

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
ФГБНУ «Федеральный научный центр
Институт прикладной физики РАН»,
член-корреспондент РАН
Евгений Анатольевич Мареев



« 8 » сентября 2016 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр Институт прикладной физики РАН» на диссертационную работу **Артема Владимировича Лоскутова** «*Динамика волн цунами в северо-западной части Тихого океана на основе инструментальных измерений и численного моделирования*», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Поставленной целью диссертационной работы Артема Владимировича Лоскутова «Динамика волн цунами в северо-западной части Тихого океана на основе инструментальных измерений и численного моделирования» является объяснение физических особенностей трансформации волн цунами в северо-западной части Тихого океана и в его прибрежной зоне. Такие исследования уже неоднократно проводились и являются классическими в физике цунами. Новизной же предлагаемого исследования является анализ физических особенностей последних исторических цунами, очень хорошо обеспеченных современными инструментальными данными, в том числе и в понимании их механизмов сейсмических очагов. Учитывая важность расчета характеристик цунами на Дальнем Востоке России, тема диссертации является актуальной и практически значимой. В диссертации дан анализ инструментальных наблюдений таких крупных цунами, как Самоанское 29.09.2009 г., Чилийское 28.02.2010 г., Японское 11.03.2011 г., как в открытом океане, так и вблизи российского побережья. Автором выполнены численные расчеты характеристик цунами в рамках теории мелкой воды. Полученные результаты весьма интересны и свидетельствуют о кандидатском уровне диссертанта.

Диссертационная работа Лоскутова А.В. состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Во **введении** приводится общая характеристика работы: её актуальность, научная новизна и практическая значимость, формулируются цели и задачи диссертационной работы. В **первой главе** автор дает краткий обзор используемых методики анализа данных, полученных в ходе инструментальных измерений цунами в прибрежной зоне в ИМГиГ ДВО РАН, а также глубоководных данных в открытом океане привлеченных из сети станций NOAA. В качестве модели генерации и распространения волн цунами в данной работе предлагается классическая линейная модель мелкой воды с учетом сферичности Земли без введения Кориолисовых сил. Особо выделено применение современных сейсмических моделей остаточных смещений дна в очаге цунами. Во **второй главе** рассматриваются некоторые особенности генерации цунами и направленности энергии волнового поля на примере наиболее

значительных цунами последнего десятилетия – Самоа 2009 г., Чилийского 2010 г. и Тохоку 2011 г. Автором проведен сравнительный анализ модельных и натуральных записей, как в открытом океане, так и в прибрежной зоне Дальнего Востока России. Автор рассчитывает очаг по известным формулам Окады и сейсмологическим моделям очага землетрясения, представленным в USGS. В **третьей** главе рассматриваются особенности распространения цунами в открытом океане, влияние топографии дна на формирование волнового поля цунами в северо-западной части Тихого океана на примере Чилийского цунами 2010 г. Здесь автором рассматривается весьма интересный эффект позднего прихода максимальных волн в направлении Камчатки и Курильских островов, и формирования вторичных волновых пакетов. Далее в главе затронут важный эффект волновой дисперсии на примере ряда мелкомасштабных цунами, таких как Бонинское 2010 г. и др., а также при Тохоку цунами 2011 г. В **четвертой** главе автором проведен анализ особенностей проявления цунами в зоне шельфа и прилегающих акваториях. Детально исследованы резонансные свойства ряда крупных акваторий Сахалинской области (залитов Анива, Терпения и Сахалинский) и бухт различной формы о. Шикотан. В **Заключении** формулируются основные результаты диссертации.

Обсудим новизну и достоверность результатов диссертации:

1. "Пространственные масштабы и асимметрия источников цунами, как показывает модель, определяют направленность и частотный диапазон излучения". В такой формулировке результат уже достаточно давно известен и объяснен в рамках двумерного волнового уравнения. Здесь важны уже детали, проявившиеся в конкретных событиях, проанализированных автором. Они дополняют уже известные общие представления.

2. "Проявление эффекта позднего добегаания максимальной волны (задержка около 4 ч) при Чилийском цунами 2010 г. в п. Северо-Курильск обусловлено задержкой волнового пакета при последовательной фокусировке и дифракции" в Тихом океане. Объяснение этого наблюдения считаем наиболее сильным результатом диссертации. Нам казалось, что такой эффект может быть обусловлен случайной фокусировкой волн уже вблизи берега (как в проблеме "волн-убийц"), но у нас так и не дошли руки проверить это. Отмеченные автором особенности фокусировки и дифракции, ведущие к запаздыванию волны, в принципе, видны уже на рефракционных диаграммах предыдущего сильного Чилийского цунами 1960 г., но на них ранее не обращалось внимания. Кроме того, здесь принципиально надо решать волновое уравнение (а не строить лучи), чтобы получить данные о времени распространения волны максимальной амплитуды. Повторяем, что автором получен здесь наиболее сильный результат.

3. "Выявлен дисперсионный характер записей некоторых цунами". Изучение дисперсионных свойств цунами стало модным после цунами 2004 г., хотя автор отзыва пропагандировал дисперсию волн цунами еще 40 лет назад (попытожено в его книге "Нелинейная динамика волн цунами" 1982 г). Поэтому вывод диссертанта о важности дисперсии для небольших цунами или волн, распространяющихся в направлении короткой оси очага, полностью укладывается в теоретические представления. Здесь опять же важны детали проявления дисперсионных эффектов в конкретных событиях, "вытащенные" автором при обработке мареограм. В принципе, хотелось бы посоветовать диссертанту иметь программу расчета волн цунами с учетом дисперсионных эффектов; таких программ несколько в свободном доступе. Иначе нарушается стройность исследования, основанного на численном моделировании и анализе данных наблюдений. Тем не менее, полученные здесь результаты обосновано включены в основные результаты диссертации.

4. Нам представляется, что последующие три результата могли бы быть объединены в один. В частности, четвертый результат: "показано, что сложная структура сигналов в записях прибрежных станций по сравнению с глубоководными станциями обусловлена резонансными эффектами на шельфе", с точки зрения теории очевидный результат и здесь опять же важны конкретные детали. Автор подчеркивает, что его анализ основан на результатах численного эксперимента, хотя он должен следовать из обработки мареограмм. Более важным является пятый результат, касающийся вычисления резонансных периодов, добротности и структуры мод ряда бухт Курильских островов и Сахалина. Он, несомненно, является сильным прикладным результатом диссертации. Наконец, шестой результат, что "выявлено, что на береговых станциях спектры определялись эффектами локальной топографии", представляется также очевидным, хотя и важным для оценок проявления цунами на Дальнем Востоке России.

В качестве дополнительных замечаний можно указать следующие:

1. В различных версиях уравнений мелкой воды в диссертации (стр. 10) и автореферате нет комментариев к последней строчке, относящихся к граничным условиям на берегу (об этом не говорится). Правильнее говорить, что, либо расход равен нулю, либо производная от смещения.

2. Странно приводить собственную публикацию в ФАО (статья под номером 7) на английском языке.

3. Автором приводится собственная численная схема уравнений мелкой воды, но нигде не приводится набор тестов для проверки ее точности. Совпадение с данными наблюдений не является гарантией хорошей точности.

4. Можно было бы провести сопоставление некоторых результатов с расчетами И. Костенко, суммированных в ее диссертации. Учитывая, что оба работают на Сахалине, такое сопоставление легко было бы сделать.

Подведем **итоги**. Автором диссертации выполнено исследование ряда последних цунами, проявившихся на территории Сахалинской области. Им получен ряд интересных результатов, из которых особенно хочется отметить объяснение запаздывания цунами на несколько часов от удаленных источников, что крайне важно для совершенствования прогноза цунами на Дальнем Востоке России. Диссертация А.В. Лоскутова представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Подкупает сильный лист публикаций автора по теме диссертации (8 статей, из которых 5 в престижном журнале *Pure and Applied Geophysics*). Полученные результаты прошли апробацию на нескольких всероссийских и международных конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Результаты диссертации могут использоваться в академических и вузовских организациях, изучающих волны цунами. Практические результаты могут использоваться в центрах цунами Гидромета и структурах МЧС, ответственных за прогноз цунами.

Таким образом, диссертационная работа А.В. Лоскутова соответствует критериям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335), предъявляемым к кандидатским диссертациям и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи имеющей существенное значение для улучшения прогноза цунами на территории Сахалинской области. Автор диссертации «Динамика волн цунами в северо-

западной части Тихого океана на основе инструментальных измерений и численного моделирования» Артем Владимирович Лоскутов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы».

Отзыв составлен 7 сентября 2016 г. и утвержден на заседании Ученого Совета Отделения геофизических исследований Федерального научного центра Институт прикладной физики РАН 8 сентября 2016 г. (протокол № 7).

Отзыв составил

Ефим Наумович Пелиновский,

доктор физико-математических наук, профессор,

главный научный сотрудник лаборатории нелинейных геофизических процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр Институт прикладной физики РАН».

Тел.: 831-4164839

E-mail: pelinovsky@hydro.appl.sci-nnov.ru



7 сентября 2016 г.

Пелиновский Ефим Наумович

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный центр
Институт прикладной физики РАН»

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-120

ул. Ульянова 46.

E-mail: dir@appl.sci-nnov.ru

<http://www.ipfran.ru>