

Семенов А.В. Инструментальные климатические наблюдения на Кольском полуострове и особенности обслуживания региональных потребителей климатической информацией: докл. // Адаптация к изменению климата и ее роль в обеспечении устойчивого развития регионов: Междунар. конф. Мурманск, 2008.

Справочник по климату СССР. Вып.2: Мурманская область. Ч.II: Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 144 с.

Справочник по климату СССР. Вып.2. Ч.IV: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 176 с.

Тушинский Г.К. Ледники, снежники, лавины Советского Союза. М.: Гос. изд-во географ. лит., 1963. 312 с.

Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 304 с.

Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1961. 200 с.

Rubel F. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification / F.Rubel, M.Kottek // Meteorol. Z. 2010. Vol.19. P. 135-141. [doi:10.1127/0941-2948/2010/0430].

Schneider P. Space observations of inland water bodies show rapid surface warming since 1985 / P.Schneider, S.J.Hook, GRL. 2010. Vol.37. L22405. [doi:10.1029/2010GL045059].

Сведения об авторе

Демин Валерий Иванович,

научный сотрудник Полярного геофизического института КНЦ РАН

Demin Valeriy Ivanovich,

Research fellow of Polar Geophysical Institute of Kola Science Center, Russian Academy of Sciences

УДК: 574.5

С.Ф.Комулайнен, А.Н.Круглова, И.А.Барышев

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В РЕКАХ ЮЖНОГО (ПОМОРСКОГО) ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

Аннотация

Исследования сообществ гидробионтов, выполненные на 10 реках, включали анализ таксономического состава, экологии и пространственной динамики сообществ фитопланктона, зоопланктона и бентоса. В статье обсуждаются основные принципы изменения структуры и функционирования гидробиоценозов. Особое внимание уделено проблеме формирования речного континуума, влиянию проточных озер и урбанизации водосбора.

Ключевые слова:

фитопланктон, зоопланктон, бентос, реки бассейна Белого моря.

S.F.Komulainen, A.N.Kruglova, I.A.Baryshev

THE STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE HYDROBIONT COMMUNITIES OF SOME RIVERS OF THE WHITE SEA SOUTHERN (POMORSKI) COAST

Abstract

The study of hydrobiont communities of 10 rivers included the analysis of their taxonomy composition, ecology and space distribution such of phytoplankton, zooplankton and benthos communities. The main principles of structure and functioning changes of hydrobiont communities in the river are discussed. Special attention is paid to the river continuum developing, the influence of flowing lakes and watershed urbanisations.

Key words:

phytoplankton, zooplankton, benthos, rivers of the White Sea.

Введение

Исследования организации и функционирования основных элементов биоты речных экосистем – неотъемлемая часть в решении фундаментальных и прикладных вопросов гидробиологии и экологии. Представления о структурной организации сообществ водных организмов, о зависимости ее показателей от факторов окружающей среды необходимы для понимания функционирования водных экосистем. Они важны и с практической точки зрения, прежде всего, для разработки систем биоиндикации качества окружающей среды.

Гидробиологические исследования на территории Карелии имеют давнюю историю, однако для многих водоемов и водотоков инвентаризация гидробионтов и оценка роли их сообществ в формировании трофической структуры водных экосистем все еще актуальна. Несмотря на прогресс в изучении влияния абиотических факторов на структуру и функционирование гидробиоценозов, комплексная оценка роли широтной неоднородности, особенностей ландшафта и морфометрии водоема остается одной из важнейших задач гидробиологии.

Литературные данные о структуре сообществ водных организмов в реках южного побережья Белого моря ограничиваются публикациями Т.А.Чекрыжевой (1985) и Л.И.Гордеевой (1985), выполненными на основе сборов 1983-1984 гг. и посвященных анализу планктонных комплексов в реках Нюхча, Сума и др.

В фитопланктоне рек Сума и Нюхча было определено 52 и 54 вида соответственно. Показано, что наиболее разнообразно в нем представлены диатомовые водоросли, составляющие 45-60% всех найденных видов. Массовыми формами из диатомей были *Melosira ambigua* (Grun.) O.Müll., *M. islandica* subsp. *helvetica* O. Müll., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz.

Выполненные исследования зоопланктона (Гордеева, 1985) некоторых рек Поморского побережья (Сума, Нюхча) показали, что речной зоопланктон представлен широко распространенными видами северной фауны. Отмечена экологическая неоднородность речной планктофауны, которая формируется как за счет лимнофильного, так и литорального и придонного комплексов. Довольно высокими для северных карельских рек количественными показателями зоопланктона (15.7-54.2 тыс. экз/м³ и 0.7-1.0 г/м³) отличались плесовые участки рек с замедленным течением. Для остальных речных участков характерны относительно невысокие величины численности и биомассы зоопланктона (0.07 тыс. экз/м³ и 0.002 г/м³). По весу преобладали кладоцеры (68-72%) при численном преимуществе циклопид (55%).

Зообентос в реках южного побережья практически не исследовался. Краткие сведения о донной фауне реки Сума содержатся в обзоре по фауне донных беспозвоночных рек Кольского полуострова и Карелии (Khrennikov et al., 2007). Фрагментарные данные о мезобентосе проточного оз.Сумозеро представлены в работе А.Р.Хазова (1985).

Цель работы – дать характеристику сообществ перифитона, зоопланктона, зообентоса в реках южного (Поморского) берега Белого моря и выявить основные закономерности изменения структуры и функционирования гидробиоценозов.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований авторов, проведенных в 2008-2010 гг. на 10 реках южного (Поморского) побережья Белого моря (рис.1) и итоги более ранних наблюдений.

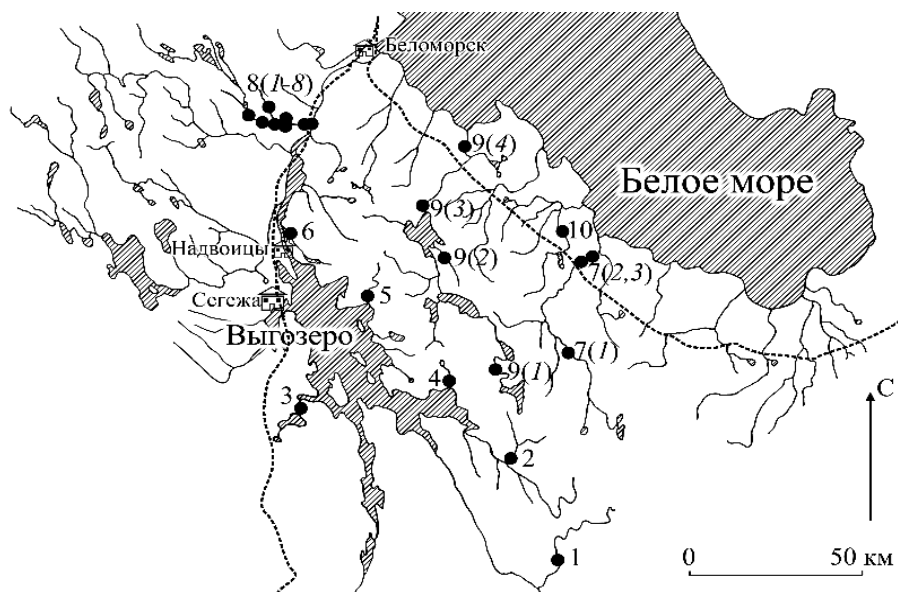


Рис.1. Расположение исследованных рек южного побережья Белого моря:

1 – Лекса; 2 – Вожма; 3 – Урокса; 4 – Шигеренджа; 5 – Унежма; 6 – Шоба; 7 – Нюхча; 8 – Летняя; 9 – Сума; 10 – Руйга. В скобках номера станций отбора проб

В водосборный бассейн Белого моря входит значительная часть гидрографической сети рек Мурманской, Архангельской областей и Республики Карелия. Общая площадь водосбора бассейна Белого моря составляет более 1100 тыс. км² (Белое море и его водосбор ..., 2007). Соотношение площадей суши и моря для водосбора Белого моря составляет 8.3, что является косвенным показателем влияния речного стока на окраинные моря. Берега Белого моря на всем протяжении имеют собственные названия. Южный берег Белого моря от города Кемь до устья реки Онеги носит название Поморского. Большая часть берега низменна, преобладают болотистые долины. Реки Поморского берега мало подвержены антропогенному воздействию, различаются по морфометрии русла и водосборов (табл.1). Исследованные реки характеризуются низкой минерализацией – менее 20 мг/л и низкими величинами pH – 5.6-6.7, высоким содержанием органического вещества – в среднем 55 мг/л и цветностью – в среднем 280 (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1970; Современное состояние ..., 1998; Веселов, Калюжин, 2001; Иванов, Брызгало, 2007).

Отбор проб осуществлялся в период летней межени (июль-август) на пороговых участках рек. Сбор и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам (Макрушин, 1974, Руководство ..., 1983; Комулайнен и др., 1989; Комулайнен, 2003). В реках Сума, Нюхча и Летняя пробы отбирались от верховья до устья. Для того чтобы оценить роль биотопической неоднородности, выбирали участки, отличающиеся глубинами (0.15-0.40 м), скоростями течения (0.15-0.65 м/с), расположенные на разном удалении от проточных озер и в разной мере подвергаемые антропогенному воздействию. Для выявления роли таксонов вычислялись: частота встречаемости (pF), частота (DF) и порядок ($DT = DF/pF \times 100$) доминирования, относительное обилие видов.

Таблица 1

Гидрологическая характеристика исследованных рек
южного (Поморского) побережья Белого моря

Река	Падение, м	Длина, км	Характеристика водосбора			Средний многолетний	
			S, км ²	LS, км ²	WIS, %	расход воды, м ³ /с	модуль стока, л/с/км ²
1. Лекса	79	72	537	1.6	22.1	5.57	10.4
2. Вожма	95	96	1295	2.5	21.2	13.1	10.1
3. Урокса	20	21	197	11.4	23.9	1.82	9.3
4. Шигеренджа	77	35	56	1.2	16.8	0.52	9.3
5. Унежма	86	16	128	13.7	16.9	1.19	9.3
6. Шоба	27	33	167	9.8	11.5	1.89	11.3
7. Нюхча	186	105	1772	2.5	26.0	16.81	9.5
8. Летняя	76	61	590	6.9	30.4	5.28	8.9
9. Сума	158	158	2041	13.1	21.4	18.51	9.0
10. Руйга	105	77	768	2.7	47.1	6.74	8.8

ПРИМЕЧАНИЕ. S – площадь водосбора; LS – озерность водосбора; WIS – заболоченность водосбора.

Результаты и обсуждение

Фитоперифитон

В фитоперифитоне исследованных рек определено 146 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 64 родам, 39 семействам и 9 порядкам: Raphidophyta – 1, Euglenophyta – 1, Cyanophyta – 22, Chrysophyta – 2, Dinophyta – 1, Bacillariophyta – 88, Chlorophyta – 27, Xanthophyta – 1, Rhodophyta – 3 (табл.2).

Видовое богатство альгофлоры определяют пениатные диатомеи порядков Araphales и Raphales, среди которых доминировали и были наиболее постоянными в альгоценозах обрастаний евперифитонные формы родов *Tabellaria*, *Eunotia*, *Synedra*, *Gomphonema* – комплекс видов, как правило определяющий структуру водорослевых обрастаний в реках региона (Комулайнен, 2004а; Комулайнен и др. 2006; Komulainen, 2008). Среди зеленых водорослей основным ценозообразователем была *Zygnema* sp. – вид, часто определяющий биомассу альгоценозов обрастаний в реках Карелии (Komulainen, 2008). Из синезеленых водорослей только два вида (*Stigonema tamilosum* и *Tolypothrix saviczii*) доминировали в альгоценозах обрастаний. Отмечено характерное для северных флор преобладание числа семейств и родов с одним таксоном (Комулайнен, 2004б), что находит отражение в пропорции альгофлоры (табл.3). Сокращение числа видов в семействах и родах объясняется и низкой минерализацией поверхностных вод. Большая часть определенных видов (48%) – евперифитонные формы. Они формируют структуру группировок фитоперифитона во всех исследованных водотоках, составляя от 44 до 83% от общего числа встреченных видов и от 60 до 94% от суммарной численности. Кроме евперифитонных форм в группировках постоянно присутствуют планктонные (29.8%) и донные водоросли (17.8%). В перифитоне рек Лекса, Вожма, Сума и Унежма, относительное обилие планктонных видов в августе 2010 г. превышало 20%, что объясняется не только наличием проточных озер, но и хорошим прогревом воды (до 23°C) в период наблюдений.

Таблица 2

Список водорослей перифитона рек южного побережья Белого моря

Таксоны	Реки *
1	2
Raphidophyta	
<i>Gonystomum semen</i> (Ehr.) Diesing	8
Cyanophyta	
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	3, 7
<i>Gloeocapsa tenax</i> (Kirchn.) Hollerb.	8
<i>Chamaesiphon aponina</i> Kütz.	7-9
<i>Ch. curvatus</i> (Borsi.) Nord.	8
<i>Stigonema mamilosum</i> (Lyngb.) Ag.	7, 8
<i>Hapalosiphon fontinalis</i> (Ag.) Born.	8
<i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb.	7, 9, 10
<i>N. commune</i> (Vauch.) Elenk.	8
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	2, 7, 9, 10
<i>A. solitaria</i> Kleb.	8
<i>Tolypothrix distorta</i> (Fl. Dan.) Kütz.	9
<i>T. saviczii</i> Kossinsk.	8
<i>C. gypsophylla</i> (Kütz.) Thur.	8
<i>Rivularia aquatica</i> (de Wild.) Geitl.	8
<i>R. coadunata</i> (Sommeref) Foslie	8
<i>Oscillatoria aghardii</i> Gom.	4, 8
<i>O. limosa</i> Ag.	3, 7-9
<i>O. nigra</i> (Lyngb.) Ag.	3, 5, 7
<i>O. splendida</i> Grev.	2, 3
<i>O. planctonica</i> Elenk.	2
<i>O. simplicissima</i> Gom.	1, 6, 9
<i>O. subtilissima</i> Kütz.	7
Chrysophyta	
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.	
<i>D. sociale</i> Ehr.	9
Dinophyta	
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. M.) Ehr.	9
Bacillariophyta	
<i>Stephanodiscus asterea</i> (Ehr.) Grun.	
<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenk.	9
<i>C. kuetzingiana</i> Thwait.	9
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	5
<i>C. stelligera</i> Cl. et Grun.	6
<i>Melosira varians</i> Ag.	8
<i>Aulocosira ambigua</i> (Grun.) Simonsen	3, 5, 7, 9
<i>A. distans</i> (Ehr.) Simonsen. v. <i>distans</i>	2, 6, 7, 9
<i>A. distans</i> v. <i>lirata</i> (Ehr.) Bethge	7

Продолжение таблицы 2

1	2
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simonsen	1, 2, 7, 9
<i>A. islandica</i> (O. Müll.) Simonsen	5-7, 9, 10
<i>A. italica</i> (Ehr.) Kütz	6
<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kütz.	8
<i>Fragilaria bicapitata</i> A. Majer	4
<i>F. capucina</i> Desm.	2, 3, 5-7, 9
<i>F. crotonensis</i> Kilt.	8
<i>Fragilaria. pinnata</i> Ehr.	8
<i>Asterionella Formosa</i> Hass.	9
<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz.	1
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	1, 3, 5-8
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib v. <i>Mesodon</i>	5
<i>D. vulgare</i> Bory	7, 8
<i>Meridion circulare</i> Ag.	7-9
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz	1, 3, 5, 6, 8-10
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz	1-3, 5-9
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills.	4
<i>E. exigua</i> (Breb.) Rabench.	6
<i>E. fallax</i> v. <i>gracillima</i> Krasske.	9
<i>E. lunaris</i> (Ehr.) Grun.	6
<i>E. pectinalis</i> Kütz v. <i>pectinalis</i>	1-10
<i>E. pectinalis</i> v. <i>minor</i> (Kütz) Rabench.	7, 9, 10
<i>E. pectinalis</i> v. <i>ventralis</i> (Ehr.) Hust.	3, 7, 9, 10
<i>E. praerupta</i> Ehr.	1, 3, 7, 9
<i>E. robusta</i> v. <i>tetraëdron</i> (Ehr.) Ralfs.	7, 10
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	2, 3, 9
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	1-7, 9
<i>Achnanthes dispar</i> Cl	5
<i>A. lanceolata</i> (Breb.) Grun.	
<i>A. lunaris</i> (Ehr.) Grun.	5
<i>A. microcephala</i> (Kütz.) Grun.	
<i>A. minutissima</i> Kütz.	5, 9
<i>A. pergalloi</i> Brun. et Herib	7
<i>Anomoeoneis vitrea</i> (Grun.) Ross	8
<i>Diploneis fennica</i> (Ehr.) Cl.	2
<i>Navicula cuspidata</i> Kütz.	7
<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Kütz	7, 9
<i>N. radiosa</i> Kütz.	1, 2, 7, 9
<i>N. rhynchocephala</i> Kutz.	7-9
<i>N. rotæana</i> (Rabench.) Grun.	2, 8
<i>N. vulpina</i> Kutz.	7, 8
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) D.T.	1, 3, 4, 7-10
<i>F. rhomboides</i> v. <i>sacsonica</i> (Rabenh.) D.T	7, 9
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1, 7, 8

1	2
<i>Pinnularia brevicostata</i> Cl.	7, 9
<i>P. gibba</i> Ehr.	4-7, 9, 10
<i>P. interrupta</i> W. Sm.	1, 2, 5, 8, 9
<i>P. major</i> (Kütz.) Cl.	3, 5, 7-9
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl.	7, 9
<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm.	6, 8
<i>Pinnularia. nodosa</i> Ehr.	8
<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	8
<i>P. undulate</i> Greg.	7
<i>Cymbella affinis</i> Kütz	5, 7, 8
<i>C. cessatii</i> (Rabench.) Grun.	3, 6, 8
<i>C. cistula</i> (Hemp.) Grun.	7, 8
<i>C. cuspidata</i> Kütz.	7-9
<i>C. gracilis</i> (Rabench.) Cl.	7
<i>C. hebridica</i> (Greg.) Grun.	2, 6
<i>C. helvetica</i> Kütz	2, 8, 9
<i>C. prostrata</i> (Berkeley) Cl.	7
<i>C. tumidula</i> Grun.	7
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl	2, 8, 9
<i>C. ventricosa</i> Kütz.	7-9
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Sc.	5, 7, 8
<i>Gomphonema acuminatum</i> (Ehr.)	1
<i>G. acuminatum</i> v. <i>coronatum</i> (Ehr.) W. Sm	8
<i>G. angustatum</i> (Kutz.) Rabenh.	1, 8
<i>G. augur</i> Gautieri	1
<i>G. constrictum</i> Ehr.	1, 3, 7, 8
<i>G. gracilis</i> Ehr.	5
<i>G. longiceps</i> Ehr.	2, 7, 8
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun.	1-3, 6-8
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	3
<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz.	7-9
<i>Nitzschia linearis</i> W. Sm.	1, 3, 9
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Her.) Grun.	9
<i>Surirella tenera</i> Greg.	4, 6
<i>Stenopterobia interrupta</i> Lewis.	7
Euglenophyta	
<i>Trachelomonas</i> sp.	7
Chlorophyta	
<i>Scenedesmus costatus</i> Schmidle	7
<i>Pediastrum borianum</i> (Thur.) Menegh.	8
<i>Ulotrix zonata</i> Kütz.	4
<i>Microspore amoena</i> (Kütz.) Rabench.	1, 4, 6-9
<i>Draparnaldia glomerata</i> (Vauch.) Ag.	7
<i>Stigeoclonium fasciculare</i> Kütz.	7

Окончание таблицы 2

1	2
<i>Chaetophora elegans</i> (Roth.) Ag.	7, 9
<i>Bulbochaete</i> sp.	8
<i>Oedogonium</i> sp.	7-9
<i>Spirogyra</i> sp.	8
<i>Zygnema</i> sp.	8, 9
<i>Mougeotia</i> sp.	6-8
<i>Closterium acerosum</i> (Sehr.) Ehr. ex Ralfs.	4
<i>Cl. cinthia</i> De Notaris	4, 5, 8
<i>Cl. juncidum</i> Ralfs.	8
<i>Cl. kuetzingii</i> Breb.	8
<i>Cl. ehrenbergii</i> Menegh.	5, 7
<i>Cl. moniliferum</i> (Bory.) Ehr.	4
<i>Cosmarium botritys</i> Menegh.	8
<i>C. brebessonii</i> Menegh.	4
<i>C. humile</i> (Gay.) Nordst.	8
<i>C. margaritifera</i> Menegh.	4
<i>C. contractum</i> Breb.	4
<i>Cosmarium. undulatum</i> Corda.	8
<i>Staurostrum paradoxum</i> Meyen.	8
<i>Pleurotaenium minutum</i> var. <i>elongatum</i> (W. et. G.S. West) Cedergr.	8
<i>Euastrum bidentatum</i> Näg.	7
Xanthophyta	
<i>Vaucheria</i> sp.	3, 4, 6-8
Rhodophyta	
<i>Chantransia chalybea</i> (Roth.) Tries	3, 6, 9,
<i>Batrachospermum moniliforme</i> Roth.	9
<i>Lemanea fluviatilis</i> Ag.	3, 7, 9

* Названия рек соответствуют их номерам, указанным в табл.1.

Таблица 3

Таксономическая структура пропорции альгофлоры перифитона рек
южного побережья Белого моря

Отделы	Ord		Fm		Gn		Spp		Sd		Gn/Fm	Spp/Fm	Spp/Gn
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Raphidophyta	1	0.7	1	2.6	1	1.6	1	0.7	1	3.8	1.0	1.0	1.0
Euglenophyta	1	0.7	1	2.6	1	1.6	1	0.7	0	0.0	1.0	1.0	1.0
Cyanophyta	22	15.1	9	23.1	11	17.2	22	15.1	7	26.9	1.2	2.4	2.0
Chryzophyta	2	1.4	1	2.6	1	1.6	1	0.7	0	0.0	1.0	1.0	1.0
Dinophyta	1	0.7	1	2.6	1	1.6	2	1.4	0	0.0	1.0	2.0	2.0
Bacillariophyta	88	60.3	14	35.9	28	43.8	88	60.3	15	57.7	2.0	6.3	3.1
Chlorophyta	27	18.5	8	20.5	17	26.6	27	18.5	1	3.8	2.1	3.4	1.6
Xanthophyta	1	0.7	1	2.6	1	1.6	1	0.7	1	3.8	1.0	1.0	1.0
Rhodophyta	3	2.1	3	7.7	3	4.7	3	2.1	1	3.8	1.0	1.0	1.0
	146	100	39	100	64	100	146	100	26	100	1.6	3.7	2.8

ПРИМЕЧАНИЕ. Ord – порядки; Fm – семейства; Gn – роды; Spp – виды; n – число таксонов.

Среди диатомовых планктонные виды составляют 67%; в основном это представители родов *Aulacosira* и *Cyclotella* и некоторые виды рода *Fragilaria*. Большинство из центрических диатомей встречались в обрастаниях единично, а в доминирующий комплекс входили лишь *Aulacosira italica* и *A. islandica*, которые преобладали в фитопланктоне проточных озер. Более заметна в альгоценозах обрастаний роль планктонных пенистых диатомей из семейств *Fragilariaceae* и *Tabellariaceae*: *Fragilaria capucina*, *Asterionella formosa* и *Tabellaria fenestrata*. Особый интерес представляют синезеленые планктонные водоросли родов *Microcystis* и *Oscillatoria*, которые часто вызывают «цветение» в водоемах умеренной зоны. Они типичны для поздне-летней альгофлоры перифитона исследованных рек. На участках, расположенных ниже проточных, особенно мезотрофных озер (реки Шигеренджа, Нюхча, Унежма), их численность и биомасса превышает 10% от суммарной. Большинство бентосных форм – диатомовые водоросли. В пробах определено 28 видов, относящихся, главным образом, к родам *Navicula* (6 таксона) и *Pinnularia* (9). Они не достигают высокого обилия и только и *Frustulia rhomboides* отнесена нами к доминантам.

Положение на шкале галобности известно для 114 таксонов водорослей, подавляющее большинство которых олигогалобы. Среди них преобладают индифференты – 57 таксонов, или 95% от общего числа определенных в перифитоне рек видов. Из 12 видов-галофилов постоянны лишь *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria agardhii*, *O. limosa*, *O. tennis* и *Fragilaria pinnata*, характерные преимущественно для водотоков южной Карелии с более высокой минерализацией (Комулайнен, 2004а). Массовыми галофобными видами, предпочитающими очень низкую минерализацию (до 0,02 г/л), являются *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*. Именно благодаря их доминированию относительное обилие галофобных видов в перифитоне рек Урокса, Унежма, Нюхча и Летняя превышает 20%.

Среди индикаторов pH в перифитоне также преобладают индифференты – 51% таксонов. Алкалофилы и ацидофилы составляют 23 и 26% соответственно. Разнообразие и обилие алкалофилов увеличивается в менее гумифицированных реках с более высокой минерализацией – Сума, Унежма. Из ацидофилов встречены обычные обитатели болот и торфяников – *Closterium*, *Euastrum*, *Cosmarium* и *Eunotia*. Доминантами альгоценозов обрастаний являются *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Eunotia pectinalis* и *Frustulia rhomboides*.

Основа фитоперифитона в исследованных реках сформирована относительно небольшим количеством видов. Подавляющее большинство водорослей, определенных в перифитоне, – единичные формы с низкими показателями численности. При этом 30% водорослей зарегистрированы только на одной и 15% – на двух станциях, главным образом, это бентосные и планктонные виды. Кроме того, ограниченное распространение имеют многие арктоальпийские виды. К видам, доминирующим по численности, отнесено 26. Однако реально структуру фитоперифитона в реках определяют 8 видов (*Gonystomum semen*, *Microcystis aeruginosa*, *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia pectinalis*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Frustulia rhomboides*, *Zygnema* sp.) и *Vaucheria* sp., которые образуют более 10% его суммарной численности и биомассы, формируемой в конкретных реках. Эколого-географические спектры доминирующего комплекса отличаются от выявленных для альгофлоры в целом. В его составе более разнообразны евперифитонные формы, при сохранении структуры географического спектра отмечается увеличение доли галофобных и ацидофильных форм.

Сравнение видового состава перифитона (рис.2) позволило выделить несколько групп рек. Во-первых, своеобразная структура доминирующего комплекса перифитона отмечена в реке Летняя. В верхнем течении этой реки наблюдалось массовое развитие *Gonystomum semen* – типичного обитателя сфагновых болот. В нижнем течении на открытых хорошо освещенных участках отмечено массовое развитие нитчатых водорослей. Группа А объединяет реки с более высокой озерностью водосборов. Своеобразие структуры фитоперифитона в них связано с постоянным присутствием, а часто с доминированием аллохтонных, планктонных видов. Список доминирующих видов в перифитоне рек, объединенных в группу Б, обычен для олиготрофных, полугорных водотоков Европейского Севера. Это типичные реофилы родов *Tabellaria*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Achnanthes*. Численность водорослей в перифитоне была невысока, за исключением порогов, расположенных в населенных пунктах, где при оптимальной освещенности доминировали зеленые нитчатые водоросли. Размах колебаний численности в конце биологического лета (август) достигал нескольких порядков – от $0.2 \cdot 10^3$ до $210 \cdot 10^4$ кл/см², биомасса изменялась от 0.01 до 35.4 мг/см² субстрата.

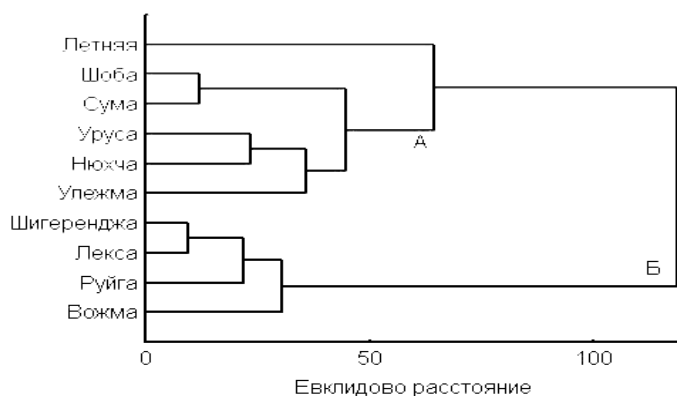


Рис.2. Дендрограмма сходства рек по относительной численности видов в перифитоне (Word's method. Euclidian distances)

Значения индекса Сладечека и трофического диатомового индекса (TDI) изменяются от 0.29 до 1.24 и от 1.05 до 2.18 соответственно. Это объясняется доминированием в перифитоне бета-, бета-олиго- и олигосапробных видов и позволяет отнести воды исследованных рек к олигосапробной зоне.

Зоопланктон

По материалам наших исследований и ранее полученных результатов (Комулайнен и др., 2009), в составе зоопланктона рек обнаружено 43 вида (табл.4), в том числе коловратки – 11 видов (25.6%), кладоцеры – 25 (58.1%) и копеподы – 7 (16.3%). Количество видов и соотношение таксономических групп зоопланктона в реках различно. Наибольшее видовое разнообразие (15-29 видов) планктонной фауны наблюдалось в реках, характеризующихся относительно высокой озерностью и большей площадью водосбора (реки Сума, Летняя, Нюхча). Основу списка видов (66.7-100%) планктонных организмов рек составляли ракообразные, главным образом ветвистоусые (табл.5). Из них наибольшим видовым разнообразием (14 видов)

отличалось сем. Chydoridae, составлявшее 56% от общего числа клadoцер. Представители других семейств (Daphniidae, Sididae, Bosminidae, Moinidae, Пуосcriptidae, Polyphemidae) включали от 1 до 5 видов ветвистоусых ракообразных. Наибольшее количество видов коловраток (4) принадлежит сем. Euchlanidae. Представители остальных шести семейств (Notommatidae, Synchaetidae, Asplanchnidae, Brachionidae, Testudinellidae, Conochilidae) включают 1-2 вида. Веслоногие ракообразные представлены сем. Cyclopidae (5 видов). Из каланид зарегистрированы *Heteroscope*, *Eudiaptomus*.

Таблица 4

Видовой состав зоопланктона рек южного побережья Белого моря

Виды	Реки*
1	2
Коловратки (Rotatoria)	
<i>Notommata</i> sp.	9
<i>Polyarthra</i> sp.	9
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	8
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehr.	7-9
<i>E. deflexa</i> Gosse	7, 8
<i>E. lyra</i> Hudson	7, 9
<i>E. triquetra</i> Ehr.	7
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	9
<i>Kellicottia longispina</i> (Kell.)	8-10
<i>Conochilus hyppocrepsis</i> (Schränk)	3
<i>Testudinella</i> sp.	5
Кладoцеры (Cladocera)	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	9
<i>Daphnia</i> (<i>Daphnia</i>) <i>longispina</i> O.F. Müller	9
<i>D. (Daphnia) cristata</i> Sars	8, 9
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller)	7, 9
<i>C. dubia</i> Richard	9
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)	7
<i>Moina brachiata</i> (Jurine)	8
<i>Ilyocryptus sordidus</i> (Lievin)	7
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O.F. Müller)	9
<i>P. truncatus truncatus</i> (O.F. Müller)	7
<i>Alonella nana</i> (Baird)	8, 9
<i>A. excisa</i> (Fischer)	7
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	5, 7-9
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller)	8, 9
<i>A. costata</i> Sars	2, 3, 5, 7, 9
<i>A. guttata</i> Sars	7, 9
<i>A. rectangula</i> Sars	3, 5
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	5, 7-9
<i>Alonopsis elongatus elongatus</i> (Sars)	8, 9
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	7, 9

Окончание таблицы 4

1	2
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig)	9, 10
<i>B. intermedia intermedia</i> (Sars)	9
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller)	2, 3, 7, 9, 10
<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> Baird	8, 9
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	7
Копеподы (Copepoda)	
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)	8, 9
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	9
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	5
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	9
<i>Acanthocyclops</i> sp.	2, 7
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	8, 9
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)	2, 3, 6, 8, 9

* Названия рек соответствуют их номерам, указанным в табл.1.

Таблица 5

Характеристика зоопланктона исследованных рек

Реки	Количество видов			Всего видов
	коловратки	кладоцеры	копеподы	
Летняя	4 (26.7)	8 (53.3)	3 (20)	15
Сума	6 (20.7)	18 (62.1)	5 (17.2)	29
Руйга	1 (33.4)	2 (66.7)	-	3
Нюхча	4 (23.5)	12 (70.6)	1 (5.9)	17
Вожма	-	2 (50)	2 (50)	4
Улежма	1 (16.7)	4 (66.6)	1 (16.7)	6
Урокса	1 (20)	3 (60)	1 (20)	5
Шоба	-	-	1 (100)	1

ПРИМЕЧАНИЕ. В скобках указано процентное соотношение.

Особенности гидрографического строения речных бассейнов (озерность, заболоченность и др.) находят некоторое отражение в формировании основного комплекса планктонной фауны (табл.1). В зоопланктоне реки Летняя, еще в большей степени в р.Сума, характеризующейся более высокой озерностью водосбора (около 13%), отмечены озерные формы ракообразных (*Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Heterocope appendiculata*) и коловраток (*Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*), сносимые из озер.

Планктонная фауна рек с меньшими значениями озерности в основном формируется представителями фитофильного и прибрежного комплексов (*Bosmina longirostris*, виды родов *Alona*, *Alonella*, *Acroperus*, *Euchlanis*). Основу численности (60-90%) и биомассы (до 99%) речного зоопланктона создают ракообразные, в основном ветвистоусые, уровень количественного развития зоопланктона в исследованных реках невысок. Наибольшие значения количественных показателей планктонной фауны характерны для рек Летняя и Сума (табл.6).

Таблица 6

Количественные показатели (N – численность, экз/м³; В – биомасса, мг/м³)
зоопланктона исследованных рек

Реки	Коловратки		Кладоцеры		Копеподы		Всего	
	$\frac{N}{B}$	%	$\frac{N}{B}$	%	$\frac{N}{B}$	%	$\frac{N}{B}$	%
Летняя	$\frac{60}{0.84}$	$\frac{12.76}{9.01}$	$\frac{255}{7.13}$	$\frac{54.26}{76.51}$	$\frac{155}{1.35}$	$\frac{32.98}{14.48}$	$\frac{470}{9.32}$	100
Сума	$\frac{56}{0.03}$	$\frac{18.73}{0.37}$	$\frac{165}{7.00}$	$\frac{55.18}{86.74}$	$\frac{78}{1.04}$	$\frac{26.09}{12.89}$	$\frac{299}{8.07}$	100
Руйга	$\frac{10}{0.003}$	$\frac{40}{0.75}$	$\frac{15}{0.40}$	$\frac{60}{99.25}$	-	-	$\frac{25}{0.403}$	100
Нюхча	$\frac{72}{0.22}$	$\frac{48}{5.68}$	$\frac{70}{2.89}$	$\frac{46.7}{74.68}$	$\frac{8}{0.76}$	$\frac{5.3}{19.64}$	$\frac{150}{3.87}$	100
Вожма	-	-	$\frac{60}{2.05}$	$\frac{35.29}{29.03}$	$\frac{110}{5.01}$	$\frac{64.71}{70.97}$	$\frac{170}{7.06}$	100
Улежма	$\frac{10}{0.004}$	$\frac{5.88}{0.05}$	$\frac{130}{6.46}$	$\frac{76.47}{91.45}$	$\frac{30}{0.60}$	$\frac{17.65}{8.50}$	$\frac{170}{7.064}$	100
Урокса	$\frac{20}{0.007}$	$\frac{20}{0.25}$	$\frac{50}{2.15}$	$\frac{50}{76.32}$	$\frac{30}{0.66}$	$\frac{30}{23.43}$	$\frac{100}{2.817}$	100
Шоба	-	-	-	-	$\frac{20}{0.44}$	100	$\frac{20}{0.44}$	100

Около половины (45%) ракообразных и коловраток исследованных рек южного побережья Белого моря представлено видами, имеющими всесветное распространение. Оставшуюся часть планктонной фауны формируют виды голарктические (22.5%) и палеарктические (20%). Виды с бореальным географическим распространением составляют 12.5%. Основу видового состава планктонной фауны рек (75%) создают О- и О-β-мезосапробы. На долю β-О, β- и β-альфа-мезосапробов приходится 25% от общего числа видов. В зоопланктоне рек доминирующее положение по численности и по биомассе занимают ракообразные, главным образом, ветвистоусые. Количественные показатели планктонной фауны рек невысоки. Зоопланктон исследованных рек имеет сходство с фауной ракообразных и коловраток других рек Карелии и Мурманской области, обследованных ранее (Куликова, Сярки, 1990; Комулайнен и др., 2005; Круглова, 2008).

Зообентос

В зообентосе исследованных водотоков выявлено 72 вида:

Porifera (*Spongilla lacustris* (L.)). **Oligochaeta** (*Cognettia glandulosa* (Michaelsen), *Fridericia callosa* (Eisen)). **Heteroptera**: *Aphelocheirus aestivalis* (Fabr.).

Ephemeroptera: *Baetis rhodani* (Pict.), *Baetis vernus* Curt., *Baetis fuscatus* (L.), *Baetis (Nigrobaetis) digitatus* Bengtsson, *Baetis* sp., *Caenis* sp., *Siphonurus* sp., *Serratella ignita* (Poda), *Habrophlebia lauta* Eat., *Paraleptophlebia submarginata* (Stephens), *Heptagenia sulphurea* (Müll.), *Heptagenia dalecarlica* Bengtsson.

Plecoptera: *Taeniopteryx nebulosa* (L.), *Amphinemura borealis* (Morton), *Leuctra fusca* (L.), *Leuctra* sp., *Diura bicaudata* (L.), *Diura nanseni* (Kempny), *Isoperla difformis* (Klapalek), *Isogenus nubecula* Newman.

Trichoptera: *Hydropsyche pellucidula* (Curt.), *Hydropsyche siltalai* Doehler, *Hydropsyche newae* Kol., *Hydropsyche silfvenii* Ulmer, *Cheumatopsyche lepida* (Pict.), *Arctopsyche ladogensis* (Kol.), *Rhyacophila nubila* Zett., *Neureclipsis bimaculata* (L.),

Polycentropus flavomaculatus (Pict.), *Brachycentrus subnubilis* Curt., *Lepidostoma hirtum* (Fabr.), *Micrasema setiferum* (Pict.), *Silo pallipes* (Fabr.), *Oxyethira* sp., *Ithytrichia lamellaris* Eat., *Hydroptila* sp., *Ceraclea* sp., *Stenophylax* sp., *Oecetis notata* (Rambur).

Diptera (Simuliidae): *Simulium (Wilhelmia) equinum* (L.), *Cnetha verna* (Macquart), *Cnetha* sp., *Schoenbaueria brachyarthra* Rubzov, *Schoenbaueria* sp., *Simulium (Simulium) variegatum* Meigen, *Simulium* sp.; **(Chironomidae)** *Eukiefferiella* sp., *Parakiefferiella* sp., *Psectrocladius* sp., *Cricotopus* sp., *Polypedilum (Polypedilum) pedestre* (Meigen), *Rheotanytarsus* sp., *Glyptotendipes (Glyptotendipes) glaucus* (Meigen), *Stenochironomus (Stenochironomus) gibbus* (Fabr.), *Orthocladius* sp.; **(Ceratopogonidae)** *Athericidae* (*Atherix ibis* (Fabr.); *Pediciidae* (*Dicranota* sp.).

Odonata (*Onychogomphus forcipatus* (L.), *Cordulegaster boltonii* (Donovan), *Calopteryx* sp.). **Coleoptera** (*Elmis maugetii* Latreille, *Oulimnius tuberculatus* (Müll.) *Limnius* sp.).

Кроме того, в составе бентоса были встречены нематоды (Nematoda), пиявки (Hirudinea), двустворчатые (Bivalvia) и брюхоногие (Gastropoda) моллюски, а также водные клещи Hydracarina, не определенные нами до вида. Выявленные виды характерны для зообентоса Республики Карелия (Барышев, 2008б). Впервые в реках бассейна Белого моря обнаружен клоп *Aphelocheirus aestivalis*, основной ареал которого расположен южнее (Барышев, 2008а). Численность и биомасса зообентоса по станциям варьировали в значительных пределах – от 1150 до 6190 экз/м² и от 1.37 до 29.47 г/м², индекс Шеннона – от 1.09 до 2.12, значение сапробности от 1.37 до 2.09 (табл.7). Полученные значения соответствуют выявленным ранее для зообентоса рек Карельского побережья Белого моря (Khrennikov et al., 2007). Кластерный анализ (рис.3) позволил выделить четыре группы речных участков по положению относительно проточных озер и по степени антропогенной нагрузки. Группа А объединяет речные участки, расположенные вне населенных пунктов, без влияния проточных озер. В группу Б включены участки, расположенные на территории населенных пунктов, непосредственно ниже истока из проточных озер. Формирование зообентоса на участках групп В и Г находится либо под влиянием проточных озер – группа В, либо они расположены в населенных пунктах – группа Г. Урбанизация водосбора или наличие озера выше исследуемого участка реки приводит к заметному изменению количественных характеристик, описывающих структуру зообентоса (табл.8). Ранее сходные изменения были выявлены нами в реках северо-запада Мурманской области (Барышев, 2010).

Таблица 7

Характеристика зообентоса исследованных рек

Река	Число станций	Численность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²	Индекс Шеннона	Индекс Пантле и Букк
Лекса	1	3125	5.81	1.54	1.73
Вожма	1	4858	29.47	1.68	1.66
Унежма	1	3708	6.67	2.02	1.55
Нюхча	3	1212-3558	1.87-6.32	1.09-1.69	1.73-2.09
Летняя	3	1150-3500	1.37-13.67	1.28-1.85	1.37-1.72
Сума	4	4425-6190	3.37-10.33	1.33-2.12	1.61-1.73
Руйга	1	2600	1.63	1.89	1.63

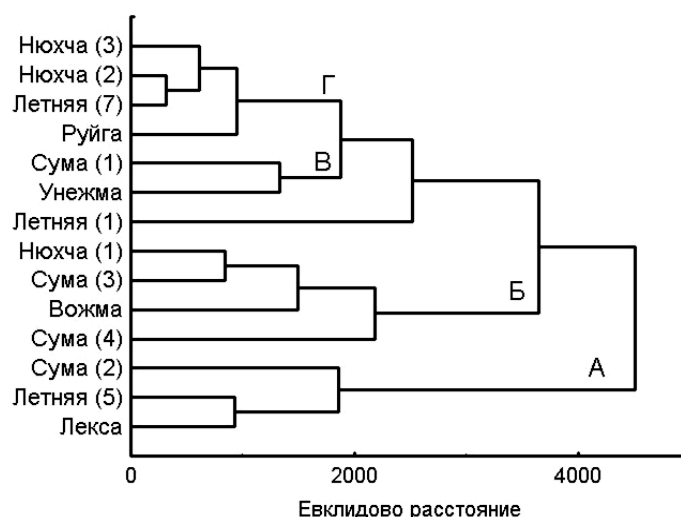


Рис.3. Дендрограмма сходства речных участков по относительной численности видов в зообентосе (Word's method. Euclidian distances)

Таблица 8

Биотопические особенности структуры зообентоса исследованных рек

Группы речных участков	Численность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²	Индексы	
			Пантле-Букк	Шеннон
	Среднее (min-max)			
А	2812	3.98	1.59	1.45
	(650-6025)	(0.70-6.49)	(1.23-1.86)	(1.05-2.03)
Б	4962	12.46	1.69	1.75
	(2300-8000)	(1.52-37.49)	(1.55-1.89)	(1.45-2.22)
В	3987	8.33	1.60	2.02
	(2400-6275)	(2.58-17.00)	(1.53-1.69)	(1.68-2.29)
Г	1533	1.84	1.88	1.47
	(150-2725)	(0.05-4.51)	(1.51-2.18)	(0.50-2.14)

ПРИМЕЧАНИЕ. Характеристика групп приводится в тексте.

В целом видовой состав и структура зообентоса типичны для водотоков южной Карелии. Обращает на себя внимание большое число видов из сем. Hydropsychidae (Trichoptera) – *Arctopsyche ladogensis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Hydropsyche pellucidula*, *H. siltalai*, *Ceratopsyche nevae*, *C. silfvenii*. Род *Rhyacophila*, как и в реках Онежского озера, представлен только видом *R. nubila*. Как и в реках Онежского озера, присутствует и *Heptagenia sulphurea* f. *sulphurea*. Таким образом, реки южной части Белого моря по составу зообентоса ближе к рекам Онежского озера, чем к рекам северной части Белого моря. При этом численность и биомасса зообентоса сопоставимы с количественными характеристиками рек других районов Белого моря и меньше, чем в реках Онежского озера (Барышев, Веселов, 2005; Хренников и др., 2005).

Заключение

Состав и количественные характеристики сообществ водных организмов в исследованных реках южного побережья Белого моря в целом типичны для Карелии. Основными факторами, определяющими особенности гидробиоценозов в водотоках и их участках, является освоенность прибрежной территории, озерность и заболоченность водосборов. Чередование речных и озерных участков, характерное для гидрографической сети Европейского Севера России, объясняет присутствие в гидробиоценозах, наряду с типичными реофильными формами, случайных, часть которых доминирует в не свойственных им экотопах. Это особенно часто наблюдается на пограничных (река – озеро) участках, сочетающих лотические и лентические условия, что, несомненно, необходимо учитывать при организации мониторинга в озерно-речных системах. Влияние освоения прибрежной территории часто связано не только с поступлением повышенного количества биогенов, но с изменением освещения и динамики стока. Исследования структуры и функционирования сообществ водных организмов необходимы для комплексной оценки кормовой базы рек, для инвентаризации флоры и фауны в рамках проблемы сохранения биоразнообразия, для оценки состояния и дальнейшего прогнозирования изменений в водных экосистемах, для разработки системы водоохранных мероприятий.

Литература

- Барышев И.А. Зообентос малых рек Карелии и Кольского полуострова // Лекции и материалы докладов Всерос. шк.-конф. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана» 18-21 ноября 2008 г. / Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина. Петрозаводск, 2008а. С. 71-73.
- Барышев И.А. Распределение организмов зообентоса при снижении уровня воды в малой реке // Биология внутренних вод. 2008б. № 4. С. 81-85.
- Барышев И.А. Формирование зообентоса пороговых участков рек северо-запада Мурманской области в зоне повышенных концентраций тяжелых металлов // Тр. Карельского науч. центра РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. № 1. С. 105-112.
- Барышев И.А. Количественная характеристика зообентоса некоторых рек бассейна Белого моря (Карельский, Терский и Архангельский берега). Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии / И.А.Барышев, А.Е.Веселов. Петрозаводск, 2005. С. 23-30.
- Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 334 с.
- Веселов А.Е. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося / А.Е.Веселов, С.М.Калужин. Петрозаводск: Карелия, 2001. 159 с.
- Гордеева Л.И. Зоопланктон рек Поморского и Карельского побережий Белого моря // Исследование некоторых элементов экосистемы Белого моря и его бассейна: Оперативно-информационные материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 22-24.
- Иванов В.В. Гидролого-гидрохимический режим водосбора Белого моря / В.В.Иванов, В.А.Брызгалов // Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 52-117.
- Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. 43с.

Комулайнен С.Ф. Фитоперифитон рек Республики Карелия // Ботанический журн. 2004а. Т.89, № 3. С. 18-35.

Комулайнен С.Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Финноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004б. 182 с.

Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек / Комулайнен С.Ф. и др. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. 41 с.

Комулайнен С.Ф. Структура гидробиоценозов в некоторых реках Карельского побережья Белого моря / С.Ф.Комулайнен и др. // Материалы IX Междунар. конф. «Проблемы изучения, рационал. исп. и охраны ресурсов Белого моря». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 156-164.

Комулайнен С.Ф. Состояние гидробиоценозов рек Поморского побережья Белого моря / С.Ф.Комулайнен и др. // Материалы междунар. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск, 2009. С. 297-302.

Комулайнен С.Ф. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология / С.Ф.Комулайнен и др. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 78 с.

Круглова А.Н. О планктофауне малых лососевых рек Кольского полуострова // Биология внутренних вод. 2008. № 3. С. 8-13.

Куликова Т.П. Особенности формирования планктонной фауны притоков Онежского озера / Т.П.Куликова, М.Т.Сярки // Притоки Онежского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1990. С. 77-99.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / под ред. Г.Г.Винберга; Зоол. ин-т АН СССР, 1974. 60 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.1: Кольский полуостров. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. 315 с.

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

Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 46 с.

Хазов А.Р. Мезобентос оз.Сумозеро // Исследование некоторых элементов экосистемы Белого моря и его бассейна (оперативно-информационные материалы). Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 35-37.

Хренников В.В. Зообентос рек Карелии и Кольского полуострова, кормовые ресурсы для молоди лосося / В.В.Хренников и др. // Материалы IX Междунар. конф.: «Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря». Петрозаводск, 2005. С. 318-322.

Чекрыжева Т.А. Фитопланктон и оценка сапробности водоемов озерно-речных систем Карельского и Поморского побережий Белого моря // Исследование некоторых элементов экосистемы Белого моря и его бассейна: Оперативно-информационные материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. С. 37-40.

Khrennikov V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (North-East Fennoscandia) / V.Khrennikov et al. // Ecohydrol. & Hydrobiol. 2007. Vol.7. № 1. P. 71-77.

Komulainen S. The green algae as structural element of phytoplankton communities in streams of the Northwestern Russia // Biol. 2008. 63 (6). P. 859-865.

Komulainen S. Diatoms of Periphyton assemblages of Small Rivers in North-Western Russia // Stud. Trent. Sci. Nat. 2009. 84. P. 153-160.

Сведения об авторах

Комулайнен Сергей Федорович,

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии Карельского научного центра РАН

Круглова Александра Николаевна,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии Карельского научного центра РАН

Барышев Игорь Александрович,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии Карельского научного центра РАН

Komulainen Sergey Fedorovich,

Dr.Sc.(Bio), Leading Research Fellow of the Laboratory of Fish and Water Invertebrates Ecology, Institute of Biology, Karelian Science Centre Russian Academy of Sciences

Kruglova Alexandra Nickolayevna,

PhD(Bio), Senior Research Fellow of Institute of Biology, Karelian Science Centre Russian Academy of Sciences

Baryshev Igor Aleksandrovich,

PhD(Bio), Senior Research Fellow of Institute of Biology, Karelian Science Centre Russian Academy of Sciences

УДК 551.312.1:556.55(571.56)

Д.Б.Денисов

**РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛОГО
ГОРНОГО СУБАРКТИЧЕСКОГО ВОДОЕМА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 900 ЛЕТ
(НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА АКАДЕМИЧЕСКОЕ, ХИБИНЫ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)**

Аннотация

Впервые исследованы диатомовые комплексы донных отложений оз.Академическое (Хибинский горный массив, Кольский полуостров), выделены основные этапы развития водоема, реконструированы параметры среды (рН, сапробность), обнаружена связь интегральных показателей диатомовых комплексов с солнечной активностью (TSI – total solar irradiance) за последние 900 лет и выявлены последствия антропогенной трансформации экосистемы водоема.

Ключевые слова:

диатомовый анализ, климатические изменения, солнечная активность.

D.B.Denisov

**THE DIATOM-INFERR SMALL SUBARCTIC WATERBODY ECOSYSTEM
DEVELOPMENT RECONSTRUCTION DURING THE LAST 900 YEARS
(AKADEMICHESKOYE LAKE, THE Khibiny, THE KOLA PENINSULA)**

Abstract

The first study of diatoms complexes of the Lake Academicheskoe (the Khibiny massif, the Kola Peninsula) sediments have been made. The main stages of waterbody development are marked out. The reconstruction of the main ecosystem parameters (pH, saprobity) found an association of diatoms complexes integral indicators to solar activity (TSI – total solar irradiance) over the last 900 years. The consequences of anthropogenic transformation of the lake ecosystem were revealed.

Key words:

diatom analysis, climate changes, solar activity.