

УДК 574.5(470.2:556.53)

## СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ ПРИТОКОВ ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

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

*Институт биологии Карельского научного центра РАН  
Россия, 185910, Петрозаводск, Пушкинская, 11  
E-mail: komsf@mail.ru*

Поступила в редакцию 21.11.12 г.

**Структура сообществ водных организмов притоков Выгозерского водохранилища.** – Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А. – Исследования сообществ гидробионтов были выполнены в 8 реках бассейна Выгозерского водохранилища и включали анализ таксономического состава, экологии и пространственной динамики. В статье обсуждаются основные принципы изменения структуры и функционирования фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса в реках. Показано, что особенности ландшафта оказывают влияние на пространственную структуру фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса в пределах конкретного водотока. В большинстве исследованных нами рек «классический» континуум нарушен наличием проточных озёр и усилением антропогенной нагрузки.

*Ключевые слова:* фитоперифитон, зоопланктон, зообентос, таксономия, численность, биомасса, Выгозерское водохранилище.

**Aquatic organism community structure in the Vygozero Reservoir inflows.** – Komulaynen S. F., Kruglova A. N., and Baryshev I. A. – Hydrobiont communities were studied in 8 rivers of the Vygozero Reservoir basin, including analysis of their taxonomic composition, ecological features, and space dynamics. The paper discusses main principles of changes in the structure and functioning of the phytoperiphyton, zooplankton and zoobenthos communities in these rivers. Landscape peculiarities are shown to influence the spatial structure of the phytoperiphyton, zooplankton and zoobenthos communities within a certain watercourse. In most rivers studied by us, their «classical» continuum was disturbed by the presence of lotic lakes and the impact of human activity.

*Key words:* phytoperiphyton, zooplankton, zoobenthos, taxonomy, abundance, biomass, Vygozero reservoir.

## ВВЕДЕНИЕ

Гидробиологические исследования на территории Карелии имеют давнюю историю, однако для многих водоёмов 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 водоёмов остается одной из важнейших задач гидробиологии.

Исследования на оз. Выгозеро и других водоёмах, вошедших в систему Беломоро-Балтийского канала, проводятся с 20-х гг. прошлого века. Первые комплексные гидробиологические исследования на старом Выгозере были организованы в 1921 – 1922 гг. Олонецкой научной экспедицией (Верещагин, 1924). После образо-

вания в 1933 г. водохранилища структура гидробиоценозов изучалась экспедициями Карельского отделения ГосНИОРХа. С 1964 г. регулярный мониторинг на водоёме осуществляется сотрудниками Отдела водных проблем Карельского филиала АН СССР, а позднее Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН (Гидробиология Выгозерского водохранилища, 1978; Современное состояние..., 1998; Гидроэкологические проблемы Карелии..., 2003; Состояние водных объектов Республики Карелия..., 2007). Первоначально исследования были направлены на оценку влияния промстоков Сегежского ЦБК и Надвоицкого алюминиевого завода, в дальнейшем охватили всю акваторию водохранилища и систему Беломорско-Балтийского канала. Изучение гидробиоценозов водотоков проводилось значительно реже.

Фитоперифитон в водотоках бассейна Выгозерского водохранилища и системы Беломорско-Балтийского канала не исследовался. Имеются лишь некоторые указания о влиянии речного стока на формирование фитопланктона в литоральной зоне (Вислянская, 1978, 1998) и отрывочные данные о его структуре в устьевых участках рек Сегежи и Нижнего Выга (Вислянская, 2007). Более детально исследована структура зоопланктона (Куликова, 1978). Наблюдения, выполненные на 15 притоках Выгозера, в том числе и рек Урокса, Унежма и Вожа, показали, что их планктофауна представлена широко распространенными видами. Наибольшее количество видов ракообразных и коловраток (25) обнаружено в р. Унежма, отличающейся относительно высоким (13.7%) коэффициентом озёрности. Максимальное развитие планктонной фауны (р. Вожа, более 46 тыс. экз./м<sup>3</sup>) отмечено в июле в период наибольшего прогрева речных вод. Изучение зообентоса в реках бассейна Выгозерского водохранилища также не проводилось.

Цель работы – оценить современное состояние притоков Выгозерского водохранилища по гидробиологическим показателям. Выявить основные закономерности изменения структуры и функционирования сообществ фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выгозерское водохранилище (Выгозеро) расположено в Республике Карелия (между ), создано в 1933 г. при строительстве Беломорско-Балтийского канала путём подпора р. Нижний Выг и оз. Выгозеро. Находившиеся рядом озёра Телекино и Бобровое вошли в его состав. Уровень воды повысился на 7 м, площадь увеличилась почти вдвое и в настоящее время составляет 1250 км<sup>2</sup>. Средняя глубина 6.2 м, максимальная около 24 м. Колебания уровня 0.50 – 1.3 м. В водохранилище впадает более 50 рек, наиболее крупными являются Верхний Выг, Вожа, Сегежа и Онда. Сток из Выгозерского водохранилища происходит по шлюзованной реке Нижний Выг в Белое море (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1970).

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований авторов, проведенных в 2008 – 2010 гг. на 6 притоках Выгозерского водохранилища и р. Нижний Выг (рис. 1) и итоги более ранних наблюдений.

Большинство исследованных рек мало подвержены антропогенному воздействию, различаются по морфометрии русла и водосборов. Они характеризуются низкой минерализацией ( $< 50$  мг/л) и низкими величинами pH (6.3 – 6.8), высоким содержанием органического вещества (цветность 60 – 130 град.) (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1970).

Пробы фитоперифитона были отобраны во всех водотоках, зоопланктона – в реках Вожма, Урокса, Унежма и Летняя, а зообентоса – в реках Лекса, Вожма, Унежма и Летняя в период летней межени (июль – август) на порожистых участках рек, расположенных от истока к устью. Для того чтобы оценить роль биотопической неоднородности, выбирали участки, отличающиеся глубинами (0.2 – 0.7 м), скоростями течения (0.1 – 0.7 м/с) и расходом воды (0.2 – 1.8 м<sup>3</sup>/с), находящиеся на разном удалении от проточных озёр и в разной мере подвергаемые антропогенному воздействию. Отбор проб и камеральная обработка собранного материала проводились по общепринятым методикам (Макрушин, 1974; Руководство..., 1983; Комулайнен и др., 1989; Комулайнен, 2003).

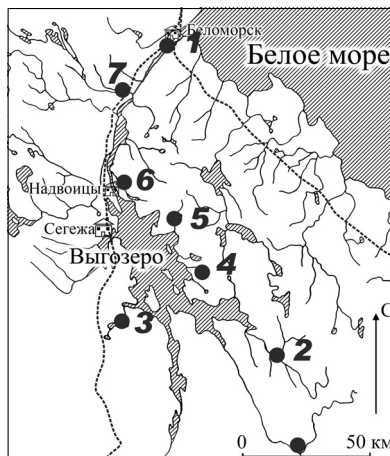


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных рек: 1 – Нижний Выг, 2 – Лекса, 3 – Вожма, 4 – Урокса, 5 – Шигеренджа, 6 – Унежма, 7 – Шоба, 8 – Летняя

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Фитоперифитон.** В фитоперифитоне исследованных рек определено 126 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 59 родам, 38 семействам, 20 порядкам и 9 отделам: Raphidophyta – 1, Euglenophyta – 1, Cyanophyta – 21, Chrysophyta – 2, Dinophyta – 1, Bacillariophyta – 73, Chlorophyta – 23, Xanthophyta – 1, Rhodophyta – 3.

Основа фитоперифитона в исследованных реках сформирована относительно небольшим количеством видов. Подавляющее большинство водорослей, определенных в перифитоне, – единичные формы с низкими показателями численности. При этом более 50% видов зарегистрированы только на одной и 16% – на двух станциях. Главным образом это бентосные и планктонные виды. Кроме того, ограниченное распространение имеют многие арктоальпийские виды. К видам, доминирующим по численности на отдельных станциях, отнесено 22 таксона: Raphidophyta – *Gonystomum semen* (Ehr.) Diesing; Cyanophyta – *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Stigonema mammosum* (Lyngb.) Ag., *Tolypothrix saviczii* Kossinsk., *Rivularia aquatica* (de Wild.) Geitl., *Oscillatoria aghardii* Gom., *O. nigra* Gom.; Bacillariophyta – *Aulocosira ambigua* (Grun.) Simonsen, *A. islandica* (O. Müll.) Simonsen, *Fragilaria capucina* Desm., *F. pinnata* Ehr., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *T. flocculosa* (Roth.) Kütz., *Eunotia pectinalis* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Achnanthes minutissima* Kütz.,

*Frustulia saxonica* Rabenh., *Cymbella affinis* Kütz., *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh., *G. parvulum* (Kütz.) Grun.; Chlorophyta – *Zygnema* sp.; Xanthophyta – *Vaucheria* sp.

Однако реально структуру фитоперифитона в реках определяют 11 видов (*Gonystomum semen*, *Microcystis aeruginosa*, *Aulacoseira islandica*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Eunotia pectinalis*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Frustulia saxonica*, *Zygnema* sp. и *Vaucheria* sp.), которые образуют более 10% его суммарной численности и биомассы, формируемой в конкретных реках. Эколого-географические спектры доминирующего комплекса фитоперифитона отличаются от выявленных для альгофлоры видов в целом. В его составе более разнообразны евперифитонные формы, при сохранении структуры географического спектра отмечается увеличение доли галофобных и ацидофильных форм.

Видовое богатство альгофлоры определяют пеннатные диатомеи порядков *Araphales* и *Raphales*, среди которых доминировали и были наиболее постоянными в альгоценозах обрастаний евперифитонные формы родов *Tabellaria*, *Eunotia*, *Synedra*, *Cocconeis* и *Gomphonema* – комплекс видов, как правило, определяющий структуру водорослевых обрастаний в реках региона (Комулайнен, 2004 а; Комулайнен и др., 2006; Komulaynen, 2008). Среди зелёных водорослей основным ценозообразователем была *Zygnema* sp. – вид, часто определяющий биомассу альгоценозов обрастаний в реках Карелии (Komulaynen, 2009). Отмечено характерное для северных флор преобладание числа семейств и родов с одним таксоном (Комулайнен, 2004 б), что объясняется и низкой минерализацией поверхностных вод.

Большая часть определенных видов (50.0%) – евперифитонные формы. Они формируют структуру группировок фитоперифитона во всех исследованных водотоках, составляя от 63.4 до 94.3% суммарной численности. Кроме евперифитонных форм в группировках постоянно присутствуют планктонные (34.1%) и донные водоросли (15.9%). В перифитоне рек Нижний Выг, Урокса и Шоба относительное обилие планктонных видов в августе 2010 г. превышало 20%, что объясняется не только наличием проточных озёр, но и хорошим прогревом воды (до 23°C) в период наблюдений.

Положение на шкале галобности известно для 101 таксона водорослей, подавляющее большинство которых олигогалобы. Среди них преобладают индифференты – 72.0% от общего числа определенных в перифитоне видов. Из 10 видов-галофилов ни один не достигает высокой численности. Массовыми чаще являются галофобные виды, среди которых максимальная встречаемость отмечена для *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*. Именно благодаря их доминированию относительное обилие галофобных видов в перифитоне рек Урокса, Нижний Выг и Летняя превышает 20%.

Среди индикаторов pH в перифитоне также преобладают индифференты – 52.5% таксонов. Алкалифилы и ацидофилы составляют соответственно 22.8 и 24.8%. Разнообразие и обилие алкалифилов увеличивается в менее гумифицированных реках с более высокой минерализацией – Урокса и Унежма. Из ацидофилов встречены обычные обитатели болот и торфяников – *Closterium*, *Cosmarium* и *Eunotia*. Доминантами альгоценозов обрастаний являются *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Eunotia pectinalis* и *Frustulia saxonica*.

Изменение структуры фитоперифитона от верховья к устью особенно четко выражено в р. Летней. В верхнем течении этой реки наблюдалось массовое развитие *Gonystomum semen* – обычного обитателя сфагновых болот. В среднем течении доминировал типичный для олиготрофных водотоков Карелии комплекс, который включал *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia pectinalis* и *Frustulia rhomboides*. В нижнем течении на открытых хорошо освещенных участках отмечено массовое развитие зелёных нитчатых водорослей: *Zygnema* sp., *Mougeotia* sp. и *Spirogyra* sp.

Сравнение видового состава перифитона (рис. 2) позволило выделить несколько групп рек.

Группа А объединяет реки Нижний Выг и Урокса с более высокой озёрностью водосборов и р. Летняя, для которой характерно доминирование плёсовых участков в нижнем течении. 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 зелёные нитчатые водоросли. Размах колебаний численности в конце биологического лета (август) достигал нескольких порядков – от  $0.2 \times 10^3$  до  $210 \times 10^4$  кл/см<sup>2</sup>, биомасса изменялась от 0.01 до 35.4 мг/см<sup>2</sup> субстрата.

Определение по индикаторным видам качества воды рек показало, что значения индекса Сладечека изменяется от 0.5 до 1.0, а Трофического Диатомового Индекса (TDI) – от 1.4 до 2.2, что соответствует II – III классу и объясняется доминированием в перифитоне β-, β-О и О-сапробных видов.

**Зоопланктон.** В зоопланктоне четырех исследованных рек бассейна Выгозерского водохранилища обнаружено 22 вида, в том числе: коловраток – 7 видов (27.3%); кладоцер – 11 (50%) и копепод – 5 (22.7%). Количество видов и соотношение таксономических групп зоопланктона в реках различно.

Основу списка видов планктонных организмов рек составляли ракообразные, главным образом ветвистоусые (табл. 1).

Из них наибольшим видовым разнообразием отличалось семейство Chydoridae, представители других семейств (Daphniidae, Bosminidae, Moinidae) включали по 1 – 2 вида. Коловратки, входящие в 5 семейств (Asplanchnidae, Euch-

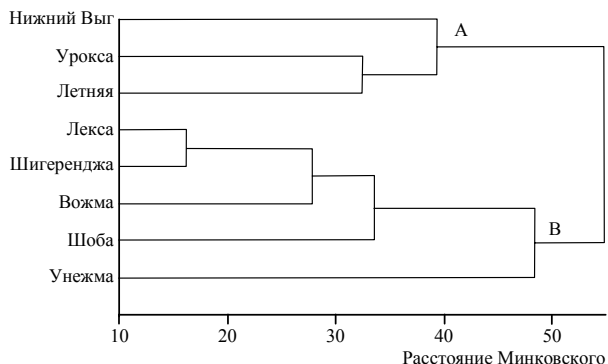


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава фитоперифитона рек

lanidae, Brachionidae, Testudinellidae, Conochilidae), представлены 1 – 2 видами. Из веслоногих ракообразных зарегистрированы 4 вида сем. Cyclopidae и один вид каланид (*E. gracilis*, сем. Diaptomidae).

Видовой состав исследованного участка р. Урокса включает 5 видов ракообразных и коловраток. Основу численности (80%) и биомассы (более 99%) зоопланктона этой реки создавали ракообразные. Из них наиболее многочисленны *A. costata* и копеподитные стадии циклопов (по 30% от общей численности). Остальные организмы встречались единично. Для зоопланктона р. Унежда также характерно небольшое количество обнаруженных видов (6) и преобладание как по численности (свыше 94%), так и по биомассе (до 100%) ракообразных, преимущественно ветвистоусых (*A. costata*, *A. rectangula*). Планктонная фауна р. Вожма представлена всего 4 видами ракообразных, из которых наибольшую численность (до 65%) имели веслоногие (*Mesocyclops*, *Acanthocyclops*). Эти же виды доминировали (71%) и по биомассе. Особенности гидрографического строения речных бассейнов (площадь водосбора, озёрность и др.) находят некоторое отражение в формировании основного комплекса планктонной фауны рек. Наибольшее видовое разнообразие (15 видов) зоопланктона наблюдалось в р. Летняя, характеризующейся наличием плёсовых участков в нижнем течении и значительной площадью водосбора. Только в зоопланктоне р. Летняя присутствовали элементы озёрной планктофауны, включающей ракообразных (*Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus gracilis*) и коловраток (*Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*), сносимых из озёр. Максимальные количественные показатели зоопланктона характерны также для р. Летняя. Планктонная фауна остальных рек в основном формируется видами фитофильного и прибрежного комплексов (*Bosmina longirostris*, виды родов *Alona*, *Alonella*, *Acroperus*, *Euchlanis*). Основу численности (80 – 97%) и биомассы (до 100%) речного зоопланктона составляют ракообразные, в основном ветвистоусые. Уровень количественного развития зоопланктона в исследованных реках невысок (табл. 2).

Половина ракообразных и коловраток, отмеченных в зоопланктоне исследованных рек, представлена видами, имеющими всесветное распространение. Оставшуюся часть планктонной фауны составляют виды голарктические (20%), бореальные и палеарктические (по 15%). Основу видового состава зоопланктона рек (80%) создают олиго- и О – β мезосапробы. На долю β и β-альфа мезосапроб приходится 20% от общего числа видов индикаторов.

В целом исследованные участки рек бассейна Выгозерского водохранилища отличаются небогатым видовым составом и довольно низкими количественными показателями зоопланктона. Доминирующее положение по численности и биомассе планктона занимают ракообразные, главным образом клadoцеры. Фауна рако-

Таблица 1

Характеристика зоопланктона исследованных рек

| Реки   | Количество видов |           |           | Всего видов |
|--------|------------------|-----------|-----------|-------------|
|        | коловратки       | клатоцеры | копеподы  |             |
| Урокса | 1 (20.0%)        | 3 (60.0%) | 1 (20.0%) | 5           |
| Унежда | 1 (16.7%)        | 4 (66.6%) | 1 (16.7%) | 6           |
| Вожма  | –                | 2 (50.0%) | 2 (50.0%) | 4           |
| Летняя | 4 (27.0%)        | 8 (53.0%) | 3 (20.0%) | 15          |

планктона этой реки создавали ракообразные. Из них наиболее многочисленны *A. costata* и копеподитные стадии циклопов (по 30% от общей численности). Остальные организмы встречались единично. Для зоопланктона р. Унежда также характерно небольшое количество обнаруженных видов (6) и преобладание как по численности (свыше 94%), так и по биомассе (до 100%) ракообразных, преимущественно ветвистоусых (*A. costata*, *A. rectangula*). Планктонная фауна р. Вожма представлена всего 4 видами ракообразных, из которых наибольшую численность (до 65%) имели веслоногие (*Mesocyclops*, *Acanthocyclops*). Эти же виды доминировали (71%) и по биомассе. Особенности гидрографического строения речных бассейнов (площадь водосбора, озёрность и др.) находят некоторое отражение в формировании основного комплекса планктонной фауны рек. Наибольшее видовое разнообразие (15 видов) зоопланктона наблюдалось в р. Летняя, характеризующейся наличием плёсовых участков в нижнем течении и значительной площадью водосбора. Только в зоопланктоне р. Летняя присутствовали элементы озёрной планктофауны, включающей ракообразных (*Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus gracilis*) и коловраток (*Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*), сносимых из озёр. Максимальные количественные показатели зоопланктона характерны также для р. Летняя. Планктонная фауна остальных рек в основном формируется видами фитофильного и прибрежного комплексов (*Bosmina longirostris*, виды родов *Alona*, *Alonella*, *Acroperus*, *Euchlanis*). Основу численности (80 – 97%) и биомассы (до 100%) речного зоопланктона составляют ракообразные, в основном ветвистоусые. Уровень количественного развития зоопланктона в исследованных реках невысок (табл. 2).

## СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

образных и коловраток в исследованных реках типична для водотоков Карелии и Мурманской области (Куликова, Сярки, 1990; Комулайнен и др., 2005; Круглова, 2008). Проведение дальнейших гидробиологических исследований на реках позволит значительно дополнить сведения о структуре и функционировании сообществ зоопланктона.

**Таблица 2**

Количественные показатели зоопланктона исследованных рек

| Реки   | Коловратки         |                      | Кладоцеры          |                       | Копеподы           |                       | Всего               |     |
|--------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-----|
|        | $\frac{N}{B}$      | %                    | $\frac{N}{B}$      | %                     | $\frac{N}{B}$      | %                     | $\frac{N}{B}$       | %   |
| 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 |
| Унежда | $\frac{10}{0.004}$ | $\frac{5.88}{0.05}$  | $\frac{130}{6.46}$ | $\frac{76.47}{91.45}$ | $\frac{30}{0.60}$  | $\frac{17.65}{8.50}$  | $\frac{170}{7.064}$ | 100 |
| Вожма  | –                  | –                    | $\frac{60}{2.05}$  | $\frac{35.29}{29.03}$ | $\frac{110}{5.01}$ | $\frac{64.71}{70.97}$ | $\frac{170}{7.06}$  | 100 |
| 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 |

Примечание.  $N$  – численность, экз/м<sup>3</sup>;  $B$  – биомасса, мг/м<sup>3</sup>.

**Зообентос.** В составе зообентоса исследованных водотоков выявлены: Nematoda, Oligochaeta (*Cognettia glandulosa* (Michaelsen 1888), *Fridericia callosa* (Eisen 1878)), Hirudinea, Bivalvia, Hydracarina, Heteroptera (*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius 1794)), Ephemeroptera (*Baetis rhodani* (Pictet 1843), *Baetis vernus* Curtis 1834, *Baetis fuscatus* (Linnaeus 1761), *Nigrobaetis digitatus* (Bengtsson 1912), *Nigrobaetis niger* (Linnaeus 1761), *Serratella ignita* (Poda 1761), *Heptagenia sulphurea* (Muller 1776), *Heptagenia dalecarlica* Bengtsson 1912), Plecoptera (*Taeniopteryx nebulosa* (Linnaeus 1758), *Leuctra fusca* (Linnaeus 1758), *Leuctra* sp., *Diura bicaudata* (Linnaeus 1758), *Isoperla difformis* (Klapalek 1909), *Isogenus nubecula* Newman 1833), Trichoptera (*Hydropsyche pellucidula* (Curtis 1834), *Hydropsyche siltalai* Doehler 1963, *Cheumatopsyche lepida* (Pictet 1834), *Arctopsyche ladogensis* (Kolenati 1859), *Rhyacophila nubila* Zetterstedt 1840, *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus 1758), *Brachycentrus subnubilus* Curtis 1834, *Lepidostoma hirtum* (Fabricius 1775), *Silo pallipes* (Fabricius 1781), *Oecetis notata* (Rambur 1842)), Diptera (Simuliidae – *Wilhelmia equina* (Linnaeus 1758), *Simulium* sp.; Chironomidae – *Eukiefferiella* sp., *Polypedilum pedestre* (Meigen 1830), *Glyptotendipes glaucus* (Meigen 1818); Ceratopogonidae; *Atherix ibis* (Fabricius 1798), *Dicranota* sp.), Odonata (*Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus 1758)), Coleoptera (*Limnius* sp., *Elmis maugetti* Latreille 1798, *E. aenea* (Müller 1806)).

По численности и биомассе в зообентосе преобладали личинки амфибиотических насекомых – подёнок, ручейников, двукрылых (мошки, хирономиды). Средние численность и биомасса зообентоса пороговых участков водотоков бассейна Выгозерского водохранилища составили  $3.2 \pm 0.37$  тыс. экз./м<sup>2</sup> и  $10.3 \pm 2.50$  г/м<sup>2</sup>. Количественные характеристики зообентоса по участкам представлены в табл. 3.

Таблица 3

Состав зообентоса исследованных водотоков

| Группа        | Река  |       |        |      |       |      |                 |       |                  |      |         |       |
|---------------|-------|-------|--------|------|-------|------|-----------------|-------|------------------|------|---------|-------|
|               | Вожма |       | Унежда |      | Лекса |      | Летняя          |       |                  |      |         |       |
|               |       |       |        |      |       |      | среднее течение |       | приток р. Черная |      | низовье |       |
|               | N     | B     | N      | B    | N     | B    | N               | B     | N                | B    | N       | B     |
| Oligochaeta   | 0.00  | 0.00  | 0.14   | 0.00 | 0.00  | 0.14 | 0.03            | 0.01  | 0.01             | 0.05 | 0.20    | 0.26  |
| Hirudinea     | 0.12  | 2.19  | 0.00   | 0.12 | 2.19  | 0.00 | 0.03            | 0.34  | 0.00             | 0.00 | 0.00    | 0.00  |
| Bivalvia      | 0.37  | 11.94 | 0.05   | 0.37 | 11.94 | 0.05 | 2.13            | 8.67  | 0.02             | 0.08 | 0.09    | 0.02  |
| Ephemeroptera | 0.13  | 0.26  | 1.43   | 0.13 | 0.26  | 1.43 | 0.38            | 0.36  | 0.07             | 0.05 | 0.16    | 0.18  |
| Plecoptera    | 0.11  | 0.54  | 0.22   | 0.11 | 0.54  | 0.22 | 0.24            | 0.11  | 0.12             | 0.09 | 0.11    | 0.10  |
| Trichoptera   | 1.01  | 9.80  | 0.48   | 1.01 | 9.80  | 0.48 | 0.10            | 0.16  | 0.02             | 0.02 | 0.00    | 0.00  |
| Simuliidae    | 0.53  | 0.73  | 0.50   | 0.53 | 0.73  | 0.50 | 0.04            | 0.01  | 0.90             | 1.29 | 0.00    | 0.00  |
| Chironomidae  | 2.45  | 1.50  | 0.50   | 2.45 | 1.50  | 0.50 | 0.28            | 0.12  | 0.21             | 0.08 | 0.96    | 0.20  |
| Прочие        | 0.15  | 2.52  | 0.39   | 0.15 | 2.52  | 0.39 | 0.48            | 2.56  | 0.05             | 0.90 | 0.13    | 1.26* |
| Всего         | 4.86  | 29.48 | 3.71   | 4.86 | 29.48 | 3.71 | 3.71            | 12.34 | 1.38             | 2.55 | 1.65    | 2.02  |
| H             | 1.48  |       | 2.11   |      | 1.66  |      | 1.70            |       | 1.44             |      | 1.42    |       |
| Сапробность   | 1.66  |       | 1.55   |      | 1.73  |      | 1.62            |       | 1.37             |      | 2.00    |       |

Примечание. \* Преобладают брюхоногие моллюски; H – индекс Шеннона; N – средняя численность, тыс. экз./м<sup>2</sup>; B – средняя биомасса, г/м<sup>2</sup>.

Численность и биомасса зообентоса в реках Унежда, Лекса и Летняя в среднем и верхнем течении, не подверженных влиянию хозяйственной деятельности человека и крупных озёр, соответствует средним значениям, характерным для водотоков бассейна Белого моря (Барышев, Веселов, 2005; Khrennikov et al., 2007). Биомасса зообентоса в р. Вожма выше, чем в других реках, за счет крупных двустворчатых моллюсков и личинок ручейников *Hydropsyche pellucidula* (*t*-критерий Стьюдента,  $p = 0.05$ ) и выше средних значений по региону. Наблюдаемое повышение биомассы фильтрующих организмов отмечено на участках, расположенных ниже проточных озёр, что объясняется поступлением лимнического сестона в водоток. Сходное явление отмечено для более крупных, равнинных рек с многочисленными плёсами.

Для исследованных водотоков нами выявлены довольно низкие значения сапробности, что в целом соответствует средним для региона значениям (Барышев, 2011). Максимальные значения индекса сапробности отмечены для устьевых участков р. Летняя на территории пос. Летнереченский.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состав и количественные характеристики сообществ водных организмов в исследованных реках в целом типичны для рек Республики Карелия. Основными факторами, определяющими структуру гидробиоценозов в водотоках и их участках, является освоенность прибрежной территории, озёрность и заболоченность водосборов. Чередование речных и озёрных участков, характерное для гидрографической сети Восточной Фенноскандии, объясняет присутствие в гидробиоценозах наряду с типичными реофильными формами случайных, часть которых доминирует в не свойственных им биотопах. Это особенно часто наблюдается на по-



границных (река – озеро) участках, сочетающих лотические и лентические условия, что, несомненно, необходимо учитывать при организации мониторинга в озёрно-речных системах. Влияние освоения прибрежной территории часто связано не только с поступлением повышенного количества биогенов, но и с увеличением освещённости и стока с прилегающей территории.

Результаты выполненных исследований структуры и функционирования сообществ водных организмов необходимы для инвентаризации флоры и фауны; оценки состояния и прогнозирования возможных изменений в речных экосистемах, для разработки системы водоохранных мероприятий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Барышев И. А.* Оценка сапробности сообществ зообентоса пороговых участков рек Восточной Финноскандии по методу Пантле – Букка // Экология малых рек в XXI веке : Биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем : тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием. Тольятти : Кассандра, 2011. С. 21.

*Барышев И. А., Веселов А. Е.* Количественная характеристика зообентоса некоторых рек бассейна Белого моря (Карельский, Терский и Архангельский берега) // Лососевидные рыбы Восточной Финноскандии. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2005. С. 23 – 30.

*Верещагин Г. Ю.* Возникновение и общий ход работ Олонецкой научной экспедиции в 1918 – 1923 гг. // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. Ч. 1. Общие вопросы и организация экспедиции. Л., 1924. Вып. 1 – 2. 60 с.

*Вислянская И. Г.* Фитопланктон Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск : Изд-во КарФ АН СССР, 1978. С. 15 – 42.

*Вислянская И. Г.* Фитопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 1998. С. 112 – 115.

*Вислянская И. Г.* Фитопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2007. С. 147 – 151.

Гидробиология Выгозерского водохранилища. Петрозаводск : Изд-во КарФ АН СССР, 1978. 192 с.

Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов / под ред. Н. Н. Филатова, В. Х. Лифшица, Т. И. Регеранд, Ю. В. Карпечко. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2003. 171 с.

*Комулайнен С. Ф.* Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2003. 43 с.

*Комулайнен С. Ф.* Фитоперифитон рек Республики Карелия // Бот. журн. 2004 а. Т. 89, № 3. С. 18 – 35.

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

*Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А.* Структура гидробиоценозов в некоторых реках Карельского побережья Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря : материалы IX Междунар. конф. Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2005. С. 156 – 164.

*Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А.* Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск : Изд-во КФ АН СССР, 1989. 41 с.

*Комулайнен С. Ф., Чекрыжева Т. А., Вислянская И. Г.* Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск : Изд-во 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.* Зоопланктон Выгозерского водохранилища // Гидробиология Выгозерского водохранилища Петрозаводск : Изд-во КарФ АН СССР, 1978. С. 80 – 89.

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

*Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод / Зоол. ин-т АН СССР. Л., 1974. 60 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 1. Кольский полуостров. Л. : Гидрометеиздат, 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. / под ред. Н. Н. Филатова, Т. П. Куликовой, П. А. Лозовика. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 1998. 188 с.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998 – 2006 гг. / под ред. П. А. Лозовика. Т. П. Куликовой, Н. Н. Мартынова. Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2007. 210 с.

*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 and Hydrobiology. 2007. Vol. 7, № 1. P. 71 – 77.

*Komulainen S.* The green algae as structural element of phytoplankton communities in streams of the northwestern Russia // Biology. 2008. Vol. 63, № 6. P. 859 – 865.

*Komulainen S.* Diatoms of periphyton assemblages of small rivers in north-western Russia // Stud. Trent. Sci. Nat. 2009. Vol. 84. P. 153 – 160.