

Карельский научный центр  
Российской академии наук

# **ТРУДЫ**

## **КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

№ 2, 2015

Серия ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Петрозаводск  
2015

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. МУЛЛОНИН, 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)

Зав. редакцией А. И. Мокеева  
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, 2015  
© Институт биологии Карельского научного центра РАН, 2015  
© Институт водных проблем Севера  
Карельского научного центра РАН, 2015  
© Институт леса Карельского научного центра РАН, 2015

УДК 581.526.452 (470.22)

## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КСЕРОМЕЗОФИТНЫХ И МЕЗОФИТНЫХ ЛУГОВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ КАРЕЛИИ: ЭКОЛОГО-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

**С. Р. Знаменский**

*Институт биологии Карельского научного центра РАН*

Представлена типология мезофитной и ксеромезофитной луговой растительности среднетаежной Карелии с позиций современного состояния самой растительности и современных методов исследования. Выделены основные дифференцирующие факторы среды, которыми в настоящее время являются богатство почв азотом, почвенное увлажнение и дисперсионный состав почв. При этом в масштабах всего рассмотренного региона роль почвенного азота в 2–3 раза выше почвенного увлажнения, что объясняется сильным антропогенным прессом второй половины XX века. Выделены четыре укрупненные ассоциации, для которых приведены диагностические виды. Констатирован сдвиг в сторону большей нитрофильности сообществ по сравнению с серединой XX века.

**Ключевые слова:** типология, луговые сообщества, дифференцирующие факторы среды, диагностические виды, эколого-ценотические группы, свиты.

### **S. R. Znamenskii. XEROMESIC AND MESIC MEADOW VEGETATION IN SOUTHERN BOREAL ZONE OF KARELIA. ECOLOGICAL AND TOPOLOGICAL APPROACH**

A new typology of mesic and xeromesic meadow vegetation in the Southern Boreal zone of Karelia is introduced based on the contemporary meadow vegetation conditions and modern multivariate methodological approaches. The main differentiating environmental factors are identified. Currently they include soil nitrogen pool, soil moisture and particle size. Generally, the importance of soil nitrogen is two to three times higher than soil moisture region-wide due to intensive anthropogenic pressure in the second half of the 20<sup>th</sup> century. Four consolidated associations of meadow vegetation are defined, each characterized by a set of diagnostic species. The shift towards a high soil nitrogen content has been recorded.

**Key words:** typology, meadow communities, differentiating environmental factors, diagnostic species, ecological-coenotic groups, series.

### **Введение**

Республика Карелия относится к регионам России, где луговая растительность изучена достаточно подробно. Солидный базис в этой

области создан М. Л. Раменской, всесторонне изучившей луга республики в середине XX века и опубликовавшей монографию «Луговая растительность Карелии» [Раменская, 1958]. В данной монографии растительность как собственно

лугов, так и лугоподобных влажных сообществ рассмотрена детально и предложена схема классификации, включившая свыше трех сотен ассоциаций (точное число назвать нельзя, поскольку ассоциации были выделены не во всех формациях), относимых к 26 формациям. В последующие годы был опубликован целый ряд работ, посвященных растительности лугов отдельных районов южной Карелии, где список луговых формаций существенно расширен [Лобанова, Белоусова, 1969; Лопатин, 1971; Зайкова, 1971, 1980; Юдина, 1999, 2000; Лайдинен, 2010].

Здесь надо отметить, что классификация луговой растительности вообще представляет собой задачу нетривиальную. Простой и популярный в русской геоботанической школе доминантный подход тут малоприменим. Сообщества лугов, в особенности мезофитных, содержат очень большое число видов. Если видовой фонд верхового болота составляет 10–20 видов растений, бореального леса – 20–30, неморального леса – 40–50 [Pärtel et al., 1996], то для мезофитного луга Карелии значение в 60 видов на сообщество является заурядным, а самые богатые луга могут содержать 120–130 видов растений. Видимые доминанты при этом в сообществе могут отсутствовать вовсе или сменяться из года в год, а то и в течение одного вегетационного сезона, чему способствует высокая подвижность луговой растительности. Недостатки классификаций, основанных чисто на ботанических признаках, вполне были обоснованы еще классиком отечественного луговедения А. П. Шенниковым [1940], который требовал привлекать к флористическим признакам экологические, а также положение сообществ в сукцессионном ряду.

Важно понимать, что методологически это было осуществить на уровне середины прошлого века довольно трудно. Еще не были разработаны методы непрямой ординации, в самом начале развития находились методы экошкал, а вся экологическая оценка сводилась, как правило, к выполнению схематической ординации. Само же выделение сообществ, как при работе в поле, так и при камеральной обработке, осуществлялось при помощи все того же доминантного подхода. К примеру, анализ растительности формации *Nardeta strictae* из таблиц монографии Раменской приводит к мысли, что в одну формацию объединены по крайней мере две разные группы описаний, резко отличающиеся по признаку увлажнения и объединенные только одним признаком – доминированием белоуса. При этом ряду описаний находятся почти полные аналоги в составе формации *Cariceta nigrae*.

Излишним представляется и дробление луговой растительности Карелии на десятки отдельных ассоциаций. Так, в формации полевичников (*Agrosteta tenuis*) было выделено 7 ассоциаций, в формации белоусников (*Nardeta strictae*) – 14 (впрочем, как было отмечено, не все их можно рассматривать как мезофитные), щучников (*Deschampsia cespitosae*) – 18, влажноразнотравных лугов (*Humidiheta*) – 9. Определение того, насколько устойчивым является то или иное сочетание видов, по которым выделялась ассоциация, требует по крайней мере длительных мониторинговых наблюдений, при проведении же мониторинга авторы ограничивались в описании, как правило, рангом формации [напр., Зайкова, 1980]. Вдобавок в настоящий момент луговая растительность существенно сократилась по сравнению с временами работы М. Л. Раменской в 3–4 раза. Если в 1953 году луговая площадь в Карело-Финской ССР составляла 251,6 тысячи га (около 1,45 % площади суши) [Znamenskiy, 2000], то по статистике 2012 года, площадь сенокосных и пастбищных угодий в Республике Карелия составляла всего 71,2 тысячи гектаров, то есть 0,39 % суши [Государственный доклад..., 2013]. При этом экологическое разнообразие угодий отнюдь не столь велико, чтобы дробление имело практический смысл. В тех работах, где типология лугов используется на практике, как правило, все равно анализируются не отдельные ассоциации, а формации лугов. В западных эколого-топологических классификациях, например, в обобщенной сводке по растительности Северных стран Ларса Польссона [Vegetationstyper..., 1994] используются крупные, легко различимые единицы. В связи с этим мы сочли необходимым укрупнить выделяемые ассоциации так, чтобы они легко определялись на месте в ходе полевых работ. Для характеристики ассоциаций применялись не «характерные виды», как это принято во флористических классификациях, но характерные свиты или эколого-ценотические группы.

Вышесказанное не отменяет возможности наличия более мелких единиц в членении растительного покрова, но выделение экологических (или географических) вариантов отдельных ассоциаций составляет отдельную, весьма трудную задачу, практическая ценность которой довольно сомнительна.

К мезофитным и ксеромезофитным лугам в классификации М. Л. Раменской можно отнести шесть формаций: *Deschampsia flexuosae*, *Festuceta ovinae*, *Deschampsia cespitosae*, *Agrosteta vulgaris*, *Nardeta strictae*

и Humidiherbeta. К сожалению, информация по первым двум в монографии практически отсутствует. Позднее другими авторами были выделены еще несколько формаций суходольных лугов, например, *Festuceta pratensis*, *Anthoxantheta odorati*, *Phleeta pratensis* и др., однако сведения о ботанической и экологической структуре данных формаций достаточно скудны.

В данной работе поставлена цель выделить эколого-топологические ассоциации растительности мезофитных и ксеромезофитных лугов Карелии. Для этого необходимо определить основные экологические градиенты, влияющие на ее дифференциацию, обрисовать сами ассоциации и эколого-ценотические группы видов, характеризующие их.

## Материалы и методы

Полевые данные собраны автором в 2003–2013 годах на территории Сортавальского, Суоярвского, Питкярантского, Олонецкого, Пряжинского, Прионежского, Кондопожского, и Медвежьегорского районов Карелии, то есть была исследована практически вся территория, относящаяся к подзоне средней тайги [Геоботаническое районирование..., 1947] (в международной терминологии – южная бореальная зона [Ahti et al., 1968]) в Республике Карелия. Каждый участок однородного травостоя, рассматриваемый как отдельное сообщество, был описан при помощи 12–15 площадок в 1 м<sup>2</sup>. Всего было описано 102 луговых выдела площадью от 0,8 до 17 га при помощи 1463 метровых площадок.

Данный метод заложения пробных площадей не только широко применяется в наше время в экологических исследованиях лугов во всем мире (разнится только кратность заложения учетных площадок, варьирующая от 8 до 20 на выдел травяной растительности), но был рекомендован еще Л. Г. Раменским в 1937 году [1971]. Удобен тем, что кроме самих метровых площадок по показателю проективного покрытия или обилия он позволяет анализировать и их группы по показателю встречаемости отдельных видов. Таким образом, все дальнейшие анализы выполнялись на двух структурных уровнях: как для анализа 102 выделов, так и 1463 малых описаний.

Выявление ведущих факторов дифференциации осуществлялось при помощи неметрического многомерного шкалирования (NMS или NMDS), которое на данный момент является наиболее мощным и устойчивым к шумам методом нахождения независимых трендов в блоке многомерных данных [Kruskal, Wish, 1978;

Clarke, 1993]. Интерпретация полученных осей осуществлялась при помощи эколошк Л. Г. Раменского [Раменский и др., 1956], Д. Н. Цыганова [1986], Х. Элленберга [Ellenberg et al., 1991] и Э. Ландольта [Flora Indicativa..., 2010].

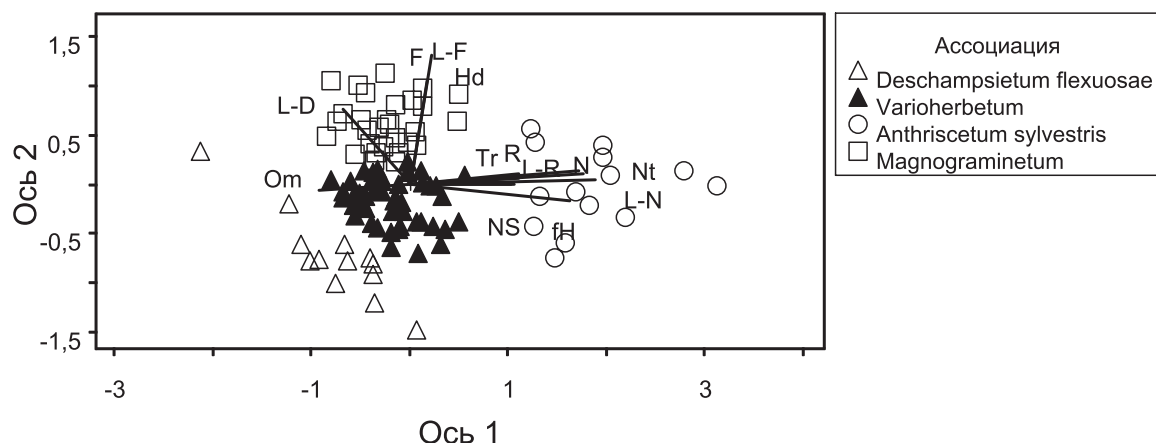
Для выделения в массиве данных отдельных групп был использован кластерный анализ методом гибкой беты (flexible beta) с уровнем  $\beta = -0,25$  [Sneath, Sokal, 1973]. Результаты кластерного анализа затем корректировались при помощи ординационной диаграммы NMS: пограничные объекты, оказавшиеся в области ординационного пространства чужого кластера, были перенесены в него.

Для оценки диагностической ценности видов мы применяли два метода математического анализа. Метод IndVal М. Дюффрена и П. Лежандра [Dufrêne, Legendre, 1993] основан на расчете относительного обилия вида в соответствующем кластере, при этом индикаторная ценность варьирует от 0 до 100, впрочем, надо сказать, что важна тут не столько величина коэффициента IndVal, сколько разница его величины для определенного кластера по сравнению с другими кластерами. У многих верных видов с низким обилием эта величина может не превышать 10, но если для прочих кластеров его величина равняется нулю, вид вполне можно рассматривать в качестве диагностического.

Метод Ф («фи») чешских экологов Л. Тихи и М. Хитри [Tichý, Chitry, 2006] основан на сравнении числа описаний, содержащих или не содержащих определенный вид в рассматриваемой группе и за ее пределами. Коэффициент Ф варьирует от –1 до 1. При этом единице он равняется, когда вид встречается во всех описаниях определенной группы, и только в них, а минус одному – если вид встречается во всех описаниях, кроме относящихся к рассматриваемой группе. Коэффициент равный нулю обозначает на практике индифферентность вида к дроблению, а практически любой положительный коэффициент обозначает его верность, которая тем выше, чем выше значение коэффициента. Однако данный метод не учитывает обилие вида и фактически оценивает только его присутствие/отсутствие в описаниях.

Оба метода хорошо дополняют друг друга. Отбор осуществлялся на основании анализов обоими методами, как для первичных описаний 1 м<sup>2</sup>, так и для генерализованных данных по выделам, итого в четырехкратной повторности. Значимость получаемых индексов была оценена тестом Монте-Карло по результатам 5000 запусков.

Анализы повторялись несколько раз, учитывая деление на разное число кластеров (два,



Ординационная диаграмма NMS рассматриваемых сообществ. Векторы факторов соответствуют экологическим шкалам:

N – богатства почв элементами питания (Элленберг), L-N – богатства почв элементами питания (Ландольт), Nt – богатства почв азотом (Цыганов), NS – богатства и засоленности почв (Раменский), Tr – солевого богатства почв (Цыганов), R – реакция почв (Элленберг), L-R – реакция почв (Ландольт), fH – режима переменности увлажнения почв (Цыганов), Om – омброклиматическая шкала, F – почвенного увлажнения (Элленберг), L-F – почвенного увлажнения (Ландольт), Hd – почвенного увлажнения (Цыганов), L-D – гранулометрический состав почв (Ландольт)

три, четыре и так далее). При этом оценивалась интерпретируемость результатов именно с экологической точки зрения.

Многомерные анализы были выполнены в пакете PC-ORD 6.12 [McCune, Mefford, 2011]. Оценка условий среды по экошкалам была произведена при помощи пакета EcoScale for Windows [Грохлина, Ханина, 2006].

## Результаты

### Экологическое пространство изученных сообществ

Ординация, как в случае анализа 102 выделов, так и в случае 1463 метровых площадок,

выявляет два значимых градиента, причем в обоих случаях первый объясняет существенно большую дисперсию, нежели второй (рис.).

В случае анализа растительности по обобщенным данным выделов первая ось объясняет 70,0 % общей изменчивости, вторая – 19,3 % общей изменчивости. При ординации отдельных метровок первая ось объясняет 56,4 % общей изменчивости, вторая ось – 20,0 % общей изменчивости. Сразу заметно, что суммарная объясняемость обобщенных данных (89,3 %) несколько выше, чем у отдельных метровок (76,4 %). Возможно, это объясняется упомянутым в работе «Учет и описание растительности (на основе проективного метода)»

Таблица 1. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) и Кендалла (τ) ординационных осей с основными экологическими шкалами

| Экошкала      | Обобщенные данные по выделам (n = 102) |        |        |        | Данные по пробным площадям 1 м <sup>2</sup> (n = 1463) |        |       |       |
|---------------|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------------------------------|--------|-------|-------|
|               | 1 ось                                  |        | 2 ось  |        | 1 ось                                                  |        | 2 ось |       |
|               | r                                      | τ      | r      | τ      | r                                                      | τ      | r     | τ     |
| N Элленберга  | 0,905                                  | 0,634  | 0,272  | 0,278  | 0,846                                                  | 0,543  | 0,288 | 0,283 |
| N Ландольта   | 0,946                                  | 0,736  | 0,165  | 0,185  | 0,898                                                  | 0,643  | 0,201 | 0,189 |
| Nt Цыганова   | 0,914                                  | 0,645  | 0,235  | 0,280  | 0,859                                                  | 0,534  | 0,271 | 0,299 |
| Tr Цыганова   | 0,723                                  | 0,545  | 0,168  | 0,128  | 0,562                                                  | 0,437  | 0,392 | 0,271 |
| NS Раменского | 0,703                                  | 0,530  | –0,008 | –0,006 | 0,649                                                  | 0,452  | 0,220 | 0,148 |
| R Элленберга  | 0,722                                  | 0,424  | 0,242  | 0,199  | 0,586                                                  | 0,307  | 0,175 | 0,131 |
| R Ландольта   | 0,701                                  | 0,572  | 0,077  | 0,075  | 0,589                                                  | 0,495  | 0,127 | 0,084 |
| F Элленберга  | 0,292                                  | 0,232  | 0,737  | 0,559  | 0,202                                                  | 0,147  | 0,625 | 0,451 |
| F Ландольта   | 0,323                                  | 0,258  | 0,784  | 0,601  | 0,260                                                  | 0,177  | 0,691 | 0,500 |
| Hd Цыганова   | 0,291                                  | 0,206  | 0,716  | 0,532  | 0,248                                                  | 0,130  | 0,535 | 0,384 |
| FE Раменского | 0,355                                  | 0,173  | 0,229  | 0,159  | 0,312                                                  | 0,137  | 0,386 | 0,322 |
| D Ландольта   | –0,573                                 | –0,240 | 0,591  | 0,499  | –0,632                                                 | –0,318 | 0,435 | 0,330 |



Л. Г. Раменского «уравновешиванием эпизодических, случайных отклонений в составе отдельных площадок при суммировании их показаний» [1971]. При этом на шумы и неучтенные градиенты остается суммарно немногим больше 10 %. Впрочем, анализ пробных площадей 1 м<sup>2</sup> также дает вполне удовлетворительный результат с точки зрения выявления градиентов среды, объясняя свыше ¾ общей изменчивости.

Экологический смысл обоих градиентов в обоих случаях качественно одинаков. Коэффициенты корреляции ординационных осей с основными факторами среды приведены в таблице 1. Первая ось значимо коррелирует со шкалами богатства почв элементами питания Элленберга и Ландольта (N), шкалами богатства почв азотом (Nt) и солевого богатства почв (Tr) Цыганова и шкалой богатства и засоленности почв Раменского (NS). Таким образом, главным градиентом в данной совокупности, несомненно, оказывается фактор плодородия почв, носящий преимущественно антропогенный характер. Отметим также значимую корреляцию первой оси со шкалами реакции почв Элленберга и Ландольта (R). Подкисление почв, обогащенных азотом в результате кислотных дождей и внесения удобрений, – хорошо известное явление в экологии почв [Почвоведение..., 1988; Федорец, Бахмет, 2003], другой стороной имеющегося градиента реакции почв может быть геологическое разнообразие региона.

Вторая ось значимо коррелирует со шкалами почвенного увлажнения Элленберга и Ландольта (F), а также Цыганова (Hd). Несколько хуже описывает этот градиент шкала почвенного увлажнения по Раменскому (FE), которая значимо коррелирует с ним только в случае с набором данных на метровых пробных площадях, но коэффициент корреляции и в этом случае невелик. Несмотря на то что описываемая растительность имеет довольно узкий диапазон почвенного увлажнения, данный фактор оказывается существенным.

Также обращает на себя внимание вектор, соответствующий шкале гранулометрического состава почв по Ландольту (D, у прочих авторов аналогичная шкала отсутствует), который значимо коррелирует с обеими осями. По сути, это обозначает, что градиент от каменистых почв к суглинистым имеет выражение как в плодородии почв, так и в их увлажнении.

Менее очевидный смысл имеет значимая корреляция первой ординационной оси с омброклиматической шкалой (вектор Om) и шкалами переменной влажности Цыганова

(fH) и Раменского (VF). Однако эти показатели (в особенности второй), как и реакция почв, вполне могут быть выражением совместного действия факторов гранулометрического состава почв и положения описываемых сообществ в рельефе.

### **Выделенные ассоциации и их диагностические виды**

После рассмотрения континуума луговых сообществ естественно рассмотреть их дискретность. В данном случае перед нами стояла задача не просто выделить какие-то дискретные единицы, но и постараться дать их эколого-флористическую характеристику. Это было сделано при помощи методов диагностических видов. Диагностические виды широко применяются, в частности, в школе Браун-Бланке, но изначально он применялся и в скандинавской, и в англо-американской геоботанических школах. Диагностические или характерные виды ассоциаций могут существенно различаться по степени своей верности. В данном случае среди отобранных видов были виды «верные» (связанные исключительно с определенным синтаксоном) и так называемые «твердые» (виды, предпочитающие один синтаксон, но с определенным постоянством встречающиеся и в других) [Александрова, 1969]. При этом надо отметить, что «верными» видами часто оказывались виды малообильные, занимающие в растительности подчиненное положение, но встречающиеся эксклюзивно или почти эксклюзивно в одной ассоциации, а среди «твердых» видов преобладали обычные виды с достаточно широкой экологической амплитудой.

Как было указано выше, анализы индикаторных видов были проведены на нескольких уровнях деления по итогам кластерного анализа. При этом четкая экологическая интерпретируемость данных пропадает уже на уровне деления материала на пять кластеров, а на уровне деления в восемь кластеров начинают появляться кластеры, содержащие только одно сообщество. Исходя из этого, деление было остановлено на уровне четырех кластеров.

Краткое описание выделенных синтаксонов с их характеристиками приведено ниже.

**Ассоциация луговика извилистого *Deschampsietum flexuosae*.** Приурочена к маломощным почвам поверх пород с нейтральной и слабокислой реакцией. На территории среднетаежной Карелии она встречается достаточно редко, как правило, на месте старых пастбищ у деревень. Из-за малой толщины почвенного покрова, сильного промерзания

Таблица 2. Диагностические виды ассоциации *Deschampsietum flexuosae*

|                                                                 | Обобщенные данные по выделам (n = 102) |          | Данные по пробным площадям 1 м <sup>2</sup> (n = 1463) |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------|----------|
|                                                                 | IndVal                                 | Φ        | IndVal                                                 | Φ        |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.                          | 81***                                  | 0,605*** | 69***                                                  | 0,75***  |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                                        | 73***                                  | 0,539*** | 39***                                                  | 0,505*** |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.                                 | 62***                                  | 0,739*** | 18***                                                  | 0,375*** |
| <i>Viola canina</i> ssp <i>montana</i> (L.) Hartm.              | 60***                                  | 0,435*** | 28***                                                  | 0,334*** |
| <i>Campanula rotundifolia</i> L.                                | 57***                                  | 0,476*** | 23***                                                  | 0,277*** |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                                   | 50***                                  | 0,571*** | 11***                                                  | 0,278*** |
| <i>Ranunculus polyanthemos</i> L.                               | 48***                                  | 0,414**  | 25***                                                  | 0,345*** |
| <i>Galium boreale</i> L.                                        | 46***                                  | 0,412**  | 30***                                                  | 0,458*** |
| <i>Potentilla argentea</i> L.                                   | 46***                                  | 0,494*** | 14***                                                  | 0,291*** |
| <i>Nardus stricta</i> L.                                        | 45***                                  | 0,465*** | 16***                                                  | 0,323*** |
| <i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P. D. Sell & C. West s. l. | 38***                                  | 0,25***  | 17***                                                  | 0,248*** |
| <i>Festuca ovina</i> L.                                         | 34***                                  | 0,416**  | 8***                                                   | 0,21***  |
| <i>Pilosella officinarum</i> F. W. Schultz et Sch. Bip. s. l.   | 31**                                   | 0,5*     | 6***                                                   | 0,213*** |

Примечание. Здесь и в табл. 3–5 уровень статистической значимости индикации: \* –  $p < 0,5$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

зимой и высыхания летом такие угодья неудобны для полеводства, а сильная каменистость делает их неудобными и для сенокосения. Набор диагностических видов включает в себя в основном растения скал и светлых лесов, переживающих общий дефицит питания (табл. 2).

Луговая растительность с доминированием луговика извилистого была упомянута в монографии М. Л. Раменской. Тем не менее практически никаких данных о формации *Deschampsietum flexuosae*, а также о сходной формации *Festuceta ovinae* приведено не было, хотя упомянута их редкость в Карелии, объясняемая тем, что данная растительность малопродуктивна и быстро зарастает, будучи неиспользуемой.

С другой стороны, у Раменской фигурировала формация белоуса *Nardeta strictae*, экология которой в значительной степени сходна с рассматриваемыми угодьями. В наше время белоус в Южной Карелии довольно редок и в доминанты сообществ не выходит нигде. Однако для данной ассоциации *Nardus stricta* L. является одним из диагностических видов.

В типологии луговой растительности Финляндии [Рукälä et al., 1994] данная ассоциация достаточно близка по составу к растительности, относимой к типу *Campanula rotundifolia* – *Galium verum* – *Festuca ovina*, встречающемуся на скальных выходах по всей территории Финляндии.

**Ассоциация разнотравная *Varioherbetum*.** Приурочена к моренным и флювиогляциальным отложениям, а также сопутствующим супесчаным почвам. С точки зрения истории

природопользования это, как правило, бывшие пастбища на окраинах старых деревень. Именно эта ассоциация вносит наибольший вклад в видовое разнообразие лугов, которое достигает на выделах, отнесенных к ней, наибольших величин. Так, средняя видовая насыщенность на выделе Утуки 1 в Кондопожском районе составляет 26,7 вида на 1 м<sup>2</sup>. Именно тут встречается большинство редких и охраняемых видов растений лугов. Выраженные доминанты в такой растительности отсутствуют. В то же время данная ассоциация сравнительно слабо индицируется. Это связано с тем, что ассоциация *Varioherbetum* экологически занимает промежуточное положение между ассоциациями *Deschampsietum flexuosae* и *Magno-graminetum*, поэтому значительное число видов являются для нее общими с одной из этих ассоциаций или даже с обеими. Тем не менее ряд диагностических видов тут выделить все же можно. Как правило, это мезофитные виды, индикаторы старых пастбищ [Ekstam, Forshed, 1997]. Индикаторные виды ассоциации *Varioherbetum* представлены в таблице 3. Еще несколько видов (*Thlaspi caerulescens* J. Presl et C. Presl, *Melampyrum nemorosum* L., *Centaurea scabiosa* L. и др.) верны для данной ассоциации, но ограничены по географическому распространению, являясь скорее диагностическими видами для отдельных географических вариантов.

Отметим, что растительность этой ассоциации является наиболее угрожаемой. Именно она наиболее подвержена зарастанию деревьями и кустарниками. В отличие от *Deschampsietum flexuosae* почва тут достаточно развитая,



Таблица 3. Диагностические виды ассоциации Varioherbetum

|                                                                   | Обобщенные данные по выделам (n = 102) |          | Данные по пробным площадям 1 м <sup>2</sup> (n = 1463) |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------|----------|
|                                                                   | IndVal                                 | Φ        | IndVal                                                 | Φ        |
| <i>Hypericum maculatum</i> Crantz                                 | 49***                                  | 0,302*** | 34***                                                  | 0,384*** |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.                               | 47***                                  | 0,514*** | 30***                                                  | 0,405*** |
| <i>Festuca rubra</i> L.                                           | 39***                                  | 0,293*** | 21***                                                  | 0,21***  |
| <i>Centaurea phrygia</i> L.                                       | 38**                                   | 0,233*   | 19***                                                  | 0,229*** |
| <i>Campanula glomerata</i> L.                                     | 37**                                   | 0,271*   | 12***                                                  | 0,251*** |
| <i>Leontodon hispidus</i> L.                                      | 28**                                   | 0,228*   | 21***                                                  | 0,373*** |
| <i>Pilosella caespitosa</i> (Dumort.) P. D. Sell et C. West s. l. | 28*                                    | 0,287*   | 8***                                                   | 0,213*** |
| <i>Hieracium umbellatum</i> L.                                    | 23*                                    | 0,087*   | 10***                                                  | 0,151*** |
| <i>Plantago lanceolata</i> L.                                     | 16*                                    | 0,251*   | 4*                                                     | 0,102**  |

чтобы молодые деревья не гибли во время засух или суровых зим. По сравнению же с растительностью ассоциации Magnograminetum тут более низкая продуктивность, что не дает формироваться ветошному слою, служащему барьером для семенного размножения деревьев. Также общая продуктивность этих угодий сравнительно низка, а засоренная камнем почва делает ее неудобной для интенсивного сельского хозяйства, поэтому такие угодья забрасываются в первую очередь.

В классификации М. Л. Раменской данной ассоциации соответствует формация Humidoherbeta, список постоянных видов которой в значительной степени повторяет диагностические виды данной ассоциации. При этом наименование Humidoherbeta (влажноразнотравные луга) является несколько неудачным, поскольку данная растительность встречается во вполне мезофитных и даже ксеромезофитных местообитаниях, значительно уступая по степени почвенного увлажнения крупнозлаковникам. Поэтому мы предпочли изменить ее название, сделав просто «разнотравной».

В Финляндии наиболее близким аналогом данной растительности является тип *Leucanthemum vulgare*, отличающийся также высоким биоразнообразием и богатым разнотравьем, но на лугах типа *Leucanthemum vulgare* несколько лучше представлены неморальные виды. Кроме того, некоторые диагностические виды данной ассоциации являются общими с растительностью типа *Geranium sylvaticum*. В Карелии тем не менее никакой разницы в условиях произрастания тех и других не наблюдается.

**Ассоциация крупнозлаковая Magnograminetum.** Характерна для суглинистых почв на приозерных равнинах и озовых грядах. Ровный рельеф и сравнительно богатые почвы делают их удобными для машинного сенокоса, поэтому данные сообщества чаще всего могут быть найдены на месте бывших или

нынешних сенокосов. Многие из них, в особенности в Приладожье и Прионежье, включают в состав такие культивируемые виды, как овсяница тростниковидная *Festuca elatior* L. или канареечник *Phalaris arundinacea* L. Впрочем, последний вид плохо переносит конкуренцию с аборигенными мезофитными травами и после прекращения культивации быстро выпадает из состава сообществ. В то же время тростниковидная овсяница достаточно хорошо приживается и входит в состав полуестественных луговых сообществ.

Данная ассоциация достаточно широко распространена в южной Карелии, хотя основной ее ареал лежит в восточной части Заонежья, Приладожье и Олонецком районе за пределами обследованной в отчетный период территории. В ее пределах основным ареалом данной ассоциации является Прионежье. Диагностические виды ассоциации Magnograminetum приведены в таблице 4.

У этой луговой ассоциации также нет выраженного доминанта. Им может являться, например, тимopheевка *Phleum pratense* L., вполне обычная в ассоциациях Varioherbetum или *Deschampsietum flexuosae*, ежа сборная *Dactylis glomerata* L. или щучка *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. М. Л. Раменская описывала, в частности, формацию *Deschampsia caespitosa*, а также упоминала богатую растительность олуговевших залежей. По-видимому, современная ассоциация Magnograminetum соответствует данным историческим формациям.

В Финляндии наиболее близким аналогом данной ассоциации является тип *Agrostis capillaris* – *Alchemilla vulgaris* – *Trifolium repens*, встречающийся в Южной Финляндии и приуроченный к мезофитным условиям с достаточно обильным увлажнением (часто, как и в Карелии, на местах бывших полей).

**Ассоциация купыря лесного Anthriscetum sylvestris.** Купырники приурочены к почвам,

Таблица 4. Диагностические виды ассоциации Magnograminetum

|                                              | Обобщенные данные по выделам (n = 102) |          | Данные по пробным площадям 1 м <sup>2</sup> (n = 1463) |          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------|----------|
|                                              | IndVal                                 | Φ        |                                                        | Φ        |
| <i>Cerastium fontanum</i> Baumg.             | 72***                                  | 0,482*** | 37***                                                  | 0,439*** |
| <i>Campanula patula</i> L.                   | 58***                                  | 0,366**  | 31***                                                  | 0,35***  |
| <i>Ranunculus repens</i> L.                  | 56***                                  | 0,414*** | 23***                                                  | 0,337*** |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i> L.                | 48***                                  | 0,594*** | 10***                                                  | 0,27***  |
| <i>Rhinanthus serotinus</i> (Schonh.) Oborny | 47***                                  | 0,42**   | 19***                                                  | 0,333*** |
| <i>Poa pratensis</i> L.                      | 34*                                    | 0,164*   | 12***                                                  | 0,1**    |
| <i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.              | 28**                                   | 0,387**  | 3**                                                    | 0,11**   |
| <i>Juncus filiformis</i> L.                  | 27**                                   | 0,375**  | 5***                                                   | 0,188*** |
| <i>Festuca pratensis</i> Huds.               | 27*                                    | 0,078*   | 9***                                                   | 0,134*** |
| <i>Carex ovalis</i> Gooden.                  | 23*                                    | 0,195*   | 11***                                                  | 0,247*** |
| <i>Prunella vulgaris</i> L.                  | 23*                                    | 0,283*   | 7***                                                   | 0,134*** |
| <i>Alopecurus pratensis</i> L.               | 22*                                    | 0,206*   | 8***                                                   | 0,179*** |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> L.             | 19*                                    | 0,347*   | 3***                                                   | 0,124*** |

Таблица 5. Диагностические виды ассоциации Anthriscetum sylvestris

|                                          | Обобщенные данные по выделам (n = 102) |          | Данные по пробным площадям 1 м <sup>2</sup> (n = 1463) |          |
|------------------------------------------|----------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------|----------|
|                                          | IndVal                                 | Φ        | IndVal                                                 | Φ        |
| <i>Urtica dioica</i> L.                  | 84***                                  | 0,813*** | 57***                                                  | 0,698*** |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. s. l.  | 81***                                  | 0,737*** | 43***                                                  | 0,592*** |
| <i>Elymus repens</i> (L.) Gould          | 65***                                  | 0,431*** | 61***                                                  | 0,669*** |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm. | 53***                                  | 0,285*   | 60***                                                  | 0,546*** |
| <i>Epilobium angustifolium</i> L.        | 46***                                  | 0,37**   | 17***                                                  | 0,279*** |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> L.             | 32***                                  | 0,47***  | 3***                                                   | 0,135*** |

богатым азотом, а поэтому они могут встречаться на почвах разного дисперсионного состава с разными геологическими подложками, но, как правило, на месте бывших полей. В таких условиях в травостое резко возрастает роль крупных зонтичных, в частности, купыря *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm, сибирского борщевика *Heracleum sibiricum* L. и сныти *Aegopodium podagraria* L. (последняя особенно распространена в составе купырников Приладожья и Кондопожского района), а также рудеральных, сеgetальных и прочих нитрофильных видов. Мелкое мезофильное разнотравье из состава таких сообществ практически выпадает. Купырники часто являются продуктами деградации растительности ассоциаций Varioherbetum и Magnograminetum, на которых прекратили сенокосение, но которые не заросли лесом. Они характеризуются весьма низким биоразнообразием, набор характерных видов невелик и резко ограничен в экологическом плане нитрофильными растениями. Характерные виды ассоциации приведены в таблице 5. Кроме указанных верность данной

ассоциации проявляет целый ряд рудеральных видов, в частности *Arctium tomentosum* Mill., *Artemisia vulgaris* L., *Bunias orientalis* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Galeopsis speciosa* Mill., *Rubus idaeus* L., *Tussilago farfara* L. и др., однако мы сочли нецелесообразным включать их в число диагностических, поскольку встречаются они малорегулярно.

Растительности ассоциации *Anthriscetum sylvestris* нет аналогов в классификации М. Л. Раменской. Это связано с тем, что данная растительность массово стала развиваться только в конце XX века, когда началось широкое масштабное забрасывание сельхозугодий. Также растительность нитрофильных лугов не включена в типологию лугов Финляндии.

## Обсуждение

Дискуссионным моментом является число и статус выделенных синтаксонов. В русской доминантной традиции выделялись десятки мелких синтаксонов, которым присваивался статус ассоциации и которые объединялись

Таблица 6. Сводная диагностическая таблица ассоциаций ксеромезофитной и мезофитной луговой растительности среднетаежной Карелии

|                                                                 | Deschampsietum<br>flexuosae | Varioherbetum | Magnograminetum | Anthriscetum<br>sylvestris |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------------------|
| <i>Achillea millefolium</i> L.                                  | V                           | V             | V               | IV                         |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.                                    | IV                          | V             | V               | V                          |
| <i>Phleum pratense</i> L.                                       | V                           | V             | V               | IV                         |
| <i>Vicia cracca</i> L.                                          | IV                          | V             | V               | V                          |
| <i>Agrostis capillaris</i> L.                                   | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Alchemilla vulgaris</i> L. s. l.                             | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Galium album</i> Mill.                                       | V                           | V             | IV              | IV                         |
| <i>Lathyrus pratensis</i> L.                                    | IV                          | V             | V               | IV                         |
| <i>Ranunculus acris</i> L.                                      | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Rumex acetosa</i> L.                                         | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Stellaria graminea</i> L.                                    | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Veronica chamaedrys</i> L.                                   | V                           | V             | V               | III                        |
| <i>Taraxacum officinale</i> Wigg. s. l.                         | III                         | V             | V               | IV                         |
| <i>Centaurea jacea</i> L.                                       | IV                          | III           | III             | II                         |
| <i>Geranium sylvaticum</i> L.                                   | III                         | III           | II              | II                         |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.                                | V                           | V             | V               | II                         |
| <i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i> L.               | IV                          | V             | V               | II                         |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> L.                                 | V                           | V             | V               |                            |
| <i>Ranunculus auricomus</i> L.                                  | IV                          | V             | V               | I                          |
| <i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.                           | IV                          | IV            | V               | I                          |
| <i>Trifolium repens</i> L.                                      | IV                          | IV            | V               |                            |
| <i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.                          | III                         | III           | IV              |                            |
| <i>Carex pallescens</i> L.                                      | II                          | II            | III             |                            |
| <i>Rumex acetosella</i> L.                                      | III                         | II            | II              |                            |
| <i>Veronica officinalis</i> L.                                  | III                         | II            | II              |                            |
| <i>Linaria vulgaris</i> Mill.                                   | III                         | II            | I               | II                         |
| <i>Viola canina</i> L.                                          | V                           | IV            | III             | I                          |
| <i>Campanula rotundifolia</i> L.                                | V                           | IV            | II              |                            |
| <i>Fragaria vesca</i> L.                                        | V                           | III           | I               |                            |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.                          | V                           | II            | I               |                            |
| <i>Pilosella lactucella</i> (Wallr.) P. D. Sell & C. West coll. | IV                          | III           | III             | I                          |
| <i>Ranunculus polyanthemus</i> L.                               | IV                          | III           | I               |                            |
| <i>Potentilla argentea</i> L.                                   | IV                          | I             | I               |                            |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.                                 | IV                          |               |                 |                            |
| <i>Festuca ovina</i> L.                                         | III                         | I             | I               |                            |
| <i>Galium boreale</i> L.                                        | III                         | I             | I               |                            |
| <i>Nardus stricta</i> L.                                        | III                         | I             | I               |                            |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                                   | III                         | I             | I               |                            |
| <i>Euphrasia officinalis</i> L. s. l.                           | II                          | I             | I               |                            |
| <i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.                          | II                          | I             | I               |                            |
| <i>Trifolium medium</i> L.                                      | II                          | I             | I               |                            |
| <i>Melampyrum sylvaticum</i> L.                                 | II                          | I             |                 |                            |
| <i>Viola tricolor</i> L.                                        | II                          | I             |                 |                            |
| <i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.                           | II                          |               |                 |                            |
| <i>Pilosella officinarum</i> F. W. Schultz et Sch. Bip. s. l.   | II                          |               |                 |                            |
| <i>Sedum acre</i> L.                                            | II                          |               |                 |                            |
| <i>Convallaria majalis</i> L.                                   | II                          | I             |                 |                            |

|                                                                   |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <i>Pimpinella saxifraga</i> L.                                    | V   | V   | II  | I   |
| <i>Dianthus deltoides</i> L.                                      | V   | V   | II  |     |
| <i>Hypericum maculatum</i> Crantz                                 | IV  | V   | IV  | III |
| <i>Festuca rubra</i> L.                                           | IV  | V   | IV  | II  |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.                               | IV  | V   | II  | II  |
| <i>Centaurea phrygia</i> L.                                       | I   | IV  | IV  | III |
| <i>Leontodon hispidus</i> L.                                      | II  | IV  | IV  |     |
| <i>Hieracium umbellatum</i> L.                                    | III | III | IV  | I   |
| <i>Campanula glomerata</i> L.                                     | II  | III | II  | I   |
| <i>Pilosella caespitosa</i> (Dumort.) P. D. Sell et C. West s. l. | II  | III | I   | I   |
| <i>Plantago lanceolata</i> L.                                     | II  | II  | I   |     |
| <i>Thlaspi caerulescens</i> J. Presl et C. Presl                  | I   | II  |     |     |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.                         | II  | V   | V   | III |
| <i>Vicia sepium</i> L.                                            | II  | IV  | IV  | III |
| <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.                            |     | II  | II  | II  |
| <i>Geum rivale</i> L.                                             | I   | II  | II  | I   |
| <i>Leontodon autumnalis</i> L.                                    | I   | III | II  |     |
| <i>Trollius europaeus</i> (L.) Deauv.                             | I   | II  | II  | I   |
| <i>Poa pratensis</i> L.                                           | IV  | V   | V   | IV  |
| <i>Cerastium fontanum</i> Baumg.                                  | III | III | V   | I   |
| <i>Ranunculus repens</i> L.                                       | I   | III | V   | III |
| <i>Campanula patula</i> L.                                        | II  | IV  | V   |     |
| <i>Festuca pratensis</i> Huds.                                    | IV  | IV  | IV  | III |
| <i>Galium uliginosum</i> L.                                       | I   | I   | IV  |     |
| <i>Alopecurus pratensis</i> L.                                    | I   | II  | III | II  |
| <i>Angelica sylvestris</i> L.                                     | I   | I   | III | II  |
| <i>Prunella vulgaris</i> L.                                       | II  | II  | III |     |
| <i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.                                   | I   | I   | III |     |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i> L.                                     | I   | I   | III |     |
| <i>Rhinanthus serotinus</i> (Schonh.) Oborny                      |     | II  | III |     |
| <i>Equisetum sylvaticum</i> L.                                    | I   | I   | II  | I   |
| <i>Festuca elatior</i> L.                                         |     | I   | II  | I   |
| <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard                                  | I   | I   | II  |     |
| <i>Carex ovalis</i> Gooden                                        | I   | I   | II  |     |
| <i>Juncus filiformis</i> L.                                       | I   | I   | II  |     |
| <i>Plantago major</i> L.                                          | I   | I   | II  |     |
| <i>Cirsium helenioides</i> (L.) Hill                              | I   |     | II  |     |
| <i>Rhinanthus minor</i> L.                                        |     | I   | II  |     |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> L.                                  |     | I   | II  |     |
| <i>Poa trivialis</i> L.                                           |     | I   | I   | II  |
| <i>Equisetum arvense</i> L.                                       |     | I   | II  | II  |
| <i>Urtica dioica</i> L.                                           |     | I   | I   | V   |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.                          | II  | V   | IV  | V   |
| <i>Elymus repens</i> (L.) Gould                                   | IV  | III | II  | V   |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. s. l.                           |     | I   | I   | V   |
| <i>Epilobium angustifolium</i> L.                                 | I   | II  | II  | IV  |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> L.                                      |     | I   |     | II  |
| <i>Heracleum sibiricum</i> L.                                     |     | I   | I   | II  |
| <i>Galeopsis speciosa</i> Mill.                                   |     | I   | I   | II  |
| <i>Rubus idaeus</i> L.                                            | I   | I   |     | II  |
| <i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn.                             |     |     | I   | II  |

Примечание. В таблицу не включены виды, не достигающие ни в одной ассоциации хотя бы II класса константности. Рамками выделены диагностические свиты ассоциации.

в формации по доминантному признаку. Наши результаты показали, что на обследованной территории наблюдается всего четыре крупных синтаксона сухих и умеренно увлажненных лугов. Проще всего было бы объявить эти синтаксоны формациями, но тогда встает вопрос об ассоциациях как основной единице любой классификации. Сказать, что в пределах выделенных синтаксонов наблюдается таксономический континуум, нельзя, однако более мелкие единицы, полученные при помощи многомерных методов анализа, начинают перекрываться в экологическом пространстве и индицируются очень малым числом видов, не более одного-двух. Исходя из этого мы решили оставить за данными единицами уровень вариантов ассоциаций, выделение которых будет отдельной задачей, а полученным синтаксонам все-таки дать ранг ассоциаций.

Так, в соседней Финляндии выделяются семь крупных синтаксонов ксерофитных лугов и три типа лугов мезофитных [Рукälä et al., 1994], которым в соответствии со скандинавской традицией присваивается ранг типа. При этом надо учитывать, что Финляндия существенно больше Карелии по площади и ее территория покрывает подзону как средней тайги, так и северной. С учетом того, что современная площадь лугов Карелии незначительна и разнообразие условий среды на них невелико, четыре ассоциации представляются вполне реальной оценкой.

Следующим дискуссионным моментом является иерархическая классификация. Конечно, имея в распоряжении всего четыре объекта, построить разветвленную иерархию просто невозможно. Впрочем, применяемый метод индикаторных экогрупп позволяет отделить от общей совокупности по крайней мере ассоциацию *Anthriscetum sylvestris*. В таблице 6 выделяется как блок видов, общих для всей совокупности описаний, так и блок видов, отделяющих остальные три ассоциации от *Anthriscetum sylvestris*. Данные группы можно рассматривать в качестве формаций луговой растительности.

## Выводы

Главными факторами дифференциации растительности суходольных лугов являются почвенный азот и почвенное увлажнение. Роль этих факторов в разных районах может меняться местами, в зависимости от условий окружающей среды и истории антропогенной освоенности, однако в целом роль почвенного азота в несколько раз выше, чем роль почвенного увлажнения. Это обозначает, что в настоящее

время определяющим фактором для структуры мезофитных луговых сообществ является антропогенная нагрузка, как настоящая, так и прошедшая, в частности, внесение в прошлом удобрений.

Выделено четыре синтаксона мезофитных и ксеромезофитных лугов среднетаежной Карелии. Четверем выделенным типам луговых сообществ присвоен ранг ассоциации, для них выделены диагностические виды. Диагностические виды различаются по роли и могут составлять как часть ядра ассоциации, так и часть сопутствующих видов. Отмечено, что ассоциация, находящаяся в середине экологического пространства, индицируется хуже, чем ассоциация, приуроченные к условиям экстремума экологического градиента.

*Автор выражает большую признательность профессору Я. Паалю (Тартуский университет) и к. б. н. О. В. Чередниченко (МГУ им. М. В. Ломоносова), чьи ценные замечания существенно помогли улучшить рукопись.*

*Исследование выполнено в рамках ГЗ, тема 0221-2014-0007.*

## Литература

- Александрова В. Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 275 с.
- Геоботаническое районирование СССР. М.; Л.: АН СССР, 1947. 149 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2012 году. Петрозаводск: Два товарища, 2013. 328 с.
- Грохлина Т. И., Ханина Л. Г. Автоматизация обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы II Всероссийской научной конференции. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2006. С. 87–89.
- Зайкова В. А. Луга юго-восточной части Кондопожского района в нижнем течении р. Суны // Очерки по растительному покрову Карельской АССР. Петрозаводск: Изд. Карельского фил. АН ССР, 1971. С. 5–19.
- Зайкова В. А. Динамика луговых сообществ. Л.: Наука, 1980. 216 с.
- Лайдинен Г. Ф. Биоразнообразие луговой растительности Ладожского озера // Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России / Под редакцией П. И. Данилова. Петрозаводск: КарНЦ, 2010. С. 70–78.
- Лобанова В. Ф., Белоусова Н. А. Геоботаническая и хозяйственная характеристика суходольных лугов Олонецкого района // Уч. зап. ПГУ. С.-х. науки. Вопросы растениеводства и животноводства. 1969. Т. 15, вып. 3. С. 24–26.
- Лопатин В. Д. Краткий очерк луговой растительности Северного Приладожья // Очерки



по растительному покрову Карельской АССР. Петрозаводск: Изд. Карельского фил. АН ССР, 1971. С. 20–59.

*Почвоведение*. Почва и почвообразование / Ред. В. А. Ковда, Б. Г. Розанов. М.: Высшая школа, 1988. Ч. 1. 400 с.

Раменская М. Л. Луговая растительность Карелии. Петрозаводск: Гос. изд. Карельской АССР, 1958. 400 с.

Раменский Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. С. 90.

Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижилов О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Федорец Н. Г., Бахмет О. Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 239 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 242 с.

Шенников А. П. Луговедение. Л.: Изд-во ЛГУ, 1941. 511 с.

Юдина В. Ф. Луговая растительность островов Киж и Волкострова // Труды КНЦ РАН, Серия Биогеография Карелии. Острова Кижского архипелага. Биогеографическая характеристика. Петрозаводск: КарНЦ, 1999. Вып. 1. С. 75–79.

Юдина В. Ф. Луга // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. Петрозаводск: КарНЦ, 2000. С. 84–93.

Ahti T., Hämet-Ahti L., Jalas J. Vegetation zones and their sections in Northwestern Europe // *Annales Botanici Fennici*. 1968. Vol. 5. P. 169–211.

Clarke K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure // *Australian Journal of Ecology*. 1993. Vol. 18. P. 117–143.

Dufrêne M., Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical

approach // *Ecological monographs*. 1997. Vol. 37. P. 345–366.

Ekstam U., Forshed N. Om hävdens upphör. Kärleväxter som indikatorarter i angs- och hagmarker. Naturvårdsverket. 1997. 135 p.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen im Mitteleuropa // *Scripta Geobotanica*. 1991. Vol. 18. P. 1–248.

*Flora indicativa*. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / 2nd edition, by E. Landolt et al. Bern, Stuttgart, Vienna: Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Haupt Verlag. 2010. 376 p.

Kruskal J. B., Wish M. Multidimensional Scaling. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, number 07–011. Sage Publications, Newbury Park, CA. 1978. 93 p.

McCune B., Mefford M. J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U. S. A. 2011.

Pärtel M., Zobel M., Zobel K., van der Maarel E. The species pool and its relation to species richness: Evidence from Estonian plant communities // *Oikos*. 1996. Vol. 75, No 1. P. 111–117.

Pykälä J., Alanen A., Vainio M., Leivo A. Perinnoisemien inventointiohjeet // Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja. Helsinki: Vesi- ja Ympäristöhallitus. 1994. No 559. 106 s.

Sneath P. H. A., Sokal R. R. Numerical Taxonomy. San Francisco: W. H. Freeman. 1973. 573 p.

Tichý L., Chytrý M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size // *Journal of Vegetation Science*. 2006. Vol. 17. P. 809–818.

*Vegetationstyper i Norden* / Ed. L. Pålsson. TemaNord. Köbenhavn: Nordiska ministerrådet. 1994. Vol. 665. 630 p.

Znamenskiy S. R. Traditional rural biotopes in Karelia // Traditional rural biotopes in the Nordic countries, the Baltic states and the Republic of Karelia. TemaNord. 2000. Vol. 609. P. 49–55.

Поступила в редакцию 18.02.2014

## References

Aleksandrova V. D. Klassifikatsiya rastitel'nosti [Vegetation Classification]. Leningrad: Nauka, 1969. 275 s.

Fedorets N. G., Bakmet O. N. Ekologicheskie osobennosti transformatsii soedinenii ugleroda i azota v lesnykh pochvakh [Ecological features of carbon and nitrogen compounds transformation in forest soils]. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2003. 239 s.

*Geobotanicheskoe raionirovanie SSSR* [Geobotanical zoning of the USSR]. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1947. 149 s.

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kareliya v 2012 godu [State report on the condition of the environment of the Republic of Karelia in 2012]. Petrozavodsk: Dva tovarishcha, 2013. 328 s.

Grokhilina T. I., Khanina L. G. Avtomatizatsiya obrobтки geobotanicheskikh opisaniy po ekologicheskim

shkalam [Automation of geobotanical descriptions processing using ecological scales]. *Printsipy i sposoby sokhraneniya bioraznoobraziya: materialy II Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii* [Principles and methods of biodiversity conservation: proceedings of II All-Russian scientific conference]. Ioshkar-Ola: Mar. gos. un-t, 2006. С. 87–89.

Laidinen G. F. Bioraznoobrazie lugovoi rastitel'nosti Ladozhskogo ozera [Biodiversity of meadow vegetation in Lake Ladoga]. *Monitoring i sokhranenie bioraznoobraziya taehznykh ekosistem Evropeiskogo Severa Rossii* [Monitoring and conservation of biodiversity in taiga ecosystems of European North of Russia]. Pod redaktsiei P. I. Danilova. Petrozavodsk: KarNTs, 2010. S. 70–78.

Lobanova V. F., Belousova N. A. Geobotanicheskaya i khozyaistvennaya kharakteristika sukhodol'nykh



lugov Olonetskogo raiona [Geobotanical and economic characteristics of dry meadows in Olonets region]. *Uch. zap. PGU. S.-kh. nauki. Voprosy rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Proceedings of Perm State University. Agricultural sciences. Problems of crop and livestock production]. 1969. T. 15, vyp. 3. S. 24–26.

Lopatin V. D. Kratkii ocherk lugovoi rastitel'nosti Severnogo Priladozh'ya [Brief review of meadow vegetation in North Priladozhje]. *Ocherki po rastitel'nomu pokrovu Karel'skoi ASSR* [Study of soil cover of Karelian ASSR]. Petrozavodsk: Izd. Karel'skogo fil. AN SSR, 1971. S. 20–59.

Pochvovedenie. Pochva i pochvoobrazovanie [Soil science. Soils and soil formation]. Red. V. A. Kovda, B. G. Rozanov. Moscow: Vysshaya shkola, 1988. Ch. 1. 400 s.

Ramenskaya M. L. Lugovaya rastitel'nost' Karelii [Meadow vegetation of Karelia]. Petrozavodsk: Gos. Izd. Karel'skoi ASSR, 1958. 400 s.

Ramenskii L. G. Izbrannye raboty. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova [Selected works. Problems and methods of vegetative cover study]. Leningrad: Nauka, 1971. S. 90.

Ramenskii L. G., Tsatsenkin I. A., Chizhikov O. N., Antipin N. A. Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitel'nomu pokrovu [Ecological assessment of forage grasslands based on vegetative cover]. Moscow: Sel'khozgiz, 1956. 472 s.

Tsyganov D. N. fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoino-shirokolistvennykh lesov [Phytoindication of ecological regimes in subzone of mixed coniferous-broadleaved forests]. Moscow: Nauka, 1983. 242 s.

Shennikov A. P. Lugovedenie [Grassland Ecology]. Leningrad: Izd-vo LGU, 1941. 511 s.

Yudina V. F. Lugovaya rastitel'nost' ostrovov Kizhi i Volkostrova [Meadow vegetation of Kizhi and Volkostrov islands]. *Trudy KNTs RAN* [Proceedings of KarRC RAS]. Seriya Biogeografiya Karelii. Ostrova Kizhskogo arkhipelaga. Biogeograficheskaya kharakteristika. Petrozavodsk: KarNTs, 1999. Vyp. 1. S. 75–79.

Yudina V. F. Luga [Meadows]. *Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii Zaonezhskogo poluostrova i Severnogo Priladozh'ya* [Biodiversity inventories and studies in Zaonezhski Peninsula and Northern Priladozhje]. Petrozavodsk: KarNTs, 2000. S. 84–93.

Zaikova V. A. Luga yugo-vostochnoi chasti Kondopozhskogo raiona v nizhnem techenii r. Suny [Meadows of south-eastern part of Kondopoga region in lower Suna River]. *Ocherki po rastitel'nomu pokrovu Karel'skoi ASSR* [Essays on vegetation cover in Karelian ASSR]. Petrozavodsk: Izd. Karel'skogo fil. AN SSR, 1971. S. 5–19.

Zaikova V. A. Dinamika lugovykh soobshchestv [Dynamics of meadow communities]. Leningrad: Nauka, 1980. 216 s.

Ahti T., Hämet-Ahti L., Jalas J. Vegetation zones and their sections in Northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici*. 1968. Vol. 5. P. 169–211.

Clarke K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 1993. Vol. 18. P. 117–143.

Dufrêne M., Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*. 1997. Vol. 37. P. 345–366.

Ekstam U., Forshed N. Om hävdens upphör. Kärldväxter som indikatorarter i angs- och hagmarker. Naturvårdsverket. 1997. 135 p.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen im Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*. 1991. Vol. 18. P. 1–248.

Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. 2nd edition, by E. Landolt et al. Bern, Stuttgart, Vienna: Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Haupt Verlag. 2010. 376 p.

Kruskal J. B., Wish M. Multidimensional Scaling. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, number 07–011. Sage Publications, Newbury Park, CA. 1978. 93 p.

McCune B., Mefford M. J. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.12 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U. S. A. 2011.

Pärtel M., Zobel M., Zobel K., van der Maarel E. The species pool and its relation to species richness: Evidence from Estonian plant communities. *Oikos*. 1996. Vol. 75, No 1. P. 111–117.

Pykälä J., Alanen A., Vainio M., Leivo A. Perinennemaisemien inventointiohjeet. *Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja*. Helsinki: Vesi- ja Ympäristöhallitus. 1994. No 559. 106 p.

Sneath P. H. A., Sokal R. R. Numerical Taxonomy. San Francisco: W. H. Freeman. 1973. 573 p.

Tichý L., Chytrý M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*. 2006. Vol. 17. P. 809–818.

Vegetationstyper i Norden. Ed. L. Pålsson. TemaNord. Köbenhavn: Nordiska ministerrådet. 1994. Vol. 665. 630 p.

Znamenskiy S. R. Traditional rural biotopes in Karelia. *Traditional rural biotopes in the Nordic countries, the Baltic states and the Republic of Karelia*. TemaNord. 2000. Vol. 609. P. 49–55.

Received February 18, 2014

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

### Знаменский Сергей Романович

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

## CONTRIBUTOR:

### Znamenskiy, Sergey

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya, 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: seznam@krc.karelia.ru  
tel: (814) 561679

УДК 631.467.2:581.526.62 (470.22)

## СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД АГРОЦЕНОЗОВ С МОНОКУЛЬТУРАМИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ)

Е. М. Матвеева, А. А. Сущук, Д. С. Калинкина

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Исследовано влияние выращиваемых сельскохозяйственных культур на свободно-живущих и фитопаразитических нематод на примере агроценозов Южной Карелии (поля с пропашными культурами, сеяные луга), проведено сравнение монодоминантных растительных сообществ агроценозов (пропашные культуры) и биотопов с видом-интродуцентом *Heracleum sosnowskyi* Manden. Определены характеристики, отражающие особенности сообществ нематод в разнотипных агроценозах. Это фаунистический состав с выделением постоянных и специфичных таксонов, определяющий сходство и различия агроценозов, трофическая структура сообществ нематод и эколого-популяционные индексы, позволяющие оценить состояние почвенных экосистем. Под пропашными культурами преобладают бактериотрофы и микотрофы, устойчивые к неблагоприятным условиям среды и участвующие в разложении органического вещества, которые составляют постоянное ядро фауны. В почве сеяных лугов увеличивается значимость нематод-фитотрофов в сообществе; значения эколого-популяционных индексов позволяют рассматривать эту почвенную экосистему как структурированную и стабильную. По характеристикам сообществ почвенных нематод агроэкосистема, представленная многокомпонентным сеяным лугом, соответствует поздним стадиям экологической сукцессии.

**Ключевые слова:** почвенные нематоды, таксономическое разнообразие, эколого-трофическая структура сообществ, эколого-популяционные индексы.

### Е. М. Matveeva, A. A. Sushchuk, D. S. Kalinkina. SOIL NEMATODE COMMUNITIES UNDER MONOCULTURE AGROCENOSSES (EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF KARELIA)

The effect of crops cultivation on the soil free-living and plant-parasitic nematodes in agro-cenoses of southern Karelia (fields with tilled crops, artificial grasslands) was studied. A comparison of monodominant plant communities in agro-cenoses (tilled crops) and cenoses with alien species *Heracleum sosnowskyi* Manden was made. The characteristics reflecting the features of nematode communities in different types of agro-cenoses were established. They include faunal composition with identification of constant and specific taxa determining the similarity/differences between agro-cenoses, trophic structure of nematode communities, and ecological and population indices facilitating the assessment of soil ecosystem state. Bacterial and fungal feeders resistant to unfavourable conditions dominate under tilled crops and take part in organic matter decomposition, forming the core of the nematode fauna. In seeded meadows plant feeder nematodes become more significant in the community. The values of ecological and population indices show that the soil ecosystem is structured and stable. According to the characte-

ristics of soil nematode communities the agroecosystem of the polycomponent seeded meadow corresponds to a late stage of ecological succession.

**Key words:** soil nematodes, taxonomic diversity, eco-trophic structure of nematode communities, ecological and population indices.

## Введение

Агроценозы (сельскохозяйственные экосистемы) представляют собой искусственно созданные биоценозы, обладающие определенным видовым составом растений, высокая продуктивность которых обеспечивается интенсивной технологией подбора высокоурожайных сортов, внесением удобрений, применением агротехнических приемов и интегрированных методов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений. Агроценозы характеризуются целым рядом признаков, отличающих их от естественных экосистем: низким видовым разнообразием растений, представленным отдельными сельскохозяйственными культурами; использованием дополнительной (к солнечной) энергии (химической, механической, энергии машин); изъятием с урожаем большого количества питательных элементов, возмещение потерь которых компенсируется регулярным внесением удобрений; утратой основного свойства природных экосистем – устойчивости – из-за использования искусственного отбора для получения максимальных урожаев, результатом чего является высокая подверженность сельскохозяйственных культур угрозе гибели из-за массового размножения вредителей или возбудителей болезней. Преимущество агроэкосистем заключается в большом потенциале достижения максимальной продуктивности выращиваемых культур. Однако реализация этого преимущества возможна только при постоянном, научно обоснованном уходе за земельными угодьями и культурными растениями, их охране от неблагоприятных абиотических (заморозки, высокие температуры, засуха, переувлажнение и т. д.) и биотических (вредители, возбудители болезней и пр.) факторов. К последним, среди множества других организмов, относятся и почвенные нематоды, играющие значительную роль в почвообразовательных процессах на сельскохозяйственных землях. Сапробиотические нематоды наряду с микотрофами участвуют в разложении органического вещества почвы, являются ответственным звеном биологической активности почв и поддержания их плодородия. С другой стороны, поселяясь в очагах гниения, они могут способствовать распространению грибных и бактериальных

инфекций и снижению урожая сельскохозяйственных культур. Особого внимания заслуживают фитопаразитические нематоды, которые, питаясь за счет тканей живого растения, вызывают опасные заболевания выращиваемых культур и наносят значительный ущерб сельскому хозяйству.

В мировой нематологической литературе в последние два десятилетия широко обсуждается возможность использования нематод как индикаторов состояния среды обитания, основанная на классификации нематод в *c-p* группы в зависимости от особенностей их жизненных циклов и экологических предпочтений [Bongers, 1990]. Рассчитанный с помощью предложенной классификации индекс зрелости сообществ нематод активно использовался при оценке состояния нарушенных земель [Ettema, Bongers, 1993], в частности, при загрязнении почв тяжелыми металлами [Georgieva et al., 2002; Gruzdeva et al., 2003; Pen-Moulatov et al., 2008]. Позднее в практику исследований были введены производные индекса зрелости [Yeates, 1994] и эколого-популяционные индексы, позволяющие анализировать структуру и функционирование почвенных трофических сетей [Ferris et al., 2001] в естественных и трансформированных биоценозах, включая агроэкосистемы [Yeates, Bongers, 1999; Neher et al., 2005; Pavao-Zuckerman, Coleman, 2007; Rossouw et al., 2008; Shao et al., 2008; DuPont et al., 2009; Tomar, Ahmad, 2009; Zhang et al., 2012 и др.].

В ходе многолетних нематологических исследований в Республике Карелия накоплены обширные данные по сообществам почвенных нематод биоценозов, находящихся в естественном состоянии и подверженных различным видам трансформации. На основе всестороннего анализа фауны выявлены особенности сообществ нематод в зависимости от типа фитоценоза [Груздева, 2001а; Груздева и др., 2001, 2005, 2011а], предложены методы оценки состояния почвенной экосистемы с использованием нематод как объектов биоиндикации при различных видах трансформации, в том числе при техногенном и паразитарном загрязнении [Груздева, 2001б; Матвеева и др., 2001, 2003, 2008; Груздева, Сущук, 2008; Груздева, Матвеева, 2010; Груздева и др., 2010; Сущук, Груздева, 2011].

Информативность предложенного инструмента диагностики почв агроценозов на базе нематодофауны обусловлена высокой численностью и разнообразием нематод, их тесной трофической связью с бактериями, грибами, растениями, важной ролью в преобразовании поступающего органического вещества, участием в регуляции почвенной системы через хищничество.

Влияние выращиваемой культуры на фауну нематод почв агроценозов, в том числе на комплекс фитопаразитов, не исследовано. Особого внимания заслуживает изучение фауны почвенных нематод в местах произрастания (обочины дорог и окраины сельскохозяйственных полей) борщевика Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. – травянистого растения сем. Зонтичные, способного к формированию устойчивых монодоминантных сообществ. В Карелии этот вид был интродуцирован в начале 60-х годов как кормовая культура с целью получения силоса для сельскохозяйственных животных. Борщевик характеризуется быстрым ростом, большими размерами (до 3 метров в высоту), холодоустойчив, обладает высокими адаптивными возможностями, способностью вытеснять другие растения из биотопов. Из-за фуранокумаринов, содержащихся в клеточном соке борщевика и вызывающих фотохимический дерматит, это растение становится опасным для животных и человека.

Цель работы – изучить фауну и структуру сообществ почвенных нематод в агроценозах с монокультурами (на примере Южной Карелии), проанализировать влияние выращиваемых сельскохозяйственных культур на свободноживущих и фитопаразитических нематод, сравнить нематодофауну монодоминантных растительных сообществ агроценозов и биотопа с видом-интродуцентом *Heracleum sosnowskyi*, проверить биоиндикационные возможности использования нематод для выявления особенностей агроценозов.

## Материалы и методы

Для изучения фауны нематод и характеристики их сообществ в период с 3 по 18 августа 2006 года отбирали образцы почвы с использованием почвенного бура методом множественных уколов на глубину 0–15 см в агроценозах Южной Карелии: на полях с монокультурами (картофель, морковь, капуста, свекла) из одного агрокомплекса (61°54'06,73" с. ш., 34°13'06,58" в. д.) и сеяных лугах с посевами тимopheевки луговой *Phleum pratense* L. (61°49'15,2" с. ш., 33°10'31,30" в. д.), клевера

лугового *Trifolium pratense* L. (61°16'55,08" с. ш., 35°29'29,45" в. д.), сложной травосмеси растений сем. Poaceae (61°45'08,79" с. ш., 34°20'47,02" в. д.). Почвы на участках отбора подзолистые легко- и тяжелосуглинистые. Мощность пахотного слоя сельскохозяйственных полей составляет в среднем 20–25 см, обеспеченность гумусом – 2,9–3,2% [Федорец, Медведева, 2005]. Фауна нематод в местах произрастания борщевика Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. (61°45'06,50" с. ш., 34°21'08,01" в. д.) была проанализирована как пример самопроизвольного внедрения чужеродного вида в растительное сообщество в отличие от искусственно создаваемых агроценозов.

Нематод из смешанного образца почвы (навеска 30 г в 3-кратной повторности) выделяли модифицированным вороночным методом Бермана и фиксировали по общепринятым методикам [Кирьянова, Краль, 1969; van Bezooijen, 2006]. Выбор метода экстракции обусловлен его простотой, низким уровнем затрат и длительным периодом использования коллективом авторов, что позволяет сравнивать данные разных лет, районов отбора почвенных образцов и др. Численность нематод рассчитывали на 100 г сырой почвы (также сделан пересчет показателя на 1 м<sup>2</sup> площади при глубине отбора h = 0–15 см). Устанавливали систематическую принадлежность нематод (не менее 100 особей из пробы) до уровня рода на временных глицериновых препаратах. В итоге из почвенного образца идентифицировали 300–400 особей.

Дальнейший анализ полученных материалов проводили по нескольким направлениям. Сначала оценивалось таксономическое разнообразие фауны с определением доминирующих таксонов, общего ядра родов и специфических черт фауны. Относительное обилие таксонов бралось в основу построения дендрограмм фаунистического сходства с использованием кластерного анализа методом ближайшего соседа (коэффициент Брея–Кертиса). Затем для выявления различий между локальными сообществами почвенных нематод проводили ординацию ценозов методом главных компонент на основе эколого-трофических групп нематод с учетом их вклада в фауну. Расчеты выполнены при помощи программы PAST 1.68 [Hammer et al., 2001]. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 5.5. Согласно классификации Йейтс с соавт. [Yeates et al., 1993] все таксоны нематод были отнесены к одной из шести эколого-трофических групп: бakte-



риотрофы (Б), микотрофы (М), политрофы (Л), хищники (Х), нематоды – паразиты растений (Пр, облигатные фитотрофы) и нематоды, ассоциированные с растением (Аср, факультативные фитотрофы), включающие нематод, питающихся на эпидермальных клетках корня и корневых волосках. Нематоды, облигатно и факультативно связанные с растением (Пр и Аср), объединены в группу фитотрофов. Для более глубокого анализа нематод-бактериотрофов и определения их роли в почвенных процессах агроценозов были использованы некоторые аспекты классификации Солениуса (semi-taxonomic feeding classification) [Sohlenius, 2002; Sohlenius et al., 2011]. Согласно данной классификации выделены три подгруппы: бактериотрофы Rhabditida с r-стратегиями (Rh-r), K-стратегиями (Rh-K) и бактериотрофы из группы Adenophorea (Ad-Б). Разделение основано на различном положении таксонов по с-р шкале Бонгера, определяемое репродуктивной стратегией нематод и чувствительностью к факторам среды. Группа «Rhabditida r-стратегии» состоит из семейств Rhabditidae, Panagrolaimidae, Diplogasteridae со значением 1 по с-р шкале и характеризующихся высокой скоростью размножения. Группа с условным названием «Rhabditida K-стратегии» охватывает нематод семейства Cephalobidae (с-р 2) со средней скоростью размножения (меньшей, чем у Rh-r). Третья группа бактериотрофов названа «аденофореи» Adenophorea. Термин не имеет формального таксономического смысла, однако удобен для обозначения экологической группы нематод, чувствительных к поллютантам и другим нарушениям среды (с-р 2, 3, 4).

Для оценки состояния сообществ нематод и почвенной агроэкосистемы рассчитывали и сравнивали значения индекса зрелости сообществ нематод  $\Sigma MI$  [Bongers, 1990; Yeates, 1994] и эколого-популяционных индексов, характеризующих трофическую сеть почв ( $EI$ ,  $SI$ ,  $CI$ ) [Ferris et al., 2001]. Расчет этих индексов подробно описан в работах, опубликованных ранее [Груздева и др., 2010; Груздева, Сущук, 2010; Сущук, Груздева, 2011]. Индекс  $\Sigma MI$  представляет собой полуколичественную оценку состояния экосистемы на основе состава и соотношения таксонов нематод с различными экологическими предпочтениями, связанными с их морфологией, биологией и экологией, выраженных в значениях, присвоенных каждому таксону по специальной с-р шкале Бонгера: от колонизаторов со значением 1, устойчивых к неблагоприятным условиям существования, до персисторов со значением 5, чувст-

вительных к факторам окружающей среды. Индекс обогащения почвенной трофической сети (Enrichment index,  $EI$ ) прямо коррелирует с обогащением почвы органикой или уровнем плодородия, индекс структурирования трофической сети (Structure index,  $SI$ ) отражает сложность и стабильность почвенной экосистемы. Индекс пути разложения органического вещества (Channel index,  $CI$ ) указывает на активность бактерий и почвенных грибов в разложении органического вещества (при низком значении индекса разложение органики идет преимущественно с участием бактерий, при высоком – с участием почвенных грибов).

Условия почвенной трофической сети (на основе индексов  $SI$  и  $EI$ ) могут быть представлены графически в двумерном пространстве. Совмещение значений двух индексов по осям абсцисс и ординат позволяет получить фаунистический профиль, который, в свою очередь, дает возможность охарактеризовать почвенную экосистему. На графике фаунистический профиль состоит из четырех квадратов, соответствующих четырем категориям состояния почвенной трофической сети и степени нарушений почвенной экосистемы: структурированные ненарушенные экосистемы (квадрат С с высокими  $SI$  и низкими  $EI$  значениями), зрелые экосистемы с низким или средним уровнем нарушения (квадрат В с высокими значениями обоих индексов), высоконарушенные (квадрат А с низкими  $SI$  и высокими  $EI$  значениями) и деградированные почвенные экосистемы, находящиеся в условиях стресса (квадрат D с низкими значениями обоих индексов) [Ferris et al., 2001].

Для выполнения исследования использовано оборудование ЦКП НО ИБ КарНЦ РАН «Комплексные фундаментальные и прикладные исследования особенностей функционирования живых систем в условиях Севера».

## Результаты

### **Характеристика сообществ почвенных нематод (таксономическое разнообразие, численность, структура сообществ) в различных типах агроценозов**

Таксономическое разнообразие нематод в агроценозах различных типов представлено в таблице 1. Во всех исследованных биотопах обнаружено 64 таксона. Из них более 87% (55 родов) было выявлено в почве сеяных лугов. Под пропашными культурами таксономическое разнообразие нематод было значительно ниже (32 рода). На основе относительного обилия таксонов была построена дендрограмма фаунистического сходства (рис. 1), которая



Таблица 1. Список и характеристика таксонов нематод различных типов агроценозов Южной Карелии

| Таксон                      | Трофическая группа<br>[Yeates et al., 1993] | Значение по с-р шкале<br>[Bongers, 1990] | Трофическая группа<br>[Sohlenius et al., 2011] | Присутствие/отсутствие таксонов в агроценозах |             |                     |
|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|---------------------|
|                             |                                             |                                          |                                                | Пропашные культуры                            | Сеяные луга | Биотоп с борщевиком |
| <i>Diploscapter</i>         | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | –           | –                   |
| <i>Heterorhabditis</i>      | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | –           | –                   |
| <i>Mesorhabditis</i>        | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Panagrobelus</i>         | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | –           | –                   |
| <i>Panagrolaimus</i>        | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Protorhabditis</i>       | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Rhabditis</i>            | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Steinernema</i> *        | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | –                                             | –           | +                   |
| сем. <i>Diplogasteridae</i> | Б                                           | 1                                        | Rh-r                                           | +                                             | +           | –                   |
| <i>Acrobeles</i>            | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | –           | –                   |
| <i>Acrobelloides</i>        | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Cephalobus</i>           | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | +           | –                   |
| <i>Cervidellus</i>          | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | –           | –                   |
| <i>Chiloplacus</i>          | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Eucephalobus</i>         | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Heterocephalobus</i>     | Б                                           | 2                                        | Rh-K                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Achromadora</i>          | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Anaplectus</i>           | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Ceratoplectus</i>        | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Eumonhystera</i>         | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | +                                             | +           | +                   |
| <i>Monhystrella</i>         | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Plectus</i>              | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | +                   |
| <i>Prodesmodora</i>         | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | –                                             | –           | +                   |
| <i>Wilsonema</i>            | Б                                           | 2                                        | Ad-Б                                           | +                                             | +           | –                   |
| <i>Bastiania</i>            | Б                                           | 3                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Cylindrolaimus</i>       | Б                                           | 3                                        | Ad-Б                                           | +                                             | +           | –                   |
| <i>Metateratocephalus</i>   | Б                                           | 3                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | +                   |
| <i>Teratocephalus</i>       | Б                                           | 3                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Prismatolaimus</i>       | Б                                           | 3                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | +                   |
| <i>Alaimus</i>              | Б                                           | 4                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Paramphidelus</i>        | Б                                           | 4                                        | Ad-Б                                           | –                                             | +           | –                   |
| <i>Aphelenchoides</i>       | М                                           | 2                                        | –                                              | +                                             | +           | +                   |
| <i>Aphelenchus</i>          | М                                           | 2                                        | –                                              | +                                             | +           | +                   |
| <i>Ditylenchus</i>          | М                                           | 2                                        | –                                              | +                                             | +           | –                   |
| <i>Diphtherophora</i>       | М                                           | 3                                        | –                                              | +                                             | +           | –                   |
| <i>Tylencholaimus</i>       | М                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | +                   |
| <i>Aporcelaimellus</i>      | П                                           | 5                                        | –                                              | +                                             | +           | +                   |
| <i>Dorylaimus</i>           | П                                           | 5                                        | –                                              | –                                             | +           | +                   |
| <i>Ecumenicus</i>           | П                                           | 5                                        | –                                              | +                                             | +           | –                   |
| <i>Enchodelus</i>           | П                                           | 5                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |
| <i>Eudorylaimus</i>         | П                                           | 5                                        | –                                              | +                                             | +           | –                   |
| <i>Laimydorus</i>           | П                                           | 5                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |
| <i>Mesodorylaimus</i>       | П                                           | 5                                        | –                                              | +                                             | +           | +                   |
| <i>Anatonchus</i>           | Х                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |
| <i>Clarkus</i>              | Х                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | +                   |
| <i>Iotonchus</i>            | Х                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |
| <i>Mononchus</i>            | Х                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |
| <i>Mylonchulus</i>          | Х                                           | 4                                        | –                                              | –                                             | +           | –                   |

|                         |     |   |   |    |    |    |
|-------------------------|-----|---|---|----|----|----|
| <i>Onchulus</i>         | X   | 3 | – | –  | +  | –  |
| <i>Seinura</i>          | X   | 3 | – | +  | –  | –  |
| <i>Tobrilus</i>         | X   | 3 | – | –  | +  | –  |
| <i>Tripyla</i>          | X   | 3 | – | –  | +  | –  |
| <i>Aglenchus</i>        | Асп | 2 | – | +  | +  | –  |
| <i>Coslenchus</i>       | Асп | 2 | – | +  | +  | +  |
| <i>Filenchus</i>        | Асп | 2 | – | +  | +  | +  |
| <i>Lelenchus</i>        | Асп | 2 | – | –  | +  | –  |
| <i>Malenchus</i>        | Асп | 2 | – | +  | +  | +  |
| <i>Tylenchus</i>        | Асп | 2 | – | –  | +  | +  |
| <i>Paratylenchus</i>    | Пр  | 2 | – | +  | +  | –  |
| <i>Globodera</i>        | Пр  | 3 | – | –  | –  | +  |
| <i>Helicotylenchus</i>  | Пр  | 3 | – | –  | +  | –  |
| <i>Heterodera</i>       | Пр  | 3 | – | –  | +  | –  |
| <i>Pratylenchus</i>     | Пр  | 3 | – | –  | +  | +  |
| <i>Tylenchorhynchus</i> | Пр  | 3 | – | +  | +  | +  |
| <b>64 таксона</b>       |     |   |   | 32 | 55 | 27 |

Примечание. Б – бактериотрофы, М – микотрофы, П – политрофы, Х – хищники, Пр – паразиты растений, Асп – нематоды, ассоциированные с растением [Yeates et al., 1993]; 1–5 – значение таксона по с–р шкале Бонгера [Bongers, 1990]; *Steinernema*\* – паразит беспозвоночных, личинки обитают в почве. Rh-r – представители отряда Rhabditida с r-стратегиями, Rh-K – представители отряда Rhabditida с K-стратегиями, Ad-Б – нематоды-бактериотрофы из экологической группы Adenophorea [Sohlenius et al., 2011].

показывает кластеризацию локальных сообществ почвенных нематод разнотипных агроценозов на две группы: пропашные агроэкосистемы и сеяные луга. Сеяный луг с культурой клевера и ценоз с борщевиком занимали промежуточное положение, однако биотоп с борщевиком был ближе к кластеру с пропашными культурами.

Для объяснения выявленных различий между локальными сообществами почвенных нематод все таксоны были объединены в эколого-трофические группы (см. табл. 1). Анализ группирования выявил особенности структуры сообществ нематод в зависимости от типа агроценоза, проявившиеся в изменении процентного соотношения отдельных трофических групп и, как следствие, рядов их доминирования (табл. 2). Под пропашными культурами эколого-трофическая структура сообществ нематод характеризовалась абсолютным преобладанием бактериотрофов; вклад этой группы в фауну составлял 71,9%. Микотрофы в большинстве случаев являлись субдоминантами. Нематоды остальных трофических групп (политрофы, хищные нематоды и фитотрофы) имели низкую численность. В структуре сообществ нематод лугов с посевами различных многолетних трав заметно увеличивалась значимость нематод-фитотрофов (от 0,7 до 28,1%) и снижался вклад бактериотрофов в фауну (от 71,9 до 33,3%). Структура сообщества нематод ценоза с борщевиком показала некоторое

сходство с таковой под пропашными культурами: наблюдалось доминирование бактерио- и микотрофов. Однако отмечено низкое относительное обилие всеядных нематод (политрофов) и увеличение вклада в фауну паразитических нематод (см. табл. 2).

Выявленные особенности эколого-трофической структуры сообществ нематод позволили разделить исследованные биотопы на две группы на основе результатов ординации ценозов методом главных компонент (рис. 2). Объединение в одну группу большинства пропашных культур (капуста, морковь, картофель) и ценоза с борщевиком основано на высокой доле бактериотрофов в структуре сообществ нематод. Луга с посевами тимopheевки и сложной травосмеси выделяются за счет высокой доли нематод-фитотрофов (Пр и Асп) в фауне. При этом около 70% различий между сообществами (вдоль первой главной компоненты) обусловлены соотношением бактериотрофов и фитотрофов. Значительно меньшая часть различий (23% дисперсии вдоль второй главной компоненты) связана с высокой долей микотрофов в структуре сообществ свекольного поля и сеяного луга с клевером, что отражается на их обособленности от других агроценозов.

Также было установлено, что таксономический состав и плотность популяций нематод в почвах сельскохозяйственных полей значительно варьируют в зависимости от выращиваемой культуры внутри одного и того же агроце-

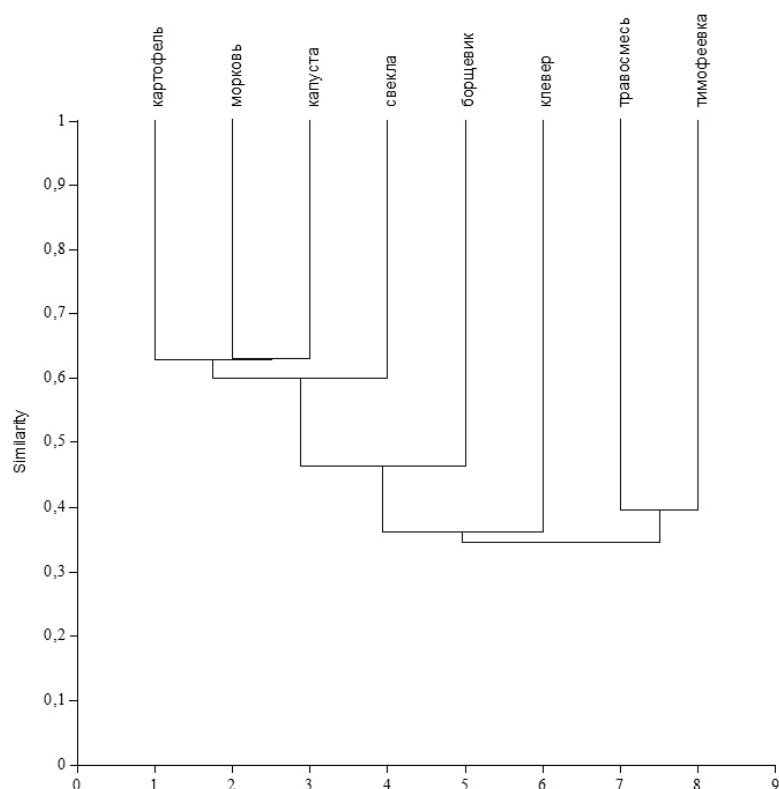


Рис. 1. Дендрограмма таксономического сходства сообществ почвенных нематод в различных типах агроценозов.

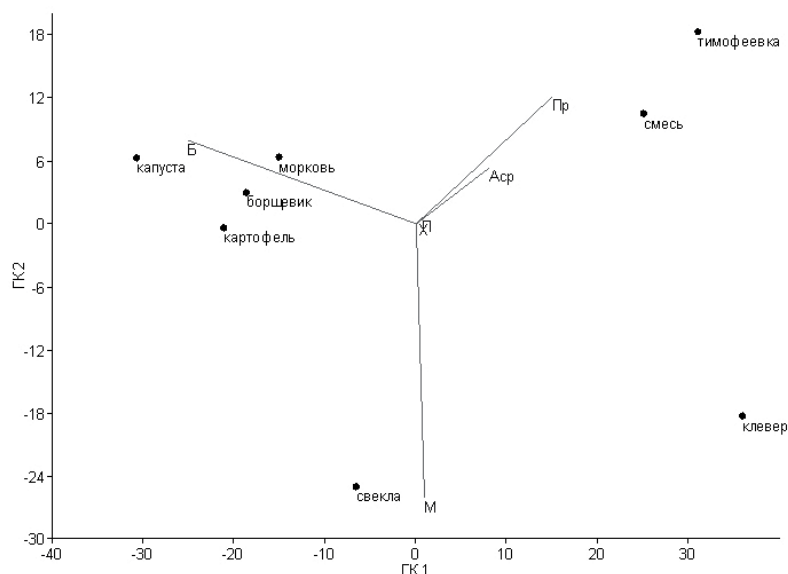


Рис. 2. Ординация сообществ почвенных нематод на основе эколого-трофического группирования таксонов

ноза (табл. 3). Самые высокие показатели были отмечены в почвах сеяных лугов: количество родов изменялось от 28 до 45 таксонов, численность составляла более 3000 экз./100 г почвы. Под пропашными культурами численность нематод была значительно ниже (по средним значениям) и сильно различалась внутри группы в зависимости от вида выращиваемого растения (от 232 до 2388 экз./100 г почвы).

Севооборот влиял в первую очередь на плотность популяций и в меньшей степени – на количество таксонов нематод. Например, выращивание моркови или свеклы после картофеля имело следствием достоверное снижение (в 3,7–4,3 раза) плотности популяций нематод и обеднение таксономического состава фауны. При последующем выращивании капусты (после моркови) численность нематод резко

Таблица 2. Структура сообществ почвенных нематод в различных типах агроценозов

| Тип агроценоза, культура                                                               | Эколого-трофическое группирование, % |             |            |            |             |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                                                                                        | Б                                    | М           | П          | Х          | Аср         | Пр          |
| <b>Пропашные культуры</b><br><b>Б→М→П→Аср→Пр→Х</b>                                     | <b>71,9</b>                          | <b>19,4</b> | <b>4,0</b> | <b>0,2</b> | <b>3,8</b>  | <b>0,7</b>  |
| Отдельные культуры                                                                     |                                      |             |            |            |             |             |
| Картофель<br>Б→М→П→Пр→Аср→Х                                                            | 75,2                                 | 17,3        | 3,4        | 0,7        | 0,9         | 2,4         |
| Морковь<br>Б→Аср→М→П                                                                   | 70,3                                 | 9,6         | 6,4        | 0          | 13,7        | 0           |
| Капуста<br>Б→М→П→Пр                                                                    | 85,1                                 | 11,5        | 2,8        | 0          | 0           | 0,5         |
| Свекла<br>Б→М→П→Аср                                                                    | 56,9                                 | 39,2        | 3,2        | 0          | 0,7         | 0           |
| <b>Вид-интродуцент (борщевик у границ картофельного поля)</b><br><b>Б→М→Пр→Аср→П→Х</b> | <b>74,4</b>                          | <b>14,9</b> | <b>1,1</b> | <b>1,1</b> | <b>3,5</b>  | <b>5,0</b>  |
| <b>Сеяные луга</b><br><b>Б→Пр→Аср→М→П→Х</b>                                            | <b>33,3</b>                          | <b>15,4</b> | <b>4,5</b> | <b>1,1</b> | <b>17,6</b> | <b>28,1</b> |
| Отдельные культуры                                                                     |                                      |             |            |            |             |             |
| Сеяный луг с посевами тимофеевки<br>Пр→Б→Аср→М→П→Х                                     | 38,2                                 | 4,3         | 1,9        | 1,0        | 15,6        | 39,0        |
| Сеяный луг с посевами клевера<br>М→Б→Пр→Аср→П→Х                                        | 23,1                                 | 34,1        | 3,7        | 1,2        | 16,9        | 21,0        |
| Сеяный луг с посевами сложной травосмеси<br>Б→Пр→Аср→П→М→Х                             | 38,5                                 | 7,7         | 8,0        | 1,2        | 20,3        | 24,3        |

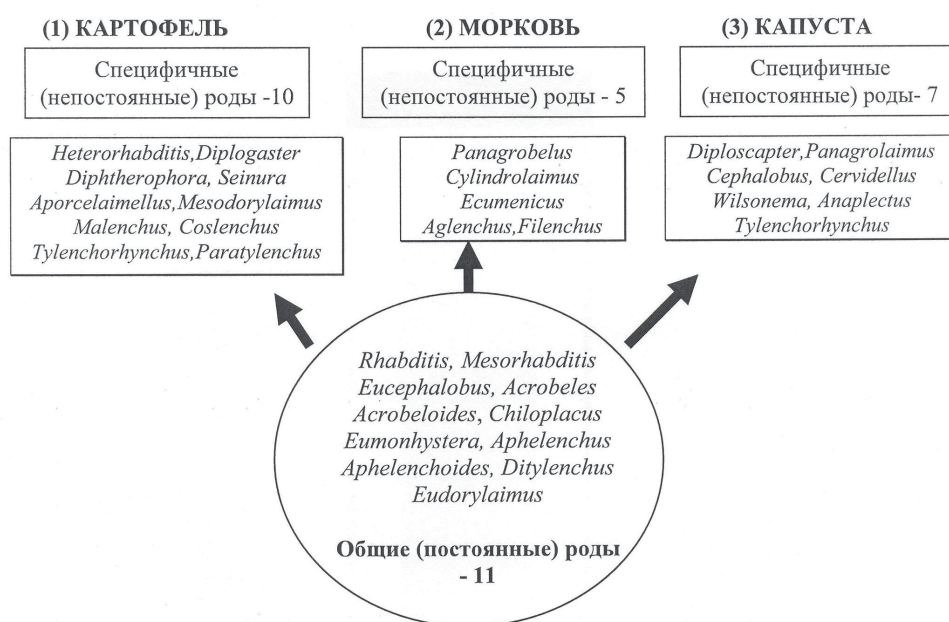
Примечание. Б – бактериотрофы, М – микотрофы, П – политрофы, Х – хищники, Аср – нематоды, ассоциированные с растениями, Пр – паразиты растений.

Таблица 3. Характеристика сообществ почвенных нематод в различных типах агроценозов

| Культура                                               | Предшественник             | Кол-во родов | Плотность популяций нематод         |                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                                                        |                            |              | экз./100 г почвы                    | экз./1 м <sup>2</sup>    |
| Пропашные культуры, общее количество родов – 32        |                            |              |                                     |                          |
| Морковь                                                | Картофель                  | 16           | 232 ± 8 <sup>а, в, г, д, е, ж</sup> | 116 x 10 <sup>3</sup>    |
| Капуста                                                | Морковь                    | 18           | 2388 ± 688 <sup>б, в, д</sup>       | 1194 x 10 <sup>3</sup>   |
| Свекла                                                 | Картофель                  | 16           | 264 ± 41 <sup>в, г, д, е, ж</sup>   | 132 x 10 <sup>3</sup>    |
| Картофель                                              | Капуста                    | 21           | 989 ± 83 <sup>д, е, ж</sup>         | 494,5 x 10 <sup>3</sup>  |
|                                                        |                            |              | среднее: 968                        |                          |
| Вид-интродуцент (борщевик у границ картофельного поля) | Картофель                  | 27           | 1241 ± 119 <sup>д, е, ж</sup>       | 620,5 x 10 <sup>3</sup>  |
| Сеяные луга, общее количество родов – 55               |                            |              |                                     |                          |
| Сеяный луг с посевами многолетних трав                 | Тимофеевка (3 года)        | 32           | 3751 ± 167                          | 1875,5 x 10 <sup>3</sup> |
| Сеяный луг с посевами многолетних трав                 | Клевер                     | 28           | 3824 ± 230                          | 1912 x 10 <sup>3</sup>   |
| Сеяный луг с посевами многолетних трав                 | Злаки (сложная травосмесь) | 45           | 3145 ± 270                          | 1572,5 x 10 <sup>3</sup> |
|                                                        |                            |              | среднее: 3573                       |                          |

Примечание. Здесь и в табл. 4 различия индексов статистически значимы (p < 0,05) по отношению к варианту: а – с капустой, б – со свеклой, в – с картофелем, г – с борщевиком, д – с тимофеевкой, е – с клевером, ж – со сложной травосмесью.

Система севооборотов «Картофель – морковь – капуста»



Система севооборота «Картофель – свекла»

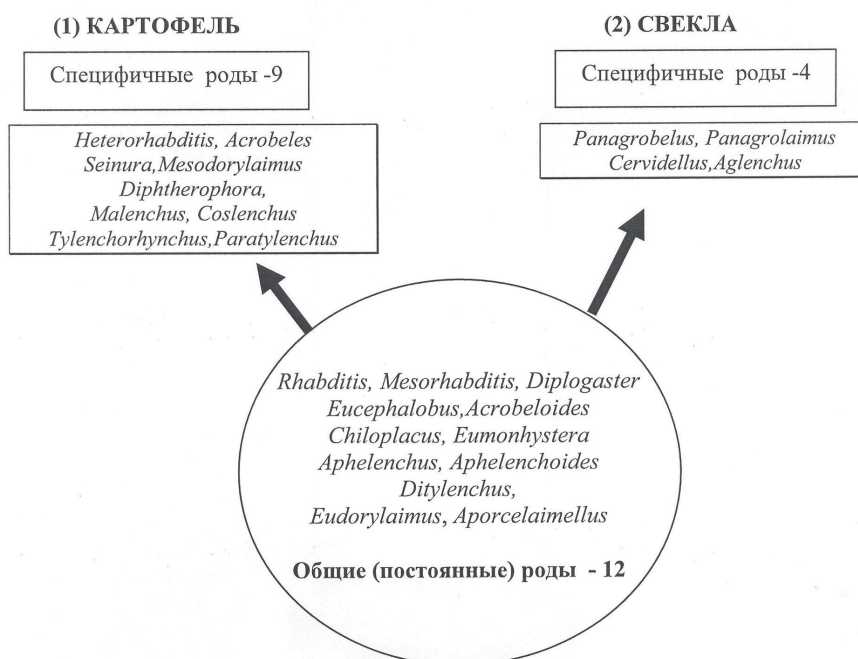


Рис. 3. Таксономическое разнообразие почвенных нематод в системах севооборотов «картофель – морковь – капуста» и «картофель – свекла»

возрастала (в 10 раз), а таксономическое разнообразие почти не менялось. При смене культуры капусты на картофель количество родов увеличивалось, а численность нематод снижалась (табл. 3).

Сравнение фаунистического состава почвенных нематод под пропашными культурами показало, что 11–12 родов были общими и составляли постоянную основу фауны нематод

всех исследованных сельскохозяйственных полей. Это нематоды-бактериотрофы из сем. Rhabditidae и сем. Cephalobidae, микотрофы родов *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Ditylenchus*. Специфичный компонент фауны, изменяющийся в зависимости от выращиваемой культуры, состоит из 4–7 родов для свеклового, морковного и капустного полей, и 10 родов – для картофельного поля (рис. 3). Интро-



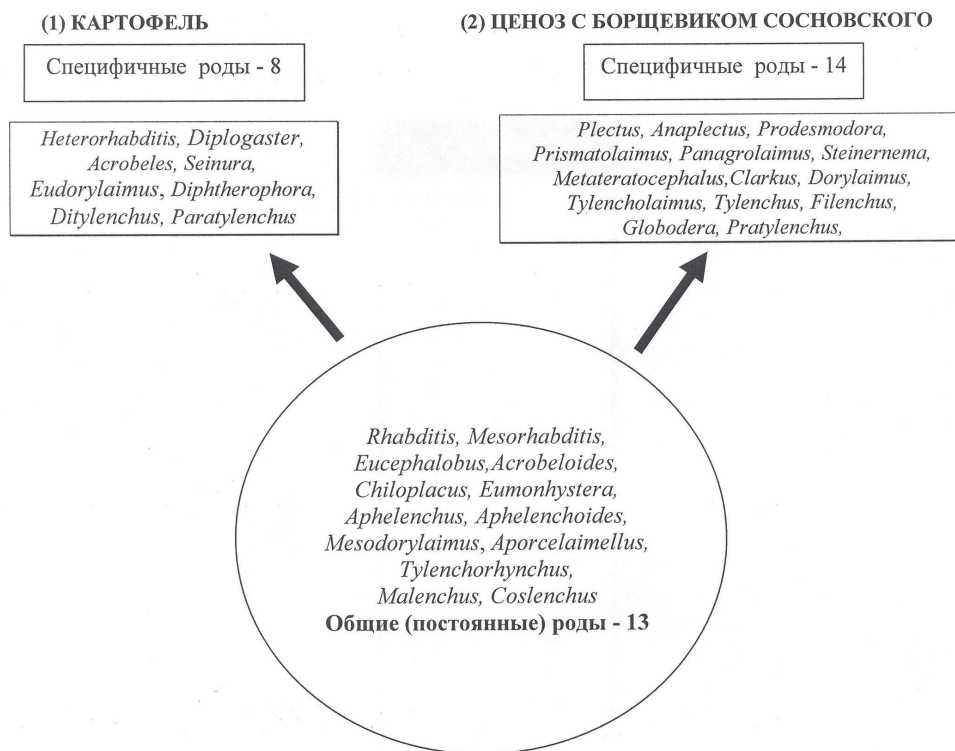


Рис. 4. Таксономическое разнообразие почвенных нематод картофельного поля и ценоза с борщевиком Сосновского

Таблица 4. Эколого-популяционные индексы сообществ почвенных нематод в различных типах агроценозов

| Культура                                                      | Индексы     |                                  |                                     |                                     |
|---------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                               | $\Sigma MI$ | $CI$                             | $SI$                                | $EI$                                |
| <b>Пропашные культуры</b>                                     |             |                                  |                                     |                                     |
| Морковь                                                       | 2,2         | 15,3 ± 4,8 <sup>е</sup>          | 44,6 ± 4,5 <sup>а, б, в, г, е</sup> | 81,8 ± 4,6 <sup>а, г, д, е, ж</sup> |
| Капуста                                                       | 2,0         | 8,4 ± 0,4 <sup>б, г, е, ж</sup>  | 20,1 ± 5,3 <sup>д, е, ж</sup>       | 66,3 ± 2,4 <sup>в, г, д, ж</sup>    |
| Свекла                                                        | 2,0         | 24,3 ± 2,4 <sup>в, е</sup>       | 26,6 ± 1,4 <sup>д, е, ж</sup>       | 73,2 ± 2,0 <sup>г, д, ж</sup>       |
| Картофель                                                     | 2,4         | 10,5 ± 0,6 <sup>г, д, е, ж</sup> | 30,2 ± 3,6 <sup>д, ж</sup>          | 76,1 ± 2,2 <sup>г, д, е, ж</sup>    |
| <b>среднее</b>                                                | <b>2,15</b> | <b>14,6</b>                      | <b>30,3</b>                         | <b>74,3</b>                         |
| <b>Вид-интродуцент (борщевик у границ картофельного поля)</b> | <b>2,5</b>  | <b>20,4 ± 2,8</b>                | <b>16,3 ± 5,9</b>                   | <b>48,8 ± 3,3</b>                   |
| <b>Сеяные луга</b>                                            |             |                                  |                                     |                                     |
| Сеяный луг с посевами тимopheевки                             | 2,5         | 35,5 ± 9,2                       | 41,7 ± 2,6 <sup>г, ж</sup>          | 29,2 ± 4,6 <sup>г, е</sup>          |
| Сеяный луг с посевами клевера                                 | 2,9         | 37,2 ± 1,1 <sup>г</sup>          | 45,9 ± 6,7 <sup>г, ж</sup>          | 67,5 ± 0,5 <sup>г, ж</sup>          |
| Сеяный луг с посевами сложной травосмеси злаков)              | 2,8         | 30,8 ± 4,9                       | 67,9 ± 3,3 <sup>г</sup>             | 29,2 ± 1,8 <sup>г</sup>             |
| <b>среднее</b>                                                | <b>2,73</b> | <b>34,5</b>                      | <b>51,8</b>                         | <b>41,9</b>                         |

дукция чужеродного вида борщевика Сосновского *H. sosnowskyi* на сельскохозяйственные поля и формирование устойчивой популяции (в границах картофельного поля) привела к увеличению плотности популяций нематод (см. табл. 3) и таксономического разнообразия фауны за счет специфичных родов, редких для агроценозов (*Anaplectus*, *Plectus*, *Prismatolaimus*, *Prodesmodora*, *Metateratocephalus* – бактериотрофы из группы *Adenophorea*) (рис. 4, табл. 1).

В эколого-трофической структуре сообществ нематод также выявлены особенности, обусловленные видами выращиваемых культурных растений. Для пропашных культур отмечены различия во вкладе в фауну группы микотрофов (свекольное поле) и нематод, ассоциированных с растениями (морковное поле). Среди сеяных лугов выделяется биотоп с посевами клевера благодаря высокой доле микотрофов в сообществе (см. табл. 2).

Использование экологических классификаций нематод [Bongers, 1990; Yeates et al., 1993; Sohlenius, 2002; Sohlenius et al., 2011] в совокупности позволило выявить зависимость состава таксонов с различными экологическими предпочтениями внутри эколого-трофической группы бактериотрофов от типа агроценоза. Анализ группы нематод-бактериотрофов, которая характеризуется наибольшим таксономическим разнообразием (31 таксон), показал, что бактериотрофы *r*-стратеги, типичные колонизаторы с *c-r* значением 1, были более характерны для пропашных агроэкосистем, хотя и содержали роды, общие для всех агроценозов. Бактериотрофы *K*-стратеги с *c-r* значением 2 встречались более равномерно под пропашными культурами и на сеяных лугах, но были мало представлены в ценозе с борщевиком. Другие бактериотрофы, входящие в ветви энотрий и хроматорий (отряды *Enoplida*, *Tripionchida*, *Chromadorida*, *Desmodorida*, *Plectida*, *Monhysterida*, *Araeolaimida*), определенные по классификации как *Adenophorea* и имеющие значения от 2 до 4 по *c-r* шкале, преобладали в почвах сеяных лугов (см. табл. 1).

#### **Эколого-популяционные индексы, характеризующие сообщества почвенных нематод различных типов агроценозов**

Установлены изменения эколого-популяционных индексов сообществ нематод в зависимости от типа агроценоза (см. табл. 4). Средние значения большинства индексов для сообществ нематод, обитающих в почве под пропашными культурами, имели низкие значения ( $\Sigma MI = 2,15$ ;  $CI = 14,6$ ;  $SI = 30,3$ ), за исключением индекса обогащения почвенной тро-

фической сети  $EI$ , который имел высокие значения (74,3). В почвах сеяных лугов, наоборот, большинство индексов имели более высокие ( $\Sigma MI = 2,73$ ;  $CI = 34,5$  и  $SI = 51,8$ ), а индекс  $EI$  – более низкие (41,9) значения. При интродукции борщевика на сельскохозяйственные поля в сообществах нематод наблюдались сходные с сеяными лугами изменения исследуемых индексов, за исключением индекса структурирования почвенной трофической сети  $SI$ , имеющего самые низкие значения (16,3), причем различия всех индексов были статистически достоверны. Влияние вида выращиваемого растения на индексы сообществ почвенных нематод наиболее сильно было выражено под пропашными культурами (см. табл. 4).

Графическое представление в двухмерном пространстве условий почвенной трофической сети (индексы  $SI$  и  $EI$ ) (см. табл. 4), предложенное Феррисом с соавторами [Ferris et al., 2001], позволило получить фаунистический профиль, с помощью которого для исследованных агроценозов определены состояние трофических сетей и степень нарушений почвенных экосистем (рис. 5). Установлено, что под пропашными культурами почвенная трофическая сеть определена в квадрат А фаунистического профиля (низкие  $SI$  и высокие  $EI$  значения), что указывает на поступление большого количества органического вещества в почву, и экосистема оценивается как высоконарушенная. Луговой биотоп с посевами клевера располагается в том же квадрате, что и пропашные культуры, благодаря сходным значениям индексов. Ценоз с борщевиком и сеяный луг с тимомовкой определены в квадрат D (низкие  $EI$  и  $SI$  значения), на основании этого трофическая сеть рассматривается как деградированная, а почвенная экосистема находится в условиях стресса. Луговой биотоп с посевами сложной травосмеси находится в квадрате С (низкие  $EI$  и высокие  $SI$  значения), что указывает на структурированную трофическую сеть и ненарушенную почвенную экосистему (см. рис. 5).

#### **Обсуждение**

Исследование характеристик сообществ почвенных нематод агроценозов с монокультурами Южной Карелии (поля с пропашными культурами, сеяные луга) позволило проанализировать влияние выращиваемых сельскохозяйственных культур на свободноживущих и фитопаразитических нематод, сравнить монодоминантные растительные сообщества агроценозов (пропашные культуры) и биотопы с видом-интродуцентом *Heracleum sosnowskyi*,

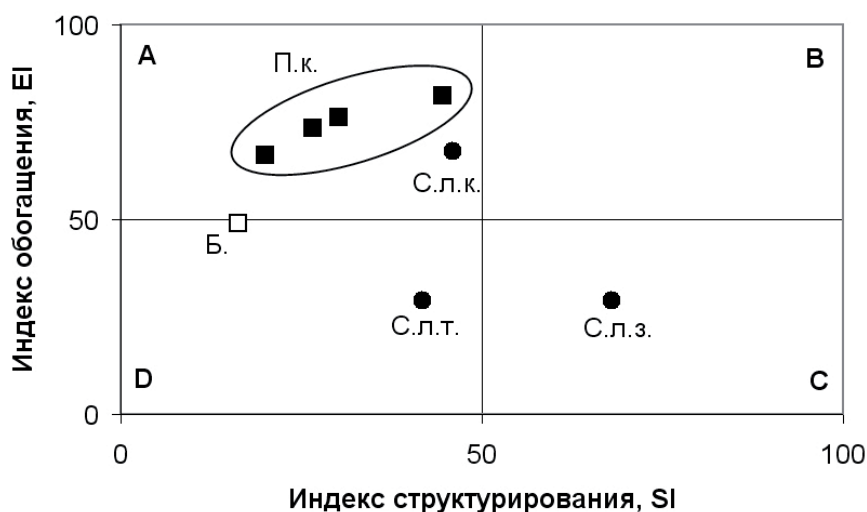


Рис. 5. Фаунистический профиль, характеризующий почвенную трофическую сеть агроценозов разных типов.

Квадрат А – высоконарушенные почвенные экосистемы (disturbed), В – зрелые экосистемы с низким или средним уровнем нарушенности (maturing), С – структурированные ненарушенные экосистемы (structured), D – деградированные почвенные экосистемы, находящиеся в условиях стресса (degraded) [Ferris et al., 2001]. П. к. – пропашные культуры, Б – биотоп с борщевиком, С. л. т. – сеяный луг с тимopheевкой, С. л. к. – сеяный луг с клевером, С. л. з. – сеяный луг с травосмесью злаков

проверить биоиндикационные возможности использования нематод для выявления особенностей агроценозов.

Полученные результаты показывают, что сообщества почвенных нематод под исследованными пропашными культурами (картофель, капуста, свекла, морковь) характеризуются низким таксономическим разнообразием, доминированием бактериотрофов в фауне, резкими колебаниями численности в зависимости от выращиваемой культуры (см. табл. 2, 3). Подобные изменения состава фауны и структуры сообществ выявлены под воздействием различных факторов трансформации среды – загрязнения, сельскохозяйственных мероприятий, рубок леса; они характерны для начальных этапов восстановительных сукцессий [Yeates, Bongers, 1999; Georgieva et al., 2002; Матвеева и др., 2008; Chen et al., 2009; Груздева, Сущук, 2010; Груздева и др., 2011б; Сущук, Груздева, 2011].

Изменения плотности популяций и состава фауны нематод в пахотном слое являются результатом повторяющихся нарушений, вызванных ежегодной вспашкой. В этих условиях малоспециализированные виды нематод с коротким жизненным циклом быстро размножаются и последовательно увеличивают численность. Классические исследования фауны нематод в пахотном слое почвы [Wasilewska, 1979; Sohlenius, Sandor, 1987] показали, что для пропашных агроэкосистем установлена высокая доля в сообществе малоспециализированных нематод-бактериотрофов из сем. Rhabditidae

и Cephalobidae, и низкая – нематод сем. Plectidae и Tylenchidae. Подобная закономерность отмечена и в данной работе: рабдитиды и цефалобиды имели высокое разнообразие, численно преобладали и составляли ядро фауны нематод пахотных почв независимо от вида выращиваемого растения. Кроме того, общими видами являлись и микотрофы родов *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Ditylenchus*, которые устойчивы к неблагоприятным условиям среды (см. рис. 3). Такой состав фауны нематод отражает обогащенную трофическую сеть в почве пропашных культур, которая характеризуется наличием значительного количества органических остатков и упрощенной структурой, что связано с повторяющимся нарушением почвенного покрова при проведении агротехнических мероприятий. Нематоды из сем. Plectidae и Tylenchidae были представлены как специфические таксоны, появляющиеся под одной и исчезающие под другой культурой.

Сообщество нематод территории, занимаемой устойчивой популяцией вида-интродукта *H. sosnowskyi* (на окраине картофельного поля), показывает сходство с картофельным полем по спектру общих видов (бактериотрофы из отр. Rhabditida с r- и K-стратегиями), но отличается более высоким таксономическим разнообразием из-за отсутствия ежегодной обработки почвы. Здесь отмечены редкие для агроценозов нематоды родов *Plectus*, *Anaplectus*, *Prodesmodora*, *Prismatolaimus*, *Metaterratocephalus* (бактериотрофы из группы Adenophorea), что сближает этот биотоп с сеяными

лугами (см. табл. 1, рис. 4). Таксономический состав фауны нематод определяет обособленное положение ценоза в дендрограмме сходства исследованных агроценозов (см. рис. 1), а вклад определенных эколого-трофических групп нематод в структуру сообщества показывает его близость к пропашным культурам (см. рис. 2). Однако в данном биотопе выявлено минимальное значение индекса структурирования почвенной трофической сети  $SI$  (см. табл. 4), указывающего на упрощение и дестабилизацию почвенной экосистемы. Учитывая агрессивность борщевика в отношении других видов растений, требуется дальнейшее изучение нематологической ситуации в таких ценозах.

Сеяные луга с посевами многолетних трав характеризуются более разнообразной фауной (см. табл. 1), высокой общей численностью нематод (см. табл. 3), значительным вкладом нематод-фитотрофов в фауну (см. табл. 2), сбалансированным соотношением эколого-популяционных индексов сообществ (см. табл. 4), что свидетельствует о развитой и сложной (структурированной) почвенной экосистеме. Многокомпонентные сеяные луга по всем характеристикам сообществ почвенных нематод соответствуют поздним стадиям экологической сукцессии.

Эколого-трофическая структура сообществ нематод свидетельствует о том, что в различных типах агроценозов группа паразитических нематод имеет наиболее сильно варьирующие количественные показатели. Например, фитопаразиты почти полностью отсутствуют в почве под пропашными культурами, но занимают позицию субдоминантов или доминантов в почве сеяных лугов (см. табл. 2). Такие изменения были отмечены и другими авторами [Wardle et al., 2003; Viketoft, 2008; Viketoft, Sohlenius, 2011]. Общей особенностью всех агроценозов является низкая доля в сообществе хищных нематод и политрофов, которые имеют высокие значения по шкале Бонгерса (4, 5) и чувствительны к любым нарушениям среды обитания. Известно, что представители этих трофических групп резко сокращают численность после негативного воздействия на среду их обитания и медленно увеличивают популяции после снятия стрессового фактора [Wasilewska, 1989; Georgieva et al., 2002; Pen-Mouratov et al., 2008; Груздева и др., 2010]. В нашем исследовании такая тенденция показана для политрофов: в различных типах агроценозов численность их невелика, максимальная плотность популяций отмечена в почве луга с посевами сложной травосмеси. Хищные нематоды во всех вариантах имели очень низкую численность.

Таким образом, данное исследование выявило параметры сообществ нематод, которые позволяют четко разграничить почвенные экосистемы под пропашными культурами и сеяными лугами. Это фаунистический состав с выделением ядра общих таксонов, трофическая структура с определением вклада каждой группы в фауну и эколого-популяционные индексы. Биоиндикационные возможности нематод для оценки условий почвенной трофической сети и степени нарушенности почв сельскохозяйственных земель проиллюстрированы с помощью фаунистического профиля нематод (см. рис. 5). Например, на его основании можно с уверенностью сказать, что для пропашных культур агротехнические приемы, используемые для получения высоких урожаев (вспашка, окучивание, прополка, внесение удобрений), являются более сильным фактором, влияющим на почвенных нематод, чем выращиваемая сельскохозяйственная культура. В случае с сеяными лугами вид культивируемого растения имеет решающее значение.

В целом рассмотренные характеристики сообществ почвенных нематод достаточно информативны и могут быть использованы для выявления особенностей агроценозов и оценки состояния почвенных экосистем.

Для лучшего понимания влияния типа агроценоза на фауну почвенных нематод и расширения представлений о реакции фитонематод на агротехнические мероприятия в условиях северных экосистем необходим следующий этап исследований с привлечением количественных почвенных параметров (уровень  $pH$ , содержание азота, углерода, фосфора и калия), а также данных о применении минеральных и органических удобрений. Это позволит точнее выявить взаимосвязи между характеристиками почв и сообществами нематод.

*Исследования выполнены в рамках ГЗ, тема 0221-2014-0004, и частично поддержаны Программой фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (№ 01201262102), а также Министерством образования и науки Российской Федерации (соглашение № 8101).*

## Литература

Груздева Л. И. Фауна почвообитающих нематод сосняка скального // Hortus Botanicus. Петрозаводск: ПетрГУ, 2001а. № 1. С. 66–68.

Груздева Л. И. Фауна почвообитающих нематод в естественных и трансформированных биоценозах



Карелии // Эколого-паразитологические исследования животных и растений европейского Севера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2001б. С. 64–68.

Груздева Л. И., Коваленко Т. Е., Матвеева Е. М. Почвенные нематоды как компонент материковых и островных экосистем // Труды КарНЦ РАН. Серия Биология. Биогеография Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2001. Вып. 2. С. 110–118.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М. Расширение ареала картофельной цистообразующей нематоды на Северо-Западе России // Труды Центра паразитологии. Т. XLVI: Биоразнообразие и экология паразитов. М.: Наука, 2010. С. 71–80.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Коваленко Т. Е. Фауна нематод луговых ценозов островов Белого моря, Онежского и Ладожского озер // Труды КарНЦ РАН. Серия Биология. Биогеография Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. Вып. 7. С. 45–53.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Коваленко Т. Е., Сущук А. А. Нематоды как индикаторы состояния и степени изменений почвенной экосистемы в условиях северо-запада России // Успехи современной биологии. 2010. Т. 130. № 1. С. 100–112.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Сущук А. А. Разнообразие фауны нематод естественных биоценозов Карелии // Нематоды естественных и трансформированных экосистем: сборник научных статей. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2011а. С. 54–56.

Груздева Л. И., Матвеева Е. М., Сущук А. А. Почвенные нематоды лесных сообществ на различных стадиях восстановления после рубки // Нематоды естественных и трансформированных экосистем: сборник научных статей. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2011б. С. 56–59.

Груздева Л. И., Сущук А. А. Влияние степени загрязненности почвы картофельной цистообразующей нематодой на структуру сообществ почвенных нематод // Паразитология. 2008. Т. 42, № 6. С. 510–516.

Груздева Л. И., Сущук А. А. Тенденции восстановления сообществ нематод после деградации почвенного покрова // Известия РАН. Серия Биологическая. 2010. № 6. С. 750–755.

Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. Паразитические нематоды растений и методы борьбы с ними. Том 1. Л.: Наука, 1969. 443 с.

Матвеева Е. М., Груздева Л. И., Коваленко Т. Е. Структура сообществ почвенных нематод при заражении полей картофельной цистообразующей нематодой // Материалы межд. конф. «Проблемы современной паразитологии» и III съезда Паразитологического общества при РАН. СПб., 2003. Т. II. С. 13–15.

Матвеева Е. М., Груздева Л. И., Коваленко Т. Е., Иешко Е. П. Почвенные нематоды как индикаторы индустриального загрязнения // Эколого-паразитологические исследования животных и растений Европейского Севера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 69–77.

Матвеева Е. М., Груздева Л. И., Коваленко Т. Е., Сущук А. А. Почвенные нематоды как биоиндикато-

ры техногенного загрязнения таежных экосистем // Труды Карельского научного центра РАН. Петрозаводск. 2008. Вып. 14. С. 63–75.

Сущук А. А., Груздева Л. И. Влияние техногенного загрязнения промышленных центров Карелии на сообщества почвенных нематод // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. 2011. № 25. С. 441–448.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2005. 96 с.

van Bezooijen J. Methods and techniques for nematology. Wageningen, The Netherlands, Wageningen University Press, 2006. 112 p.

Bongers T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // Oecologia. 1990. Vol. 83. P. 14–19.

Chen G., Qin J., Shi D., Zhang Y., Ji W. Diversity of soil nematodes in areas polluted with heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Lanzhou, China // Environmental Management. 2009. Vol. 44. P. 163–172.

DuPont S. T., Ferris H., Van Horn M. Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling // Applied Soil Ecology. 2009. Vol. 41. P. 157–167.

Ettema C. H., Bongers T. Characterization of nematode colonization and succession in disturbed soil using the Maturity Index // Biology & Fertility of Soils. 1993. Vol. 16. P. 193–209.

Ferris H., Bongers T., de Goede R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept // Applied Soil Ecology. 2001. Vol. 18. P. 13–29.

Georgieva S. S., McGrath S. P., Hooper D. J., Chambers B. S. Nematode communities under stress: the long-term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge // Applied Soil Ecology. 2002. Vol. 20. P. 27–42.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Kovalenko T. E. The effect of heavy metal salts on soil-inhabiting nematode communities // Eurasian Soil Science. 2003. Vol. 36. № 5. P. 536–545.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis // Paleontological Electronica. 2001. 4 (1). 9 p. ([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)).

Neher D. A., Wu J., Barbercheck M. E., Anas O. Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures // Applied Soil Ecology. 2005. Vol. 30. Issue 1. P. 47–64.

Pavao-Zuckerman M. A., Coleman D. C. Urbanization alters the functional composition, but not taxonomic diversity, of the soil nematode community // Applied Soil Ecology. 2007. Vol. 35. P. 329–339.

Pen-Mouratov S., Shukurov N., Steinberger Y. Influence of industrial heavy metal pollution on soil free-living nematode population // Environmental Pollution. 2008. Vol. 152. P. 172–183.

Rossouw J., van Rensburg L., Claassens S., van Rensburg P. J. Jansen. Nematodes as indicators of eco-



system development during platinum mine tailings reclamation // *The Environmentalist*. 2008. Vol. 28. Issue 2. P. 99–107.

Shao Y., Zhang W., Shen J., Zhou L., Xia H., Shu W., Ferris H., Fu S. Nematodes as indicators of soil recovery in tailings of a lead/zinc mine // *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. Vol. 40. Issue 8. P. 2040–2046.

Sohlenius B., Sandor A. Vertical distribution of nematodes in arable soil under grass (*Festuca pratensis*) and barley (*Hordeum distichum*) // *Biology and Fertility of Soils*. 1987. Vol. 3. P. 19–25.

Sohlenius B. Influence of clear-cutting and forest age on the nematode fauna in a Swedish pine forest soil // *Applied Soil Ecology*. 2002. Vol. 10. P. 261–277.

Sohlenius B., Boström S., Viketoft M. Effects of plant species and plant diversity on soil nematodes – a field experiment on grassland run for seven years // *Nematology*. 2011. Vol. 13 (1). P. 115–131.

Tomar V. V. S., Ahmad W. Food web diagnostics and functional diversity of soil inhabiting nematodes in a natural woodland // *Helminthologia*. 2009. Vol. 46, Issue 3. P. 183–189.

Viketoft M. Effects of six grassland plant species on soil nematodes: a glasshouse experiment // *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. Vol. 40. P. 906–915.

Viketoft M., Sohlenius B. Soil nematode populations in a grassland plant diversity experiment run for seven years // *Applied Soil Ecology*. 2011. Vol. 48. P. 174–184.

Wardle D. A., Yeates G. W., Williamson W., Bonner K. I. The response of a three trophic level soil food web to the identity and diversity of plant species and functional groups // *Oikos*. 2003. Vol. 102. P. 45–56.

Wasilewska L. The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agroecosystems // *Polish Ecological Studies*. 1979. Vol. 5. P. 97–145.

Wasilewska L. Impact of human activities on nematode communities in terrestrial ecosystems // *Ecology of arable land – perspectives and challenges*. Clarholm M., Bergström L. (Eds.). Kluwer Academic Publishers. 1989. P. 123–132.

Yeates G. W. Modification and qualification of the nematode maturity index // *Pedobiologia*. 1994. Vol. 38. P. 97–101.

Yeates G. W., Bongers T. Nematode diversity in agroecosystems // *Agriculture, ecosystems and environment*. 1999. Vol. 74. P. 113–135.

Yeates G. W., Bongers T., de Goede R. G. M., Freckman D. W. & Georgieva S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera: An outline for soil ecologists // *J. of Nematology*. 1993. Vol. 25, № 3. P. 315–331.

Zhang X., Li Q., Zhu A., Liang W., Zhang J., Steinberger Y. Effects of tillage and residue management on soil nematode communities in North China // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 13. P. 75–81.

Поступила в редакцию 15.05.2013

## References

Fedorets N. G., Medvedeva M. V. Jekologo-mikrobiologicheskaja ocenka sostojanija pochv goroda Petrozavodskaja [Eco-microbiological assessment of soils state in city of Petrozavodsk]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 2005. 96 s.

Gruzdeva L. I. Fauna pochvoobitajushhih nematod sosnjaka skal'nogo [Fauna of soil nematodes of rocky pinery]. *Hortus Botanicus*. Petrozavodsk: PetrGU, 2001a. № 1. S. 66–68.

Gruzdeva L. I. Fauna pochvoobitajushhih nematod v estestvennyh i transformirovannyh biocenozah Karelii [Soil nematode fauna of natural and transformed biocenoses in Karelia]. *Jekologo-parazitologicheskie issledovanija zhivotnyh i rastenij evropejskogo Severa* [Ecological and parasitological studies of animals and plants of European North]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 2001b. S. 64–68.

Gruzdeva L. I., Kovalenko T. E., Matveeva E. M. Pochvennye nematody kak komponent materikovyh i ostrovnnyh jekosistem [Soil nematodes as a component of continental and island ecosystems]. *Trudy KarNC RAN. Serija Biologija. Biogeografija Karelii* [Proceedings of KarNC RAS. Series «Biology». Biogeography of Karelia]. Petrozavodsk: KarNC RAN. 2001. Vyp. 2. S. 110–118.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M. Rasshirenie areala kartofel'noj cistoobrazujushhej nematody na Severo-Zapade Rossii [Spreading of potato cyst-forming nematode in North-West Russia]. *Trudy Centra parazitologii* [Proceedings of Parasitology Centre]. T. XLVI: Bioraz-

noobrazie i jekologija parazitov. Moscow: Nauka, 2010. S. 71–80.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Kovalenko T. E. Fauna nematod lugovyh cenozov ostrovov Belogo morja, Onezhskogo i Ladozhskogo ozer [Nematode fauna of meadow cenoses in islands of White Sea, Lakes One-go and Ladoga]. *Trudy KarNC RAN. Serija Biologija. Biogeografija Karelii* [Proceedings of KarNC RAS. Series «Biology». Biogeography of Karelia]. Petrozavodsk: KarNC RAN. 2005. Vyp. 7. S. 45–53.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Kovalenko T. E., Sushhuk A. A. Nematody kak indikatory sostojanija i stepeni izmenenij pochvennoj jekosistemy v uslovijah severo-zapada Rossii [Nematodes as indicators of soil ecosystem state and level of change in North-West Russia]. *Uspehi sovremennoj biologii* [Achievements of Modern Biology]. 2010. T. 130, № 1. S. 100–112.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Sushhuk A. A. Raznoobrazie fauny nematod estestvennyh biocenozov Karelii [Diversity of nematode fauna in natural biocenoses of Karelia]. *Nematody estestvennyh i transformirovannyh jekosistem: sbornik nauchnyh statej* [Nematodes of natural and transformed ecosystems. Collected scientific papers]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 2011a. S. 54–56.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Sushhuk A. A. Pochvennye nematody lesnyh soobshhestv na razlichnyh stadijah vosstanovlenija posle rubki [Soil nematodes of forest communities at different stages of recovery after clear-cutting]. *Nematody estestvennyh i trans-*

formirovannyh jekosistem: sbornik nauchnyh statej [Nematodes of natural and transformed ecosystems. Collected scientific papers]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 2011b. S. 56–59.

Gruzdeva L. I., Sushchuk A. A. Vlijanie stepeni zarazhenosti pochvy kartofel'noj cistoobrazujushhej nematodoy na strukturu soobshhestv pochvennyh nematod [Effect of soil infection with potato cyst-forming nematodes on community structure of soil-inhabiting nematodes]. *Parazitologija*. 2008. T. 42, № 6. S. 510–516.

Gruzdeva L. I., Sushchuk A. A. Tendencii vosstanovleniya soobshhestv nematod posle degradacii pochvennogo pokrova [Tendencies of nematode communities to recover after soil cover degradation]. *Izvestija RAN. Serija Biologicheskaja [Proceedings of RAS. Series «Biology»]*. 2010. № 6. S. 750–755.

Kir'janova E. S., Krall' Je. L. Paraziticheskie nematody rastenij i metody bor'by s nimi [Plant-parasitic nematodes and their management]. Tom 1. Leningrad: Nauka, 1969. 443 s.

Matveeva E. M., Gruzdeva L. I., Kovalenko T. E. Struktura soobshhestv pochvennyh nematod pri zarazhenii polej kartofel'noj cistoobrazujushhej nematodoy [Community structure of soil nematodes in fields infected with potato cyst-forming nematode]. *Materialy mezhd. konf. «Problemy sovremennoj parazitologii» i III sjezda Parazitologicheskogo obshhestva pri RAN [Proceedings of international conference «Problems of modern parasitology» and III Congress of Parasitological Society of RAS]*. St. Petersburg, 2003, T. II. S. 13–15.

Matveeva E. M., Gruzdeva L. I., Kovalenko T. E., Ieshko E. P. Pochvennye nematody kak indikatory industrial'nogo zagryaznenija [Soil nematodes as indicators of industrial pollution]. *Jekologo-parazitologicheskie issledovaniya zhivotnyh i rastenij Evropejskogo Severa [Ecological and parasitological studies of animals and plants of European North]*. Petrozavodsk: KarNC RAN, 2001. S. 69–77.

Matveeva E. M., Gruzdeva L. I., Kovalenko T. E., Sushchuk A. A. Pochvennye nematody kak bioindikatory tehnogennogo zagryaznenija taezhnyh jekosistem [Soil nematodes as bioindicators of technogenic pollution of taiga ecosystems]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN [Proceedings of KarRC RAS]*. Petrozavodsk. 2008. Vyp. 14. S. 63–75.

Sushchuk A. A., Gruzdeva L. I. Vlijanie tehnogennogo zagryaznenija promyshlennyh centrov Karelii na soobshhestva pochvennyh nematod [Effect of anthropogenic pollution of Karelian industrial centres on soil nematode communities]. *Izvestija PGPU im. V. G. Belinskogo [Proceedings of V. G. Belinskii PSPU]*. 2011. № 25. S. 441–448.

van Bezooijen J. 2006. Methods and techniques for nematology. Wageningen, The Netherlands, Wageningen University Press. 112 p.

Bongers T. 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*. Vol. 83. P. 14–19.

Chen G., Qin J., Shi D., Zhang Y., Ji W. 2009. Diversity of soil nematodes in areas polluted with heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Lanzhou, China. *Environmental Management*. Vol. 44. P. 163–172.

DuPont S. T., Ferris H., Van Horn M. 2009. Effects of cover crop quality and quantity on nematode-based soil food webs and nutrient cycling. *Applied Soil Ecology*. Vol. 41. P. 157–167.

Ettema C. H., Bongers T. 1993. Characterization of nematode colonization and succession in disturbed soil using the Maturity Index. *Biology & Fertility of Soils*. Vol. 16. P. 193–209.

Ferris H., Bongers T., de Goede R. G. M. 2001. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology*. Vol. 18. P. 13–29.

Georgieva S. S., McGrath S. P., Hooper D. J., Chambers B. S. 2002. Nematode communities under stress: the long-term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge. *Applied Soil Ecology*. Vol. 20. P. 27–42.

Gruzdeva L. I., Matveeva E. M., Kovalenko T. E. 2003. The effect of heavy metal salts on soil-inhabiting nematode communities. *Eurasian Soil Science*. Vol. 36, No 5. P. 536–545.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Electronica*. 4 (1). 9 p. ([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)).

Neher D. A., Wu J., Barbercheck M. E., Anas O. 2005. Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. *Applied Soil Ecology*. Vol. 30. Issue 1. P. 47–64.

Pavao-Zuckerman M. A., Coleman D. C. 2007. Urbanization alters the functional composition, but not taxonomic diversity, of the soil nematode community. *Applied Soil Ecology*. Vol. 35. P. 329–339.

Pen-Mouratov S., Shukurov N., Steinberger Y. 2008. Influence of industrial heavy metal pollution on soil free-living nematode population. *Environmental Pollution*. Vol. 152. P. 172–183.

Rossouw J., van Rensburg L., Claassens S., van Rensburg P. J. Jansen. 2008. Nematodes as indicators of ecosystem development during platinum mine tailings reclamation. *The Environmentalist*. Vol. 28. Issue 2. P. 99–107.

Shao Y., Zhang W., Shen J., Zhou L., Xia H., Shu W., Ferris H., Fu S. 2008. Nematodes as indicators of soil recovery in tailings of a lead/zinc mine. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 40. Issue 8. P. 2040–2046.

Sohlenius B., Sandor A. 1987. Vertical distribution of nematodes in arable soil under grass (*Festuca pratensis*) and barley (*Hordeum distichum*). *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 3. P. 19–25.

Sohlenius B. 2002. Influence of clear-cutting and forest age on the nematode fauna in a Swedish pine forest soil. *Applied Soil Ecology*. Vol. 10. P. 261–277.

Sohlenius B., Boström S., Viketoft M. 2011. Effects of plant species and plant diversity on soil nematodes – a field experiment on grassland run for seven years. *Nematology*. Vol. 13 (1). P. 115–131.

Tomar V. V. S., Ahmad W. 2009. Food web diagnostics and functional diversity of soil inhabiting nematodes in a natural woodland. *Helminthologia*. Vol. 46, Issue 3. P. 183–189.

Viketoft M. 2008. Effects of six grassland plant species on soil nematodes: a glasshouse experiment. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 40. P. 906–915.

Viketoft M., Sohlenius B. 2011. Soil nematode populations in a grassland plant diversity experiment run for seven years. *Applied Soil Ecology*. Vol. 48. P. 174–184.

Wardle D. A., Yeates G. W., Williamson W., Bonner K. I. 2003. The response of a three trophic level soil food web to the identity and diversity of plant species and functional groups. *Oikos*. Vol. 102. P. 45–56.

Wasilewska L. 1979. The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agroecosystems. *Polish Ecological Studies*. Vol. 5. P. 97–145.

Wasilewska L. 1989. Impact of human activities on nematode communities in terrestrial ecosystems. *Ecology of arable land – perspectives and challenges*.

Clarholm M., Bergström L. (eds.). Kluwer Academic Publishers. P. 123–132.

Yeates G. W. 1994. Modification and qualification of the nematode maturity index. *Pedobiologia*. Vol. 38. P. 97–101.

Yeates G. W., Bongers T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems and environment*. Vol. 74. P. 113–135.

Yeates G. W., Bongers T., de Goede R. G. M., Freckman D. W. & Georgieva S. S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera: An outline for soil ecologists. *J. of Nematology*. Vol. 25, No 3. P. 315–331.

Zhang X., Li Q., Zhu A., Liang W., Zhang J., Steinberger Y. 2012. Effects of tillage and residue management on soil nematode communities in North China. *Ecological Indicators*. Vol. 13. P. 75–81.

Received May 15, 2013

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Матвеева Елизавета Михайловна

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
тел.: (8142) 783622, 769810  
эл. почта: matveeva@krc. karelia.ru

### Сушук Анна Алексеевна

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
тел.: (8142) 762706, 769810  
эл. почта: anna\_sushchuk@mail.ru

### Калинкина Дарья Сергеевна

аспирант  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
тел.: (8142) 762706, 769810  
эл. почта: dania\_22@mail.ru

## CONTRIBUTORS:

### Matveeva, Elizaveta

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
tel.: (8142) 783622, 769810  
e-mail: matveeva@krc. karelia.ru

### Sushchuk, Anna

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
tel.: (814 2) 762706, 769810  
e-mail: anna\_sushchuk@mail.ru

### Kalinkina, Darya

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
tel.: (814 2) 762706, 769810  
e-mail: dania\_22@mail.ru

УДК 631.111.3:598.2 (470.22)

## ВЛИЯНИЕ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ПТИЦ ОТКРЫТОГО ЛАНДШАФТА В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Т. Ю. Хохлова<sup>1</sup>, А. В. Артемьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Петрозаводский государственный университет

<sup>2</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН

Проанализированы изменения видового состава и численности птиц открытого ландшафта на островах Кижских шхер Онежского озера в 1974–2013 гг. В связи с деградацией сельскохозяйственных угодий происходит обеднение видового состава и снижение численности большинства луговых птиц и ряда других видов, экологически связанных с открытыми стациями.

**Ключевые слова:** птицы открытого ландшафта, луга, деградация местообитаний, агроэкосистемы.

### T. Yu. Khokhlova, A. V. Artemyev. EFFECTS OF FARMLAND DEGRADATION ON OPEN LANDSCAPE BIRDS IN KARELIA

Changes in the species composition and abundance of open landscape birds on Kizhi Skerries Islands Lake Onega in 1974–2013 are analyzed. A depauperation of the species composition and a decline of the numbers of most meadow birds and other species, ecologically connected with open habitats, has occurred due to farmland degradation.

**Keywords:** open landscape birds, grasslands, habitat degradation, agro-ecosystems.

#### Введение

В последние десятилетия в Европе большое беспокойство вызывает быстрое падение численности птиц открытого ландшафта, которые по мере сокращения площадей естественных биотопов перешли к гнездованию в агроландшафтах. Однако условия их воспроизводства и здесь продолжают ухудшаться из-за смены выращиваемых культур и внедрения новых технологий обработки земли [Chamberlain, Fuller, 2000; Donald et al., 2001; Broyer et al., 2014]. Они позволяют проводить все сельскохозяйственные работы с помощью техники, под колесами

которой погибают гнезда и выводки обитающих здесь птиц. В Скандинавии негативные тенденции проявляются особенно ярко, т. к. помимо интенсификации производства в ее южных частях происходит значительное сокращение сельскохозяйственных угодий на севере [Wretenberg et al., 2006]. Деградация угодий агроландшафта происходит и на территории Карелии.

Карелия – таежный регион. Естественные открытые биотопы представлены здесь в основном безлесными болотами и влажными лугами по берегам и островам водоемов. Их дополняют сельскохозяйственные угодья, окружающие населенные пункты, которые занимают менее



1 % территории республики [Государственный доклад..., 2013], но тем не менее играют важную роль в жизни птиц и сохранении биологического разнообразия северных регионов. Они служат основными станциями обитания видов, связанных с открытым ландшафтом, пунктами концентрации и кормежки многих видов в предотлетный период, местами массовой остановки и отдыха северных птиц во время миграций. Кроме того, как и другие антропогенные ландшафты севера, они способствуют освоению региона представителями орнитофауны более южных широт [Зимин, 1988].

Наиболее развитые в аграрном отношении территории Карелии – Олонецкая равнина и Заонежье. В 1990-е годы здесь, как и по республике в целом, произошло резкое сокращение сельскохозяйственного производства. Орнитологические исследования, проводимые в Заонежье в Кижских шхерах Онежского озера с 1970-х годов, позволили проследить изменения в гнездовом населении птиц открытых ландшафтов по мере деградации сельскохозяйственных угодий и оценить реакцию на нее разных видов.

## Материалы и методы

Базой для сравнения послужили данные стационарных наблюдений в 1974–1976 гг., в ходе которых были детально обследованы использовавшиеся тогда сельскохозяйственные угодья на о. Б. Клименецком (147 км<sup>2</sup>) в окрестностях дер. Сенная Губа, Войнаволоок, Косельга, Конда, Лонгасы, Кургеницы и др., а также луга на о-вах Кизи, С. Олений, Волкостров, Керкостров [Хохлова, 1977]. С 1977 г. ситуацию с видовым разнообразием и численностью птиц в шхерах оценивали во время кратковременных выездов, а с 1995 г. – по результатам орнитологического мониторинга, ежегодно проводимого в первой декаде июня в период высокой токовой активности птиц, включающего также учеты их численности по голосам (в пределах слышимости с дополнительной визуальной оценкой) на постоянных маршрутах и площадях [Хохлова, Артемьев, 2005, 2007]. В число контролируемых объектов вошли луга о. Б. Клименецкий у дер. Сенная Губа (50 га), Косельга (29 га) и Войнаволоок (27 га), а также о-вов Кизи (117 га) и Малый Леликовский (21 га). Для анализа изменений статуса видов открытого ландшафта за 30-летний период по U-критерию Уилкоксона–Манна–Уитни [Ивантер, Коросов, 2011] использованы экспертные оценки их статуса в баллах, определенных на основании данных учетов в начальные (1974–1977), срединные

(1997–2000) и последние (2010–2013) годы наблюдений (табл. 1).

## Результаты и обсуждение

Сельскохозяйственные угодья Заонежья необычайно своеобразны, что связано как с историей их формирования, так и с природными особенностями района. Сложный рельеф местности образован деятельностью ледника, а обилие камней и валунов обусловлено моренным покровом территории. На протяжении столетий крестьяне расчищали земли, собирая камни и складывая из них кучи и заборы («ровницы») по границам осваиваемых выделов. Обрабатывать такие участки было неудобно, однако работу оправдывала высокая для севера продуктивность местных угодий, чему способствовали плодородные шунгитовые почвы и относительно мягкий климат Заонежья. Обилие «ровниц» в глубине лесных массивов крупных островов свидетельствует о том, что в прошлые века под сельскохозяйственные нужды использовались практически все доступные участки. В XX столетии многие из них были заброшены. Тем не менее до начала 1990-х годов в шхерах оставались большие массивы земель, которые совхоз «Прогресс» использовал под пахоту, сенокосы и выпасы.

Регулярно выкашиваемые луга Заонежья отличались мощным развитием и высоким разнообразием трав и насекомых, что обеспечивало кормовые и защитные условия многим видам птиц. Только в гнездовой период на лугах островов и в приопушечных полосах зарегистрировано 97 видов, использовавших их для гнездования или сбора корма для птенцов. Наиболее тесно с сельскохозяйственными угодьями связаны три экологические группы птиц:

**I. Птицы – индикаторы состояния открытого ландшафта** – виды, использующие для гнездования и сбора корма только данный тип местообитаний (см. табл. 1, группа I). До середины XX столетия в эту группу входила также серая куропатка. Однако после того как в Карелии прекратили сеять зерновые, она исчезла из региона [Зимин и др., 1993], что служит наглядным примером влияния на птиц изменений в сельскохозяйственном производстве.

**II. Птицы полуоткрытых станций** – обитатели кустарниковых зарослей, приопушечной полосы и куртин древесно-кустарниковой растительности среди лугов и полей (см. табл. 1, группа II). Среди этих птиц, а также представителей орнитофауны лиственных лесов, тяготеющих к опушкам, много видов южного происхождения, находящихся здесь на периферии своих



Таблица 1. Изменение статуса видов открытого ландшафта (I), полуоткрытых стадий (II) и хищных птиц (III) на лугах Кижских шхер Онежского озера с 1974 по 2013 гг.

| Группа | Вид                  |                                       | Статус вида* на лугах в данные годы     |                       |     |     |      |     |
|--------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-----|-----|------|-----|
|        |                      |                                       | 1974–1977 /<br>1997–2000 /<br>2010–2013 | 1997–2000 / 2010–2013 |     |     |      |     |
|        |                      |                                       | Шхеры в целом                           | ВН                    | КС  | МЛ  | Кизи | СГ  |
| I      | Перепел              | <i>Coturnix coturnix</i> (L.)         | 0/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/0  | 0/4 |
|        | Коростель            | <i>Crex crex</i> (L.)                 | 1/1/1                                   | 1/2                   | 1/1 | 1/2 | 1/2  | 1/1 |
|        | Чибис                | <i>Vanellus vanellus</i> (L.)         | 1/2/3                                   | 1/0                   | 0/0 | 1/0 | 1/4  | 1/4 |
|        | Жаворонок полевой    | <i>Alauda arvensis</i> L.             | 1/1/2                                   | 1/0                   | 1/0 | 1/4 | 1/4  | 1/1 |
|        | Трясогузка желтая    | <i>Motacilla flava</i> L.             | 1/2/2                                   | 1/0                   | 2/0 | 1/4 | 1/2  | 1/1 |
|        | Конек луговой        | <i>Anthus pratensis</i> (L.)          | 3/3/3                                   | 0/0                   | 0/0 | 2/3 | 0/0  | 0/2 |
|        | Чекан луговой        | <i>Saxicola rubetra</i> (L.)          | 1/1/2                                   | 1/2                   | 1/1 | 1/2 | 1/2  | 1/1 |
|        | Каменка              | <i>Oenanthe oenanthe</i> (L.)         | 2/3/3                                   | 4/0                   | 0/0 | 0/0 | 2/2  | 0/0 |
|        | Сверчок речной       | <i>Locustella fluviatilis</i> (Wolf)  | 4/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/0  | 0/4 |
|        | Сверчок обыкновенный | <i>L. naevia</i> (Bodd.)              | 4/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/0  | 0/4 |
|        | Бормотушка           | <i>Hippolais caligata</i> (Licht.)    | 4/4/2                                   | 0/4                   | 0/4 | 4/3 | 0/4  | 0/3 |
|        | Овсянка обыкновенная | <i>Emberiza citrinella</i> L.         | 1/2/3                                   | 2/3                   | 2/3 | 2/4 | 2/3  | 2/3 |
|        | Дубровник            | <i>E. aureola</i> Pall.               | 1/4/0                                   | 3/0                   | 0/0 | 3/0 | 0/0  | 0/0 |
| II     | Жулан                | <i>Lanius collurio</i> L.             | 2/3/3                                   | 2/3                   | 4/4 | 3/4 | 3/4  | 0/0 |
|        | Соловей              | <i>Luscinia luscinia</i> (L.)         | 4/3/3                                   | 4/0                   | 0/0 | 0/0 | 4/3  | 3/3 |
|        | Рябинник             | <i>Turdus pilaris</i> L.              | 1/1/2                                   | 1/2                   | 1/2 | 1/4 | 1/2  | 1/1 |
|        | Белобровик           | <i>T. iliacus</i> L.                  | 1/1/1                                   | 1/2                   | 1/1 | 1/4 | 1/2  | 1/1 |
|        | Камышевка садовая    | <i>Acrocephalus dumetorum</i> (Blyth) | 1/1/2                                   | 1/2                   | 2/2 | 1/2 | 2/2  | 1/2 |
|        | Камышевка болотная   | <i>A. palustris</i> (Bechst.)         | 3/2/2                                   | 3/2                   | 3/2 | 3/2 | 3/2  | 2/2 |
|        | Славка садовая       | <i>Sylvia borin</i> (Bodd.)           | 1/1/1                                   | 1/1                   | 1/1 | 1/2 | 1/1  | 1/1 |
|        | Славка черноголовая  | <i>S. atricapilla</i> (L.)            | 4/4/4                                   | 0/4                   | 4/0 | 0/0 | 0/0  | 4/3 |
|        | Славка серая         | <i>S. communis</i> Lath.              | 1/1/1                                   | 1/1                   | 1/1 | 1/2 | 1/1  | 1/1 |
|        | Славка-завирушка     | <i>S. curruca</i> (L.)                | 3/4/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 2/3 | 0/3  | 4/0 |
|        | Щегол                | <i>Carduelis carduelis</i> (L.)       | 4/4/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 4/4  | 0/0 |
|        | Коноплянка           | <i>Cannabina cannabina</i> (L.)       | 4/4/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/4  | 0/4 |
|        | Чечевица             | <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pall.)  | 1/1/2                                   | 1/2                   | 1/2 | 1/3 | 1/2  | 1/2 |
| III    | Сорока               | <i>Pica pica</i> (L.)                 | 2/2/3                                   | 2/0                   | 3/0 | 2/2 | 2/2  | 2/2 |
|        | Осоед                | <i>Pernis apivorus</i> (L.)           | 3/3/2                                   | 0/3                   | 0/4 | 4/4 | 0/0  | 4/0 |
|        | Канюк                | <i>Buteo buteo</i> (L.)               | 1/4/4                                   | 4/4                   | 0/0 | 0/0 | 0/0  | 0/4 |
|        | Лунь болотный        | <i>Circus aeruginosus</i> (L.)        | 0/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/4  | 0/0 |
|        | Лунь полевой         | <i>C. cyaneus</i> (L.)                | 3/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 0/0  | 0/4 |
|        | Пустельга            | <i>Cerchneis tinnunculus</i> (L.)     | 2/0/4                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/4 | 0/4  | 0/4 |
|        | Сова болотная        | <i>Asio flammeus</i> (Pontopp.)       | 2/3/2                                   | 0/0                   | 0/0 | 0/0 | 3/3  | 0/4 |

Примечание. о. Б. Клименецкий: ВН – Войнаволок, КС – Косельга, СГ – Сенная Губа; МЛ – о. Малый Леликовский.

\* Статус вида: 1 – обычный фоновый, 2 – обычный малочисленный, 3 – редкий, одиночные ежегодные встречи, 4 – очень редкий, не ежегодные встречи, 0 – отсутствует.

ареалов, в том числе – расширяющих границы распространения в северном направлении (соловей, пересмешка, славка-черноголовка, щегол, чечевица, иволга и др.).

**III. Хищные птицы, охотящиеся в открытом ландшафте**, для которых луга и поля являются базовыми кормовыми угодьями (см. табл. 1, группа III).

Кроме представителей этих трех групп на лугах островов нередко поселяются и другие

птицы. Это прежде всего водоплавающие и водно-болотные птицы, гнездящиеся на болотах и побережьях водоемов, а также обитатели лесных угодий, поселяющиеся в приопушечной полосе и куртинах древесно-кустарниковой растительности при наличии здесь подходящих микростадий.

Видовой состав птиц варьирует на разных лугах в зависимости от особенностей конкретных угодий: близости воды, сложности

рельефа, обилия каменных «ровниц» и куртин древесно-кустарниковой растительности, наличия влажных участков, дорог и пр. В первые годы проведения работ виды-индикаторы открытого ландшафта в наиболее полном составе встречались на прибрежных сенокосных лугах о. Б. Клименецкого и сравнительно крупных островов – Волкострова, М. Леликовского, Кижей. Благодаря характерной для таких лугов мозаичности травянистых сообществ и других элементов ландшафта здесь соседствовали полевой жаворонок, желтая трясогузка, луговой чекан, дубровник, предпочитающий низкий травостой чибис и гнездящийся в высокотравье коростель. Наличие пятен низкой травы и куч камней позволяло гнездиться также обыкновенной каменке, необычной для сенокосов других районов. На суходольных лугах в центральных частях крупных островов не встречались чибис и дубровник. На пастбищах отсутствовали коростель и дубровник, в меньшем числе гнездилися луговой чекан и в то же время находили благоприятные условия для гнездования желтая трясогузка и обыкновенная каменка. Для пахотных полей обычными были лишь чибис и полевой жаворонок. На выходах кристаллических пород, покрытых низкой травой, кроме последнего поселялась каменка. На мелких луговых островах регулярно встречался большой кроншнеп, держались чибис, коростель, обыкновенная каменка, единожды отмечена пара луговых коньков и одиночный дубровник.

В 1990-е годы многие сельскохозяйственные угодья Заонежья были заброшены, что привело к их частичному зарастанию и забурьяниванию [Знаменский, 2013]. Процесс деградации сопровождался обеднением растительного покрова и энтомофауны, оскудением кормовой базы и снижением доступности кормов для многих видов птиц. Состав населения постепенно менялся, причем этот процесс имел свои особенности на лугах, различающихся по отдельным природным характеристикам, типу сельскохозяйственного использования и срокам его прекращения (см. табл. 1).

**Луга в Войгубе на восточном побережье о. Б. Клименецкий у бывшей дер. Войнаволок.** Располагаются на вытянутом (3 км) довольно высоком мысу. Отдельные участки подходят к самой воде, но практически не затопляются. До 1990-х годов эти луга представляли собой богатые разнотравные угодья с большим количеством каменных куч и небольшими пятнами бурьянника с участием крапивы на местах стоявших ранее построек. После прекращения регулярного сенокоса в 1991–1992 гг. они медленно деградировали, неравномерно

забурьяниваясь и зарастая древесно-кустарниковой растительностью по периферии. Изменения состава и численности птиц здесь происходили постепенно по мере изменения местообитаний. При этом сначала они шли быстро, но процесс постепенно замедлялся, и к настоящему времени ситуация стабилизировалась на низком уровне видовой разнообразия и плотности населения.

**Суходольные луга в центре о. Б. Клименецкий у брошенной дер. Косельга.** Располагаются на возвышенном участке и со всех сторон окружены вторичными лесами. Отличались от лугов у дер. Войнаволок присутствием не только каменных куч, но и длинных каменных заборов. На рубеже 1980–90-х годов здесь проведена так называемая рекультивация. Неровности рельефа были сглажены, а все камни и кусты сдвинуты к опушке с помощью тяжелой мелиоративной техники. В результате был уничтожен практически весь почвенный слой, и на протяжении нескольких лет низкий разреженный травостой перемежался здесь с большими проплешинами. Это повлекло стремительное падение численности всех видов птиц, в том числе тяготеющих к низкому травяному покрову, что, вероятно, было связано с подрывом их кормовой базы. В последующие годы обстановка улучшилась, и сегодня здесь вновь можно видеть высокотравные, но забурьяненные и зарастающие деревьями и кустарниками луга, что дает возможность гнездиться лишь некоторым птицам открытого ландшафта.

**Луга на южном побережье о. М. Леликовского** с длинным узким мысом, располагаются на участке с очень сложным рельефом и высоким флористическим разнообразием. Выделяются соседством увлажненных и сухих участков, наличием множества крупных заборов-ровниц с обилием вдоль них кустарников и можжевельников. Ранее использовались как сенокосы и пастбища. Орнитологический мониторинг был начат в 1997 г., когда здесь еще продолжалось сенокосение. Благодаря разнообразию микростадий до начала 2000-х годов эти луга отличались богатством и специфическим составом населения птиц. Здесь гнездились все обитатели открытого ландшафта, полуоткрытых местообитаний и приопушечной полосы. Фон составляли белобровик, рябинник, жаворонок, желтая трясогузка, серая славка, славка-завирушка, а также луговой конек, не встречавшийся на других лугах шхер. Ежегодно гнездились 10–20 пар сизых чаек, до 40 пар малых чаек (1999 г.), до 30 пар речных крачек (1998–1999), до 7 пар озерных чаек (1999), до 10 пар больших кроншнепов (1998),

1–2 пары чибисов, а также 1 пара куликов-сорок. После прекращения использования лугов состав населения начал меняться. Этому способствовало обезвоживание лугов и засыхание можжевельников – отчасти из-за низкого уровня воды в озере, наблюдавшегося несколько лет подряд. Еще в 1999 г. здесь перестал гнездиться дубровник. В 2001 г. резко сократилось число чайковых птиц, не появился кулик-сорока; по мере забурьянивания лугов исчезли и другие виды. К настоящему времени большие площади заросли купырем лесным (*Anthriscus sylvestris*) и таволгой вязолистной (*Filipendula ulmaria*), можжевельники погибли, а население птиц заметно сократилось.

**Сельскохозяйственные угодья на о. Киж** представлены в основном лугами, которые перемежаются с пятнами древесно-кустарниковой растительности, пересечены большим количеством ровниц и включают также небольшие по площади огороды. До середины 1990-х годов большинство этих лугов использовали под сенокосы и выпасы. К настоящему времени заготовка сена на корм скоту прекращена, выборочно выкашиваются лишь небольшие придорожные участки лугов для предотвращения их забурьянивания. Смягчению ситуации в какой-то мере способствовало лишь продолжение сенокосения в экспозиции музея. Однако в годы с теплыми веснами траву здесь начинали косить уже в первой декаде июня, когда птицы, гнездящиеся на земле, еще сидят на гнездах. В этих условиях деградация угодий сначала сопровождалась резкими колебаниями численности птиц этой группы, а затем и полным исчезновением некоторых видов. В 2007 г. в учеты в последний раз попал ранее фоновый здесь жаворонок, в 2011 г. – последняя гнездящаяся пара чибисов, а в 2013 г. в связи с ранней весной на острове впервые не встречена желтая трясогузка. В последние годы здесь ухудшились условия жизни и птиц полуоткрытых стадий. К падению численности всех представителей этой экологической группы привела усиленная уборка фауных деревьев и вырубка кустарников, в том числе вдоль береговой полосы, частично защищавшая местообитания птиц от штормовых ветров.

**Сельскохозяйственные угодья у дер. Сенная Губа на о. Б. Клименецком** занимают крупные участки с ровным рельефом и отсутствием ровниц. В 1970–80-е годы их использовали для выращивания овощных культур. На пахотных землях гнездились в основном обитатели низкотравных лугов – полевой жаворонок, чибис, а по окраинам, заросшим высокотравьем, и другие виды птиц открытого

и полуоткрытого ландшафта. После прекращения распахивания в 1991 г. поля были засеяны клевером, который выкашивали до 1994 г. Со временем они превратились в разнотравные, частично выкашиваемые и пока еще не сильно забурьяненные луга с богатым населением птиц. Дополнительные возможности для их гнездования обеспечивает также наличие сети грунтовых дорог, заросших на других лугах. Сегодня здесь встречаются не только практически все виды, обычные для лугов, но и редкие, в том числе не гнездившиеся здесь ранее луговой конек и бормотушка, а 07.06.2011 впервые зарегистрирован перепел.

Негативные тенденции в изменениях видового состава и статуса птиц отчетливо прослеживались на всех модельных лугах (см. табл. 1). Деградация местообитаний в первую очередь отразилась на типично луговых видах (группа I): численность большинства из них заметно сократилась, многие из категории обычных перешли в категорию редких, а ранее довольно многочисленные чибис, жаворонок и желтая трясогузка вовсе прекратили гнездование. Сравнение распределений статуса видов птиц в разные периоды исследований с использованием U-критерия Уилкоксона–Манна–Уитни (табл. 2) показало, что у представителей открытого ландшафта (группа I) значимые изменения этого показателя произошли на всех обследованных участках. Сходные, хотя и не столь отчетливые, тенденции демонстрировали и виды полуоткрытых стадий (группа II). Однако деградация лугов сказалась на них в меньшей степени, и значимые различия в изменениях статуса выявлены лишь на наиболее сильно деградировавших лугах у дер. Войнаволок (о. Б. Клименецкий) и о. М. Леликовский (см. табл. 2). Также негативно отреагировали на прекращение сельскохозяйственной деятельности хищные птицы, охотящиеся в открытом ландшафте (группа III). С конца 1990-х гг. многие из них перестали встречаться в окрестностях большинства контролируемых лугов, перейдя в разряд редких и очень редких здесь видов.

Во всех случаях на прекращение эксплуатации угодий раньше других видов реагировали птицы, строящие гнезда и кормящиеся на земле (чибис, желтая трясогузка, жаворонок, коньки, овсянки). Забурьянивание их местообитаний очевидно затрудняло передвижение и сбор корма. Сначала они переставали гнездиться в центре лугов, поселяясь лишь по обочинам оставшихся тракторных дорог, но в случаях их зарастания уходили и отсюда. Также быстро из окрестностей брошенных угодий исчезали хищные птицы (пустельга, канюк, осоед, луни,

Таблица 2. Изменение общего статуса птиц открытого ландшафта (I) и полукрытых станций (II) по U-критерию Уилкоксона–Манна–Уитни на лугах Кижских шхер

| Группа | Показатель  | 1974–1977 /<br>1997–2000 | 1997–2000 /<br>2010–2013 | 1997–2000 / 2010–2013 |           |           |           |           |
|--------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        |             | Шхеры в целом            |                          | ВН                    | КС        | МЛ        | Кизи      | СГ        |
| I      | U-критерий  | <b>82</b>                | 75                       | <b>25</b>             | <b>13</b> | <b>53</b> | <b>52</b> | <b>52</b> |
|        | Число видов | 12/10                    | 10/12                    | 8/4                   | 5/4       | 9/7       | 7/8       | 6/11      |
| II     | U-критерий  | 98                       | 112                      | <b>59</b>             | 43        | <b>83</b> | 87        | 67        |
|        | Число видов | 14/14                    | 14/14                    | 10/9                  | 10/8      | 10/10     | 11/13     | 11/11     |

Примечание. Значимые различия ( $p < 0,05$ ) выделены жирным шрифтом.

болотная сова). В меньшей степени, но все же снижали численность приопушечные дендрофильные виды, собирающие корм на траве и на земле (чечевицы, славки, камышевки, дрозды и др.). При этом, несмотря на частичное зарастание лугов древесно-кустарниковой растительностью, полноценного замещения их лесными видами за 30-летний период так и не произошло.

## Заклучение

В условиях севера прекращение использования сельскохозяйственных земель сказывается на населении птиц открытого ландшафта столь же негативно, как и его интенсификация в европейских странах, что вносит дополнительный вклад в ухудшение условий обитания птиц открытого ландшафта в пределах их ареалов. К сожалению, в настоящее время положение в Карелии продолжает ухудшаться. Снижение объемов сельскохозяйственного производства, которое влечет серьезные нарушения стабильной, веками складывавшейся обстановки, отражается на орнитофауне региона и ведет к ее обеднению. Вместе с тем ситуация в окрестностях дер. Сенная Губа демонстрирует, что эти процессы пока еще обратимы. При возобновлении эксплуатации сельскохозяйственных угодий может происходить быстрое восстановление местных орнитокомплексов и даже внедрение видов, отсутствовавших здесь ранее, что, возможно, объясняется их вынужденным переходом с соседних деградировавших территорий.

Благодарим руководство и сотрудников музея-заповедника «Кизи» за многолетнюю неуклонную поддержку и интерес к проводившимся орнитологическим исследованиям. Особо глубокую признательность выражаем Ю. Г. Протасову и Р. С. Мартыанову, которые на протяжении всех лет безупречно обеспечивали организацию полевых работ в сложных

условиях шхер с неожиданными и резкими изменениями погоды.

## Литература

- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2012 году. Петрозаводск: Два товарища, 2013. 328 с.
- Зимин В. Б. Экология воробьиных птиц северо-запада СССР. Л.: Наука, 1988. 184 с.
- Зимин В. Б., Сазонов С. В., Лапшин Н. В., Хохлова Т. Ю., Артемьев А. В., Анненков В. Г., Яковлева М. В. Орнитофауна Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 220 с.
- Знаменский С. Р. Луга. Сельговые ландшафты Заонежского полуострова: природные особенности, история освоения и сохранение. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. С. 100–107.
- Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. 302 с.
- Хохлова Т. Ю. Орнитофауна островной части Заонежья: дис. ... канд. биол. наук. Л., 1977. 265 с.
- Хохлова Т. Ю., Артемьев А. В. История и основные итоги многолетнего орнитологического мониторинга в Кижских шхерах // 10 лет экологическому мониторингу музея-заповедника «Кизи»: матер. научно-практ. семинара. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 132–140.
- Хохлова Т. Ю., Артемьев А. В. Основные итоги многолетнего орнитологического мониторинга в зоне концентраций границ ареалов птиц на северо-западе России (Карелия, Заонежье) // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах: матер. Всерос. совещания (Москва, 21–22 февр. 2007 г.). М.: ИПЭЭ РАН, 2007. С. 60–74.
- Broyer J., Curtet L., Chazal R. How to improve agri-environment schemes to achieve meadow bird conservation in Europe? A case study in the Saone valley, France // Journal of Ornithology. 2014. Vol. 155, No 1. P. 145–155.
- Chamberlain D. E., Fuller R. J. Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use // Agricult. Ecosys. Environ. 2000. Vol. 78, No 1. P. 1–17.
- Donald P. F., Green R. E., Heath M. F. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland



bird populations // Proc. R. Soc. Lond. B. 2001. Vol. 268, No 1462. P. 25–29.

Wretenberg J., Lindström Å., Svensson S., Thierfelder T., Pärt T. Population trends of farmland birds in Sweden and England: similar trends but

different patterns of agricultural intensification // Journ. Applied Ecol. 2006. Vol. 43, No 6. P. 1110–1120.

Поступила в редакцию 13.03.2014

## References

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kareliya v 2012 godu [State report on the condition of the environment of the Republic of Karelia in 2012]. Petrozavodsk: Dva tovarishcha, 2013. 328 s.

Ivanter E. V., Korosov A. V. Vvedenie v kolichestvennyu biologiyu [Introduction to quantitative biology]. Petrozavodsk: PetrGU, 2011. 302 s.

Khokhlova T. Yu. Ornitofauna ostrovnoi chasti Zaonezh'ya [Avifauna of Zaonezhje islands]: dis. ... kand. biol. nauk. Leningrad, 1977. 265 s.

Khokhlova T. Yu., Artem'ev A. V. Istoriya i osnovnye itogi mnogoletnego ornitologicheskogo monitoringa v Kizhskikh shkherakh [History and main results of long-term avifaunal monitoring in the Kizhi Skerries]. 10 let ekologicheskomu monitoringu muzeya-zapovednika «Kizhi» [10 years of environmental monitoring of Kizhi open-air museum]: mater. nauchno-prakt. seminar. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2005. S. 132–140.

Khokhlova T. Yu., Artem'ev A. V. Osnovnye itogi mnogoletnego ornitologicheskogo monitoringa v zone kontsentratsii granits arealov ptits na severo-zapade Rossii (Kareliya, Zaonezh'e) [Main results of long-term avifaunal monitoring in concentration zone of natural habitats of birds in North-West Russia (Karelia, Zaonezhje)]. Dinamika chislennosti ptits v nazemnykh landscapekh [Dynamics of bird abundance in terrain landscapes]: mater. Vseros. soveshchaniya (Moskva, 21–22 fevr. 2007 g.). Moscow: IPEE RAN, 2007. S. 60–74.

Zimin V. B. Ekologiya vorob'inykh ptits severo-zapada SSSR [Ecology of passerine birds in northwestern USSR]. Leningrad: Nauka, 1988. 184 s.

Zimin V. B., Sazonov S. V., Lapshin N. V., Khokhlova T. Yu., Artem'ev A. V., Annenkov V. G., Yakovleva M. V. Ornitofauna Karelii [Avifauna of Karelia]. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 1993. 220s.

Znamenskii S. R. Luga. Sel'govye landshafty Zaonezhskogo poluostrova: prirodnye osobennosti, istoriya osvoeniya i sokhranenie [Meadows. Selka landscapes of Zaonezhje Peninsula: natural features, history of land use and conservation]. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2013. C. 100–107

Broyer J., Curtet L., Chazal R. How to improve agri-environment schemes to achieve meadow bird conservation in Europe? A case study in the Saone valley, France. *Journal of Ornithology*. 2014. Vol.155, No 1. P. 145–155.

Chamberlain D. E., Fuller R. J. Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use. *Agric. Ecosys. Environ.* 2000. Vol. 78, No 1. P. 1–17.

Donald P. F., Green R. E., Heath M. F. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. Proc. R. Soc. Lond. B. Vol. 268, No 1462. P. 25–29.

Wretenberg J., Lindström Å., Svensson S., Thierfelder T., Pärt T. 2006. Population trends of farmland birds in Sweden and England: similar trends but different patterns of agricultural intensification. *Journ. Applied Ecol.* Vol. 43, No 6. P. 1110–1120.

Received March 13, 2014

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Хохлова Татьяна Юрьевна

проф. кафедры зоологии и экологии, д. б. н.  
Петрозаводский государственный университет  
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185000  
эл. почта: t.hokhlova@mail.ru

### Артемьев Александр Владимирович

ведущий научный сотрудник, д. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: artem@karelia.ru  
тел.: (8142) 769810

## CONTRIBUTORS:

### Khokhlova, Tatiana

Petrozavodsk State University  
33 Lenin St., 185000 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: t.hokhlova@mail.ru

### Artemyev, Alexandr

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: artem@karelia.ru  
tel.: (8142) 769810



УДК 574.58

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВЫХ СУБАРКТИЧЕСКИХ ОЗЕР (ХИБИНСКИЙ ГОРНЫЙ МАССИВ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)**

**Д. Б. Денисов, С. А. Валькова, П. М. Терентьев, А. А. Черепанов**

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты*

Для двух горных субарктических озер (759 и 812 м н. у. м., Хибинский горный массив) впервые проведена оценка современного состояния водосборного бассейна, составлены карты глубин и рельефа дна, получены данные о химическом составе вод и донных отложений, проведен комплекс гидробиологических исследований: фито- и зоопланктона, содержания хлорофиллов, зообентоса, фитоперифитона. Показано, что в водоемах не выражены последствия аэротехногенного загрязнения региона, они характеризуются олиготрофным трофическим статусом, низкой минерализацией, высоким содержанием кислорода и с успехом могут быть использованы как фоновые объекты в области нормирования антропогенной нагрузки и для оценки состояния загрязняемых водоемов Кольской Субарктики.

**Ключевые слова:** высокогорные субарктические озера, Хибины, фитопланктон, зоопланктон, бентос, фитоперифитон.

**D. B. Denisov, S. A. Val'kova, P. M. Terentjev, A. A. Cherepanov.  
ENVIRONMENTAL FEATURES OF SMALL SUBARCTIC GLACIAL LAKES  
(Khibiny Massif, Kola Peninsula)**

Two subarctic alpine glacial lakes, located at 759 and 812 m above sea level in the Khibiny massif, were investigated. An assessment of the current state of the catchment areas, depth and bottom topography, chemical composition of water and sediments, along with a set of hydrobiological studies of ecosystem components (phyto- and zooplankton, chlorophyll content, benthos, phytoplankton) has been made. No serious effects of environmental pollution have been detected in the lakes. The typical ecosystem features include oligotrophic status, low salinity and high oxygen content. The information obtained could be successfully used for regulating anthropogenic load and assessing polluted water bodies of the Kola Subarctic.

**Keywords:** subarctic alpine lakes, Khibiny, phytoplankton, zooplankton, benthos, phytoplankton.

### **Введение**

Малые горные субарктические водоемы являются уникальным источником экологической информации о состоянии окружающей природной среды, антропогенном загрязнении,

условиях формирования качества вод и широко используются в комплексном экологическом мониторинге и палеоэкологических исследованиях [Моисеенко и др., 1997б; Денисов, Терентьев, 2008; Денисов, 2011а, б]. С малой площадью водосбора, с преобладанием

атмосферного питания и коротким периодом открытой воды (вегетационным периодом), эти озера представляют собой удобные модельные объекты для оценки степени антропогенной трансформации условий развития экосистемы и являются источником данных о закономерностях развития биоты в экстремальных условиях. Преимуществом исследований малых горных водоемов является возможность получить репрезентативные данные даже в ходе однократного отбора проб, проведенного в межлетний период в конце гидробиологического лета.

В настоящей работе рассматриваются первые полученные результаты изучения состояния экосистем высокогорных субальпийских водоемов на Кольском полуострове на примере озер Академическое и Тахтаръявр (Хибинский горный массив).

### Объекты и методы

Ландшафтные природно-территориальные комплексы Хибин, согласно системе физико-географического районирования, выделяются как особый район Западно-Кольской провинции, входящей в состав лесной зональной области Балтийской кристаллической страны. По своей структуре, компонентам (геологическое строение, рельеф, растительность, гидросеть) район относится к Хибинскому сложному

ландшафту средних гор, межгорных долин и предгорий. В пределах района исследований выражена высотная поясность и выделяются лесной, лесотундровый и тундровый пояса, в свою очередь расчленяемые в зависимости от типа растительных группировок и особенностей микрорельефа (крутизны склонов и теплообеспеченности) [Куплетский, 1928; Природные условия..., 1986; Шварев, 2003].

**Оз. Академическое** (67°44'37.76" с. ш., 33°42'47.96" в. д.) расположено в центре Хибинского горного массива на высоте 759,4 м н. у. м. (рис. 1), площадь озера 0,2 км<sup>2</sup>, водосбора – 2,1 км<sup>2</sup>, средняя глубина 10 м, максимальная – 18,5 м.

Питание водоема осуществляется за счет снежников, присутствующих в цирке в течение всего июля, а также атмосферных осадков. Судя по мощности и площади снежников, в отдельные годы они могут сохраняться в течение всего лета. Не исключается возможность подземного питания. Из озера берет начало один из притоков р. Каскаснюйок, вся система принадлежит бассейну оз. Умбозеро. Почвенный покров на водосборе оз. Академического выражен слабо; растительность характеризуется преобладанием лишайников рода *Certaria*, среди кустарничков встречаются *Betula nana*, представители семейств *Vacciniaceae*, *Superaceae* и другие типичные растения высокогорной тундры. Склоны ледникового цирка

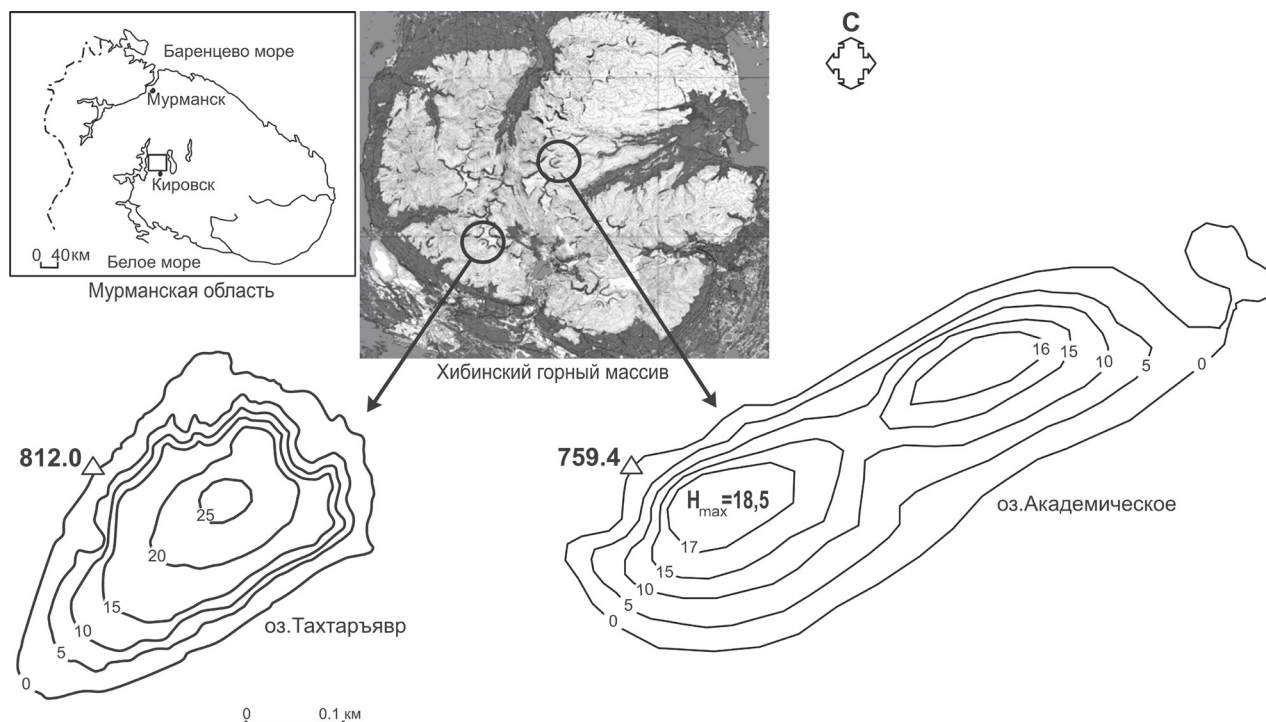


Рис. 1. Карта-схема расположения водоемов и батиметрия оз. Академическое и Тахтаръявр

крутые, с каменистыми осыпями, скальными выступами, трещинами. Дно водоема каменистое, сравнительно мелководная (0,5–2 м) литоральная зона переходит в чашу озера с крутыми склонами (5–8 м) до глубин 10–15 м. Вода характеризуется высокой прозрачностью (до 15 м) и голубым цветом. Летом в озере устанавливается температурная стратификация. Температура у поверхности летом может прогреваться до 16,8 °С, у дна – до 10,6 °С.

Прямое антропогенное воздействие на водоем в настоящее время не оказывается, рекреационная нагрузка также, по-видимому, незначительна. Доминирование атмосферного питания озера определяет зависимость химического состава вод от аэротехногенных загрязнителей.

**Оз. Тахтаръявр** (67°39'37,91" с. ш., 33°30'49,54" в. д.) находится в юго-западной части Хибинского горного массива на высоте 812 м н. у. м. Водоем расположен в ледниковом цирке с крутыми скальными склонами (уклон стен до 45–60°), которыми практически ограничивается водосборный бассейн. Площадь зеркала 0,11 км<sup>2</sup>, водосбора – 1,22 км<sup>2</sup>. Озеро имеет яйцевидную форму, максимальная длина озера – 0,54 км, ширина – 0,31 км.

Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и таяния снежников, в северной части в озеро впадают несколько ручьев, которые, очевидно, не всегда пересыхают в меженный период и являются практически постоянными. Водосборный бассейн сложен скальными осыпями, курумниками, валунами и имеет выраженные следы ледниковой деятельности. В юго-западной части расположен еще один маленький водоем, по-видимому, связанный с оз. Тахтаръявр подземным стоком. Сам водоем поверхностного стока не имеет, и сброс бассейна осуществляется непосредственно под грядями курумников в юго-западной части озера, откуда начинается долина реки, впадающей в р. Белую и затем – в оз. Имандра. Почвенный покров и растительность на водосборе выражены крайне слабо; представлены типичные обитатели арктических пустынь и горных плато. Большая часть растительности приурочена к южной и юго-западной части приозерной низменности, здесь представлены некоторые виды сем. Сурегасеае, а также многочисленные лишайники. Древесная и кустарничковая растительность практически полностью отсутствует, за исключением карликовых форм ивы, встречающихся единично.

Озеро характеризуется значительными глубинами – до 25 м, расположенными в северо-западной части (см. рис. 1). Вода в озере

насыщенного голубого цвета, с высокой прозрачностью (до 15 м), температура поверхности в августе около 13, у дна – 9,4 °С. Литораль каменистая, ступенчато переходящая в чашу озера. Обрастания на литорали полностью отсутствуют. Судя по структуре литоральной зоны, озеро характеризуется сильно выраженной динамикой уровня воды (предположительно 1–2 м), что, очевидно, связано с особенностями питания и характером стока.

В ходе проведения работ были исследованы глубины озера посредством эхолота «JJ-Connect fisherman-120», точки отбора проб и измерения глубин фиксировались системой навигации GPS на базе КПК «Fujitsu Siemens pocket LOOX 520». Всего на акватории оз. Академического произведено 35 замеров глубин, оз. Тахтаръявр – 28 замеров; на основании полученных данных составлены батиметрические карты (см. рис. 1).

Гидрохимический анализ проб воды и содержания химических элементов в донных отложениях (ДО) выполнен в аккредитованной химико-аналитической лаборатории ИППЭС КНЦ РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.517 126) в соответствии с международным стандартом [Standard method..., 1975; Руководство..., 1977].

Для определения концентрации хлорофиллов были отобраны пробы в центральной части озера из поверхностных (0–1 м) и глубоких (10–15 м) интервалов водного столба, соответствующих фотическому слою. Отбор проводился в пластиковые бутылки (объемом 1 и 2 л), по одной на каждый интервал. Пробы фильтровались через мембранный фильтр с диаметром пор 0,47 мкм. Экстракция хлорофиллов проводилась раствором ацетона (90 %), оптическая плотность экстрактов измерялась на спектрофотометре «Hitachi UV-VIS 181». Концентрация хлорофиллов рассчитывалась стандартными общепринятыми методами, описанными ранее [Jeffrey, Humphrey, 1975; Шаров, 2004; Кашулин и др., 2008].

Колонки ДО были получены с помощью пробоотборника открытого гравитационного типа (внутренний диаметр трубки 44 мм) с автоматически закрывающейся диафрагмой [Skogheim, 1979] и ненарушенными транспортировались в лабораторию для дальнейших анализов. Определение содержания элементов в ДО проводилось по методике, разработанной И. В. Родюшкиным [1995], с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра (AAS-30, Perkin-Elmer) в воздушно-пропановом (Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb, Mn, Fe, Na, K), воздушно-ацетиленовом (Mg, Ca) и закись азота-ацетиленовом (Al) пламени. Определялись потери

при прокаливании как косвенный показатель содержания органического вещества.

Отбор проб фито- и зоопланктона осуществлялся стандартным батометром Руттнера с использованием планктонной сети Джеди (сито № 77) в центральной части озер, с интервалов глубин 0–2, 2–5, 5–10 и 10–20 м, если позволяла глубина водоема. Качественные пробы были получены путем однократного протягивания сети через столб воды от 1 м над дном до поверхности. Таким образом, из каждого озера было отобрано по четыре пробы фитопланктона и четыре – зоопланктона. Фиксация планктонных проб была проведена раствором формалина или Люголя.

Отбор проб фитоперифитона был произведен вдоль береговой линии в литоральной зоне озер с глубины до 1 м. В оз. Академическом посредством драги дополнительно были отобраны пробы водных мохообразных с глубины 10 м, для анализа населяющих их альгоценозов. Всего было отобрано четыре пробы на литорали и две – с глубины 10 м. В оз. Тахтаръявр обрастания обнаружены не были. Пробы фитоперифитона по возможности анализировались в нефиксированном состоянии, в случае необходимости фиксация проводилась раствором формалина или Люголя.

Таксономическая принадлежность и подсчет водорослей осуществлялись во временных и постоянных препаратах с использованием микроскопов Leitz Biomed Tipe 020–507.010, Motic BMA-300 и Carl Zeitz Jena NU 2E при увеличении до 1000X с применением иммерсионного объектива. При определении видовой принадлежности водорослей и их экологических характеристик использовались различные литературные источники [Hustedt, 1939; Диатомовый анализ, 1949; Диатомовые водоросли СССР, 1974; Определитель..., 1982; Battarbee, 1986; Tikkanen, 1986; Krammer, Lange-Bertalot, 1988–1991; Баринова, Медведева, 1996; Лосева, 2000; Баринова и др., 2006]. Видовое разнообразие оценивалось индексом Шеннона–Уивера [Shannon, Weaver, 1949]. Биомасса водорослей планктона была рассчитана исходя из индивидуальных объемов клеток [Кузьмин, 1984]. При достаточном количестве сапробионтов в водорослевых сообществах рассчитывался индекс сапробности (S) и проводилась оценка качества вод [Баринова, 2006; Сладечек, 1967].

Отбор проб зообентоса осуществлялся дночерпателем Экмана–Берджа (площадь 1/40 м<sup>2</sup>) в профундальной зоне водоемов в 3-кратной повторности, на литорали отбирали только качественные пробы. Анализ

бентосных проб проводили с использованием рекомендованных стандартных методик [Руководство..., 1992]. Определение беспозвоночных проводилось по Определителю пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) под редакцией Л. А. Кутиковой и В. Я. Старобогатова [1977] и Определителю пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий под редакцией С. Я. Цалолихина [2000, 2001]. Биомасса бентосных беспозвоночных рассчитывалась по сырому весу.

Трофический статус исследованных озер по сообществам гидробионтов определяли по классификации С. П. Китаева [1984, 2007].

Ихтиологические исследования проводились на оз. Академическом. Использовались жаберные сети из нейлонового монофиламента, высотой 1,5 м, длиной 30 м, с размерами ячеи: 12, 16 и 28 мм, в литорали, пелагиали и профундали, руководствуясь показаниями эхолота. Время экспозиции составило 1 сутки. В оз. Тахтаръявр обловы не проводились.

## Результаты и обсуждение

### **Химический состав вод и донных отложений**

Качество вод исследованных озер соответствует естественно-природным водоемам Кольского полуострова, с низкими концентрациями биогенных элементов, общей минерализации и высоким содержанием кислорода. Некоторые основные гидрохимические показатели озер Академическое и Тахтаръявр приведены в таблице 1.

Содержание приоритетных загрязнителей аэротехногенного происхождения (Cu, Ni) в воде соответствует I классу качества вод [Романенко и др., 1990]. Концентрация элементов, являющихся загрязнителями среды в результате деятельности апатитового производства (Al и Sr), находится в пределах диапазона значений, характерных для других малых озер Хибинского горного массива, куда не поступают стоки рудников [Денисов, Терентьев, 2008; Кашулин и др., 2008]. Уровень pH ниже нейтральных значений, что нетипично для озер щелочного Хибинского массива, воды которых находятся в тесном контакте с материнской породой. По содержанию биогенных элементов на период исследований оба водоема можно отнести к олиготрофным с признаками мезотрофного. Содержание общего фосфора соответствует олиготрофному статусу, а общего азота в поверхностных слоях воды оз. Тахтаръявр – нижней границе мезотрофного [Романенко, 1985].



Таблица 1. Некоторые гидрохимические параметры вод исследованных водоемов в период гидробиологического лета

| Показатели                            | Академическое |       | Тахтарьявр |      |
|---------------------------------------|---------------|-------|------------|------|
|                                       | 1 м           | 16 м  | 1 м        | 10 м |
| pH                                    | 6,75          | 6,97  | 6,58       | 6,67 |
| Щелочность, мэкв./л                   | 80            | 81    | 36         | 42   |
| Кислород, мг/л                        | 12,19         | 11,07 | -          | -    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мкгN/л | 53            | 34    | 94         | 71   |
| Cl <sup>-</sup> , мг/л                | 0,53          | 0,53  | 0,54       | 0,46 |
| N <sub>общ.</sub> , мкгN/л            | 97            | 89    | 173        | 146  |
| P <sub>общ.</sub> , мкгP/л            | 2             | 3     | 5          | 3    |
| Минерализация, мг/л                   | 10,18         | 10,06 | 6,06       | 6,32 |
| Цветность, °Pt                        | <5            | <5    | <5         | <5   |
| Si, мкг/л                             | 1,4           | 1,3   | 1,06       | 1,01 |
| Ni, мкг/л                             | 0,4           | 0,5   | 0,6        | 1,1  |
| Cu, мкг/л                             | 0,7           | 0,6   | 0,4        | 0,6  |
| Sr, мкг/л                             | 18            | 20    | 52         | 53   |
| Al, мкг/л                             | 1,9           | 2,0   | 13         | 17   |
| Органическое вещество, мгC/л          | 1,4           | 1,3   | 1,9        | 1,9  |

Очевидно, водоемы способны противостоять кислотным выпадениям благодаря щелочным подстилающим породам, сравнительно высокой буферной емкости и значительным глубинам. Это подтверждается фоновыми концентрациями SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и околонеитральными значениями pH.

Характер распределения содержания тяжелых металлов в донных отложениях свидетельствует о крайне низких скоростях седиментации в озерах (рис. 2).

Аккумуляция некоторых тяжелых металлов (Cu, Ni и Pb) наблюдается начиная с верхних слоев отложений (3–4 см), что объясняется глобальным загрязнением атмосферы северо-запада Европы этими элементами в XIX–XX вв. Резкое увеличение содержания тяжелых металлов отмечено в слоях 0–2 см и является результатом деятельности крупных металлургических комбинатов на Кольском полуострове в XX в. Характер распределения концентраций загрязнителей свидетельствует о крайне низких скоростях седиментации в водоеме. С учетом данных [Norton et al., 1990; Даувальтер, 2002; Денисов, 2012], особенностей батиметрии и малой площади водосбора, а также в связи с отсутствием интенсивного поступления аллохтонного вещества с водотоками скорость накопления ДО может составлять около 0,1 мм в год.

#### Гидробиологическая характеристика водоемов

**Озеро Академическое.** Фитопланктон озера характеризуется низким видовым

богатством: всего обнаружено 6 таксонов водорослей рангом ниже рода. В составе фитопланктона не было обнаружено типичных планктонных водорослей, встречались планктонно-бентосные, бентосные и эпифитные формы. Наиболее часто в пробах встречались *Achnanthes subatomoides* (Hust.) Monn., Lange-Bert. & Ector и *Planorthis lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round & L. Bukhtiyarova, остальные виды (*Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Pinnularia macilenta* Ehrb., *Staurostrum muticum* Bréb. ex Ralfs, *Cosmarium* sp.) были представлены единично.

Численность водорослей в слое воды 0–10 м изменялась в пределах от 0,08 до 0,21 тыс. кл./л, биомасса – от 0,21 до 0,29 г/м<sup>3</sup>, что соответствует диапазону значений, характерных для других малых олиготрофных водоемов Хибин [Кашулин и др., 2008].

Содержание хлорофилла *a* низкое, что свидетельствует о слабом развитии фитопланктона и малых значениях первичной продукции в середине биологического лета (табл. 2). Все полученные значения согласуются с данными по водоемам Кольского полуострова, где для тундровых озер характерны низкие (в среднем 0,2–0,3 мг/м<sup>3</sup>) концентрации хлорофилла *a* [Летанская, 1974]. По шкале С. П. Китаева [1984], по содержанию хлорофилла *a* озеро Академическое может быть отнесено к а-олиготрофным.

Зоопланктон также характеризуется низкими значениями численности. Качественные пробы показали присутствие единственного представителя – ветвистоусого



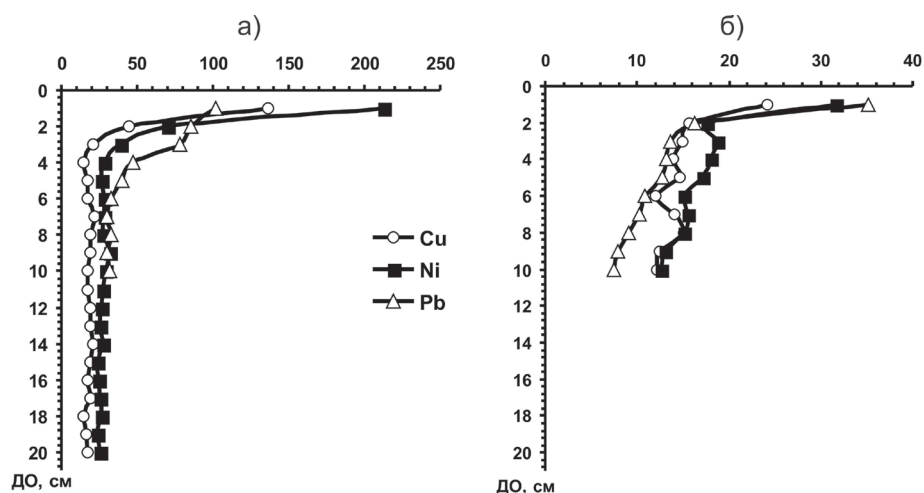


Рис. 2. Распределение концентраций Cu, Ni, и Pb в донных отложениях (ДО), мкг/г сух. веса в донных отложениях: а) оз. Академическое, б) оз. Тахтарьявр

ракообразного рода *Bosmina*. Несмотря на высокое содержание кислорода (см. табл. 1), для этих ракообразных была характерна ярко-красная окраска. В количественных пробах зоопланктон не был обнаружен.

Фитоперифитон. Водоросли перифитона характеризуются более высоким видовым разнообразием ( $H' = 2,3$  бит/экз.) и численностью (0,071–2,201 млн кл./см<sup>2</sup>) по сравнению с планктоном. Всего было выявлено 24 таксона водорослей рангом ниже рода в четырех отделах, из которых: 4 – Cyanoprocarvota, 5 – Chlorophyta, 1 – Dynophyta, 14 – Bacillariophyta. Распределение обрастаний по дну озера было

неравномерным. На каменистой литорали озера на глубинах 0–1 м они были сформированы единственным представителем – *Dichothrix gypsophila* (Kütz.) Born. et Flah. (Cyanoprocarvota). Эта водоросль заселяет не только литораль, но и увлажняемые участки береговой линии водоема, проективное покрытие составляет 60–70 % каменистого субстрата литорали. По своим экологическим характеристикам вид является типичным обитателем ультраолиготрофных водоемов с высоким содержанием кислорода и крайне низким содержанием биогенных веществ. Сапробное значение этого вида соответствует 0,3 [Барина и др., 2006].

Таблица 2. Некоторые характеристики водорослевых сообществ исследованных озер

| Показатели                                                     | Академическое |       |      | Тахтарьявр |       |      |
|----------------------------------------------------------------|---------------|-------|------|------------|-------|------|
| Содержание хлорофиллов, мг/м <sup>3</sup>                      | 1 м           | 15 м  |      | 1 м        | 10 м  |      |
| a                                                              | 0,73          | 0,98  |      | 0,13       | 0,24  |      |
| b                                                              | 0,06          | <0,01 |      | <0,01      | <0,01 |      |
| c                                                              | 0,21          | <0,01 |      | 0,29       | 0,70  |      |
| Распределение планктона в интервалах глубин, м                 |               |       |      |            |       |      |
|                                                                | 0–2           | 2–5   | 5–10 | 0–2        | 2–5   | 5–10 |
| Биомасса, г/м <sup>3</sup>                                     | 0,21          | 0,21  | 0,29 | 0,02       | 0,02  | 0,05 |
| Численность, тыс. кл./л                                        | 0,19          | 0,21  | 0,08 | 0,23       | 0,24  | 0,33 |
| Распределение перифитона в интервалах глубин, м                |               |       |      |            |       |      |
|                                                                | 0–1           | 2–10  | > 10 | 0–1        | 2–10  | > 10 |
| Покровие субстрата, %                                          | 60–70         | 40–50 | –    | –          | –     | –    |
| Численность, млн кл./см <sup>2</sup>                           | 2,201         | 0,071 | –    | –          | –     | –    |
| Суммарные показатели                                           |               |       |      |            |       |      |
| Индекс Шеннона–Уивера ( $H'$ ), бит./экз. планктона перифитона | 1,1<br>2,3    |       |      | 2,7<br>–   |       |      |
| Индекс сапробности (S) по планктону по перифитону              | –<br>1,20     |       |      | 1,35<br>–  |       |      |

Фитоперифитон более глубоких участков (2–10 м) представлял собой комплекс плотных обрастаний (покрытие площади дна – 40–50 %) печеночных мхов и эпифитно развивающихся на них водорослей, в основном диатомовых (Bacillariophyta) и зеленых (Chlorophyta). При этом на стоке озера (исток р. Каскаснюйок) также развивается *D. gypsophila* и единично присутствуют реофильные диатомовые – *Tabel-laria flocculosa* (Roth) Kütz.

Очевидно, водные мхи подкисляют воду озера в процессе жизнедеятельности, обуславливая тем самым формирование типичного олиготрофного ацидофильного комплекса диатомей, развивающихся на мхах эпифитно. Доминантом являлся типичный ацидофил, характерный для олиготрофных низкоминерализованных вод – *Brachysira brebissonii* (Grun. in Van Heurck) Ross (относительная численность в альгоценозе – до 48,3 %). Многочисленными (до 18,7 %) были представители рода *Eunotia*, в основном *E. arcus* Ehrb. var. *arcus* – бентосный космополит, ацидофил, а также (до 22 %) представители рода *Frustulia*, в основном *F. rhomboides* var. *crassinervia* (Bréb.) Ross – предпочитающий проточные олиготрофные воды бентосный ацидофил, реже – *Frustulia spicula* var. *alpina* Amosse – вид со схожей экологией. Менее многочисленными были *Tabel-laria flocculosa* (до 3,7 %) – широко распространенный планктонно-бентосный ацидофил и *Pinnularia divergens* W. Sm. (3,4 %) – типичный арктоальпийский вид, индифферентный по отношению к pH, предпочитающий олиготрофные стоячие воды. Среди динофитовых водорослей отмечен единственный представитель рода *Peridinium* (*P. nangoei* (?)), которого было обнаружено всего три экземпляра, очевидно, утративших жизненные функции (таксономическое определение проводилось в нефиксированном материале).

Зеленые водоросли были немногочисленными, представлены в основном одноклеточными десмидиевыми: *Cosmarium botrytis* Ralfs var. *botrytis* – планктонный космополит, индифферентный по отношению к pH, *C. punctulatum* Bréb. – планктонно-бентосный космополит, ацидофил, обитающий при pH < 7,0 в низкоминерализованных водах, единично – *C. subspeciosum* Nordst. Отмечены также *Euastrum* sp. и *Staurastrum* sp. Индекс сапробности, рассчитанный по фитоперифитону, соответствует олигосапробным (о) водам и II классу их чистоты – чистые воды. Различия в видовом составе, структуре и количественных характеристиках альгоценозов фитоперифитона в оз. Академическом объясняются

неоднородностью условий, меняющихся с глубиной; кроме того, на дне водоема развиваются водные печеночные мхи, формирующие особый комплекс условий для развития эпифитных диатомовых водорослей. Площадь и глубина распространения мохообразных требует дополнительного специального изучения.

В составе макрозообентоса литоральной зоны оз. Академического отмечены хирономиды, ручейники *Limnephilidae*, поденки *Baetis* sp. и веснянки *Arcynopteryx compacta* (McLachlan, 1872).

В профундальной зоне макрозообентос представлен преимущественно хирономидами *Procladius* gr. *choreus* и *Orthocladius* sp. Численность в среднем составляла 90 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 0,4 г/м<sup>2</sup>. Согласно шкале трофности [Китаев, 2007] по уровню развития зообентоса трофический статус водоема соответствует олиготрофному, Кольский биотический индекс [Яковлев, 2005] – 9 баллов, класс качества вод – чистые.

**Ихтиофауна.** По своим природным условиям, батиметрии и особенностям гидрохимических характеристик данный водоем наиболее благоприятен для развития арктического гольца, кумжи и девятииглой колюшки, повсеместно встречающихся в других водоемах Хибинского горного массива, многочисленных озерах северо-западной части Мурманской области и Восточного Мурмана [Кашулин и др., 2008, 2013]. Однако в уловах рыб отмечено не было. Поскольку исследования проводились в июле, высокая прозрачность водоема, полярный день, а также красный цвет полотна сетей, по-видимому, не позволили достичь желаемых результатов. По данным эхолокации, рыба в водоеме присутствует на глубине от 4 до 17 м. Следует отметить, что связь оз. Академического с оз. Умбозеро через р. Каскаснюйок из-за многочисленных порогов (свыше 4 м) делает невозможным пополнение ихтиофауны за счет мигрантов извне, и в случае обнаружения рыбы в водоеме речь пойдет об изолированной популяции, данные о которой могут представлять значительный интерес.

**Оз. Тахтаръявр.** Фитопланктон озера характеризуется более высоким, чем в оз. Академическом, видовым богатством: обнаружено 27 таксонов водорослей рангом ниже рода. В составе сообществ августовского фитопланктона в водоеме присутствовали крупноклеточные зеленые и перидиниевые водоросли, что не является типичной чертой горных олиготрофных озер Хибинского горного массива. Также значительно меньше по сравнению с другими горными озерами [Кашулин и др., 2008]

Таблица 3. Некоторые показатели сообществ зоопланктона оз. Тахтаръявр (август 2011 г.)

| Интервал глубин | Общая численность ( $N_{\text{общ}}$ ), тыс. экз./м <sup>3</sup> | Соотношение основных таксономических групп, (% $N_{\text{общ}}$ ) |           |          | Общая биомасса ( $B_{\text{общ}}$ ), г/м <sup>3</sup> | Соотношение основных таксономических групп, (% $B_{\text{общ}}$ ) |           |          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
|                 |                                                                  | Rotifera                                                          | Cladocera | Copepoda |                                                       | Rotifera                                                          | Cladocera | Copepoda |
| 0–2             | 36,3                                                             | 97,5                                                              | 0,0       | 2,5      | 0,1                                                   | 52,0                                                              | 0,0       | 48,0     |
| 2–5             | 7,0                                                              | 76,1                                                              | 0,0       | 23,9     | 0,1                                                   | 8,8                                                               | 0,0       | 91,2     |
| 5–10            | 10,2                                                             | 78,8                                                              | 0,0       | 21,2     | 0,1                                                   | 5,8                                                               | 0,0       | 94,2     |
| 10–20           | 44,1                                                             | 94,8                                                              | 0,0       | 5,2      | 0,1                                                   | 13,2                                                              | 0,0       | 86,8     |

видовое богатство и обилие диатомовых водорослей. В пробах обнаружены синезеленые водоросли родов *Microcystis* и *Anabaena*. В планктоне встречались следующие водоросли: *Pediastrum duplex f. clathratum* Arnold & Aleksenko; *Pandorina charkowiensis* Korsch.; *Peridinium umbonatum* var. *goslaviense* (Wolszynska) Popovsky & Pfeister; *Fragilaria capucina* Desm.; *Microcystis* sp.; *Anabaena* sp.; *Tabellaria fenestrata* (Lyng.) Kutz.; *T. flocculosa* (Roth) Kutz.; *Dinobryon bavaricum* Imhof. Большая часть водорослей была сосредоточена в средних слоях водного столба, в интервале глубин 5–10 м. Биомасса фитопланктона составила 0,02 г/м<sup>3</sup> в поверхностных слоях и 0,05 г/м<sup>3</sup> на глубине 5–10 м, что позволяет определить трофический статус озера как ультраолиготрофный. Это подтверждается и уровнем содержания хлорофиллов. Сравнительно высокие концентрации хлорофилла с объясняются значительной общей долей диатомовых и перидиниевых водорослей в составе планктона.

Водорослевые обрастания на литорали озера не развиваются, что отчасти объясняется высокой степенью подвижности положения уреза воды.

Зоопланктон. В водоеме зарегистрировано 11 таксонов видового ранга: Rotifera – 9 (*Asplanchna* sp.; *Brachionus calyciflorus* Wierzejski; *Cephalodella* sp.; *Keratella cochlearis* (Gosse); *K. quadrata* (Müller); *Kellicottia longispina* (Kellicott); *Polyarthra* sp.; *Ploesoma* sp.; *Synchaeta pectinata* Ehrenberg), Copepoda – 2 (*Cyclops* sp., *Calanoida* sp.). Видовой состав зоопланктона характеризовался отсутствием в пробах «тонких» фильтраторов (Cladocera) и низкой численностью веслоногих ракообразных. В состав руководящего комплекса входили «мирные» коловратки *Keratella cochlearis*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra* sp. Основу общей численности составляли коловратки, биомассы – веслоногие ракообразные (табл. 3).

Анализ некоторых показателей зоопланктонного сообщества выявил следующее: величины общей численности и биомассы являются

характерными для горных холодноводных олиготрофных озер Кольского п-ова (29,3 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,1 г/м<sup>3</sup> соответственно) [Китаев, 1984; Андроникова, 1996]. Индекс видового разнообразия Шеннона – 1,7 бит/экз. Водоем характеризуется как β-мезосапробный (индекс сапробности 1,6), по шкале трофности – α-олиготрофный [Китаев, 2007].

Макрозообентос. Литоральные бентосные сообщества бедны, наиболее многочисленны веснянки *Arcynopteryx compacta* – типичные обитатели литорали тундровых и горных озер, единично отмечены ручейники и хирономиды п/с Tanytarsinae.

В профундальной зоне сформирован пелофильный биоценоз, представленный только широко распространенными в Палеарктике, предпочитающими олиготрофные холодноводные водоемы хирономидами *Procladius gr. choreus*. Количественные показатели невысоки: численность профундального бентоса составляла в среднем 180 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 0,7 г/м<sup>2</sup>. Согласно шкале трофности [Китаев, 2007] по уровню развития зообентоса трофический статус водоема соответствует олиготрофному, Кольский биотический индекс [Яковлев, 2005] – 9 баллов, класс качества вод – чистые.

## Заключение

Исследования позволили впервые сформировать представления о видовом составе и структурно-функциональных особенностях фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса водоемов горно-тундровой зоны Хибинского горного массива.

Установлено, что оба озера характеризуются значительными для горных ледниковых водоемов глубинами при сравнительно небольшой площади зеркала и водосбора. Гидрохимические характеристики свидетельствуют об отсутствии последствий аэротехногенного загрязнения озер благодаря высокой буферной емкости, обеспечиваемой особенностями батиметрии, стока и щелочными подстилающими

породами. Трофический статус водоемов по уровню содержания биогенных элементов оценивается как олиготрофный.

Сообщества водорослей в обоих озерах резко различаются как по видовому составу, так и по количественным характеристикам. В оз. Академическом видовой состав водорослей планктона беден, однако биомасса и фотосинтетическая активность его выше, чем в оз. Тахтарьявр. Это объясняется присутствием в толще воды оз. Академического бентосных водорослей, обладающих более крупными размерами клеток (*Achnanthes subatomoides*), в то время как основу численности планктона оз. Тахтарьявр составляют мелкоклеточные синезеленые водоросли (*Microcystis* sp.; *Anabaena* sp., *Dinobryon bavaricum*), характеризующиеся малыми индивидуальными объемами клеток.

Фитоперифитон в оз. Тахтарьявр не был обнаружен в период отбора, в то время как в оз. Академическом он весьма обилен и на литорали, и на глубинах 10–15 м. Вероятно, это объясняется особенностями гидродинамического режима и питания водоемов. В оз. Академическом выражен поверхностный сток, а также практически в течение всего лета присутствуют снежники, питающие водоем. Озеро Тахтарьявр расположено на юго-западных склонах Хибинских гор, поэтому процессы снеготаяния там идут активнее, что обуславливает отсутствие снежников на склонах чаши озера и выраженного поверхностного стока. Кроме того, различия в экспозиции склонов обуславливают дифференциацию осадков, выпадающих на водосборах. Оз. Тахтарьявр, очевидно, принимает большее количество аэротехногенных загрязнителей, в первую очередь ТЭЦ и апатитовой обогатительной АНОФ-2, расположенной у подножья склона – об этом свидетельствуют высокое содержание нитратов и более низкая щелочность, чем в оз. Академическом (см. табл. 1).

Этим, вероятно, объясняются различия в альгоценозах водоемов в период гидробиологического лета. В оз. Академическом основная фитомасса формируется за счет печеночных мохообразных, а также литоральных синезеленых водорослей. Эти сообщества, в свою очередь, формируют среду обитания для других водорослей и беспозвоночных. Постоянный приток талых вод обеспечивает наличие элементов минерального питания, а также стабилизирует уровень воды. Роль фитопланктона в функционировании экосистемы озера ниже, чем фитоперифитона. В оз. Тахтарьявр фитопланктон более разнообразен, что, очевидно, является следствием резко меняющихся

гидрохимических условий, определяемых аэротехногенной нагрузкой и гидродинамическими и метеорологическими параметрами. Вероятно, отсутствие стабильного режима питания делает гидрохимическую систему озера крайне зависимой от атмосферных осадков, о чем свидетельствуют пониженные значения pH, несмотря на контакт вод с щелочными породами, слагающими Хибинский массив.

Зоопланктон и зообентос характеризуются обедненным видовым составом и невысокими количественными показателями, что является характерным для горных холодноводных олиготрофных озер. Зоопланктон оз. Тахтарьявр имеет некоторые признаки, характерные для мезотрофных водоемов.

Возможность существования ихтиофауны в исследованных водоемах представляет собой дискуссионный вопрос и подлежит дальнейшему детальному экспериментальному изучению, обнаружение рыбы в водоемах может стать полем для исследования уникальных высокогорных изолированных популяций.

Полученные данные с успехом могут быть использованы как фоновые характеристики при нормировании антропогенной нагрузки и оценке состояния загрязняемых горно-тундровых водоемов Субарктики. Планктонные и бентосные сообщества организмов, развивающиеся в водоеме, представляют собой интересный объект изучения функционирования водных экосистем в экстремальных условиях при минимальном периоде открытой воды и низких температурах. На примере водорослевых сообществ показано, что основными факторами развития экосистем озер являются режим питания и экспозиция склона. Размер озер, интенсивность водообменных процессов, а также пониженные, несмотря на щелочные подстилающие породы, значения pH позволяют предположить, что исследованные водоемы являются крайне уязвимыми к аэротехногенным загрязнителям.

## Литература

Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб., 1996. 189 с.

Барина С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.

Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. PiliesStudio, Тель-Авив, 2006. 498 с.

Дауэльтер В. А. Факторы формирования химического состава донных отложений: Учебное



пособие по дисциплине «Геохимия окружающей среды» для направления 511100 «Экология и природопользование». Мурманск: Изд-во МГТУ, 2002. 76 с.

Денисов Д. Б. Изменения диатомовых комплексов донных отложений оз. Академическое (Хибины, Кольский полуостров) // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода (г. Апатиты, 12–17 сентября, 2011 г.). В 2 т. / Рос. акад. наук, Отд. наук о Земле, Комиссия по изуч. четвертич. периода, Геологический ин-т КНЦ РАН. Апатиты; СПб., 2011а. Т. 1. (А–К). С. 163–166.

Денисов Д. Б. Реконструкция развития экосистемы малого горного субарктического водоема за последние 900 лет (на примере оз. Академическое, Хибины, Кольский полуостров) // Труды КНЦ РАН «Прикладная экология Севера». Апатиты, 2012. Вып. 1. С. 126–147.

Денисов Д. Б. Связь динамики интегральных показателей диатомовых комплексов донных отложений с солнечной активностью (оз. Академическое, Кольский полуостров) // Материалы XII международной научной конференции диатомологов, посвященной 120-летию со дня рождения А. И. Прошкиной-Лавренко (19–24 сентября 2011 г.). М.: Университетская книга, 2011б. С. 230–233.

Денисов Д. Б., Терентьев П. М. Первые результаты исследований оз. Академическое (Хибинский горный массив) // Сбалансированное природопользование: глубокая переработка минеральных ресурсов: сборник материалов IV школы молодых ученых и специалистов (6–8 ноября 2007 г.). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2008. С. 161–166.

Диатомовый анализ. Л.: 1949. Кн. 1. 240 с.; кн. 2. 238 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Том 1. Л.: Наука, 1974. 403 с.

Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А., Кашулина Т. Г., Малиновский Д. Н., Вандыш О. И., Ильяхук Б. П., Кудрявцева Л. П. Антропогенные изменения водных систем Хибинского горного массива (Мурманская область). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2008. Т. 1. 250 с.

Кашулин Н. А., Даувальтер В. А., Денисов Д. Б., Валькова С. А., Вандыш О. И., Терентьев П. М., Кашулин А. Н. Некоторые аспекты современного состояния пресноводных ресурсов Мурманской области // Вестник МГТУ. Т. 16, № 1. 2013. С. 98–107.

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

Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. М.: Наука, 1984. 309 с.

Кузьмин Г. В. Таблицы для вычисления биомассы водорослей. Магадан, 1984. 48 с.

Куплетский Б. М. Географический очерк, рельеф и орография Хибинских и Ловозерских тундр // Тр. Ин-та по изучению Севера. М., 1928. Т. 2. С. 3–45.

Летанская Г. И. Фитопланктон и первичная продукция озер Кольского полуострова // Озера

различных ландшафтов Кольского полуострова. 1974. Ч. 2. С. 143–179.

Лосева Э. И. Атлас пресноводных плейстоценовых диатомей европейского Северо-Востока. СПб.: Наука, 2000. 89 с.

Моисеенко Т. И., Даувальтер В. А., Каган Л. Я. Горные озера как маркеры загрязнения воздуха // Водные ресурсы. 1997б. Т. 24, № 5. С. 600–608.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / Отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Двукрылые насекомые / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. СПб.: Наука, 2000. Т. 4. 997 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. СПб.: Наука, 2001. Т. 5. 825 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. Л.: Наука, 1982. Выпуск 11(2). 620 с.

Природные условия Хибинского учебного полигона: Учебное пособие по практикам студентов-географов в Хибинах / Под. ред. С. М. Мягкова. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1986. 170 с.

Родюшкин И. В. Формы металлов в воде оз. Имандра // Проблемы химического и биологического экологического состояния водных объектов Кольского Севера. Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 1995. С. 44–59.

Романенко В. Д., Оксий О. П., Жуковский В. Н., Стольберг Ф. В., Лаврик В. И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев: Наук. думка, 1990. 256 с.

Романенко В. И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 294 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

Руководство по методам химического анализа морских вод Л.: Гидрометеиздат, 1977. 208 с.

Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды. Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука, 1967. С. 26–31.

Шаров А. Н. Фитопланктон водоемов Кольского полуострова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2004. 113 с.

Шварев С. В. Послеледниковые тектонические движения и формирование террас озера Имандра (Кольский полуостров) // Геоморфология. 2003. № 4. С. 97–104.

Яковлев В. А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Ч. 2. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. 145 с.

Battarbee R. W. Diatom analyses // Handbook of Holocene Palaeoecology and Paleohydrology / Edited by B. E. Berglund. 1986. P. 531–570

Jeffrey W., Humphrey G. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls



a, b, c and O<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. 1975. Vol. 167. P. 191–194.

Hustedt F. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen. «Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition III» Die ökologoschen Factorin und ihr Einfluss auf die Diatommenflora, Arch. Hydrobiol., Suppl. vol. 16, 1939. S. 274–394.

Krammer T., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (Achnantheacea, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, 1991b. Vol. 2, No 4. 437 p.

Krammer T., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, 1988. Vol. 2, No 2. 596 p.

Krammer T., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, 1991a. Vol. 2, No 3. 576 p.

Krammer T., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (Naviculaceae). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, 1986. Vol. 2, No 1. 876 p.

Norton S. A., Dillon P. J., Evans R. D., Mierle G., Kahl J. S. The history of atmospheric deposition of Cd, Hg and Pb in North America: Evidence from lake and peat bog sediments // Lindberg S. E. et al. (Eds.). Sources, Deposition and Capony Interactions. V. III, Acidic Precipitation. New York: Springer-Verlag, 1990. P. 73–101.

Shannon C. E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, University of Illinois Press, 1949. 117 p

Skogheim O. K. Rapport fra Arungenprosjectet. Oslo: As-NLN, 1979. No 2. 7 p.

Standard method for examination for water and wastewater. USA. 1975. 1195 p.

Tikkanen T. Kasviplanctonopas. Suomen Luonnon-suojelun Tuki Oy. Helsinki, 1986. 279 p.

Поступила в редакцию 29.10.2013

## References

Andronikova I. N. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov [Structural-functional organization of zooplankton in lake ecosystems of various trophic types]. St. Petersburg, 1996. 189 s.

Barinova S. S., Medvedeva L. A. Atlas vodoroslei – indikatorov saprobnosti (rossiiskii Dal'nii Vostok) [Atlas of algal indicators of saprobity (Russian Far East)]. Vladivostok: Dal'nauka, 1996. 364 s.

Barinova S. S., Medvedeva L. A., Anisimova O. V. Bioraznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhayushchei sredy [Biodiversity of algal environmental indicators]. PiliesStudio, Tel'-Aviv, 2006. 498 s.

Dauval'ter V. A. Faktory formirovaniya khimicheskogo sostava donnykh otlozhenii: Uchebnoe posobie po distsipline «Geokhimiya okruzhayushchei sredy» dlya napravleniya 511100 «Ekologiya i prirodopol'zovanie» [Features of chemical composition formation in bottom sediments: manual on «Geochemistry of the environment» for major 511100 «Ecology and environmental management»]. Murmansk: Izd-vo MGTU, 2002. 76 s.

Denisov D. B. Izmeneniya diatomovykh kompleksov donnykh otlozhenii oz. Akademicheskoe (Khibiny, Kol'skii poluostrov) [Changes in diatomaceous complexes of bottom sediments in Lake Akademicheskoe (Khibiny Mountains, Kola Peninsula)]. Kvarter vo vsem ego mnogoobrazii. Fundamental'nye problemy, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neishikh issledovaniy: materialy VII Vserossiiskogo soveshchaniya po izucheniyu chetvertichnogo perioda (g. Apatity, 12–17 sentyabrya, 2011 g.). V 2 t. Ros. akad. nauk, Otd. nauk o Zemle, Komissiya po izuch. chetvertich. perioda, Geologicheskii in-t KNTs RAN. Apatity; St. Petersburg, 2011a. T. 1. (A–K). S. 163–166.

Denisov D. B. Rekonstruktsiya razvitiya ekosistem malogo gornogo subarkticheskogo vodoema za

poslednie 900 let (na primere oz. Akademicheskoe, Khibiny, Kol'skii poluostrov) [Reconstruction of ecosystem development in a small Subarctic mountain water body during the last 900 years (case study of Lake Akademicheskoe, Khibiny, Kola Peninsula)]. Trudy KNTs RAN «Prikladnaya ekologiya Severa» [Transactions of Kola Research Centre «Applied Ecology of the North»]. Vyp. 1. Apatity, 2012. S. 126–147.

Denisov D. B. Svyaz' dinamiki integral'nykh pokazatelei diatomovykh kompleksov donnykh otlozhenii s solnechnoi aktivnost'yu (oz. Akademicheskoe, Kol'skii poluostrov) [Relationship between integral indices dynamics in diatomaceous complexes of bottom sediments and solar activity (Lake Akademicheskoe, Kola Peninsula)]. Materialy XII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii diatomologov, posvyashchennoi 120-letiyu so dnya rozhdeniya A. I. Proshkinoy-Lavrenko (19–24 sentyabrya 2011 g.). Moscow: Universitetskaya kniga, 2011b. S. 230–233.

Denisov D. B., Terent'ev P. M. Pervye rezul'taty issledovaniy oz. Akademicheskoe (Khibinskii gornyi massiv) [First research results of Lake Akademicheskoe (Khibiny Mountains)]. Sbalansirovannoe prirodopol'zovanie: glubokaya pererabotka mineral'nykh resursov: sbornik materialov IV shkoly molodykh uchenykh i spetsialistov (6–8 noyabrya 2007 g.). Apatity: Izd-vo Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN, 2008. S. 161–166.

Diatomovyi analiz [Diatom analysis]. Leningrad, 1949. Kn. 1. 240 s.; kn. 2. 238 s.

Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemye i sovremennye) [Diatoms of the USSR (fossil and recent)]. Tom 1. L.: Nauka, 1974. 403 s.

Kashulin N. A., Denisov D. B., Sandimirov S. S., Dauval'ter V. A., Kashulina T. G., Malinovskii D. N., Vandysh O. I., Il'yashuk B. P., Kudryavtseva L. P. Antropogennye izmeneniya vodnykh sistem Khibinskogo gornogo massiva (Murmanskaya oblast') [Human-caused

changes in aquatic systems of the Khibiny Mountains (Murmansk region)]. Apatity: Izd-vo Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN, 2008. T. 1. 250 s.

Kashulin N. A., Dauval'ter V. A., Denisov D. B., Val'kova S. A., Vandysh O. I., Terent'ev P. M., Kashulin A. N. Nekotorye aspekty sovremennogo sostoyaniya presnovodnykh resursov Murmanskoi oblasti [Some aspects of current state of freshwater resources in Murmansk region]. *Vestnik MGTU [Herald of Moscow State Technical University]*. 2013. T. 16, № 1. S. 98–107.

Kitaev S. P. Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtologov [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. 395 s.

Kitaev S. P. Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer razlichnykh prirodnnykh zon [Ecological bases of bioproductivity of lakes in different natural zones]. Moscow: Nauka, 1984. 309 s.

Kuz'min G. V. Tablitsy dlya vychisleniya biomassy vodoroslei [Algae biomass calculation table]. Magadan, 1984. 48 s.

Kupletskii B. M. Geograficheskii ocherk, rel'ef i orografiya Khibinskikh i Lovozerskikh tundr [Geographical digest, topography and orography of Khibiny and Lovozero tundras]. *Tr. In-ta po izucheniyu Severa [Institute for the Study of the North]*. Moscow, 1928. T. 2. S. 3–45.

Letanskaya G. I. Fitoplankton i pervichnaya produktsiya ozer Kol'skogo poluostrova [Phytoplankton and primary production in lakes of Kola Peninsula]. *Ozera razlichnykh landshaftov Kol'skogo poluostrova [Lakes in different landscapes of Kola Peninsula]*. 1974. Ch. 2. S. 143–179.

Loseva E. I. Atlas presnovodnykh pleistotsenovykh diatomei evropeiskogo Severo-Vostoka [Atlas of freshwater pleistocene diatoms from northeastern Europe]. St. Petersburg: Nauka, 2000. 89 s.

Moiseenko T. I., Dauval'ter V. A., Kagan L. Ya. Gornye ozera kak markery zagryazneniya vozdukh [Mountain lakes as markers of air pollution]. *Vodnye resursy [Water Resources]*. 1997b. T. 24, № 5. S. 600–608.

Opredeitel' presnovodnykh bespozvonochnykh evropeiskoi chasti SSSR (plankton i benthos) [Key to freshwater invertebrates from the European part of the USSR (plankton and benthos)]. Otv. red. L. A. Kutikova, Ya. I. Starobogatov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 510 s.

Opredeitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Pod obshch. red. S. Ya. Tsalolikhina. Dvukrylye nasekomye. St. Petersburg: Nauka, 2000. T. 4. 997 s.

Opredeitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. Pod obshch. red. S. Ya. Tsalolikhina. Vysshie nasekomye. St. Petersburg: Nauka, 2001. T. 5. 825 s.

Opredeitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Zelenye vodorosli [Key to freshwater algae of the USSR. Green algae]. Leningrad: Nauka, 1982. Vyp. 11(2) 620 s.

Prirodnye usloviya Khibinskogo uchebnogo poligona: Uchebnoe posobie po praktikam studentov-geografov v Khibinakh [Environmental conditions of Khibiny educational test-site: practice manual for geography

students in Khibiny]. Pod. red. S. M. Myagkova. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1986. 170 s.

Rodyushkin I. V. Formy metallov v vode oz. Imandra [Metal compounds in water of Lake Imandra]. *Problemy khimicheskogo i biologicheskogo ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'ektov Kol'skogo Severa [Problems of chemical, biological and ecological state of water bodies of the Kola North]*. Apatity: Izd-vo Kol'sk. nauch. tsentra RAN, 1995. S. 44–59.

Romanenko V. D., Oksiyuk O. P., Zhukinskii V. N., Stol'berg F. V., Lavrik V. I. Ekologicheskaya otsenka vozdeistviya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva na vodnye ob'ekty [Environmental assessment of hydraulic engineering impact on water bodies]. Kiev: Nauk. dumka, 1990. 256 s.

Romanenko V. I. Mikrobiologicheskie protsessy produktsii i destruktii organicheskogo veshchestva vo vnutrennykh vodoemakh [Microbiological processes of production and destruction of organic substance in inland water bodies]. Leningrad: Nauka, 1985. 294 s.

Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem [Guidance on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Pod red. V. A. Abakumova. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992. 318 s.

Rukovodstvo po metodam khimicheskogo analiza morskikh vod [Guidance on methods of chemical analysis of sea waters]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 208 s.

Sladechek V. Obshchaya biologicheskaya skhema kachestva vody. Sanitarnaya i tekhnicheskaya gidrobiologiya [General biological scheme of water quality. Sanitary and technical hydrobiology]. M.: Nauka, 1967. P. 26–31.

Sharov A. N. Fitoplankton vodoemov Kol'skogo poluostrova [Phytoplankton in water bodies of Kola Peninsula]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2004. 113 s.

Shvarev S. V. Poslednikovye tektonicheskie dvizheniya i formirovanie terras ozera Imandra (Kol'skii poluostrov) [Postglacial tectonic movements and terraces formation of Lake Imandra (Kola Peninsula)]. *Geomorfologiya [Geomorphology]*. 2003. № 4. S. 97–104.

Yakovlev V. A. Presnovodnyi zoobentos severnoi Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaya dinamika) [Freshwater zoobenthos of northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamics)]. Ch. 2. Apatity: Izd. KNTs RAN, 2005. 145 s.

Battarbee R. W. Diatom analyses. Handbook of Holocene Palaeoecology and Paleohydrology. Edited by B. E. Berglund. 1986. P. 531–570.

Jeffrey W., Humphrey G. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c and O<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol.* 1975. Vol. 167. P. 191–194.

Hustedt F. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen. «Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition III» Die ökologischen Factorin und ihr Einfluss auf die Diatomenflora. *Arch. Hydrobiol.*, 1939. Suppl. vol. 16. P. 274–394.

Krammer T., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula

(Lineolate) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 1991b. Vol. 2, No 4. 437 p.

*Krammer T., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae (Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 1988. Vol. 2, No 2. 596 p.

*Krammer T., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae (Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 1991a. Vol. 2, No 3. 576 p.

*Krammer T., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae (Naviculaceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 1986. Vol. 2, No 1. 876 p.

*Norton S. A., Dillon P. J., Evans R. D., Mierle G., Kahl J. S.* The history of atmospheric deposition of Cd,

Hg and Pb in North America: Evidence from lake and peat bog sediments. Lindberg S. E. et al. (eds.). Sources, Deposition and Capony Interactions. V. III, Acidic Precipitation. New York: Springer-Verlag, 1990. P. 73–101.

*Shannon C. E., Weaver W.* The Mathematical Theory of Communication. Urbana, University of Illinois Press, 1949. 117 p.

*Skogheim O. K.* Rapport fra Arungenprosjektet. Oslo: As-NLN, 1979. No 2. 7 p.

*Standard method* for examination for water and wastewater. USA, 1975. 1195 p.

*Tikkanen T.* Kasviplanctonopas. Suomen Luonnon-suojelun Tuki Oy. Helsinki, 1986. 279 p.

Received October 29, 2013

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Денисов Дмитрий Борисович

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт проблем промышленной экологии Севера  
Кольского научного центра РАН  
мкр. Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская обл.,  
Россия, 184209  
эл. почта: denisow@inep.ksc.ru

### Валькова Светлана Александровна

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт проблем промышленной экологии Севера  
Кольского научного центра РАН  
мкр. Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская обл.,  
Россия, 184209  
эл. почта: valkova@inep.ksc.ru  
тел.: (81555) 79774

### Терентьев Петр Михайлович

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт проблем промышленной экологии Севера  
Кольского научного центра РАН  
мкр. Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская обл.,  
Россия, 184209  
эл. почта: p\_terentjev@inep.ksc.ru

### Черепанов Александр Александрович

младший научный сотрудник  
Институт проблем промышленной экологии Севера  
Кольского научного центра РАН  
мкр. Академгородок, 14а, Апатиты, Мурманская обл.,  
Россия, 184209  
эл. почта: cherepanov@inep.ksc.ru

## CONTRIBUTORS:

### Denisov, Dmitry

Institute of the North Industrial Ecology Problems,  
Kola Science Center, Russian Academy of Sciences  
14a, Akademgorodok, 184209 Apatity,  
Murmansk Region, Russia  
e-mail: denisow@inep.ksc.ru

### Val'kova, Svetlana

Institute of the North Industrial Ecology Problems,  
Kola Science Center, Russian Academy of Sciences  
14a, Akademgorodok, 184209 Apatity,  
Murmansk Region, Russia  
e-mail: valkova@inep.ksc.ru  
tel.: (81555) 79774

### Terentjev, Pyotr

Institute of the North Industrial Ecology Problems,  
Kola Science Center, Russian Academy of Sciences  
14a, Akademgorodok, 184209 Apatity,  
Murmansk Region, Russia  
e-mail: p\_terentjev@inep.ksc.ru

### Cherepanov, Alexandr

Institute of the North Industrial Ecology Problems,  
Kola Science Center, Russian Academy of Sciences  
14a, Akademgorodok, 184209 Apatity,  
Murmansk Region, Russia  
e-mail: cherepanov@inep.ksc.ru

УДК 574.58

## СОСТАВ И ДИНАМИКА ГИДРОБИОНТОВ ЛИТОРАЛИ БУХТЫ ПЕТРОКРЕПОСТЬ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

**Д. С. Дудакова, Н. В. Родионова, Е. В. Протопопова,  
Л. Л. Капустина, Д. С. Бардинский**

*Институт озераведения РАН*

В течение трех лет (2010–2012 гг.) исследовалось пространственно-временное распределение сообществ гидробионтов в мелководной части литорали бухты Петрокрепость Ладожского озера. Исследования охватывали три типа биотопов, закономерно сменяющихся при увеличении глубины: прибрежные тростниковые заросли, зону полупогруженной растительности, представленную рдестом, и открытый песок. Приводятся морфометрическое описание и характеристика зарослей макрофитов бухты Петрокрепость. Показано, что различные биотопы, находящиеся близко (сотни метров), более сходны по видовому составу гидробионтов, чем одинаковые биотопы, разнесенные на десятки километров. Исследованы: пространственная неоднородность в распределении гидробионтов; активные и пассивные суточные горизонтальные и вертикальные миграции мезопланктона, бентоса, бактерио- и фитопланктона, простейших. Обнаружены комплексы факторов (абиотических и биотических), влияющие на распределение различных групп гидробионтов.

**Ключевые слова:** Ладожское озеро, бухта Петрокрепость, литоральная зона, пространственное распределение гидробионтов, активные и пассивные суточные горизонтальные и вертикальные миграции бактерио-, фито-, мезопланктона, простейших, макро- и мейобентоса, миграции рыбы.

**D. S. Dudakova, N. V. Rodionova, E. V. Protopopova, L. L. Kapustina,  
D. S. Bardinsky. STRUCTURE AND DYNAMICS OF AQUATIC ORGANISMS  
IN THE LITTORAL ZONE OF PETROKREPOST BAY (LAKE LADOGA)**

The study of spatiotemporal distribution of aquatic communities was conducted in the shallow part of the littoral zone of Petrokrepost Bay of Lake Ladoga for three years (from 2010 to 2012). The study covered three types of habitats gradually changing as depth increased: littoral reed beds, zone of emergent vegetation, dominated by *Potamogeton perfoliatus*, and unvegetated zone (sand). The morphometric description and characteristics of macrophytes in Petrokrepost Bay are presented. It is shown that different habitats which are closely located (within hundreds of meters) are more similar in terms of aquatic species composition than the same habitats separated by tens of kilometers. The following aspects have been studied: spatial heterogeneity in the distribution of aquatic organisms; active and passive circadian horizontal and vertical migrations of mesoplankton, benthos, bacterio- and phytoplankton, and protozoa. The set of abiotic and biotic factors affecting the distribution of different groups of aquatic organisms has been detected.



**Key words:** Lake Ladoga, littoral zone, Petrokrepost Bay, spatial distribution of aquatic organisms, active and passive circadian horizontal and vertical migration of bacterio-, phyto-, mesoplankton, protozoa, macro- and meiobenthos, fish migration.

## Введение

Литоральная зона достигает в Ладожском озере глубины 8,4 м. Здесь наиболее сильно проявляются последствия динамического воздействия водных масс, создаются специфические температурные и кислородные условия, характеризующиеся широкой суточной и сезонной амплитудой колебаний [Литоральная зона..., 2011].

В распределении всех групп гидробионтов проявляется агрегированность, которая является стратегией, позволяющей получать максимальные энергетические выгоды при существовании в водной среде [Поддубный, 1971], и связана с пятнистостью распределения биотопов [Экологические факторы..., 1993]. Устойчивая агрегированность планктона и бентоса и их пространственная неоднородность подтверждены многими исследователями [Гительзон и др., 1991; Снитко, 2004; Васечкина, 2007; Чертопруд и др., 2007; Мокиевский, 2009]. Особенности распределения организмов значительно меняются в зависимости от масштабов исследований (от см до км). Для разных групп сообществ эти масштабы разные. Они различны даже для разных видов в пределах сообщества [Мокиевский, 2009]. На формирование пространственной структуры исследованных сообществ влияют как абиотические, так и биотические факторы. Для планктонных организмов водная толща не является однородной средой, а представляет собой своеобразные «ландшафты», сформированные водными массами с разными температурными и химическими характеристиками [Протасов, 2011]. Важными факторами, особенно для распределения донных организмов, являются рельеф и микротопография дна [Кузнецов, 1980; Экологические факторы..., 1993; Протасов, 2011]. Некоторые авторы отмечают, что сильная вариабельность состава таксоценов между разными местообитаниями, а иногда и в пределах одного биотопа, существенно зависит от биотических взаимодействий или имеет вероятностный характер [Чертопруд и др., 2007].

Для многих видов гидробионтов отмечены миграции, которые могут быть как вертикальными, так и горизонтальными. В качестве основных факторов, вызывающих миграции, называют свет, пищу, температуру, пресс хищников, размножение, набор суммы температур,

необходимый для развития в условиях холодноводного водоема, циркадные ритмы [Виноградов, 1959; Эрхард, Сежен, 1984; Lindström, 1992; Rahkola et al., 1999; Burkset et al., 2002; Тахтеев и др., 2004; Мишарин и др., 2006; Семенченко, Разуцкий, 2009; Гиричева, 2013]. В Ладожском озере ранее изучались только миграции зоопланктона в пелагиали [Rahkola et al., 1999].

Цель исследования – выявить особенности пространственного распределения гидробионтов разных трофических групп и суточные изменения численности, биомассы и структуры сообществ с учетом различных абиотических факторов и биотических взаимоотношений внутри сообществ доминантных видов основных биотопов литорали бухты Петрокрепость Ладожского озера.

## Материалы и методы

### **Батиметрическая характеристика бухты Петрокрепость и геоботанические особенности ее литоральной зоны**

Исследования проводились в бухте Петрокрепость Ладожского озера. Согласно лоции, бухта расположена между мысом Морьин Нос и мысом Песоцкий Нос [Лоция...] (рис. 1, А). Общая площадь губы Петрокрепость, вычисленная по морфометрической модели Ладожского озера [Науменко, 2013], составляет 661,68 км<sup>2</sup> (3,72% от общей площади Ладожского озера без островов). Проведенные вычисления показали, что под глубинами 5 м и менее занято 64,09%, а под глубинами менее 2 м – 26,34% общей площади губы (рис. 1, Б).

Вся прибрежная литораль характеризуется схожими ландшафтными условиями и биотопами. Мелководная литораль имеет ряд особенностей: 1. Наличие тростниковых зарослей (тростник обыкновенный *Phragmites australis* (Cav.)) шириной от 2–8 до нескольких сотен метров. К группировкам тростника примыкают ценозы камыша озерного (*Schoenoplectus lacustris* (L.)). Площадь каждого ценоза колеблется от десятков до сотен квадратных метров и составляет для этих двух видов 55% общей площади зарослей; 2. Наличие больших площадей, заросших погруженной высшей водной растительностью, среди которой основными доминантами являются рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.) и рдест





Рис. 1. Физическая (А) и батиметрическая (Б) карты бухты Петрокрепость.

Б: 1 – глубины более 5 м; 2 – от 2 до 5 м; 3 – менее 2 м

злаковый (*Potamogeton gramineus* L.) (33 % общей площади зарослей, что превышает 50 км<sup>2</sup>) [Распопов, 2011].

Полигон, где проводились суточные исследования, представлял собой участок типовой для большей части мелководной литорали бухты Петрокрепость. Здесь отмечена характерная для губы смена видов макрофитов с увеличением глубины (рис. 2). Особенностью полигона было близкое расположение Кошкинского фарватера, отличающегося более высокой скоростью течения и воздействием на литораль корабельных волн при прохождении судов по фарватеру.

#### **Время проведения исследований и местоположение станций**

Исследования проводились в июле 2010 г. и в июне 2011–2012 гг. в период белых ночей.

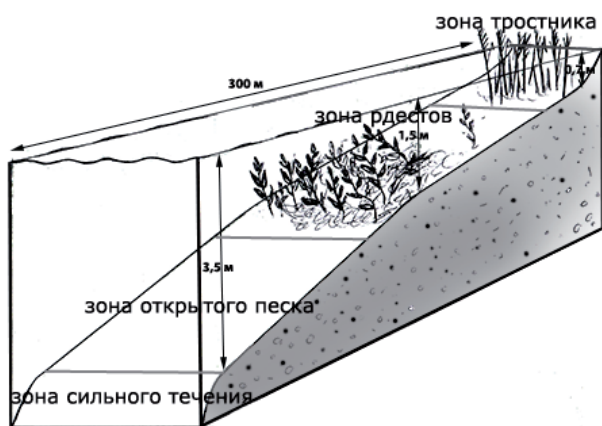


Рис. 2. Блок-диаграмма исследуемого участка литорали бухты Петрокрепость в районе Кошкинского фарватера, демонстрирующая взаимное пространственное распределение биотопов (ориг.)

Сведения по местоположению и описание изученных станций приведены в табл. 1. Географическое местоположение показано на рис. 1, А.

В 2010 году (26–28 июля) работы проводились на четырех станциях, расположенных в зарослях тростника и охватывающих западную, южную и восточную части бухты. Отбор проводился однократно в дневное время. В 2011 (21–22 июня) и в 2012 (27–28 июня) годах на литорали западного берега бухты на полигоне вблизи Кошкинского фарватера (Кошкинский полигон) проводились суточные исследования на трех станциях: ст. 1 (глубина 0,7 м, заросли тростника), ст. 2 (глубина 1,5 м, заросли рдеста), ст. 3 (глубина 3 м, свободная от растительности, открытый песок). Расстояние между станциями составляло около 100 м. Были проведены предварительные рекогносцировочные подводные исследования для изучения рельефа дна и распределения высшей водной растительности. Исследования проводились в период «белых ночей», условия освещенности были приблизительно одинаковыми, за исключением полночи в 2010 г., когда из-за низкой облачности наблюдалось полное затемнение. Проведена четырехкратная съемка с выбором моментов резкого изменения или крайних состояний освещенности, которые могут значительным образом влиять на поведение водных организмов: в 13.32 (полдень, максимум освещенности), 23.30 (закат, резкое снижение освещенности), 01.42 (полночь, минимум освещенности) и 03.55 (восход, резкое повышение освещенности) (время дано по Гринвичу). Погодные условия были достаточно схожи в оба года и характеризовались слабыми южными, юго-западными и западными ветрами в дневное и вечернее время, штилевой погодой ночью

Таблица 1. Местоположение и некоторые характеристики исследованных станций губы Петрокрепость

| Станция | Координаты           | Год       | Глубина, м | Тип биотопа    |
|---------|----------------------|-----------|------------|----------------|
| Ст. Л2  | 59°54,829; 31°12,376 | 2010      | 1,0        | тростник       |
| Ст. Л3  | 59°54,256; 31°22,526 | 2010      | 1,2        | тростник       |
| Ст. Л4  | 59°57,08; 31°33,129  | 2010      | 0,6        | тростник       |
| Ст. Л5  | 60°01,197; 31°32,628 | 2010      | 0,7        | тростник       |
| Ст. 1   | 59°58,390; 31°4,157  | 2011–2012 | 0,7        | тростник       |
| Ст. 2   | 59°58,354; 31°4,329  | 2011–2012 | 1,5        | рдест          |
| Ст. 3   | 59°58,318; 31°4,477  | 2011–2012 | 3,5        | открытый песок |

и на восходе, слабой и средней облачностью. В 2011 г. часто наблюдались небольшие кратковременные осадки.

### **Методы отбора проб и объем исследования**

В 2010 году исследовались сообщества фито-, зоопланктона и мейобентоса. В 2011 и 2012 гг. отбирались пробы бактерио-, фито-, прото- и мезопланктона, мейо- и макробентоса, видовой состав и количество рыб. Пробы бактерио-, фито-, прото- и мезопланктона отбирали батометром Рутнера ( $V_{бак} = 0,1$  л,  $V_{фито} = 1$  л,  $V_{зоо} = 5$  л,  $V_{прост} = 0,5$  л) с глубин: на ст. 1 – 0,5 м; на ст. 2 – поверхность, 0,7 м, 1,5 м; на ст. 3 – поверхность, 1,5 м, 3 м. Всего отобрано и проанализировано проб: 72 – бактериопланктона, 76 – фитопланктона, 28 – простейших, 76 – зоопланктона, 56 – мейобентоса, 48 – макробентоса.

Планктонные и бентосные пробы обрабатывали в лаборатории по общепринятым методикам [Курашов, 2007; Методические рекомендации..., 1981; Hobbie et al., 1977]. Пробы фитопланктона фиксировали раствором Люголя с последующим добавлением формалина. Пробы бактерио- и мезопланктона фиксировали 40%-м формалином (разбавление до 5 и 10 % соответственно). Пробы протозойного планктона обрабатывались в живом виде по общепринятой гидробиологической методике [Локоть, 1987; Хлебович, 1997]. При обработке проб инфузории разделяли на группы по размерам: мелкие (до 40 мкм), средние (40–100 мкм), крупные (100–200 мкм) и группа инфузорий размером свыше 200 мкм. Отбор мейо- и макробентосных проб проводился дночерпателем Экмана–Берджа с площадью сечения 250 см<sup>2</sup>. Пробы фиксировались 40%-м формалином (разбавление до 3–5 %) и промывались через капроновую сеть диаметром 80 мкм. Пересчет биомассы в энергетический эквивалент производился исходя из соотношений массы сухого вещества и калорийности сухого вещества для различных сообществ

[Алимов, 1989]. Для учета плотности рыб использовался эхолот марки Lowrance X-4. Подсчитывалось количество сигналов в единицу времени на глубинах более 2,5 м. Проведено восемь 5-минутных прогонов эхолота для определения плотности рыбы. Выловлено 18 рыб для определения видового состава ихтиофауны и пищевого спектра. Параллельно с отбором гидробиологических проб проводилось измерение температуры воды и отбор проб для определения кислорода и pH. Содержание растворенного в воде кислорода определяли скляночным методом [Алекин и др., 1973]. Интенсивность гидродинамического воздействия на различные участки полигона и в отдельных слоях воды оценивалась в баллах от 1 до 4. Принималось, что минимальной сила гидродинамического воздействия была в зарослях рдеста и в придонных слоях воды, а максимальной – на станции вблизи Кошкинского фарватера и в поверхностных слоях воды. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программной среды Statistica 8. Для оценки значимости различий исследованных количественных показателей использовался t-критерий Стьюдента; для исследования влияния одной или нескольких качественных переменных (факторов) на количественные характеристики исследуемых сообществ в течение суток применялся дисперсионный анализ и его непараметрический аналог – критерий Крускала–Уоллиса. Степень связи этих показателей с изучаемыми факторами среды оценивалась с помощью корреляционного и регрессионного анализов.

## **Результаты**

### **Характеристика сообществ исследованного полигона**

В табл. 2 и 3 приведены основные данные по сообществам полигона. Следует отметить невысокую численность и биомассу планктона, что связано со сроками проведения исследования (конец июня). В видовом отношении

наиболее богаты мейобентос (62 вида) и зоопланктон (56 видов).

Развитие фитопланктона характеризовалось преобладанием золотистых, зеленых и синезеленых водорослей, на долю которых приходилось в среднем 42,6% суммарной численности и 66,5% биомассы водорослей. Из золотистых доминировала *Uroglena americana* Calkins. Интенсивное развитие этого вида является характерной особенностью бухты Петрокрепость [Летанская, Протопопова, 2008]. Из золотистых доминантом также был *Dinobryon divergens* O. E. Imhof. Из других групп водорослей доминировали зеленые: *Pseudosphaerocystis lacustris* (Lemmermann), *Sphaerocystis Schroeteri* Chodat, *Dictiosphaerium pulchellum* H. C. Wood; из синезеленых – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs; из криптофитовых – *Rhodomonas lacustris* Pascher & Ruttner. Примерно 6% биомассы приходилось на нанофитопланктон с объемом клеток 2–20 мкм, 16% – на размерную группу 20–30 мкм, 3% – 30–60 мкм и 75% – более 60 мкм. Зоопланктон был представлен простейшими, коловратками, кладоцерами, циклопами и калянидами. У простейших доминировали два вида – *Strobilidium viride* Stein и *Utricha farcta* Clap. & Lachmann. В мезопланктоне доминировали по численности *Synchaeta* sp., *Conochilus hippocrepis* (Schrank), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Bosmina longispina* (Leydig), *Thermocyclops oithonoides* (Sars), *Nauplii*. Основу мезопланктона по численности – от 25 до 89% – составляли коловратки. В биомассе от 17 до 80% приходилось на *Asplanhna priodonta* (Gosse). В некоторые сроки значительного развития (до 51% в общей численности и до 70% в общей биомассе) достигали ветвистые рачки. В 2011 г. в планктоне исследуемой литорали доля веслоногих рачков была в 2 раза выше, чем в 2012 г.

Мейобентос включал 14 систематических групп. По численности доминировали нематоды (от 23,9 до 92,7% от общей численности; в среднем – 71,7%); по биомассе – моллюски (от 1,0 до 73,2%; в среднем – 29,1%), амфиподы, представленные в мейобентосе младшими возрастами (от 2,0 до 77,5%; в среднем – 22,6%) и олигохеты (от 0,8 до 51,0%; в среднем – 19,2%). Самой богатой по числу видов группой были хирономиды. Доминировало 6 видов (см. табл. 3). В составе макробентоса отмечено 9 систематических групп. По численности доминировали олигохеты (34,0%) и амфиподы (23,1%); доминанты по биомассе – амфиподы, олигохеты и моллюски (27,4; 25,6 и 22,9% соответственно). Амфиподы были представлены одним видом – *Gmelinoides*

*fasciatus* (Stebbing). Среди хирономид наиболее многочисленны были таниподины, среди олигохет – тубифициды.

Вклад отдельных компонентов планктонных и бентосных сообществ по энергетическому эквиваленту веса был распределен следующим образом: бактериопланктон – 6,96% (0,14–1,47 ккал/м<sup>2</sup>); фитопланктон – 5,97% (0,13–1,17 ккал/м<sup>2</sup>); планктонные беспозвоночные – 2,41% (инфузории – 0,59% (0,01–0,22 ккал/м<sup>2</sup>), мезопланктон – 1,82% (0,02–0,44 ккал/м<sup>2</sup>)); донные беспозвоночные – 84,65% (макробентос – 71,18% (0,37–16,52 ккал/м<sup>2</sup>), мейобентос – 13,47% (0,19–3,50 ккал/м<sup>2</sup>)). Максимум суммарной биомассы бактерий, фитопланктона и водных беспозвоночных был сосредоточен на ст. 1 в зарослях тростника (табл. 4), более низкая величина биомассы отмечена на ст. 2, а в зоне открытого песчаного биотопа на ст. 3 биомасса была наименьшей.

Ихтиофауна на изучаемом полигоне была представлена двумя видами – *Rutilus rutilus* (плотва) и *Perca fluviatilis* (окунь), популяции которых состояли из разноразмерных и разновозрастных особей.

#### **Видовые различия сообществ разных биотопов литорали бухты Петрокрепость в зависимости от масштабов (расстояния между станциями)**

В литорали бухты Петрокрепость отмечено высокое видовое богатство планктона и бентоса. С использованием коэффициента Серенсена–Чекановского было проведено сравнение фито-, зоопланктона и мейобентоса в разных частях водной толщи и дна в пределах исследованных полигонов (рис. 3). Для Кошкинского полигона, где исследовались близко расположенные биотопы, по видовому составу наиболее сильно отличается участок, прилегающий непосредственно к береговой линии (ст. 1, см. рис. 1), имеющий минимальные глубины и максимально прогреваемый. Здесь в среднем для всех сообществ значение коэффициента Серенсена–Чекановского было 0,59, тогда как для ст. 2 и 3 этот показатель составил 0,71. Максимальные различия наблюдались по зоопланктону, минимальные – по фитопланктону.

Кроме того, поскольку в бухте Петрокрепость наиболее характерным биотопом для глубины 0,3–1 м является тростник, было проведено сравнение видового состава трех сообществ на различных далеко удаленных станциях, охватывающих данный биотоп (см. рис. 1, ст. Л1, Л2, Л3). Было выявлено, что

Таблица 2. Численность (млн кл./м³) бактериопланктона в среднем за два года

| Местоположение      | N           |
|---------------------|-------------|
| Ст. 1               | 3,89 ± 0,22 |
| Ст. 2               | 1,71 ± 0,09 |
| Ст. 3               | 1,24 ± 0,11 |
| Среднее по полигону | 2,28 ± 0,16 |

Таблица 3. Описание сообществ полигона в среднем за два года

| Группа и ее компоненты | Численность и биомасса |                     | Число видов | Доминанты                                                                                                        |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | N                      | B                   |             |                                                                                                                  |
| <b>Фитопланктон</b>    | <b>3581 ± 135,0</b>    | <b>0,81 ± 0,035</b> | <b>42</b>   | 7 видов                                                                                                          |
| Диатомовые             | 116 ± 17,3             | 0,12 ± 0,015        | 9           | <i>Uroglena americana</i>                                                                                        |
| Зеленые                | 309 ± 39,3             | 0,20 ± 0,022        | 13          | <i>Pseudosphaerocystis lacustris</i>                                                                             |
| Желтозеленые           | 22 ± 6,1               | 0,02 ± 0,008        | 1           | <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>                                                                                  |
| Криптофитовые          | 291 ± 19,6             | 0,10 ± 0,008        | 2           | <i>Dinobryon divergens</i>                                                                                       |
| Синезеленые            | 595 ± 87,4             | 0,07 ± 0,001        | 6           | <i>Sphaerocystis schroeteri</i>                                                                                  |
| Золотистые             | 2241 ± 106,6           | 0,28 ± 0,012        | 4           | <i>Rhodomonas lacustris</i>                                                                                      |
| Динофитовые            | 6 ± 2,0                | 0,01 ± 0,003        | 7           | <i>Dictiosphaerium pulchellum</i>                                                                                |
| Эвгленовые             | 1 ± 0,3                | 0,004 ± 0,001       | 1           |                                                                                                                  |
| <b>Простейшие</b>      | <b>1547 ± 109,5</b>    | <b>0,11 ± 0,013</b> | <b>6</b>    | 3 вида                                                                                                           |
| Мелкие инфузории       | 478 ± 37,8             | 0,01 ± 0,001        |             | <i>Strobilidium</i> sp.                                                                                          |
| Средние инфузории      | 1000 ± 69,0            | 0,07 ± 0,007        |             | <i>Strombidium</i> sp.                                                                                           |
| Крупные инфузории      | 69 ± 18,6              | 0,03 ± 0,007        |             | <i>Urotricha farcta</i>                                                                                          |
| <b>Зоопланктон</b>     | <b>33,7 ± 2,15</b>     | <b>0,44 ± 0,047</b> | <b>56</b>   | 7 видов и групп                                                                                                  |
| Коловратки             | 20,0 ± 1,58            | 0,25 ± 0,033        | 24          | <i>Asplanhna priodonta</i>                                                                                       |
| Кладоцеры              | 5,3 ± 0,55             | 0,13 ± 0,020        | 25          | <i>Synchaeta</i> sp.                                                                                             |
| Циклопы                | 4,7 ± 0,37             | 0,03 ± 0,003        | 3           | <i>Conochilus hippocrepis</i>                                                                                    |
| Каляниды               | 3,3 ± 0,55             | 0,04 ± 0,010        | 4           | <i>Kellicottia longispina</i><br><i>Bosmina longispina</i><br><i>Thermocyclops oithonoides</i><br><i>Nauplii</i> |
| <b>Мейобентос</b>      | <b>31,8 ± 3,75</b>     | <b>1,15 ± 0,183</b> | <b>62</b>   | 6 видов                                                                                                          |
| Нематоды               | 22,9 ± 2,95            | 0,02 ± 0,004        | 1           | <i>Gmelinoides fasciatus</i>                                                                                     |
| Олигохеты              | 1,7 ± 0,52             | 0,28 ± 0,075        | 7           | <i>Chaetogaster langi</i>                                                                                        |
| Хирономиды             | 1,8 ± 0,34             | 0,14 ± 0,030        | 20          | <i>Candona candida</i>                                                                                           |
| Кладоцеры              | 1,6 ± 0,48             | 0,05 ± 0,014        | 13          | <i>Monospilis dispar</i>                                                                                         |
| Циклопы                | 0,4 ± 0,16             | 0,01 ± 0,003        | 8           | <i>Chidorus gibbus</i>                                                                                           |
| Амфиподы               | 0,9 ± 0,31             | 0,25 ± 0,098        | 1           | <i>Cladotanytarsus mancus</i>                                                                                    |
| Остракоды              | 1,5 ± 0,42             | 0,07 ± 0,019        | 7           |                                                                                                                  |
| Гарпактициды           | 0,4 ± 0,08             | 0,004 ± 0,001       | 4           |                                                                                                                  |
| Моллюски               | 0,3 ± 0,06             | 0,33 ± 0,066        | 3           |                                                                                                                  |
| Прочие                 | 0,2 ± 0,05             | 0,01 ± 0,004        | 5           |                                                                                                                  |
| <b>Макробентос</b>     | <b>2,6 ± 0,34</b>      | <b>6,28 ± 0,728</b> | <b>30</b>   | 4 вида и группы                                                                                                  |
| Олигохеты              | 0,9 ± 0,28             | 1,61 ± 0,427        | 6           | <i>Gmelinoides fasciatus</i>                                                                                     |
| Хирономиды             | 0,4 ± 0,11             | 0,49 ± 0,021        | 8           | <i>Cladotanytarsus mancus</i>                                                                                    |
| Амфиподы               | 0,6 ± 0,19             | 1,72 ± 0,502        | 1           | <i>Tubificidae</i> gen. sp. juv.                                                                                 |
| Моллюски               | 0,2 ± 0,07             | 1,44 ± 0,453        | 3           | <i>Bivalvia</i>                                                                                                  |
| Ручейники              | 0,1 ± 0,07             | 0,85 ± 0,746        | 4           |                                                                                                                  |
| Прочие                 | 0,4 ± 0,06             | 0,17 ± 0,089        | 9           |                                                                                                                  |
| <b>Ихтиофауна</b>      |                        |                     |             | 2 вида                                                                                                           |
| Окунь                  | —                      | —                   | <b>2</b>    | <i>Perca fluviatilis</i>                                                                                         |
| Плотва                 |                        |                     |             | <i>Rutilus rutilus</i>                                                                                           |

Примечание. N – численность, тыс. экз./м³ для планктона, тыс. экз./м² для бентоса; B – биомасса, г/м³ для планктона, г/м² для бентоса; «—» – количественные данные отсутствуют.



Таблица 4. Биомасса (в энергетическом эквиваленте) исследованных сообществ

|                  | Ст. 1        |       | Ст. 2        |       | Ст. 3        |       |
|------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|                  | M ± m        | CV    | M ± m        | CV    | M ± m        | CV    |
| Бактериопланктон | 1,12 ± 0,063 | 9,4   | 0,49 ± 0,025 | 1,5   | 0,36 ± 0,031 | 2,3   |
| Фитопланктон     | 0,63 ± 0,052 | 6,6   | 0,55 ± 0,028 | 1,9   | 0,51 ± 0,037 | 3,3   |
| Простейшие       | 0,02 ± 0,002 | 0,003 | 0,03 ± 0,007 | 0,063 | 0,02 ± 0,004 | 0,024 |
| Зоопланктон      | 0,25 ± 0,004 | 52,0  | 0,13 ± 0,002 | 63,5  | 0,13 ± 0,001 | 31,7  |
| Макрозообентос   | 6,33 ± 1,501 | 67,0  | 7,83 ± 0,915 | 33,0  | 5,95 ± 1,715 | 81,5  |
| Мейобентос       | 1,00 ± 0,353 | 99,6  | 0,98 ± 0,222 | 39,3  | 0,62 ± 0,199 | 31,7  |

Примечание. M – средняя арифметическая, ккал/м<sup>3</sup> для планктона, ккал/м<sup>2</sup> для бентоса; CV – коэффициент вариации, %.

видовое сходство фито-, зоопланктона и мейобентоса в пределах однотипных биотопов, разнесенных в пространстве на десятки километров, ниже, чем между близко расположенными, но разными биотопами. Среднее значение коэффициента Серенсена–Чекановского для масштаба сотен метров составило  $0,63 \pm 0,024$  (CV = 16,3), тогда как для десятков километров –  $0,47 \pm 0,035$  (CV = 31,6). Различия достоверны ( $p = 0,000\ 907$ ).

#### Пространственно-временные изменения численности гидробионтов

В течение суток в большей или меньшей степени наблюдались изменения численности всех групп гидробионтов в различных слоях воды на разных участках полигона. Все перемещения планктона были разделены на пассивные, характерные для большинства водорослей, бактериопланктона, а также для

простейших и мезопланктона при гидродинамическом воздействии, и на активные, свойственные простейшим, мезопланктону, некоторым бентосным беспозвоночным и рыбам.

Поскольку расстояние между станциями составляло примерно 100–150 м, горизонтальные перемещения рассматривались только для активных мигрантов, способных преодолевать такие расстояния. Оценка наличия миграции проводилась по изменению численности вида в заросших и открытом участках в разные периоды суток. У мезопланктона наличие явных горизонтальных суточных миграций было показано для *Bosmina longispina* (в оба года), *Thermocyclops oithonoides* и науплий циклопов (в 2011 г.), *Asplanhna priodonta* и *Polyarthra dolichoptera* (2012 г.) (рис. 4).

В бентосе горизонтальные миграции отмечены для амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (рис. 5), а также для массовых видов хирономид

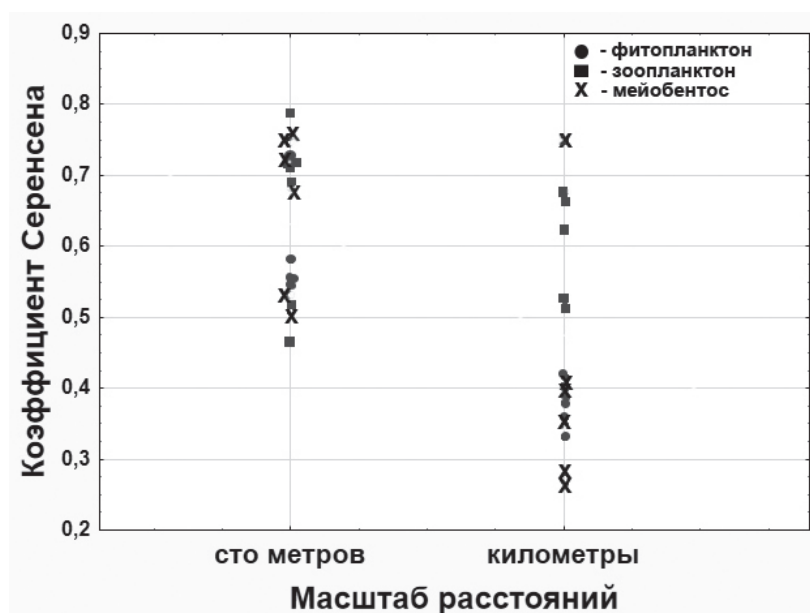


Рис. 3. Значение коэффициента Серенсена–Чекановского для фито-, зоопланктона и мейобентоса для разных масштабов расстояний



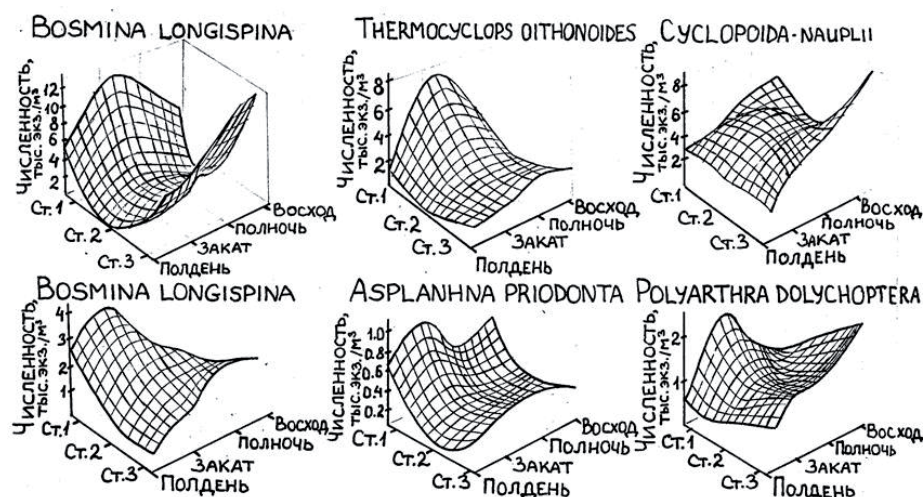


Рис. 4. Изменение плотности некоторых мезопланктонных видов на разных участках полигона в течение суток

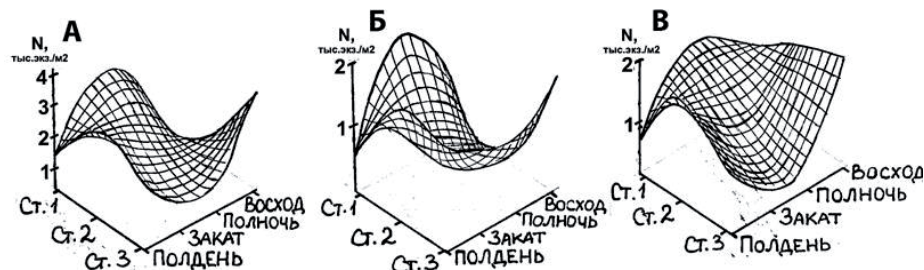


Рис. 5. Изменение плотности амфипод на разных участках полигона в течение суток. А – все размерные группы сообщества амфипод; Б – старшие возрасты, относящиеся к макробентосу; В – молодь

и кладоцер. Если в дневное время эти виды укрывались в зарослях рдеста, то на закате и ночью было отмечено их перемещение к берегу к зарослям тростника, из укрытия более защищенного к менее защищенному. К восходу наблюдалось обратное движение в сторону наибольших из рассматриваемых в исследовании глубин. У амфипод отмечены возрастные различия в степени миграционной активности. Для взрослых особей была характерна более высокая плотность на определенных участках полигона в течение суток по сравнению с молодью (см. рис. 5, Б и В).

Характер и размах миграций по годам изменялись как у планктона, так и у бентоса. Вероятно, это было связано с различием в интенсивности и контрастности изменения дневной и ночной освещенности. Если июнь 2011 г. характеризовался светлым днем и абсолютной темнотой в полночь, то в июне 2012 г. различия были более сглажены, ночью было достаточно светло, и амплитуда миграционных перемещений была меньше, чем в предыдущем году.

Так же, как в случае горизонтальных перемещений, суточные миграции гидробионтов

по вертикали были более выражены в 2011 г. Эта оценка сделана на основании разницы между минимальными и максимальными значениями относительной численности в отдельных слоях воды. Поскольку глубины полигона были невелики, максимальное расстояние между изучаемыми слоями воды составляло 1,5 м. Было показано, что закономерные изменения плотности гидробионтов различных групп наблюдаются даже на таких малых глубинах в пределах литоральной зоны. Но для редких и малочисленных видов планктона четкой картины пространственных изменений по вертикали выявить не удалось, наблюдаемые различия имели случайный характер. Закономерности пространственных изменений удалось показать для некоторых групп и доминантных видов. В фитопланктоне было обнаружено два вида (*Uroglena americana* и *Dinobryon divergens*) с выраженными изменениями вертикального распределения максимальной плотности в течение суток (рис. 6). Однако значимые различия численности ( $p < 0,05$ ) в разных слоях воды были выявлены с помощью дисперсионного анализа только для второго вида. Для

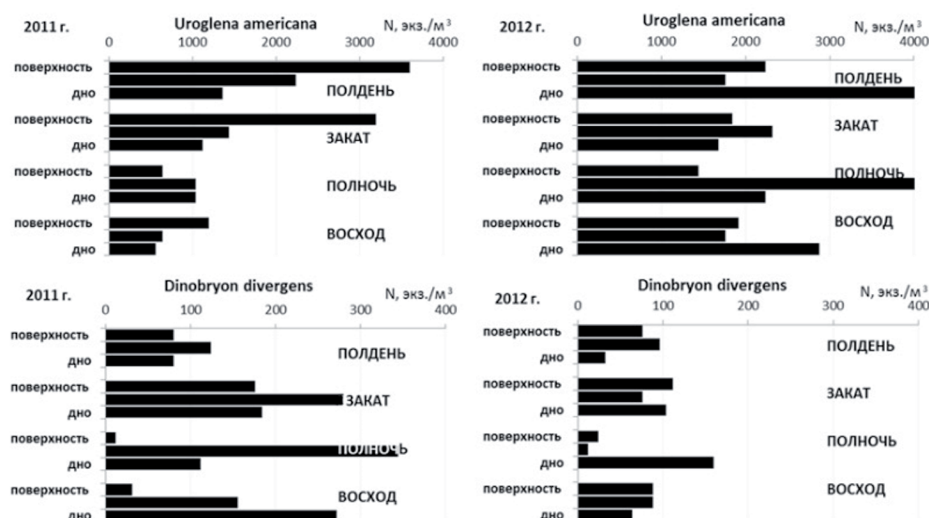


Рис. 6. Суточное вертикальное изменение плотности двух доминантных видов фитопланктона на участке литорали глубиной 3,5 м

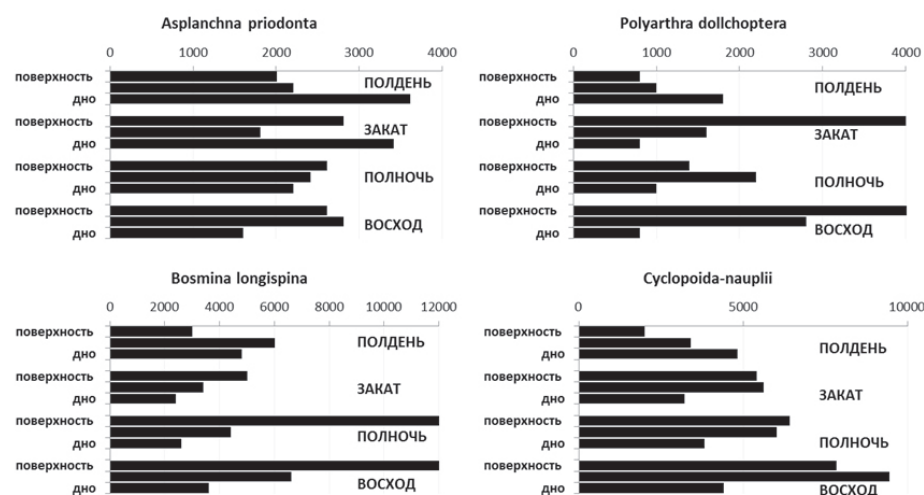


Рис. 7. Суточное вертикальное изменение плотности доминантных видов мезопланктона на участке литорали глубиной 3,5 м

обоих видов характерно, что в ночное время максимум плотности перемещался в нижние слои воды. Подобные изменения обнаружены и для бактериопланктона, но статистически достоверных различий выявлено не было.

У инфузорий отмечен вечерний подъем в верхний горизонт и опускание в срединный слой в полночь, как в зарослях рдеста, так и на станции открытой литорали на глубине 3,5 м. Для зарослей рдеста также характерен еще один подъем к поверхности на восходе и опускание в срединный слой в полдень. Вертикальные миграции мезопланктона были показаны для всех групп, встречающихся в бухте: коловраток, кладоцер и копепод. На рисунке представлены суточные перемещения некоторых видов мезопланктона

(рис. 7). В полдень для всех видов характерно предпочтение срединных и придонных слоев воды. На закате *A. priodonta* концентрируется у поверхности и у дна; в полночь она относительно равномерно распределена в толще воды, а на восходе заметно ее перемещение в срединные и поверхностные слои. *P. dolichoptera* опускается в толщу воды в полночь, предпочитая поверхностные слои во все остальное время суток. Большинство особей *B. longispina* от заката до рассвета остаются в поверхностных слоях, при этом характер распределения босмины в толще воды остается неизменным. На закате основная масса науплиев перемещается из придонного горизонта в толщу воды и остается здесь до полудня.

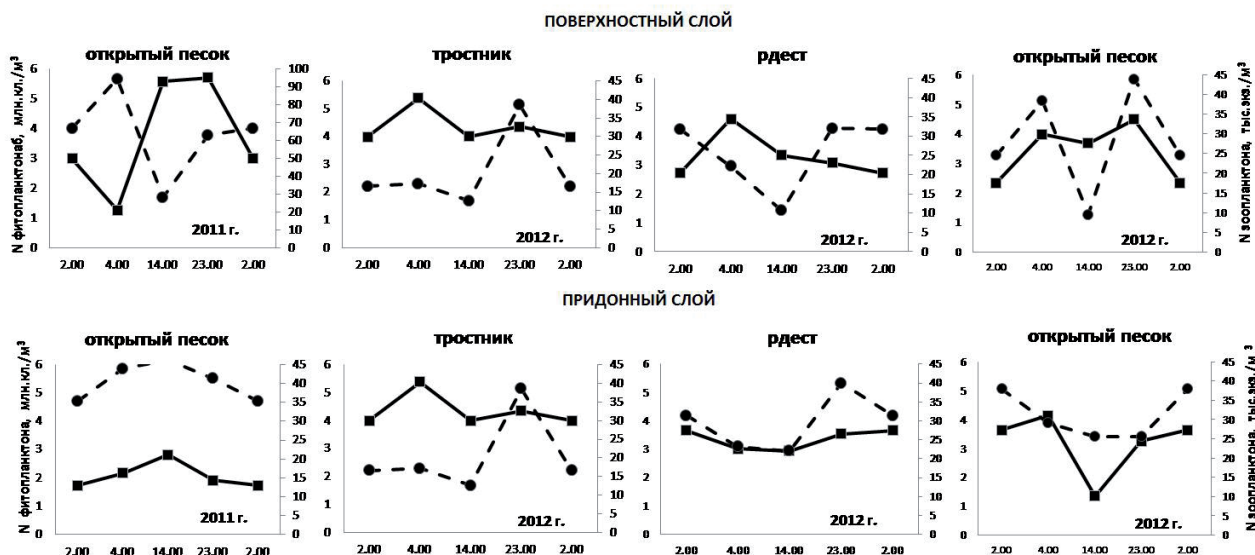


Рис. 8. Суточное изменение общей численности поверхностного и придонного фито- (сплошная кривая; левая шкала) и мезопланктона (пунктирная кривая; правая шкала)

Сопоставление изменений общей численности фитопланктона и мезопланктона в течение суток в поверхностном и придонном слоях воды показано на рис. 8. Для обоих лет отмечалось снижение мезопланктона в поверхностном слое воды на всех станциях в полуденное время. В 2011 г. это снижение сопровождалось подъемом численности фитопланктона, а в 2012 г. наблюдалось синхронное снижение численности мезо- и фитопланктона к астрономическому полудню (13.52). Примечательно, что сходные тенденции отмечались в 2012 г. и в придонном слое воды.

У донных беспозвоночных вертикальные миграции в толщу воды наблюдались во все периоды наблюдений. Наиболее часто их совершали представители следующих систематических групп: Nematoda, Oligochaeta (*Chaetogaster langi* Bretscher, *Piguitiella blanci* (Piguet)), Chironomidae (*Cryptochironomus* sp., *Psectrocladius simulans* Johan, *Microcricotopus bicolor* (Tshernovskij) и *Cladotanytarsus mancus* (Kieffer)), Ostracoda (*Candona* sp., *Cytherissa lacustris* G. O. Sars), Harpacticoida (*Attheyella crassa* (G. O. Sars)), Amphipoda (*Gmelinoides fasciatus*) и Ephemeroptera. Максимальную миграционную активность представители мейобентоса проявляли в зарослях рдеста, тогда как в тростнике (ст. 1) и на свободном от растительности участке (ст. 3) она была ниже. На ст. 2 наибольшее количество систематических групп совершали миграции в толщу воды на закате, на двух других станциях – в полуденное время. Для ст. 3 отдельно следует отметить относительно многочисленный переход

в толщу воды остракод в полуденное время и на рассвете.

В период суточных наблюдений (по данным 2011 г.) плотность популяции рыб на участке с глубиной 3–4 м была неравномерной. В полдень с помощью эхолота было зафиксировано 64 сигнала, большая часть из которых (52) поступила с глубины 2 м. На закате суммарное количество рыбы увеличилось незначительно (77), ее концентрация отмечена в слое 0–2,5 м. В полночь и на восходе зарегистрировано соответственно 1 и 8 сигналов с эхолота, что предполагает перемещение рыбы в полночь в прибрежье, а с восходом на глубину.

#### **Изменения биомассы исследованных сообществ в зависимости от абиотических и биотических факторов**

В качестве абиотических факторов учитывали температуру воды, pH, содержание кислорода, а также интенсивность гидродинамического воздействия. Температура изменялась в пределах от 13,5 до 16,6°C в 2011 г. и от 15,0 до 17,7°C в 2012 г., pH – от 7,03 до 7,81, содержание кислорода – от 7,05 до 10,52 мг/л. Корреляционный анализ позволил выявить значимые корреляции по четырем группам гидробионтов – бактерио-, фито-, зоопланктону, а также мейобентосу.

Большую зависимость от факторов среды показали такие группы, как бактерио- и фитопланктон. Для первой группы выявлена положительная корреляция ( $R_2 = 0,56$ ) с температурой и отрицательные с pH и содержанием кислорода ( $R_2 = -0,76$  и  $-0,82$  соответственно).

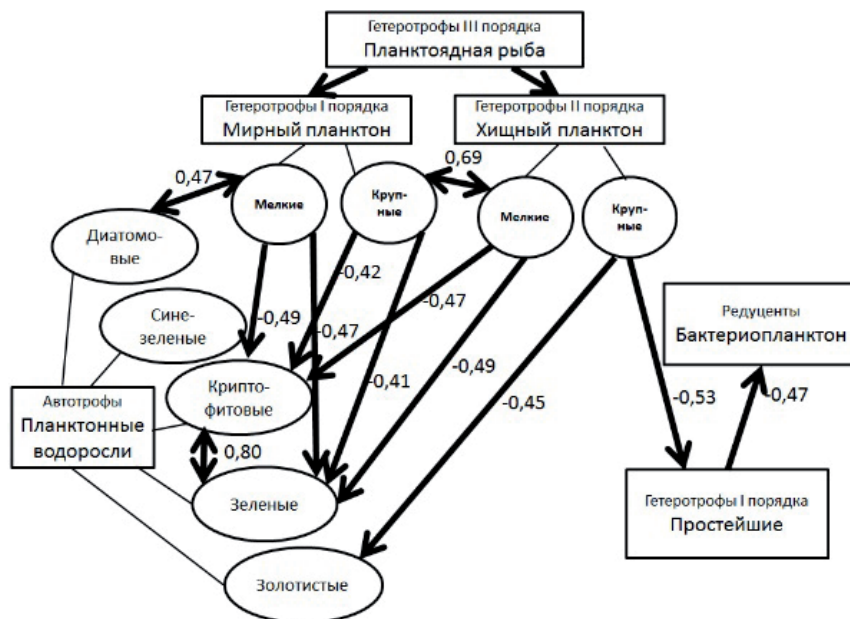


Рис. 9. Значимые корреляционные связи между разными группами планктона и характер пищевых связей

Для золотистых водорослей получена положительная корреляция ( $R_2 = 0,50$ ) с температурой. У криптофитовых водорослей выявлена отрицательная связь с pH и содержанием кислорода ( $R_2 = -0,72$  в обоих случаях), а у синезеленых корреляция с этими показателями положительная ( $R_2 = 0,55$  и  $0,45$  соответственно). Для зеленых водорослей отмечена отрицательная корреляция с интенсивностью гидродинамического воздействия ( $R_2 = -0,41$ ) и содержанием кислорода ( $R_2 = -0,46$ ). У зоопланктона значимые зависимости от исследованных факторов среды выявлены лишь для калянид (*Eudiaptomus gracilis*). Связь с температурой – отрицательная ( $R_2 = -0,57$ ), а с содержанием кислорода и интенсивностью гидродинамического воздействия – положительная ( $R_2 = 0,56$ ). Уровень значимости для всех вышеприведенных коэффициентов корреляции принимался менее 0,05.

Из-за высокого видового разнообразия потенциальные спектры питания обитающих на полигоне гидробионтов очень широки. Поскольку донные сообщества были охвачены не полностью, мы не стали рассматривать их трофические связи в данной работе. В состав доминантного комплекса гидробионтов водной толщи были включены 8 видов фитопланктона и 10 зоопланктонных видов (6 видов коловраток, 2 вида клadoцер, один вид циклопов и один вид калянид).

Все доминантные виды были отнесены к определенным трофическим группам: 1. Автотрофы (все виды планктонных водорослей);

2. Гетеротрофы I порядка (растительоядные) мелкие (все коловратки, кроме аспланхны) и крупные (клатоцеры, в т. ч. *Bosmina longispina* и *Holopedium gibberum*, каляниды *Eudiaptomus gracilis*); 3. Гетеротрофы II порядка (хищные) мелкие (инфузории, *Asplanhna priodonta*) и крупные (циклопы *Thermocyclops oithonoides*); 4. Гетеротрофы III порядка (планктоноядные рыбы); 5. Редуценты (бактериопланктон). Были рассчитаны корреляционные связи между этими группами. Результаты представлены на рисунке 9. Указаны значения статистически значимых коэффициентов корреляции. Полученные связи в целом совпадают с составленной пищевой сетью и подтверждают наличие зависимости плотностей популяций от трофических связей.

Важными с точки зрения рассмотрения биотических связей являются полученные сведения по питанию рыб. Спектр питания окуня состоял из 11 видов: *Bosmina longispina*, *Eurythemora lacustris*, *Cyclops* sp., *Limnocalanus macrurus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindti*, *Daphnia cristata*, *Gmelinoides fasciatus*, *Chironomidae*, *Trichoptera*, *Oligochaeta*, икра, среди которых на первом месте был *Gmelinoides fasciatus* (90%). И только у самого мелкого окуня желудок был заполнен исключительно зоопланктоном (9 видов), 90% которого составил *Cyclops lacustris*. Из 8 видов зоопланктона (*Bosmina longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis*, *Cyclops* sp., *Limnocalanus macrurus*, *Daphnia cristata*, *Gmelinoides fasciatus*, *Chironomida*), обнаруженных в желудках



плотвы, 90% приходилось на долю *Bosmina longispina*. Степень наполнения желудочно-кишечного тракта у рыб была неодинаковая, и большинство особей плотвы, в отличие от окуней, были голодными. Процент питавшихся особей для плотвы составил 37,5%, для окуней – 80,0%. В целом можно предположить, что на изученном участке литорали рыбное население оказывает существенное влияние как на распределение бентосного сообщества (в первую очередь амфипод), так и на мезопланктон (кладоцер и копепоид).

## Обсуждение

Пространственное распределение особей на литорали в диапазоне глубин от 0,7 до 3,5 м определяется биотопами, образуемыми макрофитами-доминантами, которые имеют поясную структуру, и рядом абиотических и биотических факторов. В течение суток на литорали отмечаются как пассивные (бактерио- и фитопланктон) под действием гидродинамических сил, так и активные перемещения – миграции, которые были выявлены для инфузорий, мезопланктона и бентоса.

Наиболее интенсивного развития сообщество бактериопланктона литорали бухты Петрокрепость достигало, как правило, в самой мелководной зоне у берега, где вода наиболее прогрета и отмечается большое количество крупных остатков отмирающих частей тростника, которые, вероятно, служат дополнительным источником органического вещества для бактерий. Показано, что на литорали размах суточных колебаний численности бактериопланктона (соотношение max и min величин численности) изменялся от 1,6 до 2,45 (в среднем 2 раза).

Распределение фитопланктона на исследованном полигоне бухты Петрокрепость не было подчинено одинаковым закономерностям в разные годы исследования. Суточные флуктуации численности для фитопланктона были незначительны – от 1,2 до 1,7 раза. Известно, что обилие фитопланктона определяют следующие основные факторы: освещенность, концентрация биогенных элементов, турбулентность, концентрация кислорода, межвидовые отношения в сообществе и выедание зоопланктоном. В литоральной зоне на распределение фитопланктона в основном оказывают влияние гидродинамика, кислородный режим, pH и освещенность. Синезеленые водоросли, имеющие газовые вакуоли (например, *Microcystis aeruginosa* Kützinger, *Oscillatoria*, *Aphanisomenon flos-aquae* (L.) Ralfs), могут регулировать свою плавучесть, поэтому ночью они поднимаются

в поверхностные наиболее перемешанные слои воды, а днем рассеиваются в нижележащих слоях [Ibelings et al., 1991]. Результаты регрессионного анализа полученных нами данных по фитопланктону показали, что большую роль в распределении всех систематических групп фитопланктона играют абиотические факторы, причем у разных систематических групп водорослей ключевые факторы были неодинаковы. Синезеленые и зеленые нитчатые водоросли по распределению связаны с золотистыми водорослями и совместно дают увеличение плотности популяции. Реакция среды является важным фактором распределения криптофитовых, золотистых и синезеленых. Кислород является значимым фактором только для криптофитовых и золотистых водорослей. Влияние зоопланктона, в частности калянид и кладоцер, было выявлено как значимый фактор только для плотности популяции криптофитовых и зеленых водорослей. Эти две группы – основной кормовой объект для растительноядного планктона.

Пространственное распределение разных групп зоопланктона определялось различиями в предпочитаемых местообитаниях. Планктонные инфузории (доминирующая группа среди простейших) предпочитали заросли рдеста. Особенно выражена эта тенденция для средне-размерных видов инфузорий и крупных условно хищных видов *Strombidium virida* и *Strombidium mirabile*. Дисперсионный анализ показал статистическую значимость различий численности этой группы на разных станциях. Крупные формы полностью отсутствовали в зарослях тростника у берега. На этом участке полигона также было меньше среднеразмерных особей. Численность мелких форм (менее 30 мкм) была выше на наиболее глубоком участке, свободном от растительности. В целом для этой размерной группы инфузорий характерно более равномерное распределение по всему полигону с небольшими отличиями их численности на различных биотопах. Максимальная численность инфузорий отмечается в центральном и придонном слоях воды: мелких и средних инфузорий больше в срединном слое, крупных больше у дна. Суточные флуктуации значений численности составляли 1,2–5 раз. Для всех групп инфузорий (особенно для крупных) общий спад численности отмечен на закате, а значительное увеличение (особенно для мелких и крупных форм) – на восходе. Griniche [2012] указывает на значительную степень выедания инфузориями фитопланктона пико- и нанофракций. В условиях литорали в Ладожском озере мы не выявили подобных явлений,



тогда как для бактериопланктона и инфузорий такая связь в нашей работе была показана.

В мезопланктоне численность калянид, типично профундальных видов, равномерно снижалась с уменьшением глубины. В противоположность калянидам циклопы были более концентрированы в зарослях тростника. Остальные группы – клadoцеры и коловратки – не проявляли четкого пространственного предпочтения какого-либо из биотопов. По литературным данным, литоральные клadoцеры предпочитают различные местообитания, включая чистую литораль [Pennark, 1966], заросли погруженных макрофитов [Fryer, 1968] и различные типы донных поверхностей [DiFonzo, Campbell, 1988]. Послойное распределение разных групп в толще воды неодинаково. Если циклопы и каляниды концентрировались ближе к поверхности, а коловратки имели максимум плотности в срединном слое, то клadoцеры предпочитали придонные слои воды. Миграции зоопланктонных видов происходили во все сроки наблюдений и имели неодинаковый вектор направленности. Такая ситуация, как с пространственным распределением, так и с разнонаправленностью миграций, объясняется стремлением системы к снижению напряженности конкурентных отношений [Попченко, Попченко, 1981]. Суточные колебания общей численности мезопланктона составили 1,6–3,1 раза. Единственный фактор, оказавшийся значимым для мезопланктона, – это пищевые взаимодействия с фитопланктоном, что подтверждают результаты многих исследователей [Гутельмахер, 1986; Munshi, 1993; Семенченко, Разуцкий, 2009]. По результатам наших работ, проводимых в благоприятных погодных условиях, абиотические факторы (концентрация растворенного кислорода, температура воды, pH, гидродинамика) для мезопланктона оказались менее значимыми. Однако многие исследователи свидетельствуют о значимости для литорального мезопланктона таких факторов, как ветровое воздействие (способствует снижению агрегированности при высокой силе ветра), а также некоторых физико-химических параметров [George, 1989; Munshi, 1993].

Анализ распределения мейобентоса показал, что зарослей тростника многие группы этого сообщества (хинономиды младших возрастов, гарпактициды, клadoцеры, остракоды) избегают. Вероятно, во многом это определяется предпочтением данного биотопа амфиподами. Наибольшее концентрирование мейобентоса, как по общей численности, так и по плотности отдельных групп, отмечено в зарослях рдеста. Связано это, вероятно, с наличием укрытий,

образуемых растениями, концентрированием пищевых ресурсов в этой зоне, усложнением структуры микрорельефа дна. Также на данном биотопе отмечаются максимальные численности большинства групп макробентоса, кроме амфипод (максимальная плотность в зарослях тростника). Характерные отличия в предпочтении разных биотопов у молодежи и взрослых особей амфипод, проявившиеся на литорали бухты Петрокрепость, известны и для других водоемов [Емельянова, Таломеев, 2009]. Суточные горизонтальные миграции на исследованном нами участке литорали выявлены для амфипод, хинономид и клadoцер, а также прослежено перемещение в толщу воды бентосных олигохет, остракод, нематод, амфипод. Появление бентосных видов в толще воды (вертикальные миграции) – явление широко распространенное [Попченко, Попченко, 1981; Тахтеев и др., 2004; Краснова, 2006]. Ранее нами было показано, что на литорали Ладожского озера в зависимости от погодных условий выход их может снижаться или прекращаться совсем [Дудакова, Родионова, 2012]. Следует также отметить, что для распределения мейобентосных организмов характерна агрегированность, и она может проявляться в разных масштабах расстояний. Ранее для исследуемого полигона было показано, что в масштабах метров наиболее агрегированы нематоды, клadoцеры, олигохеты и остракоды, и степень их агрегированности связана прямой зависимостью с плотностью популяций. На распределение роющих и интерстициальных групп отмечено влияние микрорельефа, тогда как на эпибентосных клadoцер – скопления детрита и типа микробиотопа. При сравнении более крупных масштабов более крупные пятна скоплений (сотни метров) образовывали олигохеты, амфиподы и нематоды, а скопления меньшего размера (метры – десятки метров) – клadoцеры [Дудакова, 2013а, б].

Пространственное распределение ихтиофауны на настоящий момент изучено недостаточно. Визуальные наблюдения на станции в зарослях тростника выявили присутствие в дневное время в мелководной части большого числа стай мальков численностью до 30 особей. На станции с максимальной глубиной в дневное время появлялись более крупные рыбы, концентрируясь в срединных слоях и поднимаясь на закате к поверхности. Ночью, по-видимому, происходило перемещение рыб в заросли рдеста и тростника. Подобную ночную миграцию мы наблюдали при проведении подводных исследований на литорали, поросшей тростником, в восточной части Ладожского озера. Согласно литературным данным,

пространственная структура местообитаний и агрегированность жертв играет важную роль для ихтиофауны [Поддубный, 1971; Экологические факторы..., 1993; Михеев, 2006].

## Заключение

Особенностями бухты Петрокрепость, влияющими на пространственное распределение гидробионтов и свойственными только литорали южной части озера, являются: большая площадь, занятая малыми глубинами, и значительная площадь зарастания. Максимум суммарной биомассы всех исследованных групп гидробионтов приходится на прибрежные заросли тростника, только биомасса макробентоса и простейших (инфузорий) несколько выше в зарослях рдеста. Зона открытого песка на глубинах 3–4 м, сменяющая макрофиты, уступает им по количественным характеристикам. Показано, что различные биотопы, находящиеся близко (сотни метров), более сходны по видовому составу гидробионтов, чем одинаковые биотопы, разнесенные на десятки километров. На распределение организмов, пассивно перемещающихся в водной среде, основное влияние оказывают абиотические факторы (концентрация растворенного кислорода, pH, температура воды, гидродинамика). Тогда как на распределение активнодвигающихся гидробионтов (зоопланктон, зообентос) значительное влияние оказывают биотические факторы, в первую очередь пищевые взаимодействия, результатом которых являются миграции. Четко выраженные суточные миграции на литорали губы Петрокрепость выявлены для небольшого количества доминантных видов зоопланктона и для одного бентосного вида. Отмечены как горизонтальные, так и вертикальные перемещения. Выявлен ночной выход в толщу воды некоторых представителей мейобентоса – олигохет, остракод, хирономид и гарпактицид. Максимум фито-, прото- и мезопланктона в верхнем слое воды всех станций полигона отмечался на закате и восходе, но никогда в полночь. Для продуцентов и консументов наименее предпочтательным временем нахождения в поверхностных слоях воды является астрономический полдень (13.52), тогда как бактериопланктон, напротив, наиболее многочислен в поверхностных слоях в это время суток.

Судя по морфометрии, составу грунтов и распределению макрофитов, бухта Петрокрепость обладает довольно схожей структурой литоральных биотопов в разных своих частях. Поэтому полученные результаты могут

характеризовать не только исследованный локальный полигон, но оказаться полезными для понимания пространственного распределения и суточных изменений численности различных сообществ гидробионтов на других мелководных участках бухты Петрокрепость и, предположительно, для всего южного литорального района Ладожского озера.

*Авторы выражают глубокую благодарность своим коллегам: М. А. Науменко – за расчет морфометрических характеристик исследуемого участка акватории Ладожского озера, М. О. Дудакову – за неоценимый вклад в проведение полевых работ и отбор проб, а также В. А. Засурцеву – за техническую помощь и вылов рыбы для изучения ихтиофауны.*

## Литература

- Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопенцов Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 262 с.
- Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 151 с.
- Васечкина Е. Ф. Сравнительный анализ наблюдаемых и имитационных пространственных распределений планктона // Екол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплекс. використ. ресурсів шельфу. Вып. 15. 2007. С. 425–433.
- Виноградов М. Е. К вопросу о вертикальных группировках морского зоопланктона // Тр. ИОАН АН СССР. 1959. Т. 30. С. 100–106.
- Гиричева Е. Е. Влияние суточных вертикальных миграций на состояние планктонного сообщества // Моделирование систем. 2013. Т. 37, № 3. С. 3–13.
- Гительзон Н. И., Гранин Н. Г., Левин Л. А., Заворуев В. В. Механизмы формирования и поддержания неоднородностей пространственного распределения фитопланктона озера Байкал // ДАН СССР. 1991. Т. 318, № 2. С. 505–508.
- Гутельмахер Б. Л. Метаболизм планктона как единого целого: Трофометаболические взаимодействия зоо- и фитопланктона // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР; Л.: Наука, 1986. Т. 133. 155 с.
- Дудакова Д. С., Родионова Н. В. Суточные изменения озерного планктона и бентоса в литоральной зоне Ладожского озера перед штормом // География: проблемы науки и образования: мат-лы ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. LXV Герценовские чтения, посвященной 215-летию Герценовского ун-та и 80-летию факульт. географии, СПб, РГПУ им. А. И. Герцена, 19–21 апреля 2012 года / Отв. ред. В. П. Соломин и др. СПб.: Астерион, 2012. С. 228–231.
- Дудакова Д. С. Агрегированность распределения мейобентоса в зонах произрастания разных видов высшей водной растительности песчаного пляжа // Биология внутренних вод: материалы XV Школы-конференции молодых ученых. 19–24 октября 2013 г. Кострома: Костромской печатный дом, 2013а. С. 159–161.

Дудакова Д. С. Сезонные и суточные пространственные изменения в мейобентосном сообществе литорали Ладожского озера // Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: мат-лы Всерос. конф. молодых ученых, Улан-Удэ (Россия), 16–21 сентября 2013 г. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013б. С. 39–40.

Емельянова А. Ю., Толмеев А. П. Пространственное распределение и возрастная структура бентопланктона в озере Шира (Хакасия) // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов (г. Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г.) Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 133–134.

Кузнецов А. П. Экология донных сообществ Мирового океана (Трофическая структура морской донной фауны). М.: Наука, 1980. 244 с.

Краснова Е. Д. Мейобентос в планктоне: случайность или закономерность? // Материалы X научной конференции Беломорской биологической станции МГУ: Сборник статей. М.: Гриф и К, 2006. С. 63–67.

Курашов Е. А. Методы и подходы для количественного изучения пресноводного мейобентоса // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов: тематические лекции и материалы I Межд. школы-конференции. Россия, Борок, 2–7 октября 2007 г. Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007. С. 5–35.

Летанская Г. И., Протопопова Е. В. Оценка качества воды бухты Петрокрепость (Ладожское озеро) по структурно-функциональным показателям фитопланктона // Современные проблемы альгологии: мат-лы междунар. науч. конф. и VII Школы по морской биологии (9–13 июня 2008 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 211–213.

Литоральная зона Ладожского озера. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 52–64.

Локоть Л. И. Экология ресничных простейших в озерах Центрального Забайкалья. Наука, Сибирское отделение. Новосибирск, 1987. 153 с.

Лочия Ладожского озера. Навигационное описание. URL: <http://www.rivermaps.ru/doc/ladoga/ladoga-6.htm> (дата обращения: 05.02.2013).

Луферов В. П. Подъем личинок Chironomidae к поверхности воды в зависимости от освещенности // Планктон и бентос внутренних водоемов. М.; Л.: Наука, 1966. С. 250–254.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л.: ЗИН, 1981. 32 с.

Михеев В. Н. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. М.: Наука, 2006. 191 с.

Мишарин А. С., Тахтеев В. В., Левашкевич А. М. Сравнительная характеристика ночной миграционной активности гидробионтов на различных участках литорали озера Байкал // Гидробиология водоемов юга Восточной Сибири (Биоразнообразие байкальского региона: Труды Биолого-почвенного факультета ИГУ. Вып. 6). Иркутск: Иркут. ун-т, 2006. С. 52–66.

Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009. 286 с.

Науменко М. А. Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера

на основе цифровой модели // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 1. С. 62–72.

Поддубный А. Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л.: Наука, 1971. 309 с.

Полченко В. И., Полченко И. И. Суточные миграции и сезонная динамика населения рогоза узколистного в Саратовском водохранилище // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. I. Элементы биотического круговорота. Иркутск, 1981. С. 28–30.

Протасов А. А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. Киев: Академперіодика, 2011. 724 с.

Распопов И. М. Видовое и ценотическое разнообразие высших водных и прибрежно-водных растений в литоральной зоне Ладожского озера // Литоральная зона Ладожского озера. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 52–64.

Семенченко В. П., Разлуцкий В. И. Факторы, определяющие суточное распределение и перемещение зоопланктона в литоральной зоне пресноводных озер (обзор) // Journal of Siberian Federal University. 2009. Biology, № 2. С. 191–225.

Снитко Л. В. Фитопланктон разнотипных озер Ильменского заповедника (Южный Урал): дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004. 224 с.

Тахтеев В. В., Левашкевич А. М., Говорухина Е. Б. О влиянии искусственного освещения на интенсивность ночных вертикальных миграций амфипод озера Байкал // Экология. 2004. № 6. С. 468–470.

Хлебович Т. В. Структурно-функциональная роль планктонных инфузорий в разнотипных озерах южной Карелии // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. 1997. С. 62–71.

Чертопруд Е. С., Чертопруд М. В., Гарлицкая Л. А. и др. Пространственная изменчивость структуры таксонов ракообразных Harpacticoida (Copepoda) литорали и мелководий морей Европы // Океанология. 2007. Т. 47, № 1. С. 59–68.

Экологические факторы пространственного распределения и перемещения гидробионтов. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 334 с.

Эрхард Ж. П., Сежен Ж. Планктон. Состав, экология, загрязнение. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 256 с.

Burks R. L., Lodge D. M., Jeppesen E., Lauridsen T. L. Dial horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral // Freshwater Biology. 2002. Vol. 47. P. 343–365.

Di Fonzo C. D., Cambell J. M. Spatial partitioning of microhabitats in littoral Cladoceran communities // J. Freshwat. Ecol. 1988. Vol. 4. P. 303–313.

Fryer D. G. Evolution and adaptive radiation in the Chydoridae (Crustacea: Cladocera): A study in comparative morphology and ecology. Phil. Trans. Roy. Soc. Ser. B. 254. 1968. P. 221–385.

George D. G. Zooplankton patchiness in enclosed and unenclosed areas of water // Journal of plankton research. 1989. Vol. 11, No 2. P. 173–184

Griniene E. Diversity and functional role of plankton ciliates in a eutrophic coastal lagoon. Doctoral dissertation. Klaipeda, 2012. 124 p.

Hobbie L. E., Daley R. I., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence



microscopy // Appl. and Environ. Microb. 1977. Vol. 33, No 5. P. 1225–1228.

Ibelings B. W., Mur L. R., Walsby A. E. Diurnal changes in buoyancy and vertical distribution in populations of *Mycrocystis* in two shallow lakes // Journal of plankton research. 1991. Vol. 13, No 2. P. 419–436.

Lindström M., Fortelius W. Factors affecting the horizontal migration of the amphipod *Pontoporeia affinis* Lindström. II. Effects of temperature, salinity and substratum // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 158, No 2. P. 231–248.

Munshi J. D., Dutta H. M., Dutta G. R., Singh N. K., Singh C. B., Munshi J. S. D. Diel variations of certain

physic-chemical factors and plankton population of chaur (wetland) of Kusheswarasthan (India) // Acta Hydrobiol. 1993. Vol. 35, No 1. P. 3–14.

Pennak R. W. Structure of zooplankton populations in the littoral macrophyte zone of some Colorado lakes. Trans. Am. Microsc. Soc. 1966. Vol. 85. P. 329–349.

Rahkola M., Avinski V., Holopainen A.-L. et al. Interacting in the dark: a study of the diel vertical migrations of pelagic plankton and fish in Lake Ladoga // Boreal environment research. 1999. No 4. P. 245–255.

Поступила в редакцию 11.04.2014

## References

Alekin O. A., Semenov A. D., Skopentsov B. A. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi [Manual on chemical analysis of inland waters]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. 262 s.

Alimov A. F. Vvedenie v produkcionnyuyu gidrobiologiyu [Introduction to productional hydrobiology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. 151 s.

Chertoprud E. S., Chertoprud M. V., Garlitskaya L. A. i dr. Prostranstvennaya izmenchivost' struktury taksot-senov rakoobraznykh Harpacticoida (Copepoda) littoral' i melkovodii morei Evropy [Spatial variability of taxocenoses structure in Harpacticoida (Copepoda) crustacean in intertidal and shallow-water zones of European seas]. *Okeanologiya*. 2007. T. 47, № 1. S. 59–68.

Dudakova D. S., Rodionova N. V. Sutochnye izmeneniya ozernogo planktona i bentosa v littoral'noi zone Ladozhskogo ozera pered shtormom [Diel changes of lake plankton and benthos in intertidal zone of Lake Ladoga before a storm]. *Geografiya: problemy nauki i obrazovaniya: mat-ly ezhegodnoi Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. LXV Gertsenovskie chteniya, posvyashchennoi 215-letiyu Gertsenovskogo un-ta i 80-letiyu fakul't. geografii, SPb, RGPU im. A. I. Gertsena*, 19–21 aprelya 2012 goda. Otv. red. V. P. Solomin i dr. St. Petersburg: Asterion, 2012. S. 228–231.

Dudakova D. S. Aggregirovannost' raspredeleniya meiobentosa v zonakh proizrastaniya raznykh vidov vysshei vodnoi rastitel'nosti peschanogo plyazha [Aggregated distribution of meiobenthos in vegetation zones of various types of higher preatophyte in sand beach]. *Biologiya vnutrennikh vod: materialy XV Shkoly-konferentsii molodykh uchenykh*. 19–24 oktyabrya 2013 g. Kostroma: Kostromskoi pechatnyi dom, 2013a. S. 159–161.

Dudakova D. S. Sezonnye i sutochnye prostranstvennye izmeneniya v meiobentosnom soobshchestve littoral' Ladozhskogo ozera [Seasonal and diel spatial changes in meiobenthos community in littoral of Lake Ladoga]. *Bioraznoobrazie: global'nye i regional'nye protsessy: mat-ly Vseros. konf. molodykh uchenykh, Ulan-Ude (Rossiya)*, 16–21 sentyabrya 2013 g. Ulan-Ude: Izdvo BNTs SO RAN, 2013b. S. 39–40.

*Ekologicheskie faktory prostranstvennogo raspredeleniya i peremeshcheniya gidrobiontov* [Environmental factors of spatial distribution and migration

of hydrobionts]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993. 334 s.

Erkhard Zh. P., Sezhen Zh. Plankton. Sostav, ekologiya, zagryaznenie [Plankton. composition, ecology, pollution]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984. 256 s.

Emel'yanova A. Yu., Tolomeev A. P. Prostranstvennoe raspredelenie i vozrastnaya struktura bentoplanktona v ozere Shira (Khakasiya) [Spatial distribution and age structure of bento-plankton in Lake Shira (Khakassia)]. X S'ezd Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN: tezisy dokladov (g. Vladivostok, 28 sentyabrya – 2 oktyabrya 2009 g.) Vladivostok: Dal'nauka, 2009. S. 133–134.

Giricheva E. E. Vliyaniye sutochnykh vertikal'nykh migratsii na sostoyaniye planktonnogo soobshchestva [Effect of diel vertical migrations on a plankton community]. *Modelirovaniye sistem*. 2013. T. 37, № 3. S. 3–13.

Gutel'makher B. L. Metabolizm planktona kak edinogo tselogo: Trofometabolicheskie vzaimodeistviya zoo- i fitoplanktona [Metabolism of plankton as a single whole: trophometabolic interactions of zoo- and phytoplankton]. *Tr. Zool. In-ta AN SSSR [Proceedings of Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]*. Leningrad: Nauka, 1986. T. 133. 155 s.

Gitel'zon N. I., Granin N. G., Levin L. A., Zavoruev V. V. Mehanizmy formirovaniya i podderzhanija neodnorodnostej prostranstvennogo raspredeleniya fitoplanktona ozera Bajkal [Mechanisms for generating and sustaining spatial heterogeneity of phytoplankton in Lake Baikal]. *DAN SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]*. 1991. T. 318, № 2. S. 505–508.

Khlebovich T. V. Strukturno-funktsional'naya rol' planktonnykh infuzorii v raznotipnykh ozerakh yuzhnoi Karelii [Structural-functional role of planktonic infusoria in polytypic lakes in southern Karelia]. *Reaktsiya ozernykh ekosistem na izmenenie bioticheskikh i abioticheskikh uslovii* [Response of lake ecosystems to biotic and abiotic changes]. 1997. S. 62–71.

Kuznetsov A. P. Ekologiya donnykh soobshchestv Mirovogo okeana (Troficheskaya struktura morskoi donnoi fauny) [Ecology of benthic communities of the World ocean (Trophic structure of marine benthic fauna)]. Moscow: Nauka, 1980. 244 s.

Krasnova E. D. Meiobentos v planktone: sluchainost' ili zakonornost'? [Meiobenthos in plankton:

a coincidence or pattern?]. *Materialy X nauchnoi konferentsii Belomorskoj biologicheskoi stantsii MGU: Sbornik statei*. Moscow: Grif i K, 2006. S. 63–67.

Kurashov E. A. Metody i podkhody dlya kolichestvennogo izucheniya presnovodnogo meiobentosa [Methods and approaches for quantitative study of freshwater meiobenthos]. Aktual'nye voprosy izucheniya mikro-, meiozoobentosa i fauny zaroslei presnovodnykh vodoemov. Tematicheskie lektsii i materialy I Mezhdunarodnoi shkoly-konferentsii Rossiya Borok, 2–7 oktyabrya 2007 g. Nizhnii Novgorod: Vektor TiS, 2007. S. 5–35.

Letanskaya G. I., Protopopova E. V. Otsenka kachestva vody bukhty Petrokrepost' (Ladozhskoe ozero) po strukturno-funktsional'nym pokazatelyam fitoplanktona [Water quality assessment in Petrokrepost Bay (Lake Ladoga) based on structural-functional characteristics of phytoplankton]. Sovremennye problemy al'gologii: mat-ly mezhdunar. nauch. konf. I VII Shkoly po morskoi biologii (9–13 iyunya 2008 g.). Rostov-na-Donu: Izd-vo YuNTs RAN, 2008. S. 211–213.

Litoral'naya zona Ladozhskogo ozera [Littoral zone of Lake Ladoga]. St. Petersburg: Nestor-Istoriya, 2011. S. 52–64.

Lokot' L. I. Ekologiya resnichnykh prosteishikh v ozeraakh Tsentral'nogo Zabaikal'ya [Ecology of ciliated protozoa in lakes of central Transbaikalian region]. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie. 1987. 153 s.

Lotsiya Ladozhskogo ozera. Navigatsionnoe opisanie [Sailing directions of Lake Ladoga. Navigation description]. URL: <http://www.rivermaps.ru/doc/ladoga/ladoga-6.htm> (data obrashcheniya: 05.02.2013).

Luferov V. P. Pod'em lichinok Chironomidae k poverkhnosti vody v zavisimosti ot osveshchennosti [Rise of Chironomidae larvae to water surface depending on illuminance]. Plankton i bentos vnutrennikh vodoemov [Plankton and benthos in inland water bodies]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1966. S. 250–254.

Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnykh vodoemakh. Fitoplankton i ego produktsiya [Methodological recommendations for collecting and processing data in hydrobiological studies of freshwater reservoirs. Phytoplankton and its products]. Leningrad: ZIN, 1981. 32 s.

Mikheev V. N. Neodnorodnost' sredy i troficheskie otnosheniya u ryb [Environmental heterogeneity and trophic relationship of fish]. Moscow: Nauka, 2006. 191 s.

Misharin A. S., Takhteev V. V., Levashkevich A. M. Sravnitel'naya kharakteristika nochnoi migratsionnoi aktivnosti gidrobiontov na razlichnykh uchastkakh litorali ozera Baikal [Comparative characteristics of nocturnal migration activity in hydrobionts in different littoral zones of Lake Baikal]. Gidrobiologiya vodoemov yuga Vostochnoi Sibiri (Bioraznobraziye baikal'skogo regiona. Trudy Biologo-pochvennogo fakul'teta IGU. Vyp. 6). [Hydrobiology of water bodies in southern part of Eastern Siberia (Biodiversity of Baikal region: Proceedings of biology and soil department of Irkutsk State University. Vol. 6)]. Irkutsk: Irkut. Un-t, 2006. S. 52–66.

Mokievskii V. O. Ekologiya morskogo meiobentosa [Ecology of marine meiobenthos]. Moscow: T-vo nauch. Izd. KMK, 2009. 286 s.

Naumenko M. A. Analiz morfometricheskikh kharakteristik podvodnogo rel'efa Ladozhskogo ozera na osnove tsifrovoi modeli [Analysis of morphometric characteristics of underwater topography in Lake Ladoga based on a digital model]. Izvestiya RAN [Proceedings of RAS]. Seriya geograficheskaya. 2013. № 1. S. 62–72.

Poddubnyi A. G. Ekologicheskaya topografiya populyatsii ryb v vodokhranilishchakh [Ecological topography of fish population in reservoirs]. Leningrad: Nauka, 1971. 309 s.

Popchenko V. I., Popchenko I. I. Sutochnye migratsii i sezonnaya dinamika naseleniya rogoza uzkolistnogo v Saratovskom vodokhranilishche [Diel migrations and seasonal dynamics in Typha angustifolia in Saratov reservoir]. Krugovorot veshchestva i energii v vodoemakh [Cycle of matter and energy in water bodies]. Vyp. I. Elementy bioticheskogo krugovorota. Irkutsk, 1981. S. 28–30.

Protasov A. A. Zhizn' v gidrosfere. Ocherki po obshchei gidrobiologii [Life in hydrosphere. Essays on general hydrobiology]. Kiev: Akademperiodika, 2011. 724 s.

Raspopov I. M. Vidovoe i tsenoticheskoe raznobraziye vysshikh vodnykh i pribrezhno-vodnykh rastenii v litoral'noi zone Ladozhskogo ozera [Species and coenocytic diversity of higher aquatic and riparian-aquatic plants in littoral zone of Lake Ladoga]. Litoral'naya zona Ladozhskogo ozera [Littoral zone of Lake Ladoga]. St. Petersburg: Nestor-Istoriya, 2011. S. 52–64.

Semenchenko V. P., Razlutskiy V. I. Faktory, opredelyayushchie sutochnoe raspredelenie i peremeshcheniya zooplanktona v litoral'noi zone presnovodnykh ozer (obzor) [Factors defining diurnal distribution and movements of zooplankton in littoral zone of freshwater lakes (review)]. Journal of Siberian Federal University [Journal of Siberian Federal University]. 2009. Biology, № 2. S. 191–225.

Snit'ko L. V. Fitoplankton raznotipnykh ozer Il'menskogo zapovednika (Juzhnyj Ural): dis. kand. biol. nauk. [Phytoplankton in polytypic lakes of Ilmen Natural Reserve (Southern Urals): abstract of CSc thesis, Biol.] Syktyvkar, 2004. 224 s.

Takhteev V. V., Levashkevich A. M., Govorukhina E. B. O vliyani iskusstvennogo osveshcheniya na intensivnost' nochnykh vertikal'nykh migratsii amfipod ozera Baikal [Effect of artificial illumination on intensity of nocturnal vertical migrations of amphipods in Lake Baikal]. Ekologiya. 2004. № 6. S. 468–470.

Vasechkina E. F. Sravnitel'nyi analiz nablyudaemykh i imitatsionnykh prostranstvennykh raspredelenii planktona [Comparative analysis of observed and simulated spatial distribution of plankton]. Ekol. bezpeka priber-ezh. ta shel'f. zon ta kompleks. vikorist. resursiv shel'fu [Ecological security of coastal and shelf zones and complex use of shelf resources]. Vyp. 15. 2007. S. 425–433.

Vinogradov M. E. K voprosu o vertikal'nykh grup-pirovkah morskogo zooplanktona. [On the problem of vertical grouping of marine zooplankton] Tr. IOAN AN SSSR. [Proceedings of Institute of Oceanology of the USSR Academy of sciences] 1959. T. 30. S. 100–106.

Burks R. L., Lodge D. M., Jeppesen E., Lauridsen T. L. Dial horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. Freshwater Biology. 2002. Vol. 47. P. 343–365.



Di Fonzo C. D., Cambell J. M. Spatial partitioning of microhabitats in littoral Cladoceran communities. *J. Freshwat. Ecol.* 1988. Vol. 4. P. 303–313.

Fryer D. G. Evolution and adaptive radiation in the Chydoridae (Crustacea: Cladocera): A study in comparative morphology and ecology. *Phil. Trans. Roy. Soc. Ser. B.* 254. 1968. P. 221–385.

George D. G. Zooplankton patchiness in enclosed and unenclosed areas of water. *Journal of plankton research.* 1989. Vol. 11, No 2. P. 173–184

Griniene E. Diversity and functional role of plankton ciliates in a eutrophic coastal lagoon. Doctoral dissertation. Klaipeda, 2012. 124 p.

Hobbie L. E., Daley R. I., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. and Environ. Microb.* 1977. Vol. 33, No 5. P. 1225–1228.

Ibelings B. W., Mur L. R., Walsby A. E. Diurnal changes in buoyancy and vertical distribution in populations of *Mycrocystis* in two shallow lakes. *Journal of plankton research.* 1991. Vol. 13, No 2. P. 419–436.

Lindström M., Fortelius W. Factors affecting the horizontal migration of the amphipod *Pontoporeia affinis* Lindström. II. Effects of temperature, salinity and substratum. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 158, No 2. P. 231–248.

Munshi J. D., Dutta H. M., Dutta G. R., Singh N. K., Singh C. B., Munshi J. S. D. Diel variations of certain physico-chemical factors and plankton population of chaur (wetland) of Kushiwarasthan (India). *Acta Hydrobiol.* 1993. Vol. 35, No 1. P. 3–14.

Pennak R. W. (1966) Structure of zooplankton populations in the littoral macrophyte zone of some Colorado lakes. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 1966. Vol. 85. P. 329–349.

Rahkola M., Avinski V., Holopainen A.-L. et al. Interacting in the dark: a study of the diel vertical migrations of pelagic plankton and fish in Lake Ladoga. *Boreal environment. research.* 1999. No 4. P. 245–255.

Received April 11, 2014.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Дудакова Дина Сергеевна

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт озераведения РАН  
ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105  
эл. почта: Judina-D@yandex.ru  
тел.: (812) 3878060

### Родионова Наталья Владимировна

научный сотрудник  
Институт озераведения РАН  
ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105  
эл. почта: nleptodora@gmail.ru  
тел.: (812) 3878060

### Протопопова Елена Викторовна

научный сотрудник  
Институт озераведения РАН  
ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105  
эл. почта: ephyto@mail.ru  
тел.: (812) 3878060

### Капустина Лариса Леонидовна

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт озераведения РАН  
ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105  
эл. почта: larisa.kapustina@mail.ru  
тел.: (812) 3878060

### Бардинский Денис Сергеевич

младший научный сотрудник  
Институт озераведения РАН  
ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105  
эл. почта: bardos777@mail.ru  
тел.: (812) 3878060

## CONTRIBUTORS:

### Dudakova, Dina

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
9 Sevastjanova St., 196105 St. Petersburg, Russia  
e-mail: Judina-D@yandex.ru  
tel.: (812) 3878060

### Rodionova, Natalia

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
9 Sevastjanova St., 196105 St. Petersburg, Russia  
e-mail: nleptodora@gmail.ru  
tel.: (812) 3878060

### Protopopova, Elena

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
9 Sevastjanova St., 196105 St. Petersburg, Russia  
e-mail: ephyto@mail.ru  
tel.: (812) 3878060

### Kapustina, Larisa

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
9 Sevastjanova St., 196105 St. Petersburg, Russia  
e-mail: larisa.kapustina@mail.ru  
tel.: (812) 3878060

### Bardinsky, Denis

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
9 Sevastjanova St., 196105 St. Petersburg, Russia  
e-mail: bardos777@mail.ru  
tel.: (812) 3878060

УДК 574.583 (28)(470.22–25)

## ЗООПЛАНКТОН ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА (КАРЕЛИЯ)

**Т. П. Куликова**

*Институт водных проблем Карельского научного центра РАН*

Изучение водных объектов на территории города, являющихся основной рекреационной зоной для населения, включало анализ видового разнообразия, количественных показателей, условий формирования зоопланктона. Систематические наблюдения на целом ряде водоемов в разных районах города позволили оценить их экологическое состояние, значительно расширить сведения о таксономическом разнообразии сообщества.

**Ключевые слова:** зоопланктон, видовое разнообразие, численность, биомасса, водные объекты: озера, реки, лужи, колодцы.

### **T. P. Kulikova. ZOOPLANKTON IN WATER BODIES WITHIN THE CITY OF PETROZAVODSK (KARELIA)**

The study of the city water bodies, constituting the main recreational areas for the citizens, included an analysis of species diversity, quantitative indicators and conditions of zooplankton formation. Systematic observations on a number of reservoirs in different areas of the city allowed us to assess their ecological condition and significantly expand the information on the taxonomic diversity of the community.

**Keywords:** zooplankton, species diversity, abundance, biomass, water bodies: lakes, rivers, puddles, wells.

### **Введение**

В течение долгого времени экосистемы водных объектов на территории г. Петрозаводска, наиболее урбанизированного района в Республике Карелия, подвергаются антропогенному воздействию промышленных и бытовых сточных вод. В Петрозаводской губе Онежского озера, реках Лососинке, Неглинке, являющихся источником питьевого водоснабжения, основной рекреационной зоной для населения г. Петрозаводска, наблюдается загрязнение поверхностно-активными веществами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами, что ведет к ухудшению качества воды, нарушению

структуры биоценозов. Актуальной является задача оценки современного состояния водных экосистем в районе складирования бытовых отходов г. Петрозаводска (бассейн р. Нелуксы). Цель работы – анализ видового разнообразия и структуры, уровня количественного развития, условий формирования сообщества зоопланктона как одного из индикаторов экологического состояния водных объектов.

Петрозаводская губа Онежского озера, безусловно, является главным водным объектом г. Петрозаводска, имеющим многоцелевое использование. Изучение планктонной фауны губы имеет весьма длительную историю. К числу первых исследований зоопланктона этого

района озера можно отнести работы А. Линко [1898] и С. С. Смирнова [1933]. В последующем многолетнее изучение зоопланктона и условий обитания его в водоеме сотрудниками ряда научных учреждений Карелии и Северо-Запада России позволило составить подробный список видового состава. Проанализированы структура сообщества, закономерности пространственного распределения гидробионтов, количественное развитие в годовом цикле. Описана экология и сезонная динамика массовых видов. Дана оценка продуктивности и функционального значения основных групп зоопланктона и всего сообщества в целом в жизнедеятельности экосистемы. Показана роль его мелкоразмерной фракции (коловраток и простейших) в функционировании экосистемы водоема, процессах трансформации энергии и биологического продуцирования органического вещества. Практически на всех этапах исследования Онежского озера Петрозаводской губе наряду с Кондопожской, как наиболее подверженной антропогенному воздействию, уделяется особое внимание.

Итоги изучения зоопланктона представлены в ряде монографий [Зоопланктон..., 1972, 1997, 2004, 2007; Экосистема..., 1990; Современное состояние..., 1998; Онежское озеро..., 1999; Состояние..., 2007] и сборников [Гидробиология..., 1980; Петрозаводское Онего..., 1984], в справочниках [Озера Карелии..., 1959, 2013], в ряде статей в различных изданиях. Результаты исследований отражаются в ежегодных Государственных докладах о состоянии окружающей среды Республики Карелия.

Фауна планктона рек Лососинки и Неглинки исследовалась многократно и к настоящему времени изучена довольно подробно. К наиболее ранним относятся наблюдения Бородинской биологической станции в июне 1927 г. в нижнем течении р. Лососинки [Чернов, 1927; Смирнов, 1933; Герд, 1946].

## Материалы и методы

В связи с изучением условий формирования качества вод Петрозаводской губы и прилегающего района Онежского озера Отделом водных проблем Карельского научного центра АН СССР в 1981 г. осуществлялись сезонные комплексные исследования на устьевых участках малых рек юго-западного побережья [Филимонова, Куликова, 1984]. В 1986–1987 гг. выполнялись ежемесячные наблюдения (апрель–октябрь) в реках Лососинке, Неглинке и Соломенской протоке, соединяющей оз. Логмозеро с Петрозаводской губой. Пробы отбирались не только

на устьевых участках рек, но и на расстоянии от них 3,5–4,5 км [Куликова и др., 1988; Куликова, Сярки, 1988, 1990, 1993]. Ранее, в 1965–1967 и 1973–1974 гг., в сезонных наблюдениях на реках особое внимание было уделено коловраткам [Филимонова, 1970, 1976; Филимонова, Круглова, 1994].

В 2001 г. Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН на условиях хозяйственного договора при финансовой поддержке Комитета природных ресурсов Республики Карелия было проведено исследование экологического состояния р. Нелуксы в связи с изучением негативного влияния полигона (свалки) твердых бытовых отходов г. Петрозаводска. Наблюдения выполнялись в среднем и нижнем течении реки, а также на ее водосборной территории, в том числе связанных с ней мелиоративных каналах, в которые поступают загрязненные воды в течение весеннего снеготаяния и в периоды выпадения обильных осадков в летне-осенний период [Куликова, 2007, архивные материалы].

Характеристика зоопланктона оз. Логмозеро, которое принимает сток реки Шуи и является, по сути, ее расширенным устьем, приводится по результатам ежемесячных, в том числе и в подледный период, исследований Карельского НЦ РАН в 1984–1987 гг. [Сярки, 1988; Куликова, Сярки, 1990].

Наблюдения на озере Каменный карьер, образованном на месте горной выработки месторождения кварцито-песчаников, относятся к 1987 г. (март–ноябрь) и проводились по теме Института водных проблем Севера «Разработка рекомендаций по рекультивации карьера “Каменный бор” согласно решению Петрозаводского горисполкома и хозяйственному договору с Петрозаводским заводом строительных материалов». Основная задача заключалась в обосновании возможности использования искусственного озера в рекреационных целях (изучение уровня и температурного режима, химического состава воды, санитарно-гидробиологическая характеристика). В 2009 (октябрь) – 2010 (январь, апрель, август) годах наблюдения на водоеме осуществлялись сотрудниками Института биологии Карельского НЦ РАН.

Лужи (33), расположенные в городском районе Сайнаволок, были обследованы в связи с изучением токсического действия препаратов ДДТ и байтекса на личинок комаров и низших ракообразных в период 1967–1971 гг. Исследования носили систематический характер, в период открытой воды пробы отбирались два и более раз в месяц [Филимонова, Кутикова, 1975]. К числу спорадически обследованных водоемов относятся лужи в микрорайоне

Древлянка (лето 1965 г.), в пойме р. Лососинки (лето 1966–1967 гг.).

Фауна колодцев (3) в микрорайоне Сулаж-гора изучалась в течение года неоднократно (февраль–ноябрь 1966–1967 гг.).

Орудием лова зоопланктона в Логмозере служила сеть Джеди с размером ячеи газового конуса 0,099 мм, применялся послойный лов, в зависимости от глубины станции. Пробы в реках, лужах и колодцах отбирались процеживанием воды (от 10 до 100 л) через сеть Апштейна с размером ячеи газового конуса 0,072–0,076 мм, с последующей фиксацией 40%-м формалином. Обработка проб проводилась по общепринятым методикам [Киселев, 1969; Руководство..., 1992]. При вычислении биомассы зоопланктона использовался сырой (формалиновый) вес организмов (с учетом размеров) по таблицам или формулам [Балушкина, Винберг, 1979; Куликова, Сярки, 1994; Андроникова, 1996]. Видовая принадлежность организмов устанавливалась по известным определителям. Список видов зоопланктона исследованных водных объектов, приведенный в приложении, имеет двойную синонимию в названии (знак =) – в соответствии с данными авторов исследований и современными представлениями о таксономии [Определитель..., 1995; Lieder, 1996]. Следует отметить, что к настоящему времени существуют серьезные затруднения при определении видовой принадлежности ряда организмов; некоторые семейства и роды *Cladocera* находятся на разных стадиях систематической ревизии [Коровчинский, 2007]. Нестабильность системы классификации характерна и для колеровок [Маркевич, 1990].

### **Физико-географическая характеристика исследованных водных объектов**

**Реки Лососинка, Неглинка и Нелукса** по основным гидрографическим характеристикам относятся к категории малых. Наиболее крупная – Лососинка (пл. водосбора 302 км<sup>2</sup>) протяженностью 25 км. Это быстрая порожистая река, имеющая ширину в среднем 14–20 м (редко 25–30) и глубину 0,3–0,5 м (редко до 1,0–1,5). В черте г. Петрозаводска образует ряд искусственных прудов. Дно каменистое, местами с крупным песком. Берет начало в проточном озере Лососинском (Лососинном). Берега лесистые, имеются заболоченные луговые участки, число которых увеличивается вблизи оз. Лососинского. Прибрежная водная растительность развита довольно слабо. Менее крупная река Неглинка имеет длину 14 км, площадь водосбора 46,1 км<sup>2</sup>, берет

начало в небольшом озере за городским районом Древлянка, местами быстрая и порожистая, местами спокойная с заиленным дном и довольно значительным развитием высшей водной растительности. Глубина ее составляет 0,2–0,5 м, ширина – до 12 м, обычно 5–6.

Реки отличаются очень малой водностью, преимущественно заболоченными водосборами, низкой озерностью, испытывают значительное антропогенное воздействие, служат приемником сточных вод, являются объектами отдыха горожан, ограниченной рыбной ловли. Вода отличается преимущественно низкой минерализацией (сумма ионов 20,6–69,7 мг/л). Значительная заболоченность водосбора определяет повышенное содержание органических веществ гумусной природы (цветность воды изменяется по сезонам от 50 до 160 град., величина перманганатной окисляемости от 11 до 22,0 мгО/л, рН от 6,0–6,6–7,0). В период весеннего половодья в речных водах содержится большое количество взвешенных веществ (в Лососинке до 11 мг/л). Большую их часть составляют минеральные примеси, поступающие со склоновым стоком с территории водосбора. Вода рек относительно бедна биогенными элементами, особенно минеральными формами фосфора и азота, из которых преобладает аммонийный; отличается повышенными показателями содержания железа и кремния. В периоды открытой воды и ледостава отмечаются высокие концентрации общего фосфора в Лососинке (123) и Неглинке (425 мкг/л). В течение всего периода открытой воды фиксируется дефицит кислорода (6–35 %). Реки подвергаются на своем протяжении комплексному антропогенному воздействию, особенно в нижнем течении, где наблюдается загрязнение поверхностно-активными веществами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами и бытовыми стоками. В р. Нелуксе (длина 9,7 км, пл. водосб. 27,3 км<sup>2</sup>) отмечено высокое содержание общего азота как в верхнем, так и в нижнем течении (90 % азота – в виде нитратов). На фоне всех притоков юго-западного побережья Онежского озера эта река оказывается самой загрязненной. Так, концентрация бактериопланктона в воде колеблется от 0,8 до 4,0 млн кл./мл, а число гетеротрофов – от 40 до 4,0 тыс. кол./мл [Пирожкова, 1984, 1990; Филимонова, 1990; Сабылина, 2007].

**В Логмозере** (пл. зеркала 16,1 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 3,0 м, средняя 1,3) вода по своему химическому составу практически соответствует таковой р. Шуи, одного из трех главных притоков Онежского озера [Пирожкова, 1990].



Площадь зеркала **оз. Каменный карьер** составляет 0,13 км<sup>2</sup>, длина 580 м, средняя ширина 230 м (максимальная 340), средняя глубина 6,7 м (наибольшая 13,0). Вода характеризуется повышенной минерализацией, максимальная наблюдалась в зимний период (0,5–0,6 г/л), по составу является сульфатно-хлоридной кальциево-натриевой. По величине pH 7,1–7,9 относится к нейтральной-слабощелочной. Биогенных элементов в воде немного, их количество по сезонам года почти не меняется. Содержание кислорода в течение года высокое, 82–100 % насыщения [Старцев, Коваленко, 1989].

**Лужи.** Участок в Сайнаволоке, на котором расположены лужи, представляет собой низинное болото с торфянистым слоем и моховым покровом. Площадь луж изменялась в пределах 2,2–9,6 м<sup>2</sup>, глубина – от 6,0 до 60 см. Большинство из них слабопроточны, засорены древесными остатками, характеризуются отсутствием растительности, пониженным значением pH (4,7–7,2), низким содержанием кислорода (4,2–40 % насыщения). Лужи у Телецентра (6) непроточные (копанки), глубиной до 0,5 м, со значением pH 5,8–6,4 и температурой в период наблюдений от 1,2 до 14,0 °C, захламлены древесными остатками и мусором. Лужи на Агробазе (2) временные, площадью не более 3 м<sup>2</sup>, глубиной до 0,25 м, с илистым дном, значением pH около 6,0 и температурой воды 4,0–10,5 °C.

## Результаты и обсуждение

**Зоопланктон р. Лососинки** с учетом результатов всех исследований в пределах г. Петрозаводска отличается значительным разнообразием – включает 184 таксона (см. прил.). В списке коловраток (Rotatoria) зафиксировано 95 таксонов, ракообразных – 89, в том числе Copepoda – 31 и Cladocera – 58 [Герд, 1946; Смирнов, 1933; Филимонова, 1970, 1976; Куликова, Сярки, 1990; Филимонова, Круглова, 1994; Куликова, 2007].

Получают развитие виды, характерные в Карелии для озерного планктона и литоральной зоны с зарослями макрофитов. Доля коловраток наиболее значительной была весной и осенью (74–95 % общего числа организмов), меньше – летом (30–60 %) (пробы в реке отбирались в черте города на 5–8 станциях). В зимние месяцы (ноябрь, декабрь) велика роль *Keratella cochlearis* (Gosse 1851) (78–98 %), весной – представителей Bdelloidea (60 % в мае), летом и осенью – *Proales theodora* (Gosse 1887) (до 60–90 %), виды рода *Synchaeta*.

Летом на зарослевых участках реки развивается специфический комплекс прибрежных и фитофильных видов, доминировал *Euchlanis* (64–77 %). Местами за счет *E. lyra* Hudson 1886 (120,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *E. deflexa* Gosse 1851 (46,7), *E. dilatata* Ehrenberg 1832 (15,6) они обеспечивали очень высокую численность планктона (222,4 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Среди клadoцер в июле высокой плотностью отличались *Polyphemus pediculus* (Linné 1778) (45 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) (16,5), а также *Eurycercus*, *Acroperus*, *Simocephalus*, *Alona*. Из веслоногих рачков, встречающихся в течение всего года, преобладали *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), *Cyclops strenuus* Fischer 1851, *C. scutifer* Sars 1863, *Acanthocyclops languidoides* Lilljeborg 1901, *Thermocyclops oithonoides* Sars 1863, представители Harpacticoida (*Canthocamptus*, *Bryocamptus*). Наибольшего развития они достигали в апреле.

В составе **зоопланктона реки Неглинки** отмечено 156 таксонов, в том числе Copepoda – 26, Cladocera – 37, Rotatoria – 93 [Филимонова, 1976; Куликова, Сярки, 1988, 1990; Филимонова, Круглова, 1994] (см. прил.). Большинство видов являются общими для Неглинки и Лососинки. При этом только в Неглинке зафиксированы *Monommata longiseta* Müller 1786, *Brachionus urceus seicus* Rousselet 1907, *Keratella valga* (Ehrenberg 1834), а такие, как *Eothinia elongata macra* Berzins 1949, *Aspelta angustata* Haring de Myers 1928, *Lecane mira* (Murray 1913), встреченные в холодное время года, весной или осенью, оказались новыми для фауны России. Коловратки составляют обычно более 30 % общей численности организмов на протяжении года, значительная роль среди них принадлежит *Euchlanis dilatata* Ehrenberg 1832 (свыше 70 % в июне).

Более разнообразный по видовому составу и числу особей планктон отмечается в устье реки – с замедленным течением и полосой зарослей макрофитов в прибрежье. Сезонная динамика количественных показателей, как и в Лососинке, характеризуется чередованием пиков и спадов. Весенний пик (март) образуется за счет развития в значительной степени копепод. В июне на долю коловраток приходится 50–88 % общей численности особей (14,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Летний пик (июль), как правило, обеспечивают клadoцеры (до 70–90 %), более других *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785), *Alonopsis elongate* Sars 1862, *Alona guttata* Sars 1862. В другие периоды численность зоопланктона изменялась в пределах 0,1–1,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> [Куликова, Сярки, 1988, 1990; Филимонова, Круглова, 1994].

**Река Нелукса** отличается гораздо менее разнообразной планктонной фауной, чем Лососинка и Неглинка. В общем списке зоопланктона реки и связанных с ней мелиоративных каналов, в которые поступают загрязненные воды с территории свалки отходов города как в весенний, так и в летний периоды, насчитывалось 37 таксонов: Cyclopoida – 5, Harpacticoida – 1, Cladocera – 9, Rotatoria – 22, в самой реке – 21 (коловраток 11, ракообразных 10) [Филимонова, Куликова, 1984; Куликова, 2007] (см. прил.). В сообществе, как и в других реках, доминировали коловратки (59%). В планктоне среднего течения реки (всего 4 таксона) отсутствовали ветвистоусые рачки (октябрь 2001 г.), по численности преобладали коловратки, главным образом *Trichocerca longiseta* (Schrank 1802). Циклопы были представлены в основном эвритермным полиоксибионтным видом *Eucyclops macruroides* var. *denticulatus* (Graeter 1903) (до 70% биомассы планктона). В устьевой части реки видовое разнообразие фауны возрастает (до 14 таксонов) за счет, в первую очередь, коловраток, видов рода *Euchlanis* (*E. meneta* Myers 1930, *E. dephlexa dephlexa* Gosse 1851), которые доминировали и по численности (80%). Увеличивается роль кладоцер (в основном *Chydorus* и *Bosmina obt. obtusirostris* Sars 1862). Уровень количественного развития организмов в устье реки выше, чем в ее среднем течении (0,80 и 0,12 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно). Увеличивается индекс сапробности (1,59 против 1,43).

Довольно разнообразная по видовому составу фауна складывается в канале, соединяющем озера Долгое и Уварово в верхнем течении реки. Обитателями таких небольших мелководных болотистых водоемов с зарослями макрофитов и мхов обычно являются преимущественно ацидофилы и сфагнофилы. Основу зоопланктона составляли 3 вида. По численности преобладали циклопиды, главным образом *Acanthocyclops languidoides* Lilljeborg 1901 (свыше 100 тыс. экз./м<sup>3</sup>, 60% общего числа организмов). Большая часть биомассы (70%) приходилась на ветвистоусых рачков, главным образом крупного *Acantholeberis curvirostris* (O. F. Müller 1776), обитателя дна водоемов. Значительную роль как в общей численности (около 50 тыс. экз./м<sup>3</sup>), так и в биомассе играл эвритопный вид *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785). Среди коловраток были отмечены *Lecane luna* (Müller 1776), *Trichotria truncata truncata* Whietlegge 1889, *T. similis* (Stenroos 1898), *Euchlanis meneta* Myers 1930. Суммарная численность и биомасса гидробионтов в этом канале достигали высоких значений – свыше 160 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 2 г/м<sup>3</sup>.

В другом канале, впадающем непосредственно в р. Нелуксу в ее среднем течении, основу ценоза составляли те же из указанных выше видов с преобладанием *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) (до 50% общей численности и 70% биомассы) и *Acanthocyclops languidoides* Lilljeborg 1901 (около 30%). В составе коловраток наиболее многочисленны *Scaridium longicaudatum* Müller 1786 – типичный обитатель заболоченных водоемов, а также *Keratella serrulata* (Ehrenberg 1838), способная развиваться при низких значениях активной реакции среды и высоком содержании гуминовых веществ. Индекс сапробности увеличивается до 1,75.

Своеобразным видовым составом планктонной фауны на фоне других исследованных участков в реке и ее бассейне отличаются пожарные водоемы на территории полигона. Это типичные представители комплекса, характерного для прудов. Доминируют в нем коловратки, главным образом мелкая *Keratella quadrata* (Müller 1786) (более 80 тыс. экз./м<sup>3</sup>, или 76% общего числа организмов) и в меньшей мере *Filinia major* (Colditz 1914) (11 тыс. экз./м<sup>3</sup>). В биомассе более значительная роль (свыше 30%) принадлежит крупной коловратке *Asplanchna girodi* Guerne 1888. В целом по весу коловратки даже превосходят здесь ветвистоусых рачков, представленных всего одним видом – *Daphnia longispina* (O. F. Müller 1785), который, как известно, населяет водоемы всех типов и является, в частности, массовой формой рыбоводных прудов. Общая численность организмов в этих водоемах значительна (110 тыс. экз./м<sup>3</sup> с биомассой 0,25 г/м<sup>3</sup>) [Куликова, 2007, архивные материалы].

Наблюдения показывают, что сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в малых реках характеризуется чередованием пиков и спадов в течение года. Наиболее выделяются весенний и летне-осенний периоды. В целом уровень развития в них планктона невысокий. Максимальные показатели отмечались в июле (t 16°C) в р. Лососинке – до 3,2–5,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Межгодовые колебания уровня количественного развития зоопланктона, как известно, могут быть довольно значительными [Куликова, Сярки, 1988, 1990; Куликова и др., 1988].

**В зоопланктоне Логмозера** отмечено 67 таксонов (см. прил.). Основу его составляют обычные для карельских водоемов виды, характерные как для пелагического, так и для литорального комплексов. Уровень развития организмов по акватории озера в летний период (июль–август 1986 г.) изменялся

от 3,0 до 40,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от 0,06 до 0,4 г/м<sup>3</sup>. Эти величины значительно выше величин аналогичных показателей в месте впадения р. Шуи в Логмозеро. Зимний период (9 таксонов) характеризуется, естественно, низкими количественными показателями (менее 1,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1,0 мг/м<sup>3</sup>) с преобладанием копепод (70–96%), в том числе *Limnocalanus*, *Eurytemora*, *Cyclops*. Весной увеличение численности организмов (до 20 тыс. экз./м<sup>3</sup> в мае 1986 г.) происходит за счет коловраток – *Kellicottia*, *Keratella*, *Asplanchna* (более 90 % от общей), а биомассы – за счет рачков (до 80 %) *Mesocyclops* и *Diaptomus*. В Соломенской протоке, соединяющей Логмозеро с Петрозаводской губой, при более бедном видовом составе (до 35–40 таксонов) максимальных значений численность зоопланктона достигает в августе (1986, 1993–1996 гг.), до 26,9–34,5 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,5–0,7 г/м<sup>3</sup> за счет ветвистоусых [Филимонова, 1974; Филимонова, Куликова, 1984; Сярки, 1988; Куликова, 1998].

**Планктонная фауна Петрозаводской губы** испытывает заметное влияние трансформированных вод р. Шуи и Логмозера, содержащих в своем составе большое количество органических веществ аллохтонного происхождения и биогенов. В связи с особенностями динамики водных масс, температурного режима, обеспеченности пищей уровень развития зоопланктона в губе колеблется достаточно сильно. Однако в целом количественные показатели сообщества заметно выше в сравнении с центральными глубоководными районами Онежского озера. Различия обнаруживаются и в соотношении основных систематических групп и видов – увеличивается роль коловраток и кладоцер [Куликова, 1990, 1998, 2004; Куликова, Сярки, 1993, 2007].

Воды р. Шуи от Соломенского пролива идут вдоль городского берега и обуславливают, особенно в весенний период, повышенные величины цветности и перманганатной окисляемости, взвешенных веществ, содержания железа и кремния. Прибрежный юго-западный район губы находится также под воздействием рек Лососинки и Неглинки, дренажного и ливневого стока с территории города, промышленных сточных вод, имеющих очаговый характер. Совокупное действие этих источников в значительной степени определяет существенное отличие качественного состава и количественных характеристик зоопланктона в районе городского побережья на фоне противоположного северо-восточного берега и центральной глубоководной части губы.

Здесь наблюдается значительная вариабельность в распределении планктеров.

В летний период (июль) участки с достаточно высокими на общем фоне количественными показателями, 200–500 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,7–0,9 г/м<sup>3</sup> (район нефтебазы, рыбокомбината, горколлектора), чередуются с участками, имеющими более низкий уровень обилия и биомассы организмов – 90 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,6 г/м<sup>3</sup> соответственно (приустьевые участки рек Лососинки и Неглинки). В тот же период показатели в центральной части губы и у противоположного берега составили лишь 28,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,18 г/м<sup>3</sup>. Зоны с повышенным содержанием органических веществ характеризовались, как правило, обилием в сообществе коловраток (до 80 % общей численности и 30–40 % биомассы) как в весенний, так и в летний период (виды родов *Synhaeta*, *Polyarthra*, *Keratella*), а в летний – увеличением роли кладоцер (*Daphnia cristata* Sars 1862, *Boamina obt. lacustris* Sars 1862, *B. longirostris* O. F. Müller 1785), как результат значительного развития бактериофлоры и мелких водорослей. Основное эвтрофирующее влияние на губу оказывают речные шуйские воды, следствием чего являются, в частности, высокие количественные показатели зоопланктона в районе городского водозабора – от 23–30 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,1–0,3 г/м<sup>3</sup> в июне до соответственно 147,0 и 0,6 в августе против 10–14 и 57,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,2–0,4 г/м<sup>3</sup> в центре губы (1993–1996 гг.). В этом районе, особенно весной, доминировали коловратки – *Synchaeta kitina* Rousselet, 1902 и *S. pectinata* Ehrenberg, 1832, указанные ранее для мест с повышенным содержанием органических веществ. Следует отметить присутствие представителей коловраток из *Bdelloidea*, а- и b-мезосапробов, в придонных слоях воды предустьевых участков рек в зимний период [Куликова, Щурова, 1980; Филимонова, Куликова, 1984; Куликова, 1998, 2007].

**Зоопланктон озера Каменный карьер** в период наших наблюдений был представлен небольшим количеством видов (15). С учетом исследований водоема в 2009 (октябрь) – 2010 (январь, апрель, август) годах А. Н. Кругловой [2015] список видового состава зоопланктона озера можно расширить до 36 таксонов (см. прил.). Преобладающая роль в составе фауны принадлежала коловраткам (*Keratella cochlearis* (Gosse 1851), *K. quadrata* (Müller, 1786), *Asplanchna* sp.), что характерно для небольших водоемов (10 видов, 80–90% общей численности и биомассы). Количественные показатели невелики. Имеют место сезонные колебания. Более высоким уровнем развития организмов выделяется, как обычно, летний сезон (41,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,075 г/м<sup>3</sup> в июле 1987 г.)



Таблица 1. Количественные показатели зоопланктона в оз. Каменный карьер, 1987 г.

| Станция | Глубина, м | Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup> |      |        | Биомасса, г/м <sup>3</sup> |       |        |
|---------|------------|---------------------------------------|------|--------|----------------------------|-------|--------|
|         |            | март                                  | июль | ноябрь | март                       | июль  | ноябрь |
| 1       | 9,0        | 1,9                                   | 41,0 | 1,4    | 0,040                      | 0,075 | 0,002  |
| 2       | 3,0        | 2,1                                   | 1,9  | 0,9    | 0,006                      | 0,016 | 0,012  |

за счет увеличения роли ветвистоусых рачков (*Bosmina longirostris* (O. F. Müller 1875), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785)), обитателей литорального комплекса (табл. 1). Зимой (март) и осенью (ноябрь) существенных различий в показателях не отмечено (1,4–1,9 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,004 г/м<sup>3</sup>).

Обращает на себя внимание значительное увеличение летом количества коловраток, обитающих как в β-мезосапробной, так и в олигосапробной средах, главным образом одного вида – оβ-мезосапроба *Filinia terminalis* (Plate 1886) в придонном горизонте наиболее глубоководного района водоема (69 тыс. экз./м<sup>3</sup> против 8,2 в поверхностном слое). Подобное обстоятельство объясняется повышенным содержанием сапрофитной микрофлоры и согласуется с данными химического анализа, является свидетельством повышенного содержания (на общем фоне) органических веществ (табл. 2). Санитарное состояние вод озера по зоопланктону соответствует оβ-мезосапробному уровню и характеризуется как слабозагрязненное [Руководство..., 1992].

Таблица 2. Вертикальное распределение организмов в оз. Каменный карьер, 1987 г.

| Глубина, м | Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup> |             |            |
|------------|---------------------------------------|-------------|------------|
|            | март                                  | июль        | ноябрь     |
| 0,5        | 0,5 (1,0)                             | 10,0 (16,4) | 0,90 (2,8) |
| 8,5        | 3,3 (1,9)                             | 42,0 (5,0)  | 1,9 (2,8)  |

Примечание. В скобках – температура, °C

**Фауна планктона луж** характеризуется значительным видовым разнообразием. В ее составе было зафиксировано 137 таксонов, в том числе Rotatoria – 88, Copepoda – 26 (Cyclopoida – 19, Harpacticoida – 7) и Cladocera – 23 (см. прил.) [Филимонова, 1970, 1974, архивные материалы; Филимонова, Кутикова, 1975].

Население в лужах на торфяных почвах многочисленно (до 400 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Основную роль играли виды рода *Acanthocyclops*, обитающие в течение всего года. В большинстве водоемов первое место занимали *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus 1857) (от 2,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> в апреле до 37,5 в июне и 54,0 в октябре) и *A. crassicaudis* (Sars 1863) (8,0–11,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> в мае; 59,8 в августе; 14,4 в октябре). Численность других видов

этого рода – *A. bisetosus* (Rheber 1880), *A. languides* (Sars 1863) была значительно ниже. Заметная роль (1,1–9,4 тыс. экз./м<sup>3</sup>) принадлежит *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851). Весной (май) и осенью (сентябрь) в планктоне увеличивается количество молоди циклопов – науплиев и младших копепоидных стадий (до 160 и 80 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно).

Большим разнообразием в лужах отличаются коловратки, которых особенно много весной и в конце лета. Обычно присутствовали представители отряда Bdelloidea. В отдельных случаях в лужах Сайнаволака они были весьма многочисленны (до 1,5 млн экз./м<sup>3</sup>, сентябрь). В мае широко распространены *Synchaeta pectinata* Ehrenberg 1832 (69,6 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *S. oblonga* Ehrenberg 1831 (32,0), *Testudinella mucronata* (Gosse 1886) (5,5), в июле – *Reticula gelida* Harring et Myers 1922 (136,0), *Notomata collaris* (Ehrenberg 1832) (92,4), в августе – *Euchlanis myersi* Kutikova 1959 (7,2) и *Lepadella* (s. str.) *ovalis* (Müller 1786) (4,8). Численность *Keratella cochlearis* (Gosse 1851) и *Kellicottia longispina* (Kellicott 1879), обычных видов в карельских озерах, в большинстве случаев в лужах очень мала.

Характерной особенностью водоемов, расположенных на участках, где торфяной слой достигает значительной мощности (до 50 см), является почти полное отсутствие кладоцер. Исключением являются отдельные особи *Chydorus ovalis* Kurz 1875 и *Daphnia pulex* (De Geer) Leydig 1860. В то же время в лужах, расположенных на минерализованных участках с небольшими зарослями осоки (содержание кислорода выше – до 40 % насыщения), *D. pulex* летом была доминирующим видом (на всех стадиях партеногенетического развития). Рачок в планктоне встречался с мая по октябрь (до 85,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> в июне, от 200,0 до 500,0 и даже 1,0–1,5 млн экз./м<sup>3</sup> в июле). Довольно высокой численностью среди кладоцер отличались *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) и *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller 1776) (до 25 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Из копепод в одних лужах доминирует *Cyclops strenuus* (Fischer 1851), в других – *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), обычные виды рода *Acanthocyclops*.

По видовому составу зоопланктона лужи у Телецентра и на Агробазе близки. В них



обычны такие виды копепод, как *Acanthocyclops crassicaudis* (Sars 1863) и *A. vernalis* (Fischer 1853), а также *Cyclops strenuus* (Fischer 1851), из коловраток – *Reticula gelida* Harring et Myers 1922 (1,2–14,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> в мае), *Lepadella ovalis* (Müller 1786) и *Euchlanis myersi* Kutikova 1959 (3,2–5,2 тыс. экз./м<sup>3</sup> в августе), *Trichocerca lophoessa* (Gosse 1886) и *T. rattus* (Müller 1776) (4,0–5,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> в октябре).

В составе фауны луж широко распространены представители планктоно-бентосных форм – личинки хирономид, олигохеты, нематоды, ракушковые раки (Ostracoda), среди которых отмечаются *Eucypris pigra* (Fischer 1851), *Cyclocypris ovum* (Jurine 1820), *Candona candida* (O. F. Müller 1785).

**Колодцы.** Питьевые колодцы в городском районе Сулажгора (3), закрытые, с бетонированными срубами, глубиной до 1,5–2,0 м, с температурой воды 7,4–10,8 °С. Фауна этих искусственных водоемов и по составу, и по количественному развитию организмов бедна. В ее составе отмечено 16 таксонов (Cyclopoida – 8, Harpacticoida – 1, Cladocera – 2, Rotatoria – 5), каланоиды отсутствуют (см. прил.) [Филимонова, 1970, архивные материалы; Филимонова, Куликова, 1975].

В летний период (август) число организмов составило 0,7–3,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>. На долю циклопов приходилось, как правило, от 70 до 95%. При этом свыше 90% составлял *Acanthocyclops crassicaudis* (Sars 1863), от 1,1 (май) до 3,2 тыс. экз./м<sup>3</sup> (август). При наличии половозрелых рачков более всего отмечены младшие копеподитных стадии и науплии. В меньшем количестве обитали *A. bisetosus* (Rheber 1880) и *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), единично – отдельные коловратки (*Epiphanes*, из отряда Bdelloida). Из кладоцер зафиксированы летом *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) (300 экз./м<sup>3</sup>) и *Daphnia pulex* (De Geer) Leydig 1860 (200 экз./м<sup>3</sup>). Зимой (февраль, ноябрь) количество организмов минимально (40–60 экз./м<sup>3</sup>). Помимо планктонных в колодцах в небольшом количестве присутствуют представители различных групп бентосных организмов (олигохеты, нематоды).

## Заключение

Изучение микрофауны малых водоемов представляет несомненный интерес. Исследование рек, родников и в особенности луж послужило более тщательному изучению планктонной фауны, пополнению видового состава зоопланктона (в частности коловраток) водных объектов республики, расширению знаний

экологии отдельных его представителей, уточнению границ географического распространения. Среди малых водоемов Карелии именно в лужах зафиксировано наибольшее число таксонов коловраток (116), большинство из которых характеризуются эвритермностью и эвритопностью. Из них более 30 являются локальными (*Notommata collaris* (Ehrenberg 1838, *Synchaeta oblonga* Ehrenberg 1831, *Euchlanis myersi* Kutikova 1959 и др.). Некоторые виды зоопланктона обнаружены лишь в малых водоемах (*Daphnia pulex* Leydig 1860, *Paracyclops poppei* (Rheberg 1880) [Филимонова, 1976; Филимонова, Куликова, 1984; Филимонова, Круглова, 1994; Куликова, 2001].

Многолетние, в том числе ежемесячные, исследования зоопланктона рек Лососинки и Неглинки в пределах г. Петрозаводска позволили отметить его значительное разнообразие (184 и 156 таксонов соответственно). Реки, испытывающие на водосборе значительную антропогенную нагрузку, содержат в водах повышенное количество органических, биогенных и минеральных веществ. Постоянное загрязнение бытовыми и производственными сточными водами заметно сказывается на фауне планктона, включающей виды  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробного комплексов (*Proales theodora* (Gosse 1887), *Epiphanes senta* (Müller 1773), *E. brachionus* Ehrenberg 1837, *Rotaria neptunia* Ehrenberg 1832, *Brachionus urceus* (Linnaeus 1758), *B. rubens* Ehrenberg 1838, *Enteroplea lacustris* Ehrenberg 1880). На всех исследованных участках р. Нелуксы (и связанных с ней мелиоративных каналов, в которые поступают загрязненные воды с территории свалки бытовых и промышленных отходов города как в весенний, так и в летний периоды) с увеличением в среднем течении отмечены коловратки – представители группы Bdelloida, зачастую обитающие, как показывает опыт гидробиологических исследований, в местах, испытывающих различного рода загрязнения, в частности бытовыми сточными водами. На значительном протяжении (3,5–4,5 км от устья) речные водные массы Лососинки и в большей степени Неглинки и Нелуксы имеют  $\beta$ -мезосапробный характер, а на отдельных участках –  $\alpha$ -мезосапробный. Значение этих рек в общем притоке в Онежское озеро невелико, однако они оказывают заметное влияние, особенно в весенний период, на формирование планктонной фауны в прибрежной зоне Петрозаводской губы, обогащают ее видами, экологически несвойственными озерным водоемам, где встречаются спорадически в небольших количествах (*Acanthocyclops nanus* Sars 1863, *Alonella excisa* (Fischer 1854),

*Rhynchotalona falcata* (Sars 1862), *Proales theodora* (Gosse 1887) и др.) [Филимонова, Куликова, 1984].

Значительному антропогенному воздействию (эвтрофированию) подвергаются наиболее освоенные в хозяйственном отношении крупные водоемы в бассейне р. Шуи (Суоярви, Сямозеро, Крошнозеро) и непосредственно сама река в нижнем течении, включая Логмозеро, что в конечном счете отражается на фауне планктона и качестве вод Петрозаводской губы [Филимонова, 1974; Филимонова, Куликова, 1984; Куликова, 1998]. В результате совокупного действия всех антропогенных факторов в литоральной зоне губы участки с достаточно высокими на общем фоне (во все сезоны года) количественными показателями зоопланктона чередуются с очень бедными.

Согласно данным наблюдений 2012 г., по индексам сапробности зоопланктона качество воды Петрозаводской губы оставалось на уровне предыдущих лет и соответствовало  $\beta$ -мезосапробным, умеренно загрязненным водам, у противоположного берега и в центральной части –  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным [Гос. доклад..., 2013]. Благодаря хорошему водообмену за счет как проточности (р. Шуя), так и беспрепятственной связи с Большим Онего участки загрязнения пространственно ограничены и непосредственно примыкают к местам сброса сточных вод. Однако показано, что уровень развития планктонной фауны и ее видовое разнообразие свидетельствуют о заметном влиянии эвтрофированных вод Петрозаводской губы на прилегающий к ней район открытого озера вдоль его западного побережья. Результаты исследований еще раз свидетельствуют о необходимости охраны, принятия комплексных мер по улучшению состояния водоемов, являющихся основной рекреационной зоной для населения г. Петрозаводска.

#### Приложение

### ВИДОВЫЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г. ПЕТРОЗАВОДСКА

#### Коловратки (Rotatoria)

##### Семейство *Notommatidae*

*Notommata copeus* Ehrenberg, 1834: река Лососинка  
*N. allantois* Wulfert, 1935: лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

*N. voighti* Donner, 1949: лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

*N. collaris* (Ehrenberg, 1832): лужи в Сайнаволоке

*N. glyphura* Wulfert, 1935: реки Лососинка, Неглинка

*N. cerberus* (Gosse, 1886): лужи в Сайнаволоке; река Лососинка

*N. pseudocerberus* Beauchamp, 1807: реки Лососинка, Неглинка

*N. aurita* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*Notommata* sp.: реки Лососинка, Неглинка

*Cephalodella mucronata* Myers, 1924: река Лососинка

*C. gibba* (Ehrenberg, 1832): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

*C. gibba microdactyla* Koch-Althaus, 1963: реки Лососинка, Неглинка

*Cephalodella* sp.: река Лососинка

*Monommata longiseta* (Müller, 1786): река Неглинка

*Itura aurita* (Ehrenberg, 1830): реки Лососинка, Неглинка

*I. aurita aurita* (Ehrenberg, 1830): реки Лососинка, Неглинка

*Resticula gelida* Harring et Myers, 1922: лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; река Лососинка

*R. nyssa* Harring et Myers, 1924: река Лососинка

*R. melandocus* (Gosse, 1887): река Лососинка

*Eothinia elongata* (Ehrenberg, 1832): река Лососинка

*E. elongata macra* Berzins, 1949: река Неглинка

*Enteroplea lacustris* Ehrenberg, 1830: лужи в Сайнаволоке

*Scardium longicaudum* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке

##### Семейство *Trichocercidae*

*Trichocerca (Diurella) brachyuran* (Gosse, 1851): лужи в Сайнаволоке

*T. (D.) tigris* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке

*T. (D.) rousseleti* (Voigt, 1902): река Неглинка

*T. (D.) uncinata* (Voigt, 1902): река Лососинка

*T. (D.) tenuior* (Gosse, 1886): лужи на Агробазе; река Неглинка

*T. (D.) insignis* (Herrick, 1885): река Лососинка

*T. (D.) similis* (Wierzejski, 1893): реки Лососинка, Неглинка

*T. (s. str.) lophoessa* (Gosse, 1886): лужи у Телецентра

*T. (s. str.) rattus* (Müller, 1776): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; река Лососинка

*T. (s. str.) rattus carinata* (Ehrenberg, 1830): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра

*T. (s. str.) cylindrical* (Imhof, 1891): лужи в Сайнаволоке

*T. (s. str.) capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893): Каменный карьер

*T. (s. str.) rosea* (Stenroos, 1898): лужи в Сайнаволоке

*T. (s. str.) longiseta* (Schränk, 1802): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

*Trichocerca* sp.: Логмозеро; реки Лососинка, Нелукса

##### Семейство *Gastropodidae*

*Postclausa hyptopus* (Ehrenberg, 1838): лужи в Сайнаволоке

*Ascomorpha ecaudis* Perty, 1850: Каменный карьер

##### Семейство *Synchaetidae*

*Synchaeta oblonga* Ehrenberg, 1831: лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

*S. grandis* Zacharias, 1893: Логмозеро

*S. stylata* Wierzejski, 1893: Логмозеро  
*S. pectinata* Ehrenberg, 1832: Логмозеро; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*S. kitina* Rousselet, 1902: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка  
*S. tremula* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке  
*Synchaeta* sp.: Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка  
*Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943: лужи в Сайнаволоке  
 =*P. trigla*: река Лососинка  
*P. dolichoptera* Idelson, 1925: реки Лососинка, Неглинка  
*P. longiremisa* Carlin, 1943: лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*P. minor* Voigt, 1904: лужи в Сайнаволоке; колодец на Агробазе  
*P. major* Burckhardt, 1900: Логмозеро; река Нелукса  
*P. euryptera* Wierzejski, 1891: Логмозеро; река Лососинка  
*Polyarthra* sp.: Каменный карьер; река Неглинка  
*Ploesoma truncatum* (Levander, 1894): Логмозеро  
*Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891): Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

#### Семейство *Lindiidae*

*Lindia* (*s. str.*) *truncata* (Jennings, 1894): река Лососинка  
*L. (s. str.) torulosa* Dujardin, 1841: река Лососинка  
*L. (s. str.) janickii* Wiszniewski, 1934: реки Лососинка (?), Неглинка

#### Семейство *Dicranophoridae*

*Dicranophorus forcipatus* (Müller, 1786): реки Лососинка, Неглинка  
*D. longidactylum* Fadeev, 1927: река Неглинка  
*Dicranophorus* sp.: река Лососинка  
*Encentrum* (*s. str.*) *putorius* Wulfert, 1936: реки Лососинка, Неглинка  
*E. (s. str.) putorius putorius* Wulfert, 1936: река Неглинка  
*E. (s. str.) eurycephalum* Wulfert, 1936: лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*Encentrum* sp.: реки Лососинка, Неглинка  
*Aspelta angusta* Harring et Myers, 1928: реки Лососинка, Неглинка  
*Aspelta* sp. (?): колодцы в Сулажгоре

#### Семейство *Asplanchnidae*

*Asplanchna herricki* Guerne, 1888: Логмозеро, Каменный карьер; река Лососинка  
*A. priodonta* Gosse, 1850: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка  
*A. priodonta priodonta* Gosse, 1850: Каменный карьер  
*Asplanchna* sp.: река Лососинка  
*Asplanchnopus multiceps* (Schränk, 1793): река Лососинка

#### Семейство *Lecanidae*

*Lecane* (*s. str.*) *luna* (Müller, 1776): лужи в Сайнаволоке, на Агробазе  
*L. (s. str.) flexilis* (Gosse, 1886): река Неглинка  
*L. (s. str.) unguolata* (Gosse, 1887): Каменный карьер

*L. (s. str.) acronychal* Harring et Myers, 1926: лужи в Сайнаволоке  
*L. (s. str.) mira* (Murray, 1913): река Неглинка  
*L. (s. str.) elsa* Hauer, 1931: лужи в Сайнаволоке, на Агробазе, у Телецентра  
*L. (s. str.) tenuiseta* Harring, 1914: река Лососинка (?)  
*L. (Monostyla) closterocerca* (Schmarda, 1859): река Неглинка  
*L. (M.) lunaris* (Ehrenberg, 1832): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*L. (M.) crenata* (Harring, 1913): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*L. (M.) constricta* (Murray, 1926): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*L. (M.) bulla* (Gosse, 1886): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*L. (M.) subtilis* Harring et Myers, 1926: лужа на Агробазе  
*Lecane* sp.: Логмозеро

#### Семейство *Proalidae*

*Proales theodora* (Gosse, 1887): реки Лососинка, Неглинка, Нелукса  
*Proales* sp.: река Неглинка; колодцы в Сулажгоре (?)

#### Семейство *Epiphanidae*

*Microdides robustus* (Glasscott, 1893): лужи в Сайнаволоке  
*Rhinoglena fertöensis* (Varga, 1929): река Лососинка  
*Epiphanes brachionus brachionus* (Ehrenberg, 1837): реки Лососинка, Неглинка  
*E. senta* (Müller, 1773): колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка  
*E. clavulata* (Ehrenberg, 1832): лужа в пойме Лососинки

#### Семейство *Trichotriidae*

*Volga spinifera* (Western, 1894): река Лососинка  
*Trichotria truncata* (Whitelegge, 1889): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*T. truncata truncata* (Whitelegge, 1889): река Нелукса  
*T. truncata truncate aspinosa* (Rodewald, 1934): лужи в Сайнаволоке  
*T. pocillum* (Müller, 1776): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*T. pocillum pocillum* (Müller, 1776): реки Лососинка, Неглинка  
*T. similes* (Stenroos, 1898): лужи в Сайнаволоке  
*T. tetractis* (Ehrenberg, 1830): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*T. tetractis tetractis* (Ehrenberg, 1830): реки Лососинка, Неглинка  
*T. tetractis caudata* (Lucks, 1912): река Неглинка  
*T. curta* (Skorikov, 1914): лужа у Телецентра; реки Лососинка, Неглинка

#### Семейство *Mytilinidae*

*Mytilina mucronata* (Müller, 1773): лужа в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*M. mucronata mucronata* (Müller, 1773): реки Лососинка, Неглинка  
*M. mucronata spinigera* (Ehrenberg, 1832): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка



*M. ventralis* (Ehrenberg, 1832): лужа в Сайнаволоке; река Неглинка  
*M. ventralis brevispina* (Ehrenberg, 1832): лужа в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*M. bicarinata* (Perty, 1850): лужи в Сайнаволоке  
*M. bicarinata impressa* (Hauer): лужа в Сайнаволоке  
*M. compressa* (Gosse, 1851): река Неглинка  
*Lophocharis naias* Wulfert, 1942: лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*L. oxysternon* (Gosse, 1851): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*L. salpina* (Ehrenberg, 1834): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

#### Семейство *Colurellidae*

*Colurella sinistra* Carlin, 1939: лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; река Неглинка  
*C. obtusa* (Gosse, 1886): лужа в Сайнаволоке; река Лососинка  
*C. uncinata* (Müller, 1773): лужа в Сайнаволоке  
*C. uncinata bicuspidata* (Ehrenberg, 1832): лужа в Сайнаволоке  
*C. paludosa* Carlin, 1939: лужи в Сайнаволоке  
*Colurella* sp.: река Неглинка  
*Lepadella* (s. str.) *rhomboids* (Gosse, 1886): лужа в Сайнаволоке  
*L. (s. str.) ovalis* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; реки Лососинка, Неглинка  
*L. (s. str.) cryphaea* Harring, 1916: лужа в Сайнаволоке  
*L. (s. str.) patella* (Müller, 1773): лужа в Сайнаволоке и на Агробазе  
*L. (Xenolepadella) borealis* Harring, 1916: река Нелукса

#### Семейство *Euchlanidae*

*Euchlanis meneta* Myers, 1930: реки Лососинка, Неглинка, Нелукса  
*E. proxima* Myers, 1930: река Лососинка  
*E. oropha* Gosse, 1887: река Лососинка  
*E. incisa* Carlin, 1939: реки Лососинка, Неглинка  
*E. dilatata* Ehrenberg, 1832: Логмозеро; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*E. dilatata unisetata* Leydig, 1854: лужа в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*E. dilatata dilatata* Ehrenberg, 1832: реки Лососинка, Неглинка  
*E. dilatata a-larga f. nov.*: река Лососинка  
*E. dilatata b-larga f. nov.*: река Лососинка  
*E. deflexa* Gosse, 1851: река Лососинка  
*E. deflexa deflexa* Gosse, 1851: реки Лососинка, Нелукса  
*E. lyra* Hudson, 1886: Логмозеро; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*E. lyra lyra* Hudson, 1886: река Лососинка  
*E. lyra larga* Kutikova, 1959: река Неглинка  
*E. calpida* (Myers, 1930): колодец на Агробазе  
*E. myersi* Kutikova, 1959: лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; ручей на Агробазе  
*E. triquetra* Ehrenberg, 1838: реки Лососинка, Неглинка  
*Euchlanis* sp.: Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка  
*Dipleuchlanis elegans* (Wierzejski, 1893): лужа в Сайнаволоке

#### Семейство *Brachionidae*

*Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758): Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка  
*B. urceus sericus* Rousselet, 1907: лужи у Телецентра; река Неглинка  
*B. rubens* Ehrenberg, 1838: лужа на Древянке; реки Лососинка, Неглинка  
*Brachionus* sp.: река Лососинка  
*Platylas quadricornis* (Ehrenberg, 1832): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; река Неглинка  
*P. quadricornis quadricornis* (Ehrenberg, 1832): река Неглинка  
*Platylas* sp.: река Неглинка  
*Keratella cochlearis* (Gosse, 1851): Логмозеро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке, у Телецентра; реки Лососинка, Неглинка  
*K. cochlearis macracantha* (Lauterborn, 1898): лужа в Сайнаволоке; река Лососинка  
*K. cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851): реки Лососинка, Неглинка  
*K. cochlearis hispida* (Lauterborn, 1898): лужи в Сайнаволоке, у Телецентра  
*K. cochlearis robusta* (Lauterborn, 1900): лужи в Сайнаволоке  
*K. mixta* (Oparina-Charitonova, 1925): лужа на Агробазе  
*K. serrulata* (Ehrenberg, 1838): лужи у Телецентра, на Агробазе; реки Лососинка, Неглинка  
*K. serrulata serrulata* (Ehrenberg, 1838): река Нелукса  
*K. serrulata curvicornis* Rylov, 1926: лужи в Сайнаволоке, у Телецентра, на Агробазе; колодец на Агробазе; реки Лососинка, Неглинка  
*K. serrulata levanderi* (Lie-Pettersen, 1910): лужи на Агробазе  
*K. hiemalis* Carlin, 1943: река Лососинка  
*K. quadrata* (Müller, 1786): Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка  
*K. quadrata reticulate* Carlin, 1943: колодец на Агробазе  
*K. valga* (Ehrenberg, 1834): река Неглинка  
*Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879): Логмозеро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке, у Телецентра, на Агробазе  
     = *Notholca longispina* (Kellicott, 1879): реки Лососинка, Неглинка  
*N. squamula* (Müller, 1786): лужи в Сайнаволоке; ручей и колодец на Агробазе; колодцы на берегу р. Неглинка; река Неглинка  
*N. caudata* Carlin, 1943: лужи в Сайнаволоке; река Неглинка  
*N. cinetura* Skorikov, 1914: лужа у Телецентра  
*N. foliacea* (Ehrenberg, 1838): лужа в Сайнаволоке  
*Notholca* sp.: Логмозеро

#### Семейство *Flosculariidae*

*Ptygura mucicola* (Kellicott, 1888): река Неглинка  
*Ptygura* sp.: лужа в Сайнаволоке

#### Семейство *Conochilidae*

*Conochilus hippocrepis* (Schränk, 1803):  
     = *C. volvox* Ehrenberg, 1834: река Лососинка  
*C. unicornis* Rousselet, 1892: Логмозеро, Каменный карьер; река Лососинка



### Семейство *Testudinellidae*

*Testudinella patina* (Hermann, 1783): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

*T. patina patina* (Hermann, 1783): река Неглинка

*T. mucronata* (Gosse, 1886): лужи в Сайнаволоке

*T. parva* (Ternetz, 1892): река Лососинка (?)

*T. elliptica* (Ehrenberg, 1834): лужи в Сайнаволоке

*T. incisa* (Ternetz, 1892): Каменный карьер (?)

*Testudinella* sp.: река Лососинка

### Семейство *Filiniidae*

*Filinia terminalis* (Plate, 1886): Каменный карьер

*F. maior* (Colditz, 1914): река Неглинка

*F. longiseta* (Ehrenberg, 1834): Логмозеро, колодец на Древлянке; река Лососинка

*Filinia* sp.: реки Лососинка, Неглинка

### Семейство *Hexarthridae*

*Hexarthra* sp.: Логмозеро

### Семейство *Collothecidae*

*Collotheca libera* (Zacharias, 1894): лужа в Сайнаволоке

*C. cornetta* (Cubitt, 1869): лужа в Сайнаволоке

### Семейство *Philodinidae*

*Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1832): реки Лососинка, Неглинка

*Rotatoria ex ovd Bdelloidea*: лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

## Веслоногие ракообразные (Copepoda)

### Семейство *Centropagidae*

*Limnocalanus macrurus* Sars, 1863: Логмозеро; река Лососинка

### Семейство *Diaptomidae*

*Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863): Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка

*E. graciloides* (Lilljeborg, 1888): Логмозеро, Каменный карьер

### Семейство *Temoridae*

*Eutytemora lacustris* (Poppe, 1887): Логмозеро; река Лососинка

*Heteroscope appendiculata* Sars, 1863: Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка

### Семейство *Cyclopidae*

*Macroscyclops albidus* (Jurine, 1820): Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка

*Euscyclops serrulatus* (Fischer, 1851): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

=*E. serrulatus* var. *proximus* (Lill., 1901): лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; река Лососинка

*E. speratus* (Lilljeborg, 1901): лужи в Сайнаволоке

*E. macruroides* (Lilljeborg, 1901): реки Лососинка, Неглинка

*E. denticulatus* (Graeter, 1903)

=*E. macruroides denticulatus* (Graeter, 1903): реки Лососинка, Нелукса

*E. macrurus* (Sars, 1863): реки Лососинка, Неглинка

*Euscyclops* sp.: реки Неглинка, Нелукса

*Paracyclops fimbriatus fimbriatus* (Fischer, 1853)

=*Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853): Логмозеро, лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка

*P. affinis* (Sars, 1863): река Лососинка

*P. poppei* (Rehberg, 1880): колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка

*Paracyclops* sp.: реки Лососинка, Неглинка

*Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1893): лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка

*Cyclops strenuus strenuus* Fischer, 1851

=*Cyclops strenuus* Fischer, 1851: Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; река Лососинка

*C. abyssorum abyssorum* Sars, 1863

=*C. abyssorum* Sars, 1863: река Лососинка

=*C. abyssorum* var. *pelagicus* Рылов, 1928: река Лососинка

*C. lacustris* Sars, 1863: река Лососинка

*C. scutifer scutifer* Sars, 1863

=*C. scutifer* Sars, 1863: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

*C. vicinus vicinus* Uljanin, 1875

=*C. vicinus* Uljanin, 1875: Каменный карьер; река Лососинка

*Megacyclops viridis* (Jurine, 1820)

=*Acanthocyclops viridis* (Jur., 1820): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*M. gigas* (Claus, 1857)

=*A. gigas* (Claus, 1857): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853): Логмозеро; лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка

*A. robustus* (Sars, 1863)

=*A. vernalis robustus* (Sars, 1863): лужи в Сайнаволоке; река Неглинка

*A. capillatus* (Sars, 1863): река Неглинка

*Acanthocyclops* sp.: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

*Diacyclops bicuspidatus* (s. lat)

=*Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus, 1857): лужи в Сайнаволоке

*D. bisetosus* (Rheberg, 1880)

=*Acanthocyclops bisetosus* (Rheber, 1880): лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре

*D. crassicaudis* (s. lat)

=*Acanthocyclops crassicaudis* (Sars, 1863): лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре

*Diacyclops languidus languidus* (Sars, 1863)

=*Acanthocyclops languidus* (Sars): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*D. languidoides languidoides* (Lilljeborg, 1901)

=*Acanthocyclops languidoides* (Lill., 1901): Логмозеро; лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка

*D. nanus nanus* (Sars, 1863)

=*Acanthocyclops nanus* (Sars, 1863): лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

*Microscyclops varicans* (Sars, 1863): река Неглинка

*Cryptocyclops bicolor bicolor* (Sars, 1863)  
 =*Microcyclops bicolor* (Sars, 1863): лужи в Сайна-  
 волоке  
*Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857): Логмозеро; лужи  
 в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863)  
 =*Mesocyclops oithonoides* (Sars, 1863): Логмозе-  
 ро; реки Лососинка, Неглинка  
*T. dybowskii* (Lande, 1890): лужи в Сайнаволоке  
*T. crassus* (Fischer, 1853):  
 =*M. crassus* (Fischer, 1853): река Неглинка

### Семейство *Canthocamptidae*

*Canthocamptus staphylinus* (Jurine, 1820): лужи в Сай-  
 наволоке; Логмозеро.  
*Moraria* (s. str.) *brevipes* (G. O. Sars, 1862): лужи в Сай-  
 наволоке  
*Bryocamptus vej dovskyi* (Mrazek, 1893): лужи в Сайна-  
 волоке  
*B. pygmaeus* (G. O. Sars, 1863): лужи в Сайнаволоке  
*B. minutus* (Claus, 1863): колодцы в Сулажгоре  
*Attheyella* (*Brehmiella*) *nordenskjöldi nordenskjöldi* (Lil-  
 ljeborg, 1902): лужи в Сайнаволоке  
*Eractophants richardi* Mrazek, 1894: лужи в Сайнаво-  
 локе  
*Harpacticoida* sp.: лужи в Сайнаволоке; реки Лосо-  
 синка, Неглинка, Нелукса

## Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)

### Семейство *Sididae*

*Sida crystallina crystallina* (O. F. Müller, 1776)  
 =*Sida crystallina* (O. F. Müller, 1776): Логмозеро;  
 река Лососинка  
*Limnosida frontosa* Sars, 1862: Логмозеро  
*Diaphanosoma brachyurum* s. str.  
 =*Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848): Логмо-  
 зеро, Каменный карьер

### Семейство *Holopedidae*

*Holopedium gibberum* Zaddach, 1855: лужи в Сайна-  
 волоке; река Лососинка

### Семейство *Daphniidae*

*Daphnia* (*Daphnia*) *pulex* Leydig, 1860  
 =*Daphnia pulex* (De Geer, 1778): Каменный карьер;  
 лужи в Сайнаволоке; колодцы в Сулажгоре; реки  
 Лососинка, Неглинка  
*D. (Daphnia) longispina* O. F. Müller, 1785  
 =*D. longispina* O. F. Müller, 1785: Логмозеро, Ка-  
 менный карьер; реки Лососинка, Неглинка  
*D. (Daphnia) galeata* G. O. Sars, 1864  
 =*D. hyalina galeata* G. O. Sars, 1864: река Лососин-  
 ка  
*D. (Daphnia) cucullata* G. O. Sars, 1862  
 =*D. cucullata* Sars, 1862: Каменный карьер  
*D. (Daphnia) longiremis* G. O. Sars, 1862:  
 =*D. longiremis* Sars, 1862: Логмозеро  
*D. (Daphnia) cristata* G. O. Sars, 1862  
 =*D. cristata* Sars, 1862: Логмозеро; реки Лососин-  
 ка, Неглинка  
 =*D. c. c. cederstroemi* Schoedler, 1866: река Лосо-  
 синка

*Simocephalus vetulus* (O. F. Müller, 1776): Логмозеро;  
 лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка  
*S. serrulatus* (Koch, 1841): лужи в Сайнаволоке (?);  
 река Неглинка  
*Moina macropora* (Straus, 1820): река Лососинка  
*Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller, 1785): Логмо-  
 зеро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; реки  
 Лососинка, Неглинка  
*C. reticulata* (Jurine, 1820): лужи в Сайнаволоке  
 =*C. reticulata serrata* (Sars): лужи в Сайнаволоке  
*C. laticaudata* P. E. Müller, 1867: лужи в Сайнаволоке  
*C. dubia* Richard, 1894  
 =*C. affinis* Lilljeborg, 1900: река Лососинка  
*C. megops* Sars, 1862:  
 =*C. megalops* Sars, 1862: река Лососинка  
*C. rotunda* Sars, 1862: лужи в Сайнаволоке; река Не-  
 глинка  
*C. pulchella* Sars, 1862: Каменный карьер; реки Лосо-  
 синка, Неглинка  
*Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller, 1776): Логмо-  
 зеро; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглин-  
 ка  
 =*S. mucronata cornuta* Schoedler, 1858: лужи  
 в Сайнаволоке; река Лососинка  
 =*S. mucronata laevis* P. E. Müller, 1867: лужи в Сай-  
 наволоке  
*S. echinulata* Sars, 1903: река Неглинка

### Семейство *Macrothricidae*

*Ophryoxus gracilis* Sars, 1862: Логмозеро

### Семейство *Ilyocryptidae*

*Ilyocryptus sordidus* (Liévin, 1848): реки Лососинка,  
 Неглинка  
*Ilyocryptus* sp.: река Неглинка

### Семейство *Chydoridae*

*Eurycerus lamellatus* (O. F. Müller, 1785): Логмозеро;  
 реки Лососинка, Неглинка  
*Pleuroxus uncinatus* Baird, 1850: Логмозеро; реки Ло-  
 сосинка, Неглинка  
*P. trigonellus* (O. F. Müller, 1785): реки Лососинка, Не-  
 глинка  
*P. striatus* Schoedler, 1858: реки Лососинка, Неглинка  
*P. laevis* Sars, 1862: река Неглинка  
*P. truncatus* (O. F. Müller, 1785): лужи в Сайнаволоке;  
 река Лососинка  
*P. truncatus truncatus* (O. F. Müller, 1785):  
 =*Peracantha truncata* (O. F. Müller, 1785): река Не-  
 глинка  
*Alonella nana* (Baird, 1850): Логмозеро, Каменный ка-  
 рьер; река Лососинка  
*A. exigua* (Lilljeborg, 1853): реки Лососинка, Неглинка  
*A. excisa* (Fischer, 1854): лужи в Сайнаволоке; реки  
 Лососинка, Неглинка, Нелукса  
*Disparalona rostrata* (Koch, 1841)  
 =*Rhynchotalona rostrata* (Koch, 1841): реки Лосо-  
 синка, Нелукса  
 =*Rhynchotalona rostrata rostrata* (Koch, 1841):  
 Логмозеро  
*Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785): Логмозе-  
 ро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; колодцы  
 в Сулажгоре; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

*Ch. ovalis* Kurz, 1875: лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

=*Ch. latus* Sars, 1862: лужи в Сайнаволоке; река Лососинка

*Ch. piger* Sars, 1862: река Лососинка

*Pseudochydorus globosus* (Baird, 1843): Каменный карьер

*Kurzia latissima* Kurz, 1874: лужи в Сайнаволоке

*Alona quadrangularis* (O. F. Müller, 1785): Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

*A. costata* Sars, 1862: Логмозеро, Каменный карьер; река Лососинка

*A. guttata* Sars, 1862: лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*A. guttata tuberculata* Kurz, 1875: реки Лососинка, Неглинка

*A. rectangula* Sars, 1862: Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

*A. rustica* T. Scott, 1895: река Лососинка

*A. rustica rustica* Scott, 1895: река Лососинка

*A. rustica tuberculata* Mäemets, 1958: река Лососинка  
*Acroperus harpae* (Baird, 1834): Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка

*A. elongatus elongatus* (Sars, 1862)

=*Alonopsis elongata* Sars, 1862: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

*Camptocercus rectirostris* Schoedler, 1862: Логмозеро  
*Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851): Логмозеро; реки Неглинка, Нелукса

*Leydigia leydigia* (Leydig, 1860): река Лососинка

*Biapertura affinis* (Leydig, 1860): реки Лососинка, Неглинка

*B. affinis affinis* (Leydig, 1860)

=*Alona affinis* Leydig, 1860: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

*B. intermedia intermedia* (Sars, 1862): река Лососинка  
*Rhynchotalona falcata* (Sars, 1862): Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка

### Семейство *Bosminidae*

*Bosmina (Bosmina) longirostris* (O. F. Müller, 1875)

=*Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1875): Логмозеро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

=*B. longirostris similes* Sars, 1890: река Лососинка

=*B. longirostris pellucida* Stingelin, 1895: река Лососинка

*Bosmina (Eubosmina) longispina* Leydig, 1860

=*B. longispina* Leydig, 1860: реки Лососинка, Неглинка

=*B. obtusirostris* Sars, 1860: реки Лососинка, Неглинка

=*B. obt. obtusirostris* Sars, 1862: Логмозеро; реки Лососинка, Неглинка, Нелукса

=*B. obt. lacustris* Sars, 1862: Логмозеро, Каменный карьер; реки Лососинка, Неглинка

=*B. obt. arctica* Lill., 1900 (?): лужи в Сайнаволоке

*Bosmina (Eubosmina) longicornis* Schöedler, 1866

=*B. coregoni lilljeborgii* (Sars, 1862): Логмозеро; река Лососинка

=*B. longicornis kessleri* Uljanin, 1874: Логмозеро

*Bosmina (Eubosmina) coregoni* Baird, 1857

=*B. coregoni* Baird, 1857: Каменный карьер; река Лососинка

=*B. coregoni coregoni* Baird, 1857: Логмозеро; река Лососинка

=*B. coregoni gibbera* Schoedler, 1863: Логмозеро; река Лососинка

### Семейство *Polyphemidae*

*Polyphemus pediculus* (Linné, 1778): Логмозеро, Каменный карьер; лужи в Сайнаволоке; реки Лососинка, Неглинка

### Семейство *Cercopagidae*

*Bythotrephes brevimanus* Lilljeborg, 1901

=*B. longimanus* Leydig, 1860: река Лососинка

=*B. cederströmii connectens* Lilljeborg, 1900: река Лососинка

### Семейство *Leptodoridae*

*Leptodora kindtii* (Focke, 1844): Логмозеро

## Литература

Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб., 1996. 190 с.

Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979. С. 58–79.

Герд С. В. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии // Тр. Карело-Финского отдел. ВНИОРХ. Л.; Петрозаводск, 1946. Т. 11. С. 27–139.

Гидробиология Петрозаводской губы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980. 182 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2012 г. / Министерство по природопользованию и экологии Республики Карелия. Петрозаводск, 2013. 328 с.

Зоопланктон как компонент экосистемы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1997. 111 с.

Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972. 326 с.

Зоопланктон водоемов бассейна реки Шуи (Карелия). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2004. 124 с.

Зоопланктон водных объектов бассейна Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 224 с.

Киселев И. Л. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. С. 140–416.

Коровчинский Н. М. Систематика Cladocera в контексте гидробиологии // Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология: матер. всерос. школы-конференции (Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина. 8–12 октября 2007 г. Н. Новгород). Н. Новгород, 2007. С. 56–70.

Круглова А. Н. Зоопланктон некоторых малых водоемов Петрозаводска (Республика Карелия) // Тр. КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2015. № 1. С. 69–77.



Куликова Т. П. Зоопланктон // Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 207–216.

Куликова Т. П. Онежское озеро. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1998. С. 61–64.

Куликова Т. П. Видовой состав зоопланктона внутренних водоемов Карелии // Тр. Карельского НЦ РАН. Серия Б. Биология. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2001. Вып. 2. С. 133–151.

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

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

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. матер. по результатам исследований 1985–1986 гг. 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 НЦ РАН, 1990. С. 77–79.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Сезонная динамика зоопланктонного сообщества Петрозаводской губы Онежского озера // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1993. С. 155–165.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Размерно-весовая характеристика массовых видов ракообразных и коловраток Онежского озера (справочно-информационный материал). Петрозаводск, 1994. 16 с.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Структура и количественные показатели зоопланктона // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1999. С. 191–211.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Онежское озеро и его притоки. Характеристика биоценозов. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 54–62.

Куликова Т. П., Щурова Л. Э. Метазойный зоопланктон Петрозаводской губы Онежского озера // Гидробиология Петрозаводской губы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980. С. 74–96.

Линко А. К. Материалы к фауне Онежского озера // Тр. СПб. общ. естествоисп. 1898. Т. 29, вып. 1. С. 246–258.

Маркевич Г. И. Историческая реконструкция филогенеза коловраток как основа построения их макросистемы // Коловратки: матер. 3-го Всес. симпоз. по коловраткам. Л., 1990. С. 140–156.

Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Справочник. Петрозаводск: Гос. изд-во Карельской АССР, 1959. 619 с.

Озера Карелии. Справочник. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2013. 464 с.

Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1999. 293 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные. СПб., 1995. Т. 2. 631 с.

Петрозаводское Онего и его лимнологические особенности. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. 191 с.

Пирожкова Г. П. Гидрохимия притоков юго-западного побережья Онежского озера // Петрозаводское Онего и его лимнологические особенности. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. С. 52–67.

Пирожкова Г. П. Химический состав приточных вод бассейна Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1990. С. 4–37.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.

Сабылина А. В. Онежское озеро и его притоки. Химический состав воды притоков // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 21–29.

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

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

Состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 209 с.

Старцев Н. С., Коваленко В. Н. Режим искусственного водоема в Петрозаводске // Исследование водных ресурсов Карелии: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. С. 37–41.

Сярки М. Т. Зоопланктон озера Логмозеро // Притоки Онежского озера: опер.-информ. материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 16–19.

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

Филимонова З. И. Зоопланктон Петрозаводской губы Онежского озера // Охрана и использование водных ресурсов Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1974. С. 212–247.

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

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

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., Кутикова Л. А. К фауне коловраток (Rotatoria) малых водоемов Карелии // Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1975. С. 79–109.

Филимонова Н. А. Бактериопланктон притоков Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1990. С. 37–44.

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

Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. 264 с.

Lieder U. Crustacea. Cladocera / Bosminidae // Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 8, Heft 2–3. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 1996. 81 s.

Поступила в редакцию 26.05.2014

## References

Andronikova I. N. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem [Structural-functional organization of zooplankton in lake ecosystems]. St. Petersburg, 1996. 190 s.

Balushkina E. V., Vinberg G. G. Zavisimost' mezhdudlinoi i massoi tela planktonnykh rakoobraznykh [Relationship between body length and weight in planktonic crustacea]. *Ekspierimental'nye i polevye issledovaniya biologicheskikh osnov produktivnosti ozer* [Experimental and field studies of biological basis of lake productivity]. Leningrad, 1979. S. 58–79.

Chernov K. V. Rezul'taty gidrobiologicheskogo issledovaniya rek Suny, Shui, Lososinki i Kosalmskogo protoka [Results of hydrobiological study of rivers Suna, Shuya, Lososinka and Kosalmskii channel]. *Tr. Borodinskoi biol. stantsii* [Proceedings of Borodinskii Biological Station]. Leningrad, 1927. T. V. S. 190–202.

Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения [Ecosystem of Lake Onega and tendencies of its change]. Leningrad: Nauka, 1990. 264 s.

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

Filimonova Z. I. Zooplankton Petrozavodskoi guby Onezhskogo ozera [Zooplankton in Petrozavodsk Bay of Lake Onega]. *Okhrana i ispol'zovanie vodnykh resursov Karelii* [Protection and use of water resources of Karelia]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1974. S. 212–247.

Filimonova Z. I. Presnovodnye kolovratki (Rotatoria) Karelii [Freshwater rotifers Rotatoria of Karelia]. *Gidrobiologicheskii zhurnal*. 1976. T. 12, № 3. S. 23–28.

Filimonova Z. I., Kruglova A. H. O kolovratkakh rek Karelii [On rotifers of Karelian rivers]. *Iskol'zovanie i okhrana vodnykh resursov basseina Belogo morya* [Sustainable use and protection of water resources of White Sea]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1994. S. 161–192.

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. S. 123–138.

Filimonova Z. I., Kutikova L. A. K faune kolovratok (Rotatoria) malykh vodoemov Karelii [On rotifers

Rotatoria fauna in small water bodies of Karelia]. *Vodnye resursy Karelii i ikh ispol'zovanie* [Water resources of Karelia and their use]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1975. S. 79–109.

Filimonova N. A. Bakterioplankton pritokov Onezhskogo ozera [Bacterioplankton in tributaries of Lake Onega]. *Pritoki Onezhskogo ozera* [Tributaries of Lake Onega]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1990. S. 37–44.

Gerd S. V. Obzor gidrobiologicheskikh issledovaniy ozer Karelii [Review of hydrobiological studies of Karelian lakes]. *Tr. Karelo-Finskogo otdel. VNIORKh* [Proceedings of Karelian-Finnish Department of VNIORKH]. Leningrad; Petrozavodsk, 1946. T. 11. S. 27–139.

Gidrobiologiya Petrozavodskoi guby Onezhskogo ozera [Hydrobiology of Petrozavodsk Bay of Lake Onega]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1980. 182 s.

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kareliya v 2012 g. [State report on condition of environment of Republic of Karelia in 2012]. Petrozavodsk: Ministerstvo po prirodoopol'zovaniyu i ekologii respubliki Kareliya, 2013. 328 s.

Kiselev I. L. Plankton morei i kontinental'nykh vodoemov [Plankton of seas and continental water bodies]. Leningrad: Nauka, 1969. T. 1. S. 140–416.

Korovchinskii N. M. Sistematika Cladocera v kontekste gidrobiologii [Systematics of Cladocera in context of hydrobiology]. *Vetvistousye rakoobraznye: sistematika i biologiya* [Cladocera: systematics and biology]. Mater. Vseross. shkoly-konferentsii. Institut biologii vnutrennikh vod im. I. D. Papanina. 8–12 oktyabrya 2007 g. N. Novgorod. N. Novgorod, 2007. S. 56–70.

Kruglova A. N. Zooplankton nekotorykh malykh vodoemov Petrozavodsk (Respublika Kareliya) [Zooplankton in some small water bodies of Petrozavodsk (Republic of Karelia)]. *Tr. KarNTs RAN*. Petrozavodsk, 2015. № 1. S. 69–77.

Kulikova T. P. Zooplankton [Zooplankton]. *Ekosistema Onezhskogo ozera i tendentsii ee izmeneniya* [Ecosystem of Lake Onega and tendencies of its change]. Leningrad: Nauka, 1990. S. 207–216.

Kulikova T. P. Onezhskoe ozero. Kharakteristika biotsenozov. Zooplankton [Lake Onega. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya* [Current state of water bodies in Republic of Karelia]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1998. S. 61–64.

- Kulikova T. P. Vidovoi sostav zooplanktona vnutrennikh vodoemov Karelii [Zooplankton species composition of inland water bodies of Karelia]. *Tr. Karel'skogo NTs RAN [Proceedings of KarRC RAS]*. Seriya B. Biologiya. Biogeografiya Karelii. Petrozavodsk, 2001. Vyp. 2. S. 133–151.
- Kulikova T. P. Zooplankton vodoemov basseina reki Shui (Kareliya) [Zooplankton in water bodies of Shuya river basin (Karelia)]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2004. 124 s.
- Kulikova T. P. Zooplankton vodnykh ob'ektov basseina Onezhskogo ozera [Zooplankton in water bodies of Lake Onega basin]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. 223 s.
- Kulikova T. P., Kustovlyankina N. B., Syarki M. T. O zooplanktone pritokov Onezhskogo ozera [On zooplankton in tributaries of Lake Onega]. *Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]*. Oper.-inform. materialy. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1988. S. 16–19.
- Kulikova T. P., Syarki M. T. Zooplankton rek Lososinki i Neglinki [Zooplankton in Lososinka and Neglinka rivers]. *Kompleksnoe izuchenie vodnykh resursov Karelii [Comprehensive study of water resources of Karelia]*. Oper.-inform. mater. po rezul'tatam issledovaniy 1985–1986 gg. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1988. S. 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: Karel'skii NTs RAN, 1990. S. 77–79.
- Kulikova T. P., Syarki M. T. Sezonnaya dinamika zooplanktonnogo soobshchestva Petrozavodskoi guby Onezhskogo ozera [Seasonal dynamics of zooplankton community in Petrozavodsk Bay of Lake Onega]. *Problemy lososevykh na Evropeiskom Severe [Problems of Salmonidae in European North]*. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1993. S. 155–165.
- Kulikova T. P., Syarki M. T. Razmerno-vesovaya kharakteristika massovykh vidov rakoobraznykh i kolovratok Onezhskogo ozera (spravochno-informatsionnyi material) [Size-weight characteristics of dominant crustaceans and rotifers species in Lake Onega (reference material)]. Petrozavodsk, 1994. 16 s.
- Kulikova T. P., Syarki M. T. Struktura i kolichestvennye pokazateli zooplanktona [Structure and quantitative indicators of zooplankton]. *Onezhskoe ozero [Lake Onega]*. Ekologicheskie problemy. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1999. S. 191–211.
- Kulikova T. P., Syarki M. T. Onezhskoe ozero i ego pritoki. Kharakteristika biotsenozov. Zooplankton [Lake Onega and its tributaries. Characteristics of biocenoses. Zooplankton]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg.* [State of water bodies of Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. S. 54–62.
- Kulikova T. P., Shchurova L. E. Metazoinyi zooplankton Petrozavodskoi guby Onezhskogo ozera [Metazoan zooplankton in Petrozavodsk Bay of Lake Onega]. *Gidrobiologiya Petrozavodskoi guby Onezhskogo ozera [Hydrobiology of Petrozavodsk Bay of Lake Onega]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1980. S. 74–96.
- Linko A. K. Materialy k faune Onezhskogo ozera [Materials on fauna of Lake Onega]. *Tr. SPb. obshch. Estestvoisp [Proceedings of St. Petersburg Society of Naturalists]*. 1898. T. 29, Byp. 1. S. 246–258.
- Markevich G. I. Istoricheskaya rekonstruktsiya filogeneza kolovratok kak osnova postroeniya ikh makrosistemy [Historic reconstruction of phylogenesis of rotifers as a basis for their macrosystem]. *Kolovratki. Mater. 3-go Vses. simpoz. po kolovratkam [Rotifera. Proceedings of 3<sup>rd</sup> All-Union Rotifer Symposium]*. Leningrad, 1990. S. 140–156.
- Ozera Karelii. Priroda, ryby i rybnoe khozyaistvo [Lakes of Karelia. Nature, fish and fish farms]. Spravochnik. Petrozavodsk: Gos. izd-vo Karel'skoi ASSR, 1959. 619 s.
- Ozera Karelii [Lakes of Karelia]. Spravochnik. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2013. 464 s.
- Onezhskoe ozero. Ekologicheskie problemy [Lake Onega. Ecological problems]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1999. 293 s.
- Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. Rakoobraznye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories]. St. Petersburg, 1995. T. 2. 631 s.
- Petrozavodskoe Onego i ego limnologicheskie osobennosti [Petrozavodsk Onega and its limnological features]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1984. 191 s.
- Pirozhkova G. P. Gidrokimiya pritokov yugo-zapadnogo poberezh'ya Onezhskogo ozera [Hydrochemistry of tributaries of southwestern coast of Lake Onega]. *Petrozavodskoe Onego i ego limnologicheskie osobennosti [Petrozavodsk Onega and its limnological features]*. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1984. S. 52–67.
- Pirozhkova G. P. Khimicheskii sostav pritochnykh vod basseina Onezhskogo ozera [Chemical composition of inflowing waters in Lake Onega basin]. *Pritoki Onezhskogo ozera [Tributaries of Lake Onega]*. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1990. S. 4–37.
- Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem [Guidelines on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992. 318 s.
- Sabylina A. V. Onezhskoe ozero i ego pritoki. Khimicheskii sostav vody pritokov [Lake Onega and its tributaries. Chemical composition of inflowing waters]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya [State of water bodies in Republic of Karelia]*. Po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. S. 21–29.
- Smirnov S. S. Materialy k poznaniyu zooplanktona ozer Karelii. Zooplankton Konchezerskoi gruppy ozer [Materials for studying zooplankton in Karelian lakes. Zooplankton in Konchzero lake group]. *Tr. Borodinsk. biol. st. [Proceedings of Borodinskii Biological Station]*, 1933. T. 7, Byp. 1. S. 27–56.
- Sovremennoe sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1992–1997 gg. [Current state of water bodies in Republic

of Karelia based on monitoring results of 1992–1997]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1998. 188 s.

*Sostoyanie vodnykh ob'ektov respubliki Kareliya po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg* [State of water bodies in Republic of Karelia based on monitoring results of 1998–2006]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. 209 s.

*Startsev N. S., Kovalenko V. N. Rezhim iskusstvennogo vodoema v Petrozavodske* [Operation mode of an artificial reservoir in Petrozavodsk]. *Issledovanie vodnykh resursov Karelii* [Study of water resources of Karelia]. Oper.-inform. materialy. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1989. S. 37–41.

*Syarki M. T. Zooplankton ozera Logmozero* [Zooplankton in Lake Logmozero]. *Pritoki Onezhskogo ozera* [Tributaries of Lake Onega]. Oper.-inform. materialy. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR, 1988. S. 16–19.

*Zooplankton kak komponent ekosistemy Onezhskogo ozera* [Zooplankton as a component of Lake Onego ecosystem]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 1997. 111 s.

*Zooplankton Onezhskogo ozera* [Zooplankton in Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1972. 326 s.

*Zooplankton vodoemov basseina reki Shui (Kareliya)* [Zooplankton in water bodies of Shuya river basin]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2004. 124 s.

*Zooplankton vodnykh ob'ektov basseina Onezhskogo ozera* [Zooplankton in water bodies of Lake Onega basin]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2007. 224 s.

*Lieder U. Crustacea. Cladocera. Bosminidae. Süßwasserfauna von Mitteleuropa*. Bd. 8, Heft 2–3. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 1996. 81 s.

Received May 26, 2014

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

### Куликова Тамара Павловна

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт водных проблем Севера  
Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185030  
эл. почта: tampk@mail.ru  
тел.: (8142) 576520

## CONTRIBUTOR:

### Kulikova, Tamara

Northern Water Problems Institute,  
Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: tampk@mail.ru  
tel.: (8142) 576520

УДК 504.064.2:574.474

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО СОСТОЯНИЮ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Н. М. Казнина<sup>1</sup>, А. Ф. Титов<sup>1</sup>, Ю. В. Батова<sup>1</sup>,  
Н. В. Доршакова<sup>2</sup>, Т. А. Карапетян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Карельского научного центра РАН

<sup>2</sup> Петрозаводский государственный университет

Проведено исследование травянистых фитоценозов, расположенных на разных по степени загрязнения свинцом участках в г. Петрозаводске. Установлено, что сформированные на загрязненных участках травянистые сообщества характеризуются меньшим по сравнению с условно чистыми территориями количеством видов (родов и семейств) и увеличением доли более устойчивых видов из семейства *Poaceae*, а также снижением продуктивности надземной биомассы фитоценоза. При этом у доминирующих в сообществах видов злаков – ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) и тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) – уменьшаются абсолютные значения большинства морфометрических признаков, среди которых наиболее чувствительным к загрязнению почвы оказался признак «площадь листовой пластинки» второго от соцветия листа. Сделан вывод о возможности использования ряда показателей, характеризующих состояние растительности в целом и отдельных видов растений, в качестве критериев при оценке степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, в частности свинцом, что в свою очередь может быть использовано для ранней диагностики заболеваний у населения, проживающего на этих территориях.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, тяжелые металлы, травянистая растительность, *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L.

**N. M. Kaznina, A. F. Titov, Yu. V. Batova, N. V. Dorshakova,  
T. A. Karapetyan. THE ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC POLLUTION  
OF THE ENVIRONMENT WITH HEAVY METALS BASED ON THE CONDITION  
OF VEGETATION**

The study of herbaceous vegetation growing in different parts of the City of Petrozavodsk varying in lead-pollution levels was conducted. It was established that the herbaceous communities formed at contaminated sites were characterized by fewer of species (genera and families) than those in relatively clean territories, higher share of more tolerant species of the family *Poaceae*, and a decrease in the production of aboveground biomass. At the same time, a decrease in the absolute values of a majority of morphometric characters, among which the most sensitive to soil pollution is “leaf surface area” of the second leaf from the inflorescence, is observed in the dominant grasse species (*Dactylis glomerata* L. and *Phleum pratense* L.). The conclusion on the applicability of a number of parameters characterizing the state of vegetation as a whole and individual plant spe-



cies as criteria for assessing the level of environmental pollution with heavy metals (in particular lead) which, in turn, can be used for early diagnosis of diseases in the population inhabiting the territories, is drawn.

**Key words:** industrial pollution, heavy metals, herbaceous vegetation, *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L.

---

## Введение

На протяжении последних десятилетий в результате активного антропогенного воздействия на природную среду и усиления миграции техногенных веществ в почве, водоемах и воздухе происходят серьезные изменения в содержании химических элементов, что отрицательно сказывается на состоянии биоты и способствует формированию новых патологий у человека. При этом в окружающей среде увеличивается концентрация токсичных элементов, в том числе из группы тяжелых металлов, что приводит к нарушениям жизненно важных функций у всех живых организмов, включая растения, животных и человека, в то время как содержание многих необходимых элементов заметно сокращается. Подобные изменения особенно опасны на северных территориях, для которых характерен замедленный темп восстановления биоты и изначально сниженное количество целого ряда микроэлементов (меди, молибдена и др.) в почвах [Горбачев и др., 2007].

Повышение уровня тяжелых металлов в окружающей среде приводит к дисбалансу микроэlementного состава в организме человека и стимулирует развитие болезней пищеварительной, сердечно-сосудистой, нервной системы, а также опорно-двигательного аппарата и органов дыхания, которые в настоящее время являются предметом особого внимания из-за высоких показателей заболеваемости населения. Для северных территорий, где природно-климатические условия усиливают неблагоприятный фон, связанный с загрязнением, риск таких заболеваний еще более высок [Доршакова, Карапетян, 2007]. Поэтому в медицинской практике усиливается актуальность поиска прогностических параметров (предикторов) патологии, связанной с изменением микроэlementного статуса человека, проживающего в районах с повышенным уровнем техногенного загрязнения, а также разработка эффективных лечебных и профилактических программ.

Однако для успешного решения такого рода задач необходим поиск надежных критериев и новых подходов для оценки степени

загрязнения среды, не связанных непосредственно с исследованием самого человека. Одним из таких подходов может стать изучение состояния растительности загрязненных территорий, поскольку растения достаточно чутко реагируют на повышение содержания тяжелых металлов в окружающей среде и легко поддаются анализу. При этом появление у растений негативных симптомов, вероятно, может служить одним из индикаторов возможных нарушений в организме человека, в частности, повышения концентрации тяжелых металлов и снижения – необходимых элементов.

Исходя из этого, задачей данной работы явилось изучение влияния техногенного загрязнения почвы свинцом (одним из наиболее распространенных загрязнителей из группы тяжелых металлов) на состояние травянистой растительности с целью выявления простых и надежных критериев оценки степени загрязнения им территорий для осуществления ранней диагностики заболеваний, связанных с нарушением микроэlementного гомеостаза у проживающего там населения.

## Материалы и методы

Исследования проводили в г. Петрозаводске – наиболее крупном промышленном центре Республики Карелия с высокой плотностью населения и большим количеством автотранспорта. В качестве критерия, характеризующего влияние техногенного загрязнения на здоровье населения, длительно проживающего в г. Петрозаводске, использовали изменение микроэlementного статуса в крови больных внебольничной пневмонией ( $n = 32$ ) и нейрциркулярной дистонией ( $n = 35$ ) по сравнению со здоровыми реципиентами ( $n = 35$ ).

Для выявления показателей состояния растительности, которые могли бы служить наиболее надежными критериями оценки степени загрязнения территорий с целью проведения ранней диагностики заболеваний у проживающего в этих районах населения, были выбраны три участка с разной степенью техногенного загрязнения. Участок 1 (контроль) – условно чистый участок, расположенный на территории

Таблица 1. Влияние техногенного загрязнения почвы на общее число видов, их проективное покрытие и продуктивность травянистых фитоценозов

| Показатель                                                   | Участок 1   | Участок 2   | Участок 3   |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Число семейств                                               | 21          | 13          | 10          |
| Число родов                                                  | 39          | 39          | 27          |
| Число видов                                                  | 43          | 41          | 31          |
| Общее проективное покрытие                                   | 100         | 95          | 90          |
| Проективное покрытие злаков                                  | 40          | 45          | 53          |
| Проективное покрытие бобовых                                 | 32          | 25          | 25          |
| Проективное покрытие разнотравья                             | 28          | 30          | 22          |
| Продуктивность фитоценоза, кг/м <sup>2</sup> надземной массы | 1,76 ± 0,10 | 1,54 ± 0,12 | 1,40 ± 0,07 |

Агробиологической станции Института биологии КарНЦ РАН, участок 2 – в непосредственной близости от пересечения железной дороги и автомагистрали (район Сулажгоры) и участок 3 – вблизи промышленного предприятия (Онежского тракторного завода). Содержание свинца в почве на контрольном участке составляло 5,4 мг/кг на сухой вес, вблизи автомагистрали – 15,3 мг/кг, вблизи ОТЗ – 25,8 мг/кг.

О состоянии растительности судили по изменению видового состава, общему проективному покрытию, запасу надземной биомассы, а также на основании изучения морфологических признаков у двух содоминирующих видов растений из семейства Poaceae – ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) и тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.).

Геоботаническое описание растительных сообществ на участках (10 x 10 м) осуществляли по стандартной методике [Миркин и др., 2000]. Запас сырой надземной биомассы (кг/м<sup>2</sup>) определяли на площадках 0,5 x 0,5 м (n = 5). Оценку влияния загрязнения почвы на растения проводили на основании изменения (по отношению к контролю) следующих показателей генеративного побега: высота побега, площадь второго от соцветия листа, длина соцветия. Объем выборки в пределах одного участка для морфометрического анализа составлял не менее 10 растений [Методические указания..., 1979]. Площадь листовой пластинки вычисляли по формуле  $S = 2/3ld$ , где l – длина, d – ширина листовой пластинки [Аникиев, Кутузов, 1961].

## Результаты и обсуждение

Как известно, техногенно загрязненные территории характеризуются повышенным содержанием тяжелых металлов в окружающей среде, что негативно отражается на здоровье проживающего там населения. Город Петрозаводск, согласно литературным данным, не является исключением: вблизи крупных

промышленных предприятий и автомагистралей концентрация целого ряда тяжелых металлов в почве заметно превышает их фоновый уровень для республики [Федорец, Медведева, 2005]. Среди них один из наиболее распространенных загрязнителей, входящих в группу тяжелых металлов, – свинец.

Свинец способен накапливаться в организме человека и вызывать целый ряд серьезных заболеваний, связанных, в частности, с нарушением микроэлементного состава. Так, проведенный анализ крови людей, длительно проживающих в г. Петрозаводске и имеющих такие заболевания, как внебольничная пневмония и нейроциркулярная дистония, выявил определенные изменения микроэлементного состава крови у больных по сравнению со здоровыми респондентами. В частности, у больных в крови обнаружено увеличение (в 1,2 и 1,8 раза соответственно) содержания свинца, при этом содержание ряда необходимых микроэлементов – железа, марганца, меди и цинка, напротив, было заметно снижено.

Поскольку содержание свинца в окружающей среде постоянно возрастает, риск возникновения заболеваний, связанных с повышением его концентрации в организме человека, чрезвычайно высок. Это свидетельствует о необходимости поиска критериев оценки степени загрязнения окружающей среды данным элементом. Нами предложено в качестве таких критериев использовать некоторые показатели состояния травянистой растительности.

Проведенные исследования показали, что на изученных участках, характеризующихся разной степенью загрязнения свинцом, различается видовой состав фитоценозов (табл. 1). В частности, на контрольном участке сформировалось злаково-бобово-разнотравное сообщество, в котором выявлено 43 вида покрытосеменных растений, относящихся к 39 родам и 21 семейству. Участок 2 представлен злаково-разнотравным сообществом, содержащим

Таблица 2. Морфометрические показатели главного побега у растений *Dactylis glomerata* L. и *Phleum pratense* L.

| № участка                    | Морфометрические показатели |              |                                |              |                    |              |
|------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                              | высота побега, см           | % к контролю | площадь листа, см <sup>2</sup> | % к контролю | длина соцветия, см | % к контролю |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. |                             |              |                                |              |                    |              |
| 1                            | 132,0 ± 5,0                 | 100          | 16,6 ± 1,3                     | 100          | 13,5 ± 0,5         | 100          |
| 2                            | 114,0 ± 1,9                 | 86*          | 14,0 ± 0,9                     | 84*          | 12,3 ± 1,1         | 90*          |
| 3                            | 112,6 ± 2,4                 | 85*          | 9,4 ± 0,6                      | 57*          | 10,8 ± 0,7         | 80*          |
| <i>Phleum pratense</i> L.    |                             |              |                                |              |                    |              |
| 1                            | 101,3 ± 4,4                 | 100          | 12,7 ± 0,9                     | 100          | 6,0 ± 0,6          | 100          |
| 2                            | 102,0 ± 2,6                 | 101          | 9,6 ± 0,6                      | 76*          | 5,7 ± 0,3          | 95           |
| 3                            | 92,7 ± 4,4                  | 92           | 9,3 ± 0,8                      | 73*          | 4,3 ± 0,4          | 72*          |

Примечание. \* – различия с контрольным участком достоверны при  $p < 0,05$ .

41 вид (39 родов и 13 семейств). На участке 3 сформировалось смешанно-злаковое сообщество, которое содержит 31 вид растений (27 родов и 10 семейств). В целом количество видов (родов и семейств) в сообществе на загрязненных участках оказалось меньше. Отмеченные различия связаны, на наш взгляд, не только с разным генезисом этих сообществ и различным возрастом, но и со способностью разных видов растений произрастать на загрязненных территориях. В частности, известно, что одними из наиболее устойчивых к техногенному загрязнению видов являются представители семейства Злаков.

Это подтверждают и наши данные определения проективного покрытия видов. В частности, несмотря на то что на всех изученных участках общее проективное покрытие растительности было высоким и составляло 90–100 %, проективное покрытие отдельных групп растений с повышением техногенной нагрузки изменялось: снижалось у бобовых и разнотравья, а повышалось у злаков. Усиление ценотической роли видов растений из семейства Poaceae в фитоценозах, расположенных на техногенно загрязненных территориях, было обнаружено также в других регионах, в частности, вблизи промышленных предприятий в Сыктывкаре [Мартыненко, 1996] и Нижнем Тагиле [Жуйкова, 2009]. Это связано с высокой устойчивостью целого ряда видов дикорастущих злаков (*Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Phleum pratense* и др.) к повышенным концентрациям тяжелых металлов в почве, что отмечалось как в полевых опытах, так и в лабораторных экспериментах [Атабаева, 2007; Жуйкова, 2009; Казнина и др., 2009].

С увеличением степени загрязнения участков уменьшалась также продуктивность фитоценозов. Так, если на контрольном участке запас надземной биомассы составил в среднем 1,76 кг/м<sup>2</sup>, то на участке 2 – 1,54 кг/м<sup>2</sup>, а на участке 3 – лишь 1,40 кг/м<sup>2</sup>.

Известно, что о состоянии растительности на техногенно загрязненных территориях можно судить и по состоянию отдельных растений, в частности, тех видов, которые доминируют или содоминируют в сообществе. При этом наиболее распространенными критериями такой оценки являются количественные изменения их морфологических признаков [Злобин, 1985; Фролова, 1998]. Проведенный нами морфометрический анализ растений доминирующих видов показал, что у *D. glomerata* на загрязненных участках заметно снижались (по сравнению с контролем) все изученные нами показатели (табл. 2). В отличие от этого у *Ph. pratense* уменьшалась только площадь листа, а на наиболее загрязненном участке 3 – еще и длина соцветия.

Таким образом, о степени техногенного загрязнения территорий свинцом можно судить по состоянию растительности. В частности, с увеличением степени загрязнения в сообществах уменьшается общее количество видов (родов и семейств) растений, однако увеличивается доля видов из семейства Poaceae; также снижается продуктивность надземной биомассы фитоценоза. У доминирующих в сообществах видов злаков – *D. glomerata* и *P. pratense* – уменьшаются абсолютные значения морфометрических признаков, среди которых наиболее чувствительным к техногенному загрязнению почвы показателем оказалась площадь листовой пластинки второго от соцветия листа.

Полученные данные позволяют говорить о возможности использования ряда показателей состояния растительности и отдельных видов растений для оценки степени техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, в частности свинцом, что в свою очередь может быть использовано для ранней диагностики заболеваний, связанных с нарушением микроэлементного гомеостаза у населения, проживающего на этих территориях.

Исследования выполнены в рамках ГЗ № 0221-2014-00024 при частичной поддержке РГНФ (грант 13-06-00414).

## Литература

Аникиев В. В., Кутузов Ф. Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков // Физиология растений. 1961. Т. 8, № 3. С. 375–377.

Атабаева С. Д. Физиолого-биохимические основы действия тяжелых металлов на растения: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Алматы, 2007. 34 с.

Горбачев А. Л., Добродеева Л. К., Теддер Ю. Р., Шацова Е. Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний // Экология человека. 2007. № 1. С. 4–11.

Злобин Ю. А. О некоторых параметрах оценки реакции ценопопуляций на влияние антропогенных факторов // Антропогенные процессы в растительности. Уфа, 1985. С. 89–101.

Доршакова Н. В., Карапетян Т. А. Состояние здоровья населения Севера России // Для кадровика: вопросы Севера. М.: ИД «МЦФЭР», 2007. № 3. С. 8–12.

Казнина Н. М., Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Батова Ю. В. Влияние промышленного загрязнения

почвы тяжелыми металлами на морфологические признаки растений *Phleum pratense* L. // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2009. № 3. С. 50–55.

Жуйкова Т. В. Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 2009. 27 с.

Мартыненко В. А. Растительный покров техногенных экотопов г. Сыктывкара и его окрестностей // Биологическое разнообразие антропогенно трансформированных ландшафтов европейского северо-востока России. Сыктывкар, 1996. С. 7–13.

Методические указания по изучению многолетних кормовых трав. Л.: Изд-во ВИР, 1979. 43 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Эколого-микробиологическая оценка состояния почв города Петрозаводска. Петрозаводск: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2005. 96 с.

Фролова Н. П. Семенное воспроизводство *Taraxacum officinale* Wigg. в условиях техногенных загрязнений // Репродуктивная биология. Тр. КомиНЦ УрО, 1998. С. 41–50.

Поступила в редакцию 01.10.2013

## References

Anikiev V. V., Kutuzov F. F. Novyi sposob opredeleniya ploshchadi listovoi poverkhnosti u zlakov [New method for determining leaf-area duration in cereals]. *Fiziologiya rastenii* [Plant Physiology]. 1961. T. 8, № 3. S. 375–377.

Atabaeva S. D. Fiziologo-biokhimicheskie osnovy deistviya tyazhelykh metallov na rasteniya [Physiological and chemical bases of heavy metals effect on plants]: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Almaty, 2007. 34 s.

Dorshakova N. V., Karapetyan T. A. Sostoyanie zdorov'ya naseleniya Severa Rossii [Health state of population in Russian North]. *Dlya kadrovika: voprosy Severa* [For human resources manager: aspects of North]. Moscow: Izdatel'skii dom MTsFER, 2007. № 3. S. 8–12.

Fedorets N. G., Medvedeva M. V. Ekologo-mikrobiologicheskaya otsenka sostoyaniya pochv goroda Petrozavodsk [Ecological and microbiological assessment of soil condition of city of Petrozavodsk]. Petrozavodsk: Izd-vo Karel'skogo NTs RAN, 2005. 96 s.

Frolova N. P. Semennoe vosproizvodstvo *Taraxacum officinale* Wigg. v usloviyakh tekhnogennykh zagryaznenii [Seed reproduction of *Taraxacum officinale* Wigg. under technogenic pollution]. *Reproduktivnaya biologiya. Tr. KomiNTs UrO* [Reproductive biology, Proceedings of KomiRC UrD], 1998. S. 41–50.

Gorbachev A. L., Dobrodeeva L. K., Tedder Yu. R., Shatsova E. N. Biogeokhimicheskaya kharakteristika severnykh regionov. Mikroelementnyi status nasele-niya Arkhangel'skoi oblasti i prognoz razvitiya endemicheskikh zabolevanii [Biogeochemical characteristics of Northern regions. Microelement status of population

of Arkhangelsk region and projected growth of endemic diseases]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology]. 2007. № 1. S. 4–11.

Kaznina N. M., Titov A. F., Laidinen G. F., Batova Yu. V. Vliyaniye promyshlennogo zagryazneniya pochvy tyazhelymi metallami na morfologicheskie priznaki rastenii *Phleum pratense* L. [Effect of industrial heavy metal pollution of soil on the morphological characteristics of *Phleum pratense* L.]. *Trudy KarNTs RAN. Ser. Eksperimental'naya biologiya* [Proceedings of KarRC RAS. Experimental Biology Series]. 2009. № 3. S. 50–55.

Zhuykova T. V. Reaktsiya tsenopopulyatsii i travyani-stykh soobshchestv na khimicheskoe zagryazneniye sredy [Response of cenopopulations and herbaceous communities to chemical pollution of environment]: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Ekaterinburg, 2009. 27 s.

Martynenko V. A. Rastitel'nyi pokrov tekhnogennykh ekotopov g. Syktyvka i ego okrestnostei [Vegetation cover of technogenic ecotopes of city of Syktyvkar and its suburbs]. *Biologicheskoe raznoobrazie antropogennno transformirovannykh landshaftov evropeiskogo severo-vostoka Rossii* [Biological diversity of anthropogenically transformed landscapes in European North-East of Russia]. Syktyvkar, 1996. S. 7–13.

Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mnogoletnykh kormovykh trav [Methodological guidelines for studying perennial forage grasses]. Leningrad: Izd-vo VIR, 1979. 43 s.



Mirkin B. M., Naumova L. G., Solomeshch A. I. *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern vegetation science]. Moscow: Logos, 2000. 264 s.

Zlobin Yu. A. *O nekotorykh parametrah otsenki reaktsii tsenopopulyatsii na vliyaniye antropogennykh faktorov* [Some parameters of assessing

cenopopulation response to anthropogenic influence]. *Antropogennyye protsessy v rastitel'nosti* [Anthropogenic processes in vegetation]. Ufa, 1985. S. 89–101.

*Received October 01, 2013*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### **Казнина Наталья Мстиславовна**

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
e-mail: kaznina@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 762706

### **Титов Александр Федорович**

главный научный сотрудник, чл.-корр. РАН, д. б. н., проф.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
e-mail: titov@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 769710

### **Батова Юлия Валерьевна**

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
e-mail: batova@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 762706

### **Доршакова Наталья Владимировна**

зав. кафедрой семейной медицины (общей врачебной практики), д. м. н., проф.  
Петрозаводский государственный университет  
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
e-mail: nvdorshakova@mail.ru

### **Карапетын Татьяна Алексеевна**

проф. кафедры семейной медицины (общей врачебной практики), д. м. н.  
Петрозаводский государственный университет  
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
e-mail: kara@karelia.ru

## CONTRIBUTORS:

### **Kaznina, Natalia**

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

### **Titov, Alexandr**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: titov@krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 769710

### **Batova, Yulia**

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

### **Dorshakova, Natalia**

Petrozavodsk State University  
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: nvdorshakova@mail.ru

### **Karapetyan, Tatyana**

Petrozavodsk State University  
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: kara@karelia.ru

УДК 576.895.122:598.2 (470.22) «1958/1962»

## ТРЕМАТОДЫ ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ КАРЕЛИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ 319-Й СОЮЗНОЙ ГЕЛЬМИНТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 1958–1962 ГОДОВ)

Г. А. Яковлева, Д. И. Лебедева, Е. П. Иешко

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Приведен список трематод (Trematoda), представленный 34 видами, обнаруженными у 119 экз. водно-болотных птиц, добытых в ходе 319-й Союзной гельминтологической экспедиции 1958–1962 гг. в летне-осенний период на территории Карелии. Наиболее высокое разнообразие имеют представители сем. Diplostomidae (10 видов) и Echinostomatidae (7 видов). 16 видов впервые зарегистрированы на территории Карелии и 7 – новые для Европейского Севера России. Наибольшее количество видов трематод обнаружено у клуши (13) и кряквы (8).

Ключевые слова: фауна, трематоды, водно-болотные птицы, 319-я Союзная гельминтологическая экспедиция, Карелия.

### G. A. Yakovleva, D. I. Lebedeva, E. P. Ieshko. TREMATODES IN WETLAND BIRDS OF KARELIA (BASED ON MATERIALS FROM THE 319<sup>th</sup> USSR HELMINTHOLOGICAL EXPEDITION, 1958–1962)

In 1958–1962 the 319<sup>th</sup> USSR Helminthological Expedition was implemented in Karelia during the summer-autumn period. 34 Trematoda species were found in 119 wetland bird specimens collected. The highest diversity was demonstrated by the families Diplostomidae (10 species) and Echinostomatidae (7) were dominated. Sixteen and 7 trematode species were registered for the first time in Karelian territory and in the European North of Russia, respectively. The largest number of trematode species was found in *Larus fuscus* (13 species) and *Anas platyrhynchos* (8).

Key words: fauna, Trematoda, wetland birds, 319<sup>th</sup> USSR Helminthological Expedition, Karelia.

### Введение

В 1958–1962 гг. на территории Карелии была проведена 319-я Союзная гельминтологическая экспедиция (319-СГЭ) под руководством А. А. Мозгового. В результате был

собран огромный материал по гельминтофауне 112 видов птиц (1114 экз.), являющийся результатом труда многочисленного коллектива, который, однако, остался по большей части необработанным и неопубликованным. Лишь в нескольких работах приведены данные

о встречаемости отдельных систематических групп гельминтов и характеристика зараженности ими птиц [Мозговой и др., 1966]. Сделан сравнительно-фаунистический анализ цестод некоторых представителей пластинчатоклювых птиц Карелии, показана зависимость цестодофауны от характера и спектра питания хозяев [Малахова, 1985].

Из сборов 319-й экспедиции в музей лаборатории паразитологии животных и растений ИБ КарНЦ РАН сохранилась коллекция спиртовых препаратов трематод водно-болотных птиц. Часть собранных данных 319-СГЭ обработана и опубликована ранее [Андреева, Лебедева, 2010; Яковлева и др., 2011, 2012а, б, в, 2013а, б; Яковлева, Лебедева, 2012].

В предлагаемой статье приведен видовой состав трематод из коллекционных материалов и дана характеристика заражения исследованных водно-болотных птиц, что позволило получить представление о трематодофауне водных и околоводных сообществ Карелии более 50 лет назад.

## Материалы и методы

Исследованы трематоды 119 экз. птиц 19 видов 5 семейств: гагаровые (чернозобая гагара – *Gavia arctica* L., 1758), поганковые (серощекая поганка – *Podiceps grisegena* Bod., 1783), утиные (кряква – *Anas platyrhynchos* L., 1758; чирок-свистунок – *Anas crecca* L., 1758; свиязь – *Anas penelope* L., 1758; широконоска – *Anas clypeata* L., 1758; хохлатая чернеть – *Aythya (Nyroca) fuligula* L., 1758; морянка – *Clangula hyemalis* L., 1758; обыкновенный гоголь – *Bucephala clangula* L., 1758; обыкновенный турпан – *Melanitta fusca* L., 1758; большой крохаль – *Mergus merganser* L., 1758), бекасовые (большой улит – *Tringa nebularia* Gunnerus, 1767; перевозчик – *Tringa hypoleucos* L., 1758; турухтан – *Philomachus pugnax* L., 1758; вальдшнеп – *Scolopax rusticola* L., 1758; большой кроншнеп – *Numenius arquata* L., 1758), чайковые (клуша – *Larus fuscus* L., 1758; сизая чайка – *Larus canus* L., 1758; речная крачка – *Sterna hirundo* L., 1758).

Сборы птиц проводились в четырех точках: в г. Петрозаводске и на прилегающих к нему территориях, на Беломорской биологической станции Карельского филиала АН (Лоухский район), в Беломорском и Медвежьегорском районах (рис.). Из гельминтов, хранившихся в 70-градусном спирте, изготавливались тотальные препараты. Паразиты окрашивались уксуснокислым кармином, обезвоживались спиртами возрастающей концентрации,

просветлялись диметилфталатом с заключением в канадский бальзам [Дубинина, 1971].

Препараты хранятся в коллекции лаборатории паразитологии животных и растений ИБ КарНЦ РАН.

Микроскопирование, изготовление фотографий, рисунков и измерение червей выполнены с использованием оборудования ЦКП НО ИБ КарНЦ РАН «Комплексные фундаментальные и прикладные исследования особенностей функционирования живых систем в условиях Севера»: микроскопа Olympus CX-41 и видеокомплекса Levenhuk (фотонасадка Levenhuk C1 400 NG и программное обеспечение Levenhuk TourView, V.3.5 Levenhuk, Inc.).

Идентификация трематод осуществлялась по следующим ключам: [Судариков, 1984; Определитель..., 1985, 1986; Филимонова, 1985; Шигин, 1993; Мовсесян и др., 2004]. Систематика трематод приведена по трехтомнику «Keys to trematoda» под редакцией Д. Гибсона, А. Джонса и Р. Брея [Gibson et al., 2002; Jones et al., 2005, Bray et al., 2008].

Для количественной характеристики заражения птиц применены показатели: экстенсивность инвазии (%) и индекс обилия (экз.) [Федоров, 1986].

Видовые названия птиц и их систематика использованы в соответствии со сводкой «Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий» [Степанян, 2003].

## Результаты и обсуждение

Список обнаруженных видов трематод приводится в систематическом порядке с указанием круга хозяев, локализации, интенсивности и экстенсивности инвазии, даты сбора материала.

### Класс TREMATODA Rudolphi, 1808

### Семейство Brachylaimidae Joyeux & Foley, 1930

### Род Brachylaima Dujardin, 1843

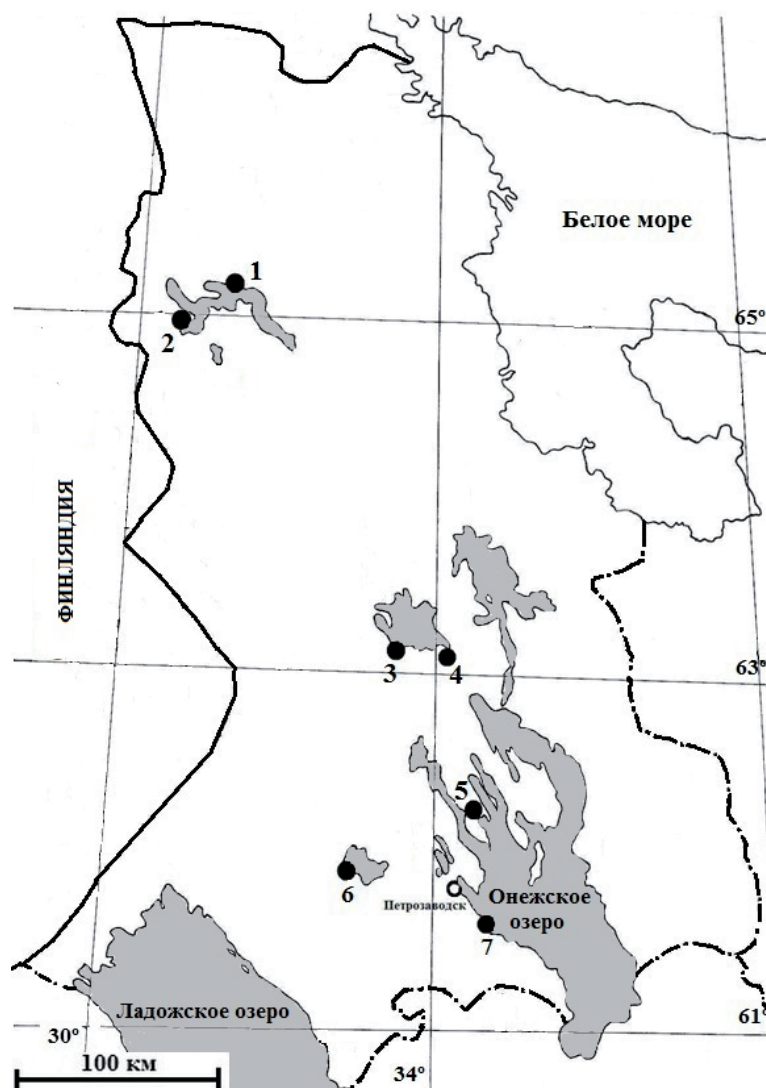
### 1. *Brachylaima fuscatus* Rudolphi, 1819

(Syn.: *Distomum fuscum* Rud., 1819; *Distomum (Brachylaemus) mesostomum* (Rud.) Stossich, 1898; *Harmostomum fuscum* (Rud., 1819) Witenberg, 1925) [Мовсесян и др., 2004].

**Хозяин:** большой кроншнеп (заражены 2 особи из 3 исследованных/0.7; 22.07.1962, 23.07.1962)<sup>1</sup>.

**Локализация:** тонкий и слепой отделы кишечника.

<sup>1</sup> Здесь и далее в скобках: экстенсивность заражения, % / индекс обилия, экз.; дата добычи материала.



Районы добычи птиц:

1 – оз. Среднее Куйто; 2 – оз. Верхнее Куйто; 3 – оз. Сегозеро; 4 – оз. Сaezero; 5 – оз. Остер; 6 – оз. Сямозеро; 7 – Онежское озеро.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология:** цикл развития *B. fuscatus* на территории Карелии может проходить с участием наземных моллюсков рода *Fruticicola* (*Eulota*) Held, 1837 – *Fruticicola fruticum* Müller, 1774 (*Eulota fruticum*). Также первыми и вторыми промежуточными хозяевами, по литературным данным, зарегистрированы наземные брюхоногие моллюски – *Limicolaria aurora* Jay, 1839; *Theba* (*Helix*) *pisana* Müller, 1774; *Helix aspersa* Müller, 1774; *Oxychilus cellarius* Müller, 1774; *Agrolimax agrestis* Linnaeus, 1758; *Phyllocaulis variegates* Semper, 1885; *Cernuella virgata* Costa, 1778; *Cochlicella barbara* Linnaeus, 1758; представители р. *Helicella* Férussac, 1821 и *Fruticicola* [Sumenkova, 1902; Joyeux et al., 1932, 1934; Yamaguti, 1971; Cribb, 1990; Thiengo, Amato, 1995; Awharritoma et al., 2003].

**Семейство Leucochloridiidae Poche, 1907**

**Род Urogonimus Monticelli, 1888**

**2. Urogonimus macrostomus Rudolphi, 1803**

(Syn.: *Leucochloridium macrostomum* Rudolphi, 1803; *Leucochloridium* sp., Witenberg, 1923; *L. vireonis* McIntosh, 1927; *L. certiae* McIntosh, 1927; *L. mniotilae* McIntosh, 1927; *L. dryobatae* McIntosh, 1932; *L. seiuri* McIntosh, 1932; *L. cardis* Yamaguti, 1939; *L. witenbergi* Skrjabin, 1948; *L. tetrastae* Oligier, 1956).

**Хозяин:** большой крохаль (4.6/1.4; 02.09.1961).

**Локализация:** толстый отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сaezero.

**Биология:** цикл развития *U. macrostomus* на территории Карелии может проходить с участием наземных моллюсков рода *Succinea* (*S. putris*), а также видов *Cochlicopa*



*lubrica*, *Vertigo pusilla*, *Vallonia costata* в качестве первых и вторых промежуточных хозяев. Моллюск *Clausilia bidentata* Strøm, 1765, который, согласно литературным данным, также может быть промежуточным хозяином [Быховская-Павловская, 1962; Schmidt, 1964, 1965], в Республике Карелия не встречается.

### **Род *Leucochloridium* Carus, 1835**

#### **3. *Leucochloridium perturbatum***

**Pojmanska, 1969**

(Syn.: *Leucochloridium actitis* McIntosh, 1932)

**Хозяева:** турухтан (3 из 4/44.3; 23.07.1962), большой кроншнеп (1 из 3/3.7; 27.07.1962).

**Локализация:** толстый отдел кишечника и клоака.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология:** цикл развития *L. perturbatum* на территории Карелии может проходить с участием наземных моллюсков рода *Succinea* (*S. putris*). В литературе также указывается другой представитель этого рода: *S. pfeifferi* Rossmässler, 1835 [Быховская-Павловская, 1974; Pojmanska, 1969].

### **Семейство Eucotylidae Cohn, 1904**

#### **Род *Neoeucotyle* Kanev, Radev et Fried, 2002**

#### **4. *Neoeucotyle zakharovi* Skrjabin, 1920**

(Syn.: *Eucotyle zakharovi* Skrjabin, 1920)

**Хозяин:** кряква (2.9/0.5; 02.08.1961).

**Локализация:** почки.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология:** жизненный цикл не изучен.

Вид *Neoeucotyle* sp. обнаружен в почках у кряквы на оз. Сегозеро. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились. Мы предполагаем, что это трематоды одного вида – *N. zakharovi*.

### **Семейство Diplostomidae Poirier, 1886**

Систематика и синонимия семейства диплостомид приведена по ключам: [Шигин, 1993; Niewiadomska, 1984, 1986, 1996].

#### **Подсемейство Diplostominae Poirier, 1886**

#### **Род *Diplostomum* von Nordmann, 1832**

#### **5. *Diplostomum chromatophorum* Brown, 1931**

(Syn.: *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819) Hughes, 1929; *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819) [синонимия по Судариков и др., 2002]).

**Хозяин:** сизая чайка (1 из 2/10; 10.10.1962).

**Локализация:** толстый отдел кишечника.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология:** первыми промежуточными хозяевами являются брюхоногие моллюски семейства Lymnaeidae. В Карелии развитие может проходить через 10 представителей этого семейства – *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *L. lagotis*, *L. ovata*, *L. peregra*, *L. palustris*, *L. fusca*, *L. truncatula*, *L. glutinosa*, *L. corvus*. Вторыми промежуточными хозяевами служат пресноводные рыбы [Шигин, 1993].

#### **6. *Diplostomum commutatum* Diesing, 1850**

**Хозяин:** речная крачка (1 из 1/63; 18.09.1960).

**Локализация:** тонкий отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сямозеро.

**Биология:** первыми промежуточными хозяевами являются брюхоногие моллюски семейства Lymnaeidae. В Карелии развитие может проходить через 10 представителей этого семейства – *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *L. lagotis*, *L. ovata*, *L. peregra*, *L. palustris*, *L. fusca*, *L. truncatula*, *L. glutinosa*, *L. corvus*. Вторыми промежуточными хозяевами служат пресноводные рыбы разных семейств [Шигин, 1986, 1993].

#### **7. *Diplostomum gavium* (Guberlet, 1922) Hughes, 1929**

(Syn.: *Diplostomum volvens* Nordmann, 1832 (*pro parte*); *Hemistomum gavium* Guberlet, 1922; *Alaria gavia* (Guberlet, 1922) Guberlet, 1923; *Proalaria gavia* (Guberlet, 1922) La Rue, 1926; *Diplostomum* (*Diplostomum*) *gavium* (Guberlet, 1922) Dubois, 1961; *Tylodelphys gavia* (Guberlet, 1922) Sudarikov, 1960; *Hemistomum colymbi* Dubois, 1928; *Diplostomum colymbi* (Dubois, 1928) Nazmi Gohar, 1932; *Diplostomum numericum* Niewiadomska, 1988; *Diplostomum vitreophilum* Shigin, Stanislavev, 1989.

**Хозяин:** чернозобая гагара (1 из 3/17.3; 27.06.1960).

**Локализация:** тонкий отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Жизненный цикл *D. gavium* может проходить на территории Карелии. Первые промежуточные хозяева для этой трематоды остаются неизвестными. По аналогии с другими видами рода можно полагать, что промежуточным хозяином данного вида трематод служит какой-то представитель прудовиков сем. Lymnaeidae [Шигин, 1993; Судариков и др., 2002]. Вторыми промежуточными хозяевами служат пресноводные рыбы.

#### **8. *Diplostomum mergi* Dubois, 1932**

(Syn.: *Diplostomum* (*Diplostomum*) *mergi* Dubois, 1961; *Diplostomum* (*Diplostomum*) *mergi mergi* Du-

bois, 1932 Dubois, 1970; *D. niedashui* Pan, Wang, 1963 (метацеркария) [Шигин, 1993].

**Хозяин:** большой крохаль (22.73/9.50; 31.07.1961, 28.08.1961, 02.09.1961, 24.10.1961), клуша (20/5.60; 28.07.1962, 06.08.1961), сизая чайка (1 из 2/4; 21.08.1961), речная крачка (1 из 1/207; 18.09.1960).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** озера Сегозеро, Остер, Сямозеро, Онежское.

**Биология.** Жизненный цикл *D. mergi* может проходить на территории Карелии. В качестве первых промежуточных хозяев для этого вида выступают прудовики *Lymnaea auricularia* и *L. stagnalis* [Шигин, 1975], в качестве вторых – различные виды пресноводных рыб, преимущественно Cyprinidae [Шигин, 1986, 1993; Судариков и др., 2002].

#### **9. *Diplostomum nordmanni* Shigin & Shapiro, 1986**

**Хозяин:** клуша (10/0.60; 06.08.1961).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология.** В Карелии развитие паразита может проходить с участием трех видов моллюсков – *L. ovata*, *L. lagotis*, *P. fontinalis*. В качестве вторых хозяев выступают различные виды карповых рыб [Шигин, 1993].

#### **10. *Diplostomum paracaudum* (Iles, 1959) Shigin, 1977**

(Syn.: *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1809) Braun, 1893; *D. macrostomum* Shigin, 1965; *D. erythrophthalmi* (Shigin, 1965) Shigin, 1969; *D. flexicaudatum* (Cort et Brooks, 1928) Van Haitsma, 1931 – частично, в границах Палеарктики)

**Хозяин:** клуша (10/2.8; 15.06.1960).

**Локализация:** толстый отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Жизненный цикл *D. paracaudum* в условиях системы озер Куйто протекает с участием моллюсков *Radix peregra*, плотвы и ряпушки [Гвоздев, 1971; Румянцев, Иешко, 1997]. На других водоемах Карелии также есть все условия для развития паразита.

#### **11. *Diplostomum pseudospathaceum* Niewiadomska, 1984**

**Хозяин:** клуша (40/8.6; 26.07.1962, 28.07.1962, 20.08.1962, 05.09.1962).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – прудовики сем. Lymnaeidae, вторые – различные виды пресноводных рыб [Кириллов

и др., 2012; Niewiadomska, 1987]. Жизненный цикл *D. pseudospathaceum* может проходить на территории Карелии.

#### **12. *Diplostomum rutili* Razmashkin, 1969**

**Хозяин:** клуша (10/0.6; 12.08.1961).

**Локализация:** тонкий отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – *Lymnaea ovata*, *L. bactriana*, *L. fontinalis* [Шигин, 1986; Судариков и др., 2002]. Роль вторых промежуточных хозяев выполняют рыбы различных отрядов [Шигин, 1993]. Жизненный цикл *D. rutili* может проходить на территории Карелии.

#### **13. *Diplostomum spathaceum* Rudolphi, 1819**

(Syn.: *Diplostomum helveticum* Dubois, 1928 [Niewiadomska, 1984])

**Хозяин:** клуша (20/4; 20.08.1962, 18.09.1960).

**Локализация:** тонкий и толстый отделы кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сямозеро, Онежское озеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – представители р. *Lymnaea*. Роль вторых хозяев выполняют рыбы различных видов [Cichowlas, 1961; Шигин, 1977; Судариков и др., 2002]. Жизненный цикл *D. spathaceum* может проходить на территории Карелии.

Остальные трематоды рода *Diplostomum* обнаружены в кишечнике у чернозобой ггары, большого крохале, клуши на озерах Среднее Куйто, Сегозеро, Остер, Сямозеро, Онежском. Их видовую принадлежность установить не удалось из-за плохой сохранности материала.

#### **Род *Scolopacitrema* Sudarikov & Rykovsky, 1958**

#### **14. *Scolopacitrema cubrensis* Sudarikov & Rykovsky, 1958**

**Хозяин:** вальдшнеп (2 из 3/3; 06.05.1962, 09.05.1962).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология.** Жизненный цикл не изучен.

#### **Семейство Strigeidae Railliet, 1919**

#### **Род *Ichthyocotylurus* Odening, 1969**

#### **15. *Ichthyocotylurus pileatus* Rudolphi, 1802**

(Syn.: *Festucaria pileata* Rudolphi, 1802; *Monostomum pileatum* (Rud.) Zeder, 1803; *Amphistoma pilea-*

*tum* (Rud.) Rudolphi, 1819; *Holostomum pileatum* (Rud.) Blainville, 1828; *Cotylurus pileatus* (Rud.) Dubois, 1937; *Cotylurus medius* Dubois et Bausch, 1950).

**Хозяин:** чирок-свистунок (18.2/2.8; 15.08.1961, 05.09.1961).

**Локализация:** тонкий и прямой отделы кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро, оз. Остер.

**Биология.** Жизненный цикл полностью не изучен. В развитии трематоды участвуют моллюски сем. Lymnaeidae (в качестве первого промежуточного хозяина) и рыбы (в качестве второго промежуточного хозяина) – окуневые, сиговые и лососевые [Судариков, 1984]. Жизненный цикл *I. pileatus* может проходить на территории Карелии.

### 16. *Ichthyocotylurus platycephalus* Creplin, 1825

(Syn.: *Amphistoma platycephalum* Creplin, 1825; *Holostomum platycephalum* (Crepl.) Siebold, 1836; *Holostomum platycephalum* Dujardin sensu Diesing, 1850; *Holostoma platycephalum* Duj. sensu Cobbold, 1860; *Holostomum cucullus* Thoss, 1897; *Cotylurus platycephalus* (Creplin) Szidat, 1928; *Cotylurus cucullus* (Thoss) Szidat, 1828; *Cotylurus platycephalus platycephalus* (Crepl.) Szidat, 1928; *Cotylurus platycephalus communis* (Hunghe) La Rue, 1932; *Cotylurus strictus* Endrigit, 1940)

**Хозяин:** сизая чайка (1 из 2/1; 21.08.1961).

**Локализация:** толстый отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология.** Первым промежуточным хозяином является брюхоногий моллюск *Cincinna (Valvata) piscinalis*. В роли вторых хозяев выступают рыбы многих семейств [Судариков, 1984]. Жизненный цикл *I. platycephalus* может проходить на территории Карелии.

### Род *Apatemon* Szidat, 1928

#### 17. *Apatemon gracilis* (Rudolphi, 1819) Szidat, 1928

(Syn.: *Amphistoma gracile* Rudolphi, 1819; *Holostomum gracile* (Rud) Dujardin, 1845; *Holostomum gracile* Duj, sensu Cobbold, 1860; *Holostomum variegates* (Duj.) Mühling 1898 ex parte; *Strigea gracilis* (Rud.) Lühe, 1909; *Apatemon minor* Yamaguti 1933 ex parte; *Apatemon cobitidis* (Linstow, 1980) Vojtek, 1964; *Apatemon gracilis pellucidus* (Yam.) Dubois, 1953; *Apatemon cobitidis pellucidus* (Yam.) Vojter, 1964).

**Хозяин:** чернозобая гагара (1 из 3/415; 23.06.1960), большой крохаль (31.82/20.82; 02.09.1961, 09.09.1961, 24.10.1961, 30.08.1962), перевозчик (1 из 4/0.5; 29.07.1961).

**Локализация:** мускулистый отдел желудка, кишечник.

**Место обнаружения:** озера Среднее Куйто, Сегозеро, Саезеро, Остер, Онежское.

**Биология.** Первыми промежуточными хозяевами являются гастроподы *Lymnaea auricularia*, *L. peregra*. В роли вторых хозяев выступают рыбы: гольцы, озерный верхогляд, губач, пескарь, бычок-цуцик, востробрюшка, амурский горчак [Гинецинская, Добровольский, 1962; Vojtek, 1964; Судариков, 1984] и пиявки родов *Herpobdella*, *Glossiphonia*, *Helobdella* и *Piscicola geometra* [Гинецинская, Добровольский, 1962; Vojtek, 1964; Иванов и др., 2002]. Жизненный цикл *A. gracilis* может проходить на территории Карелии, т. к. метацеркарии паразитов были отмечены в глазах окуневых рыб в разных водоемах [Лебедева, Новохацкая, 2006]. Кроме того, распространение паразитов вместе с хозяином – бычком-подкаменщиком – отмечено и для территории Финляндии [Иешко и др., 2012].

Трематоды рода *Apatemon* обнаружены также в кишечнике кряквы, чирка-свистунка, большого крохала, собранных на этих же водоемах. Их видовую принадлежность установить не удалось из-за плохой сохранности материала, но можно предположить, что они относятся к виду *A. gracilis*.

### Семейство Schistosomatidae Stiles & Hassall, 1898

#### Род *Bilharziella* Looss, 1899

#### 18. *Bilharziella polonica* (Kowalewski, 1895) Looss, 1899

**Хозяин:** кряква (2.9/0.1; 01.09.1962).

**Локализация:** протоки печени.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология.** В развитии паразитов участвуют пресноводные моллюски сем. Planorbidae (*Planorbarius corneus*, реже *Planorbis planorbis*, *Anisus vortex* и *Bathyomphalus contortus*) в качестве первого промежуточного хозяина. Фуркоцеркарии проникают в окончательного хозяина через кожные покровы [Гинецинская, 1959; Khalifa, 1972]. Жизненный цикл *B. polonica* может проходить на территории Карелии.

### Семейство Echinostomatidae Looss, 1899

#### Род *Echinoparyphium* Dietz, 1909

#### 19. *Echinoparyphium aconiatum* Dietz, 1909

**Хозяева:** кряква (2.9/0.4, 01.09.1962).

**Локализация:** слепой отдел кишечника.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – моллюски родов *Lymnaea*, *Planorbis*, *Planorbis*, *Physa*, *Sphaerium*, *Viviparus*. Вторыми промежуточными хозяевами являются



моллюски родов: *Bithynia*, *Lymnaea*, *Planorbarius*, *Planorbis*, *Physa*, *Sphaerium*, *Viviparus*, олигохеты *Lumbricus variegates*, а также взрослые особи и головастики лягушек [Алишаускайте, 1959; Гинецинская, 1959; Голикова, 1959; Судариков и др., 2002]. Жизненный цикл *E. asoniatum* может проходить на территории Карелии.

## **20. *Echinoparyphium recurvatum* Linstow, 1873**

**Хозяин:** кряква (2.9/0.1, 23.08.1960), хохлатая черныш (2 из 7/7.7, 20.06.1960, 07.07.1960).

**Локализация:** тонкий отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто, оз. Сямозеро.

**Биология.** Первыми промежуточными хозяевами являются пресноводные моллюски родов *Lymnaea*, *Physa*, *Planorbarius*, *Planorbis*, *Viviparus*, *Gyraulus* Charpentier, 1837, *Anisus* Studer, 1820, *Theodoxus*, *Amphimelania*. Роль вторых промежуточных хозяев выполняют моллюски тех же родов, а также рода *Pisidium*, амфибии р. *Rana* Linnaeus, 1758, *Bufo* Laurenti, 1768 [Невоструева, 1954; Алишаускайте, 1959; Гинецинская, 1959; Белякова-Бутенко, 1971]. В Карелии развитие может происходить через моллюсков родов *Lymnaea*, *Physa*, *Planorbarius*, *Planorbis*, *Viviparus*, *Pisidium*.

Трематоды рода *Echinoparyphium* обнаружены также в кишечнике кряквы, широконоски, свиязи, хохлатой черныши, обыкновенного гоголя, большого крохале, вальдшнепа на озерах Среднее Куйто, Сегозеро, Сямозеро, Остер, Онежском. Их видовую принадлежность установить не удалось из-за плохой сохранности паразитов.

## **Род *Hypoderaeum* Dietz, 1909**

### **21. *Hypoderaeum conoideum* (Bloch, 1782) Dietz, 1909**

(Syn.: *Hypoderaeum gnedini* Baschkirova, 1941)

**Хозяева:** кряква (35.3/1.9; 23.08.1960, 28.07.1960, 31.08.1961, 11.09.1961, 06.08.1962, 12.08.1962, 17.08.1962, 19.08.1962, 01.09.1962, 16.09.1962, 25.09.1962), обыкновенный гоголь (1 из 4/3.5; 13.07.1960).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** озера Среднее Куйто, Сегозеро, Остер, Сямозеро, Онежское.

**Биология.** Первыми промежуточными хозяевами являются брюхоногие моллюски *Planorbis planorbis*, *Planorbarius corneus*, *Lymnaea stagnalis*, *L. limosa*, *L. peregra*. В роли вторых выступают моллюски этих же родов, а также родов *Acroloxus* Beck, 1837, *Anisus*, *Bithynia*, *Sphaerium* и *Theodoxus* Montfort, 1810, пиявки

*Herpobdella octoculata* Linnaeus, 1758, стрекозы *Aeshna grandis* Linnaeus, 1758 и амфибии родов *Bufo* Laurenti, 1768, *Rana* Linnaeus, 1758, *Bombina* Oken, 1816 [Невоструева, 1954; Гинецинская, 1959; Алишаускайте, 1959; Голикова, 1959 и др.]. В Карелии обитает большинство этих организмов, поэтому они могут обеспечивать развитие паразитов.

Вид *Hypoderaeum* sp. обнаружен в кишечнике у кряквы на озерах Сегозеро, Сямозеро, Онежское. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились. Мы предполагаем, что это трематоды одного вида – *H. conoideum*.

## **Род *Echinostoma* Rudolphi, 1809**

### **22. *Echinostoma revolutum* Frölich, 1802**

(Syn.: *Fasciola revolute* Fröhlich, 1802; *Distoma echinatum* Zeder, 1803; *Echinostoma echinatum* (Zeder, 1803) Blainville, 1828; *Distoma (Echinostoma) echinatum* (Zeder, 1803) Dujardin, 1845; *Distomum dilatatum* Miram, 1840; *Distomum armatum* Molin, 1850; *Echinostoma erraticum* Lutz, 1924; *Echinostoma neglectum* Lutz, 1924).

**Хозяева:** кряква (35.3/1.9; 11.09.1961, 05.08.1962, 30.08.1962).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** оз. Остер, Онежское озеро.

**Биология.** Развитие трематоды проходит с участием пресноводных брюхоногих моллюсков в качестве первого промежуточного хозяина: *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *L. lagotis*, *L. ovate*, *L. palustris*, *L. peregra*, *Viviparus viviparus*. Роль второго промежуточного хозяина обычно выполняют те же моллюски, в которых происходило развитие партенит, реже – представители родов *Anisus*, *Gyraulus*, *Physa*, *Bithynia* и *Viviparus*, двустворчатые моллюски *Adonta cygnea* Linnaeus, 1771, *Sphaerium corneum*, виды рода *Henslowiana* (Euglesa) Servain, 1888 и *Musculium lacustre* Muller, 1774, а также личинки стрекоз *Aeschna viridis* Eversmann, 1836, клопы-гребляки, рыбы и личинки земноводных [Невоструева, 1954; Алишаускайте, 1959; Гинецинская, 1959; Котельников, 1961 и др.]. В Карелии развитие может происходить через представителей родов *Lymnaea*, *Physa*, *Bithynia*, *Viviparus*, *Sphaerium*, *Henslowiana*, *Aeschna* и других.

Вид *Echinostoma* sp. обнаружен в кишечнике кряквы и обыкновенного гоголя на озерах Сегозеро, Сямозеро, Остер и Онежское. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились. Мы предполагаем, что это трематоды одного вида – *E. revolutum*.



### **23. *Echinostoma robustum* Yamaguti, 1935**

**Хозяин:** свиязь (1 из 5/0.8; 28.07.1960).

**Локализация:** средний отдел тонкого кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Первыми промежуточными хозяевами служат гастроподы родов *Lymnaea*, *Planorbis*, *Radix* и *Viviparus*. Вторыми – моллюски тех же видов, а также амфибии *Rana temporaria*, рыбы *Gobio gobio*, *Culter alburnus*, *Hemiculter leucisculus* [Алишаускайте, 1959; Алексеев, 1963, 1965 и др.]. В Карелии развитие может происходить через большинство видов моллюсков.

### **Род *Stephanoprora* Odhner, 1902**

#### **24. *Stephanoprora pseudoechinata* Olsson, 1876**

(Syn.: *Mesorchis pseudoechinatus* Olsson, 1876)

**Хозяева:** чернозобая гагара (1 из 3/5.7; 27.06.1960), клуша (9.09/13.5; 15.06.1960).

**Локализация:** толстый и слепой отдел кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Жизненный цикл расшифрован частично. Вторыми промежуточными хозяевами являются рыбы: укля, малая южная, трехиглая и девятииглая колюшки [Краснолобова, 1971 и др.]. Жизненный цикл *S. pseudoechinata* может проходить на территории Карелии.

### **Род *Ignavia* Freitas, 1948**

#### **25. *Ignavia aquilae* Oschmarin et Belous, 1951**

**Хозяин:** клуша (10/0.4; 26.07.1961).

**Локализация:** почки.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология.** Жизненный цикл не изучен.

### **Семейство Psilostomidae Looss, 1900**

#### **Род *Sphaeridiotrema* Odhner, 1913**

#### **26. *Sphaeridiotrema globulus* (Rudolphi, 1819) Odhner, 1913**

**Хозяин:** обыкновенный гоголь (1 из 4/2.8; 22.07.1962).

**Локализация:** толстый отдел кишечника.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Биология.** Развитие трематоды проходит с участием пресноводных моллюсков *Bythinia tentaculata*, *B. leachi*, *Flumenicola virens* в роли первого и второго промежуточного хозяина [Белякова, 1978; Канев, Vassilev, 1984]. На территории Карелии жизненный цикл *S. globulus* может проходить через моллюсков рода *Bythinia*.

Наряду с вышеприведенными таксонами были обнаружены трематоды, идентифицированные только до семейства, в кишечнике чернозобой гагары, хохлатой чернети и обыкновенного гоголя на оз. Среднее Куйто. Их видовую принадлежность установить не удалось из-за плохой сохранности материала.

### **Семейство *Notocotylidae* Lühe, 1909**

#### **Род *Notocotylus* Diesing, 1839**

#### **27. *Notocotylus attenuatus* Rudolphi, 1809**

(Syn.: *Monostomum attenuatum* Rud., 1809; *M. lineare* Rud., 1819; *Notocotylus triserialis* Diesing, 1839; *N. intestinalis* Tubangui, 1932; *Cercaria vaga* Szidat L. et U. Szidat, 1935; *N. linearis* (Rud., 1819) U. Szidat, 1936; *N. daffilae* Harwood, 1939; *N. stagnicolae* Herber, 1942; *N. triserialis triserialis* (Diesing, 1839) Dubois, 1951; *N. triserialis daffilae* (Harwood, 1939) Dubois, 1951) [Филимонова, 1985].

**Хозяин:** кряква (58.8/13.3; 03.09.1958, 07.08.1959, 21.07.1961, 26.07.1961, 02.08.1961, 12.08.1961, 31.08.1961, 25.07.1962, 16.08.1962, 24.08.1962, 31.08.1962, 01.09.1962, 16.09.1962), чирок-свистунок (27.3/1.1; 24.07.1961, 02.08.1961, 19.08.1961, 21.08.1961), свиязь (2 из 5/5; 16.08.1958, 28.07.1960), большой крохаль (13.6/1; 31.07.1961, 01.09.1961).

**Локализация:** желудок, слепой отдел кишечника.

**Место обнаружения:** озера Среднее Куйто, Сегозеро, Сямозеро, Онежское.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – пресноводные моллюски родов *Lymnaea*, *Galba*. Адоlescарии инцистируются на раковинах моллюсков, на поверхности водных насекомых и ракообразных [Филимонова, 1982, 1985]. В условиях системы озер Куйто церкарии рода *Notocotylus* были найдены у моллюсков родов *Lymnaea* и *Anisus* [Гвоздев, 1971].

Виды рода *Notocotylus* обнаружены в кишечнике у кряквы, чирка-свистунка, широконоски, свиязи, хохлатой чернети, морянки, обыкновенного турпана, большого крохалья на озерах Верхнее Куйто, Среднее Куйто, Сегозеро, Остер, Онежское. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились, их видовую принадлежность установить не удалось.

Трематоды, определенные только до семейства, обнаружены в слепом отделе кишечника у кряквы, хохлатой чернети, перевозчика, вальдшнепа на озерах Среднее Куйто, Сегозеро, Онежское. Видовую принадлежность гельминтов установить не удалось из-за плохой сохранности материала.

**Семейство Heterophyidae Leiper, 1909**

**Род *Cryptocotyle* Lühe, 1899**

**28. *Cryptocotyle concava* (Creplin, 1825) Lühe, 1899**

**Хозяева:** серощекая поганка (1 из 1/8; 12.06.1960), клуша (10/15.5; 15.06.1960).

**Локализация:** тонкий и толстый отделы кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Первыми промежуточными хозяевами являются морские организмы: моллюск *Hydrobia ulvae* Pennant, 1777 и *Amnicola longinqua*. Вторыми промежуточными хозяевами служат рыбы – *Antherina pontica*, *Gobius melonostomus*, *G. cephalarges*, *G. kessleri*, *G. sirman*, *Mesogobius gymnotrahelus*, *Pleuronectes testis*, *Picuronectes platessa*, *Trachurus trachurus* [Скрябин, 1952; McDonald, 1969; Определитель..., 1986]. Реализация жизненного цикла *C. concava* на территории Карелии может проходить в экосистеме Белого моря.

**29. *Cryptocotyle lingua* (Creplin, 1825) Lühe, 1899**

**Лühe, 1899**

**Хозяин:** клуша (10/0.50; 15.06.1960).

**Локализация:** тонкий и толстый отделы кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Среднее Куйто.

**Биология.** Развитие трематоды происходит с участием морских моллюсков *Littorina littorea* Linnaeus, 1758, *L. saxatilis* Olivi, 1792, *Hydrobia ulvae*, *H. ventrosa* Montagu, 1803 в качестве первого промежуточного хозяина. Вторыми промежуточными хозяевами служат рыбы родов *Tautoga*, *Tautoglabrus*, *Cottus*, *Gobius*, *Labrus*, *Pleuronectes*, *Platyichthys* и др. [McDonald, 1969; Huxham et al., 1993; Granovitch, Johannesson, 2000]. Реализация жизненного цикла *C. lingua* на территории Карелии может проходить в экосистеме Белого моря.

**Семейство Dicrocoeliidae Looss, 1899**

**Род *Lyperosomum* Looss, 1899**

**30. *Lyperosomum* sp. Looss, 1899**

**Хозяин:** вальдшнеп (2 из 3/1.33; 09.05.1962).

**Локализация:** протоки печени.

**Место обнаружения:** Онежское озеро.

**Семейство Orchipediidae Skrjabin, 1913**

**Род *Orchipedum* Braun 1901**

**31. *Orchipedum tracheicola* Braun, 1901**

**Хозяин:** обыкновенный турпан (1 из 2/10.5; 27.08.1961).

**Локализация:** трахея.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро.

**Биология.** Жизненный цикл не изучен. Есть сведения о нахождении метацеркарий этого вида у *Gammarus lacustris* [Определитель..., 1986].

У этой же особи обыкновенного турпана обнаружены в трахее неполовозрелые черви *Orchipedum* sp. Мы предполагаем, что это трематоды того же вида – *O. tracheicola*.

**Семейство Plagiorchiidae Lühe, 1901**

**Род *Plagiorchis* Lühe, 1899**

**32. *Plagiorchis elegans* Rudolphi, 1802**

(Syn.: *Fasciola elegans* Rud., 1802; *Distoma elegans* (Rud., 1802) Rud., 1809; *Distomum (Brachylaimus) elegans* (Rud., 1802) Dujardin, 1845; *Plagiorchis cirratus* (Rud., 1802); *P. mentulatum* (Rudolphi, 1819); *P. triangularis* (Diesing, 1850) Braun, 1901; *Distomum erraticum* Linstow, 1894; *P. asperus* Stossich, 1904; *P. marii* Skrjabin, 1920 (sensu Tschertkova, 1858); *P. muris* Tanabe, 1922; *P. blumbergi* Massino, 1927; *P. brauni* Massino, 1927; *P. loossi* Massino, 1927; *P. skrjabini* Massino, 1927; *P. massino* Petrov et Tichonoff, 1927; *P. uhlwormi* Massino, 1927; *P. potanini* Skrjabin, 1928; *P. eutamiatidis* Schulz, 1932; *P. casarci* Mehra, 1937; *P. ferruginum* Mehra, 1937; *P. eutamiatidis zibethicus* Vassiliev, 1939; *P. extremus* Strom, 1940; *P. strictus* Strom, 1940; *P. fuji* Ogata, 1941; *P. ptschelkini* Sobolev, 1946; *P. petrovi* Fedjuschin, 1949; *P. oscineus* Sudarikov, 1950; *P. castoris* Orloff et Moskalev, 1953; *P. blatensis* Chalupsky, 1954; *P. raabei* Furmaga, 1956; *P. stefanskii* Furmaga, 1956; *P. cuculi* Schaladybin, Anikin, Budkin et Suslova, 1977) [Краснолобова, 1987]

**Хозяин:** большой крохаль (4.55/0.18; 31.07.1961), большой улит (заражена 1 особь из 1/50; 24.07.1961), перевозчик (3 из 4/9.25; 27.07.1961, 09.08.1961), большой кроншнеп (2 из 3/31.7; 22.07.1962), клуша (10/2.50; 29.07.1962).

**Локализация:** кишечник.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро, Онежское озеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – моллюски семейства Lymnaeidae, вторые промежуточные – представители различных отрядов насекомых: Diptera – виды р. *Tabanus* Linnaeus, 1758, *Helophilus* Meigen, 1822; Ephemeroptera – *Behnigia ulmeri*; Odonata – *Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840, виды р. *Coenagrion* Kirby, 1890; Megaloptera – *Sialis lutaria* Linnaeus, 1758 (поденки, двукрылые, вислоккрылки, стрекозы, ручейники), а также моллюски (*Lymnaea stagnalis*), ракообразные – *Asellus aquaticus* Linnaeus, 1758 и *Gammarus pulex* Linnaeus, 1758 [Styczynska-Jurewicz, 1962; Краснолобова, 1979, 1987; Любарская, Гале-

ева, 1980; Определитель..., 1985; Шарпило, Искова, 1989]. Жизненный цикл *P. elegans* может проходить на территории Карелии.

### **33. *Plagiorchis maculosus* Rudolphi, 1802**

**Хозяин:** большой кроншнеп (1 из 3/0.67; 22.07.1962), клуша (10/1.70; 26.07.1961).

**Локализация:** слепой и толстый отделы кишечника.

**Место обнаружения:** оз. Сегозеро, Онежское озеро.

**Биология.** Первые промежуточные хозяева – моллюски родов *Lymnaea*, *Paludina*, *Valvata*, *Radix* и др., вторые – насекомые отрядов Pleucoptera, Trichoptera [Определитель..., 1985; Краснолобова, 1987]. Жизненный цикл *P. maculosus* может проходить на территории Карелии.

Виды рода *Plagiorchis* обнаружены в кишечнике у большого кроншнепа на Онежском озере. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились, их видовую принадлежность установить не удалось.

### **Семейство Prosthogonimidae Lühe, 1909**

#### **Род *Prosthogonimus* Lühe, 1899**

(Syn.: *Schistogonimus* Lühe, 1909)

### **34. *Prosthogonimus ovatus* Rudolphi, 1803**

**Хозяин:** большой крохаль (22.7/9.3; 02.09.1961, 09.09.1961), турухтан (1 из 4/3.3; 21.07.1962), клуша (10/3.7; 15.06.1960).

**Локализация:** тонкий и толстый отделы кишечника, почки, фабрициева сумка, клоака.

**Место обнаружения:** озера Среднее Куйто, Остер, Онежское.

**Биология.** Развитие паразита происходит с участием брюхоногих моллюсков в качестве первых промежуточных хозяев: *Codiella (Bithynia) leachi*, *C. troscheli*, *Bithynia tentaculata*. Вторыми промежуточными хозяевами служат личинки и имаго стрекоз родов *Aeschna*, *Cordulia* Leach, 1815; *Libellula*, *Somatochlora* Selys, 1871; *Sympetrum* и др. [Панин, 1957; Шарпило, Искова, 1989]. Жизненный цикл *P. ovatus* может проходить на территории Карелии.

Виды рода *Prosthogonimus* обнаружены в кишечнике у большого кроншнепа на Онежском озере. Большинство червей являются неполовозрелыми или плохо сохранились, их видовую принадлежность установить не удалось.

## **Заключение**

В результате ревизии сборов трематод 319-й Союзной гельминтологической экспедиции 1958–1962 гг. от 119 экз. 19 видов водно-болотных птиц установлено, что фауна гельминтов

представлена 34 видами, относящимися к 14 семействам. Половина из них принадлежит к двум семействам: Diplostomidae (10 видов) и Echinostomatidae (7 видов). Фаунистический состав трематод птиц включает 16 видов (*Brachylaima fuscatus*, *Neoeucotyle zakharovi*, *Diplostomum chromatophorum*, *D. commutatum*, *D. gavium*, *D. paracaudum*, *D. pseudospathaceum*, *Scolopacitrema cubrensis*, *Ichthyocotylurus platycephalus*, *Echinoparyphium aconiatum*, *E. recurvatum*, *Ignavia aquilae*, *Sphaeridiotrema globulus*, *Lyperosomum* sp., *Orchipedium tracheicola*, *Plagiorchis maculosus*), впервые зарегистрированных в Республике Карелия, и 7 – на Европейском Севере России (*Brachylaima fuscatus*, *Neoeucotyle zakharovi*, *Diplostomum paracaudum*, *D. pseudospathaceum*, *Scolopacitrema cubrensis*, *Ignavia aquilae*, *Orchipedium tracheicola*).

Авторы выражают благодарность за консультацию и помощь в определении трематод к. б. н. Л. В. Филимоновой (Центр паразитологии ИПЭЭ РАН).

Исследования выполнены в рамках ГЗ, тема 0228-2014-0004.

## **Литература**

Андреева Г. А., Лебедева Д. И. Фауна трематод кряквы (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758) Карелии // Паразиты Голарктики: сборник научных статей международного симпозиума (Петрозаводск, 4–8 октября 2010 г.). Петрозаводск: ПИН, 2010. С. 13–19.

Алексеев В. М. К изучению экологии личинок трематод водоплавающих птиц // Гельминты человека, животных и растений и борьба с ними: сборник к 85-летию К. И. Скрябина. М., 1963. С. 215–218.

Алексеев В. М. Гельминты гусиных птиц Приморья, их экология и онтогенез: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1965. 14 с.

Алишаускайте В. К. Жизненный цикл *Echinoparyphium nordiana* Baschkirova, 1941 (Echinostomatidae) // Acta Parasitol. Lituan. 1959. Vol. 2. С. 97–103.

Белякова-Бутенко Ю. В. Личинки трематод в пресноводных моллюсках Иргиз-Тургай // Тр. Ин-та зоологии КазССР. 1971. Т. 31. С. 74–86.

Белякова Ю. В. Новые данные по циклу развития *Sphaeridiotrema globulus* Rud., 1819 (Trematoda: Psilostomatidae) // Жизненные циклы, экология и морфология гельминтов животных Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978. С. 40–47.

Быховская-Павловская И. Е. Изменчивость морфологических признаков и значение ее в систематике сосальщиков рода *Leucochloridium* Carus, 1835 // Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. 1951. Т. 13. С. 45–74.



- Быховская-Павловская И. Е. Трематоды птиц СССР. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1962. 407 с.
- Быховская-Павловская И. Е. Трематоды пролетных птиц Куршской косы // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. Л.: Наука, 1974. С. 39–80.
- Гвоздев М. А. Эколого-паразитологическое исследование зараженности моллюсков личинками трематод на озерах системы Куйто (Северная Карелия): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1971. 21 с.
- Гинецинская Т. А. К фауне церкарий моллюсков Рыбинского водохранилища. Систематический обзор церкарий // Экологическая паразитология: сб. ст. Л., 1959. Часть I. С. 96–149.
- Гинецинская Т. А., Добровольский А. А. К фауне личинок трематод из пресноводных моллюсков дельты Волги. 1. Фуркоцеркарии (семейства Strigeidae и Diplostomidae) // Тр. Астрахан. заповед., Астрахань, 1962. Вып. 6. С. 45–89.
- Голикова М. Н. Эколого-паразитологическое изучение биоценоза некоторых озер Калининградской области // Эколог. паразитология: сб. статей. Л.: Изд-во Ленинград. гос. ун-та, 1959. С. 150–194.
- Дубинина М. Н. Паразитологическое исследование птиц / Под ред. А. С. Мончадского. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- Иванов В. М., Судариков В. Е., Семенова Н. Н. Видовой состав и многолетняя динамика зараженности трематодами птиц дельты Волги // Теоретич. и приклад. проблемы паразитол. Тр. Ин-та паразитол. РАН. 2002. Т. 43. С. 132–144.
- Иешко Е. П., Шульман Б. С., Лебедева Д. И., Барская Ю. Ю., Ниемеля Э. Паразитологические аспекты инвазии бычка-подкаменщика *Cottus gobio* L. в реке Утсйоки (Северная Финляндия) // Российский журнал биологических инвазий. 2012. Т. 5, № 3 (16). С. 28–37.
- Кириллов А. А., Кириллова Н. Ю., Чихляев И. В. Трематоды наземных позвоночных Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2012. 329 с.
- Котельников Г. А. *Echinostoma robustum* Y., 1935 // Сб. научно-технич. инф. ВИГИС. М., 1961. № 7–8. 29 с.
- Краснолобова Т. А. К познанию жизненного цикла трематоды птиц *Mesorchis pseudoechinatus* Olsson, 1876 (*Echinostomatidae* Dietz, 1909) // Тр. Гельминтол. лаборатории АН СССР. 1971. Т. 22. С. 119–121.
- Краснолобова Т. А. Изучение биологических особенностей *Plagiorchis elegans* в дельте Волги // Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1979. Т. 29. С. 75–80.
- Краснолобова Т. А. Трематоды фауны СССР. Род *Plagiorchis*. М.: Наука, 1987. 165 с.
- Лебедева Д. И., Новохацкая О. В. Первый случай обнаружения метацеркарий трематоды *Apatemon annuligerum* в водоемах Карелии // Зоологический журнал. 2006. Т. 85, № 12. С. 1484–1485.
- Любарская О. Д., Галеева Л. Х. О зараженности стрекоз метацеркариями трематод в Татарской АССР // Вопросы паразитол. водных беспозвоночных животных. Вильнюс, 1980. С. 68–70.
- Малахова Р. П. К цестофауне некоторых пластинчатоклювых птиц Карелии // Экология паразитических организмов. Петрозаводск. 1985. С. 92–104.
- Мовсесян С. О., Чубарян Ф. А., Никогосян М. А. Трематоды фауны юга Малого Кавказа. М.: Наука, 2004. 279 с.
- Мозговой А. А., Попова Т. И., Кулачкова В. Г., Шахматова В. И., Малахова Р. П. Работа 319-й Союзной гельминтологической экспедиции в Карелии 1961–1962 гг. // Гельминты животных северных районов СССР: Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1966. Т. 17. С. 303–306.
- Невоструева Л. С. Изучение циклов развития возбудителей эхиностоматидозов домашних птиц: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1954. 22 с.
- Определитель трематод рыбоядных птиц Палеарктики (брахилаймиды, клиностомиды, циклоцелиды, фасциолиды, нотокотилиды, плагиорхины, шистосоматиды). М.: Наука, 1985. 256 с.
- Определитель трематод рыбоядных птиц Палеарктики (описторхины, рениколиды, стригейды). М.: Наука, 1986. 216 с.
- Панин В. Я. Биология трематод *Prosthogonimus ovatus* (Rud., 1809) и *Prosthogonimus cuneatus* (Rud., 1809) – паразитов фабрициевой сумки и яйцевода диких и домашних птиц // Изв. АН КазССР. Серия биол. Т. 14, вып. 2. 1957. С. 53–65.
- Панин В. Я. Трематоды дикроцелииды мировой фауны. Алма-Ата: Наука, 1984. 246 с.
- Румянцев Е. А., Иешко Е. П. Паразиты рыб водоемов Карелии: систематический каталог. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1997. 120 с.
- Скрябин К. И. Трематоды животных и человека. Основы трематодологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 6. 760 с.
- Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М.: Академкнига, 2003. 808 с.
- Судариков В. Е. Трематоды фауны СССР. Стригиды. М.: Наука, 1984. 168 с.
- Судариков В. Е., Шигин А. А., Курочкин Ю. В., Ломакин В. В., Стенько Р. П., Юрлова Н. И. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов России / Отв. ред. В. И. Фрезе. М.: Наука, 2002. Т. 1. 298 с.
- Федоров К. П. Закономерности пространственного распределения паразитических червей. Новосибирск: Наука, 1986. 256 с.
- Филимонова Л. В. Обзор и таксономический анализ видового состава трематод рода *Notocotylus* фауны СССР // Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1982. Т. 31. С. 107–149.
- Филимонова Л. В. Трематоды фауны СССР. Нотокотилиды. М.: Наука, 1985. 128 с.
- Шарпило В. П., Искова Н. И. Фауна Украины. Трематоды. Плагиорхиаты (*Plagiorchiata*). Киев: Наукова думка, 1989. Т. 34, вып. 3. 280 с.
- Шигин А. А. Диплостомозы прудовых рыб. Зоопаразитология, 4. Итоги науки и техники ВИНТИ. М., 1975. С. 52–76.
- Шигин А. А. Морфология, биология и таксономия рода *Diplostomum* от чайковых птиц Палеарктики // Цестоды и трематоды. Морфология, систематика и экология: Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР, 1977. Т. 27. С. 5–64.



- Шигин А. А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. Т. XIV. М.: Наука, 1986. 254 с.
- Шигин А. А. Трематоды фауны России и сопредельных регионов. Род *Diplostomum*. Мариты. М.: Наука, 1993. 208 с.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Эхиностоматиды птиц Карелии // Уч. зап. Петргу. Серия Естественные и технические науки. 2011. № 8. С. 24–28.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Трематоды водоплавающих птиц Карелии: фаунистический обзор // Материалы 5-й Всероссийской конференции с международным участием по теоретической и морской паразитологии (г. Светлогорск, Калининградская область, 23–27 апреля 2012 г.). Калининград, 2012а. С. 233–236.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Трематофауна некоторых утиных (Anatidae) Карелии // Современные проблемы общей паразитологии: материалы международной научной конференции (Москва, 30 октября – 1 ноября 2012 г.). М., 2012б. С. 404–408.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Фауна трематод водоплавающих птиц Карелии // Паразитология. 2012в. Т. 46 (2). С. 98–110.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Трематоды некоторых чайковых (Laridae) Карелии // Материалы V Съезда Паразитологического общества при РАН: Всероссийская конференция с международным участием (24–27 сентября 2013 г., Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск). Новосибирск: Гарамонд, 2013а. 228 с.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И., Иешко Е. П. Эколого-фаунистические особенности видового состава трематод водно-болотных птиц Карелии // Труды КарНЦ РАН, 2013б. № 2. С. 108–110.
- Яковлева Г. А., Лебедева Д. И. Трематоды водно-болотных птиц Карелии: учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр, 2012. 37 с.
- Awharitoma A. O., Okaka C. E., Obaze S. E. Larval stages of *Brachylaima fuscum* in the terrestrial snail *Limicola aurora* from southern Nigeria // Journal of Helminthology 77, 2003. P. 1–5.
- Bray A., Gibson D. I., Jones A. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 3. 2008. 824 p.
- Cichowlas Z. The life cycle of *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819) in brackish waters of the Baltic Sea // Acta Parasitol. Polon. 1961. Vol. 9. P. 33–46.
- Cribb T. H. Introduction of a *Brachylaima* species (Digenea: Brachylaimidae) to Australia. International Journal for Parasitology 20, 1990. P. 789–796.
- Gibson D. I., Jones A., Bray A. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 1. 2002. 521 p.
- Granovitch A., Johannesson K. Digenetic trematodes in four species of *Littorina* from the west coast of Sweden / Ophelia, 53(1), 2000. P. 55–65.
- Huxham M., Raffaelli D., Pike A. The influence of *Cryptocotyle lingua* infections on the survival and fecundity of *Littorina littorea*: an ecological approach // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 168. 1993. P. 223–238.
- Jones A., Bray A., Gibson D. I. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 2. 2005. 745 p.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Recherches sur le cycle évolutif des Trématodes appartenant au genre *Brachylaemus* Dujardin (syn. *Harmostomum* Braun). Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences Paris, 195. 1932a. P. 972–973.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Le développement du trématode *Brachylaemus* (Brachylaemus) nicolli (Witenberg). Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences Paris 109. 1932b. P. 464–466.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Recherches sur les trématodes du genre *Brachylemus* Dujardin (syn. *Harmostomum* Braun). Bulletin de Biologie de France et Belgique 68. 1934. P. 385–418.
- Kanev I., Vassilev I. Morphology, biology and taxonomy of *Sphaeridiotrema globulus* (Rudolphi, 1819), Odhner, 1913. In: Fauna, taxonomy and ecology of helminths on birds. Editor I. Vassilev. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia. 1984. P. 135–148.
- Khalifa R. Studies on Schistosomatidae Looss, 1899 (Trematoda) of aquatic birds of Poland. I. On the life cycle of *Bilharziella polonica* Kowalewski, 1895, with a discussion of the subfamily Bilharziellinae Price, 1929 // Acta Parasitologica Polonica. 20. 1972. P. 343–365.
- Lewis D. B. The Physiology of the Tettigoniid Ear II. The Response Characteristics of the Ear to Differential Inputs: Lesion and Blocking Experiments // The Journal of Experimental Biology, 60, 1974. P. 839–851.
- McDonald M. E. Catalogue of helminths of waterfowl (Anatidae). Bureau of sport fisheries and wildlife. Washington, 1969. 692 p.
- Niewiadomska K. Present status of *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) and differentiation of *Diplostomum pseudospathaceum* nom. nov. (Trematoda: Diplostomidae) // Systematic Parasitology 6, 1984. P. 81–86.
- Niewiadomska K. Verification of the life-cycles of *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) and *D. pseudospathaceum* Niewiadomska, 1984 (Trematoda, Diplostomidae) // Systematic Parasitology 8, 1986. P. 23–31.
- Niewiadomska K. *Diplostomum paracaudum* (Iles, 1959) Shigin, 1977 (Digenea, Diplostomidae) and its larval stages – a new record from Poland // J. Acta Parasitologica Polonica, 1987, Vol. 31, No. 23–32. P. 199–210.
- Niewiadomska K. The genus *Diplostomum* – taxonomy, morphology and biology // Acta Parasitologica. 1996. Vol. 41 (2). P. 55–66.
- Pojmanska T. *Leucochloridium perturbatum* sp. n. (Trematoda, Brachylaimidae), morphology, individual variability and life cycle // Acta Parasitol. Polon. Vol. 16, No 20/27. 1969. P. 153–175.
- Pojmanska T. Life cycle of *Neoleucochloridium hostostomum* (Rudolphi, 1819) (Trematoda, Leucochloridiidae). Acta parasit. pol. 23, 1975. P. 23–36.
- Pojmanska T. Life cycle of *Leucochloridium vogtianum* Baudon, 1881 (= *L. phragmitophila* Bykovskaja-Pavlovskaja et Dubinina, 1951 in parte) (Trematoda, Leucochloridae). Acta Parasitologica Polonica 25, 1978. P. 11–20.

Schmidt R. Der Entwicklungszyklus von *Urogonimus macrostomus* (Rudolphi, 1803) (Trematoda: Digenea: Leucochloridiidae). *Die Naturwissenschaften* 18. 1964. 444 p.

Schmidt R. Zur Kenntnis der Trematodenlarven aus Landmollusken. I. Der Entwicklungszyklus von *Urogonimus macrostomus* (Rudolphi, 1803) (Trematoda: Digenea: Leucochloridiidae). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 26. 1965. P. 1–17.

Styczynska-Jurewicz E. The life cycle of *Plagiorchis elegans* (Rud., 1802) and revision of the genus *Plagiorchis* Luhe, 1889 // *Acta parasitol. pol.* 1962. Vol. 10, No 2. P. 419–445.

Sumenkova N. I. On the biology of *Brachlaemus fuscatus* (Rud. 1819) // *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk Kazakstan, USSR* 16, 1902. P. 166–168.

Thiengo S. & Amato S. B. *Phyllocaulis variegates* (Mollusca: Veronicellidae) a new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). (Technical note). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 90, 1995. P. 621–622.

Vojtek J. Zur Kenntnis des Entwicklungszyklus von *Apatemon cobitidis* (Linstow, 1890). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 24. 1964. P. 578–599.

Yamaguti S. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates, Vol. I. Keigaku, Tokyo, Japan, 1971. 1074 p.

Поступила в редакцию 27.01.2014

## References

Andreeva G. A., Lebedeva D. I. Fauna trematod kryakvy (Anas platyrhynchos Linnaeus, 1758) Karelii [Fauna of Trematode species in *Anas platyrhynchos* Linnaeus]. *Sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnogo simpoziuma «Parazity Golarktiki» (Petrozavodsk, 4–8 oktyabrya 2010 g.)* [Collection of scientific articles of International Symposium «Parasites of Holarctic» (Petrozavodsk, 4–8 October, 2010)]. Petrozavodsk: PIN, 2010. S. 13–19.

Alekseev V. M. K izucheniyu ekologii lichinok trematod vodoplavayushchikh ptits [On study of ecology of trematode larvae in waterfowl birds]. *Gel'minty cheloveka, zhivotnykh i rastenii i bor'ba s nimi* [Helminths of humans, animals and plants, and parasite control]: Sbornik k 85-letiyu K. I. Skryabina. Moscow, 1963. S. 215–218.

Alekseev V. M. Gel'minty gusinykh ptits Primor'ya, ikh ekologiya i ontogenez [Helminths in Anserinae of Primorye, their ecology and ontogeny]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Vladivostok, 1965. 14 s.

Alishauskaite V. K. Zhiznennyi tsikl Echinopaiyphium nordiana Baschkirova, 1941 (Echinostomatidae) [Life cycle of *Echinopaiyphium nordiana* Baschkirova, 1941 (Echinostomatidae)]. *Acta Parasitol.* Lituan. 1959. Vol. 2. S. 97–103.

Belyakova-Butenko Yu. V. Lichinki trematod v presnovodnykh mollyuskakh Irgiz-Turgaya [Larvae of Trematodes in freshwater molluscs of Irgiz-Turgai]. *Tr. Inta zoologii KazSSR* [Proceedings of Zoology Institute of KazSSR]. 1971. T. 31. S. 74–86.

Belyakova Yu. V. Novye dannye po tsiklu razvitiya Sphaeridiotrema globulus Rud., 1819 (Trematoda: Psilostomatidae) [New data on *Sphaeridiotrema globulus* Rud. development cycle, 1819 (Trematoda: Psilostomatidae)]. *Zhiznennyye tsikly, ekologiya i morfologiya gel'mintov zhivotnykh Kazakhstana* [Life cycles, ecology and morphology of animal helminths of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka, 1978. S. 40–47.

Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov i znachenie ee v sistematike sosal'shchikov roda Leucochloridium Carus, 1835 [Variability of morphological features and its significance in systematics of trematodes of genus *Leucochloridium* Carus, 1835]. *Parazitol. sb. Zool. in-ta AN*

SSSR [Parasitology, proceedings of Zoological Institute of USSR AS]. 1951. T. 13. S. 45–74.

Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. Trematody ptits SSSR [Bird trematodes of USSR]. Moscow; Leningrad, Izd. AN SSSR, 1962. 407 s.

Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. Trematody proletnykh ptits Kurshskoi kopy [Trematodes of migratory birds of Curonian Spit]. *Parazitologicheskii sbornik ZIN AN SSSR* [Parasitology, proceedings of Zoological Institute of USSR AS], Leningrad: Nauka, 1974. S. 39–80.

Dubinina M. N. Parazitologicheskoe issledovanie ptits [Parasitological study of birds] / Pod red. A. S. Monchadskogo. Leningrad: Nauka, 1971. 140 s.

Fedorov K. P. Zakonomernosti prostranstvennogo raspredeleniya paraziticheskikh chervei [Patterns of spatial distribution of parasitic worms]. Novosibirsk: Nauka, 1986. 256 s.

Filimonova L. V. Obzor i taksonomicheskii analiz vidovogo sostava trematod roda Notocotylus fauny SSSR [Survey and taxonomic analysis of trematode species composition of genus *Notocotylus* of USSR fauna]. *Tr. Gel'mintol. lab. AN SSSR* [Proceedings of helminthological laboratory of USSR AS]. 1982. T. 31. S. 107–149.

Filimonova L. V. Trematody fauny SSSR. Notokotilidy [Trematodes of USSR fauna. Notocotylida]. Moscow: Nauka, 1985. 128 s.

Gvozdev M. A. Ekologo-parazitologicheskoe issledovanie zarazhennosti mollyuskov lichinkami trematod na ozerakh sistemy Kuito (Severnaya Kareliya) [Ecological and parasitological survey of molluscs infested with larval trematodes in Kuito Lake System (Northern Karelia)]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Leningrad, 1971. 21 s.

Ginetsinskaya T. A. K faune tserkarii mollyuskov Rybinskogo vodokhranilishcha. Sistematicheskii obzor tserkarii [On cercariae molluscs fauna of Rybinsk reservoir. Systematic review of cercariae]. *Ekologicheskaya parazitologiya* [Ecological parasitology]: Sb. st. Leningrad, 1959. Chast' I. S. 96–149.

Ginetsinskaya T. A., Dobrovol'skii A. A. K faune lichinok trematod iz presnovodnykh mollyuskov del'ty Volgi. 1. Furkotserkarii (semeistva Strigeidae i Diplostomidae) [On larval trematodes fauna in freshwater mussels from Volga estuary. 1. Phurcocercariae]. *Tr. Astrakhan.*

Zapoved [Proceedings of Astrakhan Nature Reserve], Astrakhan', 1962. Vyp. 6. S. 45–89.

Golikova M. N. Ekologo-parazitologicheskoe izucheniye biotsenoza nekotorykh ozer Kaliningradskoi oblasti [Ecological and parasitological study of biocenosis of some lakes in Kaliningrad region]. *Ekolog. parazitologiiya: sb. statei* [Ecological parasitology: collection of articles]. Leningrad: Izd-vo Leningrad. gos. un-ta, 1959. S. 150–194.

Ieshko E. P., Shul'man B. S., Lebedeva D. I., Barskaya Yu. Yu., Niemelya E. Parazitologicheskie aspekty invazii bychka-podkamenshchika *Cottus gobio* L. v reke Utsioki (Severnaya Finlyandiya) [Bullhead *Cottus gobio* L. invasion in Utsijoki River (Northern Finland): parasitological aspects]. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii* [Russian journal of biological invasions]. 2012. T. 5, № 3 (16). S. 28–37.

Ivanov V. M., Sudarikov V. E., Semenova N. N. Vidovoi sostav i mnogoletnyaya dinamika zarazhennosti trematodami ptits del'ty Volgi [Species composition and long-term dynamics of bird infestation with trematodes in Volga River estuary]. *Teoretich. i priklad. problemy parazitol. Tr. In-ta parazitol. RAN*. [Theoretical and applied problems of parasitology. Proceedings of InPA RAS] 2002. T. 43. S. 132–144.

Kirillov A. A., Kirillova N. Yu., Chikhlyayev I. V. Trematody nazemnykh pozvonochnykh Srednego Povolzh'ya [Trematodes of land vertebrates from middle Volga region]. *Tol'yatti: Kassandra*, 2012. 329 s.

Kotel'nikov G. A. *Echinostoma robustum* Y., 1935 [Echinostoma robustum Y., 1935]. *Sb. nauchno-tekh. inf. VIGIS*. Moscow, 1961. № 7–8. 29 s.

Krasnolobova T. A. K poznaniyu zhiznennogo tsikla trematody ptits *Mesorchis pseudoechinatus* Olsson, 1876 (Echinostomatidae Dietz, 1909) [Study of life cycle of trematode infesting birds *Mesorchis pseudoechinatus* Olsson, 1876 (Echinostomatidae Dietz, 1909)]. *Tr. Gel'mintol. laboratorii AN SSSR* [Proceedings of helminthological laboratory of USSR AS]. 1971. T. 22. S. 119–121.

Krasnolobova T. A. Izuchenie biologicheskikh osobennostei *Plagiorchis elegans* v del'te Volgi [Study of biological features of *Plagiorchis elegans* in Volga River estuary]. *Tr. Gel'mintol. lab. AN SSSR* [Proceedings of helminthological laboratory of USSR AS]. 1979. T. 29. S. 75–80.

Krasnolobova T. A. Trematody fauny SSSR. Rod *Plagiorchis* [Trematodes of USSR fauna. Genus *Plagiorchis*]. Moscow: Nauka, 1987. 165 s.

Lebedeva D. I., Novokhatskaya O. V. Pervyi sluchai obnaruzheniya metatserkarii trematody *Apatemon annuligerum* v vodoemakh Karelii [First record of trematode *Apatemon annuligerum* (metacercariae) in water bodies of Karelia]. *Zoologicheskii zhurnal*. [Zoological Journal]. 2006. T. 85, № 12. S. 1484–1485.

Lyubarskaya O. D., Galeeva L. Kh. O zarazhennosti strekoz metatserkariyami trematod v Tatarskoi ASSR [Dragonfly infection with trematode metacercariae in Tatar ASSR]. *Voprosy parazitol. vodnykh bespozvonochnykh zhivotnykh*. Vil'nyus, 1980. S. 68–70.

Malakhova R. P. K tsestofaune nekotorykh plastinchatoklyuvykh ptits Karelii [On cestode fauna of certain lamellirostral birds of Karelia]. *Ekologiya paraziticheskikh*

*organizmov*. [Ecology of parasitic organisms]. Petrozavodsk. 1985. S. 92–104.

Movsesyan S. O., Chubaryan F. A., Nikogosyan M. A. Trematody fauny yuga Malogo Kavkaza [Trematodes of fauna of southern Lesser Caucasus]. Moscow: Nauka, 2004. 279 s.

Mozgovo A. A., Popova T. I., Kulachkova V. G., Shakhmatova V. I., Malakhova R. P. Rabota 319-i Soyuznoi gel'mintologicheskoi ekspeditsii v Karelii 1961–1962 gg. [Work of 319th union helminthological expedition in Karelia, 1961–1962]. *Gel'minty zhivotnykh severnykh raionov SSSR* [Helminths of animals in northern regions of USSR]: Tr. Gel'mintol. lab. AN SSSR. 1966. T. 17. S. 303–306.

Nevostrueva L. S. Izuchenie tsiklov razvitiya vzbuditelei ekhinostomatidozov domashnikh ptits [Study of development cycles of echinostomatidae pathogens in poultry]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moscow, 1954. 22 s.

*Opredelitel'* trematod ryboyadnykh ptits Palearktiki (brakhiilaimidy, klinostomidy, tsiklotseleidy, fastsiolidy, notokotilidy, plagiorkhidy, shistosomatidy) [Key to trematodes in fish-eating birds of Palearctic (brachylaimida, clinostomida, cyclocoelida, fasciolida, notocotylida, plagiorchida, schistosomatida)]. Moscow: Nauka, 1985. 256 s.

*Opredelitel'* trematod ryboyadnykh ptits Palearktiki (opistorkhidy, renikolidy, strigeidy) [Key to trematodes is fish-eating birds of Palearctic]. Moscow: Nauka, 1986. 216 s.

Panin V. Ya. Biologiya trematod *Prosthogonimus ovatus* (Rud., 1809) i *Prosthogonimus cuneatus* (Rud., 1809) – parazitov fabritsievoi sumki i yaitsevoda dikikh i domashnikh ptits [Biology of *Prosthogonimus ovatus* (Rud., 1809) and *Prosthogonimus cuneatus* (Rud., 1809) trematodes – parasites in bursa fabricii and oviduct of wild and domestic birds] // *Izv. AN KazSSR. Seriya biol.* T. 14. Vyp. 2. 1957. S. 53–65.

Panin V. Ya. Trematody dikrotseliidy mirovoi fauny [Dicrocoeliid trematodes of the world fauna]. Alma-Ata: Nauka, 1984. 246 s.

Rumyantsev E. A., Ieshko E. P. Parazity ryb vodoemov Karelii: Sistemicheskii katalog [Fish parasites in water bodies of Karelia: Systematic catalogue]. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAN, 1997. 120 s.

Skryabin K. I. Trematody zhivotnykh i cheloveka [Trematodes of animals and humans]. Osnovy trematodologii. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1952. T. 6. 760 s.

Stepanyan L. S. Konspekt ornitologicheskoi fauny Rossii i sopredel'nykh territorii (v granitsakh SSSR kak istoricheskoi oblasti) [Conspectus of ornithological fauna of Russia and adjacent territories (within borders of USSR as a historic region)]. Moscow: Akademkniga, 2003. 808 s.

Sudarikov V. E. Trematody fauny SSSR [Trematodes of USSR fauna]. Strigeidy. Moscow: Nauka, 1984. 168 s.

Sudarikov V. E., Shigin A. A., Kurochkin Yu. V., Lomakin V. V., Sten'ko R. P., Yurlova N. I. Metatserkarii trematod – parazity presnovodnykh gidrobiontov Rossii [Trematode metacercariae as parasites of freshwater hydrobionts of Russia]. *Otv. red. V. I. Freze*. Moscow: Nauka, 2002. T. 1. 298 s.



- Sharpilo V. P., Iskova N. I. Fauna Ukrainy. Trematody. Plagiorkhiaty (Plagiorchiata) [Fauna of Ukraine. Trematodes. Plagiorchiata]. Kiev: Naukova Dumka, 1989. T. 34, vyp. 3. 280 s.
- Shigin A. A. Diplostomozy prudovykh ryb. Zooparazitologiya, 4 [Diplostomosis in pond fish. Zooparasitology, 4]. Itogi nauki i tekhniki VINITI. Moscow, 1975. S. 52–76.
- Shigin A. A. Morfologiya, biologiya i taksonomiya roda *Diplostomum* ot chaikovyykh ptits Palearktiki [Morphology, biology and taxonomy of genus *Diplostomum* from gulls of Palearctic]. *Tsestody i trematody. morfologiya, sistematika i ekologiya* [Cestodes and trematodes. Morphology, systematics and ecology]: Tr. Gel'mintol. lab. AN SSSR. 1977. T. 27. S. 5–64.
- Shigin A. A. Trematody fauny SSSR. Rod *Diplostomum*. Metatserkarii [Trematodes of the USSR fauna. Genus *Diplostomum*. Metacercaria.]. T. XIV. Moscow: Nauka, 1986. 254 s.
- Shigin A. A. Trematody fauny Rossii i sopredel'nykh regionov. Rod *Diplostomum*. Marity [Trematode fauna of Russia and adjacent territories. Genus *Diplostomum*. Marity]. Moscow: Nauka, 1993. 208 s.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Ekhinostomatidy ptits Karelii [Echinostomatidae in birds of Karelia]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University]. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2011. № 8. S. 24–28.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Trematody vodoplavayushchikh ptits Karelii: faunisticheskii obzor [Trematodes in waterfowl birds of Karelia: faunal review]. *Materialy 5 Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem po teoreticheskoi i morskoi parazitologii (g. Svetlogorsk, Kaliningradskaia oblast', 23–27 aprelya 2012 g.)* [Proceedings of 5th All-Russian conference with international participation on theoretical and marine parasitology (Svetlogorsk, Kaliningrad region, 23–27 April, 2012)]. Kaliningrad, 2012a. S. 233–236.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Trematodofauna nekotorykh utinykh (Anatidae) Karelii [Trematodofauna of some Anatidae in Karelia]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Sovremennye problemy obshchei parazitologii» (Moskva, 30 oktyabrya – 1 noyabrya 2012 g.)* [Proceedings of international scientific conference «Modern problems of general parasitology» (Moscow, 30 October – 1 November, 2012)]. Moscow, 2012b. S. 404–408.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Fauna trematod vodoplavayushchikh ptits Karelii [Trematode fauna of waterfowl birds of Karelia]. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2012v. T. 46 (2). S. 98–110.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Trematody nekotorykh chaikovyykh (Laridae) Karelii [Trematodes of some gulls (Laridae) in Karelia]. *Materialy V S'ezda Parazitologicheskogo obshchestva pri RAN: Vserossiiskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem (24–27 sentyabrya 2013 g., Institut sistematiiki i ekologii zhivotnykh SO RAN, Novosibirsk)* [Proceedings of 5th congress of Parasitological Society at RAS: All-Russian conference with international participation (24–27 September, 2013)]. Novosibirsk: Garamond, 2013a. 228 c.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I., Ieshko E. P. Ekologo-faunisticheskie osobennosti vidovogo sostava trematod vodno-bolotnykh ptits Karelii [Ecological and faunal features of Trematode species composition in wetland birds of Karelia]. *Trudy KarNTs RAN* [Proceedings of KarRC RAS]. 2013b. № 2. S. 108–110.
- Yakovleva G. A., Lebedeva D. I. Trematody vodno-bolotnykh ptits Karelii [Trematodes in wetland birds of Karelia]: uchebno-metodicheskoe posobie. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr, 2012. 37 s.
- Awharitoma A. O., Okaka C. E., Obaze S. E. Larval stages of *Brachylaima fuscum* in the terrestrial snail *Limicolaria aurora* from southern Nigeria // *Journal of Helminthology* 77, 2003. P. 1–5.
- Bray A., Gibson D. I., Jones A. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 3. 2008. 824 p.
- Cichowlas Z. The life cycle of *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819) in brackish waters of the Baltic Sea. *Acta Parasitol. Polon.* 1961. Vol. 9. P. 33–46.
- Cribb T. H. Introduction of a *Brachylaima* species (Digenea: Brachylaimidae) to Australia. *International Journal for Parasitology* 20, 1990. P. 789–796.
- Gibson D. I., Jones A., Bray A. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 1. 2002. 521 p.
- Granovitch A., Johannesson K. Digenetic trematodes in four species of *Littorina* from the west coast of Sweden / *Ophelia*, 53(1), 2000. P. 55–65.
- Huxham M., Raffaelli D., Pike A. The influence of *Cryptocotyle lingua* infections on the survival and fecundity of *Littorina littorea*: an ecological approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 168. 1993. P. 223–238.
- Jones A., Bray A., Gibson D. I. Keys to the Trematoda. CAB International and The Natural History Museum, London. 2. 2005. 745 p.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Recherches sur le cycle évolutif des Trématodes appartenant au genre *Brachylaemus* Dujardin (syn. *Harmostomum* Braun). *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences Paris*, 195. 1932a. P. 972–973.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Le développement du trématode *Brachylaemus* (Brachylaemus) nicolli (Witenberg). *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences Paris* 109. 1932b. P. 464–466.
- Joyeux Ch., Baer J. G., Timon-David J. Recherches sur les trématodes du genre *Brachylemus* Dujardin (syn. *Harmostomum* Braun). *Bulletin de Biologie de France et Belgique* 68. 1934. P. 385–418.
- Kanev I., Vassilev I. Morphology, biology and taxonomy of *Sphaeridiotrema globulus* (Rudolphi, 1819), Odnher, 1913. In: Faunae, taxonomy and ecology of helminths on birds. Editor I. Vassilev. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia. 1984. P. 135–148.
- Khalifa R. Studies on Schistosomatidae Looss, 1899 (Trematoda) of aquatic birds of Poland. I. On the life cycle of *Bilharziella polonica* Kowalewski, 1895, with a discussion of the subfamily Bilharziellinae Price, 1929. *Acta Parasitologica Polonica*. 20. 1972. P. 343–365.
- Lewis D. B. The Physiology of the Tettigoniid Ear II. The Response Characteristics of the Ear to Differential



Inputs: Lesion and Blocking Experiments. *The Journal of Experimental Biology*, 60, 1974. P. 839–851.

McDonald M. E. Catalogue of helminths of waterfowl (Anatidae). Bureau of sport fisheries and wildlife. Washington, 1969. 692 p.

Niewiadomska K. Present status of *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) and differentiation of *Diplostomum pseudospathaceum* nom. nov. (Trematoda: Diplostomidae). *Systematic Parasitology* 6, 1984. P. 81–86.

Niewiadomska K. Verification of the life-cycles of *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) and *D. pseudospathaceum* Niewiadomska, 1984 (Trematoda, Diplostomidae). *Systematic Parasitology* 8, 1986. P. 23–31.

Niewiadomska K. *Diplostomum paracaudum* (Iles, 1959) Shigin, 1977 (Digenea, Diplostomidae) and its larval stages – a new record from Poland. *J. Acta Parasitologica Polonica*, 1987, Vol. 31, No. 23–32. P. 199–210.

Niewiadomska K. The genus *Diplostomum* – taxonomy, morphology and biology. *Acta Parasitologica*. 1996. Vol. 41 (2). P. 55–66.

Pojmanska T. *Leucochloridium perturbatum* sp. n. (Trematoda, Brachylaimidae), morphology, individual variability and life cycle. *Acta Parasitol. Polon.* Vol. 16, No 20/27. 1969. P. 153–175.

Pojmanska T. Life cycle of *Neoleucochloridium holostomum* (Rudolphi, 1819) (Trematoda, Leucochloridiidae). *Acta Parasit. Pol.* 23, 1975. P. 23–36.

Pojmanska T. Life cycle of *Leucochloridium vogtianum* Baudon, 1881 (= *L. phragmitophila* Bykovskaja-Pavlovskaja et Dubinina, 1951 in parte) (Trematoda,

Leucochloridiidae). *Acta Parasitologica Polonica* 25, 1978. P. 11–20.

Schmidt R. Der Entwicklungszyklus von *Urogonimus macrostomus* (Rudolphi, 1803) (Trematoda: Digenea: Leucochloridiidae). *Die Naturwissenschaften* 18. 1964. 444 p.

Schmidt R. Zur Kenntnis der Trematodenlarven aus Landmollusken. I. Der Entwicklungszyklus von *Urogonimus macrostomus* (Rudolphi, 1803) (Trematoda: Digenea: Leucochloridiidae). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 26. 1965. P. 1–17.

Styczynska-Jurewicz E. The life cycle of *Plagiorchis elegans* (Rud., 1802) and revision of the genus *Plagiorchis* Luhe, 1889. *Acta Parasitol. Pol.* 1962. Vol. 10, No 2. P. 419–445.

Sumenkova N. I. On the biology of *Brachylaemus fuscatus* (Rud. 1819). *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk Kazakstan, USSR* 16, 1902. P. 166–168.

Thiengo S. & Amato S. B. *Phyllocaulis variegates* (Mollusca: Veronicellidae) a new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). (Technical note). *Mémoires do Instituto Oswaldo Cruz* 90, 1995. P. 621–622.

Vojtek J. Zur Kenntnis des Entwicklungszyklus von *Apatemon cobitidis* (Linstow, 1890). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 24. 1964. P. 578–599.

Yamaguti S. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates, Vol. I. Keigaku, Tokyo, Japan, 1971. 1074 p.

Received January 27, 2014

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Яковлева Галина Анатольевна

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: galina\_il87@mail.ru  
тел.: (8142) 762706

### Лебедева Дарья Ивановна

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: daryal78@mail.ru  
тел.: (8142) 762706

### Иешко Евгений Павлович

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

## CONTRIBUTORS:

### Yakovleva, Galina

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: galina\_il87@mail.ru  
tel.: (8142) 762706

### Lebedeva, Darya

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: daryal78@mail.ru  
tel.: (8142) 762706

### Ieshko, Evgueniy

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

## ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

### НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ (к 50-летию со дня рождения)

Николаю Викторовичу Ильмасту, доктору биологических наук, доценту, заведующему лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных ИБ КарНЦ РАН, 19 апреля 2015 г. исполняется 50 лет.

Николай Викторович родился в 1965 году в г. Кондопоге. Его профессиональный путь исследователя связан с Институтом биологии КарНЦ РАН, в котором он начал работать сразу после окончания Петрозаводского государственного университета в 1989 году. Уже в студенческие годы проявились его самостоятельность, увлеченность гидробиологией, интерес к исследовательской работе. В 1999 г. он защитил кандидатскую диссертацию по теме «Сиговые рыбы некоторых водоемов Карелии и Финляндии», а в 2012 г. – докторскую диссертацию на тему «Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения» в ИПЭЭ РАН (г. Москва). За 25-летний период работы в лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Н. В. Ильмаст прошел все научные должности вплоть до заведующего лабораторией (октябрь 2013 г.). За эти годы проявил себя как высококвалифицированный специалист, знающий современные научные проблемы и направления развития исследований, отечественные и зарубежные достижения экологии водоемов и ихтиологии. Основные направления его исследований связаны с изучением популяционной динамики пресноводных рыб внутренних водоемов Восточной Фенноскандии. Юбилей является



организатором и участником многочисленных экспедиционных ихтиологических исследований, включая и международные. Он заявил о себе как умелый организатор и руководитель науки, обладающий такими ценными качествами, как глубокая заинтересованность

в работе, организованность, аккуратность, высокая работоспособность.

Под руководством Н. В. Ильмаста и при непосредственном его участии выполнен сравнительный анализ оригинальных материалов по вселению различных видов рыб в водоемы Карелии. Дана оценка результативности работ по акклиматизации новых видов рыб, выявлены факторы, способствующие их выживанию в озерных экосистемах. В последние годы он активно занимается изучением влияния техногенного загрязнения и товарного форелеводства на состояние водных экосистем. Анализ полученных данных показал, что в таких водоемах происходит упрощение структуры водных сообществ, изменение в параметрах популяций рыб и выпадение отдельных их видов. Предложена оригинальная методика оценки степени воздействия форелевых хозяйств на водные экосистемы Карелии, которая применяется для экспертной оценки в других подобных хозяйствах Северо-Запада России.

Научные исследования, проводимые Н. В. Ильмастом, постоянно получают финансовую поддержку российских научных фондов (РФФИ и РГНФ), федеральных программ ФЦНТП и ФЦП, программ фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических наук РАН, региональных программ Министерства сельского, рыбного и охотничьего хозяйства РК, Министерства экономического развития РК, а также Общества форелеводов РК и др. Результаты выполненных работ широко используются рыбохозяйственными учреждениями и организациями Карелии при прогнозировании возможных изменений в составе рыбного населения водоемов с различными антропогенными воздействиями; при составлении региональных программ по рациональному использованию рыбных запасов внутренних водоемов; для оценки рыбопродуктивности озер и оптимизации режимов промысла; для расчета объемов выращивания форели в садках. Материалы исследований учитываются при подготовке предложений по организации особо охраняемых природных территорий.

Николай Викторович – автор более 170 печатных работ, в том числе пяти коллективных монографий, ряда статей в журналах «Вопросы ихтиологии», «Экология», «Паразитология», «Известия РАН», «Биология внутренних вод», «Рыбоводство и рыбное хозяйство», «Вопросы рыболовства» и в зарубежных изданиях, а также одного учебного пособия. Совместно с коллегами получены два свидетельства на регистрацию баз данных: «Редкие и охраняемые виды рыб в водоемах Карелии» и «Комплекс

морфометрических и биохимических показателей некоторых пресноводных видов рыб из техногенного водоема (модельный объект: водохранилище Костомукшского горно-обогатительного комбината, Республика Карелия)». Результаты своих исследований Н. В. Ильмаст регулярно представляет на многочисленных зарубежных, международных и всероссийских научных конференциях, симпозиумах, съездах, активно сотрудничает со многими отечественными и зарубежными специалистами.

Научно-исследовательскую работу юбиляр успешно совмещает с преподавательской деятельностью, подготовкой научных кадров. Он является доцентом кафедры зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета ПетрГУ, читает курсы лекций «Ихтиология», «Биологические основы рыбоводства», «Физиология рыб», «Гидрология» для студентов II–V курсов. Большое внимание он уделяет обучению студентов новым современным методам исследований, обработке и обобщению полученной информации, стремится увлечь молодых исследователей актуальными научными проблемами. Осуществляет руководство практикой, подготовкой курсовых и дипломных работ студентов, оказывает консультативную помощь при проведении исследований. В настоящее время является научным руководителем аспиранта. В 2012 г. он окончил курсы повышения квалификации при ПетрГУ по программе «Современный образовательный менеджмент в вузе».

Николай Викторович ведет активную научно-организационную работу: является экспертом по лососевым рыбам Межведомственной ихтиологической комиссии при Росрыболовстве, членом Гидробиологического общества РАН, Ученого совета ИБ КарНЦ РАН, заместителем ответственного редактора серии «Экологические исследования» Трудов КарНЦ РАН, был председателем ГЭК агротехнического факультета ПетрГУ. Он выступает в качестве оппонента при защите кандидатских диссертаций.

За плодотворную научную работу Н. В. Ильмаст награжден Почетными грамотами Российской академии наук и Профсоюза работников РАН, Президиума Карельского научного центра РАН.

Поздравляем Николая Викторовича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья, воплощения в жизнь всех намеченных планов, дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

*А. Н. Круглова,  
О. П. Стерлигова*

# СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ Н. В. ИЛЬМАСТА

**1992.** Особенности биологии сига Сямозера в связи с эвтрофированием водоема // Сб.: Биологические исследования растительных и животных систем. Петрозаводск. КарНЦ РАН. С. 79–87. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

**1995.** The structure and biodiversity of water Ecosystems in Lake Tolvojarvi // Karelian Biosphere Reserve. Studies. North Karelian Biosphere Reserve. Joensuu. P. 235–242. (Совместно с A. V. Ryabinkin, A. V. Freindling, P. A. Lozovic, O. P. Sterligova, V. Ya. Pervozvansky, A. J. Kalugin, A. L. Chupukov).

**1997.** Биомониторинг озерно-речной системы р. Лижма (южная Карелия) // Сб.: Мониторинг биоразнообразия. Москва. С. 307–313. (Совместно с О. П. Стерлиговой, С. Ф. Комулайненом, Я. А. Кучко, С. А. Павловским, А. К. Морозовым).

**1999.** Сиговые рыбы некоторых водоемов Карелии и Финляндии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск. 25 с.

Сиги озера Мантоярви // Вопросы ихтиологии. Т. 39, № 1. С. 120–124. (Совместно с О. П. Стерлиговой, В. В. Хренниковым, Э. Ниемеля, М. Каукоранта).

**2001.** The effect of a trout farm on the lake-river system of the river Lishma // Ecogidrology and Hydrobiology. Vol. 1, № 1–2. P. 219–228. (Совместно с O. P. Sterligova, S. F. Komulainen, S. A. Pavlovsky, Y. A. Kuchko).

**2002.** Coregonid fishes of Lake Tulos // Arch. Hydrobiol. Sptc. Issus Advanc. Limnol. 57. P. 479–485. (Совместно с O. P. Sterligova, V. Y. Pervozvansky, S. P. Kitaev).

Сиговые рыбы озера Пюхьярви и изменения рыбного населения под воздействием интродукции новых видов // Вопросы ихтиологии. Т. 42, № 6. С. 763–767. (Совместно с В. В. Хренниковым).

**2003.** Изменение структуры рыбного населения малых и средних водоемов Финноскандии // В кн.: Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: КарНЦ РАН, С. 213–220. (Совместно с О. П. Стерлиговой, В. Я. Первозванским, С. П. Китаевым).

Сиги *Coregonus lavaretus* (L.) малых водоемов Северной Лапландии (Финляндия) // Вопросы ихтиологии, Т. 43, № 3. С. 338–344. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

Питание малотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) малых водоемов национального парка «Паанаярви» // Труды КарНЦ РАН.

Природа национального парка «Паанаярви». Серия Б «Биология». Вып. 3. Петрозаводск, С. 139–144. (Совместно с В. В. Хренниковым, Ю. А. Шустовым).

**2004.** The results of the introduction of coregonid fishes into Vashozero a lake in southern // Biology and Management of Coregonid Fishes // Finnish Zoological and Botanical Publishing. Vol. 41, № 1. P. 191–194. (Совместно с О. П. Sterligova).

Многолетняя динамика структурных и системных характеристик рыбного населения эвтрофируемого Сямозера // Биология внутренних вод. № 3. С. 93–102. (Совместно с В. Г. Терещенко, О. П. Стерлиговой, В. Т. Павловым).

An analysis of work on artificial reproduction of the Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), of Lake Ladoga // Sustainable Use, Management and Monitoring of Fish Resources in Lake Ladoga (ed. M. Viljanen). University of Joensuu, Report of Karelian Institute, № 4, P. 87–94.

**2005.** Кумжи, радужная форель, гольцы и перспективы их использования в озерах Северо-Запада России. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 108 с. (Совместно с С. П. Китаевым, В. Г. Михайленко).

Оценка состояния и динамика популяции ряпушки Сямозера // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 285–290. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

Состояние экосистемы Вашозера при вселении сиговых рыб // Труды КарНЦ РАН, Биогеография Карелии. Вып. 7. Петрозаводск, С. 64–72. (Совместно с О. П. Стерлиговой, Т. А. Иешко, С. А. Павловским, Я. А. Кучко).

Балансовая модель биотического сообщества Сямозера // Оперативно-информационные мат-лы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 55 с. (Совместно с Е. А. Криксуновым, А. Е. Бобыревым, В. А. Бурменским, В. Н. Павловым, О. П. Стерлиговой).

Введение в ихтиологию: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 148 с.

**2006.** Итоги вселения сиговых рыб в Вашозеро // Вопросы ихтиологии, Т. 46, № 2. С. 219–223. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

Мунозеро и его состояние // Труды КарНЦ РАН. Биогеография Карелии. Природа заповедника «Кивач». Вып. 10. Петрозаводск, С. 34–39. (Совместно с С. П. Китаевым, М. В. Брызгиным, В. Н. Павловым, Я. А. Кучко, В. В. Хренниковым).

Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 39 с. (Совместно с С. П. Китаевым, О. П. Стерлиговой).



**2007.** Охрана окружающей среды при выращивании форели в Карелии // Рыбоводство и рыбное хозяйство, № 2. С. 9–16. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

Горбуша. Ерш // В кн.: Карелия. Энциклопедия. Т. 1, Петрозаводск: Издательский Дом ПетроПресс. С. 260; 328.

**2008.** Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 92 с. (Совместно с С. П. Китаевым, Я. А. Кучко, С. А. Павловским).

Результаты вселения леща в Мунозеро (Южная Карелия) // Рыбоводство и рыбное хозяйство, № 4. С. 13–15. (Совместно с Я. А. Кучко).

Морская кумжа в водоемах Европейского Севера // Труды КарНЦ РАН. Вып. 12. С. 25–27. (Совместно с С. П. Китаевым).

**2009.** Налим. Окунь. Морские рыбы // В кн.: Карелия. Энциклопедия. Т. 2. / Под ред. А. Ф. Титова. Петрозаводск: Издательский Дом ПетроПресс. С. 237–238; 258; 304.

Распространение судака в водоемах Карелии // Вопросы ихтиологии, Т. 40, № 4. С. 558–561. (Совместно с О. П. Стерлиговой, А. А. Рюкшиевым).

Виды-вселенцы в водных экосистемах Карелии // Вопросы ихтиологии, Т. 49, № 3. С. 372–379. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

**2010.** Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России / Под ред. П. И. Данилова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. С. 79–80; 81–85; 85–91; 91–104; 295–305. (Совместно с О. П. Стерлиговой, В. Я. Первозванским, Ю. А. Шустовым, С. П. Китаевым).

Некоторые заповедные водоемы Карелии и их рыбное население // В кн.: Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России / Под ред. П. И. Данилова. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 295–305. (Совместно с О. П. Стерлиговой, Ю. А. Шустовым, В. Я. Первозванским, С. П. Китаевым).

Сравнительная характеристика многотычинковых сигов *Coregonus lavaretus* (Coregonidae) Сямозера и Тумасозера // Вопросы ихтиологии, Т. 50, № 3. С. 427–432. (Совместно с О. П. Стерлиговой, Д. С. Савосиным).

**2011.** Сиг. Судак // Карелия. Энциклопедия. Т. 3 / Под ред. А. Ф. Титова. Петрозаводск: Издательский Дом ПетроПресс. С. 88–89; 146 (Совместно с В. Я. Первозванским, О. П. Стерлиговой).

Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* озер Сямозера и Суоярви в связи с акклиматизацией // Вопросы рыболовства, Т. 12, № 3 (47).

С. 447–456. (Совместно с О. П. Стерлиговой, А. А. Рюкшиевым).

Состояние заливов Онежского озера при товарном выращивании радужной форели // Поволжский экологический журн., № 3. С. 386–393. (Совместно с О. П. Стерлиговой, С. П. Китаевым и др.)

Оценка состояния сигов *Coregonus lavaretus* L., обитающих в хвостохранилище горно-обогатительного комбината, по некоторым биохимическим и молекулярно-генетическим показателям // Труды КарНЦ РАН. № 3. С. 137–145. (Совместно с М. В. Чуровой, О. В. Мещеряковой, Н. Н. Немовой).

Активность лизосомальных протеиназ в органах щук (*Esox lucius* L), отловленных из озер с различной антропогенной нагрузкой // Труды КарНЦ РАН. № 3. С. 69–72. (Совместно с М. Ю. Крупновой, Н. Н. Немовой).

**2012.** Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: Институт проблем экологии и эволюции РАН им. А. Н. Северцова. 44 с.

Биота северных озер в условиях антропогенного воздействия / Под ред. Н. Н. Немовой, Н. В. Ильмаста, Е. П. Иешко, О. В. Мещеряковой. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 12–16; 16–21; 21–26; 41–47; 55–56; 56–58. (Совместно с П. А. Лозовиком, Я. А. Кучко, С. А. Павловским, О. П. Стерлиговой).

Состояние популяций корюшки *Osmerus eperlanus* Выгозера и Сямозера, сформировавшихся в процессе саморасселения // Вопросы ихтиологии, Т. 52, № 3. С. 358–364. (Совместно с О. П. Стерлиговой).

Сиг Костомукшского хвостохранилища в условиях техногенного загрязнения // Экология, № 4. С. 298–303. (Совместно с Н. Н. Немовой, Е. П. Иешко, О. В. Мещеряковой и др.).

Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* (L.) в Онежском озере и Выгозере // Биология внутренних вод, Т. 5, № 2. С. 55–60. (Совместно с О. П. Стерлиговой, А. А. Рюкшиевым).

Состояние некоторых водоемов северной Карелии и их использование для товарного выращивания форели // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 2. С. 39–45. (Совместно с О. П. Стерлиговой, С. П. Китаевым).

Байкальский бокоплав *Gmelinoides fasciatus* как кормовой объект литоральной зоны Онежского озера // Вопросы рыболовства, Т. 13, № 1 (49). С. 35–40. (Совместно с Я. А. Кучко).

Особенности численности и структуры популяции *Proteocephalus longigolis* (Zeder 1800)

(Cestoda: Proteocephalidae) – массового паразита сига *Coregonus lavaretus* L. в условиях техногенного загрязнения водоема // Известия РАН, Серия биологическая, № 4. С. 446–452. (Совместно с Л. В. Аникиевой, Е. П. Иешко и др.)

Особенности популяционной биологии цестод рода *Triaenophorus* в естественных и техногенно трансформированных водоемах // Паразитология, Т. 46, № 6. С. 434–443. (Совместно с Е. П. Иешко, Л. В. Аникиевой, Д. И. Лебедевой).

**2013.** Гидробиоценозы Костомукшского водохранилища (бассейн Белого моря) в условиях техногенного загрязнения // Известия Самарского научного центра РАН, Т. 15, № 3 (3).

С. 916–920. (Совместно с О. П. Стерлиговой, Я. А. Кучко, С. А. Павловским).

**2014.** Рыбное население особо охраняемых территорий Республики Карелия // Вопросы ихтиологии, Т. 54, № 6, С. 717–725. (Совместно с О. П. Стерлиговой, В. Я. Первозванским).

Состояние биоты озера Каменное (Северная Карелия) // Известия Самарского научного центра РАН, Т. 16, № 1 (4). С. 972–977. (Совместно с О. П. Стерлиговой, Я. А. Кучко, С. А. Павловским).

Зоопланктон как показатель состояния экосистемы озера Каменное // Ученые записки Петрозаводского госуниверситета, № 6. С. 2–26. (Совместно с Я. А. Кучко, Т. Ю. Кучко).

## РЕЦЕНЗИИ И БИБЛИОГРАФИЯ

**Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В.**  
**Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.: ил. 40, табл. 19. Библиогр. 779 назв.**

Монография посвящена анализу имеющихся в литературе данных и результатов собственных исследований авторов, касающихся поглощения ионов тяжелых металлов и их транспорта по растению, а также влияния тяжелых металлов на основные физиологические процессы. Рассмотрены механизмы металлоустойчивости растений, при этом особое внимание уделено детоксикации ионов металлов в клетке и участию антиоксидантной системы в повышении устойчивости растений к тяжелым металлам. Обобщены имеющиеся сведения о восприятии и передаче сигнала о воздействии тяжелых металлов в растительных клетках.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.



## **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 ее 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» 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: 185910, 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](mailto: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 названий 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 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 TIFF (\*.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 groenlandicus* (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.](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. Русскоязычные работы указываются в латинской транслитерации, за названием работы в квадратных скобках следует его перевод на английский язык; при наличии переводной версии можно указать ее библиографическое описание вместо транслитерированного. Библиографические описания прочих источников 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. Шерудило<sup>1</sup>, М. И. Сысоева<sup>1</sup>, Г. Н. Алексейчук<sup>2</sup>, Е. Ф. Марковская<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Карельского научного центра РАН

<sup>2</sup> Институт 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. Alekseychuk, E. F. Markovskaya. EFFECTS  
OF DIFFERENT REGIMES OF SEED HARDENING ON COLD RESISTANCE IN CUCUMBER PLANTS

Key words: *Cucumis sativus* L., temperature drop, resistance.

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2. Частота встречаемости видов нематод в исследованных биотопах

| Биотоп<br>(площадка) | Кол-во видов | Встречаемость видов нематод<br>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.

Илиел Э. Стереохимия соединений углерода / Пер. с англ. М.: Мир, 1965. 210 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.

### B References:

Vol'f G. N. Dispersiya opticheskogo vrashheniya i krugovoj dikhroizm v organicheskoy khimii [Optical rotatory dispersion and circular dichroism in Organic Chemistry]. Red. G. Snattske. Moscow: Mir, 1970. S. 348–350.

Iliel E. Stereokhimiya soedinenii ugleroda. Per. s angl. M.: Mir, 1965. 210 s.

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, N 4. P. 507–516.

Noctor G., Queval G., Mhamdi A., Chaouch A., Foyer C. H. Glutathione. In: Arabidopsis Book. American Society of plant Biologists, Rockville, MD. 2011. doi:10.1199/tab.0142.

### B References:

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. T. 31, № 2. S. 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, N 4. P. 507–516.

Noctor G., Queval G., Mhamdi A., Chaouch A., Foyer C. H. Glutathione. In: 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.

#### B References:

*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.)*. Novosibirsk, 2000. S. 125–128.

#### Ссылки на авторефераты диссертаций

*Шефтель Б. И.* Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 23 с.

#### B References:

*Sheftel' B. I.* *Ekologicheskie aspekty prostranstvenno-vremennykh mezhvidovykh vzaimootnoshenii zemlerоек Srednei Sibiri* [Ecological aspects of spatio-temporal interspecies relations of shrews of Middle Siberia]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moscow, 1985. 23 s.

#### Ссылки на диссертации

*Шефтель Б. И.* Экологические аспекты пространственно-временных межвидовых взаимоотношений землероек Средней Сибири: дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. С. 21–46.

#### B References:

*Sheftel' B. I.* *Ekologicheskie aspekty prostranstvenno-vremennykh mezhvidovykh vzaimootnoshenii zemlerоек Srednei Sibiri* [Ecological aspects of spatio-temporal interspecies relations of shrews of Middle Siberia]: dis. ... kand. biol. nauk. Moscow, 1985. S. 21–46.

#### 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.

#### B References:

*Patent RF* № 2000130511/28. 04.12.2000.

*Es'kov D. N., Seregin A. G.* Optiko-elektronnyi apparat [Optoelectronic apparatus]. Patent Rossii № 2122745. 1998. Byul. № 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.

#### B References:

*Grebenshchikov Ya. P.* K nebol'shomu kursu po bibliografii [Brief course on bibliography]: materialy i zametki, 26 fevr. – 10 marta 1924 g. OR RNB. F. 41. Ed. khr. 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: 25.11.2006).

#### B References:

*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. 2003. T. 6, vyp. 1. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (data obrashcheniya: 25.11.2006).

#### 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.

#### B References:

*Gosudarstvennaya Duma*, 1999–2003 [State Duma, 1999–2003]. Elektronnyi resurs: elektronnaya entsiklopediya. Apparat Gos. Dumy Feder. Sobraniya Ros. Federatsii. Moscow, 2004. 1 CD-ROM.



## TABLE OF CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| S. R. Znamenskii. XEROMESIC AND MESIC MEADOW VEGETATION IN SOUTHERN BOREAL ZONE OF KARELIA. ECOLOGICAL AND TOPOLOGICAL APPROACH . . . . .                                                                    | 3   |
| E. M. Matveeva, A. A. Sushchuk, D. S. Kalinkina. SOIL NEMATODE COMMUNITIES UNDER MONOCULTURE AGROCENOSSES (EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF KARELIA) . . . . .                                                     | 16  |
| T. Yu. Khokhlova, A. V. Artemyev. EFFECTS OF FARMLAND DEGRADATION ON OPEN LANDSCAPE BIRDS IN KARELIA . . . . .                                                                                               | 33  |
| D. B. Denisov, S. A. Val'kova, P. M. Terentjev, A. A. Cherepanov. ENVIRONMENTAL FEATURES OF SMALL SUBARCTIC GLACIAL LAKES (KHIBINY MASSIF, KOLA PENINSULA) . . . . .                                         | 40  |
| D. S. Dudakova, N. V. Rodionova, E. V. Protopopova, L. L. Kapustina, D. S. Bardinsky. STRUCTURE AND DYNAMICS OF AQUATIC ORGANISMS IN THE LITTORAL ZONE OF PETROKREPOST BAY (LAKE LADOGA) . . . . .           | 53  |
| T. P. Kulikova. ZOOPLANKTON IN WATER BODIES WITHIN THE CITY OF PETROZAVODSK (KARELIA) . . . . .                                                                                                              | 71  |
| N. M. Kaznina, A. F. Titov, Yu. V. Batova, N. V. Dorshakova, T. A. Karapetyan. THE ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE ENVIRONMENT WITH HEAVY METALS BASED ON THE CONDITION OF VEGETATION . . . . . | 89  |
| G. A. Yakovleva, D. I. Lebedeva, E. P. Ieshko. TREMATODES IN WETLAND BIRDS OF KARELIA (BASED ON MATERIALS FROM THE 319 <sup>th</sup> USSR HELMINTHOLOGICAL EXPEDITION, 1958–1962) . . . . .                  | 95  |
| DATES AND ANNIVERSARIES                                                                                                                                                                                      |     |
| A. N. Kruglova, O. P. Sterligova. NIKOLAI V. ILMAST (on the 50 <sup>th</sup> anniversary) . . . . .                                                                                                          | 111 |
| REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY . . . . .                                                                                                                                                                           | 116 |
| INSTRUCTIONS FOR AUTHORS . . . . .                                                                                                                                                                           | 117 |



Научное издание

**Труды Карельского научного центра  
Российской академии наук**  
№ 2, 2015

Серия ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Печатается по решению  
Президиума Карельского научного центра РАН*

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  
Оригинал-макет Г. О. Предтеченский

Подписано в печать 25.02.2015. Формат 60х84<sup>1</sup>/8.  
Гарнитура Pragmatica. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 13,2. Усл. печ. л. 14,4.  
Тираж 500 экз. Заказ 261.

Карельский научный центр РАН  
Редакционно-издательский отдел  
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50