

**Отзыв официального оппонента диссертационной работы
 Антона Владимировича Дроботова
 «ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И НЕСИНХРОННЫЕ
 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ МИГРАЦИИ ЗООПЛАНКТОНА В
 СТРАТИФИЦИРОВАННОМ МЕРОМИКТИЧЕСКОМ ОЗЕРЕ»,
 представленной на соискание ученой степени
 кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология**

Одним из важнейших и интереснейших вопросов гидробиологии, который связан с фундаментальными проблемами изучения структуры и функционирования водных экосистем, справедливо считается вопрос изучения миграций и понимания их причин и механизмов. Необходимо указать, что имеется большое количество исследований вертикальных миграций зоопланктона и выбор данной тематики должен был потребовать от автора представленной диссертации не только огромной работы с многочисленной литературой, но и поиска новых и оригинальных подходов. Сразу отметим, что со всем этим Антон Владимирович Дроботов успешно справился.

Работа изложена на 135 стр., состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, списка литературы, содержит 15 таблиц, проиллюстрирована 36 рисунками.

Во введении автор убедительно показал актуальность проведенного исследования, выделил основные проблемы в предметной области работы, показал то, что именно меромиктические озера выступают в роли наиболее удобных модельных объектов для изучения вертикальных миграций зоопланктона. Здесь же Антон Владимирович четко сформулировал цель работы и выделил 5 задач, решение которых способствует достижению поставленной цели. Кроме того, здесь представлены научная новизна полученных результатов, их практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

В главе 1 дан прекрасный обзор литературы, на основе которого описаны основные результаты изучения вертикального распределения и суточных миграций зоопланктона в свете классических представлений, современные сведения о механизмах формирования вертикальных миграций зоопланктона, его

индивидуальных (несинхронных) миграций, описано индивидуальное поведение зоопланктеров, как результат нейрофизиологических процессов, проанализированы методы изучения пространственного распределения зоопланктона, в том числе классические и автоматизированные способы отбора проб. Убедительно показано, что наиболее перспективными для целей быстрой и точной оценки вертикального распределения зоопланктона в водной толще можно считать системы подводной видео съемки.

В главе 2 представлены материалы, методы и объекты исследования. В отдельных разделах главы описаны экосистема оз. Шира (его физико-химические и основные биологические характеристики), методы измерений физико-химических параметров, зоо- и фитопланктона в лабораторных мезокосмах и в оз. Шира. Украшением главы стал раздел, в котором автор знакомит с действительно оригинальными лабораторными и полевыми методами изучения вертикальной структуры и индивидуальных миграций гидробионтов: лабораторных мезокосмов, “выделенных объемов”, системы подводного видеонаблюдения. Кроме того, дана необходимая информация об использованной статистической обработке полученных данных.

В главе 3 даны результаты лабораторных исследований вертикальной структуры и индивидуальных миграций гидробионтов (конкретно — *Arctodiaptomus salinus*) с использованием мезокосмов. В частности, в первом разделе главы описано влияние температурной неоднородности и уровня кормовой обеспеченности на вертикальное распределение рачков. Полученные результаты свидетельствуют о существенной роли активных вертикальных перемещений в формировании распределения зоопланктона в водной толще. Во втором разделе проведена оценка восходящих индивидуальных миграций *A. salinus* в стратифицированных и нестратифицированных мезокосмах. В третьем разделе представлены результаты исследования восходящих и нисходящих индивидуальных миграций рачков в стратифицированных мезокосмах с использованием прижизненного красителя.

Полученные результаты и сделанные заключения не вызывают сомнений в их справедливости. Отдельно хочется отметить высокий класс исследователя, тонкую продуманность экспериментальных работ, их филигранное исполнение. Каких-либо принципиальных вопросов не возникло. Однако, хотелось бы узнать мнение автора по такому вопросу. В разделе 1 убедительно показано, что в эксперименте с природной концентрацией корма в стратифицированных мезокосмах максимум численности находился в металимнионе, а в нестратифицированных мезокосмах — в нижнем слое, т.е. около дна. В эксперименте с повышенной концентрацией корма распределение было близко к равномерному по всей водной толще в мезокосмах без термоклина, а в мезокосмах с термоклином наблюдался небольшой пик численности в металимнионе. Может ли это быть связано с изменением плотности воды при стратификации, в результате чего кормовые объекты механически концентрируются на образовавшемся “втором” дне?

В главе 4 представлен анализ вертикальной структуры зоопланктона в оз. Шира. На основе данных, полученных в 2007–2011 гг., описана сезонная и многолетняя динамика его вертикальной структуры, проведен анализ связи вертикального распределения популяции *Arctodiaptomus salinus* с температурой воды и количеством корма. В качестве показателей пищевой обеспеченности рачков были выбраны содержание хлорофилла и VOY . Заслуживает внимания представленная автором интерпретация соотношения $Xл a / VOY$: его высокое значение свидетельствует о том, что корм представлен в основном фитопланктоном; если значения низкие, то это указывает на высокое содержание детрита и/или компонентов микробиальной петли. В результате проведенного анализа показано, что основной фактор, который определяет распределение *Arctodiaptomus salinus* в оз. Шира, — температура воды.

В главе 5 описаны результаты экспериментальных полевых исследований вертикальной структуры и индивидуальных миграций зоопланктона в оз. Шира. В первом разделе главы обсуждается связь между вертикальным распределени-

22

ем зоопланктона и фитопланктоном в “выделенных объемах”. Важнейший момент — разделение фитопланктона на три группы: в 1-й преобладали сине-зеленые водоросли первой группы; во 2-й — сине-зеленые водоросли второй группы; в 3-й — зеленые и диатомовые водоросли.

Во втором разделе главы описано влияние *Gammarus lacustris* на вертикальное распределение *Arctodiaptomus salinus*. В третьем разделе продемонстрирована интенсивность индивидуальных миграций разных возрастных групп, самцов и самок *A. salinus* в восходящем и нисходящем направлениях.

Одно из украшений главы и диссертации в целом — содержание раздела 4, в котором проведено сравнение содержания С, N, P и жирных кислот в биомассе мигрирующих и немигрирующих групп *A. salinus* эпи- и гиполимнионе водоема. Здесь показано, что высокое содержание углерода при сравнительно невысокой доле жирных кислот и недостатке азота может являться стимулом для рачков к восходящим миграциям из зоны гиполимниона. Важным физиологическим показателем состояния рачков является доля углерода жирных кислот С(FA). Рачки эпилимниона, как мигрирующая, так и немигрирующая их часть, имели достоверно меньшее содержание С(FA), чем аналогичные группы рачков гиполимниона. Наибольшее содержание С(FA) имела немигрирующая группа рачков гиполимниона, а наименьшее — мигрирующие рачки эпилимниона.

Делается важное заключение о том, что наиболее обеспечены по всем важным элементам, P, N и жирным кислотам немигрирующие рачки гиполимниона, которые могут быть готовы к зимнему сезону, который характеризуется неблагоприятными трофическими условиями. В то же время, мигрирующие из гиполимниона рачки, очевидно, не набрали достаточного количества ЖК и, вероятно, нуждаются в высокой температуре, чтобы обеспечить свой онтогенетический рост и испытывают недостаток N, который легче восполнить в условиях эпилимниона.

В главе 6 представлены уникальные результаты подводного видеонаблюдения вертикального распределения *Gammarus lacustris* в оз. Шира. Показано

существование связи между максимумами численности гаммарусов и термоклином.

В заключении автор изящно резюмировал полученные ходе проведения работ результаты.

Сформулированные 8 выводов обоснованы и отражают полученные результаты, раскрывают поставленную цель и определенные исследователем задачи.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы.

В ходе знакомства с рукописью каких-либо принципиальных несогласий не возникло, как отсутствуют какие-либо вопросы к авторской интерпретации полученных результатов. Напротив, хочется высказать слова восхищения уровнем проведения экспериментов, высокой значимостью работы, которая может служить примером вдумчивого методологического и методического подходов. Безусловно, широкое внедрение в практику гидробиологических исследований предложенных “выделенных объемов”, подводного видеонаблюдения, а также содержания С, N, P и жирных кислот, позволит по новому взглянуть на закономерности пространственно-временного распределения сообществ гидробионтов в разнотипных водоемах.

Однако, все же, существует такое замечание, которое, безусловно, не может повлиять на высокую оценку труда. В названии диссертации имеется слово «зоопланктон», но вся работа посвящена лишь двум видам — *Arctodiaptomus salinus* и *Gammarus lacustris*. Понятно, что это доминирующие по биомассе организмы, но в состав зоопланктона, как следует из характеристики водоема, кроме них входят также коловратки, которые в летний сезон преобладают по численности. Не имело ли смысла дать другое название диссертации? Соответственно, изменились бы формулировки цели и задач исследования.

Знакомство с представленной работой приводит к однозначному заключению, что автор полностью владеет материалом, прекрасно знаком с литерату-

рой, а сама работа — профессионально выполненное, законченное и одновременно очень перспективное исследование, представляющее новые и обоснованные результаты в области фундаментальных вопросов гидробиологии. Результаты работы широко апробированы, отражены в 11 публикациях (из них 3 статьи — в ведущих специализированных научных изданиях, рекомендованных ВАК). Все это дает полное основание говорить о том, что диссертационная работа «ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И НЕСИНХРОННЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ МИГРАЦИИ ЗООПЛАНКТОНА В СТРАТИФИЦИРОВАННОМ МЕРОМИКТИЧЕСКОМ ОЗЕРЕ» выполнена в соответствии с критериями, установленными п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор — Антон Владимирович Дроботов — заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией экологии водных беспозвоночных

Крылов Александр Витальевич

10.03.2015г.



Адрес: 152742 Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок,
тел.(48547)24124,
krylov@ibiw.yaroslavl.ru
<http://ibiw.ru>

Согласен А.В. Дроботов
уверован
З.С.И. Суберова И.С.И.
З.С.И., И.С.И.


