

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента диссертации**  
**Игоря Александровича Барышева**  
**«МАКРОЗООБЕНТОС РЕК ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ»,**  
**представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук**  
**по специальности 03.02.10 – гидробиология**

Тематика, выбранная автором работы, относится к категории наиболее актуальных для современной гидробиологии, так как связана с изучением речных экосистем, роль которых велика, а изученность в отдельных регионах фрагментарна. Среди таких регионов заметное место занимает Восточная Фенноскандия, реки в пределах которой имеют ряд отличительных особенностей: низкую трофность и минерализацию, высокую степень образования краевых структур. Особенности биологического режима рек рассмотрены по структурным показателям макрозообентоса – сообщества беспозвоночных в наибольшей степени приспособленном к существованию в крайне мозаичном пространственно-временном градиенте условий речных экосистем.

Работа объемом 380 страниц состоит из введения, восьми глав, выводов, списка литературы (670 источников, из них 186 – на иностранных языках) и приложения. Данные представлены в 81 таблице и проиллюстрированы 40 рисунками.

В весьма объемном введении четко показана актуальность исследования, сформулированы цель и шесть задач работы, определены ее научная новизна и теоретическая значимость, предмет защиты, три положения, выносимых на защиту, представлены сведения об апробации работы, публикациях, личном участии автора.

В главе 1 на основе анализа литературы описана изученность макрозообентоса, а также физико-географическая характеристика Восточной Фенноскандии. В первом разделе выделено четыре этапа исследований зообентоса, представлены основные результаты, на основании которых сделано

заклучение о том, что донные сообщества рек региона исследованы крайне неравномерно и остаются проблемы выявления закономерностей их формирования, в том числе и в условиях трансформации ландшафтов, изменения стока, промышленного рыбоводства.

Второй раздел посвящен физико-географической характеристике региона исследований. Представлены основные данные о климате, геологическом строении и рельефе, описаны растительность и почвы, охарактеризована гидрографическая сеть, гидрологический и гидрохимический режимы рек.

В третьем разделе главы дана характеристика ведущих факторов антропогенного влияния на макрозообентос рек, среди которых выделены эвтрофирование, урбанизация территорий, загрязнение тяжелыми металлами.

В главе 2 представлены материалы и методы исследований. Сбор 1200 проб проведен с 1996 по 2018 гг. с 228 станций в более чем 120 водотоках. Кроме того, использованы пробы, собранные коллегами в 1970–1995 гг. Представленная информация свидетельствует о достаточном для решения поставленных задач количестве анализируемого материала.

Для сборов проб макрозообентоса использованы классические подходы – на порогах количественная рамка, на плесовых участках – дночерпатель. Для промывания грунта использован газ № 23, лишь в отдельных случаях – скребок с ячейей газа 0.6 мм. Необходимо указать на большую работу автора по изучению дрифта беспозвоночных – важнейшего явления в водотоках, которому не всегда уделяется должное внимание. В целом, все сборы проб, фиксация и камеральная обработка материалов свидетельствуют о вдумчивом подходе к исследованиям и высокой профессиональной подготовке. Об этом же свидетельствуют подходы автора к зоогеографическому анализу, изучению трофической структуры, оценке разнообразия сообществ, качества вод по биотическим показателям, кормовых условий для молоди лососевых рыб, а также к статистической обработке данных. Отдельно хочется отметить наличие раздела «Принятые в работе определения». Имеется лишь несколько замечаний

и вопросов: 1) по всей видимости, в тексте имеется ошибка в формуле индекса доминирования Симпсона (D); 2) с чем связано ограничение оценки качества вод лишь тремя показателями, хотя в настоящее время широкое применение имеют показатели, разрабатываемые в рамках Рамочной водной директивы Европейского Союза, они успешно апробируются и в России, и в странах СНГ.

В главе 3 описан таксономический состав макрозообентоса исследованных водотоков. Содержание раздела 1 свидетельствует, что автором идентифицировано 280 таксонов, относящихся к 8 типам, 12 классам, 30 отрядам, 77 семействам и 179 родам. Наибольшим разнообразием отличались членистоногие, моллюски и кольчатые черви. Проведенный анализ видового богатства с другими регионами позволил сделать справедливое заключение о бедности фауны Восточной Фенноскандии, что автор справедливо связывает с суровым климатом, относительно поздним освобождением территории от ледника, низкой минерализацией речных вод. Внутри региона обнаружено то, что северная его часть значительно беднее, чем южная. Одновременно временной анализ показал смещение границ ареалов части видов к северу, что аргументированно связывается с потеплением и увеличением сроков вегетационного периода. В масштабе разнотипных участков рек выявлено, что видовое богатство зообентоса порогов выше, чем плесов.

В разделе 2 проведен эколого-фаунистический обзор обнаруженных таксонов. В разделе 3 представлен зоогеографический обзор фауны макробеспозвоночных, в ходе которого отмечено преобладание видов палеарктического распространения, низкая степень эндемичности и высокое сходство с граничными регионами. Весьма примечателен раздел 4, в котором представлены охраняемые виды, обитающие в исследованных реках.

В главе 4 описано обилие и трофическая структура макрозообентоса. В первой части подраздела 1 представлено обилие донных макробеспозвоночных, во втором – его особенности в зависимости от широтной зональности, а в третьем проанализирована долговременная

динамика. Убедительно показана крайняя степень вариабельности численности и биомассы организмов, а также преобладание количественных характеристик на порогах относительно плесовых участков. Кроме того, выявлены различия доли преобладающих таксономических групп беспозвоночных на перекатах и плесах, а также отмечено, что пороговые участки характеризуются наибольшей встречаемостью вторичноводных животных, плесовые – первичноводных. Показано, что количественные характеристики макрозообентоса в южной части изученного региона превышали таковые северной. Важно отметить выявленную стабильность показателей зообентоса, сохранившуюся в условиях повышения среднегодовой температуры воздуха, суммы осадков и продолжительности летнего сезона.

В разделе 2 главы анализируется трофическая структура макрозообентоса. Показано, что сообщества порогов отличаются наибольшей долей коллекторов-фильтраторов. Одновременно автор обращает внимание на незначительные в целом различия трофической структуры сообществ плесов и порогов, которая, очевидно, в большей степени определяется влиянием ландшафта.

В разделе 3 приводится подробная характеристика макрозообентоса водосборных бассейнов. В отдельных подразделах проанализирован видовой состав, количественные показатели, таксономическая и трофическая структура рек бассейна Баренцева моря, Белого моря, Балтийского моря.

В разделе 4 по количественным показателям макрозообентоса оценены кормовые условия для молоди лососевых рыб в реках региона, которые автор определил средним уровнем, но отметил его увеличение в южном направлении.

Представление такого объемного материала, который вошел в содержание главы 4, дело весьма сложное. Тем не менее, Игорю Александровичу в целом это удалось сделать. Однако имеется ряд замечаний. Как представляется рецензенту, несколько нарушена логика представления материалов. Раздел 3 логично было поставить первым, так как в нем

рассматриваются отдельные бассейны. После этого, можно было бы перейти в обобщающей части, в которой отразить общие для всего региона черты, особенности в широтной зональности, на отдельных типах участков, а затем долговременные изменения количественных характеристик и трофической структуры сообществ. К сожалению, отсутствуют некоторые возможные зависимости с факторами среды. Так, например, автор в большей степени лишь декларирует влияние ландшафта на трофическую структуру зообентоса, хотя характеристики ландшафта могли быть выражены количественно и на основании этого возможен подсчет корреляционных или регрессионных зависимостей.

В главе 5 рассматривается сезонная динамика макрозообентоса. Игорь Александрович совершенно справедливо замечает, что работы, охватывающие весь календарный год, единичны. И наличие такого материала в диссертации – это существенное достижение автора. В разделе 1 на примере двух рек, различающихся по длине, расходам воды и сложности гидрографической сети, описана сезонная динамика состава и обилия макрозообентоса. Выявлена общая закономерность, наблюдаемая на большинстве водотоков – сокращение количественных характеристик сообществ в условиях весеннего половодья и увеличение таковых осенью. Выделена особенность изученных рек, в которых меженное снижение уровня воды не приводит к значительным изменениям структуры макрозообентоса, что связывается с присутствием озер на территории водосбора. Сравнительный анализ двух разнотипных водотоков позволил выявить роль сезонных изменений температуры и уровня воды, ледовых явлений в формировании макрозообентоса.

Во втором разделе главы рассматривается интереснейший вопрос перемещения гидробионтов в пределах речного русла при изменении уровня воды на примере тонких исследований участка малого водотока. Автором выявлено, что по мере обмеления участка реки наблюдается перемещение беспозвоночных в зону основной струи. Весьма важно и обследование грунта

на обсохших участках, которое выявило наличие и гидробионтов, и беспозвоночных, не связанных с донными сообществами рек.

Необходимо отметить, что результаты изучения сезонной динамики зообентоса позволили сформулировать важный аспект, который необходимо учитывать при проведении краткосрочных работ или при организации многолетнего мониторинга на водных объектах Фенноскандии: сборы первичных материалов рекомендуется проводить в конце лета.

В главе 6 представлены итоги изучения дрефта донных беспозвоночных – также важнейшего вопроса, которому не всегда уделяется должное внимание. В разделе 1 на основе изучения двух водотоков описан состав дрефта беспозвоночных, который в большей степени оказался сходен с фауной макрозообентоса. В разделе 2 на основе изучения 10 рек проанализировано обилие дрефта беспозвоночных, приведены полученные значения численности и биомассы организмов. На примере исследований двух разнотипных водотоков получены данные о сезонных изменениях количественных характеристик дрефта. Показано, что максимальное обилие дрефта характерно для периода весеннего половодья, минимальное – зимой, что согласуется с данными, полученными в других регионах. В разделе 3 представлена суточная ритмика дрефта беспозвоночных, которая в реках Фенноскандии сглажена, а конце весны и начале лета максимум приходится на дневное время.

В главе 7 проведен анализ факторов среды, оказывающих наиболее сильное влияние на формирование макрозообентоса рек региона. В разделе 1 выявлены ведущие факторы формирования структуры донных беспозвоночных. Показано, что наибольшую роль играет совокупное влияние климатических условий, близости проточных озер, плесов и населенных пунктов. Эти факторы оказывают опосредованное влияние, формируя трофические условия существования беспозвоночных водотоков.

Методами кластерного анализа выделено четыре группы водотоков: 1 – реки тундровых ландшафтов; 2 – водотоки в нижнем течении озерно-речных

систем; 3 – водотоки таежных ландшафтов на удалении от проточных озер и населенных пунктов; 4 – участки водотоков, находящиеся ниже проточного озера или на урбанизированной территории. Эти группы рек имеют четкие различия по составу доминирующих таксонов и обилию макрозообентоса.

В разделе 2 на примере рек бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей рассмотрен специфичный для региона фактор формирования структуры макрозообентоса – проточные озера. Полученные результаты позволили Игорю Александровичу сделать справедливое заключение о значительном влиянии проточных озер на формирование макрозообентоса речных экосистем Фенноскандии. При этом выявлено, что в переходной зоне водоем-водоток, благодаря планктонным организмам, повышается обеспеченность донных макробеспозвоночных пищей, что способствует увеличению количественных характеристик их сообществ, отличающихся специфичной трофической структурой. Это дало все основания признать изученную пограничную зону экотонном.

Один из самых рассматриваемых специалистами по изучению речных систем вопросов – распределение сообществ по продольному профилю водотоков. Этому посвящен раздел 3 главы 7. Автором убедительно объяснена причина отсутствия однонаправленных изменений структуры зообентоса от истока до устья в реках Фенноскандии, связанная с особенностью ландшафтов – невыработанным профилем, что обуславливает расположение порогов на всем протяжении водотоков. Отмечено, что это в большей степени характерно для рек Карельского берега Белого моря, северно-западной части Мурманской области (бассейн Баренцева моря). Одновременно пространственное распределение макрозообентоса рек Кандалакшского берега Белого моря имеет черты «классического» речного континуума. Это справедливо связывается с градиентом условий среды, обусловленным тем, что участки верхнего течения рек приурочены к горным массивам, среднего – предгорьям, нижнего – равнине. В целом полученные данные еще раз убедительно показали, что

распределение сообществ по продольному профилю водотоков подчиняются закономерностям, которые находятся на стыке основных положений концепций речного континуума и динамики пятен.

В главе 8 рассматриваются специфические черты формирования макрозообентоса в условиях антропогенного влияния. В разделе 1 вполне уместно и по делу представлены фоновые значения индекса сапробности по макрозообентосу как основа для мониторинга речных экосистем. Однако возникает вопрос: почему автор ограничил себя лишь поиском фоновых значений индекса сапробности?

В разделах 2–6 проанализирована структура макрозообентоса рек при сельскохозяйственном освоении водосборных бассейнов, в условиях влияния стоков с форелеводческих хозяйств, на урбанизированных территориях, обозначены особенности сообществ в зоне повышенных концентраций тяжелых металлов, а также в рекультивированных после лесосплава порогах рек. Особый интерес и актуальность имеет оценка влияния форелеводческих хозяйств и рекультивированных после лесосплава рек. На настоящий момент не зарегистрировано завершения формирования литореофильного биоценоза на рекультивированных реках, здесь обнаружена низкая доля видов, характерных для литореофильных сообществ.

На основе полученных данных сделано 6 объемных выводов, в которых отражены основные заключения, свидетельствующие об успешном решении поставленных задач и достижения цели исследований.

Содержание автореферата полностью отражает содержание рукописи диссертации.

По мере знакомства с работой каких-либо принципиальных вопросов к полученным данным, их анализу и интерпретации не возникло. Незначительные замечания и вопросы представлены по ходу анализа отдельных глав. В целом необходимо отметить некоторые ограничения, которые Игорь Александрович поставил себе сам при сравнительном анализе



структурных характеристик макрозообентоса в разных областях исследованного региона или в выделенных при кластеризации типах рек. По всей видимости, проведение детального анализа с оценкой достоверности различий позволило бы более весомо говорить как об общих чертах, так и об особенностях структуры зообентоса в пределах региона, в разных типах рек или на участках, расположенных по продольному профилю водотоков.

Однако эти незначительные замечания не снижают по-настоящему высокой оценки работы Игоря Александровича. Ему удалось не только собрать большое количество проб, в том числе в труднодоступных районах Фенноскандии, на достойном уровне их обработать, но и проанализировать, выстраивая логичную систему объяснений, в которых в первую очередь учитывались биологический смысл и экологические закономерности. Сама работа написана живым языком с минимальным количеством опечаток. Нужно отметить наличие в конце каждой главы раздела «Основные итоги главы».

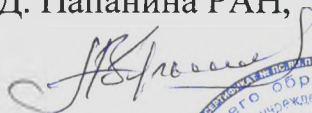
В целом, представленная работа – законченное исследование, в ходе которого автором успешно решены поставленные задачи, сделаны принципиально важные выводы, расширяющие наши знания о гидробиологическом режиме водотоков значительного региона. Результаты исследований широко апробированы на многочисленных профильных конференциях и совещаниях, представлены в 91 публикации, в том числе в 26 статьях в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ, часть из них в журналах, входящих в международные базы данных, в 1 монографии, в 59 статьях в сборниках научных работ и в материалах докладов конференций.

**Заключение.** Представленное к защите диссертационное исследование полностью соответствует всем критериям п. 9–11, 13, 14 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор – Игорь Александрович Барышев –

заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология.

Официальный оппонент:

д.б.н., профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,



А. В. Крылов  
27.01.2020 г.

---

Крылов Александр Витальевич

Доктор биологических наук (03.02.10 – гидробиология)

Директор ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина» РАН

тел.: +7(903)2572941, e-mail: [krylov@ibiw.ru](mailto:krylov@ibiw.ru)

152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,

Тел.: (48547)24824; e-mail: [adm@ibiw.ru](mailto:adm@ibiw.ru)

