

«УТВЕРЖДАЮ»
ВРИО директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
океанологии им. Л.П. Ширшова
Российской академии наук
К.Г. - М.Т.И. В.П. Шевченко
11 сентября 2024 г.



ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертационную работу Поплавского Евгения Ивановича «Восстановление параметров атмосферного пограничного слоя в морских штормах с помощью методов дистанционного зондирования», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17- океанология.

Диссертационная работа Поплавского Евгения Ивановича посвящена разработке методов дистанционного измерения параметров приповерхностного слоя атмосферы в условиях штормового ветра. Развитие методов мониторинга и прогноза опасных морских явлений требует высокой точности и оперативности таких измерений, что делает результаты работы востребованными широким кругом потребителей.

Актуальность темы диссертации определяется как сугубо практическими задачами снижения рисков морской деятельности, так и рядом фундаментальных задач взаимодействия океана и атмосферы. Повышение качества прогноза волнения при экстремальных скоростях ветра ставит вопрос об эффективности широко используемых в настоящее время параметризаций процессов взаимодействия в терминах скорости ветра и коэффициента сопротивления морской поверхности. В случае дистанционных измерений задача распадается на две части. На первом этапе тем или иным способом восстанавливается скорость ветра на стандартном горизонте 10 метров, а затем рассчитывается поток энергии к волнам с использованием параметризации коэффициента сопротивления как функции скорости ветра и, возможно, других физических параметров (например, температуры воды и воздуха). В представленной работе развивается современный перспективный подход, когда параметрические зависимости от данных дистанционного зондирования морской поверхности с самого начала строятся для динамической скорости ветра, которая непосредственно связана с потоком энергии к волнам. Такой подход позволяет, в первую очередь, избежать известных трудностей, связанных с использованием коэффициента сопротивления, его немонотонного поведения при высоких скоростях ветра. В то же время, разработка нового подхода требует решения множества технических, методических вопросов, разработки системного подхода к использованию данных различных приборов

для восстановления рассматриваемой физической характеристики и верификации получаемых результатов.

Научная новизна определяется, в первую очередь, комплексностью подхода к построению и использованию нового метода дистанционных измерений. Для определения динамической скорости предлагается использовать вертикальные профили измерений скорости ветра, получаемые с помощью сбрасываемых с самолета GPS-зондов. Параметрические зависимости (ГМФ - геофизические модельные функции) динамической скорости получены как для пассивных методов, измеряющих собственное излучение морской поверхности, так и для методов зондирования, оперирующих характеристикой сечения обратного рассеяния. Проведенное автором моделирование динамики тропического урагана Igma в целом подтвердило корректность развиваемого подхода. В то же время, продемонстрирован большой разброс результатов в зависимости от выбранных способов параметризации других физических параметров модели WRF. Все это определяет широкие перспективы работы по совершенствованию развиваемого экспериментального подхода и математического моделирования тропических циклонов.

Достоверность результатов подтверждается публикациями результатов работы в авторитетных профильных журналах (13 статей в списке литературы диссертации, 12 из которых в базе цитирования Scopus), активным участием соискателя в национальных и международных научных мероприятиях (19 тезисов конференций). Проверка достоверности и непротиворечивости экспериментальных и теоретических результатов является одной из задач диссертационной работы, что также свидетельствует о высоком качестве полученных результатов.

Личный вклад автора и вклад его соавторов представлен в тексте диссертации и автореферата адекватно. Ссылки на предыдущие исследования корректны и достаточно полно отражают современный уровень исследований.

Структура и объем диссертации следует общепринятым стандартам: введение, четыре главы, заключение, список литературы. Объем диссертации составляет 108 страниц, включая 37 рисунков. Список литературы включает 108 наименований, включая работы автора. Недоумение вызывает разделение списка литературы на основной блок (108 ссылок, из которых только 2 на работы автора) и отдельный список публикаций автора по теме диссертации.

Во **Введении** обосновывается актуальность работы, формулируются её цели и задачи, кратко излагается содержание диссертации. Достаточно определенно сформулирована основная идея работы, переход к дистанционным измерениям динамической скорости (напряжения трения ветра) как к более адекватной характеристике взаимодействия океана и атмосферы. Авторы отзыва оценивают такой подход как оригинальный, несмотря на то, что ранее эта идея неоднократно обсуждалась в научной литературе.

Первая глава "Применение данных дистанционного зондирования для

мониторинга погодных условий в океане" представляет современное состояние исследований и дает необходимые сведения об основных методических приемах, которые будут использованы в дальнейшем. Описаны основные особенности контактных и дистанционных измерений параметров приповерхностного слоя атмосферы. Особо подчеркнуты трудности оценки параметров взаимодействия океан-атмосфера при сильных ветрах. Эффект насыщения коэффициента сопротивления морской поверхности как функции скорости ветра на стандартном горизонте существенно ограничивает точность оценки потоков энергии и импульса на границе океан-атмосфера. Представлено обсуждение физических механизмов, ответственных за этот эффект и ссылки на недавние работы по этому вопросу (например, работы В. Кудрявцева и В. Макина). К сожалению, в список литературы не вошли работы Г.И. Баренблатта, например, Г.И. Баренблатт, О движении взвешенных частиц в турбулентном потоке, 1953. Прикл.мат.мех, том XVII, 261-275. Следует отметить, что автор формулирует задачи исследования, исходя из актуальности и наличия необходимых средств, прежде всего, данных измерений.

К сожалению, автору не удалось избежать языковых шероховатостей вроде квази-научного оборота "имеет место быть" (стр.16, 17).

Во второй главе "Разработка методики восстановления параметров приводного слоя атмосферы по данным наземных измерений" представлен метод восстановления параметров приводного слоя атмосферы по данным контактных измерений (термин "наземные" в названии главы представляется неточным). Анализируются данные GPS-зондов, позволяющие получить профили скорости ветра. Использование характерных особенностей этих профилей (автомодельности по терминологии автора), позволяет выделить качественно различающиеся участки: логарифмический и параболический. Рассмотрены соответствующие параметризации и сформулирована задача экспериментального определения соответствующих констант.

Проведена верификация результатов по результатам сравнения данных GPS-зондов и радиометра, установленного на самолете. Отмечено, что метод может быть распространен на данные спутниковых радиометров.

Претензии к этой главе ограничены указанием на неудачные, на взгляд авторов отзывы, формулировки. Например, на стр.30, строки 4-5 снизу: методы требуют не изучения, а совершенствования, чем, очевидно, и занимается автор в своей работе.

В третьей главе "Проверка работоспособности методики восстановления параметров приводного слоя атмосферы по данным падающих GPS-зондов на основе сопоставления с результатами расчета по модели WRF" представлены результаты проверки работоспособности метода восстановления параметров приводного слоя атмосферы по данным GPS-зондов на основе сравнения результатов моделирования с помощью атмосферной модели Weather Research & Forecasting (WRF). Особого внимания и высокой оценки заслуживает тщательный анализ качества самой атмосферной модели, зависящего от выбора

опций моделирования отдельных физических процессов (см. Таблицу 3.1). Показано, что вариант №5 оказывается оптимальным как с точки зрения качества воспроизведения параметров циклона, так и согласия с данными зондирования GPS-зондов. Обнаружена зависимость параметров автомодельности (термин автора) профилей скорости ветра от области циклона и подчеркнута необходимость уточнения предлагаемых параметризаций с учетом этого обстоятельства. Частично эта задача решается введением зависимости от удаления от центра урагана и разбиением на сектора относительно направления распространения циклона (рис.3.6).

Следует признать неудачной иллюстрацию 3.5, на которой могла бы быть показана плотность распределения экспериментальных точек как показатель качества предлагаемых аппроксимаций. Скачок при переходе от логарифмической к параболической аппроксимации (красная и синяя линии на рис.3.5) также требует комментариев. Авторы отзыва хотели бы обратить внимание на механизм эффективного разгона ("extended fetch", см., например, DOI: 10.1002/2015JC011284), который может быть рассмотрен в качестве критерия при выборе секторов циклона.

В целом, эта глава показывает хорошие перспективы актуальных исследований в развиваемом автором направлении.

В четвертой главе "Метод восстановления параметров атмосферного пограничного слоя на основе совмещения данных Sentinel-1 и наземных измерений в условиях тропических циклонов" практически реализована ранее рассмотренная схема восстановления параметров атмосферы по спутниковым измерениям. Используются данные PCA спутника Sentinel-1, данные самолетного радиометра SFMR и GPS-зондов. Автор успешно решает задачу совмещения разнородных данных измерений в пространстве и времени с целью разработки геофизической модельной функции (ГМФ). При этом не удается решить проблему экстраполяции разработанного метода на область относительно малых скоростей ветра. Наиболее ярко эта проблема иллюстрируется рисунком 4.10. В целом следует признать успешной попытку реализации предлагаемого метода. Возникающие трудности и ограничения (малые скорости ветра) следует рассматривать как возможные направления работы по совершенствованию метода.

В Заключении сформулированы четыре основных результата работы. Все результаты имеют научную и практическую ценность и предполагают возможности дальнейшего развития исследований в области дистанционного мониторинга параметров атмосферного пограничного слоя.

Работа хорошо структурирована, написана понятным языком. Отдельные терминологические и стилистические небрежности искупаются содержательностью представленного материала.

Автореферат диссертации полностью отражает ее основное содержание. Диссертационная работа Поплавского Е.И. и отзыв на нее обсуждены на

семинаре Лаборатории морских течений ИО РАН 11.09.2024 г.

Диссертационная работа Поплавского Евгения Ивановича «Восстановление параметров атмосферного пограничного слоя в морских штормах с помощью методов дистанционного зондирования» является самостоятельной работой, полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., в действующей редакции. Автор достоин присвоения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 — океанология.

Отзыв подготовили

Д.ф.м.н., гл.н.с, рук. Лаборатории
нелинейных волновых процессов
ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36
+7(499) 124-75-65; e-mail: badulin.si@ocean.ru;
<http://www.ocean.ru>

Бадулин Сергей Ильич

к.ф.м.н., вед.н.с, Лаборатории
нелинейных волновых процессов
ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36
+7(499) 124-75-65; e-mail: toulon@bk.ru;
<http://www.ocean.ru>

Ивонин Дмитрий Валерьевич

11 сентября 2024г., Москва



Верно:

Лабораторией ИО РАН