

УДК 582.232/.275:574.586:556.52/.55 (470.2)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СЮСКЮЯНЬОКИ (БАССЕЙН ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

С. Ф. Комулайнен<sup>1</sup>, П. А. Лозовик<sup>2</sup>, А. Н. Круглова<sup>1</sup>,  
И. А. Барышев<sup>1,2</sup>, Ю. Л. Сластина<sup>2</sup>, Н. А. Галибина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

<sup>2</sup> Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

<sup>3</sup> Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

Рассмотрены химические особенности и структура биологических сообществ в реке Сюскюяньоки. Проведен сравнительный анализ видового состава, численности и биомассы фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса по материалам наблюдений в реке Сюскюяньоки в августе 2014 г. Проанализировано влияние природных и антропогенных факторов на химический состав и формирование структуры речных гидробиоценозов. Оценен трофический статус реки, ее сапробиологическое состояние и значение отдельных сообществ и биотических индексов для биоиндикации экологического состояния рек. Особое внимание уделено влиянию проточных озер и урбанизации водосбора. Доминантный комплекс представлен небольшим набором видов, устойчивых к динамической нагрузке воды. Численность и биомасса фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса позволяют судить о достаточно высокой степени их развития в речных водах, о жизненной активности и устойчивости. Структура гидробиоценозов сформирована видами, заметно различающимися по размеру: от нескольких микронов до нескольких сантиметров. Поэтому списки видов, доминирующих по численности и биомассе, заметно различаются. Работа выполнена в связи с планами о создании ООПТ в бассейне реки Сюскюяньоки.

Ключевые слова: Ладожское озеро; река Сюскюяньоки; химический состав; гидробиоценозы; таксономия; экология.

**S. F. Komulainen, P. A. Lozovik, A. N. Kruglova, I. A. Baryshev,  
Yu. L. Slastina, N. A. Galibina. PRESENT-DAY CONDITION OF THE  
SYSKYÄNJOKI RIVER (LAKE LADOGA CATCHMENT, REPUBLIC  
OF KARELIA)**

The chemical features and the structure of biological communities in the Syskyänjoki River are considered. Comparative analysis was carried out for the species composition, abundance and biomass of phytoplankton, phytoperiphyton, zooplankton, and zoobenthos in the Syskyänjoki River based on observed data from August 2014. The effect of natural and anthropogenic factors on the formation of the chemical features and structure of the river's hydrobiocoenoses was analyzed. The trophic status of the river, its saprobiological state, and the significance of individual communities and biotic indices for bioindication of the ecological condition of the river were assessed. Particular attention is given to the effect of flowage lakes and urbanisation in the catchment. The dominant complex is represented by a moderate range of species resistant to dynamic water load.

The abundance and biomass of phytoplankton, zooplankton, and zoobenthos point to a relatively high degree of their development in the river water, as well as their activity and stability. A peculiarity of the structure of the hydrobiocoenoses is that they consist of species with appreciably different sizes: from several microns to several centimeters. Therefore, the lists of species dominating in terms of abundance and biomass differ considerably. The work was done in connection with the plans to establish protected areas in the Syskyänjoki River basin.

**Key words:** Lake Ladoga; Syskyänjoki River; chemical composition; hydrobiocoenoses; taxonomy; ecology.

---

## Введение

Состояние окружающей среды в Республике Карелия в последние годы в целом оценивается как стабильное [Государственный доклад..., 2016]. Случаи экстремально высокого загрязнения поверхностных вод суши, приводящие к заметному снижению качества воды и массовой гибели водных организмов, не зарегистрированы. Однако антропогенная трансформация водных объектов республики продолжается. В этих условиях малые реки из-за их незначительных размеров, замкнутости водосборов и непосредственного контакта с результатами хозяйственной деятельности оказываются наиболее уязвимыми. В импактных зонах наблюдаются изменения морфометрии русел и долин водотоков, их гидрологического и гидрохимического режима. Эти изменения приводят не только к ухудшению качества воды, но и к снижению биотопического разнообразия, обеднению видового богатства. Наиболее эффективным способом сохранения первозданных уголков природы является организация особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В Республике Карелия территории, которым придан статус ООПТ, занимают около 4,5 % от площади республики, что меньше той доли, которая считается обоснованной средней оптимальной [Пузаченко, 1996] для отдельных регионов. Количество водоемов и водотоков в пределах существующих ООПТ также явно недостаточно, исходя из их обилия на территории республики, а также учитывая то, что постепенно человечество приходит к выводу о важности сохранения не просто воды, а водной среды с населяющей ее флорой и фауной, то есть водных экосистем [Баянов, 2013].

Исследования на притоках Ладожского озера начались значительно позже первых работ, выполненных на его акватории. Причем основное внимание уделялось в первую очередь наиболее крупным притокам (Свирь, Волхов, Вуокса) и реке Неве. В малых реках пробы отбирались спорадически и, как правило, только

в устье. Только начиная с конца 60-х годов прошлого столетия исследования гидробиологического и гидрохимического режима в водоемах и водотоках северной (карельской) части бассейна Ладожского озера становятся регулярными. Они проводились сотрудниками Зоологического института РАН, Института озероведения РАН, Северного научно-исследовательского института рыбного хозяйства Петрозаводского государственного университета, Института биологии и водных проблем Севера Карельского научного центра РАН [Комулайнен и др., 2006; Комулайнен, 2011; Куликова, 2012; Барышев, 2016; Круглова, 2016]. Однако основное внимание в этих исследованиях уделялось озерам, а в реках они, как правило, ограничивались устьевыми участками.

Река Сюскюяньйоки объектом специальных гидрохимических и гидробиологических исследований до начала 21 века не становилась. Имеются данные только о структуре фитопланктона и зоопланктона озер в ее бассейне. Эти исследования были выполнены в 1994–1997 гг. и их результаты обобщены в работах Л. П. Рыжкова и М. Г. Рябинкиной с соавторами [Куликова, 2012].

Первые данные о гидрохимическом режиме и структуре сообществ водных организмов в реке Сюскюяньйоки на основе анализа проб, отобранных в устье реки, были получены в 2013 г. при выполнении работ по программе «Чистая Ладога» [Komulainen et al., 2016]. Полученные результаты показали, что река Сюскюяньйоки и ее водосбор находятся в естественном состоянии и не подвергаются антропогенному воздействию. Это позволило сделать предварительный вывод о целесообразности организации здесь, в границах водосбора, ООПТ и указать на необходимость более детального исследования реки.

Цель данной работы – оценить экологическое состояние реки Сюскюяньйоки по химическим показателям и структуре гидробиocenozов, выявить закономерности их формирования и таким образом получить фоновые

Таблица 1. Характеристика р. Сюскьянйоки и ее водосбора [по: Берсонов, 1960; Ресурсы..., 1972]

Длина, км	Падение, м	Характеристика водосбора				Средний многолетний	
		S	LS	WLS	FS	расход воды	модуль стока
		км <sup>2</sup>	%		м <sup>3</sup> /сек	л/ (сек × км <sup>2</sup> )	
33	64,7	485	4,8	4,0	80,0	5,3	10,9

Примечание. S – площадь водосбора, LS – озерность, WLS – заболоченность, FS – лесистость.

данные для последующего их использования при организации мониторинга и создания ООПТ в ее бассейне.

### Материалы и методы

Исток реки Сюскьянйоки расположен в западной части озера Сюскьярви (61°45'29" с. ш., 31°32'00" в. д.) площадью 3,8 км<sup>2</sup> и с максимальной глубиной 2,2 м, находящегося на высоте 69,0 м над уровнем моря, а устье – в заливе Сюскьянлахти Ладожского озера (61°38'48" с. ш., 31°16'00" в. д.).

Водосбор реки имеет в основном равнинный, местами заболоченный рельеф. В состав речной системы входят 185 озер с суммарной площадью зеркала 23,26 км<sup>2</sup>. Большая часть из них имеют площадь менее 1,0 км<sup>2</sup>. Частично река протекает по тектоническим разломам каньонообразного типа. Они могут быть очень привлекательны с рекреационной точки зрения, в том числе с учетом очень хорошей транспортной доступности и близости к г. Питкяранта. Река имеет несколько притоков, основные из которых – реки Кютсиноя, Хейняоя, Кулисмайоки и Каттилаоя. Устья рек Кютсиноя, которая берет начало из озера Кютсиньярви, и Хейняоя расположены в озере Сюскьярви, а Кулисмайоки и Каттилаоя впадают непосредственно в реку Сюскьянйоки. На реке Кулисмайоки расположен водопад Юканкоски, или Белые мосты, высота его колеблется в пределах 17–19 метров, и он, несомненно, может стать одним из наиболее посещаемых объектов ООПТ.

Уникальность экосистемы реки Сюскьянйоки состоит в том, что здесь нерестится озерный лосось (пресноводная форма атлантического лосося *Salmo salar* L.), один из наиболее ценных видов рыб Республики Карелия и включенный в Красную книгу РФ. Здесь также обитает пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* L., охранной статус которой обеспечивают Приложение II Бернской конвенции и IUCN Red List of Threatened Animals, а также Red Data Book of East Fennoscandia, Красная книга РФ и Красная книга Карелии [Иешко и др., 2014].

Хозяйственная деятельность на водосборе в настоящее время практически не ведется. До начала 1940-х годов река около 15 лет использовалась для лесосплава. Сооруженные в 1920–1930-х годах плотины ГЭС сейчас демонтированы.

Основные характеристики реки и ее водосбора приведены в таблице 1.

Гидробиологические и гидрохимические исследования реки Сюскьянйоки для подготовки научного обоснования создания ООПТ были проведены в августе 2014 г.

Чтобы выявить роль биотопической неоднородности, получить дополнительные данные о таксономической структуре сообществ водных организмов и оценить уровень антропогенной нагрузки, были выбраны пять участков от истока до устья, находящиеся на разном расстоянии от проточных озер (рис. 1).

На четырех станциях (ст. 1 – устье р. Сюскьянйоки; ст. 2 – ниже истока р. Сюскьянйоки из

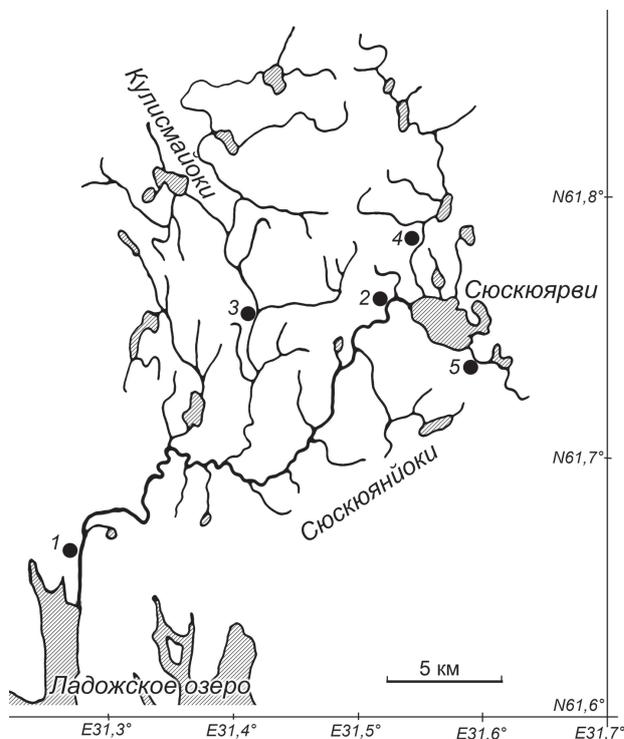


Рис. 1. Карта-схема бассейна р. Сюскьянйоки и расположение станций отбора проб

Таблица 2. Основные показатели качества воды исследованных участков р. Сюскюяйноки (август 2014 г.)

Параметры	Станции*				
	1	2	3	4	5
Цветность, °Pt	75	100	230	165	83
pH	6,94	6,4	6,83	6,34	6,76
Электропроводность, мкСм/см æ	38	29	50	26	35
Взвешенное вещество, мг/л	2,3	–	1,6	–	–
P <sub>общ</sub> , мкг/л	17,2	9,3	41,1	14,3	11,2
N <sub>общ</sub> , мг/л	0,54	–	0,85	–	–

Примечание. \*Здесь и в табл. 3–9, 11 и 12 номера станций соответствуют участкам, указанным на рис. 1.

озера Сюскюярви; ст. 3 – р. Кулисмайоки ниже водопада Белые мосты; ст. 4 – р. Кютсиноя в 1 км от истока из озера Кютсиньярви) были отобраны пробы для гидробиологического и химического анализа. На плесе в устье реки Хейняоя в озере Сюскюярви (ст. 5) были отобраны только пробы фитопланктона и воды для химического анализа.

При контроле химического состава воды [Руководство..., 2009] определялись косвенные показатели содержания органического вещества (ЦВ – цветность, ПО – перманганатная окисляемость) и содержание биогенных элементов (БЭ), растворенных газов, тяжелых металлов, взвешенных веществ (взв. в-во) и измерялись ее электропроводность (æ) и pH. Для реки рассчитывался региональный индекс загрязнения воды (ИЗВ<sub>рег</sub>) с использованием региональных предельно допустимых концентраций [Лозовик, Платонов, 2005].

Концентрацию тяжелых металлов в водорослях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (спектрофотометр AA-7000 Shimadzu, Япония) с пламенной атомизацией [Suomen Standardisoimisliitto..., 1990].

Отбор проб фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса, их камеральная обработка и анализ качественного состава и количественного развития отдельных видов проводились по отработанным авторами методам [Руководство..., 1983; Комулайнен и др., 1989; Комулайнен, 2003а]. Определялся видовой состав, численность и биомасса организмов. Крупные двусторчатые моллюски при расчетах биомассы зообентоса учитывались отдельно от остальных организмов.

Для оценки качества воды рек по составу индикаторных видов рассчитывался индекс Пантле и Букк в модификации Сладечека [Pantle, Buck, 1955; Sládeček, 1973], а для фитоперифитона, кроме того, и диатомовый индекс – TDI [Kelly, Whitton, 1995].

Кластерный анализ выполнен по данным носительной биомассы видов. Группирование

станций проводилось при помощи алгоритма евклидовой дистанции с использованием метода Варда (Ward-Method, пакет программ Statistica).

### Результаты и обсуждение

Бассейн реки Сюскюяйноки расположен в зоне лесов умеренного пояса. Подстилающие породы представлены гранитами, гнейсами и кварцитами. Географическое положение водосбора реки и его значительная заболоченность определяют низкую минерализацию воды (сумма ионов 15,1–35,7 мг/л), высокую концентрацию органического вещества, ее гидрокарбонатно-кальциевый тип, слабокислую реакцию (pH колеблется от 6,33 до 6,78) и высокую цветность (75–230 °Pt) (табл. 2). Цветность и перманганатная окисляемость в верховьях реки благодаря увеличению заболоченности и уменьшению озерности водосбора несколько выше, чем в нижнем течении (рис. 2).

Отмечено достаточно высокое содержание Fe и Mn (0,50 и 0,043 мг/л), что также является типичным для высокогумусных вод региона. Мутность воды колеблется в пределах 13–18 г/м<sup>3</sup>, прозрачность (по диску Секки) – от 1,4 до 2,1 м.

Содержание общего фосфора в реке Сюскюяйноки близко к региональному фону для поверхностных вод Карелии [Лозовик и др., 2006]. Концентрация хлора (консервативного показателя хозяйственно-бытового загрязнения) в воде р. Сюскюяйноки (0,6 мг/л) почти в 6 раз ниже отмеченных в воде рек Олонка и Хийтоланйоки (3,6 и 4,2 мг/л соответственно). Содержание P<sub>общ</sub> и N<sub>общ</sub> в реке Сюскюяйноки ниже, чем в других реках Северного побережья Ладожского озера [Комулайнен и др., 2016]. По уровню трофии (содержанию P<sub>общ</sub>) река характеризуется как мезотрофная, а согласно геохимической классификации поверхностных вод гумидной зоны [Лозовик, 2013] относится

Таблица 3. Видовой состав водорослей фитопланктона р. Сюскьянйоки

Таксоны	Ст.	Таксоны	Ст.
Cyanophyta (Cyanoprokaryota)		<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	1, 4, 5
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	1, 3, 4	<i>A. minutissima</i> Kütz.	1, 3–5
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	3, 4	<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.) Kütz.	1, 3–5
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet et Flah.	3	<i>E. sudetica</i> O. Müll.	1, 3
<i>Dolichospermum solitarium</i> (Klebahn) Waeck et al.	2–4	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	2, 3
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anag. et Komarek	3,4	<i>Navicula gottlandica</i> Grun.	2–4
<i>Pseudoanabaena limnetica</i> (Lemm.) Komarek	4	<i>N. radiosa</i> Kütz.	2, 3
Euglenophyta		<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	1–3
<i>Euglena longissima</i> Defl.	2, 4	<i>P. undulata</i> Greg.	2
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein ex Delf.	2–4	<i>Cymbella gracilis</i> (Ehr.) Kütz.	1
<i>T. planctonica</i> (Swir.) Swir.	2	<i>C. naviculiformis</i> (Auersw. ex Heib.) Cleve	2
<i>T. volvocina</i> (Ehr.) Ehr.	2	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	2–4
Dinophyta		<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun.	4
<i>Glenodinium penardii</i> Lemm.	3, 4	<i>Rhopalodia brebissonii</i> Kramm.	2
<i>Gymnodinium</i> sp.	4	Rhodophyta	
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemm.	2	<i>Batrachospermum gelatinosum</i> (L.) De Candolle	1, 3–5
<i>P. cinctum</i> (Müll.) Ehr.	2	Chlorophyta	
Chrysoophyta		<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	2, 3
<i>Chrysococcus</i> sp.	3	<i>Coelastrum sphaericum</i> Näg.	2, 3
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.	1, 3–5	<i>Crucigenia tetrapedi</i> (Kirchn.) W. et G. S. West	3
Bacillariophyta		<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.	2
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	2, 3	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	2
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen	2	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	2
<i>A. italica</i> var. <i>tenuissima</i> (Grun.) Simonsen	2–4	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	1
<i>Melosira varians</i> Agardh	1–5	<i>Mougeotia</i> sp. Ster.	2–5
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	1–5	<i>Closterium aciculare</i> T. West	1
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.	1–5	<i>C. ehrenbergii</i> Menegh.	1, 5
<i>Diatoma tenuis</i> Agardh.	2–4	<i>C. moniliferum</i> (Bory.) Ehr.	4, 5
<i>Fragilaria bicapitata</i> A. Majer	2	<i>Cosmarium margaritiferum</i> Menegh.	5
<i>F. capucina</i> Desm.	1–4	<i>Euastrum dubium</i> Näg.	5
<i>F. pinnata</i> Ehr.	3	<i>Staurostrum tetracerum</i> Ralfs	5
<i>F. ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	1	<i>Pleurotaenium coronatum</i> (Bréb.) Rabenh.	5
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	2		

к мезогумусному среднещелочностному слабокислому нейтральному классу. Газовый режим в реке довольно удовлетворительный для обитания реофильных рыб. Содержание  $O_2$  достигало 8,82 мг/л, при насыщении 90 %, однако насыщение воды углекислотой бывает, особенно в зимний период и весной, сравнительно высоким.

Содержание тяжелых металлов в воде, которое для большей части из них увеличивается от истока к устью (Cd – 0,02; Pb – 0,1; Cu – 0,5; Zn – 3,2 мкг/л), ниже отмеченного для большинства рек региона. Значение  $ИЗВ_{пер}$  (0,4), основной вклад в который вносят взвешенные вещества, позволяет отнести воды реки к чистым.

Структура гидробиоценозов в целом типична для холодноводных, олиготрофных рек бореальной и субарктической зон с низкой

минерализацией и не испытывающих значительной антропогенной нагрузки [Разнообразие..., 2003]. Их особенностью является высокая стабильность структуры доминирующего комплекса, таксономическая однородность группировок организмов, отсутствие массового развития видов – индикаторов загрязнения и эвтрофирования.

В фитопланктоне реки Сюскьянйоки и ее притоков определено 58 видов водорослей, относящихся к семи отделам (табл. 3).

Видовое богатство альгофлоры планктона определяют диатомовые водоросли – 41 % от общего числа идентифицированных видов. Роль диатомей особенно велика на порожистых участках водотоков, где на их долю приходится от 50 до 65 % видов. Зеленые и сине-зеленые водоросли также разнообразны, но только

Таблица 4. Общее количество видов (Sp), доминирующие виды, индексы разнообразия (H), численность и биомасса фитопланктона исследованных участков р. Сюскюяньйоки

Ст.	Sp	Численность (N)			Биомасса (B)		
		H	10 <sup>3</sup> кл./л	Доминанты (N > 10 %)	H	г/м <sup>3</sup>	Доминанты (B > 10 %)
1	16	1,75	180,7	<i>Melosira varians</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>	1,50	0,33	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Mougeotia</i> sp.
2	26	2,69	12,8	<i>Melosira varians</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i>	2,20	0,02	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Mougeotia</i> sp.
3	15	2,14	213,1	<i>Melosira varians</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i>	1,74	0,25	<i>Melosira varians</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Cladophora glomerata</i>
4	23	2,42	42,6	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i>	2,03	0,04	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i>
5	31	2,69	65,7	<i>Dolichospermum solitarium</i> <i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Diatoma tenuis</i>	2,46	0,06	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>

Таблица 5. Видовой состав водорослей в перифитоне р. Сюскюяньйоки

Таксоны	Ст.	Таксоны	Ст.
Цyanophyta (Цyanoprokaryota)		<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	1, 3
<i>Hapalosiphon pumilus</i> Kütz. ex Bornet et Flah.	1	<i>Cymbella cymbiformis</i> Ag. var. <i>cymbiformis</i>	1, 2
<i>Tolypothrix distorta</i> Kütz. ex Bornet et Flah.	3	<i>C. cymbiformis</i> var. <i>nonpunctata</i> Fontell	2
Bacillariophyta		<i>C. silesiaca</i> Bleisch in Rabenh.	2, 3
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	1	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Sc.	4
<i>A. islandica</i> (O. Müll.) Simonsen	3	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Grun.	1–4
<i>Melosira varians</i> Ag.	1, 2	<i>G. acuminatum</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Cl.	1, 3
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	1–3	<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	2
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	1–4	Chlorophyta	
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Ag.	3	<i>Ankistrodesmus falactus</i> (Corda.) Ralf.	3
<i>F. arcus</i> (Ehrenberg) Cleve	2, 3	<i>Microspora amoena</i> (Kütz.) Rabenh.	4
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	1, 2, 4	<i>Ulothrix zonata</i> Kütz.	2
<i>F. crotonensis</i> Kitt.	4	<i>Oedogonium</i> sp.	1, 2
<i>F. pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Lange-Bertalot	1, 2	<i>Spirogyra</i> sp.	2, 3
<i>F. ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	3, 4	<i>Zygnema</i> sp.	1
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	1	<i>Mougeotia</i> sp.	1–4
<i>Eunotia formica</i> Ehr.	1	<i>Euastrum elegans</i> (Breb.) Kütz.	3
<i>E. bilunaris</i> (Ehr.) Mills	1, 4	<i>Closterium cynthia</i> De Notaris	3
<i>E. monodon</i> Ehr.	3	<i>C. moniliferum</i> (Bory.) Ehr.	2, 3
<i>E. pectinalis</i> (Kütz.) Ehr.	1, 4	<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff.	3
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	1–3	<i>C. humile</i> (Gay.) Nordst.	3
<i>Achnanthes linearis</i> (W. Sm) Grun.	1–4	Rhodophyta	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	2	<i>Audouinella chalybea</i> (A. Roth.) Bory	1, 2
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	4	<i>Batrachospermum gelatinosum</i> (L.) De Candolle	1
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1, 3, 4	<i>Batrachospermum</i> sp.	3
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	1–4	<i>Audouinella chalybea</i> (A. Roth.) Bory	1, 2

в устье реки Хейняоя их доля составляет около 60 % от общего числа видов за счет разнообразия десмидиевых водорослей. По видовому богатству выделяется ст. 5, где структуру

формируют типичные планктонные формы (табл. 4).

Максимальные значения численности и биомассы фитопланктона отмечены на порожистых

Таблица 6. Общее количество видов (Sp), доминирующие виды, индексы разнообразия (H), численность и биомасса фитоперифитона исследованных участков р. Сюскьянйоки

Ст.	Sp	Численность (N)			Биомасса (B)		
		H	10 <sup>4</sup> кл./см <sup>2</sup>	Доминанты (N > 10 %)	H	мг/см <sup>2</sup>	Доминанты (B > 10 %)
1	23	2,86	447,0	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i>	1,50	17,8	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Mougeotia</i> sp.
2	21	2,37	161,3	<i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Ulothrix zonata</i>	2,20	11,2	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Mougeotia</i> sp.
3	20	1,39	107,2	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Gomphonema parvulum</i>	1,74	7,2	<i>Melosira varians</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Cladophora glomerata</i>
4	16	1,17	52,5	<i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Cocconeis placentula</i>	2,03	2,4	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Mougeotia</i> sp.

участках (ст. 1 и 2), где в ее формировании заметную роль играют выносимые из донных биоценозов прикрепленные и донные формы, что характерно для «планктостока» горных и полугорных рек.

В фитоперифитоне реки определено 48 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 32 родам и 4 порядкам (табл. 5): Cyanophyta – 2 (4,2 %), Bacillariophyta – 30 (62,5 %), Chlorophyta – 12 (25,0 %), Rhodophyta – 4 (8,3 %). Среди выявленных видов наиболее постоянны индифферентные по отношению к солености (46,2 %) и активной реакции среды (44,5 %) виды, при высоком разнообразии ацидофильных (53,8 %) и галофобных (51,4 %) форм.

Однако реально структуру перифитона определяют 8 видов – *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Eunotia pectinalis*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema parvulum*, *Cladophora glomerata*, *Ulothrix zonata* и *Zygnema* sp., которые доминировали в альгоценозах и в разных пропорциях были встречены на большинстве исследованных участков (табл. 6). Эти виды широко распространены в альгофлоре олиготрофных рек Карелии [Комулайнен, 2004], и их доминирование было отмечено в ранее исследованных притоках Ладожского озера [Комулайнен, 1996, 2000, 2003б; Komulaunen, 2003].

Биомасса фитоперифитона в реке сформирована в первую очередь видами с нитчатой структурой таллома. Это *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* spp., *Mougeotia* spp. и *Zygnema* spp., имеющие встречаемость от 37 до 72 %. Большую роль играет их способность образовывать скопления на субстрате и над ним, что увеличивает

площадь поверхности субстрата, доступной для формирования вторичной эпифлоры.

Следует, однако, отметить, что большинство из доминирующих нитчатых зеленых водорослей относятся к «повсеместно распространенным» таксонам, типичным для олиготрофных водоемов бореальной зоны. Их доминирование в перифитоне исследованных рек подчеркивает схожесть условий формирования альгофлоры, а отличия, по-видимому, определяются уровнем освещения. Роль сине-зеленых водорослей (Cyanophyta, Cyanoprokaryota), которые играют заметную роль в структуре альгоценозов обрастаний [Комулайнен, 2016], невелика. В перифитоне р. Сюскьянйоки идентифицировано всего два вида (*Hapalosiphon fontinalis* и *Tolypothrix distorta*), типичных для фитоперифитона Восточной Фенноскандии.

В зоопланктоне определено 11 видов ракообразных и коловраток. Коловратки – *Euchlanis dilatata* Ehrenberg 1832; копеподы – *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863); клadoцеры – *Alonella nana* (Baird, 1850), *Disparalona rostrata* (Koch, 1841), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785), *Alona costata* Sars, 1862, *A. rectangula* Sars, 1862, *Acroperus harpae* (Baird, 1834), *Biapertura intermedia* (Sars 1862), *Rhynchotalona falcata* (Sars 1862), *Bosmina (Bosmina) longirostris* O. F. Müller, 1785. Среди доминирующих видов только пять определяют численность и биомассу зоопланктона на отдельных участках (табл. 7).

В зоопланктоне устьевого участка (ст. 1) отмечено 6 видов, из которых 4 – клadoцеры. Половину численности планктона на данном участке реки создавали также клadoцеры. Основу биомассы (76 %) формировали ветвистые ракообразные. Верховье реки (ст. 2)

Таблица 7. Общее количество видов (Sp), доминирующие виды, численность (N) и биомасса (B) зоопланктона исследованных участков р. Сюскюяйноки

Ст.	Sp	Доминирующие виды	N, экз./м <sup>3</sup>	B, мг/м <sup>3</sup>
1	6	<i>Thermocyclops oithonoides</i>	110	1,32
		<i>Bosmina longirostris</i>	110	1,65
		<i>Disparalona rostrata</i>	30	1,80
		Остальные виды	70	1,35
2	1	<i>Alona costata</i>	20	1,0
3	8	<i>Thermocyclops oithonoides</i>	200	2,38
		<i>Alonella nana</i>	90	1,35
		<i>Alona rectangula</i>	40	2,0
		<i>Disparalona rostrata</i>	30	1,80
		Остальные виды	70	2,24
4	2	<i>Bosmina longirostris</i>	30	0,45
		Остальные виды	10	0,03

характеризуется крайне низким уровнем развития зоопланктона (табл. 7). В планктоне на этом участке отмечен всего лишь один вид (*Alona costata*). Наибольшим видовым разнообразием (8 видов) и количественными показателями зоопланктона отличался речной участок (ст. 3), расположенный в верхнем течении реки ниже водопада Белые мосты. Доминирующими группами в зоопланктоне здесь были веслоногие (*Thermocyclops*) и ветвистоусые ракообразные (*Alonella* и *Alona*), которые примерно в равном соотношении создавали основу численности. В формировании биомассы планктофауны преобладали (75 %) ветвистоусые (табл. 7). Для зоопланктона в реке Кютсиноя (ст. 4)

характерны бедность видового состава и крайне низкие количественные показатели (табл. 7).

Среди организмов, определенных в донных сообществах, преобладают личинки насекомых отрядов Trichoptera, Ephemeroptera и Diptera (сем. Chironomidae, Simuliidae), что обычно для фауны пороговых участков рек южной Карелии. Всего было выявлено 58 видов беспозвоночных, относящихся к 4 типам и 8 классам (табл. 8).

Особенность видового состава макрозообентоса – обилие редкого ручейника *Chimarra marginata*, который на территории России встречается только в Северном Приладожье и на нескольких порогах рек Онежского озера [Барышев, 2009].

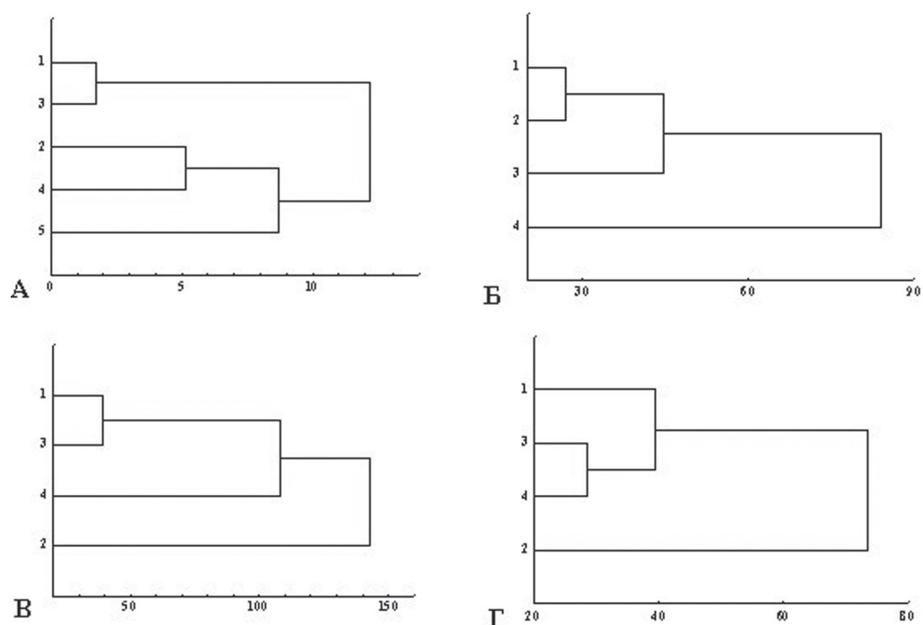


Рис. 2. Дендрограмма сходства структуры фитопланктона (А), фитоперифитона (Б), зоопланктона (В) и зообентоса (Г) на исследованных участках реки Сюскюяйноки. Номера соответствуют участкам реки, указанным на рис. 1.

Таблица 8. Видовой состав макрозообентоса пороговых участков р. Сюскюяйноки

Вид, таксон	Ст.	Вид, таксон	Ст.
Тип Первичнополостные черви (Nemathelminthes)	1, 3	<i>Perلودes</i> sp.	1
Тип Кольчатые черви (Annelidae)		<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	4
<u>Aphanoneura</u>		<i>Xanthoperla apicalis</i> (Newman, 1836)	2
<i>Aeolosoma tenebrarum</i> Vejdovsky, 1880	1	Полужесткокрылые, клопы (Hemiptera)	
<u>Малощетинковые черви (Oligochaeta)</u>		<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (Fabricius, 1794)	2
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	1, 2, 4	Жесткокрылые, жуки (Coleoptera)	
<i>Enchytraeus</i> sp.	1, 2	<i>Elmis maugetii</i> Latreille, 1798	2–4
<u>Пиявки (Hirudinea)</u>		<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793)	1–3
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	1, 2	<i>Orectochilus villosus</i> (Müller, 1776)	1
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	2	<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Müller, 1806)	1, 3, 4
Тип Моллюски (Mollusca)		Ручейники (Trichoptera)	
<u>Брюхоногие моллюски (Gastropoda)</u>	1, 4	<i>Athripsodes</i> sp.	1, 3
<u>Двустворчатые моллюски (Bivalvia)</u>		<i>Ceraclea nigronervosa</i> (Retzius, 1783)	2
Euglesidae sp.	1–4	<i>Cheumatopsyche lepida</i> (Pictet, 1834)	1, 2
<i>Margaritifera margaritifera</i> (Linnaeus, 1758)	1–3	<i>Chimarra marginata</i> (Linnaeus, 1767)	1, 2
Тип Членистоногие (Arthropoda)		<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834)	1–4
<u>Высшие раки (Malacostraca)</u>		<i>H. siltalai</i> Doehler, 1963	1, 2, 4
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	1	<i>Ithytrichia lamellaris</i> Eaton, 1873	2
<u>Паукообразные (Arachnida)</u> – Hydracarina	1, 4	<i>Lepidostoma hirtum</i> (Fabricius, 1775)	1, 4
<u>Насекомые (Insecta)</u>		<i>Micrasema setiferum</i> (Pictet, 1834)	4
Поденки (Ephemeroptera)		<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834)	3, 4
<i>Baetis digitatus</i> Bengtsson, 1912	2–4	<i>P. irroratus</i> Curtis, 1835	4
<i>B. fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)	1	<i>Psychomyia pusilla</i> (Fabricius, 1781)	1
<i>B. niger</i> (Linnaeus, 1761)	1, 4	<i>Rhyacophila nubila</i> Zetterstedt, 1840	1–4
<i>B. rhodani</i> (Pictet, 1843)	1–4	<i>Sericostoma personatum</i> (Kirby & Spence, 1826)	3
<i>B. vernus</i> Curtis, 1834	1, 2	<i>Wormaldia subnigra</i> McLachlan, 1865	4
<i>Heptagenia dalecarlica</i> Bengtsson, 1912	1, 3	Двукрылые (Diptera)	
<i>H. sulphurea</i> (Müller, 1776)	1–4	<i>Simuliidae</i> g. sp.	1–4
<i>Paraleptophlebia submarginata</i> (Stephens, 1835)	4	Ceratopogonidae g. sp.	2–4
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)	2, 4	<i>Chironomidae</i> g. sp.	1–4
Стрекозы (Odonata)		<i>Eloeophila</i> sp.	4
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1782)	2, 4	<i>Hexatoma</i> sp.	3, 4
<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)	3, 4	<i>Chelifera</i> sp.	3
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	2–4	<i>Hemerodromia</i> sp.	1, 3, 4
Веснянки (Plecoptera)		<i>Atherix ibis</i> (Fabricius, 1798)	2–4
<i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758)	2, 4	<i>Tipula</i> sp.	4
<i>Isoperla difformis</i> (Klapalek, 1909)	1–3	<i>Lispe</i> sp.	3
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus, 1758)	1–4	<i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel, 1829)	4
<i>L. digitata</i> Kempny, 1899	2		

По численности и биомассе зообентоса, которые выше, чем в других реках Карелии [Khrennikov et al., 2007], в составе донных сообществ преобладают представители сетеплетущих ручейников (*Hydropsyche pellucidula*, *Chimarra marginata*, *Hydropsyche siltalai*), хищные (*Atherix ibis* и *Rhyacophila nubila*), а также двустворчатые моллюски (*Euglesidae* g. spp., *Margaritifera margaritifera*). Доминирующие на отдельных станциях виды представлены в таблице 9. Минимальные численность и биомасса

донных беспозвоночных выявлены в среднем течении реки (ст. 1) на фоне максимального разнообразия.

Кластерный анализ структуры гидробиоценозов (рис. 2) подчеркивает особенности формирования их структуры на различных участках, что следует учитывать, выбирая объекты, время и место отбора проб при проведении экологического мониторинга на малых реках.

Структура фитопланктона наиболее своеобразна в устье реки Хейняоя

Таблица 9. Общее количество видов (Sp), доминирующие виды, индекс разнообразия (H), численность и биомасса зообентоса исследованных участков р. Сюскюяйоки

Ст.	Sp	H	Численность (N)		Биомасса (B)	
			экз./м <sup>2</sup>	Доминирующие виды (N > 5 %)	г/м <sup>2</sup>	Доминирующие виды (B > 5 %)
1	32	2,6	2,6	<i>Enchytraeus</i> sp., <i>Hydropsyche siltalai</i> , Chironomidae (Orthoclaadiinae) g. sp., <i>Chimarra marginata</i> , <i>Cheumatopsyche lepida</i>	5,8	<i>Hydropsyche pellucidula</i> , <i>Chimarra marginata</i> , <i>Rhyacophila nubila</i> , Euglesidae (Bivalvia) g. spp.
2	30	1,6	9,8	Euglesidae g. spp., <i>Cheumatopsyche lepida</i> , <i>Chimarra marginata</i> , <i>Limnius</i> sp.	57,8	<i>Margaritifera margaritifera</i> , Euglesidae g. spp., <i>Chimarra marginata</i> , <i>Atherix ibis</i>
3	24	2,0	7,1	<i>Leuctra fusca</i> , <i>Hydropsyche pellucidula</i> , Chironomidae (Orthoclaadiinae) g. sp., <i>Baetis rhodani</i>	16,4	<i>Rhyacophila nubila</i> , <i>Leuctra fusca</i> , <i>Hydropsyche pellucidula</i> , <i>Atherix ibis</i>
4	34	2,1	6,0	<i>Baetis (Nigrobaetis) digitatus</i> , <i>Leuctra fusca</i> , <i>Elmis maugetii</i>	16,5	<i>Rhyacophila nubila</i> , <i>Cordulegaster boltonii</i> , <i>Atherix ibis</i>

Таблица 10. Обилие видов – индикаторов сапробности в исследованных реках

Сообщество	Показатель сапробности						Всего видов
	χ	χ-0	0	0-β	β	β-α	
Фитопланктон	3	3	11	13	9	9	48
Фитоперифитон	3	9	6	8	13	2	41
Зоопланктон	0	0	5	4	1	0	10
Зообентос	1	0	7	0	15	0	23
Всего: видов	7	12	29	25	38	11	122
%	5,74	9,84	23,77	20,49	31,15	9,02	

в оз. Сюскюярви (ст. 5), где на плесовом участке разнообразны типичные планктонные формы, а роль аллохтонных донных и прикрепленных форм минимальна.

Для фитоперифитона особенно заметные изменения в структуре были отмечены на участке, расположенном в реке Кютсиноя (ст. 4), где снижение освещенности под густым пологом прибрежной растительности вызывает уменьшение биомассы зеленых нитчатых водорослей, что отмечалось нами ранее и для других рек таежной зоны [Kotulaupen, 2008].

Для зоопланктона и зообентоса особо «специфичной» выглядит станция 2, расположенная непосредственно ниже истока из озера Сюскюярви. Высокая продуктивность речных донных сообществ, также отмеченная на данной станции, характерна для таких участков и отмечалась нами ранее [Барышев, Кухарев, 2011].

В структуре исследованных сообществ водных организмов выявлено 122 вида – индикатора сапробности. Среди них наиболее разнообразны β-мезосапробы и олигосапробы (табл. 10).

Сапробиологический анализ показал, что в альгофлоре реки Сюскюяйоки наиболее широко представлены β-мезосапробы – 23,6 %

и β-олигосапробы – 24,7 % от общего числа видов-индикаторов, при достаточно высоком разнообразии χ-сапробов и видов – индикаторов органического загрязнения.

Почти все ракообразные и коловратки, обнаруженные в планктоне, за исключением *Ch. sphaericus*, относятся к группе олигосапробов. Однако индексы сапробности не рассчитывались из-за недостаточного количества видов-индикаторов на исследованных участках реки.

Среди донных беспозвоночных индикаторами сапробности являются 23 вида, или 38 % общего их числа. Большая их часть относится к группе β-мезосапробов (15 видов), 7 являются олигосапробами и 1 вид – χ-сапробом. Полученные значения индексов сапробности по шкале оценки качества вод соответствуют β-мезосапробной зоне (табл. 11), что указывает на умеренное загрязнение. Наименьшее значение сапробности ( $1,3 \pm 0,07$ ), соответствующее олигосапробной зоне, выявлено в верхнем течении (ст. 4).

В большинстве исследованных участков структуру сообществ определяют χ- и χ-0-сапробы. Поэтому неудивительно, что

Таблица 11. Значения индексов сапробности (P&B – по Пантле и Букк, TDI – трофический диатомовый индекс), рассчитанные по фитопланктону, фитоперифитону и зообентосу для различных участков реки Сюскюяййоки

Сообщество	Индекс	Станции				
		1	2	3	4	5
Фитопланктон	P&B	1,65 ± 0,04	1,24 ± 0,07	1,78 ± 1,02	1,26 ± 0,03	1,28 ± 0,06
Фитоперифитон	P&B	1,02 ± 0,12	0,82 ± 0,02	0,73 ± 0,11	1,08 ± 0,04	–
	TDI	1,99 ± 0,32	1,74 ± 0,17	1,91 ± 0,08	2,53 ± 0,43	–
Зообентос	P&B	1,90 ± 0,02	1,80 ± 0,14	1,90 ± 0,10	1,30 ± 0,07	–

значения индекса Пантле – Букк и трофического диатомового индекса (TDI) изменяются соответственно от 0,73 до 1,99 и от 1,74 до 2,53 (табл. 11), что ниже значений, характерных для загрязненных рек Европейского Севера России [Komulainen, 2002, 2004].

Таким образом, оценка степени загрязнения воды реки по присутствию индикаторных видов гидробионтов позволяет говорить о том, что воды реки соответствуют чистым водам (II класс чистоты).

Показателем антропогенного воздействия является также увеличение концентрации тяжелых металлов в водорослях [Komulainen, Mogošov, 2007a, b]. Максимальные значения концентрации меди, свинца и кадмия в зеленых нитчатых водорослях (*Mougeotia* sp.) отмечены в нижнем течении реки Сюскюяййоки, а цинка – в реке Кютсиноя (табл. 12). Однако эти значения намного ниже отмеченных нами ранее для рек Прионежья и особенно для водотоков Мурманской области, подвергаемых интенсивному антропогенному воздействию [Komulainen, Mogošov, 2010].

Таблица 12. Средние значения концентрации тяжелых металлов в фитоперифитоне реки Сюскюяййоки

Ст.	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni
	мг/кг				
1	0,8	16,3	10,4	59,7	5,5
2	0,7	6,9	9,1	51,0	9,3
3	0,5	5,7	7,9	115,0	3,9
4	0,5	14,0	6,6	345,3	3,0

## Заключение

Река Сюскюяййоки характеризуется низкой освоенностью водосбора. Точечные источники загрязнения в бассейне реки отсутствуют. Хозяйственная деятельность на водосборе пока не вызывает коренных изменений в сообществах водных организмов.

Наблюдаемые изменения в структуре фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона

и зообентоса на исследованных участках реки не носят «катастрофического» характера, но требуют продолжения более детального анализа режима всех параметров экосистемы. Тем более что результаты «фонового» мониторинга, ориентированного на получение информации о состоянии рек, в минимальной мере подверженных антропогенному воздействию, могут быть использованы для оценки степени антропогенного воздействия на другие водотоки региона.

Некоторые различия качественного состава, количественных показателей сообществ водных организмов определяются в первую очередь расстоянием от истока из проточных озер, заболоченностью водосборов и локальными особенностями гидрологического режима и морфометрии русла.

Результаты проведенной работы показывают, что при подробном исследовании даже одного водотока, сочетающем изучение структуры речных биоценозов и детальный гидрохимический анализ, приоткрываются фундаментальные вопросы гидробиологии. Одновременно расширяются наши представления о биоразнообразии сообществ водных организмов и биоресурсном потенциале водотоков, накапливается необходимое количество материала для выявления основных подходов к оценке качества их вод.

Индикационные возможности сообществ водных организмов достаточно высоки. Структура гидробиоценозов и рассчитанные индексы достаточно четко отражают трофический статус реки. Данные по отдельным экологическим группировкам гидробионтов дополняют друг друга, повышая объективность выводов.

Судя по составу индикаторных видов, вода реки Сюскюяййоки и ее притоков условно чистая и пригодна для всех видов водопользования. Численность и биомасса фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса позволяют судить о достаточно высокой степени их развития в реках, жизненной активности и устойчивости. Следует при этом учитывать, что структура планктона в реке зависит от

наличия проточных озер, а для бентоса и перифитона имеет значение характер подстилающих грунтов и субстрата.

Мы считаем целесообразным включение в программу мониторинга анализ типичных для внутренних водоемов гидробиоценозов. Тем более что определение ряда биотических показателей, наряду с традиционными абиотическими, уже предусмотрено нормативными природоохранными документами.

Создание ООПТ в бассейне реки Сюскюяййоки может стать хорошим примером дополнения природоохранного и охотохозяйственного подходов, преобладающих в России, эстетическим и историческим, характерными для многих европейских стран и Северной Америки.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания (темы №№ 0221-2014-0005 и 0221-2014-0038).*

## Литература

- Барышев И. А. Первая находка ручейника *Chimarra marginata* (L.) (Trichoptera, Insecta) в бассейне Онежского озера и рекомендация по включению его в Красную книгу Республики Карелия // Труды КарНЦ РАН. 2009. № 1. С. 98–100.
- Барышев И. А., Кухарев В. И. Влияние проточного озера на структуру зообентоса в реке с быстрым течением (на примере р. Лижма, бассейн Онежского озера) // Ученые записки ПетрГУ. № 6 (119). 2011. С. 16–19.
- Барышев И. А. История изучения макрозообентоса рек Карелии и Мурманской области // Труды КарНЦ РАН. № 4. 2016. С. 3–20. doi: 10.17076/есо98
- Баянов Н. Г. ООПТ и совершенствование мониторинга водных экосистем в России // Астраханский вестник экологического образования. № 4 (26). 2013. С. 82–88.
- Берсонов С. А. Водноэнергетический кадастр Карельской АССР. М.; Л.: АН СССР, 1960. 407 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2015 году / Министерство по природопользованию и экологии Республики Карелия. Редакционная коллегия: А. Н. Громцев (главный редактор), О. Л. Кузнецов, Г. Т. Шкиперова, Т. Б. Ильмаст. Петрозаводск: Два товарища, 2016. 300 с.
- Иешко Е. П., Веселов А. Е., Мурзина С. А., Гейст Й., Лебедева Д. И., Ефремов Д. А., Ручьев М. А., Зотин А. А. Пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* L. в реке Сюскюяййоки (бассейн Ладожского озера) // Труды КарНЦ РАН. 2014. № 6. С. 123–133.
- Комулайнен С. Ф. Перифитон рек Ленинградской, Мурманской областей и Республики Карелия. Опер.-информ. мат.-лы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1996. 39 с.
- Комулайнен С. Ф. Перифитон. Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья. Северное Приладожье. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. С. 313–318.
- Комулайнен С. Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003а. 43 с.
- Комулайнен С. Ф. Фитоперифитон в некоторых реках северного побережья Ладожского озера // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер: Труды 4-го Международного Ладожского симпозиума (Великий Новгород, 2–6 сентября 2002). СПб.: АССПИН, 2003б. С. 112–116.
- Комулайнен С. Ф. Фитоперифитон рек Республики Карелия // Ботанический журн. 2004. Т. 89, № 3. С. 18–35.
- Комулайнен С. Ф. Дополнительные материалы к «Библиографии работ по водорослям Европейского Севера России» // Труды КарНЦ РАН. 2011. № 1. С. 97–103.
- Комулайнен С. Ф. Цианопфита/Цианобактерии в перифитоне рек Восточной Финноскандии: роль в экосистемах, опыт изучения и проблемы // Труды Кольского научного центра РАН. 2016. № 7–4 (41). С. 14–23.
- Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 41 с.
- Комулайнен С. Ф., Антипина Г. А., Вислянская И. Г., Иешко Т. А., Лак Г. Ц., Чекрыжева Т. А., Шаров А. Н., Шелехова Т. С. Библиография работ по водорослям Европейского Севера России (Республика Карелия, Мурманская область). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 66 с.
- Комулайнен С. Ф., Лозовик П. А., Круглова А. Н., Барышев И. А., Галибина Н. А. Оценка состояния рек северного побережья Ладожского озера по химическим показателям и структуре гидробиоценозов // Водные ресурсы. 2016. Т. 43, № 3. С. 277–286.
- Круглова А. Н. К истории изучения зоопланктона рек Карелии // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 4. С. 21–36. doi: 10.17076/есо243
- Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов северной части бассейна Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. 192 с.
- Лозовик П. А. Геохимическая классификация поверхностных вод гумидной зоны на основе их кислотно-основного равновесия // Водные ресурсы. 2013. Т. 40, № 6. С. 583–588.
- Лозовик П. А., Платонов А. В. Определение региональных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ на примере Карельского гидрографического района // Геоэкология. 2005. № 6. С. 527–532.
- Лозовик П. А., Шкиперова О. Ф., Зобков М. Б., Платонов А. В. Геохимические особенности поверхностных вод Карелии и их классификация по химическим показателям // Труды Карельского научного центра РАН. 2006. № 9. С. 130–143.
- Лузаченко Ю. Г. Заповедники России – гарант сохранения самовосстановительного потенциала

природы. Концептуальные положения // Заповедное дело: Науч.-метод. записки. 1996. Вып. 1. С. 8–22.

Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды // Ред. А. Н. Громцев, С. П. Китаев, В. И. Крутов, О. Л. Кузнецов, Т. Линдхольм, Е. Б. Яковлев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. 262 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики. Т. 2: Карелия и Северо-запад. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 527 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 // Ред. Л. В. Боевой. Ростов-на-Дону: НОК, 2009. 1044 с.

Kelly M. G., Whitton B. A. The trophic Diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers // J. of Applied Phycology. 1995. 7. 433–444.

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

Komulaynen S. Use of periphyton for monitoring in rivers in Northwest Russia // J. of Applied Phycology. 2002. 14. P. 57–62.

Komulaynen S. Periphytic algal communities in some rivers of the northern coast of Lake Ladoga // Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Lake Ladoga Symposium 2002. Joensuu: Publication of Karelian Institute, 2003. No. 138. P. 160–164.

Komulaynen S. Experience of using phytoplankton monitoring in urban watercourses // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2004. 33 (1). P. 65–75.

Komulaynen S. The green algae as structural element of phytoplankton communities in streams of the Northwestern Russia // Biology. 2008. 63 (6): 859–865.

Komulaynen S. F., Lozovik P. A., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Galibina N. A. Assessing the Environmental Conditions of Rivers on the Northern Coast of Lake Ladoga by Chemical Characteristics and the Structure of Hydrobiocenoses // Water Resources. 2016. 43 (3). 486–494.

Komulaynen S., Morozov A. Spatial and temporal variation of heavy metal levels in phytoplankton in small streams of Northwest Russia // Arch. Hydrobiol. 2007a. Suppl. 161 (3-4): 435–442.

Komulaynen S., Morozov A. Variations in phytoplankton structure in small rivers flowing over urbanized areas // Water Resource, 2007b. 34 (3): 332–339.

Komulaynen S., Morozov A. Heavy metal dynamics in the periphyton in small rivers of Kola peninsula // Water Resources. 2010. 37 (6): 874–878.

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. 1955. Bd. 96, no. 18. 604 p.

Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie. Bd. 7. 1973. 218 p.

Suomen Standardisoimislitto. Water analysis. Metal content of biological material determined by atomic absorption spectrometry. Digestion. Standard SFS 5075. Helsinki. 1990. 134 p.

Поступила в редакцию 21.02.2017

## References

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

Baryshev I. A., Kukharev V. I. Vliyaniye protochnogo ozera na strukturu zoobentosa v reke s bystryim techeniem (na primere r. Lizhma, bassein Onezhskogo ozera) [Influence of drainage lake on zoobenthos structure in a river with fast current (case study of the Lizhma river, Lake Onego basin)]. *Uchenye zapiski PetrGU [Proceed. of Petrozavodsk St. Un.]*. No. 6 (119). 2011. P. 16–19.

Baryshev I. A. Istoriya izucheniya makrozoobentosa rek Karelii i Murmanskoi oblasti [History of study of rivers macrozoobenthos in Karelia and the Murmansk region]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. No. 4. 2016. P. 3–20. doi: 10.17076/eco98

Bayanov N. G. OOPT i sovershenstvovanie monitoringa vodnykh ekosistem v Rossii [SPNR and water ecosystems monitoring development in Russia]. *Astrakhan-skii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya [Astrakhan Bull. for Environmental Ed.]*. No. 4 (26). 2013. P. 82–88.

Bersonov S. A. Vodnoenergeticheskii kadastr Karrel'skoi ASSR [Water and power cadastre of the Karelian ASSR]. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1960. 407 p.

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kareliya v 2015 godu [State report on the environment of the Republic of Karelia in 2015]. Ministerstvo po prirodopol'zovaniyu i ekologii Respubliki Kareliya [The Ministry of Nature Management and Ecology of the Republic of Karelia]. Eds A. N. Gromtsev (editor-in-chief), O. L. Kuznetsov, G. T. Shkiperova, T. B. Il'mast. Petrozavodsk: Dva tovarishcha, 2016. 300 p.

Ieshko E. P., Veselov A. E., Murzina S. A., Geist I., Lebedeva D. I., Efremov D. A., Ruch'ev M. A., Zotin A. A. Presnovodnaya zhemchuzhnitsa *Margaritifera margaritifera* L. v reke Syskyuyanioki (bassein Ladozhskogo ozera) [Freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Syskyanjoki (Ladoga lake catchment)]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2014. No. 6. P. 123–133.

Komulainen S. F. Perifiton rek Leningradskoi, Murmanskoi oblastei i Respubliki Kareliya. Oper.-inform. materialy [Periphyton of rivers in the Leningrad, Murmansk regions and the Republic of Karelia. Operational and informational materials]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1996. 39 p.

Komulainen S. F. Perifiton. Inventarizatsiya i izucheniye biologicheskogo raznoobraziya na territorii Zaonezhskogo poluoostrova i Severnogo Priladozh'ya. Severnoe

Priladozh'e [Periphyton. Inventory and study of biological diversity on the Zaonezhsky Peninsula and Northern Ladoga region. Northern Ladoga region]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000. P. 313–318.

Komulainen S. F. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu fitoperifitona v malykh rekakh [Guidelines to phytoperiphyton study in small rivers]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003a. 43 p.

Komulainen S. F. Fitoperifiton v nekotorykh rekakh severnogo poberezh'ya Ladozhskogo ozera [Phytoperiphyton in some rivers of the northern shore of Lake Ladoga]. Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov Ladozhskogo ozera i drugikh bol'shikh ozer: Trudy 4-go Mezhdunarodnogo Ladozhskogo simpoziuma (Velikii Novgorod, 2–6 sentyabrya 2002) [Protection and Rational Usage of Water Resources of Lake Ladoga and Other Big Lakes: Proceed. of the 4<sup>th</sup> Int. Lake Ladoga Symposium (Veliky Novgorod, September 2–6, 2002)]. St. Petersburg: ASSPIN, 2003b. P. 112–116.

Komulainen S. F. Fitoperifiton rek Respubliki Kareliya [Phytoperiphyton of rivers in the Republic of Karelia]. *Botanicheskii zhurn. [Botanical Journal]*. 2004. Vol. 89, no. 3. P. 18–35.

Komulainen S. F. Dopolnitel'nye materialy k «Bibliografii rabot po vodoroslyam Evropeiskogo Severa Rossii [Supplementary materials to the *Bibliography of papers on algae of Northern European Russia*]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2011. No. 1. P. 97–103.

Komulainen S. F. Cyanophyta/Cyanoprokaryota v perifitone rek Vostochnoi Fennoskandii: rol' v ekosistemakh, opyt izucheniya i problemy [Cyanophyta/Cyanoprokaryota in rivers periphyton of Eastern Fennoscandia: role in ecosystems, experience of study, and problems]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceed. of the Kola Science Centre RAS]. 2016. No. 7–4(41). P. 14–23.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V., Shirokov V. A. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu gidrobiologicheskogo rezhima malykh rek [Guidelines to hydrobiological regime study of small rivers]. Petrozavodsk: KF AN SSSR, 1989. 41 p.

Komulainen S. F., Antipina G. A., Vislyanskaya I. G., Ieshko T. A., Lak G. Ts., Chekryzheva T. A., Sharov A. N., Shelekhova T. S. Bibliografiya rabot po vodoroslyam Evropeiskogo Severa Rossii (Respublika Kareliya, Murmanskaya oblast') [Bibliography of papers on algae of Northern European Russia (Republic of Karelia, Murmansk region)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2006. 66 p.

Komulainen S. F., Lozovik P. A., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Galibina N. A. Otsenka sostoyaniya rek severnogo poberezh'ya Ladozhskogo ozera po khimicheskim pokazatelyam i strukture gidrobiotsenozov [Assessing the environmental conditions of rivers on the northern coast of Lake Ladoga based on chemical characteristics and the structure of hydrobiocenoses]. *Vodnye resursy [Water Resources]*. 2016. Vol. 43, no. 3. P. 277–286.

Kruglova A. N. K istorii izucheniya zooplanktona rek Karelii [On the history of study of rivers zooplankton in Karelia]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2016. No. 4. P. 21–36. doi: 10.17076/eco243

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

Lozovik P. A. Geokhimicheskaya klassifikatsiya poverkhnostnykh vod gumidnoi zony na osnove ikh kislotno-osnovnogo ravnovesiya [Geochemical classification of surface waters of a humid zone based on their acid-base balance]. *Vodnye resursy [Water Resources]*. 2013. Vol. 40, no. 6. P. 583–588.

Lozovik P. A., Platonov A. V. Opredelenie regional'nykh predel'no dopustimyykh kontsentratsii zagryaznyayushchikh veshchestv na primere Karel'skogo gidrograficheskogo raiona [Determination of regional maximum permissible concentrations of pollutants (case study of Karelia hydrographic region)]. *Geoekologiya [Environmental Geoscience]*. 2005. No. 6. P. 527–532.

Lozovik P. A., Shkiperova O. F., Zobkov M. B., Platonov A. V. Geokhimicheskie osobennosti poverkhnostnykh vod Karelii i ikh klassifikatsiya po khimicheskim pokazatelyam [Geochemical properties of surface water in Karelia and their classification by chemical parameters]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. of KarRC of RAS]*. 2006. No. 9. P. 130–143.

Puzachenko Yu. G. Zapovedniki Rossii – garant sokhraneniya samovosstanovitel'nogo potentsiala prirody. Kontseptual'nye polozheniya [Nature reserves of Russia as guarantors of self-restoring nature potential protection. Conceptual positions]. *Zapovednoe delo: nauch.-metod. zapiski [Reserve Management and Studies: Methodological Proceed.]*. 1996. Iss. 1. P. 8–22.

Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva, vidy [Diversity of biota in Karelia: formation conditions, communities, and species]. Eds. A. N. Gromtsev, S. P. Kitaev, V. I. Krutov, O. L. Kuznetsov, T. Lindkhol'm, E. B. Yakovlev. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. 262 p.

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki [Surface water resources of the USSR. Basic hydrological characteristics]. T. 2: Kareliya i Severo-zapad [Vol. 2: Karelia and North-West]. Pt. 1. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. 527 p.

Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii [Guidelines to methods of hydrobiological analysis of surface water and bed silt]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 239 p.

Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi. Chast' 1 [Guidelines to chemical analysis of terrestrial surface water. Part 1]. Ed. L. V. Boevoi. Rostov-na-Donu: NOK, 2009. 1044 p.

Kelly M. G., Whitton B. A. The trophic Diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. of Applied Phycology*. 1995. 7. 433–444.

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

Komulainen S. Use of periphyton for monitoring in rivers in Northwest Russia. *J. of Applied Phycology*. 2002. 14. P. 57–62.

Komulainen S. Periphytic algal communities in some rivers of the northern coast of Lake Ladoga. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Lake Ladoga Symposium 2002. Joensuu: Publication of Karelian Institute, 2003. No. 138. P. 160–164.

Komulainen S. Experience of using phytoperiphyton monitoring in urban watercourses. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 2004. 33(1). P. 65–75.

*Komulaynen S.* The green algae as structural element of phytoperiphyton communities in streams of the Northwestern Russia. *Biology*. 2008. 63 (6). P. 859–865.

*Komulaynen S. F., Lozovik P. A., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Galibina N. A.* Assessing the Environmental Conditions of Rivers on the Northern Coast of Lake Ladoga by Chemical Characteristics and the Structure of Hydrobiocenoses. *Water Resources*. 2016. 43(3). P. 486–494.

*Komulaynen S., Morozov A.* Spatial and temporal variation of heavy metal levels in phytoperiphyton in small streams of Northwest Russia. *Arch. Hydrobiol.* 2007a. Suppl. 161 (3-4). P. 435–442.

*Komulaynen S., Morozov A.* Variations in phytoperiphyton structure in small rivers flowing over urbanized areas. *Water Resource*. 2007b. 34 (3). P. 332–339.

*Komulaynen S., Morozov A.* Heavy metal dynamics in the periphyton in small rivers of Kola peninsula. *Resources*. 2010. 37 (6). P. 874–878.

*Pantle R., Buck H.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasserfach*. 1955. Bd. 96, no. 18. 604 p.

*Sládeček V.* System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie*. Bd. 7. 1973. 218 p.

*Suomen Standardisoimislitto.* Water analysis. Metal content of biological material determined by atomic absorption spectrometry. Digestion. Standard SFS 5075. Helsinki. 1990. 134 p.

Received February 21, 2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### **Комулайнен Сергей Федорович**

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

### **Лозовик Петр Александрович**

зав. лабораторией гидрохимии и гидрогеологии, д. х. н.  
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 576541

### **Круглова Александра Николаевна**

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

### **Барышев Игорь Александрович**

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

### **Сластина Юлия Леонидовна**

младший научный сотрудник лаб. гидробиологии  
Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: slastina.jul@yandex.ru  
тел.: (8142) 576520

### **Галибина Наталия Алексеевна**

зав. аналитической лабораторией, к. б. н.  
Институт леса Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: galibina@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 768160

## CONTRIBUTORS:

### **Komulaynen, Sergey**

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

### **Lozovik, Pyotr**

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: lozovik@nwpi.krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 576541

### **Kruglova, Alexandra**

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

### **Baryshev, Igor**

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

### **Slastina, Yulia**

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: slastina.jul@yandex.ru  
tel.: (8142) 576520

### **Galibina, Natalia**

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: galibina@krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 768160