

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Ивановой Анастасии Алексеевны
на тему: «Оценка цунамиопасности северо-восточного побережья
Сахалина и Центральных Курильских островов с учетом современных
данных о рельефе дна»
по специальности 25.00.28 – океанология

Рассмотренная диссертационная работа посвящена анализу цунамиопасности побережья северо-востока о. Сахалин и Средних Курильских островов на основе численного моделирования распространения цунами, возникших в результате сильных Симуширских землетрясений 2006 г. и 2007 г. Также в работе предпринята попытка оценить воздействие цунами от предполагаемого подводного оползня в районе подводного склона на северо-востоке о. Сахалин. Текст диссертационной работы на 111 стр., включая 29 рисунков и 2 таблицы, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 156 литературных источников.

Во *Введении* диссертации приводится общая характеристика работы, обосновывается её актуальность, научная новизна и практическое значение, формулируются цели и задачи работы.

В *Первой главе* рассматривается понятие цунамиопасности применительно к Дальневосточному региону, приводятся данные о наиболее значительных событиях цунами. Отмечается необходимость учета оползневых цунами для оценки цунами-режима и отсутствие детальных карт цунамирайонирования. Значительная часть главы посвящена обзору развития методов численного моделирования цунами.

Вторая глава содержит обзор источников данных по батиметрии Мирового океана, и, в частности, по рельефу дна в районе северо-восточного побережья Сахалина и центральных Курильских островов. В последнем случае проводится сравнительный анализ детальности батиметрических

данных из базы GEBCO, ГУНИО и съемки KSC. Кроме этого, в главе кратко охарактеризованы модели источников цунами 2006 г. и 2007 г., а также некоторые данные полевых обследований.

В *Третьей главе* приводятся результаты расчетов распространения цунами 2006 г. и 2007 г. в районе центральной части Курильских островов, а также расчет цунами 2006 г. близ северо-восточной оконечности о. Сахалин. Анализируется влияние «качества» расчета в зависимости от качества батиметрии, выполнены расчеты максимального поля амплитуд волн, а также максимальных высот и скоростей потока около побережья.

В *Четвертую главу* автор включил обзор по наблюдениям и моделированию оползневых цунами, а также результаты анализа и моделирования оползневого события, которое предположительно имело место быть в районе материкового склона к северо-востоку от побережья о. Сахалин. По топографическим и сейсмоакустическим данным о структуре дна в этом районе было выполнено восстановление вертикального профиля оползневой массы до схода и проведено соответствующее численное моделирование генерации волн цунами вязким течением оползневой массы с учетом реальной топографии дна.

В *Заключении* формулируются основные результаты диссертации, наиболее значимые из которых, рассматриваются далее в обсуждении.

Актуальность темы данной диссертационной работы определяется тем обстоятельством, что разработка методов детализированной оценки цунамиопасности побережий является одной из самых приоритетных и до конца нерешенных задач прикладной геофизики, которая, в то же время носит фундаментальный теоретический характер. Ко всему прочему, рассматриваемый в работе Дальневосточный регион относится к одному из самых цунамиактивных и обеспеченных данными наблюдений объектом.

В качестве защищаемых положений диссертант выдвигает, по сути, следующее:

1. Разработана технология генерации сеточных массивов рельефа дна при использовании разнородных батиметрических данных.
2. Оценка точности расчета максимальной высоты цунами на вблизи берега показала, что при использовании батиметрии GEBCO возникают существенные ошибки.
3. Установлено, что для количественной оценки цунамиопасности необходимо использовать сетки глубин с разрешением не менее 300 м.
4. Предложена концепция оценки опасности оползневых цунами, и утверждается, что опасность оползневых цунами может существенно превышать опасность сейсмических цунами.

Помимо основных тезисов автор диссертации приводит следующие результаты:

1. Расчеты распространения цунами 2006 г. и 2007 г. показали, что использование в расчетах общедоступных батиметрических данных может дать до 50% недооценки максимальной высоты цунами из-за недостаточно мелкого шага сетки.
2. Сравнение распределения амплитуд цунами 2006 и 2007 гг. показывает, что несмотря на значительное отличие по размеру этих двух источников цунами, значения максимальных высот, а также характер распределения вдоль побережья центральных Курил оказались близки.
3. Высоты волн цунами 2006 и 2007 гг. являются наибольшими за всю историю наблюдений на Курильских островах. Эти два события можно считать «тестовыми очагами», а измеренные и рассчитанные значения высот волн, по-видимому, близки к максимально возможным в данном регионе.
4. Вероятно, именно резонансный характер отклика внутри бухты Двойная объясняет наблюдаемый абсолютный максимум высоты цунами не только на побережье о. Матуа, но и на всем побережье Курильских островов.

5. Обрушение подводных оползней и оползневые цунами представляют реальную опасность для побережья острова Сахалин, высота волн у берега может достигать десятков метров.

Новизна, обоснованность упомянутых научных положений и выводов не вызывает сомнений, так как они получены из детального сравнительного анализа наблюдаемых и расчетных высот цунами, полученных с использованием **новых** детальных батиметрических массивов рассматриваемых участков Охотского моря и Курильского шельфа, а также **новых** актуализированных моделей косейсмических деформаций в очагах цунами 2006-2007 гг., при моделировании процесса распространения цунами с помощью известного и проверенного программного кода TUNAMI. Это дало автору возможность впервые в ходе численного моделирования с достаточной точностью воспроизвести значения максимальных высот цунами 2006 и 2007 гг. и их распределение вдоль берега Курильских островов.

Отдельно стоит выделить попытку оценить воздействие возможного оползневого цунами на северо-востоке о. Сахалин с использованием подробного массива глубин на прилегающем шельфе и двухфазной модели генерации и распространения волн. Здесь впервые для Охотского моря использован метод восстановления исходного «дооползневого» рельефа дна с целью выделения тела оползня и последующего использования этих данных при моделировании инициации цунами. Полученные оценки являются новыми и достаточно убедительными.

Результаты, вынесенные в диссертационной работе, прошли апробацию на таких значительных конференциях как IUGG General Assembly и International Tsunami Symposium, а также ряде не менее важных отечественных мероприятий, необходимый уровень журнальных публикаций диссертантом Ивановой А.А. также успешно достигнут, что определяет их **достоверность**.

Автореферат полностью отражает наиболее важное содержание работы, представленной диссертантом. Все основные результаты диссертационной

работы представлены в статьях автора, опубликованных в журналах перечня ВАК.

В ходе ознакомления с Работой возникли следующие **замечания и вопросы:**

1. Со стр. 28 дважды упоминается задача Коши-Пуассона, которая применяется для описания потенциального *трехмерного* течения с начальными условиями на свободной границе, но автор везде говорит о теории мелкой воды, которая описывает *двухмерные* поля течений.
2. Далее там же предложение со слов «Полученные выражения...» представляется неконкретным и лишним.
3. Пункт 1.5 выглядит несколько несостоятельным, и вполне мог влиться в общий текст обзора по моделям цунами.
4. Упоминание сторонних программных комплексов следовало бы также отнести в обзорную часть по моделированию цунами, а основные уравнения, численные схемы и реализацию используемого программного кода сконцентрировать в главе посвященной моделированию.
5. На рис. 1.8. говорится, что поток усреднён за 1 час, но распространение цунами от источника Тохоку цунами до берегов Чили длится значительно дольше, как тогда интерпретировать энергетическую картину на рисунке?
6. На стр. 40 «...усовершенствованного алгоритма гридинга...» что за алгоритм имеется в виду?
7. Каким образом была осуществлена склейка карт ГУНИО и GEBCO_2014?
8. Рис. 3.3 показывает сравнение модельных рядов. Проводились ли сравнения с натурными рядами, и если нет, то почему?
9. Применение безразмерного параметра основано на предположении, что профиль откоса линейный, но некоторые профили, показанные на рисунке 3.6, по всей видимости захватывают участок с нелинейным

изменением глубины. Как конкретно рассчитывались значения параметра B_T ?

10. Стр. 67 – «...амплитуда до 14 м» (!). Вызывает некоторое сомнение такая величина резонансных колебаний. Допустимо некоторое завышение высоты на расчетной стенке из-за особенностей численной модели, но обычно она не выше, чем максимальная амплитуда в источнике, к тому же из рисунка 3.10 видно, что усиление энергии происходит в широком диапазоне, и по сравнению с глубоководной записью резонансное усиление наблюдается скорее на периоде около 3 минуты. Возможно, из сравнения спектров в одной точке от *разных* цунами (2006-2007 гг.) можно лучше выделить структуру резонансных колебаний.
11. Стр. 89 – «...неоднородная направленность цунами обусловлена фокусировкой волнового поля при рассеянии на случайно неоднородном рельефе дна.», фокусировка и рассеяние – процессы, в некотором смысле противоположные, так что скорее фокусировка, причем начинается она по всей видимости на внешней границе шельфа.
12. Хотя в целом текст диссертации и несколько фрагментирован, работа написана весьма грамотным и чистым языком.

Высказанные замечания не умаляют значимости и состоятельности диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.28 – океанология (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Иванова Анастасия Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

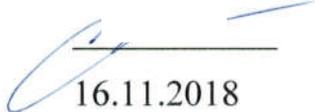
Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
заведующий лабораторией цунами

ФГБУН «Институт морской геологии и геофизики

Дальневосточного отделения Российской академии наук»

ЛОСКУТОВ Артём Владимирович


16.11.2018

Контактные данные:

тел.: +79621045145, e-mail: loskutov-imagg@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.29 - физика атмосферы и гидросферы

Адрес места работы:

693022, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б,

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН

Тел.: +7(4242)791-517; e-mail: nauka@imagg.ru

Подпись сотрудника А.В. Лоскутова

