

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хоссейна Фарджамии

“Особенности поля ветровых волн в Индийском океане по данным спутниковых альтиметрических измерений”

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

Диссертационная работа Хоссейна Фарджамии посвящена исследованию морского волнения в Индийском океане. Вместе с тем, полученные результаты имеют общий характер и могут быть успешно использованы при решении широкого круга исследовательских и практических задач. Работа выполнена на высоком уровне, что подтверждено публикациями в профессиональных изданиях. Знакомство с работой подтвердило мое благоприятное впечатление от краткого личного общения с Хоссейном на научной конференции. Соискатель проявил себя как квалифицированный специалист, способный осваивать новые методы и решать с их помощью исследовательские задачи на современном уровне.

Достоинства и некоторые недостатки работы рассматриваются ниже, следуя плану диссертационной работы.

В главе 1 (основные результаты изложены в статье 1 списка работ соискателя) приводится обзор современных представлений о динамике морского волнения в Индийском океане и рассматриваются характеристики сезонной и межгодовой изменчивости полей ветрового волнения и зыби. Анализ альтиметрических данных и данных реанализа позволяет, в частности, установить ряд различий между Аравийским морем и Бенгальским заливом. Количественные характеристики изменчивости представлены в терминах эмпирических ортогональных функций. Доминирование первой ортогональной моды позволяет довольно полно описать динамику волнения, рассматривая высшие моды как относительно слабые аномалии.

В разделе 1.5 описана методика разделения волнового поля на зыбь и ветровые волны. Такое разделение, на наш взгляд, производится на основе довольно спорного критерия (ур-я 2 и 3 в автореферате), ассоциирующего зыбь с полностью развитым волнением. Понятие развитого (насыщенного) волнения является, в значительной степени, абстракцией, вряд ли реализующейся в океане (см. Komen, Hasselmann,

Hasselmann 1984), особенно на относительно небольших акваториях вроде Аравийского моря. Построения автора (рис. 1-4 диссертации) в связи с используемым критерием показывают непрерывный, ничем не выделенный переход между ветровыми волнами и зыбью. Этот важный вопрос, безусловно, заслуживает всестороннего обсуждения и может быть рассмотрен автором в его дальнейшей работе.

Техническое замечание к рис.1-4 диссертации. Более удобными для анализа могли бы быть диаграммы в осях (H_s , U_{10}^2), линия раздела между ветровым волнением и зыбью близка к параболе. Кроме того, уместны были бы комментарии к выводу о высокой корреляции полей волн и ветра в разделе 1.7, поскольку это не согласуется с ранее сделанным выводом о преобладании зыби на исследуемых акваториях. Учитывалось ли (и как) в этой оценке разделение волнения на ветровое и зыбь? Наличие зыби, очевидно, должно существенно снижать корреляцию.

В главе 2 представлен обширный материал, касающийся введения поправок на состояние морской поверхности в моделях альтиметрического ветра. Глава интересна, прежде всего, разнообразием используемых подходов. Обсуждаются полуэмпирические модели развития волнения, модели рассеяния электромагнитного сигнала от морской поверхности, принципы работы альтиметров. Рассматриваются две модели, позволяющие учесть вклад коротких крутых волн в формирование удельной эффективной поверхности рассеяния (УЭПР). Одна из них использует данные альтиметров, работающих в разных диапазонах (K_u и C), другая вводит зависимость от высоты волнения. и опирается на априорно задаваемый спектр волнения (Elfouhaily and et al., 1997). Результаты оказываются важными и интересными, поскольку позволяют существенно лучше описать изменчивость поля приповерхностного ветра по данным альтиметрии в прибрежной зоне, в условиях молодого ветрового волнения. Соответствующие поправки к стандартным методикам расчета скорости ветра оказываются значительными, превышающими в ряде случаев 1 м/с, что представляется практически ценным результатом. Рис.3 автореферата, на котором показано сравнение различных методов введения поправок, представляется не совсем удачным. Следовало бы расширить диапазон значений высот волн, что показало бы существенно различные законы убывания УЭПР для этих моделей, а значит, перспективы их совершенствования.

Исследование характерных случаев развития волнения (case studies) в разделе 2.6

- важный методический ход, который позволил подтвердить и проиллюстрировать ранее отмечавшиеся особенности развития волнения в прибрежной зоне. Ключевая особенность - ускорение ветрового потока с удалением от берега (рис.4 автореферата) исключительно важна с точки зрения качества прогноза волнения. При этом, как показано в работе, стандартные алгоритмы существенно завышают этот рост ("ложный рост" в тексте автореферата). Техническое замечание к этой части: правый рисунок 5 следовало бы дать разгон в километрах, но не в метрах, а ось ординат сделать логарифмической, поскольку поправки к УЭПР (разности поправок для С и Ку диапазонов) в рамках обсуждаемой модели экспоненциально зависят от высоты волнения (ур-е 6 автореферата).

В тексте диссертации (но не в автореферате) и в публикациях 3 и 4 подробно обсуждаются данные новейшего альтиметра Ка-диапазон SARAL/AltiKa. Хочется предостеречь автора от некритического перенесения подходов, апробированных для Ку-диапазона на эти данные. Как показывают наши предварительные оценки, SARAL/AltiKa, имеющий существенно более узкую диаграмму направленности антенны, может оказаться "слишком хорошим" для исследований морского волнения. В частности, он дает существенно иные оценки горизонтальных градиентов высоты волнения, измеряемых альтиметром, что требует учета при использовании метода оценки периодов волнения (Badulin, 2014).

Заключительная глава 3 посвящена исследованиям механизмов трансформации морского волнения в поле тропических циклонов. В этой работе автор опирался на результаты своих коллег по Лаборатории спутниковой океанографии РГГМУ (Kudryavtsev, V., Golubkin, P. and Chapron 2015). Анализ эффекта захвата волнения движущимся циклоном рассмотрен для данных альтиметрии в Индийском океане. Тем самым, сделан важный шаг в адаптации полуэмпирической модели этого эффекта к существенно другим географическим условиям, что является указанием на универсальность явления.

Традиционные для отзывов на кандидатские работы замечания по языку и стилю изложения не могут звучать в этом отзыве ни в позитивном, ни в отрицательном ключе, поскольку русский не является родным для соискателя, который, естественно, пользовался помощью коллег (в автореферате это справедливо отмечено). Тем не менее,

хотелось бы отметить высокое качество взаимодействия с российскими коллегами - немногочисленные языковые огрехи не влияют на передачу существа работы и не обедняют изложения.

Работа Хоссейна Фарджамии соответствует квалификационным требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

доктор физ.-мат. наук, зав. лабораторией
нелинейных волновых процессов

Сергей Ильич Бадулин

12 сентября 2016 г.

ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36
+7(499) 124-75-65
e-mail: sergei.badulin@gmail.com
<http://www.ocean.ru>

Подпись С.И. Бадулина удостоверяю
Ученый секретарь
Института океанологии им. П.П. Ширшова
К.Г.М.Н.



М.М. Марина