

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Будрина Сергея Сергеевича «Метод исследования процессов модуляции и восстановление основных характеристик ветрового волнения на основе общей функции изменения периода», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология

Актуальность исследований. Диссертационная работа С.С. Будрина направлена на решение важной научной проблемы – определение нового метода исследования эффектов модуляции волн зыби и ветровых волн на длинных волнах, основанного на изучении особенностей распространения поверхностных ветровых волн и волн зыби, в частности эффекта изменения периода волнения, связанного с дисперсией, а также выявление общих закономерностей данного эффекта. Современные волновые модели хоть и дают достаточно точные прогнозы и описания волновых процессов, но базируются на сложном математическом аппарате, а оптимизация алгоритмов расчета данных моделей хоть и совершенствуются, но по-прежнему оставляют желать лучшего. Необходимость создания нового метода, позволяющего выявлять и описывать модуляции волн зыби на приливных и сейшевых колебаниях применимый как для постобработки, так и для гидрофизических систем реального времени определяет актуальность диссертационного исследования.

Отличительной особенностью диссертационного исследования является детальное описание зависимости характеристик ветрового волнения от параметров модуляции.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 105 наименований, выполнена на 102 страницах текста, содержит 4 таблицы и 40 рисунков. В автореферате неверно указано число глав диссертационной работы, хотя далее все главы исследования раскрыты полностью.

Во введении последовательно приведено: актуальность, цели и задачи исследований, научная новизна, сформулированы защищаемые положения, обоснована достоверность полученных результатов, приведена обоснованность и практическая значимость результатов, и апробация работы. Введение, в описательной части, не содержит ссылок на литературу.

В первой главе описывается история развития классической и современной теорий поверхностных волн, основные подходы к изучению и описанию поверхностного волнения, современные методы прогнозирования морского ветрового волнения, волновые модели. Показано, что нелинейные гидродинамические уравнения могут учитывать множество факторов влияющих на распространение поверхностных волн, таких как диссипация, рефракция, силы поверхностного натяжения и т. д., но при всей развитости

математического аппарата, предназначенного для решений уравнений данного вида, требуются большие вычислительные мощности. Описаны несколько современных моделей, применяемых для расчета и прогнозирования ветрового поверхностного волнения: спектрально-параметрическую модель волнения 2-го поколения AARI-PD2, дискретные модели 3-го поколения WAM, WAVEWATCH и SWAN предназначенная специально для расчетов ветрового волнения в мелководных районах. Практика использования моделей показала, что те модели, которые учитывают больше физических факторов и имеющие более совершенную математическую модель, дают наилучшие результаты в описании и прогнозировании волновых процессов, но имеют привередливость к качеству данных, предоставляемых для расчета, а также высокую сложность расчетов.

Во второй главе описываются приборы, построенные на лазерно-интерференционных методах и их принцип работы, приводятся обоснования для использования в данной работе приборов, построенных на лазерно-интерференционных методах. Последовательно описаны лазерный измеритель вариаций давления гидросферы и лазерный гидрофон. Глава занимает чрезвычайно малый объем в 4 страницы и не выглядит необходимой как отдельная часть работы.

В третьей главе представлены экспериментальные данные, полученные с лазерного гидрофона и измерителя вариаций давления гидросферы за несколько лет. В результате проведенных исследований выделены закономерности изменений периода волнения, на основе которых выводится общая функция изменения периода. Показано, что метод описания изменения периода ветрового волнения посредством общей функции является приемлемым. К плюсам данного метода автор относит простоту вычислений и построения. К минусам, соответственно зависимость данного метода от субъективных факторов, таких как определение начальных параметров, а также ограничения по применению к участкам, имеющим линейный характер. Однако простота предложенного метода может иметь неоспоримые преимущества для оценки изменений периода волнения и его описания перед сложными математическими моделями, основанными на решении нелинейных дифференциальных уравнений.

В четвертой главе описываются результаты исследования модуляции ветровых волн и волн зыби на приливных колебаниях, полученные с использованием представленного в работе метода, основанного на регрессионном анализе и общей функции изменения периода исследований эффектов модуляции. С помощью данного метода было показано, что в основном, при модуляции ветровых волн приливами, волны с большим периодом и амплитудой концентрируются в верхних точках прилива. При исследовании вышеуказанным методом модуляций ветровых волн на сейшах, было выделено несколько основных видов модуляции: «двух тоновая» и «четырёх тоновая». Определение последних

терминов не раскрыто и не относится к классическому описанию видов модуляции, хотя расчет, описанный в главе, был произведен для частотной модуляции. Было получено выражение для частотной модуляции с учетом дисперсии, которое хорошо описывает возникновения специфических спектральных максимумов в диапазоне частот ветрового волнения и волн зыби. При сравнении спектров, построенных по экспериментальным данным и спектров, рассчитанных по данному выражению, было выделено четыре характерных спектральных максимума.

В пятой главе представлены результаты расчетов пространственного распределения по глубине основных характеристик ветрового волнения, привязанных ко времени с помощью общей функции изменения периода. Расчёты произведены для реальных экспериментальных данных, полученных с помощью высокоточных приборов, построенных на основе лазерно-интерференционных методов. Представлены графические материалы результатов расчета. Данные выражения просты в вычислении и хорошо описывают распределение гидрофизических величин по глубине. Глубина водоемов на рисунках представлена в виде высоты что затрудняет интерпретацию результатов.

В Заключении изложены основные полученные результаты исследований.

У меня нет принципиальных замечаний к данной работе. Автором хорошо подобран список используемых источников, охватывающим как классические работы, так и современные, однако в некоторых главах не хватает ссылок на использованные источники. Так же в работе не приводятся ссылки на работы по исследованию ветрового волнения и волн зыби выполненные с использованием классических измерителей уровня моря.

Незначительные замечания дискуссионного характера:

1. п.3.1. При низкочастотной фильтрации обычно подразумевается использование ФНЧ, однако в диссертации указано что ФНЧ выполнил подавление низкочастотного фона, что противоречит физическому смыслу фильтра.
2. При исследовании модуляции длинных волн приливом, прямое сопоставление с предвычисленным приливом для точек измерения не производится, просто принимается как факт, что модуляция происходит именно приливом.

Автор был участником большого числа натурных экспериментов, на полученных данных в ходе которых основана работа. Полученные результаты физически непротиворечивы, подтверждаются расчётами соответствующих уравнений, что говорит об их достоверности. Обоснованность результатов, выдвинутых С.С. Будриным не вызывает сомнений и основывается на согласованности данных эксперимента с научными выводами.

Автором опубликовано достаточное количество научных работ по теме исследования в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в международные базы цитирования, апробация работы находится на должном уровне. Автореферат в полной мере

отражает суть проведенного исследования, а также показывает, что диссертация является полноценной научной работой. Диссертационная работа С.С. Будрина открывает новый метод получения данных о ветровом волнении и волнах зыби с помощью высокоточных приборов, построенных на лазерно-интерференционных методах. Результаты работы имеют важное практическое значение.

Представленная к защите диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, для учёной степени кандидата наук, а ее автор, Сергей Сергеевич Будрин заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология.

Я, Ковалев Дмитрий Петрович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории
волновой динамики и прибрежных течений,
заместитель директора по научной работе Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Институт
морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения
Российской академии наук

доктор физико-математических наук

4 апреля 2022 года

Ковалев Дмитрий Петрович

Адрес: 693022, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 16

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии
и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН)

Тел.: 8(4242)733735

Email: d.kovalev@imgg.ru

Подпись Д.П. Ковалева заверяю
ученый секретарь ИМГиГ ДВО РАН
к.б.н. А.В. Кордюков

