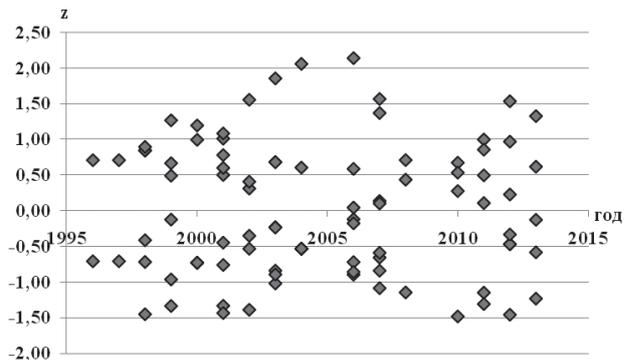


Рис. 3. Значения ЦНИ (z) по всем биотопам в августе (за все годы)

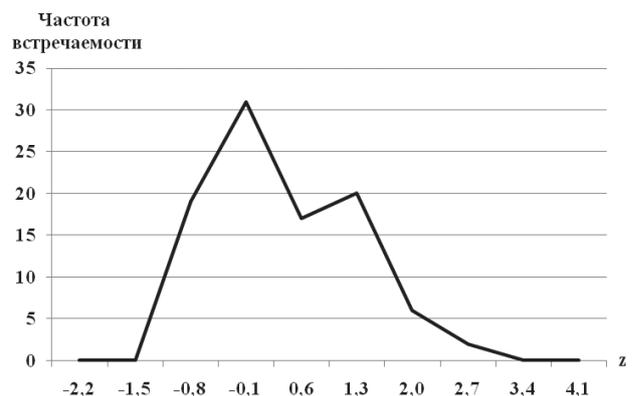


Рис. 4. Распределение ЦНИ (z) по всем биотопам в августе (за все годы)

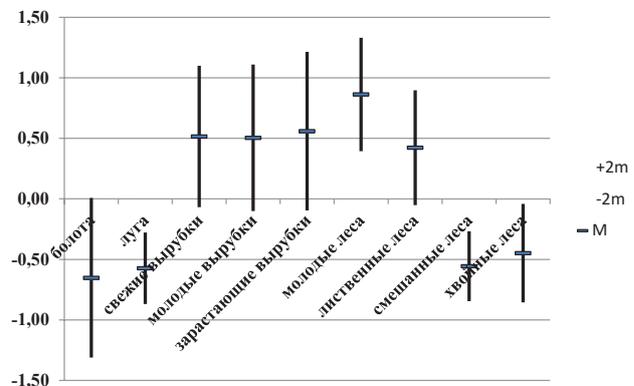


Рис. 5. Средние показатели и их доверительные интервалы для преобразованных значений численности вида в разных биотопах в августе

изучаемого вида, поэтому их имеет смысл сопоставить с известной характеристикой биотопической приуроченности – с индексом верности биотопу.

Оказалось, что качественно ЦНИ и ИВБ совпадают (рис. 6).

Молодые вторичные биотопы (разновозрастные вырубki, лиственные леса) являются привлекательными для зверьков, их численность здесь превышает численность в естественных местообитаниях – болотах, смешанных и хвойных лесах, а также на лугах.

Статистическая характеристика приуроченности обыкновенной бурозубки к разным биотопам (средние показатели, их ошибки и доверительные интервалы)

Биотоп	Число линий, n	Число лет	ИВБ	M_z	S_z	$M = S/\sqrt{n}$	+2m	-2m
Болота	5	5	-1,52	-0,65	0,72	0,32	-0,01	-1,30
Луга	32	15	-0,89	-0,57	0,55	0,14	-0,29	-0,86
Свежие вырубki	11	7	1,25	0,52	0,75	0,28	1,09	-0,06
Молодые вырубki	12	9	0,56	0,50	0,89	0,30	1,10	-0,09
Зарастающие вырубki	10	10	1,16	0,56	1,02	0,32	1,20	-0,08
Молодые леса	27	9	0,86	0,86	0,68	0,23	1,32	0,41
Лиственные леса	39	11	0,46	0,42	0,76	0,23	0,88	-0,04
Смешанные леса	35	12	-0,45	-0,56	0,48	0,14	-0,28	-0,83
Хвойные леса	48	17	-0,75	-0,45	0,81	0,20	-0,06	-0,84

Однако между этими показателями наблюдаются существенные количественные отличия. Для лесов с участием хвойных пород деревьев, а также для свежих и зарастающих вырубок значения нашего индекса много ниже, чем индекса верности биотопу.

Причина отличий кроется в конструкции индексов. Формула расчета индекса верности биотопу включает в себя усредненную численность за весь ряд лет, тогда как величина z вычисляется за каждый год по отдельности, после чего отыскивается ее средняя и дисперсия.

Вследствие этого, во-первых, показатель ИВБ будет неоправданно завышаться для тех биотопов, для которых численность в год пика была высока (например, для свежей вырубki). Редкие большие значения «всплесков» будут «поглощать» прочие невысокие значения N в условиях ненормального распределения. Однако в тот же год пика фактическое значение численности на свежей вырубке может быть ниже средней по региону. По этой причине в форме показателя z она даст отрицательное значение, которое будет закономерно снижать среднее многолетнее значение для этого биотопа и более объективно выразит отношение к нему изучаемого вида. Это рассуждение показывает, что отдельные «выбросы» больших значений численности будут искажать ИВБ в большей мере, чем z ; усреднение этих показателей даст более робастную, а значит, и содержательную характеристику биотопической приуроченности видов, чем индекс верности биотопу.

Во-вторых, к такому же выводу приводит и анализ репрезентативности рассматриваемых показателей. В формуле расчета индекса верности для одного биотопа участвует среднее квадратическое отклонение, рассчитанное всего по нескольким значениям среднеемноголетней численности животных в разных типах биотопов (у нас – 9) (именно так мы понимаем величину «среднее квадратическое отклонение многолетней средней в регионе»).

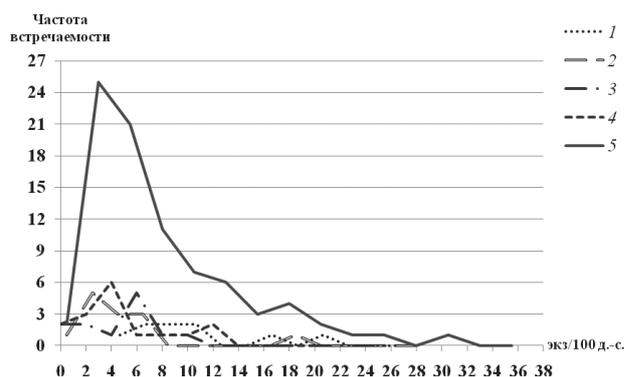


Рис. 6. Центрировано-нормированный индекс преобразованной оценки численности животных (ЦНИ, z) и индекс верности биотопу (ИВБ) в различных типах биотопов в августе (за все годы)

Преобразованный же показатель z для одного биотопа рассчитывается при усреднении значений за все годы исследований биотопа (у нас – от 5 до 17 лет). Более глубокая стратификация исходных выборок повышает репрезентативность z относительно ИВБ.

В качестве подтверждения нашей логики приведем результаты моделирования поведения двух рассматриваемых показателей при изменяющихся объемах выборок. Процедура состояла в том, что вначале из исходной выборки (объемом 95 строк) брали только половину случайно выбранных значений, используя которые, затем вычисляли показатели ИВБ и z для всех биотопов. Эту процедуру выполняли 30 раз, после чего рассчитывали средние значения ИВБ и z , их стандартные отклонения и коэффициенты вариации. Многократные прогоны показали типичное поведение ИВБ и z : коэффициенты вариации индекса верности биотопу для большинства биотопов были существенно выше (на уровне 80 %), чем коэффициент

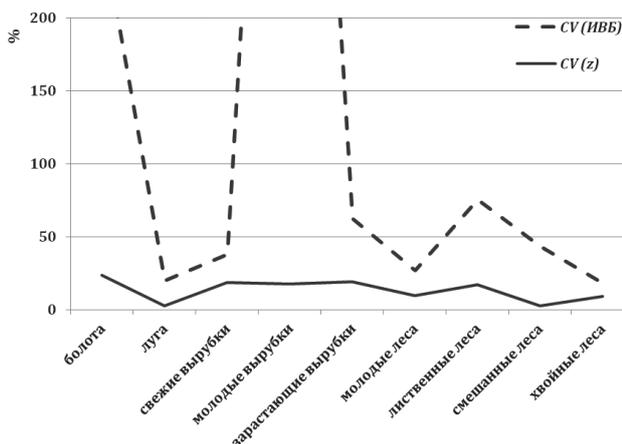


Рис. 7. Коэффициент вариации индекса верности биотопу $CV(ИВБ)$ и коэффициент вариации преобразованной оценки численности животных $CV(z)$ в различных типах биотопов (один из вариантов расчетов для 30 прогонов изъятия половины выборки)

вариации преобразованного показателя z (на уровне 10 %) (рис. 7). В некоторых случаях отдельные биотопы имели близкие величины $CV(ИВБ)$ и $CV(z)$.

И в-третьих, показатель z для одного биотопа снабжен ошибкой, что позволяет выполнять статистические сравнения видовых биотопических предпочтений. Собственно, это и было целью его конструирования.

На наш взгляд, приведенных доводов достаточно, чтобы утверждать, что преобразованный показатель z дает более содержательные сравнительные характеристики биотопической приуроченности вида, чем индекс верности биотопу.

Рассмотрим в этом ключе количественные выражения показателей ИВБ и ЦНИ. Совпадение показателя z и индекса верности биотопу для лиственных лесов говорит о близости ежегодных значений численности к средним региональным. Иными словами, лиственные леса – наиболее характерное для бурозубок местообитание, в котором их население отличается стабильностью. Этот вывод обеспечивается большим объемом материалов (39 линий). Все вырубki, проходящие разные стадии сукцессии, не более привлекательны, чем лиственные леса.

Для Карелии характерно изменение биотопического размещения обыкновенной бурозубки на протяжении года; это связано как с различным уровнем размножения зверьков в разных местообитаниях, так и с перемещением их из стадии в стадию [Ивантер, 1975; Ивантер, Макаров, 2001; Ивантер и др., 2014]. Полученные нами данные не противоречат этим наблюдениям, но доказательно уточняют их. В теплое

время года предпочтительным местообитанием для изучаемого вида являются разновозрастные вырубki, что связано как с хорошей кормностью этих угодий, так и с наличием развитой подстилки. Однако численность бурозубок на вырубках изученного региона нестабильна и широко варьирует год от года [Гусева и др., 2014] – об этом же говорят различия в показателях ИВБ и z .

По многолетним наблюдениям, осенняя численность обыкновенной бурозубки обычно высока только в лиственных лесах (молодых и спелых), в хвойных же и смешанных лесах (с доминированием сосны) численность стабильно низкая.

Выводы

1. Из девяти типов разновозрастных биотопов южной Карелии значимые отличия по численности обыкновенной бурозубки (в августе) установлены всего лишь между двумя группами биотопов.
2. Наиболее предпочитаемыми биотопами в августе для зверьков являются разновозрастные вырубki и лиственные леса. Наименее привлекательные биотопы – это луга, болота, смешанные и хвойные леса.
3. Предложенная нами методика преобразования исходных данных учетов относительной численности мелких млекопитающих позволяет вычислять усредненные статистические параметры, снабженные ошибкой, и выполнять их сравнение с помощью параметрических методов.
4. Средняя величина центрировано-нормированного индекса (ЦНИ) преобразованной численности особей в данном биотопе является более точной и устойчивой оценкой биотопического предпочтения вида по сравнению с индексом верности биотопу (ИВБ).

Авторы выражают искреннюю признательность В. Н. Аникановой, Л. А. Беспятовой, С. В. Бугмырину за разрешение использовать материалы полевых учетов и студентам ЭБФ ПетрГУ за помощь в сборе данных.

Литература

- Глотов И. Н., Ермаков Л. Н., Кузякин В. А. и др. Сообщества мелких млекопитающих Барабы. Новосибирск: Наука, 1978. 231 с.
- Гусева Т. Л. Динамика населения обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*, Linnaeus 1758) на заболоченном лугу // Принципы экологии. 2012. № 3. С. 67–73.

Гусева Т. Л., Коросов А. В., Беспятова Л. А., Анисанова В. С. Многолетняя динамика биотопического размещения обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*, Linnaeus 1758) в мозаичных ландшафтах Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Петрозаводск. 2014. Т. 2, № 8 (145). С. 13–20.

Ивантер Э. В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1975. 246 с.

Ивантер Э. В., Макаров А. М. Территориальная экология землероек-бурозубок (*Insectivora*, *Sorex*). Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 271 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. 302 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию: учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2014. 298 с.

Ивантер Э. В., Курхинен Ю. П., Моисеева Е. А. Обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L.)

в условиях антропогенной трансформации таежных лесов Восточной Фенноскандии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. Т. 2, № 8 (145). С. 7–12.

Коросов А. В. Организация летней практики по зоологии позвоночных животных. Петрозаводск: ПетрГУ, 1994. 68 с.

Новиков Г. А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Сов. наука, 1949. 602 с.

Равкин Ю. С., Лукьянова И. В. География позвоночных южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1976. 360 с.

Строганов С. У. Звери Сибири. Насекомоядные. М.: АН СССР, 1957. 267 с.

Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. М.: Мир, 1981. 694 с.

The R Project for Statistical Computing. URL: <http://www.r-project.org/> (дата обращения: 21.12.2012).

Поступила в редакцию 19.06.2015

References

Glotov I. N., Erdakov L. N., Kuzjakin V. A. et al. Soobshhestva melkih mlekopitajushchih Baraby [Communities of small mammals of Baraba]. Novosibirsk: Nauka, 1978. 231 p.

Guseva T. L., Korosov A. V., Bespjatova L. A., Aniskanova V. S. Mnogoletnjaja dinamika biotopicheskogo razmeshhenija obyknovennoj burozubki (*Sorex araneus*, Linnaeus 1758) v mozaichnyh landshaftah Karelii [Long-term dynamics of biotopical distribution of common shrew (*Sorex araneus*, Linnaeus 1758) in Karelian mosaic landscape]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of PetrSU]. Petrozavodsk. 2014. Vol. 2, No 8 (145). P. 13–20.

Ivanter E. V. Populjacionnaja jekologija melkih mlekopitajushchih taehnogo Severo-Zapada SSSR [Population ecology of small mammals of the taiga North-West of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. 246 p.

Ivanter E. V., Makarov A. M. Territorial'naja jekologija zemlerоек-burozubok (*Insectivora*, *Sorex*) [Territorial ecology of shrews (*Insectivora*, *Sorex*)]. Petrozavodsk: PetrGU, 2001. 271 p.

Ivanter E. V., Korosov A. V. Vvedenie v kolichestvennuju biologiju [Introduction to quantitative biology]. Petrozavodsk: PetrGU, 2011. 302 p.

Ivanter E. V., Kurhinen Ju. P., Moiseeva E. A. Obyknovennaja burozubka (*Sorex araneus* L.) v uslovijah antropogennoj transformacii taehnih lesov Vostochnoj

Fennoskandii [*Sorex araneus* (L.) under the anthropogenic transformation of the Eastern Fennoscandia taiga forests]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of PetrSU]. 2014. Vol. 2, no 8 (145). P. 7–12.

Korosov A. V. Organizacija letnej praktiki po zoologii pozvonochnyh zhivotnyh [Organization of summer practice in vertebrate zoology]. Petrozavodsk: PetrGU, 1994. 68 p.

Novikov G. A. Polevye issledovanija jekologii nazemnyh pozvonochnyh zhivotnyh [Field studies on the ecology of terrestrial vertebrates]. Moscow: Sov. nauka, 1949. 602 p.

Ravkin Ju. S., Luk'janova I. V. Geografija pozvonochnyh juzhnoj tajgi Zapadnoj Sibiri [Geography of vertebrates in southern taiga of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1976. 360 p.

Stroganov S. U. Zveri Sibiri. Nasekomojadnye [Animals of Siberia. Insectivorous]. Moscow: AN SSSR, 1957. 267 p.

T'juki Dzh. Analiz rezul'tatov nabljudenij [The analysis of the results of observations]. Moscow: Mir, 1981. 694 p.

The R Project for Statistical Computing. URL: <http://www.r-project.org/> (accessed: 21.12.2012).

Received June 19, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Гусева Татьяна Леонидовна

аспирант кафедры зоологии и экологии
эколого-биологического факультета
Петрозаводский государственный университет
пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: tan86276066@yandex.ru
тел.: 89602111537

Коросов Андрей Викторович

профессор, д. б. н.
Петрозаводский государственный университет
ул. Красноармейская, 31, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: korosov@psu.karelia.ru

CONTRIBUTORS:

Guseva, Tatiana

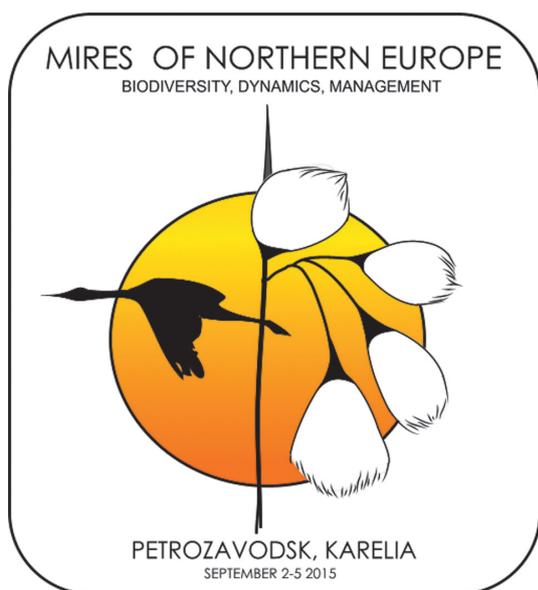
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: tan86276066@yandex.ru
tel.: 89602111537

Korosov, Andrey

Petrozavodsk State University
31 Krasnoarmejskaja St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: korosov@psu.karelia.ru

ХРОНИКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ: РАЗНООБРАЗИЕ, ДИНАМИКА, РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ» (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.)



Болотоведческий симпозиум, прошедший в сентябре в Петрозаводске на базе Института биологии Карельского научного центра РАН, был приурочен к 85-летию юбилею двух корифеев северо-европейской науки о болотах – патриарха финской школы болотоведения Рауно Руухиярви и выдающегося специалиста по типологии, географии и картированию болот Татьяны Корнельевны Юрковской из Санкт-Петербурга. Нынешняя встреча была в какой-то мере продолжением симпозиума «Болотные экосистемы Севера Европы: разнообразие, динамика, углеродный баланс, ресурсы и охрана», прошедшего в Петрозаводске в 2005 году.

Те, кто посетил оба мероприятия, несомненно, могли отметить, что, несмотря на укоротившееся название, сам симпозиум существенно вырос, как по числу участников, так и по кругу рассматриваемых проблем. Наряду с традиционными гостями из Санкт-Петербурга, Москвы, Сыктывкара, Кировска, Хельсинки и Йозенсуу на сей раз нас посетили также коллеги из Таллина, Тарту, Уфы, Томска, Тулы, Пензы, Мордовии, Красноярска, Якутска и даже Хабаровска. Кроме коллег из Финляндии и Эстонии в работе конференции приняли участие гости из Шотландии, Германии и Италии, всего 96 человек из шести стран.

Работа самого симпозиума, наряду с общими пленарными докладами, была на сей раз разбита на три секции, посвященные собственно биоразнообразию, динамике и проблемам антропогенного воздействия на болота, как это и обозначено в названии симпозиума. Всего было представлено 60 устных докладов, включая пленарные, и 31 стендовый.

Пленарные доклады покрывали достаточно разнообразную тематику, в том числе обзор деятельности карельской школы болотоведения (О. Л. Кузнецов), историю и современность финской классификации болот (Т. Lindholm), сравнение растительности северо-европейских болот с болотами итальянских Альп (F. Pedrotti), проблему восстановления торфяников России (А. А. Сирин и Т. Ю. Минаева), и, конечно, специальные доклады были посвящены юбилеям Р. Руухиярви и Т. К. Юрковской. К сожалению, профессор Руухиярви на

сей раз не смог приехать в Петрозаводск, но доклад Татьяны Корнельевны «Аапа-болота на карте России», несомненно, был одной из изюминок симпозиума.

Секция «Биоразнообразие болот» также была достаточно обширна и включала доклады, посвященные как растительности болот различных территорий (В. А. Смагин, О. В. Галанина, Е. М. Волкова, Т. Г. Ивченко, О. Г. Гришуткин), так и отдельным фито- и зоокомпонентам болотных сообществ. При этом наряду с традиционными объектами, такими как сфагновые мхи (В. А. Купцова) или членистоногие болот (V. Kuusemets), рассматривались и новые для болотоведов объекты: диатомовые водоросли и раковинные амебы. Например, L. Umbleja из Таллинна сделала доклад, посвященный диатомовым водорослям – консортам сфагновых мхов, а А. Н. Цыганов из Пензенского университета представил очень интересную работу по раковинным амебам болот.

Секция «Структура и динамика болот» была также достаточно широкой как по географии исследований, так и по представленным темам. Изучение истории болот по результатам анализа торфяных отложений – традиционный предмет исследования болотоведов, так что несколько докладов были посвящены этой тематике (М. Магур, Е. Ю. Новенко, М. Б. Носова, Л. В. Филимонова). В последнее время популярным аспектом в науке о болотах стали исследования эмиссии метана болотами, поэтому неудивительно, что ряд докладов были посвящены этой теме (С. В. Загирова, Е. Э. Веретенникова, М. Н. Мигловец). Интересен доклад M. Kõnõnen из Хельсинки, посвященный сравнению эмиссии метана бореальными торфяниками Финляндии и тропическими Индонезии. M. Küttim из Таллиннского университета сделал доклад о влиянии на протекающие в болотах процессы сезонной изменчивости температуры, а С. И. Грабовик представила традиционные исследования прироста сфагновых мхов в Карелии.

Неожиданно популярной оказалась секция «Антропогенное влияние и рациональное использование болот». Впрочем, надо учитывать, что прикладные аспекты болотоведения были актуальны всегда и продолжают оставаться такими, тем более секция включала доклады, посвященные как разным аспектам использования, так и методологиям изучения болот. Минимум два доклада было посвящено георадарной локализации торфяных залежей (В. Л. Миранов с соавторами и В. Матасов), несколько

докладов касались разных аспектов влияния лесосушительной мелиорации (J. Paal, В. А. Коломыцев, В. А. Ананьев, В. Б. Придача, Б. В. Бабилов).

Достаточно обширна была и сессия стендовых докладов, также посвященных самым разным аспектам болотоведения, от проблем картирования болот (F. Pedrotti) и влияния на их гидрологию инженерных сооружений (Л. И. Усова) до разных компонентов флоры (А. В. Кравченко, М. А. Бойчук) и растительности болот (И. Г. Бикбаев, П. А. Игнашов), и даже кровососущим насекомым, столь часто досаждающим болотоведам во время работы (Н. К. Потапова).

Тезисы симпозиума были изданы специальным сборником.

Не менее важным пунктом программы симпозиума являлась полевая экскурсия на евтрофные болота в районе деревни Колатсельга в 140 километрах к западу от Петрозаводска. Эти болота характеризуются высоким и своеобразным видовым богатством, характерным для минеротрофных, в том числе и ключевых болот. На них произрастают многие редкие виды растений, ряд из них внесены в Красные книги РФ и Республики Карелия. Особая ценность этих болот в том, что история их изучения начинается с середины XX века, когда их подробно описали финские ботаники, и продолжается силами карельских и финских специалистов до сих пор. Для участников симпозиума был подготовлен подробный путеводитель экскурсии на английском и русском языках, включающий иллюстрации, списки флоры и геоботанические описания объектов.

В целом симпозиум оставил у участников самое благоприятное впечатление, поскольку позволил вживую собраться специалистам как из разных стран и регионов, так и разных научных школ и направлений болотоведения. Наше время характеризуется резкой интенсификацией трансграничного и междисциплинарного сотрудничества, поэтому, конечно, на симпозиум заметно повлияло и то, и другое. Ряд докладов (и не только зарубежных гостей) были сделаны на английском языке. Активное участие в симпозиуме наряду с экологами приняли геологи, географы, геофизики. Опыт необходимо закреплять, поэтому будет очень хорошо, если подобные конференции будут повторяться чаще, чем раз в десять лет.

С. Р. Знаменский

**IV НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА
И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ»
(Петрозаводск, 30 сентября – 2 октября 2015 г.)**



Конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» входит в цикл научных конференций, посвященных теории и практике экологической геологии. К ним относятся «Сергеевские чтения» в Московском госуниверситете, «Школа экологической геологии» в Санкт-Петербурге. В 2013 г. в Воронежском госуниверситете, где и начала существование международная научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», было принято решение о расширении площадок ее проведения. Такой шаг необходим для популяризации нового направления в геологической науке, а также для решения сложных региональных проблем, связанных с преобразованием экологических функций литосферы в техногенно нагруженных территориях. Институт геологии Карельского научного центра РАН был предложен в качестве площадки для проведения следующей конференции, и осенью 2015 г. данное мероприятие состоялось. Организаторами конференции совместно с ФГБУН Институт геологии Карельского научного

центра РАН являлись ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет». Мероприятие проведено при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций.

В IV международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» приняли участие более 300 человек практически из всех регионов Российской Федерации. Об очном участии заявили 85 специалистов, представляющих ведущие вузы и научные центры Москвы, Воронежа, Санкт-Петербурга, Петрозаводска, Екатеринбурга, Дубны, Казани, Улан-Удэ, Североморска и др.

С приветственным словом на конференции выступили директор Института геологии Карельского научного центра д. г.-м. н., профессор В. В. Щипцов; начальник отдела охраны окружающей среды и эколого-просветительской деятельности Ю. И. Мизинкова – от администрации Петрозаводского городского округа; д. г.-м. н., профессор В. Т. Трофимов;



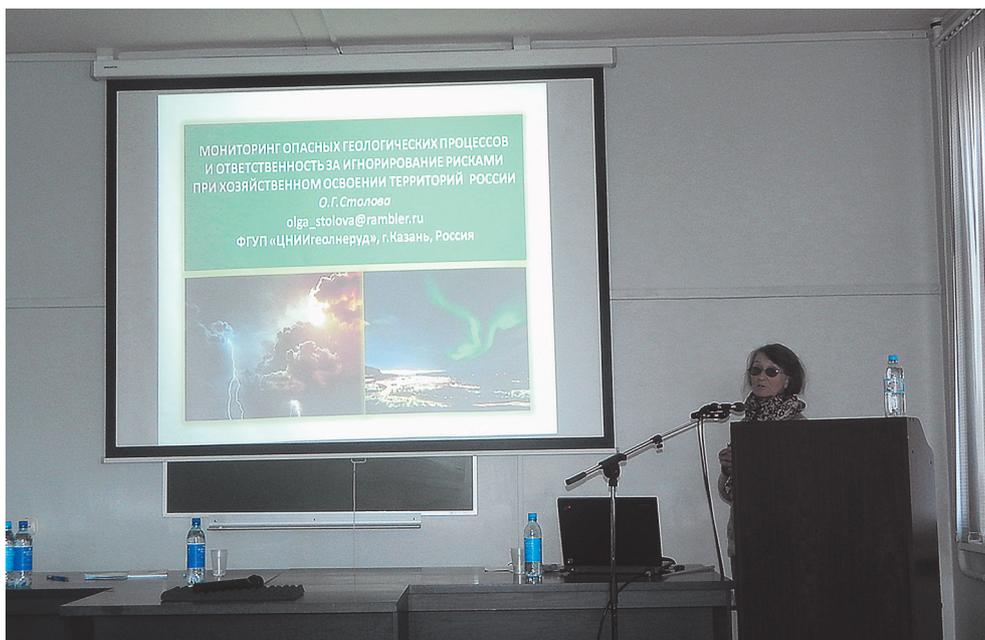
Открытие конференции. С приветственным словом к участникам обращается директор Института геологии Карельского научного центра д. г.-м. н., заслуженный деятель науки РФ и РК профессор В. В. Щипцов. В президиуме слева направо: И. И. Косинова, профессор ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»; В. Т. Трофимов, профессор, проректор ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»

д. г.-м. н., профессор И. И. Косинова – от имени основателей конференции.

На Пленарном заседании выступили видные российские ученые из Москвы, Санкт-Петербурга, Севастополя, Воронежа, Екатеринбурга и Улан-Удэ, среди которых – проректор Московского государственного университета

В. Т. Трофимов, заведующая кафедрой Воронежского государственного университета И. И. Косинова, ведущий научный сотрудник Института озероведения РАН В. М. Анохин и др.

Секционные выступления участников конференции затронули проблемы трансформации



С докладом выступает О. Г. Столова (ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт геологии не-рудных полезных ископаемых», г. Казань)



На палеовулкане Гирвас

экологических функций литосферы, экологических последствий практической и хозяйственной деятельности в геосферах, инновационных технологий в экологии и инженерных изысканиях, техносферной безопасности и современного экологического образования. Большой интерес вызвал доклад студентов Севастопольского федерального государственного университета об экологических источниках энергии Крыма. Тема оказалась актуальной для всех южных и части центральных регионов России. Активно обсуждалась тема «зеленых тарифов», которые предполагают льготы различного уровня и типа для предприятий и объектов, использующих экологически чистые источники энергии.

Программа конференции помимо научной составляющей включала экскурсионный маршрут «Петрозаводск – Марциальные Воды – Гирвас – Кивач», где участники смогли познакомиться с историко-культурными, природными, рекреационными и геологическими объектами Карелии.

По результатам конференции принята резолюция, обобщающая основные направления деятельности в теоретических и практических вопросах экологической геологии.

*Председатель Оргкомитета конференции
д. г.-м. н., профессор И. И. Косинова
Ответственный секретарь конференции
к. г. н. Н. В. Крутских*

УТРАТЫ

СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ ГАЛИНЫ АНДРЕЕВНЫ ЕЛИНОЙ (1929–2015)

17 августа 2015 года скончалась Галина Андреевна Елина – выдающийся болотовед и палеоботаник России, доктор биологических наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заслуженный деятель науки Республики Карелия.

Г. А. Елина родилась 30 ноября 1929 г. в Петрозаводске. В 1951 г. она окончила Карело-Финский (Петрозаводский) государственный университет по специальности «геоботаника» и поступила на работу в только что созданный сектор болотоведения и мелиорации Карело-Финского филиала АН СССР (ныне лаборатория болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН). И с этого времени вся научная деятельность Галины Андреевны была связана с Институтом биологии и объектами своих исследований – болотами, которые она навсегда полюбила и любовь эту передала многочисленным ученикам.

С первых же дней своей работы Галина Андреевна активно включилась в геоботанические и торфоведческие исследования болот республики. Под руководством выдающегося болотоведа Советского Союза Е. А. Галкиной она освоила полевые и камеральные методы изучения флоры, растительности болот, методы дешифрирования по аэрофотоснимкам болотной растительности и болотных ландшафтов. Свой первый автограф Галина Андреевна оставила на целой серии уникальных крупномасштабных ландшафтно-геоботанических карт болот Карелии, бережно хранимых в лаборатории болотоведения. Карты актуальны и сегодня,



постоянно используются при решении многих научных и прикладных задач.

В начале 60-х годов Галина Андреевна начинает свой самостоятельный путь в науке. Она детально изучает особо ею любимые болота Прибеломорской низменности, раскрывает особенности их флоры, растительности, структуры и динамики, посвящает им первые свои научные публикации. По результатам комплексных геоботанических, стратиграфических и палинологических исследований, выполненных под руководством В. Д. Лопатина

и Т. К. Юрковской, в 1968 г. она защитила кандидатскую диссертацию «Растительность, болотные фации и история развития болот юго-восточного Прибеломорья».

А дальше последовали важные для республики исследования продуктивности лекарственно-ягодных растений болот, разработка оригинальных методов картирования их ресурсов, организация мониторинга урожайности ягод клюквы и морошки. Эти направления исследований и сейчас актуальны для республики и продолжают ее учениками.

В 70-е годы в Карелии под руководством члена-корреспондента АН СССР Н. И. Пьявченко, ведущего болотоведа и биогеоценолога, ученика и соратника академика В. Н. Сукачева, развернулись комплексные биогеоценологические исследования естественных заболоченных земель, эффективности лесосушительной мелиорации и рационального использования болот. Галина Андреевна возглавила фундаментальные исследования структурно-функциональной организации и динамики естественных и осушенных болот на Киндасовском научном лесо-болотном стационаре. В результате были получены уникальные данные о пространственной структуре и биологической продуктивности болотных экосистем, торфонакоплении, особенностях круговорота органического вещества, зольных элементов и азота в основных типах болотных биогеоценозов.

Блестящий талант Галины Андреевны как ученого-организатора ярко проявился в 70–80-е годы, когда она возглавляла лабораторию болотных экосистем. Она уделяла большое внимание подбору и подготовке научных кадров, под ее руководством началось формирование карельской школы болотоведов – творческого коллектива лаборатории, в который в разные годы пришли выпускники Петрозаводского государственного университета, Карельского государственного педагогического института, еще студентами прошедшие проверку на пригодность к специфической работе в многочисленных экспедициях лаборатории. Изучались флора, растительность и пространственная структура болот, экология и биология болотных растений, торфяные и лекарственно-ягодные ресурсы, решались вопросы охраны болот и др. Галина Андреевна была генератором многих научных идей, но динамика болот и реконструкции палеорастительности региона становятся главным направлением ее научной деятельности.

Она вела целенаправленный сбор и анализ материалов по динамике болот и палеогеографии региона, по результатам которых в 1983 г.

была защищена докторская диссертация «Динамика лесных и болотных экосистем в голоцене на территории Карелии». Методология реконструкций и картирования палеорастительности, разработанная Г. А. Елиной, является уникальной и используется многими палинологами и палеогеографами России, она широко известна и за рубежом.

Галина Андреевна проводила многочисленные исследования не только в Карелии, но и в Мурманской, Архангельской и Вологодской областях. Они были направлены на расширение и углубление знаний о динамике природных процессов и развитии экосистем Северной Европы в позднеледниковье и голоцене с использованием комплекса методов и данных ряда смежных наук (геологии, климатологии, гидрологии и др.). Галина Андреевна проводила совместные научные исследования лаборатории болотоведения с ботаниками и палеогеографами из Финляндии (Ю. Васари) и Чехословакии (К. и Э. Рыбничковы, В. Янковска, Н. Кончалова), а также принимала непосредственное участие в выполнении ряда международных проектов («Биом – 6000», «Динамика уровней озер Северной Евразии в позднеледниковье и голоцене» и др.).

С первых лет появления Российского фонда фундаментальных исследований Галина Андреевна постоянно получала в нем поддержку на свои исследовательские, издательские и экспедиционные проекты. Ряд проектов под ее руководством были выполнены и в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических наук РАН, а также Программы «Интеграция» высшей школы и РАН. В ходе выполнения целого ряда проектов она постоянно совершенствовала методы исследований, быстро освоила и стала творчески применять современные ГИС-технологии, в том числе и для картирования палеорастительности и палеоландшафтов в разных масштабах. Результатом интенсивной и многоплановой работы стала большая серия ее статей в центральных и зарубежных изданиях, а также монографии.

Перу Галины Андреевны принадлежит свыше 180 научных работ. Среди них пять крупных монографий, три научно-популярные книги, более сотни научных статей в российских и зарубежных журналах, материалах конференций и симпозиумов различного уровня, а также тезисы, путеводители, карты. Ее научно-популярные книги «Болота раскрывают тайны» (Петрозаводск, 1986, в соавторстве с коллегами лаборатории), а также «Многоликие болота» (1987) и «Аптека на болоте» (1993), изданные

в издательстве «Наука», вызвали огромный интерес и востребованы сегодня. Успех этих книг обусловлен доступным и красочным изложением представленных материалов, собранных Г. А. Елиной в многочисленных экспедициях и поездках в разные регионы бывшего Советского Союза и в зарубежные страны, а также большим числом хороших иллюстраций. Ее научно-популярные статьи публиковались в журнале «Природа», региональных средствах массовой информации.

Под научным руководством Галины Андреевны были подготовлены и защищены четыре кандидатские диссертации и одна докторская.

Галина Андреевна активно участвовала в общественной жизни научного сообщества страны. Она являлась членом Президиума Русского ботанического общества (РБО), была его Почетным членом и 20 лет возглавляла Карельское отделение РБО. За заслуги в области

науки Г. А. Елина была награждена орденом Почета, грамотами Президиума РАН, Президиума Совета Министров и Президиума Верховного Совета КАССР, Президиума Карельского научного центра РАН. Она была лауреатом года Республики Карелия и г. Петрозаводска.

Г. А. Елина была светлым и исключительно доброжелательным человеком, разносторонне образованным, одаренным и трудолюбивым ученым. Она обладала удивительным обаянием, интеллигентностью и преданностью научной истине.

Светлая память о Галине Андреевне Елиной навсегда сохранится в сердцах ее коллег и учеников. С особой благодарностью ее будут вспоминать исследователи, которым она открыла удивительный мир болот.

Коллеги, ученики и болотоведы Карелии

СТАНИСЛАВ ПЕТРОВИЧ КИТАЕВ (1932–2015)

4 ноября 2015 г. ушел из жизни профессор, доктор биологических наук, заслуженный деятель науки Республики Карелия Станислав Петрович Китаев – известный в России и за рубежом ученый в области лимнологии, ихтиологии и экологии.

С. П. Китаев родился в 1932 г. в Петрозаводске, в семье служащих. В 1957 году с отличием окончил Петрозаводский государственный университет, затем работал директором Суйс-тамского рыбозавода (1957–1959 гг.), старшим научным сотрудником в Карельском отделении ГосНИОРХ (1959–1964 гг.), во ВНИИПРХ, пос. Рыбное Московской области (1964–1965 гг.), начальником цеха товарного рыбозавода при Петрозаводском рыбокомбинате (1965–1970 гг.). В эти же годы заочно обучался в аспирантуре при Петрозаводском госуниверситете и до 1971 г. здесь же работал научным сотрудником на кафедре зоологии и дарвинизма. В 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Характеристика экологического фона жизни рыб озер Балтийского кристаллического щита». Затем с 1971 по 1985 год работал в должности старшего научного сотрудника, зав. лаборатории в СеврыбНИИпроекте. В 1984 г. в Зоологическом институте РАН (г. Ленинград) защитил докторскую диссертацию на тему «Экологические основы биопродуктивности озер разных природных (тундра, тайга, смешанный лес) зон». В 1985 г. Станислав Петрович перешел на работу в лабораторию экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии Карельского научного центра РАН, где начался новый плодотворный период его жизни. Здесь появилось больше возможностей для осуществления научных планов, чему в немалой степени способствовали его умение легко находить контакт с людьми, бесконфликтность, природная скромность, простота в общении и высокая работоспособность. С 1992 г. он – главный научный сотрудник, в 2006 г. ему присвоено



ученое звание профессора по специальности «экология».

Станислав Петрович Китаев – один из основателей карельской школы ихтиологов и гидробиологов, владевший огромным, энциклопедическим объемом научных знаний и богатейшим практическим опытом работы в области лимнологии, экологии, ихтиологии и рыбозаводства. Его научные интересы широки и многообразны: изучение продукционных возможностей озер разных природных зон Европы и Северной Америки и систематика сиговых рыб. Станислав Петрович принимал участие в изучении макрозообентоса и рыб озер Карелии, Архангельской и Мурманской областей, Армении (озеро Севан), рек Дальнего Востока и рисовых чеков в Средней Азии.

За более чем 50-летний период научной деятельности Станислав Петрович внес существенный вклад в развитие ряда направлений современной лимнологии, гидробиологии, экологии. Начиная с 60-х годов прошлого века он занимался экологической паспортизацией озер Европы (более 4 тыс. типовых паспортов), что

позволило создать базу данных по озерам разных природных зон, расположенных в бассейнах Балтийского, Баренцева и Белого морей. Станислав Петрович обосновал необходимость зонального подхода для оценки рыбопродукции и ихтиомассы озер, выявил их зависимость от гидрологических и гидрохимических показателей. Рассчитал коэффициент изменения концентрации веществ в воде атмосферных осадков и показал его изменение в разных природных зонах Европы и Северной Америки. Эти работы не имеют аналогов в России и высоко оценены зарубежными исследователями. Как разносторонний высококвалифицированный специалист-лимнолог, он постоянно участвовал в решении задач практического рыбоводства в Карелии и за ее пределами. Он являлся автором программы «Экологический мониторинг озерно-речных систем Карелии», целью которой была охрана водоемов от антропогенного воздействия проектируемых и функционирующих форелевых хозяйств. Теоретические разработки С. П. Китаева по систематике сиговых рыб служат основой для биологического обоснования технологии их заводского разведения и используются на рыбозаводах Карелии и других регионов России. В центре его внимания находились наиболее актуальные природоохранные проблемы сохранения качества природных вод и увеличения численности ценных видов рыб в водоемах Восточной Фенноскандии. Он активно участвовал в теоретическом обосновании организации сети охраняемых природных территорий на Северо-Западе России. Им разработаны принципы зональной оценки продукционных возможностей и лимитирования антропогенной нагрузки на водоемы России и сопредельных стран, которыми пользуются многие отечественные и зарубежные исследователи. Успешному решению поставленных научных задач содействовало его активное сотрудничество с ведущими учеными ЗИН РАН, ИППЭ им. А. Н. Северцова РАН, Института озераведения РАН, Института биологии внутренних вод РАН, ГосНИОРХа, МГУ, а также со специалистами Карелии и других регионов России. На постоянной основе Станислав Петрович сотрудничал с коллегами из ведущих институтов и университетов Финляндии, Норвегии, Австрии, Польши, Чехии.

За столь продолжительный период научной работы он был научным руководителем и ответственным исполнителем большого количества госбюджетных и договорных НИР и международных проектов. Его исследования постоянно поддерживались грантами различных научных фондов (РФФИ и РФНФ), федеральных

программ ФЦНТП и ФЦП, ведомственных программ фундаментальных исследований Президиума РАН и ОБН РАН, региональных программ Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства РК, Министерства экономического развития РК и других. Дважды (в 1997–1999 и 2000–2002 гг.) он был удостоен Государственной научной стипендии РАН для выдающихся ученых, учрежденной Указом Президента Российской Федерации.

Основные итоги научных исследований С. П. Китаева обобщены в многочисленных книгах, сборниках и брошюрах (около 150 научных публикаций, в том числе 6 монографий). Среди них монографии «Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон» (1984), «Ихтиомасса и рыбопродукция малых и средних озер и способы их определения» (1994), «Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов» (2007) и др., являющиеся настольными пособиями для ихтиологов, гидробиологов и практических работников рыбного хозяйства, которые принесли ему не только российскую, но и мировую известность. Он автор и соавтор многих очерков в Красных книгах Республики Карелия (1995, 1998 и 2007 гг.) и Восточной Фенноскандии (Red Data Book of East Fennoscandia, издана в Финляндии в 1998 г.) и в издании «Энциклопедия Карелии» (2009 г.).

Интенсивную исследовательскую работу С. П. Китаев успешно сочетал с активной научно-организационной деятельностью. Он являлся постоянным участником международных, всероссийских и межрегиональных научных конференций, неоднократно был председателем или членом оргкомитета конференций, совещаний, симпозиумов. Станислав Петрович отличался широкой эрудицией в области лимнологии и смежных наук, обладал общительным характером и всегда был открыт для дискуссий с коллегами на различные темы. Он щедро делился своим богатым научным опытом с коллегами и молодыми учеными. Станислав Петрович довольно часто рецензировал статьи, монографии, научные отчеты, выступал в качестве оппонента на защитах кандидатских и докторских диссертаций, осуществлял руководство курсовыми и дипломными работами студентов, аспирантов и соискателей. Под его научным руководством защищено пять кандидатских и две докторские диссертации. С. П. Китаев входил в состав Научного консультативного Совета Межведомственной ихтиологической комиссии РАН (г. Москва); был Председателем Карельского отделения Гидробиологического общества при РАН; членом специализированного

совета по защите кандидатских и докторских диссертаций в Петрозаводском госуниверситете. Он входил в состав редколлегии издания Карельского научного центра РАН «Энциклопедия Карелии», был членом Ученого совета Института биологии и Института водных проблем Севера КарНЦ РАН и СевНИИРХа при ПетрГУ. Принимал активное участие в работе научно-технических советов республиканских научных организаций и являлся главным экспертом-экологом при Министерстве экологии РК.

За большой вклад в развитие науки и многолетнюю плодотворную деятельность С. П. Китаеву было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Карелия» (1992 г.). Он награжден медалью «Ветеран

труда» (1990 г.), Почетными грамотами Президиума Верховного Совета КАССР, Минрыбхоза СССР, Почетными грамотами РАН и профсоюза работников РАН, Президиума Карельского научного центра РАН.

Научные направления, разработанные С. П. Китаевым, получают дальнейшее развитие в работах его учеников и соратников. Всем, знавшим Станислава Петровича, будет так не хватать общения с ним, его советов. Добрую память о нем надолго сохранят коллеги, его многочисленные ученики и последователи.

*А. Н. Круглова,
Н. В. Ильмаст,
О. П. Стерлигова*

РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

Тяжелые металлы в почвах Карелии / Отв. ред. Г. В. Ахметова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 222 с.: ил. 60, табл. 64, библиогр. 203 назв.

Авторы: Н. Г. Федорец, О. Н. Бахмет, М. В. Медведева, Г. В. Ахметова, С. Г. Новиков, Ю. Н. Ткаченко, А. Н. Солодовников

В монографии обобщены результаты многолетних исследований загрязнения почв Карелии тяжелыми металлами. Показаны закономерности содержания и распределения тяжелых металлов по профилю в почвах ненарушенных лесных экосистем. Приведены результаты фоновое мониторинга почв государственных заповедников «Костомукшский» и «Кивач», исследований почв различных типов ландшафтов среднетаежной подзоны Карелии. Эти данные могут служить исходной точкой для индикации загрязнения почв тяжелыми металлами. Обобщены и представлены результаты экологического мониторинга в зоне воздействия Костомукшского горно-обогатительного комбината, являющегося одним из наиболее крупных источников загрязнения атмосферы и почв в Карелии. В связи с интенсивным освоением лесных ресурсов актуальна приведенная информация о накоплении тяжелых металлов в почвах естественных и пройденных рубками сосновых лесов. Выявлены особенности загрязнения г. Петрозаводска тяжелыми металлами и составлены картосхемы их содержания в верхних горизонтах городских почв. Установлен порог чувствительности микроорганизмов к тяжелым металлам в зависимости от их систематического положения, а также биологиче-



ской активности почв на фоне изменений почвенных факторов.

Представленный материал может быть использован для разработки природоохранных мероприятий, решения задач охраны почв от загрязнения, для проведения экологического мониторинга.

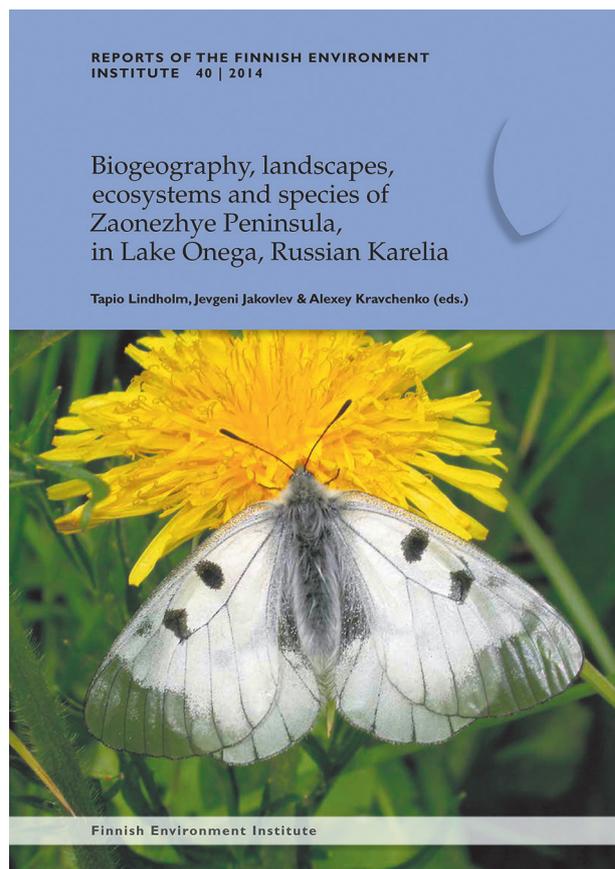
Для специалистов биологического профиля, преподавателей, аспирантов и студентов.

Biogeography, landscapes, ecosystems and species of Zaonezhye Peninsula, in Lake Onega, Russian Karelia / Eds Tapio Lindholm, Jevgeni Jakovlev and Alexei Kravchenko. Reports of the Finnish Environment Institute, 2014. Vol. 40. 359 p.

Заонежье – Заонежский полуостров, занимающий срединную часть северного берега Онежского озера и примыкающие к нему многочисленные острова, располагается в Республике Карелия, на восточной окраине Фенноскандинавского щита. Это уникальная природная территория, где можно найти почти все типы рельефа и рыхлых отложений четвертичного возраста, развитых на Северо-Западе России. Выходы основных пород с высоким содержанием углеродистого вещества обуславливают высокое плодородие местных почв, и как следствие – исключительно богатую природу с высоким уровнем разнообразия флоры и фауны. В лесах и на лугах встречаются многие редкие виды растений и лишайников, приуроченные к кальцефильным местообитаниям. Очень богата флора евтрофных травяных болот. Близость Онего – чистого глубоководного озера, второго по величине в Европе – оказывает благотворное влияние на климат. Благодаря богатству почв и сравнительно мягкому климату территория Заонежья давно освоена человеком, здесь широко распространены луговые сообщества, мозаично чередующиеся с различными типами лесных и болотных местообитаний.

В данном издании впервые приводятся подробные списки видов сосудистых растений, мхов, лишайников, древообитающих грибов и насекомых, охватывающие всю территорию Заонежского полуострова, Кижского архипелага и других прилегающих островов. Определены имеющие наибольшую природоохранную ценность участки на юге и юго-востоке полуострова, где рекомендуется создать шесть новых памятников природы.

Книга содержит следующие разделы, характеризующие природу Заонежского полуострова: Геология и география – Геологи-



ческое строение. Геоморфология и четвертичные отложения. Гидрографическая сеть. Почвенный покров. Палеогеография. Существующие и планируемые особо охраняемые территории; Ландшафты, экосистемы и биогеография – Современные ландшафты. Ландшафтная структура. Лесной покров. Структура насаждений. Болота. Луга; Флора и фауна – Высшие сосудистые растения. Мхи. Лишайники (список видов). Редкие и уязвимые виды лишайников. Древообитающие грибы. Фауна насекомых. Указатель географических названий и топонимов для упоминаемых в списках видов мест находок высших сосудистых растений, мохообразных, лишайников, грибов и насекомых.

Книга находится в открытом доступе в сети Интернет: <http://www.syke.fi/en-US/Publications>

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации
в «Трудах Карельского научного центра Российской академии наук», с 2015 г.)

«Труды Карельского научного центра Российской академии наук» (далее – Труды КарНЦ РАН) публикуют результаты завершённых оригинальных исследований в различных областях современной науки: теоретические и обзорные статьи, сообщения, материалы о научных мероприятиях (симпозиумах, конференциях и др.), персоналии (юбилеи и даты, потери науки), статьи по истории науки. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные.

Статьи проходят обязательное рецензирование. Решение о публикации принимается редакционной коллегией серии или тематического выпуска Трудов КарНЦ РАН после рецензирования, с учётом научной значимости и актуальности представленных материалов. Редколлегия серий и отдельных выпусков Трудов КарНЦ РАН оставляет за собой право возвращать без регистрации рукописи, не отвечающие настоящим правилам.

При получении редакцией рукопись регистрируется (в случае выполнения авторами основных правил её оформления) и направляется на отзыв рецензентам. Отзыв состоит из ответов на типовые вопросы анкеты и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылаются электронная версия анкеты и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее чем через месяц после получения рецензии. Перед опубликованием авторам высылаются распечатанная версия статьи, которая вычитывается, подписывается авторами и возвращается в редакцию.

Журнал имеет полноценную электронную версию на базе Open Journal System (OJS), позволяющую перевести предоставление и редактирование рукописи, общение автора с редколлегиями серий и рецензентами в электронный формат и обеспечивающую прозрачность процесса рецензирования при сохранении анонимности рецензентов (<http://journals.krc.karelia.ru/>).

Редакционный совет журнала «Труды Карельского научного центра РАН» (Труды КарНЦ РАН) определил для себя в качестве одного из приоритетов полную открытость издания. Это означает, что пользователям на условиях свободного доступа разрешается: читать, скачивать, копировать, распространять, печатать, искать или находить полные тексты статей журнала по ссылке без предварительного разрешения от издателя и автора. Учредители журнала берут на себя все расходы по редакционно-издательской подготовке статей и их опубликованию.

Содержание номеров Трудов КарНЦ РАН, аннотации и полнотекстовые электронные варианты статей, а также другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступны на сайтах – <http://transactions.krc.karelia.ru>; <http://journals.krc.karelia.ru>

Почтовый адрес редакции: 185000, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, КарНЦ РАН, редакция Трудов КарНЦ РАН. Телефон: (8142) 762018.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ

Статьи публикуются на русском или английском языке. Рукописи должны быть тщательно выверены и отредактированы авторами.

Объём рукописи (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам, рисунки) не должен превышать: для обзорных статей – 30 страниц, для оригинальных – 25, для сообщений – 15, для хроники и рецензий – 5–6. Объём рисунков не должен превышать 1/4 объёма статьи. Рукописи большего объёма (в исключительных случаях) принимаются при достаточном обосновании по согласованию с ответственным редактором.

При оформлении рукописи применяется полуторный межстрочный интервал, шрифт Times New Roman, кегль 12, выравнивание по обоим краям. Размер полей страницы – 2,5 см со всех сторон. Все страницы, включая список литературы и подписи к рисункам, должны иметь сплошную нумерацию в нижнем правом углу. Страницы с рисунками не нумеруются.

Рукописи подаются в электронном виде в формате MS Word на сайте <http://journals.krc.karelia.ru> либо на e-mail: trudy@krc.karelia.ru, или же представляются в редакцию лично (г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, каб. 502). К рукописи желательно прилагать два бумажных экземпляра, напечатанных на одной стороне листа формата А4 в одну колонку.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ СТАТЬИ

Элементы статьи должны располагаться в следующем порядке: *УДК* курсивом на первой странице, в левом верхнем углу; заглавие статьи на русском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; инициалы, фамилии всех авторов на русском языке полужирным шрифтом; полное название организации – места работы каждого автора в именительном падеже на русском языке курсивом (если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно); аннотация на русском языке; ключевые слова на русском языке; инициалы, фамилии всех авторов на английском языке полужирным шрифтом; название статьи на английском языке заглавными буквами полужирным шрифтом; аннотация на английском языке; ключевые слова на английском языке; текст статьи (статья экспериментального характера, как правило, должны иметь разделы: **Введение. Материалы и методы. Результаты и обсуждение. Выводы** либо **Заключение**); благодарности и указание источников финансирования выполненных исследований; списки литературы: с библиографическими описаниями на языке и алфавите оригинала (**Литература**) и транслитерированный в латиницу с переводом русскоязычных источников на английский язык (**References**); таблицы (на отдельных листах); рисунки (на отдельных листах); подписи к рисункам (на отдельном листе).

На отдельном листе дополнительные сведения об авторах: фамилии, имена, отчества всех авторов полностью на русском и английском языке; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языке; должности, научные звания, ученые степени авторов; адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ должно точно отражать содержание статьи* и состоять из 8–10 значимых слов.

АННОТАЦИЯ** должна быть лишена вводных фраз, создавать возможно полное представление о содержании статьи и иметь объем не менее 200 слов. Рукопись с недостаточно раскрывающей содержание аннотацией может быть отклонена.

Отдельной строкой приводится перечень КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ (не менее 5). Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга точкой с запятой, в конце фразы ставится точка. Слова, фигурирующие в заголовке статьи, ключевыми являться не могут.

Раздел «Материалы и методы» должен содержать сведения об объекте исследования с обязательным указанием латинских названий и сводок, по которым они приводятся, авторов классификаций и пр. Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Желательна статистическая обработка всех количественных данных. Необходимо возможно точнее обозначать местонахождения (в идеале – с точным указанием географических координат).

Изложение результатов должно заключаться не в пересказе содержания таблиц и графиков, а в выявлении следующих из них закономерностей. Автор должен сравнить полученную им информацию с имеющейся в литературе и показать, в чем заключается ее новизна. Следует ссылаться на табличный и иллюстративный материал так: на рисунки, фотографии и таблицы в тексте (рис. 1, рис. 2, табл. 1, табл. 2 и т. д.), фотографии, помещаемые на вклейках (рис. I, рис. II). Обсуждение завершается формулировкой в разделе «Заключение» основного вывода, которая должна содержать конкретный ответ на вопрос, поставленный во «Введении». Ссылки на литературу в тексте даются фамилиями, например: Карху, 1990 (один автор); Раменская, Андреева, 1982 (два автора); Крутов и др., 2008 (три автора или более) либо начальным словом описания источника, приведенного в списке литературы, и заключаются в квадратные скобки. При перечислении нескольких источников работы располагаются в хронологическом порядке, например: [Иванов, Топоров, 1965; Успенский, 1982; Erwin et al., 1989; Атлас..., 1994; Longman, 2001].

ТАБЛИЦЫ нумеруются в порядке упоминания их в тексте, каждая таблица имеет свой заголовок. На полях бумажного экземпляра рукописи (слева) карандашом указываются места расположения таблиц при первом упоминании их в тексте. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Материал таблиц должен быть понятен без дополнительного обращения к тексту. Все сокращения, использованные в таблице, поясняются в Примечании, расположенном под ней. При повторении цифр в столбцах нужно их повторять, при повторении слов – в столбцах ставить кавычки. Таблицы могут быть книжной или альбомной ориентации (при соблюдении вышеуказанных параметров страницы).

РИСУНКИ представляются отдельными файлами с расширением TIF (* .TIF) или JPG. При первичной подаче материала в редакцию рисунки вставляются в общий текстовый файл. При сдаче материала, принятого в печать, все рисунки из текста статьи должны быть убраны и представлены в виде отдельных файлов в вышеуказанном формате. Графические материалы должны быть снабжены распечатками с указа-

* Названия видов приводятся на латинском языке КУРСИВОМ, в скобках указываются высшие таксоны (семейства), к которым относятся объекты исследования.

** Обращаем внимание авторов, что в связи с подготовкой журнала к включению в международные базы данных библиографических описаний и научного цитирования расширенная аннотация на английском языке, а также транслитерированный в латиницу список использованной литературы приобретают особое значение.

нием желательного размера рисунка, пожеланий и требований к конкретным иллюстрациям. На каждый рисунок должна быть как минимум одна ссылка в тексте. Иллюстрации объектов, исследованных с помощью фотосъемки, микроскопа (оптического, электронного трансмиссионного и сканирующего), должны сопровождаться масштабными линейками, причем в подрисуночных подписях надо указать длину линейки. Приводить данные о кратности увеличения необязательно, поскольку при публикации рисунков размеры изменятся. Крупномасштабные карты желательно приводить с координатной сеткой, обозначениями населенных пунктов и/или названиями физико-географических объектов и разной фактурой для воды и суши. В углу карты желательна врезка с мелкомасштабной картой, где был бы указан участок, увеличенный в крупном масштабе в виде основной карты.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ должны содержать достаточно полную информацию, для того чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации). Аббревиации расшифровываются в подрисуночных подписях.

ЛАТИНСКИЕ НАЗВАНИЯ. В расширенных латинских названиях таксонов не ставится запятая между фамилией авторов и годом, чтобы была понятна разница между полным названием таксона и ссылкой на публикацию в списке литературы. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Вписывать латинские названия в текст от руки недопустимо. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и желательно с годом, например: водяной ослик (*Asellus aquaticus* (L. 1758)). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования, например, для брюхоногого моллюска *Margarites groenlandicits* (Gmelin 1790) – *M. groenlandicus* или для подвида *M. g. umbilicalis*.

СОКРАЩЕНИЯ. Разрешаются лишь общепринятые сокращения – названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.

БЛАГОДАРНОСТИ. В этой рубрике выражается признательность частным лицам, сотрудникам учреждений и фондам, оказавшим содействие в проведении исследований и подготовке статьи, а также указываются источники финансирования работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5.-2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем – работы на языках с латинским алфавитом. В списке литературы между инициалами ставится пробел.

ТРАНСЛИТЕРИРОВАННЫЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (References). Приводится отдельным списком, повторяя все позиции основного списка литературы. Описания русскоязычных работ указываются в латинской транслитерации, рядом в квадратных скобках помещается их перевод на английский язык. Выходные данные приводятся на английском языке (допускается транслитерация названия издательства). При наличии переводной версии источника можно указать его библиографическое описание вместо транслитерированного. Библиографические описания прочих работ приводятся на языке оригинала. Для составления списка рекомендуется использование бесплатной программы транслитерации на сайте <http://translit.ru/>, вариант BCI.

Внимание! С 2015 года каждой статье, публикуемой в «Трудах Карельского научного центра РАН», редакцией присваивается уникальный идентификационный номер цифрового объекта (DOI) и статья включается в базу данных CrossRef. **Обязательным условием является указание в списках литературы DOI для тех работ, у которых он есть.**

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ 1-Й СТРАНИЦЫ

УДК 631.53.027.32:635.63

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПРЕДПОСЕВНОГО ЗАКАЛИВАНИЯ СЕМЯН НА ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Е. Г. Шерудило¹, М. И. Сысоева¹, Г. Н. Алексейчук², Е. Ф. Марковская¹

¹Институт биологии Карельского научного центра РАН

²Институт экспериментальной ботаники НАН Республики Беларусь им. В. Ф. Купревича

Аннотация на русском языке

Ключевые слова: *Cucumis sativus* L.; кратковременное снижение температуры; устойчивость.

E. G. Sherudilo, M. I. Sysoeva, G. N. Alekseichuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Аннотация на английском языке

Key words: *Cucumis sativus* L.; temperature drop; resistance.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

Биотоп (площадка)	Кол-во видов	Встречаемость видов нематод в 5 повторностях				
		100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
1Н	26	8	4	1	5	8
2Н	13	2	1	1	0	9
3Н	34	13	6	3	6	6
4Н	28	10	5	2	2	9
5Н	37	4	10	4	7	12

Примечание. Здесь и в табл. 3–4: биотоп 1Н – территория, заливаемая в сильные приливы; 2Н – постоянно заливаемый луг; 3Н – редко заливаемый луг; 4Н – незаливаемая территория; 5Н – периодически заливаемый луг.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПОДПИСИ К РИСУНКУ

Рис. 1. Северный точильщик (*Hadrobregmus confuses* Kraaz.)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Вольф Г. Н. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии / Ред. Г. Снатцке. М.: Мир, 1970. С. 348–350.

Патрушев Л. И. Экспрессия генов. М.: Наука, 2000. 830 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

В транслитерированном списке литературы:

Vol'f G. N. Dispersiya opticheskogo vrashheniya i krugovoj dikhroizm v organicheskoy khimii [Optical rotatory dispersion and circular dichroism in Organic Chemistry]. Ed. G. Snattske. Moscow: Mir, 1970. P. 348–350.

Patrushev L. I. Ekspressiya genov [Gene expression]. Moscow: Nauka, 2000. 830 p.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques. Eds P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Викторов Г. А. Межвидовая конкуренция и сосуществование экологических гомологов у паразитических перепончатокрылых // Журн. общ. биол. 1970. Т. 31, № 2. С. 247–255.

Grove D. J., Loisesides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri* // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, no. 4. P. 507–516.

Noctor G., Queval G., Mhamdi A., Chaouch A., Foyer C. H. Glutathione // Arabidopsis Book. American Society of plant Biologists, Rockville, MD. 2011. doi:10.1199/tab.0142

В транслитерированном списке литературы:

Viktorov G. A. Mezvidovaya konkurentsiya i sosushhestvovanie ehkologicheskikh gomologov u paraziticheskikh pereponchatokrylykh [Interspecific competition and coexistence ecological homologues in parasitic Hymenoptera]. Zhurn. obshh. biol. 1970. Vol. 31, no. 2. P. 247–255.

Grove D. J., Loisesides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri*. J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, no. 4. P. 507–516.

Noctor G., Queval G., Mhamdi A., Chaouch A., Foyer C. H. Glutathione. Arabidopsis Book. American Society of plant Biologists, Rockville, MD. 2011. doi:10.1199/tab.0142

Ссылки на материалы конференций

Марьянских Д. М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11–12 сент. 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 125–128.

В транслитерированном списке литературы:

Mar'inskikh D. M. Razrabotka landshaftnogo plana kak neobkhodimoe uslovie ustoichivogo razvitiya goroda (na primere Tyumeni) [Landscape planning as a necessary condition for sustainable development of a city (example of Tyumen)]. *Ekologiya landshafta i planirovanie zemlepol'zovaniya: tezisy dokl. Vseros. konf. (Irkutsk, 11–12 sent. 2000 g.)* [Landscape ecology and land-use planning: abstracts of all-Russian conference (Irkutsk, Sept. 11–12, 2000)]. Novosibirsk, 2000. P. 125–128.

Ссылки на диссертации или авторефераты диссертаций

Шефтель Б. И. Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

Лозовик П. А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: дис. ... докт. хим. наук. Петрозаводск, 2006. 481 с.

В транслитерированном списке литературы:

Sheftel' B. I. *Ekologicheskie aspekty prostranstvenno-vremennykh mezvidovykh vzaimootnoshenii zemlerоек Srednei Sibiri* [Ecological aspects of spatio-temporal interspecies relations of shrews of Middle Siberia]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Moscow, 1985. 23 p.

Lozovik P. A. *Gidrogeokhimicheskie kriterii sostoyaniya poverkhnostnykh vod gumidnoi zony i ikh ustoichivosti k antropogennomu vozdeistviyu* [Hydrogeochemical criteria of the state of surface water in humid zone and their tolerance to anthropogenic impact]: DSc (Dr. of Chem.) thesis. Petrozavodsk, 2006. 481 p.

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28.04.12.2000.

Еськов Д. Н., Серегин А. Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

В транслитерированном списке литературы:

Patent RF № 2000130511/28. 04.12.2000 [Russian patent No. 2000130511/28. December 4, 2000].

Es'kov D. N., Seregin A. G. *Optiko-elektronnyi apparat* [Optoelectronic apparatus]. Patent Rossii № 2122745 [Russian patent No. 2122745]. 1998. Bulletin No. 33.

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я. П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

В транслитерированном списке литературы:

Grebenshchikov Ya. P. *K nebol'shomu kursu po bibliografii: materialy i zametki*, 26 fevr. – 10 marta 1924 g. [Brief course on bibliography: the materials and notes, Febr. 26 – March 10, 1924]. OR RNB. F. 41. St. un. 45. L. 1–10.

Ссылки на интернет-ресурсы

Паринов С. И., Ляпунов В. М., Пузырев Р. Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. 2003. Т. 6, вып. 1. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.12.2015).

Демография. Официальная статистика / Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 25.12.2015).

В транслитерированном списке литературы:

Parinov S. I., Lyapunov V. M., Puzyrev R. L. *Sistema Sotsionet kak platforma dlya razrabotki nauchnykh informatsionnykh resursov i onlainovykh servisov* [Socionet as a platform for development of scientific information resources and online services]. *Elektron. b-ki [Digital library]*. 2003. Vol. 6, iss. 1. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (accessed: 25.11.2006).

Demografiya. Oficial'naja statistika [Demography. Official statistics]. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Federal state statistics service]*. URL: <http://www.gks.ru/> (accessed: 25.12.2015).

Ссылки на электронные ресурсы на CD-ROM

Государственная Дума, 1999–2003 [Электронный ресурс]: электронная энциклопедия / Аппарат Гос. Думы Федер. Собрания Рос. Федерации. М., 2004. 1 CD-ROM.

В транслитерированном списке литературы:

Gosudarstvennaya Duma, 1999–2003 [State Duma, 1999–2003]. Electronic encyclopedia. The office of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation. Moscow, 2004. 1 CD-ROM.

TABLE OF CONTENTS

I. A. Baryshev. HISTORY OF THE STUDY OF MACROZOOBENTHOS IN RIVERS OF KARELIA AND MURMANSK REGION	3
A. N. Kruglova. ON THE HISTORY OF ZOOPLANKTON STUDIES IN RIVERS OF KARELIA	21
L. V. Anikieva, E. P. Ieshko, E. A. Rummyantsev. ECOLOGICAL ANALYSIS OF HELMINTHS IN VENDACE AND SMELT FROM LAKE ONEGO	37
D. S. Savosin, O. P. Sterligova, N. V. Il'mast. DISTRIBUTION AND HABITATS OF THE DENSELY-RAKED WHITEFISH, <i>COREGONUS LAVARETUS</i> (L.), IN WATERBODIES OF KARELIA	48
S. I. Grabovik, O. L. Kuznetsov. GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CENOPOPULATIONS OF <i>SPHAGNUM</i> MOSSES IN NATURAL AND TRANSFORMED MIRES OF KARELIA	59
T. A. Sukhareva. ELEMENTAL COMPOSITION OF THALLI OF THE LICHEN <i>CLADONIA STELLARIS</i> UNDER AIR POLLUTION	70
A. A. Fenko, V. N. Tarasova. DISTRIBUTION AND CONDITION OF THE PROTECTED LICHEN <i>BRYORIA NADVORNIKIANA</i> (GYELN.) BRODO ET D. HAWKSW. IN FOREST COMMUNITIES IN THE CITY OF PETROZAVODSK	83
N. V. Genikova, E. V. Toropova, A. M. Kryshen'. THE RESPONSE OF SPECIES IN THE GROUND COVER OF A BILBERRY TYPE SPRUCE STAND TO LOGGING	92
T. L. Guseva, A. V. Korosov. COMMON SHREW (<i>SOEXARANEUS</i> (LINNAEUS, 1758)) DISTRIBUTION ACROSS MOSAIC LANDSCAPES OF SOUTHERN KARELIA	100
CHRONICLE	
S. R. Znamenskii. International Symposium "Mires of Northern Europe: Biodiversity, Dynamics, Management" (Petrozavodsk, September 2–5, 2015)	108
I. I. Kosinova, N. V. Krutskikh. 4 th Conference "Environmental Geology: Theory, Practices, and Regional Problems" (Petrozavodsk, September 30 – October 2, 2015)	110
BEREAVEMENTS	
In cherished memory of Galina A. Yelina (1929–2015)	113
A. N. Kruglova, N. V. Il'mast, O. P. Sterligova. Stanislav P. Kitaev (1932–2015)	116
REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY	119
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	121

Научное издание

**Труды Карельского научного центра
Российской академии наук**
№ 4, 2016

Серия ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Печатается по решению
Президиума Карельского научного центра РАН*

Выходит 12 раз в год

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-48848 от 02.03.2012 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций

Редактор А. И. Мокеева
Компьютерная верстка Г. О. Предтеченский

Подписано в печать 15.04.2016. Дата выхода 29.04.2016. Формат 60x84^{1/8}.
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 14,0. Усл. печ. л. 14,8.
Тираж 200 экз. Заказ 347. Цена свободная

Учредитель и издатель: Карельский научный центр РАН, 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

Оригинал-макет: Редакция научного издания «Труды КарНЦ РАН»

Типография: Редакционно-издательский отдел КарНЦ РАН
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50