

**Отзыв официального оппонента на диссертацию Максимова Алексея
Александровича**
**«Закономерности межгодовой и многолетней динамики макробентоса (на примере
вершины Финского залива)»,**
**представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук
по специальности 03.02.10 – гидробиология в диссертационный совет ДС 002.223.03**

Работа А.А. Максимова посвящена фундаментальной проблеме экологии – выявлению факторов и закономерностей изменений биологических сообществ в межгодовом и многолетнем аспекте. Изучать эти вопросы применительно к морскому бентосу – задача весьма непростая, поскольку требует длительных наблюдений, выполняемых по стандартной методике, и правильной интерпретации получаемых данных. Макробентос вершины Финского залива крайне обеднен видами, на популяции которых достаточно очевидным образом влияет ряд абиотических факторов, таких как речной сток, распространение вод с пониженным содержанием кислорода и т.д. Эта упрощенная по сравнению с другими системами позволяет изучать процессы, идущие в донных сообществах практически в «чистом виде». Владея обширным материалом, полученным на станциях гидробиологического мониторинга, А.А. Максимов находит серии наблюдений, иллюстрирующие процессы, происходящие в разном пространственно-временном масштабе. Актуальность работы определяется не только фундаментальной значимостью исследуемых процессов, но и практическим значением, имеющим непосредственное отношение к оценке и прогнозированию качества природной среды в районе одного из крупнейших городов Европы. Диссертация является результатом более чем тридцатилетнего труда автора и обобщением его многочисленных публикаций.

Во введении (общей характеристике работы) автор определяет цель работы как: «изучение основных закономерностей межгодовой и многолетней динамики макрообентоса на основе данных долгосрочных наблюдений в вершине Финского залива».

В главе 1 рассматриваются общие методологические вопросы изучения многолетней динамики численности донных животных. Автор справедливо отмечает слабую объясняющую силу популярного (особенно в прикладных исследованиях) подхода, при котором в многолетней динамике изучаемого процесса находят колебания, совпадающие по своему периоду с каким-либо известным космогеофизическим циклом. При изучении влияния климата лишь с появлением интегральных индексов, таких как глобальные индексы колебаний атмосферного давления, для экологов стало возможным изучение влияния климата, как такового, то есть некой осредненной для обширного пространства и/или периода времени характеристики погодных условий. Наконец, понимание динамики экосистем невозможно без учета возникающих в них эндогенных ритмов, вызываемых биотическими отношениями. А.А. Максимов стремится в своей работе следовать логике, требующей, либо рассматривать только абиотические факторы, непосредственно влияющие на донные сообщества, либо не выходить за пределы собственно биологической интерпретации, и последовательно выдерживает этот подход на протяжении всего исследования.

Глава 2 посвящена описанию района исследований и его гидрологических условий, для которых характерна высокая вариабельность, связанная с и происходящими в последние десятилетия масштабных изменений природного и антропогенного характера. Особое внимание уделяется таким процессам как цикличность стока р. Нева и динамика кислородного режима придонных вод в связи с изменчивостью индекса Северо-Атлантического колебания.

Глава 3 описывает методику исследований, которое включает материал с 798 станций. Для сбора материала использовались, в основном, 2 модели дночерпателей: Экмана – Берджа и Ван-Вина. А.А. Максимов приводит ссылки на свои работы, в которых

сравнивается эффективность этих орудий для сбора количественных проб бентоса в Финском заливе и делается вывод о сопоставимости получаемых результатов. Для Невской губы приведение современных материалов к виду, сопоставимому с историческими данными, позволило проследить изменения макробентоса, происходившие в течение столетия.

Глава 4 характеризует историю исследований бентоса Финского залива и его таксономический состав. Здесь также обсуждаются причины таксономической и количественной бедности бентоса восточной части Финского залива, связанной с фактором критической солености и геологической молодости бассейна.

Глава 5 содержит подробные описания примеров динамики макрозообентоса Финского залива, происходящие в разном масштабе. Отдельно рассматриваются изменения, происходящие в прибрежной мелководной зоне, где значительные колебания биомассы определяются, в основном меняющимся соотношением олигохет и хирономид, длительный ряд наблюдений по Невской губе, где до последнего времени (до постройки дамбы) ведущую роль динамике бентоса играл сток р. Невы, и динамика макробентоса глубоководной зоны. Показано, что на функционирование популяций в донных животных в этой части залива в межгодовом аспекте оказывали влияние прежде всего биологические (плотностно-зависимые популяционные факторы, конкуренция, отношения «хищник – жертва»), а в многолетнем – кислородный режим.

Глава 6 посвящена изменения в видовом составе донной фауны залива в контексте геологической молодости водоема. Вселение чужеродных видов, таких как полихета *Marenzelleria artia* и олигохета *Tubificoides pseudogaster* рассматривается в этой связи как ускорение естественного процесса заселения видами недавно сформировавшегося водоема. Показано, что виды-вселенцы привели к полной смене режима функционирования экосистемы, затронувшей такие базовые свойства как особенности кислородного режима, круговорот биогенных элементов и роль основных групп автотрофов в первичном продуцировании органического вещества.

Эти последствия внедрения маренцеллерий и олигохет для экосистемных процессов в целом подробно обсуждаются в главе 7. Большое внимание уделено изменению характера биогеохимических процессов в результате биотурбационной деятельности организмов-вселенцев.

Глава 8 представляет собой фундаментальное обобщение результатов, основанное на широком сравнении процессов, происходивших в макрозообентосе Финского залива, с тем, что известно о многолетней динамике донных сообществ в других морях.

Представлена оригинальная блок схема, представляющая уровни воздействия различных факторов и сформулирована общая концепция факторов и масштабов изменений сообществ бентоса.

Выводы полностью обоснованы содержанием диссертации.

Диссертация изложена на 265 страницах, хорошо иллюстрирована оригинальными картографическим материалом, графиками и схемами. Список литературы включает 623 названия, из них 328 на иностранных языках. По теме диссертации автором опубликовано 63 научные работы, включающие статьи и главы в монографиях, из них 28 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (10 на английском языке). Автореферат соответствует содержанию диссертации.

К диссертации можно высказать некоторые замечания, которые являются, скорее, комментариями, чем указанием на серьезные недостатки работы.

1). При обсуждении факторов, оказывающих влияние на динамику популяций донных беспозвоночных и сообществ макробентоса в восточной части Финского залива, на мой взгляд, несколько недооценивается роль выедания рыбами. Этот фактор сам по себе неоднократно упоминается в диссертации, но автор не находит оснований детально его рассматривать. Так, например, при расчете продукции кормового бентоса «в соответствие

с традицией рыбохозяйственных исследований не учитывались ракообразные *Saduria entomon* (морской таракан), которые из-за крупных размеров практически не потребляются местными промысловыми рыбами (Лаврентьева и др., 1999)» (с. 179). Нужно отметить, что, хотя по питанию рыб Финского залива имеется достаточно обширная литература (в значительной степени старая), его пространственная и временная изменчивость такова, что на основании одной работы достаточно сложно делать общие заключения. Известно, что морской таракан потребляется и корюшкой, и сыртью, и речной камбалой, не говоря уже о бычках, а молодь может быть особенно привлекательна для хищников. В литературе описано, правда не для Финского залива, а для других районов Балтики, регулирование численности *S. entomon* треской (Никитина, Спасский, 1963) Для выхода молодых раков из выводковых сумок самок характерны сезонные пики (Haanthela, 1990), в период которых может возрастать и потребление рыбами, и уровень каннибализма (см. Leonardsson, 1991). Тем более значительно (и в работе приводятся соответствующие ссылки) потребление корюшкой монопорейи. Поэтому возможно, что та двучленная система «хищник – жертва» (морской таракан – монопорей), ответственная за значительные межгодовые колебания в незаморные периоды в прошлом и подробно разобранная в диссертации, на самом деле включала и компоненты более высокого трофического уровня. Так или иначе, но этот режим остался в прошлом. И не только потому, что структура бентосных сообществ радикально изменилась из-за вселения маренцеллерии, но и потому, что популяции рыб-бентофагов (корюшки, сырти, сига и др.) обнаруживают долговременную тенденцию к значительному снижению численности, как под действием естественных заморных периодов, так и антропогенных факторов: эвтрофикации, загрязнения, гидротехнического строительства, промысла и браконьерства (Кудерский, 2013).

2). Заслуживает комментария использование понятия «сукцессионная система» в смысле С.Г. Разумовского. Эта концепция сукцессионной системы предполагает, что у наблюдателя есть некоторое представление о направленности и финальных стадиях процесса (климакса, субклимаксов). Существенно и то, что причиной сукцессионных изменений в этом случае выступают изменения среды организмами (накопление органического вещества, структуризация пространства), которые обратимы только при воздействии каких-то катастрофических факторов. В случае Финского залива до последнего времени ни о чем таком говорить не приходилось: сукцессия, конечно шла, она так или иначе всегда идет, но носила характер достаточно коротких сукцессионных циклов (Левченко, Старобогатов, 1990). С вселением маренцеллерии начались действительно серьезные и слабо-обратимые изменения среды. Поэтому, может быть правильнее говорить не о том, что сукцессионная система изменилась, а о том, что в сукцессии появился элемент направленности. Конечно можно называть это изменением сукцессионной системы в широком смысле, но это ничего принципиального в описание процесса не добавляет, разве что создает иллюзию, что мы хорошо понимаем, как устроены сукцессионные процессы в море.

3). Вопросы сравнимости данных, полученных разными орудиями сбора, следовало бы осветить более детально.

4). Представляется стилистически правильнее наряду с сокращенными латинскими названиями организмов (обычная практика автора) чаще использовать существующие русские (например, «морской таракан» или русифицированные названия), пояснив в начале, к каким научным названиям они относятся. Особенно это касается макомы балтийской, для которой в результате недавнего номенклатурного акта, произведенного на не вполне понятных (по крайней мере широким массам гидробиологов) основаниях, восстановлено и фактически узаконено через World Marine Species Register (WoRMS) давно забытое родовое название *Limecola*. В результате пострадала стабильность номенклатуры, что создает определенные помехи для экологических исследований, представления и коммуникации их результатов и профессионального образования.

Бороться с этим трудно, но можно хотя бы в русской научной литературе сохранить название «макома».

Высказанные замечания совершенно не умаляют высоких достоинств работы, которая является законченным самостоятельным (и при этом широко использующим сотрудничество ученых на национальном и международном уровнях) обобщающим гидробиологическим исследованием, имеющим большое методологическое значение для развития экологических исследований прибрежной зоны морей.

Работа имеет значительный потенциал практического приложения для экологического мониторинга, прогнозирования экологической ситуации в восточной части Финского залива и управления природопользованием в прибрежной зоне региона.

Многие результаты диссертации могут быть смело рекомендованы для использования в учебных курсах гидробиологии и общей экологии.

Работа А.А. Максимова «Закономерности межгодовой и многолетней динамики макрозобентоса (на примере вершины Финского залива)» безусловно соответствует требованиям п. 9 и п.10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а автор заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности «гидробиология» - 03.02.10.

Спиридов Василий Альбертович, ведущий научный сотрудник лаборатории прибрежных донных сообществ федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», доктор биологических наук (специальность «зоология» - 03.02.04).

Адрес организации: Нахимовский проспект, д. 36, Москва, 117997. Рабочий телефон 499 124 79 96. Адрес электронной почты vspiridonov@ocean.ru

