

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. Опровержением 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

Вх 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. Вульффом [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.6 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 - Количественные 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 $30\text{-}40 \text{ мг P м}^{-3}$ 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.

