

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Белоненко Татьяны Васильевны
на диссертацию Лобановой Полины Вячеславовны
на тему «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

Диссертация Лобановой Полины Вячеславовны посвящена оценке величин первичной продукции морского фитопланктона дистанционными методами. Эта тема является актуальной для решения ряда задач океанологии, связанных с оценкой величины биоресурсов Мирового океана, а также направленных на понимание глобальных биохимических циклов (углерода, кислорода и др.) и моделирование динамики морских экосистем. В своей работе Лобанова П.В. применяет спутниковые модели для восстановления первичной продукции в северо-восточной части Атлантического океана и Японском море, проводит валидацию моделей и объясняет основные причины их ошибок.

Оценка точности восстановления первичной продукции 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 первичной продукции для изучаемых акваторий, статистической оценке 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 важными 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.

В диссертации предложены **новые** подходы к исследованию первичной продукции по спутниковым и модельным данными получены **новые** результаты, в частности:

1. Для восстановления дневной интегральной первичной продукции эвфотического слоя в регионах исследования с помощью спутниковых моделей использованы наиболее

PK 09/2 - 80 am 25.05.2018

полные и верифицированные массивы данных цвета океана из базы данных CCI OC (Climate Change Initiative Ocean Colour), представляющие собой объединённую информацию с трёх спектрорадиометров (SeaWiFS, MODIS Aqua и MERIS Aqua);

2. Предложены более точные методы восстановления дневной интегральной первичной продукции в северо-восточной части Атлантического океана с помощью моделей PSM и Aph-PP с использованием регионально подобранных величин фотосинтетических параметров и коэффициента ослабления света для всего спектра фотосинтетически-активной радиации;

3. Предложены новые выражения для интегрированных по глубине эвфотической зоны световых функций моделей PSM и Aph-PP с учётом фотоингибирования и без, а также функция учёта фотоингибирования в модели VGPM;

4. Предложен комплексный алгоритм оценки точности восстановления дневной интегральной первичной продукции с помощью спутниковых моделей;

5. Впервые проведена валидация спутниковых оценок концентрации Хл базы данных CCI OC (версия 1) в Японском море;

6. Предложен новый способ определения глубины эвфотического слоя с использованием данных о вертикальном распределении биогенных элементов и хлорофилла на примере Японского моря;

7. Наглядно показано, на примере западной части Японского моря, что отсутствие учёта вертикальной изменчивости входящего в модели био-оптического параметра (хлорофилла-а) определяет ошибки спутниковых моделей первичной продукции в стратифицированных водах.

Результаты исследования изложены на 205 страницах, включают 24 таблицы и 36 рисунков. Основные результаты по теме диссертации представлены в 7 статьях (6 на русском и 1 на английском языках). Из них 4 статьи опубликованы в периодических изданиях, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, Scopus и Web of Science (Russian Science Citation Index), и 3 статьи - в сборниках материалов конференций, один из которых включён в перечень Scopus. Кроме того, в ходе написания диссертации, автор приняла участие в разработке 2 программных кодов, зарегистрированных в государственном Реестре РФ программ для ЭВМ; разработка одного из них была инициирована лично автором. Основные результаты диссертации представлены на 5 международных и 4 российских конференциях, 1 международном и 3 российских научных семинарах.

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка сокращений, приложения и списка литературы. Во **введении** сформулированы цель и задачи

исследования, актуальность и новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту, а также перечислены основные сведения о структуре и содержании работы.

В **первом разделе** приведён подробный анализ имеющейся литературы, посвящённой первичной продукции и основным океанологическим факторам, контролирующим фотосинтез морского фитопланктона; особенностям восстановления первичной продукции с помощью спутниковых моделей; моделированию зависимости фотосинтеза от подводной освещённости; и валидации спутниковых моделей первичной продукции.

Во **втором разделе** приведено описание используемой в работе спутниковой океанологической информации для восстановления первичной продукции с помощью моделей, а также общие сведения об особенностях спутникового зондирования цвета океана и восстановлении океанологических био-оптических параметров с помощью спутниковых алгоритмов.

В **третьем разделе** проведена оценка качества трёх рассматриваемых спутниковых моделей первичной продукции (VGPM, PSM и Aph-PP) с помощью сравнения модельных спутниковых оценок с судовыми *in situ* измерениями в биогеографических провинциях северо-восточной части Атлантического океана в разные сезоны 1998-2013 гг. с использованием ряда статистических методов оценок соответствия модельных величин измеренным. В завершении, проведён анализ чувствительности рассматриваемых моделей с целью выявления основных параметров моделей, влияющих на изменчивость модельных оценок первичной продукции и приносящих наибольший вклад в ошибки восстановления первичной продукции с помощью спутниковых моделей.

В **четвёртом разделе** проведено сравнение модельных оценок первичной продукции, восстановленной с помощью спутниковых и судовых данных входящих в модели параметров в западной части Японского моря в весенний период 2004 г. и в осенний период 2005 и 2011 гг. Проведён подробный анализ ошибок, возникающих при восстановлении первичной продукции по спутниковым данным, и описаны их основные причины.

В **заключении** сформулированы основные выводы диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе

- 1) Основным недостатком работы является игнорирование автором влияния динамических факторов при сравнении рассматриваемых моделей, в то время как роль динамики океана на распределение характеристик биотических полей является значительной (см., напр., Shapiro et al., 2009; Liu et al., 2018; Chelton et al., 2011; De La Rocha et al., 2007; Guidi et al., 2007; etc.), и об этом также говорится в п. 1.4.3 работы.

- 2) Среди положений, выносимых на защиту, первое и второе, из-за неправильной их формулировки, по сути не являются положениями. Это не положения, а результаты работы.
- 3) При описании используемых в работе данных не даны ссылки на массивы, находящиеся в свободном доступе.
- 4) Использование географического районирования в виде названий «Атлантическая Арктическая провинция» (калька с английского, таких примеров несколько) не является корректным.
- 5) В разделе 3.5 «Анализ чувствительности моделей» не объясняется, почему для анализа за основу взяты средние по пространству и времени значения каждого из спутниковых параметров именно за 2005 г. А также не объяснено, что подразумевается под «экстремальными значениями» на рисунке 3.18.
- 6) Во втором разделе, в описании данных, используемых в работе (стр.74), говорится, что использованы спутниковые данные 2 и 3 уровней. Однако, из текста следует, что в работе использованы данные 3 уровня.
- 7) Валидация моделей реализована с использованием восьмидневных оценок первичной продукции, что является некорректным, так как сравнение осреднённых по времени данных проводится с судовыми данными, полученными в конкретный день. В течение восьмидневного промежутка осреднения возможна изменчивость скорости синтеза органических соединений, которая может привести к неверным результатам валидации.

Однако, несмотря на перечисленные замечания, **диссертация Лобановой П.В. является научно-квалификационной работой**, выполненной на высоком уровне. Глубина и тщательность проработки материала, богатый иллюстрированный материал, убедительность изложения позволяют положительно оценить результаты диссертационного исследования. Диссертацию Лобановой Полины Вячеславовны на тему «Спутниковые алгоритмы оценки первичной продукции в водах с различными океанологическими условиями (на примере северо-восточной Атлантики и Японского моря)», является законченным научным исследованием по актуальной тематике, результаты которого прошли достаточную апробацию и, несомненно, будут использованы научным сообществом. Текст диссертации написан грамотным научным языком и аккуратно оформлен. Проанализировано большое количество публикаций. Поставленные цели и задачи работы решены в полной мере. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на российских и международных научных семинарах и конференциях, а также были опубликованы в 7 публикациях, из которых 4

работы -- в изданиях, рекомендованных ВАК и в международной базе научного цитирования.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертация **Лобановой Полины Вячеславовны** 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», а соискатель Лобанова Полина Вячеславовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28. -- Океанология.

Член диссертационного совета
д.г.н., профессор кафедры океанологии СПбГУ

24 мая 2018 г.



Белоненко Т.В.