

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Белоненко Татьяны Васильевны на диссертацию Чешм Сиахи Вахида 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

Целью диссертации Вахида Чешм Сиахи является проведение экспериментальных и теоретических исследования генерации и эволюции поверхностных волн под действием полярных (ПЦ) и внетропических (ВТЦ) циклонов, и установление зависимости характеристик генерируемых волн от параметров циклонов: скорости ветра, скорости движения, времени жизни и радиуса.

Актуальность темы работы

Исследования генерации ветровых волн в условиях ПЦ и холодных вторжений в Арктике, а также в условиях ВТЦ (в приложении к северной части Атлантического и Тихого океанов) являются **актуальной темой**, имеющей важное научное и практическое приложения. Особенно это актуально для регионов Арктики и северной части Атлантического океана, где развитие инфраструктуры для добычи нефти и газа, транспортировки нефте- и газо-продуктов, рыбного промысла и судоходства требуют совершенствования системы гидрометеорологического обеспечения безопасности в экстремальных погодных условиях.

Благодаря всепогодности, доступности, регулярности и широкому пространственному охвату измерениями, спутниковые радиолокационные системы (альтиметры и РСА) являются наиболее эффективным инструментом исследования поверхностных волн в экстремальных погодных условиях. Действующая на данный момент спутниковая мировая наблюдательная система обеспечивает полное покрытие северных широт Мирового океана (включая Арктику), и предоставляет информацию о пространственно-временных полях параметров ветровых волн (высота и длина значимых волн, направление волн), которая далее может быть использована в практических или научных целях. В этой связи, крайне **актуален** вопрос о создании системы оперативного мониторинга и прогнозирования состояния океанической поверхности в Арктике, включая Северный Морской Путь, и Северной Атлантики на основе спутниковых измерений и моделирования, к чему данная работа имеет непосредственное отношение.

Научная новизна исследования:

1) Применение и адаптация созданной ранее двумерной параметрической модели для изучения полей волн в Арктике и северной Атлантике с использованием реальных ежечасных полей ветра по данным реанализа ERA5 и NCEP в качестве входного параметра;

2) Модификация исходной модели для учета влияния низких температур воздуха и неустойчивой стратификации атмосферы на генерацию волн в арктических морях;

3) Установление полуэмпирических закономерностей распределения волн в области движущихся ПЦ и ВТЦ, и зависимости параметров волн от характеристик циклона (скорость ветра, радиус, скорость движения) и типа азимутального распределения ветра (спираль, запятая).

4) Вывод автомодельных решений, основанных на концепции «эффективного времени развития», для описания генерации ветровых волн короткоживущими и быстро движущимися ПЦ и ВТЦ;

5) Разработка и применение синергетического подхода для изучения генерации ветровых волн и эволюции зыби в Северной Атлантике на основе совместного использования мультисенсорных спутниковых измерений (CFOSAT-SWIM, SAR, альтиметры) и двумерной параметрической модели;

8) Обнаружение и описание механизма затухания энергии зыби, скорость затухания которого значительно превышает затухание, предсказываемое механизмами нелинейного волнового взаимодействия и взаимодействием зыби с воздушным потоком.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников из 103 наименования. В ней содержится 139 страниц с 45 рисунками и 2 таблицами. Основные результаты по теме диссертации были представлены на семи российских и международных конференциях, а также в 6 статьях в научных рецензируемых журналах, из них 5 статей в изданиях, включенных в международные базы Scopus и Web of Science Core Collection.

Основные результаты, полученные в диссертации

Во введении обоснована актуальность работы, поставлены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, обоснованы методология и методы исследования, приведены научная новизна,

научная и практическая значимость работы, описана степень достоверности полученных результатов, приведены сведения о личном вкладе автора, полный перечень публикаций по теме диссертации.

В первой главе описывается двумерная параметрическая модель генерации и эволюции волн и ее модификация для условий низких температур воздуха и неустойчивой стратификации атмосферы в арктических морях, а также приводится алгоритм расчетов.

Глава 2 посвящена исследованию развития поверхностных волн под влиянием арктических вторжений холодного воздуха и полярных циклонов. Рассматриваются две простые модели генерации волн. Первая модель основана на классической автомодельной теории развития волн в пространстве и времени, и ее приложении к генерированию волн движущимися циклонами. Вторая модель – это двумерная параметрическая модель, для моделирования генерации и эволюции волн в изменяющемся в пространстве и времени поле ветра. Приводится описание особенностей генерации волн в холодных вторжениях и ПЦ, зависимость параметров волн от характеристик атмосферных полей. Приводятся модельные расчеты для реальных полей ветра, результаты сопоставляются с данными наблюдений и показывается их хорошее соответствие.

В Главе 3 представлено исследование основных характеристик поверхностных волн, сгенерированных быстро движущимися ВТЦ в северной части Атлантического океана. Показана эффективность комбинированного использования различных типов данных для получения хорошо согласованного описания экстремальных штормовых явлений и связанных с ними полей волн. Для исследования особенностей полей волн использовались данные мультисенсорных спутниковых наблюдений и контактных измерений совместно с параметрическими моделями генерации волн. Спутниковые наблюдения подтвердили справедливость классических автомодельных законов развития волн во времени, генерируемых ВТЦ. Спутниковые измерения позволили проследить эволюции волн покидающих штормовую зону циклона, и оценить время затухания зыби.

В Заключение представлены основные результаты и выводы диссертационной работы.

Научная и практическая значимость

Исследования имеет практическое применение при создании и развитии системы обеспечения безопасности мореплавания по Северному Морскому Пути и нефте- и газодобычи с буровых платформ, и безопасности функционирования прибрежной инфраструктуры в Атлантическом и Северном Ледовитом океане. Исследования были проведены в рамках проектов Лаборатории спутниковой океанографии и включены в годовые отчеты соответствующих проектов:

– Проект, финансируемый Российским Научным Фондом, Грант 17-77-30019, по поддержке исследований, проводимых лабораториями мирового уровня;

– Совместный проект Российского научного фонда по гранту 21-47-00038 и Национального научного фонда Китая по гранту 42061134016;

– Государственное задание 0763-2020-0005 финансируемый Министерством науки и высшего образования РФ;

– Договор между РГГМУ и «Газпромнефть-Шельф» № ГНШ-20/11140/00056/Р о предоставлении оперативной гидрометеорологической информации для обеспечения безопасной эксплуатации платформы «Приразломная».

Степень достоверности

Достоверность результатов исследования подтверждается путем сопоставления численных экспериментов с данными наблюдений. Все полученные результаты основаны на хорошо известных, широко принятых и многократно проверенных законах и теориях. Основные выводы, полученные в ходе исследования, были опубликованы в ведущих российских и международных научных журналах и представлены на национальных и мировых научных конференциях.

Замечания по диссертационной работе

- 1) Отсутствует обсуждение точности спутниковых измерений параметров волн. В данной работе она могла бы быть оценена на основе сопоставления с измерениями с используемых буев.
- 2) Алгоритм расчетов по модели четко не изложен; повторить модель на основе этого описания было бы крайне сложно.
- 3) Раздел 2.4, С. 49, «Так как платформа расположена на границе струи, незначительное отклонение направления ветра по данным реанализа ERA5 от реального может привести к тому, что зона интенсивных волн по результатам моделирования окажется смещена относительно платформы.» - сравнение направления ветра от ERA5 и нефтяной платформы, представленное на рисунке 2.9б, не показывает серьезных различий, поэтому вероятность зависимости несоответствия высоты волн (показанной на рисунке 2.11) от несогласованности направления мала.
- 4) Классификация волн на ветровые волны и зыбь с использованием обратного возраста волн (уравнение 3.2 С.79), рассчитанного по SWH, полученному из альтиметрических измерений, требует дополнительного разъяснения.

5) В разделе 3.4.3 модельные значения длины и направления доминирующих волн сравниваются со значениями полученными по РСА изображениям. Было бы логично, если бы аналогичное сопоставление было бы проведено и для высот волн, восстановленных по РСА измерениям. .

6) Подпись к рисункам 2.5, 3.5, 3.13, 3.16, 3.24 находятся на другой странице, что затрудняет понимание содержания рисунков.

Заключение

Диссертация Чешм Сиахи Вахида 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 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.

Председатель диссертационного совета
Доктор географических наук,
Профессор кафедры океанологии СПбГУ



Дата 14.092023

Белоненко Татьяна Васильевна