

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Чешм Сиахи Вахида /
Cheshm Siyahi Vahid на тему:
**«Исследования ветровых волн в полярных и внетропических циклонах
на основе спутниковых наблюдений и моделирования»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по научной специальности 1.6.17 Океанология**

Актуальность темы

Поступающий большой поток новой спутниковой информации о состоянии морей и океанов ставит перед исследователями техническую задачу освоения, разработки и внедрения новых методов интерпретации этой информации. Спутниковые наблюдения в совокупности с моделированием позволяют получать характеристики ветровых волн в отдаленных районах Мирового океана, необеспеченных данными контактных наблюдений с высокой точностью и пространственным разрешением. Представленная работа посвящена решению актуальной задачи совершенствования методов оценки характеристик ветровых волн и волн зыби, возникающих в арктических условиях под влиянием интенсивных циклонов, на основе совершенствования методов моделирования с использованием данных спутниковых наблюдений. Полярные и внетропические циклоны представляют собой небольшие и быстро развивающиеся атмосферные системы, которые оказывают значительное воздействие на формирование волнового поля, приводя к возникновению экстремальных по амплитуде волновых пакетов. Они могут быть использованы для оптимизации маршрутов судов, а также полезны при планировании строительстве морских добывающих платформ.

Кроме того, в связи с наблюдаемой деградацией ледового покрова Северного Ледовитого океана энергии штормов может быть достаточно для разделения сплоченного пакового льда на отдельные льдины, которые в значительно большей мере подвержены процессу таяния. Это может сместить границы кромки льда на значительное расстояние и будет способствовать усилению процессов взаимодействия океан-атмосфера в арктическом регионе.

Таким образом, исследования ветровых волн в полярных циклонах на основе спутниковых наблюдений и моделирования имеют широкий спектр научных и прикладных применений. Они помогают нам лучше понимать и предсказывать процессы, происходящие в полярных регионах, и принимать обоснованные решения в различных областях, связанных с этими регионами.

Стоит отдельно отметить, что мультисенсорные спутниковые измерения совместно с двумерной параметрической моделью могут быть использованы для предсказания появления высоких волн зыби, излучаемой из движущейся экстремальной атмосферной системы, в заданных прибрежных районах и портах. Это подчеркивает актуальность использования результатов работы для арктических морей России, где последние годы наблюдается интенсификация судоходства, а также намечена большая программа строительства объектов на побережье и в шельфовых районах.

Оценка структуры и содержания работы

Текст диссертации состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой главе представлено описание двумерной параметрической модели волновых лучей, приведена система уравнений модели и параметры модели, а также их модификация для условий в области пониженных температур и сильных ветров. Описана процедура моделирования на основе ежечасных полей ветра.

Глава воспринимается хорошо, однако обзор современного состояния проблемы крайне скупой. В нем только конспективно дано описание физических основы модели, но нет преамбулы, позволяющей понять современный уровень работ по данному вопросу.

Во второй главе посвящена исследованию развития поверхностных волн под влиянием арктических вторжений холодного воздуха и полярных циклонов. Проведены сопоставления данных моделирования и наблюдений для отдельных синоптических ситуаций. Установлено, что волны, генерируемые движущимся циклоном, достигают больших высот по сравнению с волнами, возникающими под действием неподвижных циклонов и при тех же скоростях ветра и размере циклона. Показано, что для описания развития волн в быстро движущихся циклонах целесообразнее использовать концепцию эффективной продолжительности воздействия ветра. Кроме того, продемонстрирована предпочтительность использования в полярных регионах при сильных ветрах модифицированной модели, описанной в главе 1, позволяющей более точно учесть поступление ветра к волнам.

Текст главы четко структурирован. Особенно важен вывод о том, что автотельные решения, зависящие от характеристик циклона, дают более точные оценки параметров генерируемых волн, чем классические законы развития.

Практическую значимость результатов главы подчёркивает вывод о том, что в районе действия полярных циклонов могут развиваться экстремальные волны, достигающие 12 м, что может представлять существенную угрозу для судоходства и инженерной инфраструктуры.

В третьей главе представлены результаты исследований основных характеристик поверхностных волн, сгенерированных быстро движущимися внетропическими циклонами в северной части Атлантического океана. На конкретных примерах показана эффективность комбинированного использования различных типов данных для получения хорошо согласованного описания экстремальных штормовых явлений и связанных с ними полей волн. Установлено, что высокая скорость движения внетропических циклонов приводит к образованию систем зыби, двигающихся вслед за циклоном. Рассмотрены особенности эволюции этих систем. Кроме того, показана возможность генерации аномально высоких волн, из-за трансформации циклона у побережья Гренландии.

Глава является одной из ключевых в данной работе. Особенно интересны вывод о том, что представленный подход способствует выявлению систематических ошибок в моделях прогнозирования зыби, что позволяет при их учете получить более точные оценки потоков, обусловленных взаимодействием атмосферы и океана.

В целом диссертационная работа показывает способность автора выполнить широкий комплекс научных исследований в области моделирования и интерпретации данных спутниковых наблюдений, а также интерпретации полученных результатов. Структурно диссертационное исследование выстроено логично и последовательно.

Степень обоснованности положений и выводов

Диссертационная работа показывает способность автора выполнить значительное и разноплановое научное исследование: сбор и синтез данных, включая совершенствование модели, само моделирование и интерпретацию полученных данных.

Научные результаты диссертации достаточно четко обоснованы и аргументированы, хотя отдельные их части требуют дополнительных пояснений. В частности, бросается в глаза отсутствие традиционной обширной обзорной главы, что несколько затрудняет восприятие материала работы читателям, незнакомым с актуальными вопросами исследования генерации и эволюции поверхностных волн Черноморского региона. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного объема разнородных массивов данных. Выводы логически вытекают из материалов исследований и отражают поставленные задачи.

Положения, выносимые на защиту, составляют оригинальный научный результат, однако их формулировки в некоторых случаях представляются избыточно обширными. Выводы диссертационной работы в заключении органично дополняют понимание защищаемых положений.

Достоверность и новизна результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы оригинальны, четко обоснованы и доказаны. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного массива натуральных данных и результатами модельных расчетов, полученных на основе апробированных ранее соотношений.

Автором впервые были проведены оценки мультисенсорных спутниковых наблюдений и установлены закономерности пространственного распределения высот и длин волн в полярных и внетропических циклонах в зависимости от их параметров; выполнена модификация двумерной параметрической модели волн с целью учета характерных для арктических районов условий, обусловленных влиянием холодного воздуха и сильного ветра; показана возможность генерации полярными циклонами аномально высоких волн; выполнено описание формирования и эволюции волн зыби после прохождения внетропических циклонов с использованием мультисенсорных спутниковых измерений и моделирования.

Значительный личный вклад автора в исследование, так же как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются четырьмя публикациями в ведущих рецензируемых журналах (в том числе индексируемых базами Scopus и Web of Science) и выступлениями на конференциях (материалы которых также были опубликованы).

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- Первая глава написана слишком лаконично. Желательно в докладе более широко осветить современное состояние изученности вопроса исследования генерации и эволюции поверхностных волн под действием движущихся циклонов.
- В разделе 1.3 при описании модификации модели необходимо четко сформулировать границы их применения.
- В разделе 1.4 при описании процедуры расчётов «Шаг №3» указано, что предполагается рассмотрение только волновых пакетов с максимальной длиной волны. Однако далее сказано, что волны разделяются на первичные, вторичные, третичные, и т. д., волновые системы. Требуется пояснить, какой из подходов и в каких случаях применялся.
- В разделе 2.1 желательно было бы дополнить количественными оценками показанные связи характеристик SWH полученные по данным измерений альтиметра и результатами расчетов по моделям.
- В разделе 3.5 для более точного описания желательно дополнить результаты сопоставления буйковых измерений и модельных расчетов статистическими оценками связи.

Отмеченный ряд замечаний в целом не снижает впечатление от проведенного большого и интересного исследования.

Заключение

Диссертация Чешм Сиахи Вахида / Cheshm Siyahi Vahid на тему: «Исследования ветровых волн в полярных и внетропических циклонах на основе спутниковых

наблюдений и моделирования» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Чешм Сиахи Вахид / Cheshm Siyahi Vahid заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.6.17. Океанология. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Член диссертационного совета:

доктор географических наук, доцент, профессор кафедры океанологии
Санкт-Петербургского государственного университета

7.11.2023



Зимин Алексей Вадимович