

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Лобановой Полины Вячеславовны «Спутниковые алгоритмы оценки первичной продукции в водах с различными океанологическими условиями (на примере северо-восточной Атлантики и Японского моря)», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28. – Океанология

Оценка точности восстановления первичной продукции морского фитопланктона с помощью спутниковых моделей путём региональной валидации модельных оценок, т.е. проверка их соответствия *in situ* измерениям является необходимым условием обоснованного использования той или иной модели для исследуемой акватории. Такая проверка качества даёт возможность определить недостатки и преимущества моделей и понять целесообразность их дальнейшего использования. Актуальность регулярной валидации спутниковых моделей первичной продукции определяется потребностью исследователей в выборе наиболее точных региональных моделей для изучаемых акваторий, статистической оценки различий между модельными и *in situ* данными, объяснении возможных причин их несоответствия друг другу и усовершенствовании алгоритмов восстановления первичной продукции на основе спутниковой информации. Это, в свою очередь, представляется важным не только для корректного описания пространственно-временной изменчивости первичной продукции, как одного из индикаторов климатических изменений, но и для включения наиболее точных оценок первичной продукции в более сложные модели морских экосистем.

Цель диссертационной работы Лобановой П.В - анализ точности восстановления первичной продукции с помощью спутниковых моделей в акваториях с различными океанологическими условиями на примере северо-восточной части Атлантического океана и Японского моря.

PK N 09/2 - 81 от 25.05.2018

Работа состоит из введения, 4 разделов (205 страниц текста, включая 36 рисунков и 24 таблиц), заключения, списка сокращений, приложения и списка литературы из 334 наименований, в том числе 276 на английском языке.

Во введении полностью изложена информация, необходимая для представления диссертации к защите: освещены вопросы актуальности и новизны работы, сформулированы цель и задачи исследования; положения, выносимые на защиту; приведены публикации (всего 7, из них 5 в рецензируемых изданиях) и показана апробация работы.

В первом разделе на основе анализа опубликованных в различных литературных источниках данных, описываются существующие представления о первичной продукции и основных океанологических факторах, контролирующих фотосинтез морского фитопланктона; особенностях восстановления первичной продукции с помощью спутниковых моделей; моделировании зависимости фотосинтеза от подводной освещённости; и валидации спутниковых моделей первичной продукции.

Недостатком является отсутствие подраздела, посвящённого моделированию зависимости фотосинтеза от других факторов среды. Например, содержания углекислоты в воде, температуры и различных биогенных элементов.

Второй раздел посвящён описанию используемой в работе спутниковой информации о цвете океана, а также особенностям спутникового зондирования цвета океана и восстановления океанологических биооптических параметров с помощью спутниковых алгоритмов.

Непосредственно методы исследования и полученные соискателем результаты, а также их интерпретация представлены в третьем и четвёртом разделах.

Новым, интересным методом восстановления дневной первичной продукции в зоне фотосинтеза, представленным в третьем разделе, является использование в моделях PSM и Aph-PP регионально подобранных величин их фотосинтетических параметров, интегрирование их световых функций по

глубине эвфотической зоны, использованием в моделях коэффициента диффузного ослабления подводной освещённости для всего спектра ФАР.

Кроме того, в рамках раздела реализован комплексный алгоритм оценки точности восстановления первичной продукции с помощью спутниковых моделей, который предполагает одновременное привлечение выверенного набора статистик, используемых в гидрометеорологии, а также анализ чувствительности моделей, который позволяет оценить вклад каждого из параметров в общую ошибку восстановления первичной продукции.

Результаты валидации моделей представлены в виде диаграмм рассеяния, Тэйлора, размаха, а также таблиц, объединяющих различные статистические ошибки. Однако, следует отметить один важный недостаток. Соискатель считает наиболее точной моделью восстановления первичной продукции ту, чьи статистические ошибки минимальны по сравнению с другими анализируемыми моделями. Тем не менее, каждая статистика имеет свои доверительные интервалы. И в пределах этих доверительных интервалов полученные величины статистик могут считаться равнозначными, что затрудняет выбор только одной наиболее точной модели. Оценку качества моделей следует всегда проводить с учётом этих доверительных интервалов.

В работе наглядно показано, как изменяется точность моделей в зависимости от сезона. Так, например, в осенний период анализируемые модели работают хуже, чем в летний. Однако, сожаление вызывает то, что соискатель не описала причин этого различия. С чем связана более низкая точность моделей первичной продукции в рассматриваемом регионе (северо-восточная часть Атлантического океана) в осенний сезон?

Несомненный научный интерес имеют результаты четвёртого раздела, показывающие основные причины возникновения ошибок спутниковых моделей первичной продукции на примере западной части Японского моря: ошибки определения входящих в модели био-оптических параметров (хлорофилла-а) по спутниковым алгоритмам; отсутствие учёта вертикальной изменчивости био-оптических параметров в пределах эвфотической зоны при

значительной стратифицированности вод; и ошибки в оценках величин фотосинтетических параметров моделей (ассимиляционное число). Однако, эти результаты получены с помощью сравнения не модельных величин с измеренными, как это сделано в третьем разделе, а модельных величин с модельными – в одном случае, полученных через параметры, извлеченные с использованием спутниковых измерений, а в другом – судовых. В тексте работы указано, что модель первичной продукции, используемая в качестве «натурной», хорошо апробирована в исследуемом регионе, тем не менее не приводится никакой дополнительной информации по её валидации. Могут ли быть её оценки сопоставимы с *in situ* оценками? Такой подход к решению поставленной задачи может способствовать снижению достоверности полученных результатов.

Общим замечанием для всей работы является ограниченность её идеологии и поставленных задач. Изменение первичной продукции в любой точке океана наиболее полно описывается уравнением переноса, диффузии и биотической трансформации субстанции. Все обсуждаемые и используемые автором в работе модели основаны на оценках влияния гидрооптических условий среды на скорость продуцирования фитопланктона за счет фотосинтеза и не учитывают динамические процессы, связанные с горизонтальной и вертикальной адвекцией и турбулентной диффузией, которые могут оказывать значительное влияние на пространственно-временные изменения концентрации первичной продукции

По тексту работы имеются также незначительные замечания:

- Не совсем понятно, какого именно уровня использовались спутниковые данные для расчёта первичной продукции с помощью моделей. Из описания данных следует, что это данные третьего уровня, однако в тексте встречается фраза «...работе использованы несколько видов спутниковой океанологической информации 2 и 3 уровней». Что именно под ней подразумевается?

- Описаны не все статистические методы, используемые для валидации моделей первичной продукции. Так, например, в работе приводятся коэффициенты дисперсионного анализа (ANOVA), но нет описания методики их получения, а также их интерпретации.

В целом, приведенные замечания не снижают уровень основных результатов диссертации. Диссертационная работа Лобановой П.В. является законченным научным исследованием. Степень достоверности основных научных положений и результатов работы обеспечивается большим объемом обработанных спутниковых данных цвета океана и применением современных методов их статистического анализа.

Не вызывает сомнения, что диссертация Лобановой П.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих важное значение для развития прикладных океанологических исследований. Работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов (Лобановой П.В. разработан программный код для расчёта первичной продукции, зарегистрированный в государственном Реестре РФ программ для ЭВМ).

Диссертационная работа обобщает исследования автора, опубликованные в 7 научных статьях, 4 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, и входящих в перечень Scopus и/или Web of Science (Russian Science Citation Index), и одна в сборнике материалов конференций, включённом в перечень Scopus. Это свидетельствует о достаточном представлении полученных результатов российской и зарубежной научной общественности.

Диссертация Лобановой П.В. на тему «Спутниковые алгоритмы оценки первичной продукции в водах с различными океанологическими условиями (на примере северо-восточной Атлантики и Японского моря)» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Лобанова П.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28. – Океанология.

Председатель диссертационного совета СПбГУ
по специальности 25.00.28 - океанология,
доктор географических наук
профессор, и. о. зав. кафедры океанологии,
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования "Санкт-Петербургский
государственный университет"



Захарчук Евгений
Александрович

24.05.2018