

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу **БАРБАШОВОЙ Марины Александровны**

«Макробентос Ладожского озера и его изменения под влиянием факторов среды»,

представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности

03.02.08 – экология

Макрозообентос – один из основных компонентов биоты рек, озер и водохранилищ. Донные беспозвоночные играют значительную роль в самоочищении водоемов и выступают как источник пищи для большинства видов рыб. В системе гидробиологического мониторинга зообентосу уделяется значительное место как стационарному сообществу организмов, живущих до 6–7 лет на дне водоема, где имеет место совокупное действие загрязненной воды и грунтов. В мировой практике используется свыше 60 методов мониторинга, включающих различные характеристики зообентоса (Ваканов, 1994). Основные структурные характеристики сообществ донных макробеспозвоночных служат хорошим, а в ряде случаев единственным гидробиологическим показателем загрязнения грунта и придонного слоя воды. При оценке экологического состояния водоемов и их изменения под воздействием природных и антропогенных факторов наибольшее внимание должно уделяться чувствительным таксонам зообентоса – видам-индикаторам и биотическим индексам (Семенченко, 2004). Поэтому весьма актуальным и имеющим большое теоретическое и практическое значение представляется детальное изучение формирования видового состава и структуры бентофауны Ладожского озера при различных экологических условиях.

Актуальность, новизна, научная и практическая ценность работы

Данная диссертационная работа посвящена изучению современного состояния макрозообентоса крупнейшего пресноводного водоема Европы – Ладожского озера, которое является основным источником питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения для Санкт-Петербурга и ряда других городов и поселков Ленинградской области и Карелии. В связи с этим, проведение мониторинговых наблюдений над одним из основных компонентов пресноводных экосистем – макрозообентосом является актуальным и имеет большое научное и практическое значение. В результате обработки огромного материала (510 количественных проб макрозообентоса) за 18-летний период исследований, автором выявлено 259 таксонов, из которых ~66% приходится на представителей трех групп – хирономид, олигохет и моллюсков, что является закономерным для экосистем подавляющего большинства озер и водохранилищ. Автором установлено, что в настоящее время отсутствуют отрицательные последствия антропогенного эвтрофирования и существующего уровня

загрязнения для реликтовой фауны водоема. Большое практическое значение имеет создание базы данных по макрозообентосу, которая входит в общую базу данных «Ладожское озеро». Следует отметить большое число грантов и программ, по которым выполнялась работа.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, основаны на обширном материале, собранном М.А. Барбашовой за период с 1994 по 2012 гг. Методы сбора и обработки материала выполнены на современном уровне, с соблюдением всех общепринятых требований в гидробиологии. Использовано большое число структурных и других показателей зообентоса, а также индексы, широко применяемые гидробиологами страны и за рубежом. Статистическая обработка данных выполнена на современном уровне с использованием компьютерных пакетов программ. Таким образом, достоверность полученных данных обеспечивается большим объемом материала, значительная часть которого лично собрана автором в полевых условиях. Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в основном отвечают поставленной цели и задачам.

Структура и содержание работы

Диссертация представляет собой рукопись объемом 165 страниц, включает введение, 6 глав, выводы, список литературы 206 источников и трех приложений. Работа проиллюстрирована 20 рисунками и 19 таблицами.

Во **введении** обоснованы актуальность, цель и задачи исследования, предмет защиты, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, содержится информация относительно апробации и другие необходимые для диссертации данные.

В **главе 1** дана физико-географическая и лимнологическая характеристика Ладожского озера, где указана площадь водоема, его объем, происхождение, описаны районы, где проводились исследования. Дана карта донных отложений, указан гидрологический и гидрохимический режим и дана подробная гидробиологическая характеристика.

Глава 2 описывает материалы и методы исследований, места отбора проб и указаны орудия сбора. При обобщении и анализе данных учитывалось районирование озера на шесть лимнических районов. Приведена таблица с указанием года сбора материала и число собранных проб. Подробно описана методика разбора проб в лабораторных условиях, приведены основные индексы, которые использовались при сравнительном анализе макрозообентоса. В целом, можно сказать, что работа хорошо продумана в методическом отношении и выполнена

на высоком уровне, с использованием пакета компьютерных программ.

Глава 3 посвящена фаунистическому составу макрозообентоса Ладожского озера. За период исследований 1994–2012 гг. в составе донной и фитофильной фауны водоема автором обнаружено 259 таксонов, из которых наиболее многочисленны представители трех групп: хирономид, олигохет и моллюсков, соответственно 83, 45 и 43 таксона. Приведены данные по встречаемости основных групп макрозообентоса и перечислены доминирующие в различных лимнических зонах виды. Установлено, что по мере возрастания глубины водоема число таксонов снижалось от 121 в мелководном районе, до 10 – в глубоководном. Проведенный сравнительный анализ встречаемости и доминирующих комплексов за периоды 1976–1984 гг. и 1994–2012 гг. показал, что существенных изменений не произошло.

Удачно в главе на наш взгляд дана подробная экологическая характеристика реликтовых ракообразных Ладожского озера мизиды *Misis oculata var. relictata*, изоподы *Saduria entomon* и амфипод *Monoporeia affinis*, *Pallasiolla quadrispinosa* *Relictocanthus lacustris*.

В заключении главы автор отмечает что видовой состав макрозообентоса в открытых районах водоема с середины XX века не претерпел существенных изменений а зона литорали обогатилась за счет вселения амфипод байкальского и понто-каспийского происхождения.

В самой большой **Главе 4** дано современное состояние и многолетние изменения макрозообентоса открытых районов озера. Установлено, что минимальная численность и биомасса общего макрозообентоса отмечены на больших глубинах (140–230 м), максимальная – на глубине 18–50 м. Причем, на больших глубинах доминируют олигохеты, а на глубине от 100 м до 18 м – амфиподы. Хирономиды играют существенную роль лишь в мелководной зоне. При анализе мелководного района, автором установлено, что наибольшая численность и биомасса характерна для Волховской губы, минимальная – для Свирской. Максимальная численность и биомасса макрозообентоса в водоеме отмечена в переходной зоне, что автор связывает с массовым развитием реликтовых амфипод.

При анализе многолетней изменчивости макрозообентоса озера автором установлено, что существенных изменений в доминировании α -мезосапробных олигохет за длительный период наблюдений не произошло. Однако было отмечено, что по сравнению с 1960-ми годами численность и биомасса макрозообентоса в последние годы несколько возросли, что свидетельствует о повышении трофического статуса водоема.

В целом автором выявлена закономерность – с увеличением глубины в Ладожском озере, количественные показатели макрозообентоса понижаются, а в составе донного сообщества увеличивается доля олигохет. Установлено, что наиболее продуктивной зоной открытых районов озера является глубины 18–50 м где в массе развивается амфипода *Monoporeia affinis*. Причем, численность и биомасса макрозообентоса в северных глубоководных участках водоема

на порядок ниже, чем в южных.

При анализе изменений в реликтовой фауне амфипод в многолетнем аспекте установлено, что по сравнению с 1931–1933 гг., в 1994–2012 гг. характер их распределения по глубинам и типам грунта не изменился и в настоящее время в озере обитают все реликтовые амфиподы. Такую встречаемость реликтовой фауны автор связывает с наличием благоприятных условий для их обитания в озере.

Глава 5 посвящена сообществам макробеспозвоночных в литоральной зоне озера, на долю которой приходится ~14% площади водоема. При изучении структуры донных биоценозов в зарослях макрофитов в 2006 г. выявлено высокое видовое богатство (205 таксонов), максимальная для водоема численность и биомасса соответственно ~40 тыс. экз./м² и 111.54 г/м². Причем по численности доминировали амфипода и хирономиды по биомассе амфиподы и моллюски. Автором отмечено, что различия в пространственном распределении беспозвоночных связаны с неоднородностью природных биотопов и различной антропогенной нагрузкой.

Интересным на наш взгляд является процесс восстановления донной фауны в заливе Щучей после прекращения в 1986 г. воздействия сточных вод ЦБК. Причем, максимальная численность и биомасса в первые годы были отмечены для байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* – 37 тыс. экз./м² и 120 г/м². Как справедливо отмечает автор, высокая изменчивость качественных и количественных показателей макрозообентоса Щучего залива связана с особенностями межгодовых колебаний факторов среды.

В особый раздел выделена роль чужеродных видов в биоценозах литорали. Автор отмечает, что расширение видового состава амфипод (4 вида) происходит за счет байкальских и понто-каспийских видов, первым из которых стал байкальский вселенец – *G. fasciatus*. Отмечается, что вселение этого вида в озеро привело к увеличению продуктивности бентосных сообществ литорали и более эффективной утилизации энергии, что способствовало улучшению кормовой базы рыб и птиц. Обсуждаются причины проникновения двух понто-каспийских видов (*Pontogammarus robustoides* и *Chelicorophium curvispinum*) их местообитание, количественные показатели, распространение в литорали водоема и пути их проникновения.

Очень интересной является находка в Щучем заливе Ладожского озера в 2012 г. второй байкальской амфиподы *Micruropus possolskii*, данные по которой в озерах Карелии в литературе отсутствуют, хотя именно в них происходила интродукция байкальских амфипод в 1971–1975 гг.

В **главе 6** приведена оценка влияния некоторых факторов среды на изменчивость сообществ макрозообентоса из различных районов озера, для чего был использован почти весь массив данных за период 1994–2012 гг. При помощи факторного анализа методом главных

компонент автором показано, что в большом озере со сложной котловиной, в открытых районах водоема глубина является мощным интегральным фактором, определяющим характер биотопов и структуру донных биоценозов.

Качество вод в различных районах озера оценено по интегральному индексу Балускиной и олигохетному индексу Гуднайта и Уитли, а в Щучем заливе еще и по методу Денисенко. В Щучем заливе при расчете использованы данные за 1987–2009 гг. в результате которых было установлено, что максимальная нагрузка на макрозообентос отмечена у дамбы и центре залива, а минимальная на станции, расположенной напротив залива. Воды Щучего залива были оценены и по интегральному индексу Балускиной, в результате анализа воды залива в период с 2001 по 2009 гг. оценивались как «умеренно-загрязненные». В юго-западном районе по интегральному методу Балускиной воды оценивались как «чистые» и «умеренно-загрязненные», т.е. незначительно отличались от качества вод в Щучем заливе, хотя как пишет автор, на большинстве станциях доминируют олигохеты, типичные для олиготрофных водоемов и реликтовые ракообразные, которые являются показателями олиго- β -мезосапробной зоны. В конце главы автор делает заключение, что видовой состав и уровень количественного развития донных беспозвоночных характеризует юго-западное открытое побережье озера как незагрязненное. Биоиндикация по показателям макрозообентоса показывает высокое качество воды в юго-западном районе озера.

Выводы, сформулированные автором, соответствуют поставленной цели и задачам, обоснованы и сомнений не вызывают.

Имеется ряд вопросов и замечаний к выполненной работе, но они не имеют принципиального значения и носят редакционный или дискуссионный характер. Необходимо остановиться на следующих:

1) С. 37 – для оценки качества вод Ладожского озера автором выбран интегральный индекс Балускиной, в состав которого входят два метода (биотический индекс Вудивисса и хирономидный индекс Балускиной), созданные для лотических систем. Почему не был применен метод Пантле-Букк, являющимся в настоящее время основным при определении трофического статуса водоемов? Учитывая, что большинство макробеспозвоночных озера автором определены до вида, расчет величины индекса сапробности Пантле-Букк в модификации Сладечека не составил бы труда. На стр. 113 автор сам отмечает недостатки методов Вудивисса и Гуднайта-Уитля и высказывает предположение о возможности применения метода Пантле-Букк.

2) С. 46 – не понятен вывод автора, что в 1994–2012 гг., по сравнению с периодом 1976–1984 гг., встречаемость основных групп и видов осталась прежней, хотя из таблицы 3.1 видно, что встречаемость групп макрозообентоса возросла, а доминирующих видов даже в 1.5–5 раз.

3) С. 48 – указано что *Limnodrilus sp.* относятся к α -мезосапробному комплексу, хотя в списке видов (приложение С) указано 4 вида р. *Limnodrilus*, два из которых (*L. hoffmeisteri* и *L. udekemianus*) – полисапробы, остальные два (*L. claparedeanus* и *L. profundicola*) – α -мезосапробы.

4) С. 49 – в таблице 4.1.1 и других таблицах в примечании «п» характеризуется как количество наблюдений. На наш взгляд более точно – количество или число проб.

5) С. 51, 60 – на рис. 4.1.1., 4.2.1. и 5.3.1а диссертации и рис. 1. автореферата в легенде указан Benthos, хотя более верно было бы Total benthos, как и дано в табл. 4.1.1.

6) С. 83 – в табл. 5.1.1 в зарослях о. Валаам Щучего залива было отобрано по 2 пробы, хотя согласно общепринятой методики изданной под редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1975, С. 158) минимальное число проб на биотопе или в биоценозе должно быть не менее. Следует также отметить, что в разделе материал и методика не указано, какую методику использовал автор, что является обязательным при проведении гидробиологических исследований.

7) С. 85 – на подписи к рисунку 5.1.2. на наш взгляд более удачным вместо Соотношения было бы Доля основанных.....

8) С. 100 – хотелось бы знать, что имеет ввиду автор, когда пишет «Вселение *G. fasciatus* можно рассматривать как один из важнейших факторов трансформации всей литоральной зоны Ладоги, изначальный облик которой НАВСЕГДА УТРАЧЕН». Автор не допускает, что если по какой-то причине гмелиноидес исчезнет, литораль станет прежней, т.е. значительно беднее, чем при вселении *G. fasciatus*?

9) С. 102 – приведены данные по биологии *Chelicorophium curvispinum*, но нет ссылки на литературный источник или это данные автора?

10) С. 122 – в выводе 8 автор пишет, что вселение в Ладожское озеро двух видов понто-каспийского комплекса и байкальской амфиподы несет угрозу новых экосистемных перестроек в литоральной зоне озера. Хотелось услышать, что автор подразумевает под угрозой?

11) Список литературы составлен небрежно. Обычно, сначала по алфавиту приводятся монопубликации автора, затем в соавторстве в хронологическом порядке, т.е. сначала более ранние работы и т.д. (Барбашова М.А., Курашов Е.А., Науменко М.А. Кузьменко К.Н., Распопов И.М. и др.).

12) В списке видов хирономид в приложении С первым необходимо указывать подсем. Tanypodinae, затем Orthoclaadiinae, а в подсем. Chironominae сначала триба Chironomini, затем Tanytarsini. Ряд таксонов, указанных как виды (*Cryptochironomus gr. defectus*, *Cladotanytarsus gr. mancus*, *Tanytarsus gr. lestagei*) невозможно определить до вида по личинкам. Ряд родовых названий (*Limnochironomus*, *Cryptocladopelma*, *Pseudodiamesa*) устарело, имеются ошибки в

названии видов. *Potthastia campestris* в настоящее время относится к подсем. Diamesinae, *Mobodiamesa (Pseudodiamesa) bathyphila* – к подсем. Prodiamesinae.

Нетрудно заметить, что большинство сделанных замечаний носят редакционный, рекомендательный или дискуссионный характер и не затрагивают научную сущность рассматриваемой работы и позволяют положительно оценить данное диссертационное исследование.

Таким образом, в завершении можно заключить, что обсуждаемая диссертация вносит важный вклад в развитии гидробиологии в водоемах северо-запада России. Она является самостоятельным законченным научным исследованием. Научная новизна и практическая значимость полученных автором результатов несомненна. Основные положения диссертации вошли в автореферат и опубликованы в 25 работах, из которых 2 статьи в рецензируемых журналах рекомендованных ВАК РФ и неоднократно апробировались на многочисленных международных и всероссийских научных конференциях. Диссертация соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждении учёных степеней ВАК РФ» а соискатель Марина Александровна Барбашова, безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология.

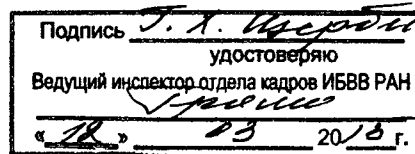
Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник лаборатории экологии
водных беспозвоночных Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, д.б.н.



Г.Х. Щербина

12 марта 2015 г.



СВЕДЕНИЯ
об официальном оппоненте

Фамилия, Имя, Отчество (полностью)	Место основной работы - полное наименование организации (с указанием полного почтового адреса, телефона (при наличии), адреса электронной почты (при наличии)), должность, занимаемая им в этой организации (полностью с указанием структурного подразделения)	Ученая степень (с указанием отрасли наук, шифра и наименования научной специальности, по которой им защищена диссертация)	Ученое звание (по специальности или по кафедре)
Щербина Георгий Харлампиевич	Главный научный сотрудник лаборатории экологии водных беспозвоночных ФГБУ науки «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН». Адрес: 152742, пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл. телефон рабочий 8(08547)24124, электронный адрес: gregory@ibiw.yaroslavl.ru	Доктор биологических наук, 03.00.16 - экология	б/з

Основные публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций):

1. Лоскутова О.А., Зеленцов Н.И., **Щербина Г.Х.** Амфибиотические насекомые горных озер и малых водотоков Северного и Приполярного Урала // Биол. внутрен. вод, 2010. № 1. С. 13–22.
2. Zhulidov A.V., Kozhara A.V., **Scherbina G.Kh.**, Nalepa T.F., Protasov A. A., Afanasiev S.A., Pryanichnikova E.G., Zhulidov D.A., Gurtovaya T.Yu., Pavlov D.F. Invasion history, distribution and relative abundances of *Dreissena bugensis* in the old world: a synthesis of data /. Biological Invasions, 2010, V. 12, N 7. P. 1923–1940.
3. Пряничникова Е.Г., Тютин А.В., **Щербина Г.Х.** Сравнительный анализ структуры сообществ двух видов дрейссенид (MOLLUSCA, DREISSENIDAE) и фауны их эндосимбионтов в условиях верхневолжских водохранилищ // Биол. внутрен. вод, 2011, № 2. С. 57–64.
4. **Щербина Г.Х.**, Зеленцов Н.И. К фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) озера Севан // Биол. внутрен. вод, 2011, № 3. С. 11–14.
5. **Щербина Г.Х.** Изменение видового состава и структуры макрозообентоса озера Камышового после прекращения функционирования утиной фермы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011, № 2. С. 24–28.
6. Поздеев И.В., Истомина А.М., **Щербина Г.Х.** Первая находка *Dreissena bugensis* (Bivalvia: Dreissenidae) в среднекамских водохранилищах // Биол. внутрен. вод, 2012, № 1. С. 107–108.
7. **Щербина Г.Х.** Распространение, экология и структура дрейссенид в бассейне Верхней Волги // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-та. Сер. Биол. 2012. Т. 51. № 2. С. 306–311.
8. **Щербина Г.Х.** Видовой состав и структура макрозообентоса озера Севан в период повышения его уровня // Биол. внутрен. вод, 2013, № 2. С. 44–50.
9. Никитенко Е.В., **Щербина Г.Х.** Эколого-фаунистический обзор макробеспозвоночных Чограйского водохранилища // Вода: химия и экология, 2013, № 7. С. 75–80.
10. **Щербина Г.Х.** Биология и продукция массовых видов хирономид Рыбинского водохранилища // Биол. внутрен. вод, 2014, № 1. С. 60–64.
11. Н.И. Зеленцов, И.В. Поздеев, **Г.Х. Щербина.** Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) водохранилищ республики Башкортостан // Биол. внутрен. вод, 2014, № 3. С. 21–25.
12. **Щербина Г.Х.** Эколого-фаунистический обзор макробеспозвоночных озера Севан // Вода: химия и экология, 2014, № 4. С. 78–82.