

УДК 597.08.591.9

## РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗЕЛЕННОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

О. П. Стерлигова, Н. В. Ильмаст

*Институт биологии Карельского научного центра РАН*

Приведены данные по состоянию водных экосистем, входящих в Зеленый пояс Фенноскандии (озера Паанаярви, Каменное, Тулос, Толвоярви, Пюхяярви). До настоящего времени в водоемах сохранился исторически сложившийся видовой состав рыб. Показано, что стабильные и слабо подвергнутые любому влиянию экосистемы имеют высокую степень разнообразия и являются основой для сохранения генофонда.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** пресноводные экосистемы, биологическое разнообразие, рыбное население, фаунистические комплексы, биогенные элементы.

### **O. P. Sterligova, N. V. Ilmast. THE DIVERSITY OF AQUATIC ECOSYSTEMS IN THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA (REPUBLIC OF KARELIA)**

Data on the state of aquatic ecosystems forming the Green Belt of Fennoscandia (Lake Paanajärvi, Kamennoe, Tulos, Tolvajärvi, Pyhäjärvi) are given. Up to the present day, historically developed fish species composition has remained unchanged in the reservoirs. It is shown that stable and slightly influenced ecosystems have a high diversity rate and form a foundation for genetic conservation.

**K e y w o r d s:** freshwater ecosystems, biological diversity, ichthyofauna, faunal complexes, biogenic elements.

### **Введение**

Проблема сохранения биологического разнообразия в настоящее время приобретает социальную значимость, так как в результате хозяйственной деятельности происходят резкие изменения природных экосистем. Сохранение экосистем невозможно без сохранения их разнообразия, особенно видового, ибо только представители конкретных видов вступают в сложные биотические и абиотические взаимоотношения и определяют функционирование экосистем [Алимов и др., 1997].

В Зеленый пояс Фенноскандии входят водоемы, расположенные вдоль границы Карелии и Финляндии. С целью изучения их разно-

образия проводили научные работы на озерах, относящихся к северной части Карелии, – оз. Паанаярви, находящемся в одноименном национальном парке, и на оз. Каменном в заповеднике «Костомукшский». В средней части исследовали озера Толвоярвской группы ландшафтного заказника «Толвоярви» и оз. Тулос в планируемом ландшафтном заказнике «Тулос». На юге Карелии изучали состояние озера Пюхяярви (рис. 1). Все эти водоемы до настоящего времени сохранились практически в естественном состоянии, так как их водосборная площадь слабо заселена, на ней нет крупных промышленных предприятий, запрещены промысел, товарное рыбоводство и работы по акклиматизации рыб.

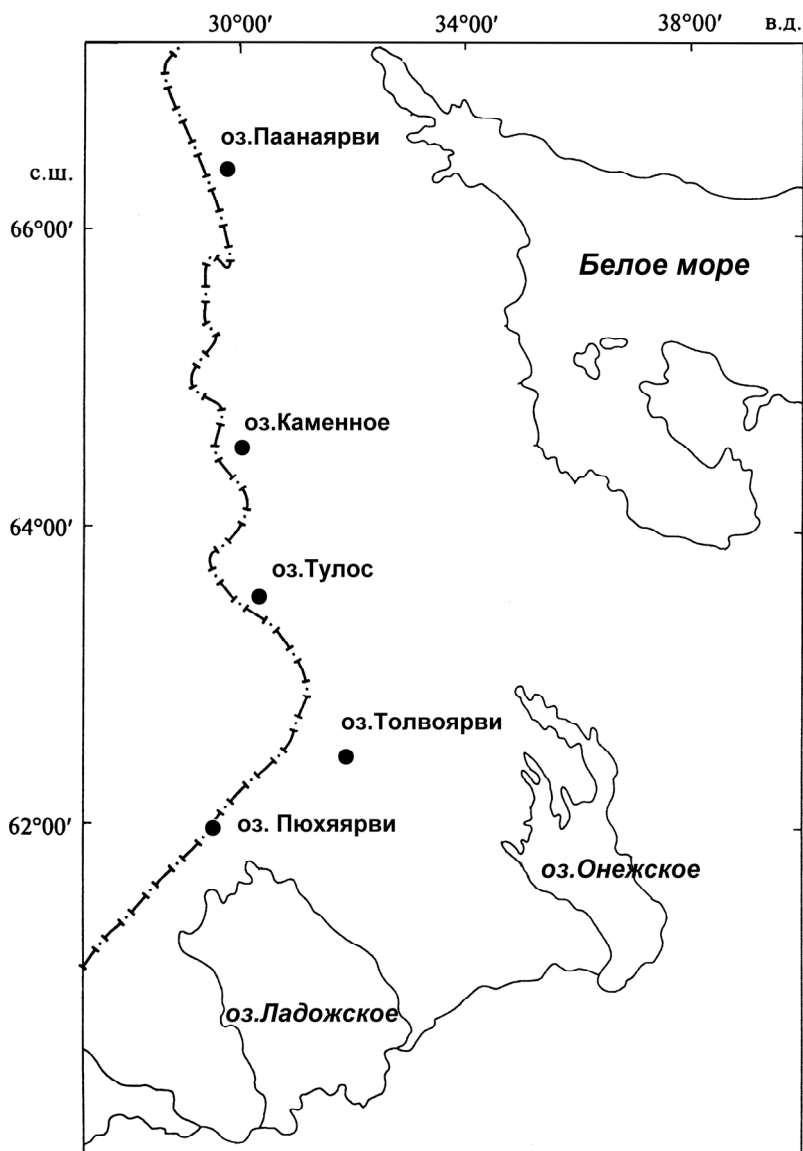


Рис. 1. Карта-схема расположения исследуемых озер

## Материалы и методы

Основой работы послужили как собственные сборы авторов в экспедициях с 2000 по 2012 гг., так и литературные данные. Опытный лов рыбы проводился стандартным набором жилковых сетей. Камеральная обработка ихтиологического материала велась по методике И. Ф. Правдина [1966] и Ю. С. Решетникова [1980]. Латинские названия рыб приводятся по книге «Атлас пресноводных рыб России» [2002], принадлежность рыб к фаунистическим комплексам – по Г. В. Никольскому [1980]. Колюшка трех- и девятииглая отнесена нами к арктобореальному комплексу, так как 90 % ее ареала приходится на пресноводные водоемы и в морях она встречается крайне редко. Общий объем собранного и обработанного материала составил 24 150 рыб.

## Результаты и обсуждение

Озеро Паанаярви (66°16' с. ш., 30°04' в. д.) расположено в национальном парке «Паанаярви» (бас. Белого моря). По площади водной поверхности (23,8 км<sup>2</sup>) относится к малым озерам. Наибольшая длина озера 23,7 км, ширина до 1,5 км, максимальная глубина 128 м [Григорьев, Грицевская, 1959]. С запада в озеро впадает река Оуланкайоки, которая берет свое начало на территории Финляндии, а в восточной части из озера вытекает река Оланга, соединяющая Паанаярви с Пяозером.

Вода озера чистая, с высокой прозрачностью – 5,2–6,0 м, с активной реакцией воды близкой к нейтральной (рН 6,2–6,7), с низкими показателями цветности (5–12) и перманганатной окисляемостью 4,5–8,4. По солевому составу относится к гидрокарбонат-

Видовой состав рыб изучаемых водоемов

Семейство, вид	Паана-ярви	Каменное	Тулос	Толво-ярви	Юля-Толво-ярви	Ала-Толво-ярви	Сари-ярви	Юрик-кярви	Пюля-ярви
<b>Salmonidae – лососевые</b>									
<i>Salmo salar</i> L. – атлантический лосось	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. trutta</i> L. – кумжа	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Salvelinus lepechini</i> (Gmelin) – паляя	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Coregonidae – сиговые</b>									
<i>Coregonus albula</i> (L.) – европейская ряпушка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lavaretus</i> (L.) – сиг	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Thymallidae – хариусовые</b>									
<i>Thymallus thymallus</i> (L.) – европейский хариус	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Osmeridae – корюшковые</b>									
<i>Osmerus eperlanus</i> (L.) – корюшка	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Esocidae – щуковые</b>									
<i>Esox lucius</i> L. – щука	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Cyprinidae – карповые</b>									
<i>Blicca bjoerkna</i> (L.) – густера	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Abramis brama</i> (L.) – лещ	-	-	+	+	+	-	-	+	+
<i>Alburnus alburnus</i> (L.) – уклейка	-	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Leuciscus idus</i> (L.) – язь	+	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>L. leuciscus</i> (L.) – обыкновенный елец	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) – обыкновенный голянь	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Rutilus rutilus</i> (L.) – плотва	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Balitoridae – балиторные</b>									
<i>Barbatula barbatula</i> (L.) – голец усатый	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Lotidae – налимовые</b>									
<i>Lota lota</i> (L.) – налим	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<b>Gasterosteidae – колюшковые</b>									
<i>Pungitius pungitius</i> (L.) – колюшка девятиглая	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.) – колюшка трехглая	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Percidae – окуневые</b>									
<i>Sander lucioperca</i> (L.) – судак	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) – ерш	+	+	+	+	-	-	-	-	+
<i>Perca fluviatilis</i> L. – окунь	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Cottidae – рогатковые</b>									
<i>Cattus gobio</i> L. – обыкновенный подкаменщик	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Всего видов	14	14	14	10	8	4	8	7	20

но-кальциевому классу с общей суммой ионов 33–52 мг/л, что, однако, для условий Карелии является величиной несколько выше средних. В воде отмечен низкий уровень содержания биогенных элементов при почти полном отсутствии нитратов, нитритов и фосфатов, и это позволяет отнести водоем к олиготрофному типу [Китаев, 2007].

Рыбное население озера представлено 14 видами из 10 семейств (табл.). Наиболее многочисленными являются: кумжа *Salmo trutta*, сиг *Coregonus lavaretus*, ряпушка *C. albula* и окунь *Perca fluviatilis* [Чеченков, Лятти, 1986; Nuusko et al., 1993; Первозванский и др., 2003]. Выловленные рыбы относятся к трем фаунистическим комплексам. Число видов рыб арктического пресноводного и бореального равнинного комплексов, представленных в равных долях, превышает количество видов, относящихся к бореальному предгорному. По биомассе рыб доминирует арктический пресноводный комплекс, затем – бореальный

равнинный и малая доля приходится на бореальный предгорный комплекс (рис. 2, 3).

Из 14 видов рыб, обнаруженных в озере Паанаярви, в Красные книги РФ [2001] и РК [2007] внесен 1 вид – кумжа.

К северным водоемам принадлежит и озеро Каменное (64°28' с. ш., 30°13' в. д.), входящее в состав заповедника «Костомукшский». Относится к бассейну реки Кемь (бас. Белого моря). Площадь озера составляет 105,5 км<sup>2</sup>, средняя глубина 8 м, наибольшая – 26 м [Озера..., 1959], наибольшая длина 24,4 км, ширина – 12,1 км. Общая площадь находящаяся на нем 98 островов 10 км<sup>2</sup>. В озеро впадает несколько небольших рек, а вытекает река Каменная, воды которой поступают Лувозеро и из него через озера Кимасозеро и Нюк – в реку Чирка-Кемь.

Вода в озере отличается высокой прозрачностью. Минерализация воды низкая и не превышает 24 мг/л. Цветность колеблется в пределах 18–35 в зависимости от сезона. Величина перманганатной окисляемости изменяется

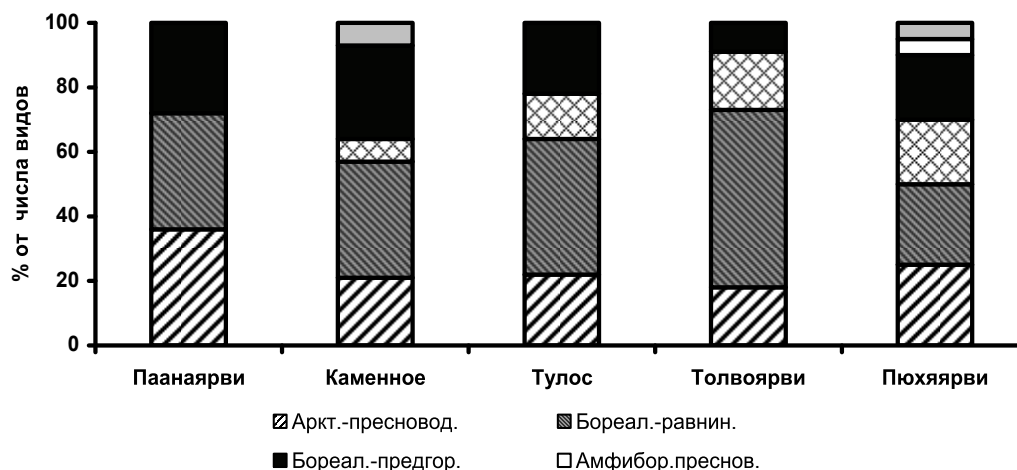


Рис. 2. Соотношение фаунистических комплексов по числу видов рыб в разных водоемах

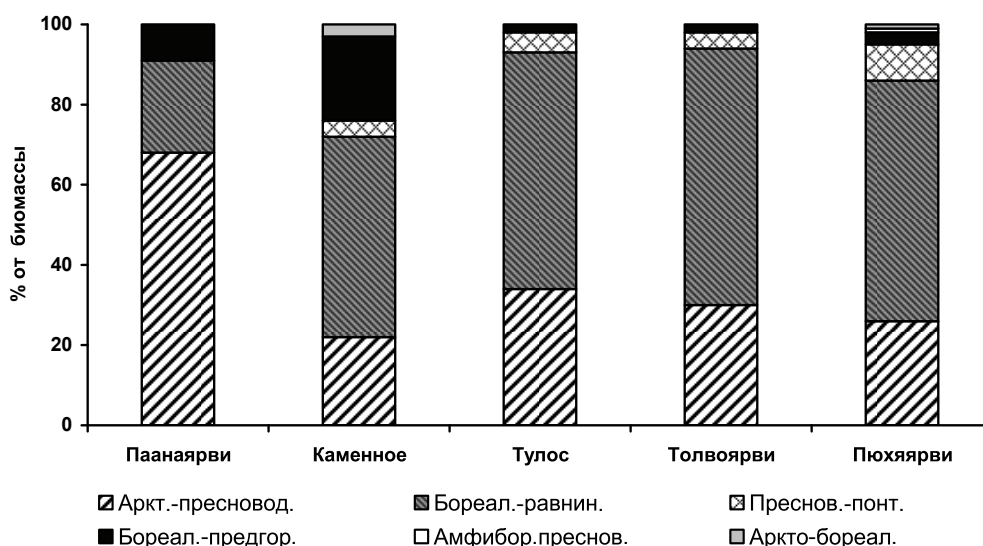


Рис. 3. Соотношение фаунистических комплексов по биомассе рыб в разных водоемах

от 5,3 до 9,3 мгО<sub>2</sub>/л в поверхностных слоях и от 4,3 до 11,6 мгО<sub>2</sub>/л – в придонных. Для данного водоема характерно низкое содержание биогенных элементов. По гидрохимическим и гидробиологическим показателям относится к олиготрофному типу.

В озере обитает 14 видов рыб, относящихся к 9 семействам [Первозванский, 1986; Ильмаст и др., 2010]. Наиболее многочисленны – окунь, ряпушка, сиг и щука *Esox lucius*. Выловленные рыбы относятся к четырем фаунистическим комплексам. По числу видов и по биомассе доминируют рыбы бореального равнинного комплекса, затем следуют рыбы арктического пресноводного и бореального предгорного комплексов (см. рис. 2, 3).

Из общего числа видов рыб озера Каменного в Красные книги РФ [2001] и РК [2007] внесен один – атлантический лосось *Salmo salar*.

К водоемам Средней Карелии относятся: озеро Тулос, находящееся в планируемом ландшафтном заказнике «Тулос», и водоемы Толвоярви, Ала-Толвоярви, Юля-Толвоярви, Сариярви, Юриккярви на территории ландшафтного заказника «Толвоярви».

Озеро Тулос (63°03' с. ш., 30°08' в. д.) принадлежит к бассейну Балтийского моря, имеет развитую береговую линию, большое количество заливов, островов (141) и относится к средним по площади озерам – 109 км<sup>2</sup>, с максимальной глубиной 40 м, средней – 13 м.

Вода в озере имеет низкую минерализацию (10–11 мг/л) и слабокислую реакцию среды (рН 6,2–6,6). Очень низкий уровень содержания биогенных элементов при почти полном отсутствии нитратов, нитритов и фосфатов свидетельствует о слабой продуктивности. Озеро Тулос относится к олиготрофному типу водоемов.

В озере обитает 14 видов рыб из 8 семейств (см. табл.). Впервые нами обнаружены налим *Lota lota*, уклейка *Alburnus alburnus*, обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* и елец *Leuciscus leuciscus*, которые не были отмечены при ранее проведенных исследованиях. Наиболее многочисленным видом является сиг, который представлен двумя формами – средне- и многотычинковой (число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге 34 (29–37) против 54 (47–60)). Формы сига значительно различаются по биологическим показателям (линейно-весовой рост, созревание, плодовитость, питание) [Первозванский и др., 1998; Стерлигова и др., 1998].

Все выловленные рыбы относятся к четырем фаунистическим комплексам. Как по числу видов, так и по биомассе доминируют рыбы бореального равнинного и арктического пресноводного комплексов. Значительно реже встречаются рыбы понтического пресноводного комплекса и малая доля приходится на рыб бореального предгорного комплекса (см. рис. 2, 3).

В Красные книги РФ [2001] и РК [2007] внесена жилая форма атлантического лосося.

Озера ландшафтного заказника «Толвоярви» (62°16' с. ш., 31°00' в. д.) по площади относятся к малым водоемам – от 2,08 до 12,7 км<sup>2</sup> (бас. Балтийского моря) с максимальной глубиной 6 м, средней – 3,5 м.

Вода в озерах имеет низкую минерализацию (10–11 мг/л), слабокислую реакцию среды (рН 6,2–6,6) и очень низкий уровень содержания биогенных элементов. По гидрохимическим и гидробиологическим показателям эту группу озер можно отнести к мезотрофным.

В озерах заказника «Толвоярви» обитает 11 видов рыб из 7 семейств (см. табл.). По сравнению с началом XX века [Естественные и экономические условия..., 1915; Носатова, Шевцова, 1966] состав ихтиофауны озер Толвоярвской группы расширился за счет ельца и обыкновенного подкаменщика. Наиболее многочисленными здесь являются ряпушка, окунь, плотва *Rutilus rutilus*. Особая ценность этих водоемов заключается в том, что в них обитают и мелкая, и крупная формы ряпушки, значительно отличающиеся по своим биологическим показателям. В Карелии таких озер очень мало, – Онежское, Ладожское, Топозеро и Нюкозеро; в остальных водоемах, населенных крупной ряпушкой, мелкая форма отсутствует [Потапова, 1978].

Выловленные рыбы относятся к четырем фаунистическим комплексам. По числу видов и биомассе доминируют рыбы бореального равнинного комплекса (см. рис. 2, 3). В 1960-х гг. оз. Толвоярви относилось к ря-

пушково-лещовому типу [Мельянцева, 1959], в настоящее время, по нашим данным, оно ближе к окунево-плотвичному.

В Красные книги РФ [2001] и РК [2007] внесена жилая форма атлантического лосося, обитающая в озере Тулос.

Озеро Пюхьярви (61°46' с. ш., 30°06' в. д.) занимает пограничное положение и относится к бассейну реки Вуокса (бас. Балтийского моря). Большая его часть, с широко развитым рыболовством и рыбоводством, находится на территории Финляндии. На территории, относящейся к России, существует только любительское рыболовство. Общая площадь озера составляет 248 км<sup>2</sup>, на российской территории – 48 км<sup>2</sup>. Наибольшая длина водоема 52 км, наибольшая ширина 12 км, максимальная глубина 26 м [Григорьев, Грицевская, 1959; Филатов и др., 2001; Озера..., 2013]. Средняя прозрачность воды по озеру составляет 7 м. Общая минерализация воды около 36 мг/л. Сезонные колебания минерального состава невысокие. Цветность воды 21° активная реакция воды слабокислая – 6,9; перманганатная окисляемость 4 мг О<sub>2</sub>/л. Большую часть озера Пюхьярви можно классифицировать как олиготрофный водоем.

В водоеме обитает 20 видов рыб из 11 семейств [Рыжков, 1999]. Преобладают ряпушка, сиг, окунь, ерш, лещ *Abramis brama*, щука, налим. Рыбы относятся к пяти фаунистическим комплексам. По числу видов арктический пресноводный, бореальный равнинный и бореальный предгорный комплексы приблизительно равны, несколько меньше видов пресноводного понтического и малая доля приходится на рыб верхне-третичного комплекса. По биомассе доминируют рыбы бореального равнинного комплекса, затем – арктического пресноводного, пресноводного понтического и бореального предгорного комплексов (см. рис. 2, 3). В отличие от других водоемов здесь впервые отмечен судак *Sander lucioperca*, принадлежащий к амфибореальному пресноводному комплексу.

Из общего числа видов рыб озера Пюхьярви в Красные книги РФ [2001] и РК [2007] внесен один вид – кумжа.

## Заключение

Выполненные исследования показывают, что в водоемах Зеленого пояса Фенноскандии обитают от 4 до 20 видов рыб. В озерах северной Карелии по биомассе преобладают рыбы, относящиеся к арктическому пресноводному фаунистическому комплексу (сиг, ряпушка, плотва *Salvelinus lepechini*, корюшка *Osmerus eperlanus*, налим).

В водоемах средней части Карелии преобладают рыбы бореального равнинного комплекса (окунь, ерш, плотва, уклея, язь, щука). Рыбы арктического пресноводного комплекса отходят на второй план, хотя число видов остается прежним. Сиг все еще является основным фоновым видом для многих озер этого региона, но из обследованных нами водоемов он встретился только в оз. Тулос, где представлен двумя формами (среднетычинковый и многотычинковый), которые характерны и для некоторых других водоемов Карелии, Финляндии и Швеции. Наши материалы подтверждают точку зрения ряда авторов, что сложность и устойчивость структуры северных экосистем достигается не только числом видов, но и числом внутривидовых форм у сига, ряпушки и гольца, которые в энергетическом плане равноценны самостоятельным видам [Vuorinen, Piironen, 1984; Решетников, 1995; Svardson, 1998 и др.]. Благодаря этой биологической особенности рыб более полно используется кормовая база водоемов.

По сравнению с озерами северной и средней части Карелии настоящая насыщенность всех звеньев трофической сети наступает в более южных водоемах. Так, в озере Пюхяярви отмечено уже 20 видов рыб, которые относятся к пяти фаунистическим комплексам, с доминированием бореального равнинного. Следует подчеркнуть, что в составе ихтиофауны впервые появляется представитель амфибореального пресноводного комплекса – судак, однако по биомассе он составляет в уловах всего 1 %.

Находящиеся под охраной озера выполняют функцию резервата, и рыбы, обитающие в них, представляют собой ценный генетический материал.

Таким образом, водоемы Зеленого пояса Фенноскандии в силу их особого расположения (приграничные и охраняемые природные территории) подвержены влиянию главным образом природных факторов, и изучение их структурно-функциональной организации позволит объективно оценивать изменения в водных экосистемах, испытывающих значительное антропогенное воздействие.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Минобрнауки РФ (НШ-1410.2014.4; Соглашение 8101), гранта РФФИ № 12-04-00022 а.*

## Литература

- Алимов А. Ф., Ленченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Биоразнообразие, его охрана и мониторинг // Мониторинг биоразнообразия. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, 1997. С. 16–25.
- Атлас пресноводных рыб России / Ред. Ю. С. Решетников. М.: Наука, 2002. Т. 1, 379 с.; т. 2. 253 с.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т. 3. 1949. С. 1195–1315.
- Григорьев С. В., Грицевская Г. Л. Каталог озер КАССР. М.; Л.: Изд. АН СССР. 1959. 240 с.
- Естественные и экономические условия рыболовного промысла в Олонецкой губернии. 1915. Петрозаводск. 303 с.
- Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П., Кучко Я. А. Мониторинг экосистемы озера Каменного (Республика Карелия) // Мониторинг природных экосистем: материалы Всерос. науч. практич. конф. Пенза: РИО ПГСХА, 2010. С. 61–64.
- Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2007. 395 с.
- Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.
- Красная книга Российской Федерации (Животные). М.: АСТ Астрель, 2001. 860 с.
- Мельянецов Г. В. Озеро Толвоярви // Озера Карелии: природа, рыбы и рыбное хозяйство (справочник). Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 402–405.
- Никольский Г. В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая пром-ть. 1980. 184 с.
- Носатова Г. М., Шевцова Т. А. Ихтиофауна озер Толвоярвской группы // Тез. докл. 6-й сессии Уч. сов. по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии». Петрозаводск, 1966. С. 49–50.
- Озера Карелии: природа, рыбы и рыбное хозяйство (справочник). Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. 618 с.
- Озера Карелии. справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
- Первозванский В. Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железорудного месторождения (экология, воспроизводство, использование). Петрозаводск, Карелия. 1986. 216 с.
- Первозванский В. Я., Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В. Современное состояние ихтиофауны некоторых водоемов бассейна Ладожского озера // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 157–164.
- Первозванский В. Я., Шустов Ю. А., Куусела К. Окунь *Perca fluviatilis* как объект спортивного рыболовства в озерах парка «Паанаярви» // Природа и экосистемы национального парка «Паанаярви». Тр. КарНЦ РАН. 2003. Вып. 3. С. 148–153.
- Потапова О. И. Крупная ряпушка *Coregonus albus* L. Л.: Наука, 1978. 133 с.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.

*Решетников Ю. С.* Экология и систематика сиговых рыб. М., 1980. 300 с.

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

*Рыжков Л. П.* Озера бассейна северной Ладogi. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1999. 202 с.

*Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Первозванский В. Я.* Биология рыб озера Тулос // Проблемы лососевых на Европейском Севере: сб. ст. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 171–179.

*Филатов Н. Н., Литвиненко А. В., Фрейндлинг В. А.* и др. Каталог озер и рек Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 290 с.

*Чеченков А. В., Лятти В. М.* Хариус озера Паанаярви и реки Оланга // Материалы Всесоюз. совещания по проблеме кадастра и учета животного мира. Ч. II. М., 1986. С. 458–459.

*Huusko A., Kuusela K., Shustov J., Kalasto S.* Paanajarven Kansallispuisto. Kuusamo: Koillissanomien Kirjapaino, 1993. P. 74–80.

*Svärdson G.* Postglacial dispersal and reticulate evolution of Nordic coregonids // Nordic J. Freshw. Res. Vol. 74. 1998. P. 3–32.

*Vuorinen J., Piironen J.* Inheritance and joint segregation of biochemical loci in European whitefish genus *Coregonus* // Hereditas. 1984. Vol. 101. P. 97–102.

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

### **Стерлигова Ольга Павловна**

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

### **Ильмаст Николай Викторович**

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

### **Sterligova, Olga**

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

### **Ilmast, Nikolay**

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