

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе ДВФУ

А.С. Самардак
« 27 » мая 2022 г.



ОТЗЫВ

**ведущей организации ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) 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**

Диссертационная работа Будрина Сергея Сергеевича посвящена поиску закономерностей изменения периода ветровых волн и волн зыби при их распространении и разработке метода выявления эффектов модуляции данных видов волн на приливных и сейшевых колебаниях. Актуальность данных исследований обусловлена поиском более простых и эффективных методов выявления эффектов модуляции ветровых волн и волн зыби на длинных волнах, относительно современных волновых моделей, которые хоть и дают достаточно достоверные результаты, но базируются на сложном математическом аппарате и сильно зависят от входных данных. К преимуществам данного метода можно отнести возможность его использования как для постобработки экспериментальных данных, так и для использования его в режиме реального времени. Также в работе описывается метод, позволяющий по экспериментальным данным восстанавливать пространственно-временное распределение основных характеристик волновых процессов, основанный на уравнениях классической гидродинамики и общей функции изменения периода. С помощью данного метода можно судить о нагружающем воздействии волновых процессов в

шельфовой зоне, которые могут вносить существенный вклад в энергию деформационного поля земной коры в зоне перехода атмосфера–гидросфера–литосфера и могут влиять на процессы подготовки и развития региональных землетрясений, что и определяет актуальность данных исследований в диссертационной работе.

Практическая значимость работы состоит в том, что ее результаты позволяют более точно и быстро оценивать влияние волн на береговые линии, гидротехнические сооружения, морские экосистемы в прибрежных шельфовых зонах. Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы по одному из направлений работ Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН по развитию методов и средств дистанционного исследования атмосферы, океана, литосферы и их взаимодействия. При комплексной системе мониторинга областей шельфа, включающую в себя измерители гидрофизических параметров среды, флуориметры и газоанализаторы, существует возможность применения представленных в работе методов Национальным научным центром морской биологии им. А.В. Жирмунского, для изучения воздействий эффектов модуляции ветрового волнения и волн зыби на морскую биоту, преимущественно обитающую в прибрежных областях закрытых акваторий. Информация о процессах модуляции ветровых волн и волн зыби на сейшевых колебаниях в заливах и бухтах может дополнять информацию о волновых процессах, полученную с помощью спутниковых и радиолокационных данных, что может быть востребовано такими учреждениями, как: Институт Космических Исследований РАН, Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос» и Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Метод восстановления пространственно-временного распределения характеристик поверхностного волнения может дать представление о вкладе волновых процессов в шельфовой зоне в энергию деформационного поля верхнего слоя земной коры, что может использоваться Институтом

вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и Институтом морской геологии и геофизики ДВО РАН для оценки и прогноза подготовки и развития региональных землетрясений.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 105 наименований. Работа содержит 102 страницы текста, 4 таблицы и 40 рисунков.

Введение имеет традиционную структуру и содержит все необходимые пункты. Представлены: актуальность работы, научная новизна, цели и задачи исследования, достоверность и практическая значимость полученных результатов, защищаемые положения, список опубликованных по теме диссертации статей, состав работы и личный вклад автора.

Глава 1 посвящена истории развития классической теории гидродинамики, представлены основные подходы к вопросам описания поверхностного волнения и механизмов его генерации, затронута тема прогнозирования ветрового волнения, описаны несколько современных волновых моделей таких как WAM, SWAN, WAVEWATCH и спектрально-параметрическая модель AARI-PD2. Повествование ведется логично и последовательно, в конце главы представлены выводы, в которых приводятся достоинства и недостатки рассматриваемых в главе подходов к описанию и прогнозированию поверхностного волнения. Так, нелинейные уравнения гидродинамики могут учитывать множество факторов, влияющих на распространение поверхностных волн, таких как диссипация, рефракция, силы поверхностного натяжения и т. д., однако сложны в решении и требуют больших вычислительных мощностей. Современные волновые модели дают достаточно точные результаты, минусом в данном случае является чувствительность моделей к качеству данных, предоставляемых для расчета, а также сложность расчетов, которые предъявляют высокие требования к вычислительным комплексам. В качестве замечания хочется отметить небольшое количество описания, работ связанных с исследованиями

эффектов модуляции коротких волн на длинных волнах, которому посвящена одна из глав представленной диссертационной работы.

В главе 2 описываются приборы, построенные на лазерно-интерференционных методах и принцип их работы. Приводятся обоснования для их использования в современных исследованиях в области изучения волновых процессов, где необходимы широкополосные низкочастотные приборы, обладающие высокой разрешающей способностью и динамическим диапазоном, способные одновременно фиксировать как мощные низкочастотные, так более слабые высокочастотные процессы с высокой точностью.

В главе 3 приводятся экспериментальные данные по ветровому волнению, полученные за несколько лет. В результате обработки и анализа были обнаружены закономерности изменения периода ветрового волнения и волн зыби при их распространении, связанные с дисперсией. По данным закономерностям выведена функция, которая описывает изменение периода волнения на заданном временном интервале. В качестве плюсов данной функции приводится простота в вычислении, минусом же являются погрешности, связанные с определением начальных данных для расчета.

Глава 4 посвящена описанию метода выявления эффектов модуляции ветровых волн и волн зыби на длинных волнах, основанный на регрессионном анализе и функции изменения периода. Показана работа данного метода для выявления эффектов модуляции ветрового волнения на приливных колебаниях, рассмотрены вопросы влияния атмосферы на модуляционные процессы. При взаимодействии ветрового волнения и волн зыби с сейшевыми колебаниями, с помощью представленного метода были обнаружены несколько основных видов модуляции «двух тоновая» и «четырёх тоновая». При сравнении спектров, рассчитанных с помощью данных выражений и построенных по экспериментальным данным, было обнаружено несколько спектральных максимумов, характерных для

процессов модуляции, по которым с большой точностью можно говорить о присутствии низкочастотных процессов в исследуемой акватории.

В главе 5 по экспериментальным данным с помощью уравнений классической гидродинамики и функции изменения периода были выведены выражения для восстановления пространственно-временного распределения основных характеристик поверхностного волнения. Данные выражения хорошо описывают распределение гидрофизических величин по глубине и просты в вычислениях. Также представлен графический материал, наглядно показывающий данные распределения для водоема конечной глубины в приближении глубокой и мелкой воды.

В заключении изложены все полученные в работе результаты.

Принципиальных замечаний к работе нет. В диссертации представлено большое количество экспериментальных данных, с помощью которых автор показывает и обосновывает правильность выводов и заключений, тем самым достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Конечно, незначительные замечания присутствуют и были изложены выше, кроме этого, есть замечания в некоторых формулировках и терминах, представленных в работе. В частности, в некоторых местах используется термин «волновая дисперсия», имеющая общий характер, а не «дисперсия волн при их распространении»; во втором защищаемом положении присутствует выражение «ширина» между спектральными максимумами, хотя скорее всего имеется в виду «расстояние» между спектральными максимумами. В самой работе и автореферате имеют место неудачные выражения типа «Ветровое волнение относится к числу важнейших параметров» (стр. 3 автореферата), «привередливость модели к качеству данных» (стр. 7), часто встречаются ошибки в пунктуации. Однако эти замечания не относятся к существу работы.

Автором опубликовано достаточное количество статей в российских и зарубежных цитируемых изданиях. Диссертация Будрина Сергея Сергеевича является завершенной научно-квалификационной работой.

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции Постановления Правительства РФ № 335 от 21 апреля 2016 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Будрин Сергей Сергеевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.17 Океанология.

Диссертация и отзыв рассмотрены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 3 от 21.03.2022 г.

Кандидат физико-математических наук, доцент Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий

Лариса Григорьевна
Московченко

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»
690922, Россия, Приморский край, о. Русский, п. Аякс, 10, кампус ДВФУ
Контактные телефоны: 8 (423) 265 24 29; 8 (423) 243 34 72, факс 8 (423) 243 23 15
Электронный адрес (e-mail): rectorat@dvfu.ru
Веб-сайт: www.dvfu.ru



Московченко Л.Г.
Ирина Веряю, Начальник отдела
дрового производства
ДВФУ
27 марта 2022 г.