

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15.02.2016 № 9

О присуждении Слюняеву Алексею Викторовичу, гражданину РФ,
ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация «Аномально высокие морские волны: физические механизмы и моделирование» по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы принята к защите 29 октября 2015 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 002.069.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН, 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ № 717 от 09.10.2012 г.).

Соискатель Слюняев Алексей Викторович 1976 года рождения в 1999 году окончил Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Динамика внутренних и поверхностных волн большой амплитуды в океане» защитил в 2002 году в диссертационном совете Д 002.069.01, созданном на базе ИПФ РАН, и работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН, приказ ФАНО № 334 от 30.06.2015 г.).

Диссертация выполнена в отделе нелинейных геофизических процессов ИПФ РАН.

Научный консультант доктор физико-математических наук, профессор Пелиновский Ефим Наумович, главный научный сотрудник отдела нелинейных геофизических процессов ИПФ РАН.

Официальные оппоненты:

- Захаров Владимир Евгеньевич, академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий сектором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук»,
- Гулев Сергей Константинович, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук»,
- Громов Евгений Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математики Нижегородского филиала ФГАОУ ВПО Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» в своем положительном заключении, подписанном Михаилом Александровичем Носовым, доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим отделением геофизики физического факультета МГУ, профессором кафедры физики моря и вод суши физического факультета МГУ, указала, что диссертация А.В. Слюняева представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполненную на высоком уровне. Работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п. 9-14), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор А.В. Слюняев заслуживает

присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Соискатель имеет 55 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 39 работ, из них 28 опубликованных в рецензируемых научных изданиях: 1 монография в зарубежном издательстве, 25 статей в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций, 25 статей в изданиях, индексируемых международной системой цитирования Web of Science. Наиболее значимыми работами являются:

1. Kharif, C., Pelinovsky, E., Slunyaev, A. Rogue waves in the ocean. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. 216 p.
2. Слюняев А.В. Нелинейное уравнение высокого порядка для огибающей гравитационных волн на воде конечной глубины // ЖЭТФ. 2005. Т. 128. С. 1061-1077.
3. Слюняев А.В., Сергеева А.В. Стохастическое моделирование однонаправленных интенсивных волн на глубокой воде в приложении к аномальным морским волнам // Письма в ЖЭТФ. 2011. Т. 94. С. 850-858.
4. Slunyaev, A. Nonlinear analysis and simulations of measured freak wave time series // Eur. J. Mech. B / Fluids. 2006. V. 25. P. 621-635.
5. Shrira, V.I., Slunyaev, A.V. Trapped waves on jet currents: asymptotic modal approach // J. Fluid Mech. 2014. V. 738. P. 65-104.

На диссертацию и автореферат поступили 12 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмеченные авторами отзывы замечания не влияют на их высокую оценку диссертации.

В положительном отзыве ведущей организации были сделаны следующие замечания: 1) отсутствие физической аргументации пренебрежения вязкостью, сжимаемостью, стратификацией, трехмерностью; 2) отсутствие обсуждения вопроса о соотношении повторяемости аномально высоких волн в рассмотренных идеализированных моделях и в натурных условиях.

Положительный отзыв официального оппонента акад. РАН, д.ф.-м.н. В.Е. Захарова содержит следующие замечания: 1) формула (2.2.65) должна быть уточнена учетом следующего порядка по нелинейности; 2) вывод уточненных уравнений Дисте можно было бы упростить, используя гамильтоновский формализм; 3) недостаточно четко обговорен вопрос о «достижении равновесия» в численных экспериментах моделирования нерегулярных волн; 4) следовало бы дать точное определение индекса Бенджамина – Фейра в терминах интегральных характеристик энергетического спектра волнения; 5) в библиографическом списке есть недочеты.

Положительный отзыв официального оппонента чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. С.К. Гулева содержит следующие замечания: 1) недостаток критерия (1.2.1), из-за чего не все даже очень большие волны могут быть рассмотрены как «волны-убийцы»; 2) пожелание избегать терминологию «волны-убийцы»; 3) полезным был бы статистический анализ невосстановленной части записей при реконструкции событий аномальных волн; 4) анализ пространственных картин не эквивалентен временным записям; 5) пожелание увидеть количественный анализ условий, соответствующих «сильному» и «слабому» течениям; 6) важность учета вертикальной структуры течений, в частности, для течения Агульяс.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Е.М. Громова содержит следующие замечания: 1) важным является не только динамика поверхности, но и характер движения внутри жидкости, в том числе, вопросы о влиянии дрейфового течения и нелокального члена в уравнении Диста; 2) требуется более подробное обсуждение приведенных результатов сопоставления лабораторного моделирования и численного расчета нерегулярных волн; 3) пожелание видеть более полный обзор для волн в завихренной жидкости; 4) взаимодействие цугов поверхностных волн с внутренними волнами в стратифицированной жидкости может приводить к значительному изменению динамики поверхностных волн, в то же время стратификация воды не была учтена; 5) перегруженность текста диссертации деталями и примерами, а также

неудачная библиографическая ссылка при обсуждении одного из математических положений.

В положительном отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. С.И. Бадулина (ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) содержится замечание, связанное с неудачной формулировкой утверждения о занижении периода повторяемости экстремальных волн теориями.

В положительном отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. В.Б. Ефимова (ФГБУН Институт физики твердого тела РАН) содержатся следующие замечания: 1) не указаны детали экспериментов по моделированию солитонных групп в экспериментальном лотке; 2) можно предложить продолжение исследований в отношении устойчивости солитонных групп при наличии шумов; 3) отсутствие ссылок в описании разделов диссертации на оригинальные работы диссертанта.

В положительном отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. С.Ю. Кузнецова (ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) содержится замечание по поводу рисунка 3, где вместо физических величин по оси ординат отложены номера датчиков.

В положительном отзыве на автореферат от д.г.н. Л.И. Лопатухина (ФГБОУВО Санкт-Петербургский государственный университет) содержатся следующие замечания: 1) можно подробнее очертить принятые процедуры стохастического моделирования; 2) экстремальные (т.е. большие) волны и «волны-убийцы» не одно и то же; 3) имеется разработанный и принятый критерий опасности возникновения «волн-убийц» в случае переходных процессов; 4) имеются публикации по климатическим спектрам волн, способные решить проблему по выделению ситуаций реализуемости узких спектров; 5) существуют способы получения оценок статистики аномальных волн приемлемой достоверности и по малым выборкам; 6) замечание по используемому жаргону и возможности улучшения некоторых формулировок положений, выносимых на защиту.

В положительном отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. А.В. Порубова (ФГБУН Институт проблем машиноведения РАН) содержатся следующие

замечания: 1) хотелось бы видеть обоснование необходимости учета слагаемых более высокого порядка, чем в стандартном НУШ; 2) в описании глав 2 и 3 хотелось бы видеть четкое определение, что подразумевается под слабо-нелинейным моделированием, а что – под сильно-нелинейным.

Положительные отзывы на автореферат от чл.-корр. РАН Б.В. Левина (ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН), д.ф.-м.н. С.Ф. Доценко (ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН) и д.ф.-м.н. Р.В. Шамина (ФГАОУВО Российский университет дружбы народов) критических замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области нелинейных волн и физики морских волн, а одним из важнейших направлений научной деятельности ведущей организации являются исследования в области физики гидросферы, в том числе, физики моря и вод суши.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- для изучения динамических и статистических свойств аномально высоких морских волн предложено физическое моделирование с использованием лабораторных и вычислительных экспериментов;
- предложен оригинальный подход к анализу волновых записей с использованием метода обратной задачи рассеяния, который выявляет присутствие когерентных нелинейных групп в инструментальных записях, содержащих аномально высокие волны, и делает потенциально возможным краткосрочный прогноз возникновения экстремальных волн;
- предложен метод реконструкции инструментально измеренных аномально высоких волн с помощью численного моделирования и доказана реалистичность результата реконструкции на небольших временах (до 10 мин) в предположении однонаправленных волн;

- экспериментально и в рамках численного моделирования исходных уравнений потенциальной гидродинамики обнаружены сильно нелинейные аналоги точных решений слабо нелинейной теории для слабо модулированных волн на поверхности глубокой воды типа солитонов огибающей и бризеров;
- предложен модовый подход с использованием приближенного разделения переменных для описания модулированных захваченных волн на встречных струйных течениях, позволяющий развивать последовательную асимптотическую нелинейную теорию; предложены возможные механизмы формирования аномально высоких волн в поле захваченных течением волн.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

- построена обобщенная асимптотическая теория 5-го порядка по нелинейности и дисперсии для модулированных волн на поверхности воды произвольной глубины, описывающая, в частности, случай промежуточной глубины $kh = 1.36$, при которой происходит смена типа нелинейности;
- параметризована в терминах индекса модуляционной неустойчивости BFI и характерного времени нелинейности картина эволюции нерегулярных однонаправленных волн на поверхности глубокой воды с заданным начальным спектром; она определяет условия, когда вероятность высоких волн возрастает;
- детально исследовано развитие и нелинейная стадия одномодовой модуляционной неустойчивости потенциальных волн на поверхности глубокой воды в области параметров, наиболее интересных в приложении к теории морских «волн-убийц», в рамках полных уравнений гидродинамики;
- построена асимптотическая слабо нелинейная теория для модулированных захваченных волн на встречных струйных течениях, которая позволяет эффективно описывать процессы нелинейной динамики волн, связанные с распространением солитоно-подобных пакетов и возникновением аномально высоких волн.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- предложены критерии выделения ситуаций с повышенной вероятностью волн аномально большой амплитуды, дан их критический анализ;
- предложены подходы для краткосрочного детерминистского прогноза экстремальных морских волн на основе анализа взволнованной поверхности;
- наличие долгоживущих коротких групп крутых поверхностных волн в виде солитонов и бризеров подтверждено экспериментально, эти волновые структуры являются новыми ранее не исследовавшимися объектами, способными взаимодействовать с другими волнами, плавучими и стационарными сооружениями по сильно нелинейному сценарию.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- большинство теоретических результатов, приводимых в диссертации, проверялись в численных и лабораторных экспериментах, а также сопоставлялись с данными натурных измерений;
- численное моделирование выполнено в рамках моделей различной степени аппроксимации уравнений гидродинамики (от слабо нелинейных приближений до полных уравнений); полученные результаты сопоставлены между собой и выявлена их непротиворечивость;
- лабораторные измерения выполнены на ряде современных установок в ведущих мировых научных центрах (Германии, Франции и Израиля), их результаты не противоречивы и находятся в удовлетворительном согласии с данными численных расчетов.

Личный вклад соискателя состоит:

- в определении общего направления исследований, постановке научных задач, выборе методов их решения;
- в построении теоретических моделей нелинейных модулированных волн высокого порядка и нелинейных модулированных волн на встречном струйном течении;
- в написании всех использованных компьютерных программ для обработки экспериментальных данных и моделирования эволюции волн;

