

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Максимова Алексея Александровича
**«ЗАКОНОМЕРНОСТИ МЕЖГОДОВОЙ И МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ
МАКРОЗООБЕНТОСА**
(на примере вершины Финского залива)»
на соискание ученой степени доктора биологических наук
по специальности 03.02.10 - гидробиология

Состояние биосфера к началу XXI века и современный экологический кризис ставит перед человечеством целый ряд неотложных задач, связанных с поиском оптимальных, гармоничных отношений с природными системами, что невозможно без знания и учёта закономерностей, по которым формируются, развиваются и функционируют эти системы. Макро-зообентосные беспозвоночные имеют довольно длительную продолжительность жизни, поэтому данные о структуре и функционировании сообществ макро-зообентоса часто используются в качестве индикатора многолетних изменений в экосистеме. С этой точки зрения объясняется большой научный и практический интерес к изучению закономерностей изменений в сообществах донных животных под воздействием как абиотических, так и биотических факторов, в том числе биологических инвазий, исследованию которых посвящена работа Алексея Александровича Максимова и что определяет своевременность и актуальность работы. Перед автором стояли сложные и обширные задачи, определявшиеся поставленной целью - изучением основных закономерностей межгодовой и многолетней динамики макро-зообентоса в вершине Финского залива. Надо отметить, что все задачи автором успешно выполнены.

Научная новизна исследования Алексея Александровича не вызывает сомнений. В ходе изучения долговременных изменений макро-зообентоса, показано значение придонных гипоксийных явлений в многолетних изменениях структуры и функционирования донных сообществ, а также определены причины колебаний численности и биомассы макро-зообентоса. Алексеем Александровичем Максимовым впервые показано, что на преобразование видового

состава макрообентоса вершины Финского залива существенное воздействие оказывали биологические инвазии. Подтверждено, что успешность натурализации вселенца полихеты *Marenzelleria arctica* (Chamberlin) привело к режимной перестройке экосистемы водоема-реципиента.

Теоретическое и практическое значение выполненного исследования определяется важностью результатов для развития теории функционирования водных экосистем, для решения проблем устойчивости и адаптации экосистем к внешним воздействиям. Полученные Алексеем Александровичем результаты были уже использованы при разработке прогнозов экологического состояния вершины Финского залива и предложений по организации водоохранных мероприятий. Результаты работы могут быть также использованы в курсах лекций по гидробиологии и экологии в ВУЗах.

Материалы диссертации многократно аprobированы на различных российских и международных конференциях. В 63 публикациях, в том числе 28 из списка ВАК, последовательно, логично и достаточно полно нашли отражение все основные результаты диссертационного исследования. Не вызывает сомнений, что диссертационная работа Алексея Александровича Максимова представляет собой самостоятельное законченное научное исследование на актуальную тему, имеющее важное теоретическое и практическое значение.

Диссертация Алексея Александровича Максимова изложена на 265 страницах печатного текста и состоит из введения, 8 глав, выводов библиографического списка, иллюстраций. Список литературы насчитывает 623 наименования, из них 328 на иностранных языках. Иллюстративный материал представлен 18 таблицами и 52 рисунками.

Глава I посвящена обзору существующих подходов к представлениям о причинах долговременных изменениях природной среды и многолетней динамики численности и биомассы гидробионтов. Наглядно продемонстрирована многочисленность подходов и мнений в представлении о причинах динамики численности и биомассы популяций. Алексеем Алексеевым

сандревичем делается вывод, что протекание этого процесса состоит как минимум из трех интерпретаций: астрономической, гидрометеорологической и биологической.

В главе 2 автор описывает физико-географические, гидрологические и гидрохимические показатели района исследований. Особое внимание Алексей Александрович уделяет изменению гидрометеорологических факторов в вершине Финского залива. Делается вывод, что наиболее значимыми факторами служат циркуляционные процессы в атмосфере, величина стока реки Нева, кислородный режим придонных вод.

В главе 3 подробно описаны материалы работы, их методы сбора и обработки. Безусловно, впечатляет объем собранного и обработанного материала, около 800 бентосных проб. Особую сложность в интерпретации данных вызвало использованием в сборе макрозообентоса орудий лова разной конструкции, что потребовало от автора проведения работ по определению сравнительной уловистости дночерпателей Ван-Вина и Экмана-Берджа.

По мнению оппонента, использование дночерпателей Ван-Вина с разной площадью захвата не вполне корректно, так как затрудняет сравнение полученных автором данных с таковыми из других районов Балтийского моря, где HELCOM рекомендует использовать дночерпатель Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м².

Полученные результаты корректно обработаны статистическими методами. Широко применялись компьютерная техника и статистические программы. Подбор методик не вызывает сомнений в целесообразности их применения. Это вместе с подробным описанием методов, дает возможность оппоненту убедиться в корректности примененных методов и презентативности использованного материала. Всё это свидетельствует о высоком теоретическом уровне проведенного исследования.

В главе 4 на основании анализа обширных литературных и собственных сведений, дан подробный обзор зоогеографического, таксономического и экологического состава макрозо-

обентоса вершины Финского залива, что позволило в дальнейшем подчеркнуть актуальность темы, обеспечить глубину анализа, доказать научную новизну собственных материалов и выводов. Автор установил, что донная фауна восточной глубоководной части Финского залива значительно беднее донной фауны Невской губы. Причиной этого явления служит преобладание пресноводной фауны в прибрежье залива, а низкая температура и условия «критической» солености не позволяют пресноводным видам проникать в глубоководную часть залива. В результате на большей части акватории обитают шесть реликтовых видов макрозообентоса и два холодолюбивых вида. Причём, в последнее десятилетие численность вида-вселенца *Marenzelleria arctica* значительно возросла, и он стал доминирующим видом, что свидетельствует о структурной перестройке сообщества.

Глава 5 посвящена описанию межгодовых и многолетних изменений численности и биомассы макрозообентоса. Автором на примере массовых видов макрозообентоса - *Chironomus plumosus* в мелководном районе и *Monoporeia affinis* в глубоководном, рассмотрел динамику межгодовых колебаний этих видов и влияние их на количественное развитие сообществ макрозообентоса. Особенно важным, по мнению оппонента, является установленная Алексеем Александровичем связь воздействия динамики численности *Monoporeia affinis* на динамику численности *Saduria entomon*, который служит важным кормовым объектом промысловых рыб в данном районе. Автор убедительно показал, что колебания численности и биомассы бокоплавов имеют циклический характер и определяются внутривидовой конкуренцией за пищу и механизмами плотностной регуляцией.

Учитывая важность сопряжённой динамики численности этих видов следовало бы привести продукционные показатели популяций, рационы и степень удовлетворения их пищевых потребностей.

В многолетней динамике количественного развития макрозообентоса автор выделяет ведущую роль абиотических факторов: стока реки Нева, величину поступления взвешенного

органического вещества (ВОВ) и кислородные условия. Причем, на мелководной части залива в Невской губе наибольшее значение принадлежит стоку и ВОВ, а в глубоководной — кислородным условиям и затоку североморских вод.

В главе 6 Алексей Александрович Максимов обобщает имеющиеся литературные сведения и собственные данные об изменении видового состава макрозообентоса и рассматривает причины, повлиявшие на этот процесс. Основное внимание автор уделил инвазионным процессам, в результате которых в глубоководные районы восточной части Финского залива проникли два вида, повлиявшие на структуру и функционирование экосистемы. Алексей Александрович убедительно доказал, что вселение олигохет *Tubificoides pseudogaster* являющихся активными биотурбаторами, привело к обеднению детрита органическим веществом на поверхности дна, что повлекло снижение численности доминировавшего вида *Monoporeia affinis*, питавшегося детритом.

Вторая группа вселенцев, относящихся к роду *Marenzelleria*, начала свою экспансию в Балтийское море в 1980-1990-х годах, вызвала в настоящее время значительные изменения в структуре донного сообщества. Главная роль в таксономической перестройке донного сообщества принадлежит арктическому виду полихет *Marenzellerici. circlica*, устойчивому к гипоксии. За короткое время этот вид заселил практически всю акваторию Финского залива и стал единственным доминирующим видом. Успешная экспансия *Marenzelleria arctica*, по мнению автора, произошло на фоне ухудшения кислородного режима в придонном слое, что привело к разрушению существовавших донных сообществ. В то же время Алексей Александрович сделал важное заключение, что популяция полихет не препятствует восстановлению донных сообществ.

Алексей Александрович с помощью кластерного анализа выделил шесть донных сообществ, входящих в три комплекса, что позволило составить карты распределения этих сообществ в восточной части Финского залива. Автор установил, что только сообщество пресно-

водных мелководий соответствует ранее выделяемым, остальные сообщества претерпели изменения, их основу в настоящее время составляют чужеродные виды. Делается вывод о том, что развитие донных сообществ контролируется кислородным режимом и биологическими инвазиями.

Глава 7 посвящена исследованиям воздействия изменений в структуре зообентоса на экосистемные процессы в заливе. Вселение полихет рода *Marenzelleria* в Балтийское море повлияло на биогеохимические процессы в водоеме. Алексей Александрович показал, что в природных условиях в результате биотурбации грунтов полихетами происходило образование мощного окисленного слоя на границе вода-дно, который способствовал удерживанию в грунтах соединений фосфора и снижению эвтрофирования. В то же время отмечается увеличение концентрации азота и снижение биомассы синезеленых водорослей. В составе фитопланктона стали преобладать мелкие виды водорослей, увеличился Р/В фитопланктона и величина первичной продукции практически не изменилась, улучшилась кормовая база зоопланктона и произошло увеличение его биомассы. Все эти процессы дали автору возможность говорить о режимной перестройке экосистемы вершины Финского залива.

Инвазия полихет способствовала восстановлению продукции зообентоса, как кормовой базы рыб-бентофагов, но изменилась структура кормовой базы. Это дало возможность автору предположить, что изменения в бентосе отразятся на составе рыбного населения в сторону увеличения численности рыб-бентофагов.

В главе 8 автором проведена оценка причин изменчивости макрозообентоса. Алексей Александрович Максимов выделил три группы изменений макрозообентоса: межгодовые, многолетние и межвековые. На основании собственных и литературных данных соискатель установил общие причины изменений в макрозообентосе. Эти выводы автора имеют большое теоретическое значение в понимании процессов функционирования водных экосистем и круговорота веществ.

К сожалению, автору не удалось избежать стилистических погрешностей, синтаксических ошибок, и опечаток.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, в необходимой степени отражает ее основные положения, доказательную базу, практические рекомендации и выводы. Положения, выносимые на защиту, соответствуют выводам автора. Сделанные замечания не снижают общую высокую оценку работы.

Все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертационная работа Алексея Александровича Максимова на тему «Закономерности межгодовой и многолетней динамики макрообентоса (на примере вершины Финского залива)» по широте постановки проблемы и глубине ее проработки, использованию традиционных и современных методов исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов, полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения искомой степени по специальности 03.02.10 - гидробиология.

Доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ихтиопатологии и гидробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет»

Е.Н. Науменко

Адрес. 236022, Россия, г. Калининград,
Советский проспект, д.]
Интернет-сайт-организации: <https://klgtu.ru>
E-mail: elenan.naumenko@gmail.com Раб. тел.:
(4012)-995335

Я, Науменко Елена Николаевна, даю согласие на
включение моих персональных данных в документы,
связанные с работой диссертационного совета и их
 дальнейшую обработку.

Е.Н. Науменко

12 сентября 2019 г.

Подпись Елены Николаевны Науменко заверяю.

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет»



Надежда Васильевна Свириди