

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Волощук Екатерины Васильевны «ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИДОННЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»**, представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология.

Финский залив является одной из важнейших локальных акваторий в пределах Балтийского моря, поэтому проблема оценки его экологического состояния и факторов его определяющих является важной научной и практической задачей. Эвтрофирование является тем процессом, которое напрямую влияет на состояние как всей экосистемы залива, так и отдельных ее компонентов. Особенности протекания эвтрофирования в современных и будущих климатических условиях региона связаны с особенностями циклов азота, фосфора и других биогенных элементов. Отсюда вытекает задача по исследованию источников их поступления в морскую среду и факторов, модифицирующих их поступление, вовлечение и элиминацию из биопродукционных процессов. Известно, что климат является значимым фактором, определяющим особенности протекания эвтрофирования в том или ином водном объекте, в том числе и в Финском заливе. Поэтому, актуальным является выяснение деталей поведения отдельных элементов экосистемы при различных климатических сценариях будущего состояния залива.

Помимо эвтрофирования, еще одной значимой проблемой для акватории Балтийского моря и, конечно же, для Финского залива, является процесс биологических инвазий. Чужеродные виды могут в значительной степени трансформировать как биотические сообщества экосистемы-реципиента, так и условия их обитания.

Одними из таких вселенцев в Финском заливе являются полихеты рода *Marenzelleria*, в российских водах залива известные с 1996 г. Строго говоря таких видов в заливе два, *Marenzelleria neglecta* Sikorski et Bick и *Marenzelleria arctia* (Chamberlin), а в Балтике три (еще *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873), которые отличаются по своей экологии и биологии, но слабо различимы морфологически. На это обстоятельство автору следовало указать. К настоящему времени полихеты массово заселили участки дна в Финском заливе, поскольку эвригалинны и устойчивы к гипоксическим явлениям, что позволило им стать ведущими, а во многих биотопах единственными представителями макрозообентоса.

Автор сделала попытку, сразу можно сказать, что достаточно удачную, несмотря на недочеты, присутствующие в работе, оценить влияние полихет в условиях меняющегося климата на экологическое состояние придонных вод и донных отложений Финского залива.

Сложность исследования этой проблемы связана с целым рядом методических трудностей, поэтому следует приветствовать появление диссертационной работы Екатерины Васильевны, актуальность которой несомненна.

Научная достоверность полученных результатов в обсуждаемой работе обуславливается тем, что она базируется на достаточном и, в целом, удовлетворительно проанализированном первичном материале, а также на адекватно использованном математическом аппарате.

Екатерине Васильевне удалось выполнить научную работу, в которой, успешно достигнута поставленная цель, а именно – проведена оценка влияния изменения климата и биоирригационной активности полихет *Marenzelleria* spp. на экологическое состояние экосистемы Финского залива на основе данных натурных наблюдений и результатов моделирования.

Сразу следует оговориться, что не очень удачным является название работы. Оно слишком общее и намного шире, чем фактическое содержание работы. Абиотические факторы представлены лишь одной характеристикой, а именно крупномасштабной атмосферной циркуляцией над Балтийским регионом, отслеживаемой по индексу Северо-Атлантического колебания (индекс *NAO*), а биотические факторы представлены также одним фактором, это – активность полихет *Marenzelleria* spp. В соответствии с этим и следовало давать название работе.

Диссертация представляет собой рукопись объемом 122 стр., включает введение, 4 главы, заключение, список использованных источников (162 работы, из которых 122 – на английском языке). Работа проиллюстрирована 12 таблицами и 45 рисунками.

Диссертация Волощук Е.В. построена не совсем традиционным образом. Так, собственно, отсутствует специальная глава, в которой был бы произведен анализ информации, относящейся к теме работы, и имеющейся в литературных источниках.

Во введении традиционно обсуждается проблематика работы, ее актуальность, формулируются цели и задачи исследования.

Глава 1 и 2, по сути, как раз и представляют собой отсутствующий литературный обзор. Хотя, небольшой раздел 1.3 содержит результаты собственных расчетов автора, которые были оформлены как один из достаточно интересных выводов работы, а именно, что гипоксические явления в восточной части Финского залива обусловлены крупномасштабными изменениями атмосферных процессов, охватывающих весь Северо-Атлантический сектор. При этом, выявлена статистически значимая корреляционная связь (коэффициент корреляции Спирмена = 0.86) между зимними значениями индекса *NAO* и содержанием кислорода в глубинных слоях Финского залива в летний период.

Глава 2 также представляет в основном литературные данные, касающиеся истории вселения полихет и других чужеродных видов в Финский залив, эколого-фаунистические характеристики полихет *Marenzelleria* spp. и тенденции изменения численности и закономерности распределения полихет *Marenzelleria* spp. в различных частях Балтийского моря, в том числе в Финском заливе. При этом можно только догадываться, являются ли какие-то данные результатами, полученными автором диссертации самостоятельно в ее исследовании.

Все это происходит из-за того, что в диссертации отсутствует специальная глава «Материалы и методы». Если с отсутствием специального литературного обзора достаточно легко можно смириться, то отсутствие главы «Материалы и методы» порождает многие вопросы относительно собственного объема материала, где он собирался, как собирался, как обрабатывался, анализировался и т.д.

Тем не менее, материал рассмотренный в первых двух главах показывает достаточно высокую научную квалификацию автора, позволяющую ей выявить из литературных источников значимые сведения, относящиеся к тематике работы.

В главе 3, все-таки, появляется информация методического характера, которая должна была быть помещена в отдельную главу работы. Причем, даже нет специального методического подпункта в главе, все смешано и идет одним текстом. Такое отношение к методической части работы недопустимо. В данной главе, посвященной оценке влияния *Marenzelleria* spp. на геохимические изменения в донных отложениях на основе данных натурных наблюдений и результатов моделирования, представлены основные результаты работы, из которых к наиболее значимым можно отнести следующие:

- показано, что биотурбация и биоирригация полихет-вселенцев значимо влияет на геохимические процессы в грунтах. Согласно проведенным расчетам, для группы станций с более

высокой численностью полихет *Marenzelleria* spp. (4-х кратным превосходством) и более высокой биомассой (в 1.6 раза) были получены в 1.5 раза более низкие средние концентрации фосфатов, в 1.6 раза нитратов, в 1.7 аммония в поровой воде. Снижение концентрации фосфатов в поровой воде в условиях более высокой численности полихет свидетельствует о более интенсивном захоронении фосфора в донных отложениях. Снижение концентраций нитратов и аммония в поровых водах может наблюдаться вследствие их захоронения в твердой фазе и/или выхода в придонную воду.

- при помощи модельных оценок с использованием модели CANDI показано, что через 5 лет в верхнем 10-см слое донных отложений для станции с высокой численностью полихет будут характерны более низкие запасы фосфатов (в 2.6 раза) и аммония (в 1.6 раза), чем для станции с низкой численностью полихет. Вместе с тем, запасы нитратов не будут значимо отличаться.

Интересны результаты 4-й главы, в которой при помощи моделирования автор показала, что деятельность вселившихся полихет может способствовать улучшению состояния экосистемы Финского залива в ближайшие три десятилетия за счет улучшения кислородных условий у дна. При этом, ирригационная активность этих вселенцев может привести к снижению летней биомассы цианобактерий в фотическом слое воды и увеличению запасов фосфора в донных отложениях, т.е. повышению скорости его захоронения. Эти изменения могут способствовать замедлению или снижению интенсивности процесса эвтрофирования Финского залива.

В целом, данное исследование убедительно показало ключевую роль вселившихся полихет на процессы, протекающие в донных отложениях Финского залива, и влияние вселенцев на всю экосистему залива. В этом, пожалуй, и заключается основное достоинство работы.

Вместе с тем, несмотря на общее благоприятное впечатление от основного результата работы, кроме уже указанных выше, к рукописи могут быть предъявлены дополнительные замечания и вопросы:

- не всегда на приводимую информацию имеются соответствующие ссылки, например, на с.5 не указан источник, свидетельствующий об обнаружении в Балтийском море 120 чужеродных видов.

- на с. 6 указано, что «Для решения поставленных задач в работе использовались методы статистического анализа и математического моделирования». Интересно, как автор собиралась при помощи только этих методов решить, например, 2-ю и 3-ю из поставленных задач? Про отсутствие специализированной главы «Материалы и методы» уже сказано выше.

- положения 2, 3 и 4, выносимые на защиту, не имеют права на существование, так как конкретно не сформулированы. Какие закономерности, какие результаты, какая оценка?

- приводя дерево регрессии (рис. 2.8) автор утверждает, что максимальная численность *Marenzelleria* spp. (более 3000 инд./м²) встречается на мелководье (глубины до 30 м) в водах с невысокой соленостью (от 3 до 6 ‰), средней температурой 8.6 °С и средним показателем рН, равным 7.3. Однако, в правой части дерева регрессии, где рассматриваются высокие численности полихет, не тестируются ни температура, ни рН. Так что, непонятно, на основании чего сделано подобное заключение.

- следует использовать стандартные обозначения характеристик, используемые в русскоязычной научной литературе. Так, для обозначения показателей плотности (или численности) организмов используется величина экз./м², а не инд./м², что является калькой с обозначения в английской литературе.

- автор использует термин «лимитация», хотя в экологической литературе обычно употребляется термин «лимитирование».

- повсеместно в диссертации (в том числе и в выводах) автор пишет «вид-вселенец *Marenzelleria spp.*» (в единственном числе). Это не корректно, поскольку, как указано выше, таких видов в заливе, по меньшей мере, два, а латинская аббревиатура *spp.* означает «species pluralis», т.е. несколько видов.

- номера станций и результаты, полученные на них, используются в главе 2, однако карта станций и информация по ним появляется только в главе 3, что не способствует адекватному восприятию информации.

- на рис. 3.1 показано 19 станций, на которых проводились исследования. Однако, на рис.3.2 показаны результаты по кислороду только для 6 станций, на рис. 3.3 и 3.4 результаты (фосфор и соединения азота) только для 7 станций, в табл. 3.1 только 6 станций и т.д. еще в нескольких местах – неполный набор станций. Спрашивается, а где данные по другим станциям или включение других станций в анализы?

- автор проводит сравнение 2013 и 2015 гг. При этом, отбор проб осуществлялся совершенно в разных сезонных и, возможно, гидрологических условиях – в одном случае в сентябре, в другом – в середине лета. Возникает вопрос – гидрологическая структура водной массы была одинакова? Если нет, то сравнение данных не совсем корректно.

- на с.57 имеется текст и информация о соотношении численности полихет и биогенов, это легло в основу 2-го вывода диссертации. Однако, визуализации доказательства приводимых результатов расчетов не имеется. Остается, только верить автору, что это действительно так.

- в табл.3.2 и 3.3 отсутствует размерность показателей.

- автор в диссертации во всех своих построениях оперирует понятием численности полихет. Однако, в табл. 3.4, 3.5 и 3.6 приведены данные, что биомасса полихет оказывается более низкой при больших значениях их численности. Поскольку функционирует биомасса, то возникает вопрос – изменятся ли результаты и выводы работы, если вместо численности использовать биомассу полихет?

- на рис. 3.10, 3.11, 3.12 (дендрограммы) отсутствуют номера станций, что не позволяет соотнести имеющийся текст с данными рисунками.

- на с.75 относительно модели CANDI идет ссылка на работу 6 из списка литературы. Однако, в этой работе ничего нет про модель, это – карта в электронном ресурсе.

- на с.76 приводятся как бы уравнения окисления органического вещества. Но, отсутствует знак равенства, уравнения не завершены, какой итог этого окисления?

- в главе 4 указано, что «Модельные расчеты по воспроизведению будущего состояния экосистемы Финского залива проводились с 2007 по 2040 гг.». Т.о., с 2007 по 2016 гг. можно было бы произвести верификацию, насколько реальные значения совпали с рассчитанными по модели. Однако, этого не сделано.

- раздел «Заключение» следовало назвать «Выводы», т.к. это именно выводы и ничего более, а заключение предполагает включение в текст не только выводов по работе, но и, например, предположений и предложений по дальнейшему изучению темы.

- в диссертации имеются достаточно многочисленные описки, грамматические ошибки и несогласования, в том числе даже в выводах. Так, если не читать текст диссертации или автореферата, а прочитать только вывод 4, можно подумать из-за такого несогласования, что деятельности вида-вселенца *Marenzelleria spp.* может способствовать улучшение состояния экосистемы Финского залива в ближайшие три десятилетия за счет улучшения кислородных

условий у дна, хотя, все обстоит совсем наоборот. Или на с.95 – «детрит азота и фосфора», м.б. имеется в виду азот и фосфор детрита?

Можно заключить, что несмотря на интересные полученные результаты, текст диссертации отредактирован, а результаты представлены не лучшим образом.

Сделанные замечания, в целом, не затрагивают научную сущность и основные выводы рассматриваемой работы, что и позволяет положительно оценить данное диссертационное исследование.

Т.о., завершая, можно заключить, что обсуждаемая диссертация вносит важный вклад как в геоэкологическую науку, так и в инвазионную экологию.

Научная новизна полученных автором результатов несомненна. Основные положения диссертации вошли в автореферат и опубликованы в 9 печатных работах, из которых 3 – статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. По актуальности, новизне и научно-практической значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук и изложенным в пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ. Соискатель, **Волощук Екатерина Васильевна**, заслуживает присуждения степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология.

Официальный оппонент:

Курашов Евгений Александрович,
доктор биологических наук, профессор,
заведующий лабораторией гидробиологии
ФГБУН Институт озерадения РАН

196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова 9

Моб. Тел. +79045192847

E-mail: evgeny_kurashov@mail.ru

13.03.2017 г

Е.А.Курашов

Подпись
заверяю



Курашова Е.А.
Заминкова Н.Г.