

ОТЗЫВ
члена диссертационного совета
на диссертацию Владимиевой Оксаны Михайловны
на тему «Вклад растворенного органического вещества в баланс
фосфора и азота в Финском заливе на основе математического
моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата
географических наук по специальности 25.00.28 - океанология

Актуальность темы

Проблема насыщения Финского залива биогенными элементами, сопровождающегося ростом биологической продуктивности, является значительной и приковывает внимание исследователей, начиная с 70-х годов XX века. Избыточное поступление фосфора и азота от антропогенных источников приводит к таким нежелательным последствиям, как «цветение» воды и снижение её прозрачности, обрастание берегов, изменение кормовой базы рыб и смена их видового состава. Согласно имеющимся представлениям, одной из основных причин эвтрофикации Финского залива в частности и Балтийского моря в целом является поступление биогенных соединений с речным стоком. Стоит отметить, что наряду с минеральными формами азота и фосфора в водную среду в значительном объеме поступают их органические соединения. Они могут быть представлены в двух формах: лабильной и стойкой. Взаимный переход форм является сложным многофакторным процессом, значительно влияющим на уровень эвтрофирования на конкретной акватории.

В настоящее время математические модели воспроизводят данный процесс достаточно примитивно. При этом растворенное органическое вещество составляет значительную долю в общем содержании азота и фосфора, поэтому его следует учитывать в биогеохимических циклах этих соединений. В результате несовершенства упрощений, применяемых сейчас в моделях, возникают значительные различия между результатирующими поступлениями питательных веществ в экосистему при одних и тех же исходных гидрологических и гидрохимических данных.

РК 09/2-491 от 05.12.19

Соответственно совершенствование математической модели с целью оценки вклада растворенных органических форм в биогеохимический круговорот общего азота и фосфора в Финском заливе для более точного учета внешних нагрузок и для достоверного описания процессов транспорта и трансформации биогенных соединений в эвтрофированном водоеме представляется актуальной научной задачей. Так как только использование корректных и верифицированных методов математического моделирования способно дать нам понимание будущего экологического состояния акватории при различных сценариях развития событий.

Оценка структуры и содержания работы

Текст диссертации имеет традиционную структуру, состоит из введения, четырех глав и заключения.

В первой главе описан район исследования, его гидрологический и гидрохимический режим. Приведен обзор состояния эвтрофикации Финского залива и дано описание современных экосистемных моделей рассматриваемой акватории. К сожалению, автор в данной главе довольствуется только схемой средней многолетней циркуляцией вод и графиками межгодовой изменчивости гидрохимических параметров, что заставляет обращаться к иным источникам для формирования полной картины особенностей района исследований.

Вторая глава посвящена роли растворенного органического вещества в морских экосистемах, в ней же приведено описание модифицированного биогеохимического модуля Санкт-Петербургской модели эвтрофикации Балтийского моря и введенных в модель модификаций. При этом схема модели описана весьма скромно, а описание уравнений модели сделано поверхностно, что не дает возможности полного понимания ее нюансов.

В третьей главе показаны результаты расчетов и верификация модели. При этом не приводится подробного полного описания временных шагов выполненных расчетов, объемов и особенностей массивов натурных данных, по которым верифицировались модель, отсылая к дополнительным источникам.

Тем не менее, в главе представлены результаты, которые показали, что органические формы азота и фосфора воспроизведены удовлетворительно. Также были описаны результаты численного эксперимента на чувствительность модели к исключению лабильного растворенного органического азота и фосфора и заданию речных нагрузок в виде взвешенного вещества.

В четвертой главе представлены расчеты баланса азота и фосфора в водной среде Финского залива. Показано, что в залив поступает лабильная фракция растворенного органического азота и фосфора, а вынос из залива осуществляется в виде минеральных форм и стойкой фракции растворенного органического фосфора. Данная глава производит самое благоприятное впечатление.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы и сделаны выводы о роли растворенного органического азота и фосфора в формировании биогеохимических потоков в экосистеме Финского залива.

Диссертационная работа показывает способность автора выполнить целый комплекс научных исследований в области математического моделирования биогеохимических циклов и интерпретации полученных результатов. Несмотря на наличие пробелов, структурно и семантически диссертационное исследование выстроено логично и последовательно. Решение каждой последующей задачи опирается на результаты предыдущих этапов исследования, что обуславливает их взаимосвязанность и взаимозависимость, комплексность осмыслиния и описания предмета исследования.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Основные положения и результаты диссертационной работы обоснованы, так как они получены на основе применения модификации известной математической модели. Комплексный анализ данных численных экспериментов подтвердил общие закономерности внутригодовой изменчивости растворенного органического азота и фосфора в Финском заливе, которые известны по данным других авторов.

Кроме того, результаты работы представлялись на научных конференциях российского и международного уровней, где прошли успешную апробацию.

Достоверность и новизна научных положений и результатов

Основные положения диссертационной работы представляются достоверными, так как они получены на основе верифицированной математической модели. Верификация модели проведена с привлечением достаточно значительного количества данных натурных наблюдений, в том числе и международных.

Автором выполнено оригинальное исследование по оценке вклада различных форм азота и фосфора в динамику органического вещества Финского залива. Стоит отметить, что такие оценки в настоящее время можно проводить используя только методы математического моделирования, поскольку уровень развития приборной и методической базы натурных наблюдений не позволяет в полевых условиях на значительной по площади акватории выполнять прямые измерения различных форм растворенного органического вещества.

В работе впервые получены количественные оценки вклада различных форм азота и фосфора при обмене Финского залива с открытой частью Балтийского моря.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются публикациями в рецензируемых журналах (в том числе, индексируемых базой Scopus).

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В разделе «Публикации в изданиях из списка ВАК» приведены работы: «Владимирова О.М., Лукьянов С.В., Подрезова Н.А., Царев В.А. Особенности распространения придонных вод в центральной части Балтийского моря//Ученые записки РГГМУ №35. 2014 и Владимирова О.М., Царев В.А. Роль бароклинных течений в распространении североморских

- вод в Арконском бассейне//Ученые записки РГГМУ №35 2014». Какое отношение они имеют к представленной работе?
2. Почему в разделе «*Физико-географическое описание Финского залива*» отсутствует описание речного стока, хотя он является важным фактором, определяющим режим поступления биогенов в залив?
 3. Почему в разделе «*Физико-географическое описание Финского залива*» не нашли отражения радиационные факторы климата и особенности прозрачности вод, которые лимитируют процессы трансформации азота и фосфора?
 4. Раздел «*Режим биогенных элементов в Финском заливе*» написан не аккуратно. Приведем ряд примеров. Отмечено, что «Зоны наиболее выраженного дефицита кислорода (менее 2.5 мл/л) отмечаются в глубоководном районе (рис. 1.2)», но рисунок называется «Межгодовая изменчивость солености... ст. 4UGMS» и не несет данной информации. Кроме того, в названии рисунка 1.2 присутствует обозначение «ст. 4UGMS» которое не расшифровывается. Так же в разделе присутствует ссылка на работу «[Исаев, 2012]» которая отсутствует в списке литературы. В завершении отметим, что в разделе не нашлось место ни для одной гидрохимической карты. Требуется наглядно представить особенности пространственной и внутригодовой изменчивости рассматриваемых гидрохимических характеристик в Финском заливе.
 5. Раздел «*Усовершенствование биогеохимического модуля SPBEM*» написан небрежно. Например, приведено сокращение DOM, которое ранее упоминалось в русском варианте с расшифровкой, присутствует две формулы под номером (1), приводится ссылка на отсутствующий «рисунок 1», не дана расшифровка части обозначений в формулах PPi, Gi и т.д. Необходимо представить однозначную связь схемы, представленной на рисунке 2.1, с уравнениями (1-23), без нее раздел практически не воспринимается.

6. В разделе «*Постановка численных экспериментов*» имеет ряд существенных недостатков. Отсутствует описание используемой батиметрии района. Нет описания шагов по времени для различных блоков модели и периодов их интегрирования. Нет сведений про моделирование ледовых условий характерных для Финского залива в зимний период. Не описано подробно (отсутствует ссылка на работы) то, как были получены весовые значения для таблицы 3.1. Все это надо привести для понимания методической части работы.
7. В разделе «*Постановка численных экспериментов*» подписи к рисункам 3.2-3.4 начинаются со слов «Пример распределения...». В тексте работы они называются «начальные поля распределения донных отложений». Требуется прояснить данное разночтение.
8. В тексте раздела «*Постановка численных экспериментов*» приведена фраза «сток реки Невы, Кимйоки, Луги и Нарвы «вместе обеспечивают XX % суммарных поступлений», ее следует расшифровать.
9. В разделе «*Постановка численных экспериментов*» при описании построения полей граничных условий на жидкой границе нет указаний на объемы использованных данных, не дано описание применения или нее применения к ним методов фильтрации некачественных данных.
10. В разделе «*Верификация модели*» нарушается нумерация рисунков, но если следовать нумерации автора на рисунке 3.1 (стр.66), требуется пояснить с какой дискретностью по времени представлены рассматриваемые данные?
11. В разделе «*Верификация модели*» на рисунке 3.1 (стр.66) наблюдается различия максимальных значений температуры в отдельные годы в летний период между результатами моделирования и данными наблюдений, требуется пояснить данный результат, т.к. он не обсуждается в тексте работы.
12. В разделе «*Верификация модели*» на рисунке 3.1 (стр.66) наблюдается значительный разброс в данных наблюдений за гидрохимическими параметрами в придонном горизонте, в тексте поясняется, что он связан с особенностями измерений. Возможно ли было отобрать из базы судовых

данных для верификации сведения, полученные именно с придонного горизонта, задаваясь ограничением не превышения фиксированного расстояния от дна?

13. В разделе «*Верификация модели*» подробно показано сравнение результатов моделирования с данными наблюдений для западной части Финского залива. В том числе продемонстрировано воспроизведение межгодовой изменчивости на станциях мониторинга. Однако сравнение для восточной части залива представлено только общей таблицей первичных статистик для поверхностного горизонта, а сравнение придонных распределений выполнено только для летнего периода 2010 года, это требует пояснений.

14. В разделе «*Модельные оценки составляющих баланса фосфора*» на рисунках 4.1 и 4.2 показаны потоки азота и фосфора, однако из подписей к рисункам не понятно, что означают отрицательные и положительные значения потоков. Требуется пояснение: положительные значения – это поступление в залив или вынос?

Заключение

Диссертация Владимиrowой Оксаны Михайловны на тему: «Вклад растворенного органического вещества в баланс фосфора и азота в Финском заливе на основе математического моделирования» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Владимирова Оксана Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 - океанология. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета:

доктор географических наук, доцент, профессор кафедры океанологии
Санкт-Петербургского государственного университета



Зимин Алексей Вадимович

4.12.2019