

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Кайстренко Виктора Михайловича

«ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПОВТОРЯЕМОСТИ ЦУНАМИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЦУНАМИОПАСНОСТИ»,

представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и океана

Работа Виктора Михайловича Кайстренко целиком посвящена важнейшей проблеме - оценке цунамиопасности побережий, в частности, тихоокеанских берегов России, имеющей важное практическое значение. *Актуальность темы диссертации*, в которой обсуждаются новые подходы к оценке риска цунами, не вызывает сомнений, учитывая большое число катастрофических цунами в мире, в том числе и с 2000-х годов. Оценки, которые дает В.М. Кайстренко, вероятностные, основанные на исследовании функции повторяемости цунами, которая строится на основе исторических данных. Этот подход к оценке цунами риска использует новые принципы, чем предложенные в мире в 70-80 годы, и в нашей стране разработан впервые диссертантом. Таким образом, обеспечивается *новизна* диссертационного исследования и *комплексность*, необходимая для диссертации докторского уровня. Весомый вклад автора в разработку этой концепции полностью отражен в диссертации.

Представленная диссертация состоит из пяти глав, введения и заключения.

Первая глава - это в основном исторический обзор количественных методов оценки цунамиопасности, в частности, дается понятие функции повторяемости высот исторических цунами, приводятся первые схемы цунамирайонирования Пелиновского и Плинка (1980 год), говорится об использовании экстремальной статистики для оценки цунамиопасности. Описан метод цунамирайонирования, основанный на численном моделировании цунами от возможных сильнейших землетрясений в будущем и такие прогнозы даются, в сущности, на срок 1000 лет и более, исходя из прогноза землетрясений. Сейчас эти два метода противопоставляются друг другу. Однако, во-первых, прогноз землетрясений, к сожалению, пока не столь надежен на такой долгий срок, во-вторых, долгосрочные прогнозы на такой период не используются в строительстве, здесь стандартный срок оценки 100 лет, и в-третьих, цунами возникают не только вследствие землетрясений, но и вследствие оползней, извержений вулканов, не учитываемых при данном подходе. Думается, что, как всегда, истина где-то посередине.

Вторая глава диссертации, уже оригинальная, посвящена структуре функции повторяемости высот волн цунами. Здесь с использованием теории экстремальной статистики В.М. Кайстренко обоснован вид функции повторяемости высот цунами. Её параметры разделены как региональные и локальные. Показано, что для малых и умеренных амплитуд функция повторяемости имеет степенной вид, а для цунами с экстремальными амплитудами функция спадает быстрее степенной, что позволяет предположить экспоненциальный характер ее спада. В этой главе также дана связь между функцией повторяемости высот цунами (в точке для разных цунами в течение длительного периода) и вдольбереговым распределением высот цунами в виде интегрального уравнения. Предложен корректный метод получения оценок параметров аппроксимирующей экспоненты для больших амплитуд волн цунами с оценками погрешностей.

Третья глава диссертации посвящена исследованию палео-цунами на Курильских островах и Камчатке, а также Индонезии. Хочется отметить, что Виктор Михайлович лично принимал участие во многих полевых исследованиях палео-цунами. Анализ полученных данных позволил автору добавить расширить значительно временной диапазон предлагаемых функций повторяемости высот цунами, что сделано впервые.

Четвертая глава диссертации описывает особенности поведения цунами около берега. Многие численные расчеты волн цунами ведутся до зоны возможного осушения, то есть до глубины примерно 5-10 м, так что расчет заплесков в береговой зоне должен производиться на следующем этапе. В численных моделях это обычно означает сшивку с более подробной сеткой и разработку программного обеспечения, позволяющего осуществлять расчет движения воды по сухому берегу. Подобные расчеты требуют больших ресурсов и времени, поэтому часто необходимы экспресс - оценки заплеска на берегу. В этой главе представлена развиваемая автором аналитическая одномерная теория наката волн цунами на берег и сделано "продолжение" волнового поля до берега. Применимость предложенного метода иллюстрируется для двух реальных событий, что позволило существенно улучшить соответствие между расчетными и наблюдаемыми высотами волн на берегу. Показано, что трансформация нелинейного поля длинной волны в окрестности уреза характеризуется единственным безразмерным параметром B_r , и дан критерий "необрушенности" волны $B_r < 1$. Для необрушенных волн цунами получены аналитические выражения заплесков и скоростей в зоне уреза.

В пятой главе представлены основные **прикладные результаты** работы Виктора Михайловича Кайстренко, а именно конкретные оценки основных определяющих

параметров функции повторяемости высот для Курильской гряды и Камчатки. На базе вероятностной модели построены **карты цунамирайонирования** этих побережий с периодом повторяемости 50 и 100 лет, а также карты для Сахалина и Приморья, Республики Корея и западного побережья Японии.

В диссертации много математических выкладок, сделанных на высоком профессиональном уровне, широко используется аппарат математической статистики и теории вероятностей, преобразование годографа и методы теории нелинейных волн. Диссертационная работа является "коллекцией" достижений В.М. Кайстренко в течение долгого периода его работы. Он лично принимал участие во многих экспедициях по цунамирайонированию и обследованию последствий исторических цунами на дальневосточном побережье России, в Корею и в Индонезии. При прочтении диссертации просто испытываешь удовольствие от глубины и законченности исследований. С моей точки зрения его докторская диссертация - это полностью завершённый труд, достойный издания, как книги по методу оценки цунами риска. Я очень рекомендую Виктору Михайловичу Кайстренко написать такую книгу, работа здесь, на самом деле, минимальна. Его диссертация написана правильным русским языком, практически без наукообразного жаргона и практически без ошибок, с минимальным числом опечаток. Она легко читается, и это сейчас действительно дорогого стоит. Из данного мною обсуждения результатов каждой главы вытекает **обоснованность и достоверность** защищаемых положений результатов. Теоретические подходы экстремальной статистики подтверждены наблюдаемыми данными исторических событий. Предложенная методика "включения" формул одномерной теории наката в численные двумерные модели мелкой воды подтверждена сопоставлением данных расчетов наблюдаемым значениям. Впервые создана вероятностная схема цунами районирования нашего Дальнего Востока, что является важнейшим практическим результатом.

Замечания к работе, конечно, есть, но их немного, и они никак не умаляют достоинства работы.

1. Выводы по главам приведены только ко второй и пятой главам. На мой взгляд, выводы тогда следует делать к каждой главе, и даже к первой, обзорной, где, может быть, следовало более детально обсудить соотношение двух приведенных методов цунамирайонирования.
2. Стр. 39. Приводятся рисунки, взятые из работы [Гусяков и др., 2015], но в подписи к Рис. 1.23 не указано, что это распределение, наверное, также для охотоморского

побережья, как и два последующих рисунка, и ни на одном из Рис. 1.23 - 1.25 нет никаких обозначений по осям.

3. Стр.53. "*Поток цунами* можно рассматривать как приближенно Пуассоновский,". Имеется ввиду поток случайных величин высот цунами?
4. Стр. 61. "Таким образом, реальный размер региона, в котором можно считать постоянной асимптотическую частоту больших цунами, измеряется сотнями километров". Очевидно, что Буревестник и Курильск на острове Итуруп гораздо ближе друг к другу, чем 2 0 км, но моря разные. Поэтому и функции повторяемости совершенно разные (см. рис. 2.9). Наверное, надо уточнить, что рассматривается не просто регион Южных Курильских островов, а регион Тихоокеанского побережья Южных Курильских островов?
5. Стр.129. Уравнение (4.18). Чтобы это было уравнением, надо приведенное выражение приравнять к нулю.
6. Стр. 5. Стилистическое замечание. "Все Дальневосточное побережье России, как Тихоокеанское, так и *берега* окраинных морей..." На мой взгляд, слово "берега" здесь лишнее. Но это, собственно, вкусовая правка.

Подведем итоги. В диссертации Виктора Михайловича Кайстренко решена крупная и важная задача цунами районирования Тихоокеанского побережья России, основанная на теоретическом представлении функций повторяемости и анализе наблюдаемых данных. Такое цунами районирование, учитывающее время прогноза, сделано впервые, обеспечивая новизну исследования. Автореферат правильно отражает результаты диссертации. Все основные результаты опубликованы в реферируемых и престижных журналах. Выделю такие журналы, как Pure and Applied Geophysics, Natural Hazards and Earth System Science, J. Coastal Research, имеющие большой импакт-фактор в международных системах Web of Science и Scopus. Из отечественных журналов упомянем Доклады РАН, Океанология, Метеорология и гидрология, которые переводятся на английский язык.

Считаю диссертацию *Виктора Михайловича Кайстренко* «**ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПОВТОРЯЕМОСТИ ЦУНАМИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЦУНАМИОПАСНОСТИ**», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, работой высокого уровня, отвечает всем требованиям и критериям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям («Положение о порядке присуждения ученых степеней») (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»

(Постановление Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335)), и ее автор, безусловно, достоин ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Официальный оппонент:

Татьяна Георгиевна Талипова,
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»

Адрес: Нижний Новгород 603950 ГСП-120, ул. Ульянова 46.

Тел: 831-4164839

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

8 сентября 2016 года

Подпись Татьяны Георгиевны Талиповой заверяю

Ученый секретарь ФГБНУ Федерального научного центра
«Институт прикладной физики РАН»,
кандидат физико-математических наук



Игорь Валерьевич Корюкин

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»

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

<http://www.ipfran.ru>