

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы. Опыт, полученный в ходе подготовки российских национальных отчетов в ХЕЛКОМ, выявил существенные пробелы в базах данных, методах оценки поступления биогенных веществ с российской части водосборного бассейна Балтийского моря и оценки темпов эвтрофирования вод Финского залива. Недостаточность информации о биогенной нагрузке на протяжении многих лет вызывает критику со стороны Секретариата ХЕЛКОМ, так как является препятствием для подготовки объективной оценки общей нагрузки на Балтийское море и выявления тенденций в ее изменении. Это приводит к тому, что в ряде случаев пробелы в российских данных заполнялись Секретариатом ХЕЛКОМ на основе оценок зарубежных специалистов. Последнее нивелировало эффективность принятых Россией мер. Например, на заседании в Хельсинки в декабре 2014 г. эксперты ХЕЛКОМ представили свои ошибочные выводы об отсутствии прогресса на российской части водосборного бассейна Балтийского моря в достижении квот ХЕЛКОМ. Оправданием данных выводов являлся тот факт, что ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» провел большую работу по внедрению технологий глубокого удаления фосфора на очистных сооружениях, а с введением в эксплуатацию главного канализационного коллектора, был достигнут самый высокий показатель очистки сточных вод среди крупнейших городов мира (98,4 %). Прекращение сброса в Финский залив неочищенных сточных вод привело к снижению поступления фосфора в Финский залив, что обеспечило более чем на 40 % выполнение квоты по валовому фосфору. В связи с этим, в рамках подготовки к очередным оценкам нагрузок, в интересах России готовить максимально полные комплекты данных и выполнять научно-обоснованную оценку годовой нагрузки, включая ее трансграничную составляющую.

К вышесказанному можно добавить, что особое внимание уделяется расчету биогенной нагрузки, сформированной на неконтролируемых территориях северного и южного побережий Финского залива. Для решения этой задачи в последние годы использовалась модель, представляющую собой синтез модели ILLM, разработанной в Институте озероведения РАН, и модели формирования биогенной нагрузки на сельхозпредприятиях, разработанной в Институте агроэкологических проблем. При этом авторам были выполнены расчеты выноса общего азота и общего фосфора со всей неконтролируемой территории, примыкающей непосредственно к Финскому заливу для года средней водности и для реальных гидрологических условий других лет.

Рецензируемая работа продолжает эти исследования, дополняя их разработкой модели переноса и трансформации вещества внутри Финского залива при заданной циркуляционной схеме течений, учете поступления и трансформации вещества в водоеме. Разработанная в 2000-х годах отечественная модель Санкт-Петербургская модель

№ 09/2 - 495 от 12.12.2019

эвтрофикации Балтийского моря SPBEM (St.Petersburg Baltic Eutrophication Model) [Neelov и др., 2003; Savchuk и др., 2009], представляет собой трехмерную экологическую модель Балтийского моря и Финского залива, имеющую модульную структуру. Гидродинамический модуль, разработанный и модифицированный И.А. Нееловым [Neelov и др., 2003], состоит из подмоделей циркуляции моря и морского льда. Рассчитанные в гидродинамическом модуле скорости течений используются в уравнениях переноса и трансформации компонентов биогеохимического модуля. Последний состоит из подмоделей пелагиали и бентосного слоя, разработанных О.П.Савчуком и Ф. Вульфом [Савчук, 1997; Savchuk, Wulff, 1996, 2001] и описывающих биогеохимические циклы азота, фосфора и динамики кислорода в водной толще и донных осадках. На основе модели были выполнены исследования по оценке отклика экосистемы Балтийского моря на изменение климата и снижение биогенной нагрузки [Рябченко и др., 2016] в море в целом, и в Финском заливе [Еремина и др., 2014], в частности. Во всех этих моделях речная нагрузка по органическому азоту и фосфору при поступлении в модельную область уменьшалась в соответствии с коэффициентами биодоступности [Meier и др., 2018], величины которых задавались в разных моделях достаточно произвольно. Это приводило к невозможности сравнения результатов модельных расчетов и к заметным расхождениям в оценках эффектов влияния биогенных нагрузок, поступающих с водосборной территории, на развитие эвтрофирования Финского залива. В рецензируемой работе этот недостаток преодолен путем включения в модель уравнений, описывающих балансы растворенного органического азота и фосфора (лабильная и стойкая фракции), учета процессов и факторов их определяющих.

Вышесказанное подтверждает высокую актуальность диссертационного исследования.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью диссертационной работы является оценка вклада растворенных органических форм в биогеохимический круговорот общего азота и фосфора в Финском заливе на основе усовершенствованной математической модели (с.б диссертации). Для достижения этой цели в диссертационной работе решались следующие задачи: 1- усовершенствовать биогеохимический модуль Санкт-Петербургской модели эвтрофикации Балтийского моря (SPBEM) за счет включения уравнений неконсервативной примеси для растворенного органического азота и фосфора в двух формах - легкоокисляемой и стойкой; 2 - воспроизвести пространственно-временную изменчивость экосистемы Финского залива на усовершенствованной трехмерной экогидродинамической модели; 3- рассчитать количество растворенного органического азота и фосфора поступающих из внешних и внутренних источников в водную среду Финского залива; 4- выполнить оценку вклада растворенного органического азота и фосфора в баланс общего азота и фосфора в Финском заливе (задачи пронумерованы рецензентом).

На защиту автором выносятся:

1 - Усовершенствованный модуль биогеохимических циклов модели SPBEM: добавлены четыре уравнения переноса неконсервативных субстанций – лабильной и стойкой фракции растворенных органических азота и фосфора;

2 - Качественные оценки вклада растворенных органических форм в баланс азота и фосфора в Финском заливе;

3 - Основные закономерности внутригодовой изменчивости растворенного органического азота и фосфора в Финском заливе;

4 - Соотношение растворенного органического азота и фосфора, поступающего из внешних и внутренних источников в водной среде Финского залива.

Основные выводы по работе акцентируют исследования, выполненные автором, и 4 основных результатов на их основе (с.89-90).

В целом автором: 1. Усовершенствован биогеохимический модуль модели SPBEM (Санкт-Петербургская модель эвтрофикации Балтийского моря) за счет включения уравнений, описывающих трансформацию стойкой и лабильной форм растворенного органического азота и фосфора. Выполненная верификация результатов расчетов по данным натурных наблюдений показала, что модель адекватно воспроизводит сезонный ход гидрофизических и гидрохимических характеристик;

2. Выделены основные закономерности внутригодовой изменчивости растворенного органического азота и фосфора в Финском заливе. Отмечено общее сходство пространственно-временной изменчивости РОА и РОФ между наблюдаемыми и модельными результатами, как по особенностям распределения, так и по концентрациям. В апреле-мае концентрации РОА заметно увеличиваются (до 500 мг N м⁻³) в связи с цветением диатомовых водорослей, также формируется летний максимум, связанный с цветением цианобактерий. Наиболее характерной особенностью, как результатов расчетов, так и измеренных концентраций ТОР является значительное увеличение его концентраций в восточном направлении, до 30-40 мг P м⁻³ в Невской губе.

3. Получено соотношение растворенного органического азота и фосфора поступающего из внешних и внутренних источников в водной среде Финского залива. Количество поступающего растворенного органического фосфора и азота (реки + открытая граница) составляет от 43 до 112 % и 41 до 66 %, соответственно, от растворенного органического фосфора и азота производимого внутри залива за счет экскреции и разложения взвешенного органического фосфора и азота. Вклад поступающего в залив растворенного органического фосфора и азота в первичную продукцию составляет от 8 до 19 % для фосфора и от 21 до 36 % для азота.

4. Показано, что обмен азотом и фосфором между Финским заливом и открытой частью Балтийского моря в исследуемый период имеет четко выраженную закономерность. Вынос из залива осуществляется в виде минерального азота и фосфора и стойкой фракции РОВ, а поступление в акваторию залива происходит в виде лабильного РОВ. При этом, полученные оценки выноса общего азота и фосфора из залива согласуются с результатами других исследований.

Достоверность научных положений, выводов. Достоверность представленных результатов обычно обеспечивается большим количеством экспериментальных данных и статистической значимостью проведенных расчетов. Достоверность научных положений, выводов обеспечивается также корректностью аналитических и численных методов исследования, большим массивом информационной базы. Обоснованность и достоверность сформулированных в диссертации научных выводов, обеспечивается опорой на апробированные методы исследований и использование автором в качестве основы модели SPBEM. Достоверность полученных научных результатов должна подтверждаться их внедрением в научно-исследовательские работы, публикациями по теме диссертации.

По материалам диссертации автором опубликовано 12 работ, в том числе 5 работ в журналах из перечня ВАК (в соавторстве). Сделаны доклады на 6 международных и российских конференциях и 2 доклада на научных семинарах институтов РАН.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Объем диссертации (русский текст) 102 страниц, включая 20 рисунков и 13 таблиц. Список литературы содержит 108 наименований. Диссертация представлена автором на русском и английском языках. Английский текст работы изложен на с.103-196 диссертации.

Проверка текста диссертации системой «Антиплагиат» (модуль поиска Интернет) выявила оригинальность текста 90,11%.

Вопросы и замечания по тексту работы:

1. Формулировка **цели работы** требует уточнения. Вряд ли следует писать о биогеохимических круговоротах именно общего азота и фосфора. Традиционно пишут о биогенном круговороте, круговороте азота, фосфора, углерода и т.д. Эти круговороты характеризуются многократным безостановочным, циклическим, но неравномерным во времени и незамкнутым обращением веществ в геосферах Земли и отдельных геосистемах разных иерархий. Универсальная классификация круговорота веществ на Земле ещё не разработана. Можно говорить, например, о круговоротах отдельных химических элементов или о биологическом круговороте веществ в биосфере; можно выделить круговорот газов атмосферы или воды, твёрдых веществ в литосфере или круговорот веществ в пределах смежных геосфер (геосистем, экосистем, экотонов). Но, если речь идет о круговороте какого-либо химического элемента, то общая картина складывается из количественных оценок содержания этого элемента в отдельных формах (соединениях). И здесь логично писать о минеральном, органическом растворенном, взвешенном, интрабиотическом, экстрабиотическом, общем, валовом и др. азоте, фосфоре и др., их пространственно-временных изменениях, соотношениях форм и т.п. Именно об этом речь идет в задачах 1,3,4. Заметим, что в названии работы и формулировке задач термин «биогеохимический круговорот общего азота и фосфора» автором не используется.

2. **Формулировка задачи 2** также требует редактирования. Формулировка автора: «воспроизвести пространственно-временную изменчивость экосистемы Финского залива на усовершенствованной трехмерной экогидродинамической модели». Повидимому, пропущено «компонентов». Речь идет, в первую очередь, об изменчивости компонентов экосистемы, а не «изменчивости экосистемы» в целом. Если это «изменчивость экосистемы» в целом, то где сложные (неаддитивные, эмерджентные, интегративные) свойства, присущие системе в целом, например, «устойчивость» и др.

3. В разделе «Метод исследования» (?) (с.6) автором указано: «При исследовании использовалось математическое моделирование». Требуется уточнение. Автор не использует терминов «системное моделирование», «экологическое моделирование», хотя в задачах 1 и 2 речь идет об усовершенствовании экологической модели Балтийского моря (SPBEM) и воспроизведении на модели пространственно-временной изменчивости экосистемы Финского залива. Не отмечены методы, использованные в главе 1, разделах 2.1 и 2.2, разделе 3.4. При этом в разделе «Область исследования» (лучше было бы назвать раздел «Соответствие диссертации паспорту специальности» и там описать соответствие формуле специальности и соответствие областям исследования) автор пишет, что «Исследование выполнено в области, соответствующей шифру специальности 25.00.28 – океанология: 6 - биологические

процессы в океане, их связь с абиотическими факторами среды и хозяйственной деятельностью человека, биопродуктивность районов Мирового океана, 13 - методы оценки экологически значимых гидрофизических и гидрохимических характеристик вод океана, оптимальных условий существования морских экосистем, защиты ресурсов океана от истощения и загрязнения» (выделено жирным рецензентом). Это значит, что в работе должны рассматриваться биологические процессы в морских экосистемах и биопродуктивность акваторий (районов), факторы их определяющие; оцениваться экологически значимые гидрофизические и гидрохимические характеристики исследуемых вод (речь могла также идти о методах выделения экологической значимости); выявляться оптимальные условия существования морских экосистем, их защиты от истощения и загрязнения. Для этого в работу необходимо было внести соответствующие акценты и описать методы.

4. Формулировка диссертантом выносимых на защиту положений представляет собой перечень того, что сделано автором в процессе подготовки диссертации, но не раскрывает, что при этом достоверно получено (с указанием точности, достоверности). Такой подход представления положений, выносимых на защиту, не содержит доказательной базы, не требует защиты или опровержения в процессе защиты и близок к рассмотрению перечня основных результатов работы.

5. При описании **новизны** исследования автор пишет: «Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме вклада растворенных органических форм в биогеохимический круговорот азота и фосфора в Финском заливе как в одном из наиболее эвтрофированных районов Балтийского моря. На основе трехмерной экогидродинамической модели и разработанных автором модификаций процессов трансформации растворенного органического вещества впервые был выполнен расчет среднегодовых значений составляющих баланса азота и фосфора с учетом внешних источников их поступления в водную среду Финского залива». Первое предложение характеризует актуальность работы, второе – подтверждает, что на основе модели впервые были получены новые данные о балансе азота и фосфора с учетом внешних источников их поступления. Речь, по-видимому, должна была идти о трех пунктах новизны: 1-новизне модели, 2-новизне результатов моделирования, 3-новизне научных выводов на основе этих результатов.

6. Два (последних) из трех пунктов **практической значимости** работы (с.7 диссертации) требуют подтверждения в виде актов о внедрении, либо в виде участия исполнителя в отчетах (докладах) ХЕЛКОМ.

7. Поскольку основные результаты работы опубликованы диссертантом в соавторстве, в докладе на защите целесообразно акцентировать «личный вклад автора» в результаты работы.

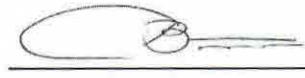
Замечания рецензента не ставят под сомнение результаты, полученные автором диссертации, но способствуют дальнейшему развитию теоретико-методологических положений, обобщений и методов исследования, представленных О.М.Владимировой на защиту.

Диссертация Владимиевой Оксаны Михайловны на тему: «Вклад растворенного органического вещества в баланс азота и фосфора 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 Владимира Оксана Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – океанология. Пункт 11 указанного Приказа диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Доктор географических наук,
профессор, профессор кафедры
гидрологии суши Санкт-
Петербургского государственного
Университета



Дмитриев Василий Васильевич

подпись

Дата 12 декабря 2019 г.