

**Российская академия наук
Сибирское отделение**

Регистрационный номер 01201260206

**Геодинамическое, гидродинамическое и
вычислительное моделирование в задачах
оценки цунами-риска для побережья России**

*Промежуточный информационный отчет за 2013 г.
по Междисциплинарному интеграционному проекту №117
фундаментальных исследований на стыке наук*

Координатор проекта:

д.ф.-м.н. _____ В.К. Гусяков

Ученый секретарь проекта

к.ф.-м.н. _____ С.А. Бейзель

Институты – исполнители:

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

Институт вычислительных технологий СО РАН

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

**Новосибирск
2013**

Заявленные на 2013 год цели проекта включали в себя:

- Анализ геодинамических условий возникновения очагов мега-землетрясений, в том числе особенностей строения литосферы и характера субдукционного процесса в этих зонах. Анализ аномалий параметров сейсмического режима в районах подготовки мега-землетрясений.
- Определение районов тихоокеанского сейсмического пояса, возникновение мега-землетрясений в которых наиболее опасно для Дальневосточного побережья РФ.
- Создание новых версий расчетных и вспомогательных программ, предназначенных как для последовательных, так и для параллельных вычислений и интерпретации результатов. Проведение тестовых расчетов в рамках новых гиперболических моделей динамики волн цунами, учитывающих эффекты турбулентности и дисперсии.
- Выполнение серии сценарных расчетов генерации и распространения цунами на конкретных участках акватории Дальневосточного региона РФ, по результатам которых будут получены оценки ожидаемых высот волн цунами вдоль побережья от землетрясений различной магнитуды. Сопоставление расчетных высот с данными наблюдений исторических цунами.

Основные результаты, полученные в 2013 году.

Блок геодинамического анализа и моделирования (ИВМиМГ СО РАН, ИНГГ СО РАН).

Выявлены закономерности в изменениях сейсмического режима и структурные особенности сейсмогенной среды в областях подготовки ряда сильнейших землетрясений последнего десятилетия: изучен эффект стабилизации в выделении сейсмической энергии в районе очагов будущих сильнейших землетрясений, а также обнаружено наличие относительно жесткой структуры в земной коре вблизи очага мегаземлетрясения Тохоку. Область будущего очага отмечается также аномалиями параметра концентрации сейсмогенных разрывов.

Изучены особенности механизмов очагов цунамигенных землетрясений дальневосточных окраин России за последние 40 лет. Параметры абсолютного большинства цунамигенных событий, зарегистрированных современной сетью

мареографов, весьма схожи и имеют взбросовый тип очага. При этом их гипоцентры приурочены в основном к зоне Беньофа и расположены в 50-150 км от глубоководного желоба.

Эффект стабилизации выделения сейсмической энергии, выявленный исполнителями *впервые* при изучении аномалий сейсмического режима перед Алтайским землетрясением 2003 г., характеризуется стабильным, равномерным во времени выделением сейсмической энергии в районе очага будущего землетрясения, при этом уровень выделяемой в этот период энергии не превышает, как правило, $10^{-3} - 10^{-4}$ от энергии будущего сильного землетрясения. Параметр стабильности рассчитывается как среднеквадратическое отклонение отдельного значения в серии из нескольких ежегодных значений энергии.

При выполнении заданий проекта также выявлено, что вблизи от района будущего очага землетрясения Тохоку и от зоны стабильного выделения энергии располагается структура с более высокими прочностными параметрами, характеризующаяся также аномалией повышенных значений продольных сейсмических волн. Физическое объяснение этого явления – соседства области с прочной консолидированной средой и участка разупрочнения со стабильным выделением сейсмической энергии – дается в предложенной исполнителями модели с зоной деформационной тени. На рисунке (Рис. 1) приведен пример выделения областей со стабильным выделением энергии перед Суматра-Андаманским мегаземлетрясением, 2004 г., $M_w = 9.2$.

Другим важным параметром состояния среды является степень ее «поврежденности», которая может выражаться через концентрационный критерий ($K_{ср}$), учитывающий плотность сейсмогенных разрывов в объеме среды. Его поведение перед землетрясением Тохоку, до фазы активизации этого района, начавшейся в 2004 г., позволяет увидеть процесс концентрации дислокационных разрывов около о. Хонсю (Рис. 2).

Области всех мегаземлетрясений и других сильнейших землетрясений последнего десятилетия относятся к зонам субдукции со схожими по кинематическим параметрам типами этих зон: Зондский, Японский и Андский типы. Все эти зоны характеризуются достаточно пологими углами наклона

верхней части зоны Беньофа – от 15 до 25 градусов и достаточно высокой скоростью поддвига океанической плиты – от 6 до 9 см/год.

В ходе выполнения проекта изучены особенности механизмов очагов цунамигенных землетрясений, произошедших за последние 40 лет вблизи дальневосточных территориальных границ России. Рассматривались только те события, цунами от которых зарегистрированы существующей сетью мареографов. Показано, что параметры механизмов очагов *абсолютного большинства* цунамигенных событий, гипоцентры которых расположены вблизи глубоководного желоба, весьма схожи (Рис. 3, Рис. 4). Например, углы наклона оси сжатия находятся в пределах 13 – 38 градусов, а оси растяжения – в пределах 52 – 77 градусов. По типу механизмов очагов – это *взбросы*. Степень однотипности очагов зависит от их пространственного положения. Большинство рассмотренных цунамигенных событий произошло на расстоянии 50 – 150 км от глубоководного желоба (15 событий).

События, отличающиеся по типу механизма или наклонам осей напряжений, происходили на океанической плите – с юго-востока от желоба (2 события, в том числе одно со *сбросовым* механизмом очага в январе 2007 года, $M_w = 7.2$, произошедшее вскоре после Симуширского землетрясения 15.11.2006, $M_w = 8.1$). Другие события с механизмами очага, отличными от типичного, происходили в пределах окраинных морей и их островов, а также на окончании зон субдукции.

Блок гидродинамического моделирования (ИВТ СО РАН, ИГиЛ СО РАН).

Построено новое приближенное аналитическое решение задачи о неустановившемся движении препятствия под свободной поверхностью. Эта начально-краевая задача для гидродинамических уравнений Эйлера является модельной постановкой при изучении процессов генерации волн типа цунами, возникающих в результате подводных землетрясений, подвижек дна, схода лавин (“поршневая” модель). Препятствие моделировалось тонкой горизонтальной пластиной, стартующей с вертикальным ускорением из состояния покоя. Решение описывает начальную фазу волнового движения, на которой формируется присоединенная инерционная масса жидкости и образуется система расходящихся поверхностных волн (Рис. 5, Рис. 6). При

построении решения использовался оригинальный асимптотический метод, ранее развитый исполнителями и апробированный в случае препятствия, имеющего форму кругового или эллиптического цилиндра.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования эволюции длинных волн большой амплитуды, распространяющихся в двухслойной жидкости над склоном. Предложена математическая модель, описывающая генерацию, взаимодействие и затухание уединенных волн второй моды в промежуточном слое перемешанной жидкости между основными слоями. Построено точное решение, описывающее форму уединенной волны, симметричной относительно невозмущенной поверхности раздела внешних слоев. Сравнение с результатами лабораторных экспериментов показало, что учет в математической модели трения позволяет адекватным образом описать фазовые и амплитудные характеристики волн.

Для описания эволюции профиля волн конечной амплитуды над склоном предложена негидростатическая модель трехслойной мелкой воды с дисперсией типа уравнений Грина–Нагди, которая является гиперболической для умеренного сдвига скорости в однородных слоях. Для численных расчетов распространения волн над неровным дном в рамках этой модели использовался подход, являющийся вариантом схемы С.К. Годунова. Получаемая численная схема имеет первый порядок, но тем не менее с достаточной точностью воспроизводит особенности эволюции внутренних волн конечной амплитуды, полученные экспериментально.

Получены две приближенные НЛД-модели (слабо дисперсионная, т.е. для малых амплитуд, и слабо дисперсионная при дополнительном предположении о слабой деформации дна), *обладающие законом сохранения* (изменения) энергии. Для этих моделей разработаны численные алгоритмы, основанные на аппроксимации системы нелинейно-дисперсионных уравнений, предварительно расщепленной на эллиптическое уравнение для дисперсионной составляющей давления и систему уравнений гиперболического типа, аналогичную системе уравнений мелкой воды первого приближения. Проверка алгоритмов выполнена на задаче наката на берег поверхностных волн, вызванных сходом подводного оползня.

Предложен *новый метод вывода нелинейно-дисперсионных уравнений гидродинамики на вращающейся притягивающей сфере*, который не использует предположение о потенциальности исходного трехмерного течения. Получены новые слабо дисперсионные нелинейные модели типа Буссинеска на сфере для течений над неровным подвижным дном или медленно меняющимся дном, при этом структура уравнений полной НЛД-модели полностью сохраняется в приближенных НЛД-моделях, что позволяет применить в дальнейшем единый для всех моделей подход к построению численных алгоритмов.

Для каждой из выведенных НЛД-моделей на сфере получено выражение для полной энергии, вытекающее из вида полной энергии уравнений Эйлера при учете условий вывода моделей. Выписаны уравнения баланса полной энергии, являющиеся следствием полученных НЛД-уравнений и имеющие важное значение для верификации разрабатываемых численных алгоритмов.

Обеспечена согласованность уравнений баланса энергии приближенных и исходной гидродинамических моделей, выражающаяся в том, что каждое из выведенных уравнений баланса энергии получается из закона сохранения энергии уравнений Эйлера при том же порядке его аппроксимации, при которой соответствующая приближенная модель аппроксимирует модель трехмерных течений.

Исследован вопрос о выполнении принципа относительности Галилея для основных законов сохранения теории мелкой воды. Показано, что на разрывных решениях интегральные законы сохранения массы и локального импульса являются безусловно инвариантными, а полного импульса – условно инвариантным относительно преобразования Галилея. В то же время интегральный закон сохранения полной энергии на разрывных решениях становится безусловно неинвариантным относительно этого преобразования, что приводит к зависимости соответствующего ему условия Гюгонио от скорости движения инерциальной системы отсчета. Показано, что указанный недостаток классической теории мелкой воды отсутствует в модели вихревой мелкой воды, предложенной В.М. Тешуковым.

Блок вычислительного эксперимента (ИВМиМГ СО РАН, ИВТ СО РАН, ИГиЛ СО РАН).

В отчетный период разработана и испытана комбинированная локально одномерная методика решения задач наката длинных поверхностных волн на берег, состоящая в том, что распространение волны от источника начального возмущения к берегу рассчитывается по плановой модели мелкой воды с учетом пространственного характера распределения батиметрии, при этом вблизи берега на некоторой заданной глубине устанавливается вертикальная стенка, отражающая набегающие волны. Во время расчета ведется непрерывная запись параметров волн на заданном удалении от этой стенки (например, на 100-метровой изобате). Эти данные задаются в качестве краевых условий для одномерных расчетов вдоль многочисленных сечений, проведенных от 100-метровой изобаты в сторону берега.

Эти одномерные расчеты выполняются с использованием трех численных методов: сквозного счета, с выделением линии разрыва на основе классической модели мелкой воды и конечно-разностного метода, основанного на *модифицированной* модели мелкой воды.

Для моделирования наката волн цунами на берег в реальных акваториях реализована методика двумерного расчета наката на участки «защищаемого» побережья волн цунами, возникших в результате гипотетических цунамигенных землетрясений, с помощью алгоритма схемы крупных частиц.

Выполнены верификация и валидация соответствующего программного обеспечения на известных модельных задачах для одномерного (накат уединенной волны на пологий откос, соединяющийся с участком постоянной глубины) и двумерного (обтекание уединенной волной конического острова) случаях. Результаты проведенных вычислительных экспериментов (Рис. 7, Рис. 8) хорошо согласуются с аналитическими решениями, экспериментальными данными, результатами расчетов другими численными алгоритмами, в том числе (в одномерном случае) имеющимися в арсенале исполнителей проекта из разных институтов.

В ходе вычислительных экспериментов воспроизводились сценарии взаимодействия с защищаемыми участками Дальневосточного побережья РФ

(побережье Охотского моря (Хабаровская обл., Магаданская обл., западное побережье Камчатки, побережье Сахалина)) гипотетических волн цунами, порождаемых модельными землетрясениями с магнитудами (M_w) 7.8, 8.4 и 9.0, очаги которых располагались вдоль Курильских островов и основывались на известной модели пространственного дислокационного источника. Процесс распространения волн рассчитывался с использованием классических нелинейных уравнений мелкой воды, записанных в сферической системе координат, на сетке с шагом 1 угловая минута. Основным материалом для анализа являлись диаграммы свечения, показывающие направленность излучения энергии цунами модельными сейсмическими источниками и ее дальнейшую эволюцию при распространении в акватории Охотского моря.

Анализ полученных результатов показывает, что в случае землетрясений с магнитудой M_w до 7.8, опасных высот волн в этой акватории и вдоль охотоморского побережья не наблюдается. Однако с ростом магнитуды очага степень проникновения цунами в Охотское море возрастает. Усиливается также захват волновой энергии шельфами Сахалина, Камчатки и побережья в районе Магадана и Охотска. Так, для рассмотренных источников магнитуды $M_w = 8.4$ высоты волн вдоль побережья составляют уже 2–3 м, а для $M_w = 9.0$ на отдельных участках побережья достигают 8–10 м (Рис. 9).

На основе анализа полученных диаграмм свечения можно выделить три основных направления потока энергии – к острову Сахалин (его южному, восточному и северному побережьям), к материковому побережью Охотского моря и к центральной части западного побережья полуострова Камчатка. При этом на континентальном побережье Охотского моря явно выделяются две «цунамиопасные» зоны, первая из которых включает защищаемые пункты Охотск и Иня, а вторая – Магадан и окрестности пунктов Балаганное и Тауйск.

Характер распространения энергии волн от «ближних» цунами в акватории Охотского моря, очевидно, определяется процессом прохода волн через Курильские проливы, а значит, – расположением эпицентров цунамигенных землетрясений относительно этих проливов.

Моделирование трансформации удаленных относительно Дальневосточного побережья РФ цунами проводилось в расчетной

«тихоокеанской» акватории, ограниченной с запада 100° В.Д., с востока 60° З.Д., с юга 60° Ю.Ш. и с севера 65° С.Ш. (Рис. 10). Соответствующий массив цифровой батиметрической информации был получен прореживанием одноминутной батиметрии «GEBCO-2009» на регулярную сетку с шагом 2 угловые минуты. Физическое время распространения волны составляло 48 часов.

Важной характеристикой, позволяющей наглядно сравнивать различные цунамигенные зоны по степени их опасности для защищаемого побережья в целом, является так называемая интегральная энергетическая характеристика воздействия волн цунами на выбранные точки побережья. Она определяется по формуле

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2},$$

где N – число «контрольных» расчетных точек, A_i – размах максимальных колебаний (сумма абсолютных величин максимальных и минимальных значений уровня за все время колебаний, порожденных модельным очагом в i -ой «контрольной» точке). На рисунке (Рис. 11) показано распределение такой характеристики по всем 693 виртуальным мареографам ($N = 693$), распределенным вдоль защищаемого побережья, рассчитанное от модельных источников с магнитудой $M_w = 9.0$ на сетке с пространственным шагом 2 угловые минуты.

График, отрисованный на этом рисунке, убедительно показывает, что наиболее опасными для Дальневосточного побережья России являются волны, порожденные в районах Южной Америки и Папуа Новой Гвинеи и способные проявляться у этого побережья высотами до 2-3 метров. Все другие цунамигенные зоны, в силу их географического расположения и отсутствия выраженных волноводов (подводных хребтов) вдоль трасс распространения цунами, не являются опасными даже при предельно возможной магнитуде подводных субдукционных землетрясений.

Уточненный план работы на этап 2014 года

Обобщение полученных результатов. Выявление закономерностей и особенностей в процессах подготовки мега-землетрясений, а также новых критериев их долго- и среднесрочного прогноза.

Проведение разномасштабных вычислительных экспериментов с использованием усовершенствованных, в том числе и нелинейно-дисперсионных математических моделей, алгоритмов и программ.

Комплексный анализ результатов и их интерпретация для составления обзорной карты расчетных высот волн цунами на Дальневосточном побережье России. Получение оценок ожидаемых высот волн на Дальневосточном побережье РФ от очагов в удаленных цунамигенных зонах, на основании которых будут определены пороговые магнитуды для объявления тревоги цунами в случае удаленных событий.

Продолжение аналитического исследования математической модели генерации нестационарных волн импульсивным движением погруженного локализованного препятствия (“поршневая” модель генерации волн цунами). Основное внимание будет уделено анализу роли нелинейности в механизме взаимодействия движущегося препятствия со свободной поверхностью.

Проведение численного и аналитического исследования динамики фронта плотностного течения (на основе математической модели двухслойного течения над склоном с учетом эффектов дисперсии и перемешивания) применительно к проблеме распространения подводных лавин.

Рисунки

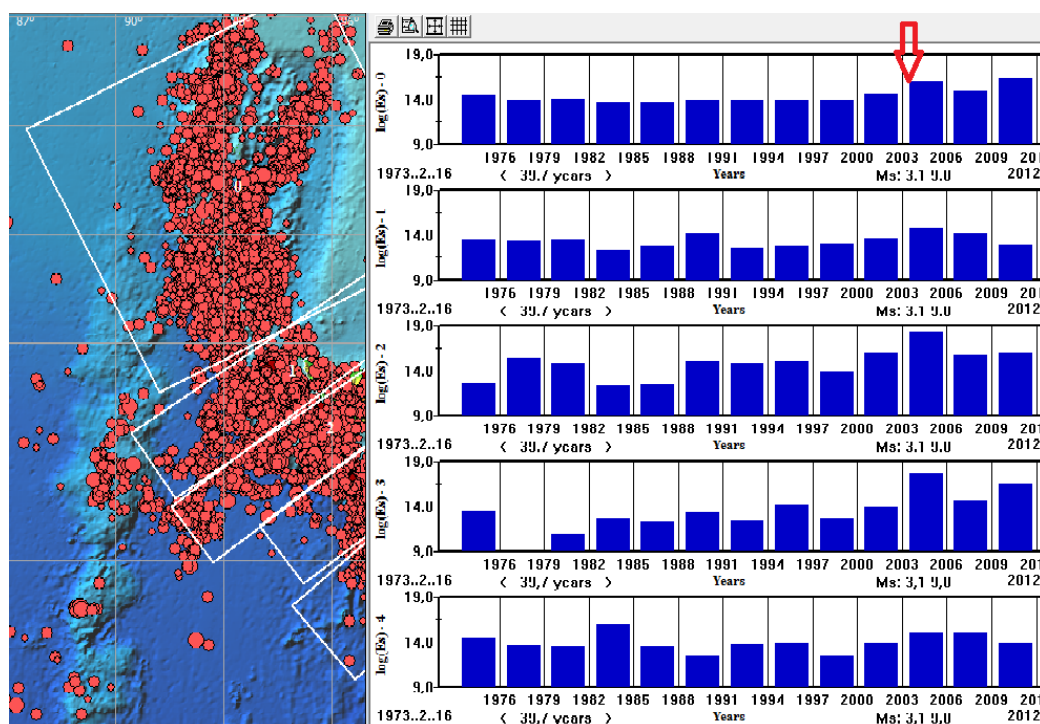


Рис. 1. Пример выделения зоны стабильного выделения сейсмической энергии перед Суматра-Андаманским землетрясением 2004 г., $M_W = 9.2$ (красная стрелка).

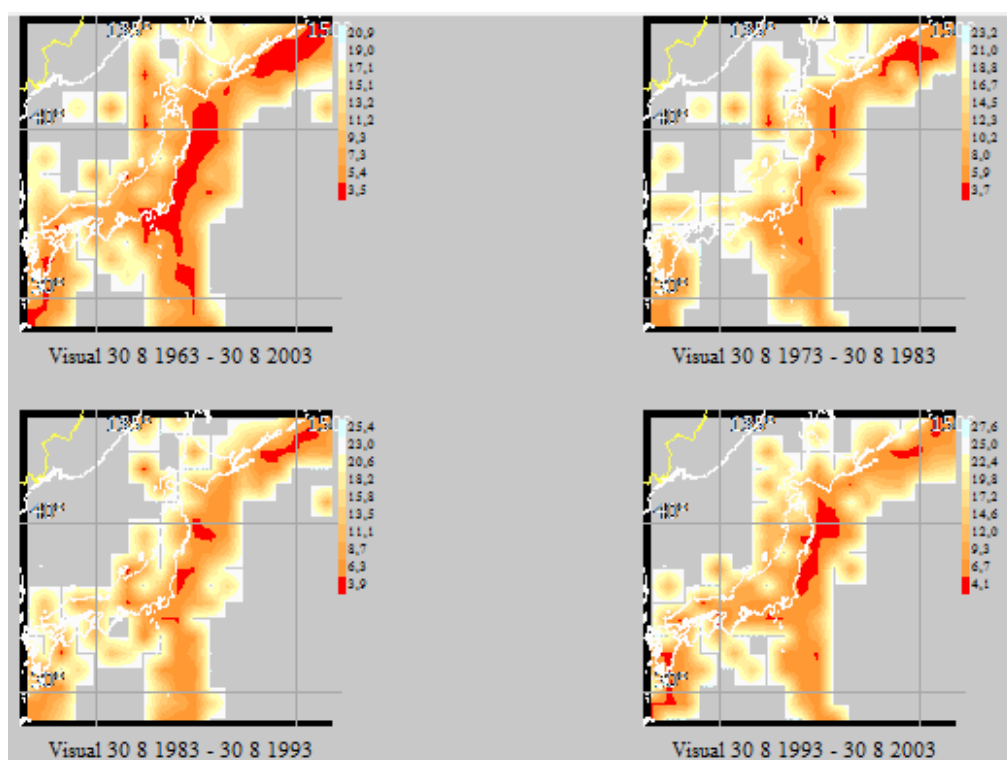


Рис. 2. Развитие во времени аномалий плотности сейсмогенных разрывов (концентрационный критерий) в районе Японии за различные периоды времени: вверху слева – с 1963 по 2003 гг., вверху справа – с 1973 по 1983 гг., внизу слева – с 1983 по 1993 гг. и внизу справа – с 1993 по 2003 гг. На последнем этапе наблюдается концентрация аномалии около о. Хонсю.

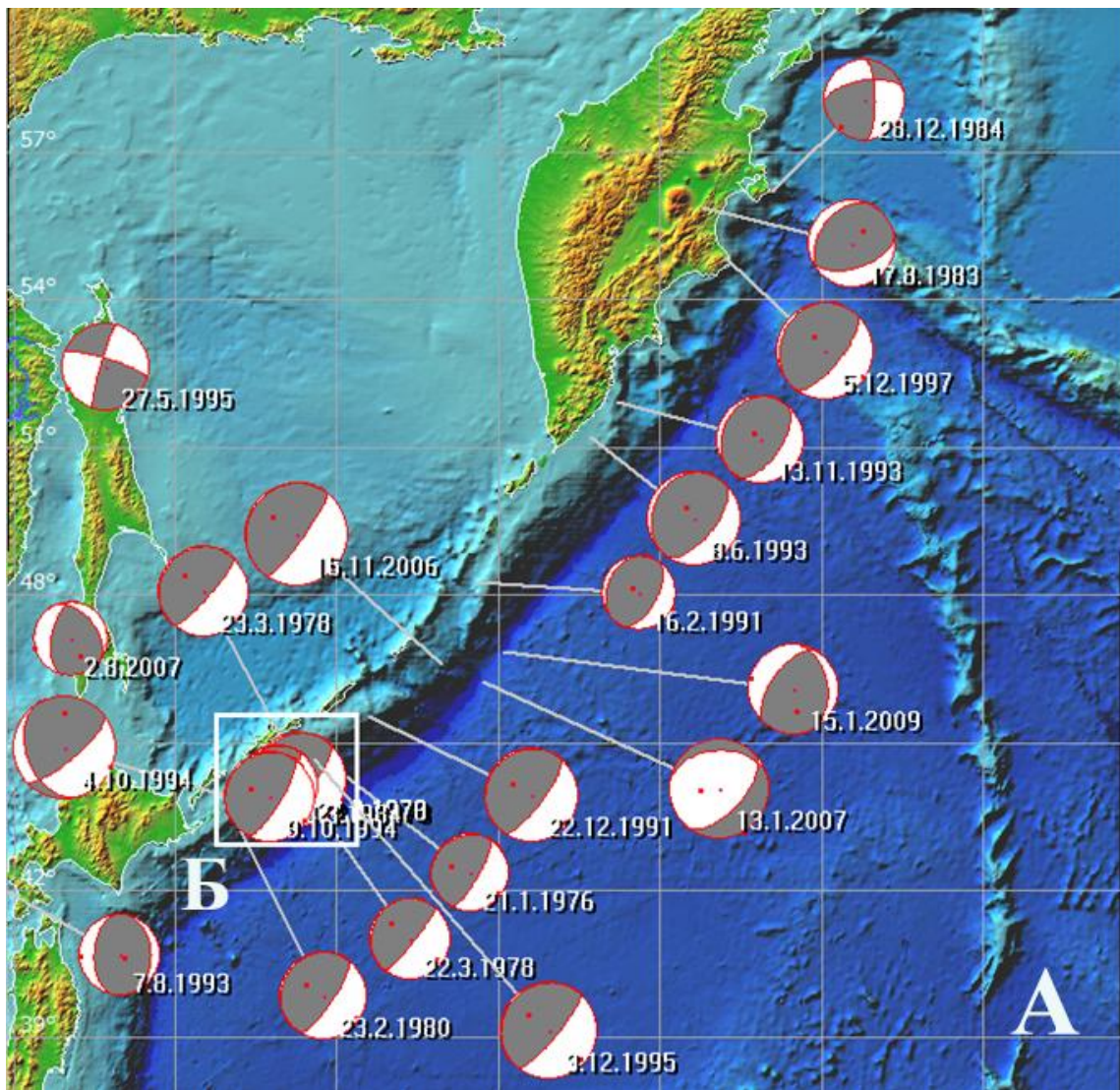
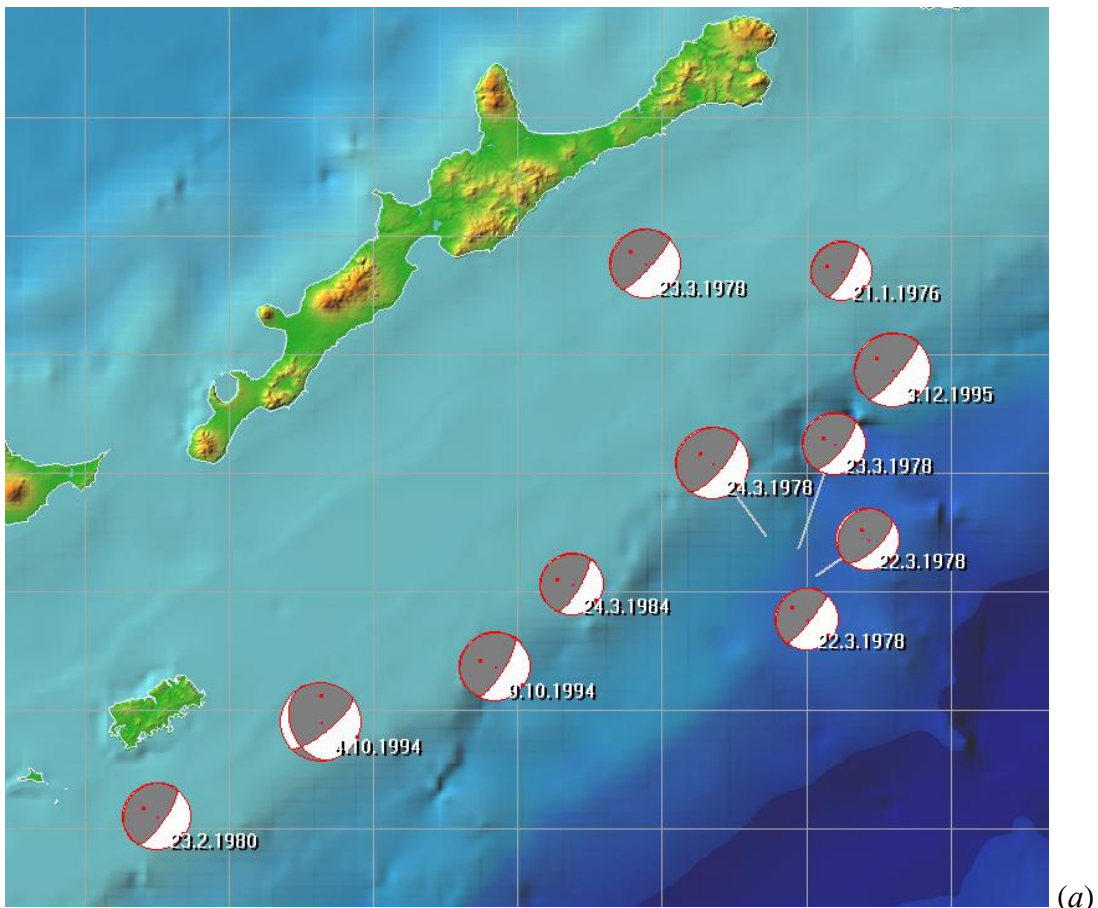
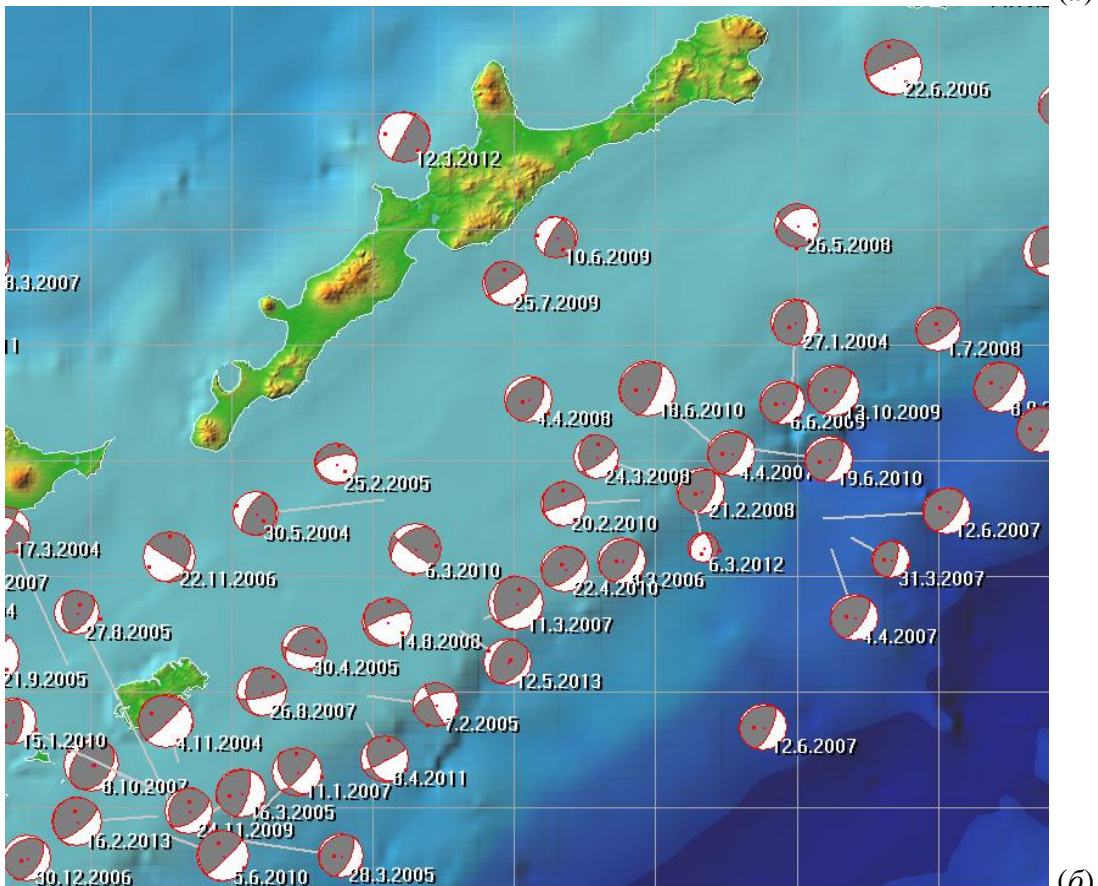


Рис. 3. Механизмы цунамигенных событий Курило-Камчатского региона.
 Прямоугольная область Б в районе острова Кунашир представлена на Рис. 4.



(а)



(б)

Рис. 4. Механизмы землетрясений в районе острова Кунашир (зона Б): (а) – цунамигенных событий; (б) – всех.

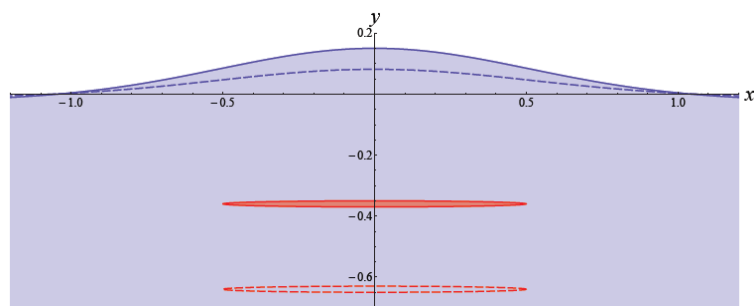


Рис. 5. Механизм генерации волн за счет предварительного образования начального возвышения свободной поверхности при быстром подъеме препятствия.

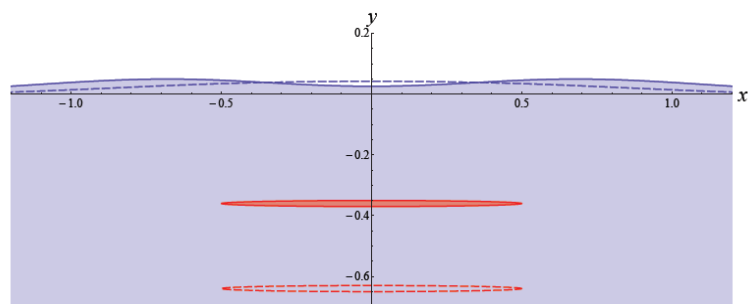


Рис. 6. Система поверхностных волн, успевающая сформироваться при медленном разгоне препятствия.

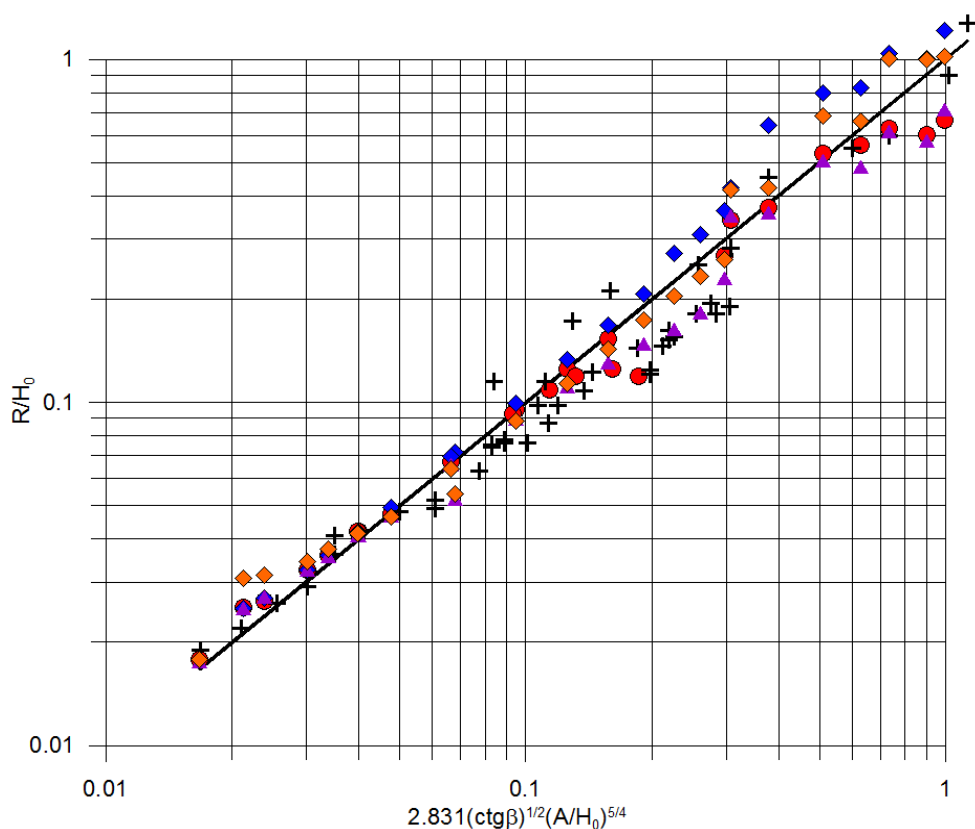


Рис. 7. Задача наката уединенной волны на плоский откос. Значения максимальных заплесков, полученные по аналитической формуле (сплошная линия), в лабораторных экспериментах (+) и с помощью численных методов сквозного счета (◆), адаптивных сеток (◆), крупных частиц (●) на основе классической модели мелкой воды и конечно-разностного метода, основанного на модифицированной модели мелкой воды (▲).

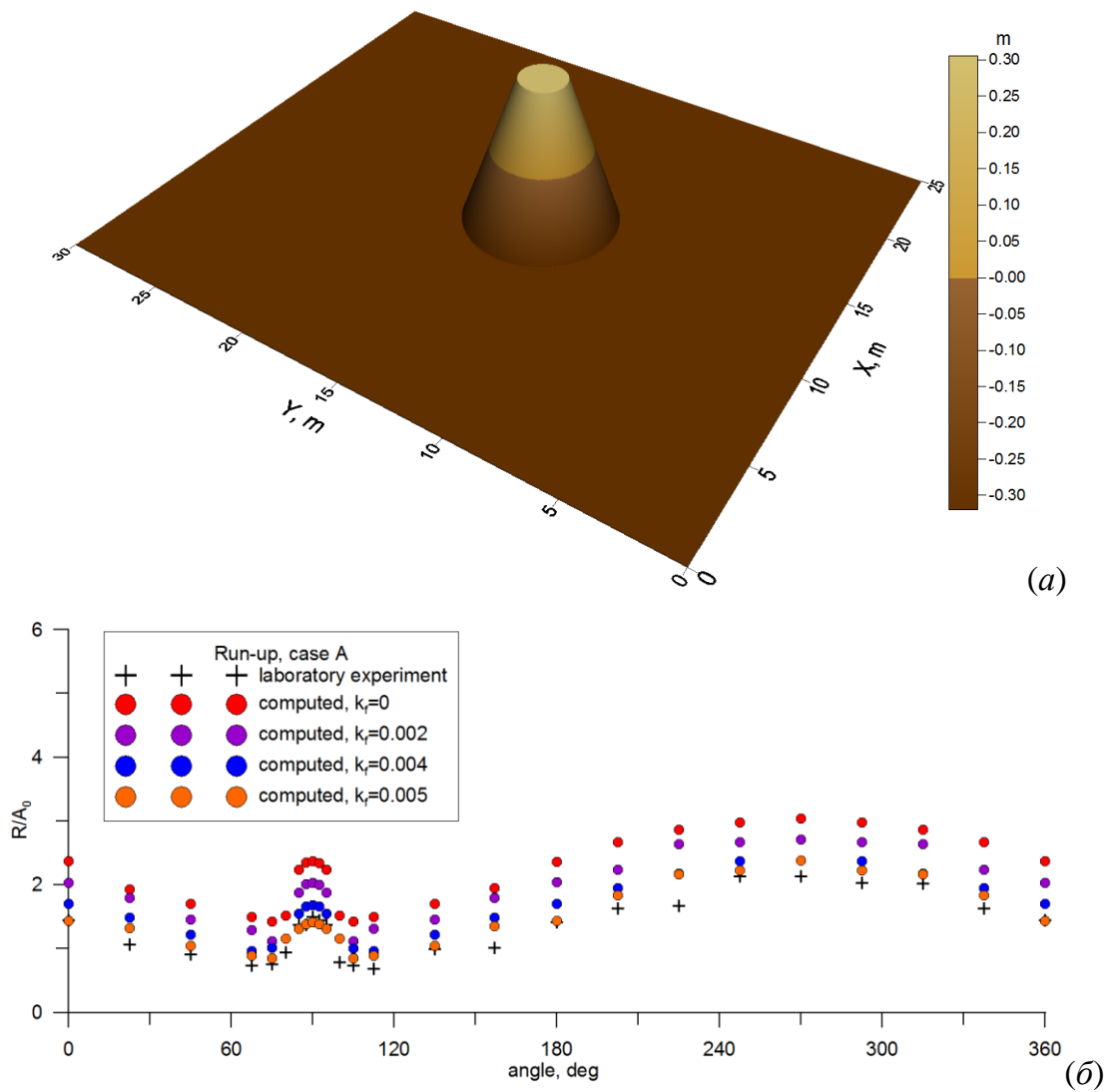


Рис. 8. Задача обтекания уединенной волно конического острова: (а) – рельеф дна модельного бассейна; (б) – распределение высот заплеска по периметру острова для эксперимента с начальной амплитудой волны 0.15м, полученных в лабораторном эксперименте (крестики) и рассчитанных с использованием метода крупных частиц для различных значений коэффициента шероховатости.

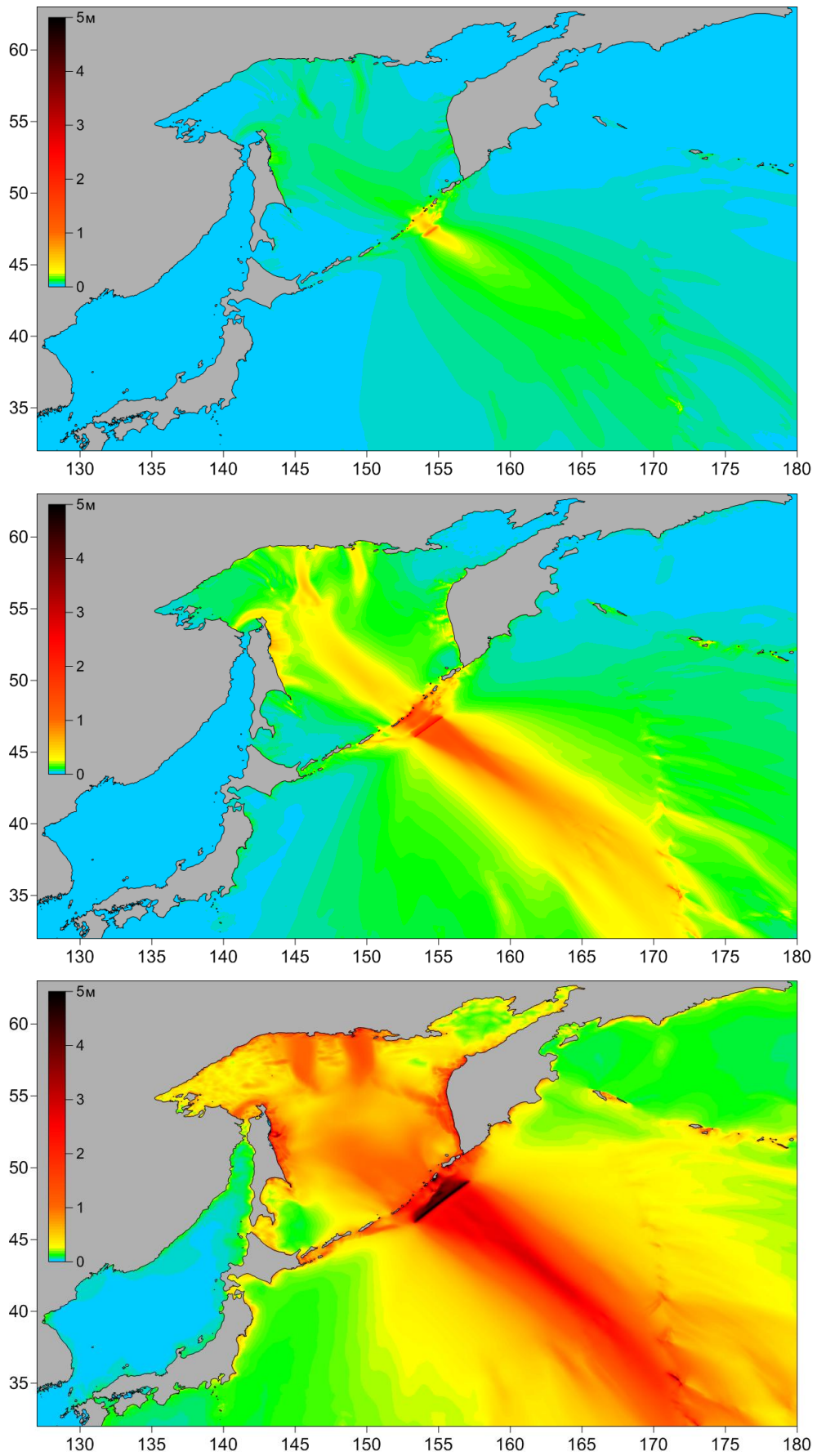


Рис. 9. Диаграммы свечения для модельных очагов с магнитудой $M_W = 7.8$ (вверху), $M_W = 8.4$ (в центре) и $M_W = 9.0$ (внизу), расположенных в районе пролива Круzensхтерна.

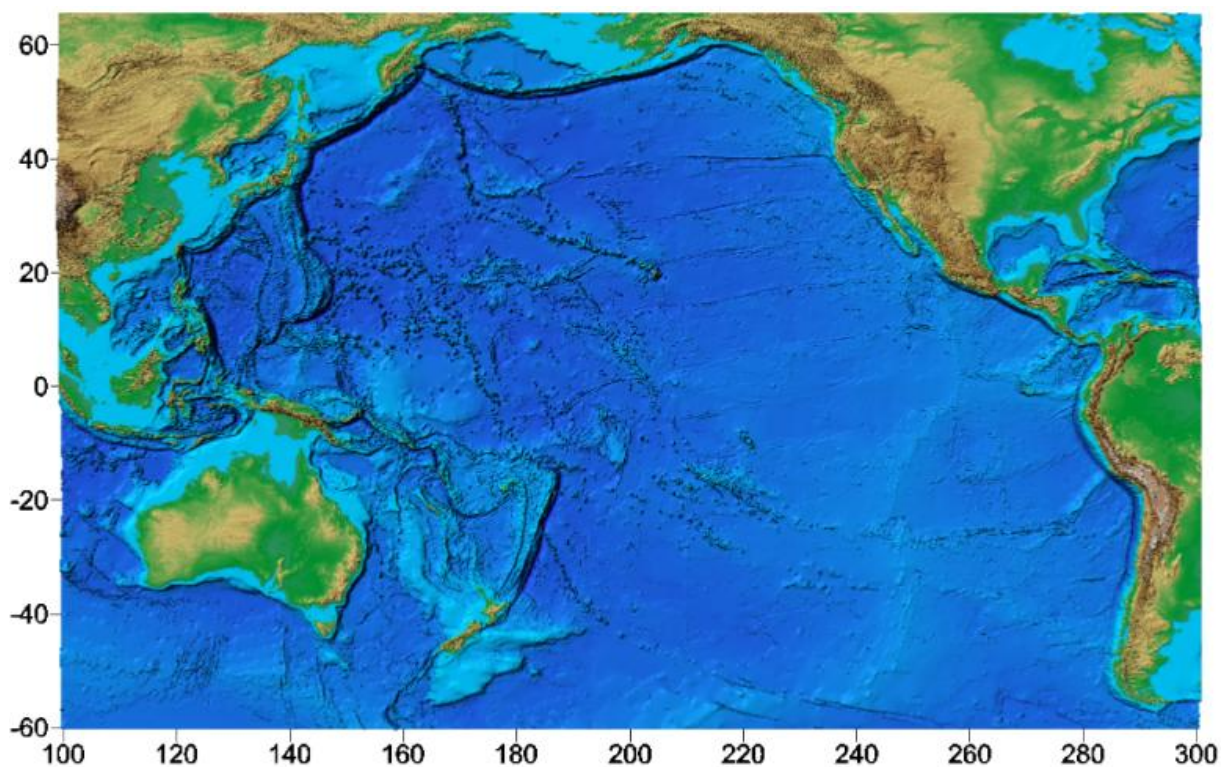


Рис. 10. Рельеф дна расчетной области, использованной для расчетов трансформации волн цунами, порожденных удаленными относительно Дальневосточного побережья РФ потенциально опасными очагами цунамигенных землетрясений.

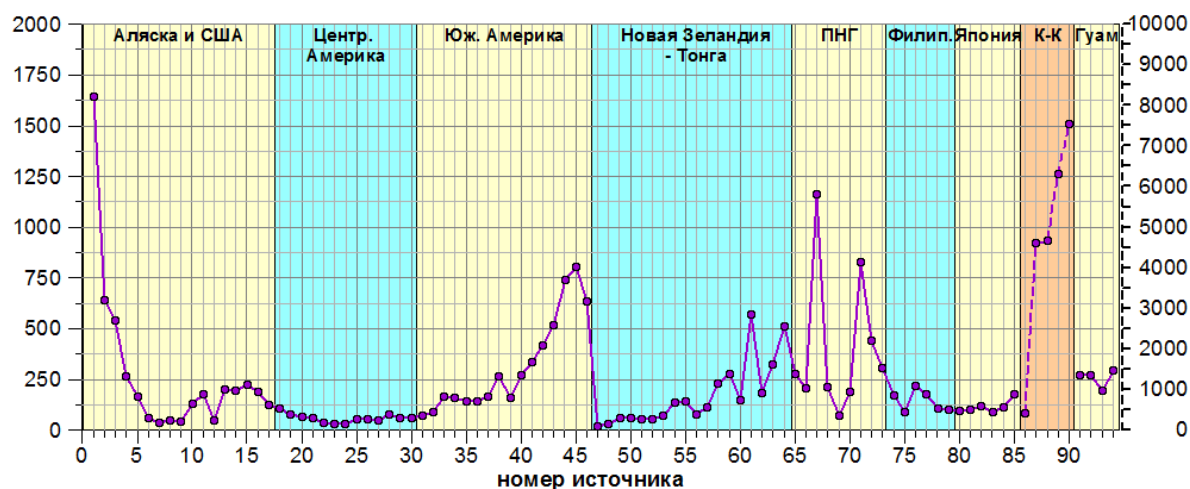


Рис. 11. Интегральная характеристика воздействия различных групп очагов цунамигенных землетрясений на защищаемый участок Дальневосточного побережья РФ, полученная с использованием двухминутной сетки. На горизонтальной оси отложен номер очага, на левой вертикальной – интегральная характеристика, на правой – эта же характеристика в другом масштабе для очагов Курило-Камчатской группы.

Публикации

Опубликованные в 2013 г.

1. Бейзель С.А., Гусяков В.К., Рычков А.Д., Чубаров Л.Б. Вычислительные технологии определения заплесков волн цунами на отдельные участки дальневосточного побережья России // «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». Труды Четвертой научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 29 сентября – 5 октября 2013 г. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 241-245.
2. Гаврилов Н.В., Ляпидевский В.Ю., Ляпидевская З.А. Влияние дисперсии на распространение внутренних волн в шельфовой зоне // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2013. Том 6, № 2. С. 25-34 (*совместная публикация ИГиЛ СО РАН и ИВМиМГ СО РАН*).
3. Гусев О.И., Шокина Н.Ю., Кутергин В.А., Хакимзянов Г.С. Моделирование поверхностных волн, генерируемых подводным оползнем в водохранилище // *Вычислительные технологии*. 2013. Т. 18, № 5. С. 74-90.
4. Гусяков В.К. Проблема мега-событий в оценке цунамиопасности побережья // *Геология морей и океанов*, Том V, Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии, Москва, ИО РАН, 18-22 ноября 2013 г. С. 71-75.
5. Гусяков В.К. Сильнейшие цунами Мирового океана и проблема цунами-районирования морских побережий // *Проблемы передачи информации*. 2013. №4. С. 36-46.
6. Дядьков П.Г. О модели подготовки землетрясения с зоной деформационной тени // *Физические основы разрушения горных пород: тезисы докладов IX Международной школы-семинара*, Иркутск, 2-6 сентября 2013 г. Иркутск : ИЗК СО РАН, 2013 г. стр. 35.
7. Ковыркина О.А., Остапенко В.В. О реальной точности разностных схем сквозного счета // *Матем. моделир.* 2013. Т. 25. № 9. С. 63-74.

8. Макаренко Н.И., Костиков В.К. Неустановившееся движение эллиптического цилиндра под свободной поверхностью // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54, № 3. С. 30-41.
9. Михеева А.В., Дядьков П.Г., Марчук Ан.Г. Геоинформационная система GIS-EEDB и методы пространственно-временного анализа сейсмологических данных // Геоинформатика. 2013 г. № 2. С. 58-65 (*совместная публикация ИНГГ СО РАН и ИВМиМГ СО РАН*).
10. Beisel S., Gusyakov V.K., Rychkov A.D., Chubarov L. Numerical simulation of tsunami runup on the coast near the Severo-Kurilsk town and Malokurailskaya Bay // Conference Information «Mathematical and informational technologies» MIT-2013, 05.09–09.09.2013, Vrnjacka Banja, Serbia, 10.09–14.09.2013, Budva, Montenegro. P. 68-69 (*совместная публикация ИВТ СО РАН и ИВМиМГ СО РАН*).
11. Shokin Y., Beisel S., Rychkov A.D., Khakimzyanov G.S., Chubarov L. The study of tsunami runup on the East coast of Japan by numerical simulation // Conference Information «Mathematical and informational technologies» MIT-2013, 05.09–09.09.2013, Vrnjacka Banja, Serbia, 10.09–14.09.2013, Budva, Montenegro. P. 132-133.

Сданные в печать

1. Бейзель С.А., Шокина Н.Ю., Хакимзянов Г.С., Чубаров Л.Б., Ковыркина О.А., Остапенко В.В. О некоторых численных алгоритмах для расчета наката волн цунами в рамках модели мелкой воды. I. // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 1 (*совместная публикация ИВТ СО РАН и ИГиЛ СО РАН; отправлена в печать*).
2. Остапенко В.В. Законы сохранения теории мелкой воды и принцип относительности Галилея // Сибирский журнал индустриальной математики (*отправлена в печать*).
3. Федотова З.И., Хакимзянов Г.С. Новый вывод нелинейно-дисперсионной модели на вращающейся сфере и законы сохранения // Прикладная механика и техническая физика. 2014. Т. 55.

4. Fedotova Z.I., Khakimzyanov G.S., Dutykh D. On the energy equation of approximate models in the long-wave hydrodynamics // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2014. Vol. 29, No. 3.
5. Makarenko N.I., Kostikov V.K. Non-linear water waves generated by impulsive motion of submerged obstacle // Natural Hazards and Earth System Sciences.

Участие в конференциях

Конгресс Европейского Геофизического союза (EGU General Assembly, Vienna, Austria, 07 – 12 April 2013).

IX Международная школа-семинар «Физические основы разрушения горных пород», 2-6 сентября 2013 г. , г. Иркутск.

Joint Scientific Assembly of IAHS-IAPSO-IASPEI, July 22 – 26, Gothenburg, Sweden.

Расширенное заседание Теоретического семинара «Нелинейные волны», посвященного памяти чл.-корр. РАН В.М.Тешукова, 01 марта 2013 г., ИГиЛ СО РАН, г. Новосибирск.

Международная конференция «Математические и информационные технологии, MIT-2013», Врнячка Баня, Сербия, 5–8 сентября 2013 г.; Будва, Черногория, 9–14 сентября 2013 г.

IV научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». г. Петропавловск-Камчатский. 29 сентября - 5 октября 2013 г.

Семинар-совещание исполнителей интеграционного проекта, Новосибирск, ИВТ СО РАН, 18 апреля 2013 г. В совещании приняли участие В.К.Гусяков, П.С.Зиновьев, Ан.Г.Марчук, Т.В.Калашникова (ИВМиМГ СО РАН), Л.Б.Чубаров, Г.С.Хакимзянов, С.А.Бейзель, О.И.Гусев (ИВТ СО РАН), П.Г.Дядьков (ИНГГ СО РАН), В.Ю.Ляпидевский, Н.И.Макаренко, В.В.Остапенко (ИГиЛ СО РАН).