
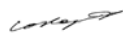



НОМЕР ПРОЕКТА <b>05-05-64460</b>		УЧЕТНАЯ КАРТОЧКА
НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА <b>Оценка воздействия экстремальных длинных волн на прибрежные зоны океана методами математического моделирования</b>		
ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ <b>05 - науки о земле</b>		КОД(Ы) КЛАССИФИКАТОРА <b>05-513 01-201</b>
ВИД КОНКУРСА <b>а - Инициативные проекты</b>		
ФАМИЛИЯ, ИМЯ, ОТЧЕСТВО РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА <b>Макаренко Николай Иванович</b>		ТЕЛЕФОН РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА <b>(383)3333199</b>
ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ГДЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРОЕКТ <b>Институт вычислительных технологий СО РАН ГУ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН</b>		
ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ЧЕРЕЗ КОТОРУЮ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ФИНАНСИРОВАНИЕ <b>Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН</b>		
ОБЪЕМ СРЕДСТВ, ФАКТИЧЕСКИ ПОЛУЧЕННЫХ ЗА 2006 г. <b>400000 руб.</b>	ОБЪЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ, ЗАПРАШИВАЕМЫЙ НА СЛЕДУЮЩИЙ ГОД <b>500000 руб.</b>	
ЧИСЛО УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА (включая руководителя) <b>10</b>	ЧИСЛО УЧАСТНИКОВ, ИМЕЮЩИХ УЧЕНУЮ СТЕПЕНЬ <b>8</b>	ЧИСЛО МОЛОДЫХ (до 35 лет включительно) УЧАСТНИКОВ <b>2</b>
<b>Федотова Зинаида Ивановна</b>		
<b>Ляпидевский Валерий Юрьевич</b>		
<b>Королев Юрий Павлович</b>		
<b>Попов Евгений Анатольевич</b>		
<b>Левин Борис Вульфович</b>		
<b>Гусяков Вячеслав Константинович</b>		
<b>Мальцева Жанна Львовна</b>		
<b>Чубаров Леонид Борисович</b>		
<b>Бейзель Софья Александровна</b>		
ПОДПИСЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА		ДАТА ПОДАЧИ ОТЧЕТА <b>26.12.2006</b>
<b>ПРОХОЖДЕНИЕ ОТЧЕТА (заполняется в РФФИ)</b>		
РЕКОМЕНДАЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА <b>Проект прошел полный цикл экспертизы отчета и к финансированию:</b> - рекомендован - не рекомендован (ненужный вариант зачеркнуть)		ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА
РЕШЕНИЕ СОВЕТА ФОНДА <b>По результатам рассмотрения на заседании Совета Фонда проект к финансированию:</b> - принят - не принят (ненужный вариант зачеркнуть)		ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА ФОНДА

**ОТЧЕТ ЗА 2006 ГОД ПО ПРОЕКТУ РФФИ 05-05-64460-а**

*Статус отчета:* подписан

*Дата последнего изменения:* 26.12.2006

*Изменения внес:* Чубаров Леонид Борисович

*Отчет распечатан:* 26.12.2006

## Форма 501. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

1.1. Номер проекта 05-05-64460

1.2. Руководитель проекта Макаренко Николай Иванович

1.3. Название проекта Оценка воздействия экстремальных длинных волн на прибрежные зоны океана методами математического моделирования

1.4. Вид конкурса а - Инициативные проекты

1.5. Год представления отчета 2007

1.6. Вид отчета этап 2006 года

1.7. Краткая аннотация

В отчетном году была продолжена работа по совершенствованию математических моделей второго приближения теории мелкой воды, широко используемых в математическом моделировании взаимодействия нелинейных волн.

На этапе 2006 г. выведены модифицированные уравнения мелкой воды, учитывающие негидростатичность давления и генерацию турбулентного слоя на фронте обрушивающейся волны. Проведены нестационарные расчеты обтекания порога по гиперболической модели, результаты которых хорошо согласуются с экспериментальными данными. Построена математическая модель уединенных волн в резком термоклине с экспоненциальной стратификацией в слое, расположенном выше или ниже поверхности скачка плотности. В рамках этой нелинейной модели исследовано влияние слабой стратификации, характерной для морской воды, на параметры волн конечной амплитуды.

Продолжено экспериментальное исследование процесса эволюции длинных внутренних волн на гидрофизическом полигоне «Шульц» в заливе Петра Великого (Японское море), где были выполнены натурные измерения трансформации нелинейных внутренних волн на шельфе.

Созданная в первый год выполнения проекта Глобальная база данных по наблюдениям цунами в Мировом океане была пополнена событиями за 2006 год, в частности, в нее введены подробные данные о регистрации тихоокеанской мареографной сетью цунами, вызванного подводным землетрясением 15 ноября 2006 года возле острова Симушир.

Создана первая версия базы данных по импактным структурам на земной поверхности и морском дне, содержащая данные о 840 известных на сегодняшний день и предполагаемых структурах и их основных параметрах.

В графическую оболочку WinITDB введен новый слой "Impacts", позволяющий визуализировать положение импактных структур на цифровой карте местности и проводить их морфоструктурный анализ на основе цифровой модели земного рельефа и океанского дна.

С использованием этой графической оболочки и встроенного в нее блока численного моделирования, выполнено (практически в режиме реального времени) численное моделирование возбуждения и распространения цунами, вызванного Симуширским землетрясением 15 ноября 2006 года.

Создана новая версия полностью трехмерной оболочки ITRISpilot, работающая со спутниковыми снимками высокого разрешения (для суши) и цифровыми массивами батиметрии (для морского дна). Выполнено тестирование предложенного исполнителями способа оперативного прогноза цунами по данным об уровне океана на численных моделях с реальной батиметрией для случаев простых источников. Предложен и проверен численным моделированием алгоритм расчета прогнозируемой формы цунами в режиме реального времени.

Определены характерные особенности различных математических моделей по воспроизведению трансформации волн в областях с различными глубинами и взаимодействия волн с различными типами границ (открытые и жесткие отражающие границы). Исследована проблема выбора вычислительного алгоритма, обеспечивающего требуемую точность результатов моделирования.

Сформулированы серии тестовых задач, основное назначение которых состоит в выявлении той границы, когда применение классических уравнений мелкой воды на прямоугольных сетках, от использования которых пока отказаться невозможно из-за того, что подавляющее число работающих программных систем на них основано, не дает удовлетворительных результатов.

Задания плана 2006 года в целом выполнены.

1.8. Полное название организации, где выполняется проект

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

Институт вычислительных технологий СО РАН

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

ГУ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН

"Исполнители проекта согласны с опубликованием (в печатной и электронной формах) научных отчетов и перечня публикаций по проекту"

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 502. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

- 2.1. *Номер проекта* 05-05-64460  
2.2. *Руководитель проекта* Makarenko Nikolai Ivanovich  
2.3. *Название проекта*  
Evaluation of extreme long waves impact on the ocean coast by means of mathematical modeling  
2.4. *Год представления отчета* 2007  
2.5. *Вид отчета* этап 2006 года

2.6. *Краткая аннотация*

The work was continued last year in order to improve the second-order shallow water models which are employed extensively in mathematical modeling of nonlinear wave interaction.

The equations obtained in 2006 take into account non-hydrostatic pressure and formation of turbulent layer at the front of the breaking wave. A new mathematical model has been constructed and analyzed in order to describe solitary waves traveling along the sharp thermocline with exponential stratification in upper- or lower layer. In the context of this nonlinear model, the effect of weak stratification (being typical for ocean waters) was investigated for the waves of finite amplitude.

The measurement instrumentation has been prepared and tested in the framework of field observation of internal wave run-up with continuous record of data. High activity of nonlinear processes has been registered in the splash zone of internal waves. It was demonstrated that the wave regime changes at near-shore waters to the vortex motion of separate lenses of cold water surrounded by much more warm water.

The Global Tsunami DataBase, developed during the first year of project implementation, was extended with the data on tsunamigenic events that occurred in 2006. In particular, it has been added with the data on registration of the November 15, 2006 Simushir tsunami by the Pacific tide gauge network.

The first version of the Expert Database on Earth Impact Structures (EDEIS) has been created, currently it contains 840 records on the confirmed and proposed impact structures and their basic parameters

A new layer "Impacts" has been incorporated into the WinITDB graphic shell, allowing to plot the map of impact structures over the user-made digital background map and to make their morphological and structural analysis.

With application of this graphic shell and built-in software block for numerical modeling, the near real-time simulation of the November 15, 2006 Simushir tsunami has been made.

A new version of the full 3D graphic shell ITRISPilot has been created that allows to work with high-resolution satellite images (for the land) and digital bathymetry models (for the ocean bottom). Testing of the method of tsunami real-time forecast on ocean level data has been carried out by numerical models with real bathymetry for the cases of simple source. Algorithm of calculation of predictable tsunami shape in real-time mode has been proposed and examined by numerical simulation.

Characteristics of different mathematical models have been evaluated in simulation of wave transformation in regions of various depths and of wave interaction with various types of boundaries (open and reflecting boundaries). The problem of computational algorithm selection has been investigated to achieve the desired precision of simulation results.

The set of benchmark problems has been stated to define cases when classical shallow water equations on rectangular grid (which employment is yet necessary, as the majority of operating program systems are based on them) do not produce satisfactory results.

The 2006 plan tasks have been generally fulfilled.

2.7. *Полное название организации, где выполняется проект*

Lavrentyev Institute of Hydrodynamics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
Institute of Computational Technologies SB RAS  
Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics  
Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 503. РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

- 3.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 3.2. *Название проекта*  
Оценка воздействия экстремальных длинных волн на прибрежные зоны океана методами математического моделирования
- 3.3. *Коды классификатора, соответствующие содержанию фактически проделанной работы*  
05-513 01-201
- 3.4. *Объявленные ранее цели проекта на 2006 год*  
Проект направлен на решение фундаментальной проблемы, связанной с получением комплексных оценок риска разрушительного воздействия экстремальных волн типа цунами на побережье на основе теоретического изучения механизмов генерации, трансформации и разрушения нелинейных волн в прибрежных зонах океана.  
В рамках второго этапа проекта (2006 г.) планировалось:
1. В направлении совершенствования математических моделей длинных поверхностных волн в океане планировалось развить теорию многослойной мелкой воды в рамках первого и второго приближения с учетом обрушения длинных поверхностных и внутренних волн в шельфовой зоне и при выходе нелинейных волн на берег, проанализировать условия на фронте гравитационных течений.  
Найти структуру и скорость распространения обрушивающихся поверхностных и внутренних волн при их распространении по сухому руслу.  
Провести аналитическое исследование структуры фронта разрушающейся волны и сравнить точное решение с натурными и лабораторными наблюдениями.
  2. Для пополнения базы натурных данных планировалось экспериментально исследовать процесс эволюции длинных внутренних волн на шельфе вплоть до их выхода на берег и последующего разрушения. Работы предполагалось провести на гидрофизическом полигоне «Шульц» в заливе Петра Великого (Японское море).
  3. Для совершенствования средства хранения, обработки и доступа к историческим и натурным данным планировалось продолжить работу над специализированным информационно-вычислительным комплексом, который станет прототипом информационно-экспертной системы, предназначенной для тестирования численных алгоритмов и программ моделирования цунами, а также для создания реалистичных сценариев воздействия цунами с различным типом источника (сейсмогенные, вулканогенные, оползневые) на конкретные участки акватории Мирового океана. Предполагалось также провести тестовые расчеты с использованием созданных математических моделей и прообраза информационной системы.
  4. С целью определения характеристик долгосрочного цунами риска предполагалось выполнить разработку алгоритмов, позволяющих рассчитывать форму ожидаемого цунами в режиме реального времени. Создать первые версии таких алгоритмов, основанных на принципе взаимности, провести модельные численные эксперименты для оценки работоспособности предлагаемого подхода к оперативному прогнозу цунами.
- 3.5. *Степень выполнения поставленных в проекте задач*  
Поставленные цели этапа 2006 г. достигнуты, сформулированные задачи в целом выполнены.
- 3.6. *Полученные за отчетный период важнейшие результаты*  
В отчетном году была продолжена работа по совершенствованию математических моделей второго приближения теории мелкой воды, широко использующихся в математическом моделировании взаимодействия нелинейных волн. На этапе 2006 г. получены уравнения мелкой воды, учитывающие негидростатичность давления и генерацию турбулентного слоя на фронте обрушивающейся волны. Эти уравнения представляют собой обобщение уравнений Грина-Нагди и уравнений Серра для течений однородной жидкости над неровным дном. Математическая модель используется для построения стационарной блокированной зоны в докритических и сверхкритических течениях в окрестности локального препятствия. Проведены нестационарные расчеты обтекания порога по гиперболической модели, результаты которых хорошо согласуются с экспериментальными

данными.

Модели второго приближения теории мелкой воды типа уравнений Грина-Нагди и их гиперболизированные версии имеют в случае течений над ровным дном точные решения в виде бегущих уединенных волн. Наличие таких точных решений позволяет проводить аналитическими средствами сравнение качества гидродинамических моделей различного уровня разрешения и детализации волнового процесса. Адекватное описание параметров уединенных волн очень важно для оценки разрушительных возможностей длинных волн в прибрежной зоне. В ходе выполнения проекта построена и проанализирована математическая модель уединенных волн в резком термоклине с экспоненциальной стратификацией в слое, расположенном выше или ниже поверхности скачка плотности. В рамках этой нелинейной модели исследовано влияние слабой стратификации, характерной для морской воды, на параметры волн конечной амплитуды.

Разработан, изготовлен и испытан в натуральных условиях измерительный комплекс для непрерывной регистрации параметров внутренних волн при их выходе на берег. Установлена высокая активность нелинейных волновых процессов в зоне «заплеска» внутренних волн. Показано, что при подходе к берегу происходит смена волнового режима течения на вихревой режим движения в виде отдельных линз холодной воды в окружающей существенно более теплой воде. Так как аналогичный механизм смены волнового режима течения на вихревой наблюдается также при выходе на берег поверхностных волн большой амплитуды, полученные натурные данные могут быть использованы для построения новых математических моделей распространения экстремальных волн в прибрежной части вплоть до их полного разрушения.

Определены характерные особенности различных математических моделей по воспроизведению трансформации волн в областях с различными глубинами и взаимодействия волн с различными типами границ (открытые и жесткие отражающие границы). Исследована проблема выбора вычислительного алгоритма, обеспечивающего требуемую точность результатов моделирования. Сформулированы серии тестовых задач, основное назначение которых состоит в выявлении той границы, когда применение классических уравнений мелкой воды на прямоугольных сетках, от использования которых пока отказаться невозможно из-за того, что подавляющее число работающих программных систем на них основано, не дает удовлетворительных результатов.

Созданная в первый год выполнения проекта Глобальная база данных по наблюдениям цунами в Мировом океане была пополнена событиями за 2006 год, в частности, в нее введены подробные данные о регистрации тихоокеанской мареографной сетью цунами, вызванного подводным землетрясением 15 ноября 2006 года возле острова Симушир, сильнейшим в этом районе за весь период инструментальных наблюдений (более 100 лет). В связи с происходящим в последние годы усилением интереса к проблеме импактных цунами, создана первая версия базы данных по импактным структурам на земной поверхности и морском дне, содержащая данные о 840 известных на сегодняшний день и предполагаемых структурах и их основных параметрах (местоположение, диаметр, возраст, степень геологической и геофизической изученности и др.). В графическую оболочку WinITDB введен новый слой “Impacts”, позволяющий визуализировать положение импактных структур на цифровой карте местности и проводить их морфоструктурный анализ на основе цифровой модели земного рельефа и океанского дна.

На основе использования этой графической оболочки и встроенного в нее блока численного моделирования цунами, было выполнено (практически в режиме реального времени) численное моделирование возбуждения и распространения цунами, вызванного Симуширским землетрясением 15 ноября 2006 года. Результаты моделирования, показали возможность возбуждения волн высотой до 4-6 метров на ближайшем побережье островов Симушир и Матуа, 1.5-метровую волну, ушедшую в сторону открытого океана, и вместе с тем достаточно быстрое убывание высот при удалении от очаговой области к югу и к северу вдоль островной гряды. Результаты этого расчета были менее чем через два часа после начала регистрации землетрясения (когда обработка этого события всеми службами предупреждения о цунами на Тихом океане еще продолжалась) распространены по международной электронной сети TsunamiBB и в определенной степени повлияли на быструю отмену состояния тревоги цунами, выпущенной Сахалинским центром

предупреждения о цунами для зоны № 1 (северные, центральные и южные Курилы), а также на решение Тихоокеанского центра предупреждения о цунами в Гонолулу не объявлять состояние тревоги цунами для Гавайских островов (максимальная высота дошедших туда через 6.5 часов после землетрясения волн достигла 1.4 метра).

Применение созданного в рамках выполнения данного проекта информационно-вычислительного программного комплекса WinITDB для опережающих расчетов цунами носило экспериментальный характер, но позволило проверить его работоспособность в условиях оперативной обработки реального цунамигенного события, а также степень соответствия получаемых расчетных результатов реальным данным наблюдений, которая оказалась вполне приемлемой для целей оперативного прогноза (учитывая ограниченный набор начальных данных для моделирований цунами, доступных в первые часы после происшедшего события).

В рамках дальнейшего развития графической оболочки для этого комплекса в 2006 году была создана новая версия полностью трехмерной оболочки ITRIS Pilot, работающая со спутниковыми снимками высокого разрешения (для суши) и цифровыми массивами батиметрии (для морского дна). Оболочка построена на основе сферической системы координат и позволяет создавать высоко реалистичные трехмерные изображения земной поверхности с наложением на них основных слоев геофизических данных (очаги и береговые наблюдения цунами, землетрясения, активные вулканы), обеспечивая тем самым комплексный подход к анализу рисков природных катастроф на морских побережьях. В дальнейшем планируется перенесение на эту оболочку всех слоев геофизических данных, созданных для плоской оболочки WinITDB и блоков численного моделирования цунами, обеспечивающих возможность расчета как региональных цунами, так и сильнейших трансокеанских цунами (типа Индонезийского 2004 года) в рамках сферической системы координат.

Созданы алгоритмы, позволяющие рассчитывать форму прогнозируемого цунами в режиме реального времени. Численные эксперименты показали высокую степень корреляции (более 90%) между формой цунами, полученной в прямых расчетах, и формой прогнозируемого цунами. Причем степень корреляции одинаково высока не только при использовании полной информации о цунами, получаемой в открытом океане, но и при ограниченной информации, например, по первой половине первой волны.

В численных экспериментах места наблюдений за уровнем океана были выбраны как с океанской стороны о. Шикотан, обращенной к очагу цунами, так и с обратной стороны острова. Результаты прогноза во втором случае лишь на 5 – 10 % хуже, чем в первом. Единственным недостатком второго случая является невысокая степень заблаговременности объявления тревоги цунами. В первом случае она составляет 50 – 60 минут, во втором – около 30 минут, что является предельно допустимым для района южных Курильских островов.

### 3.7. *Степень новизны полученных результатов*

Все результаты являются новыми и получены впервые.

### 3.8. *Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем*

Созданные в рамках проекта новые математические модели не имеют аналогов и по глубине их математического обоснования находятся на самом высоком мировом уровне. Результаты полевых наблюдений и измерений характеристик поверхностных и внутренних волн в прибрежной зоне Японского моря являются уникальными и представляют несомненный интерес для всех исследователей волновых процессов в океане, а также для специалистов, занимающихся разработкой аналитических и численных моделей волновой гидродинамики.

Прямые аналоги созданного в рамках выполнения настоящего проекта информационно-вычислительного программного комплекса WinITDB для численного моделирования цунами в настоящее время в мире отсутствуют. Сравнение результатов применения комплекса WinITDB для моделирования реальных цунамигенных событий с другими международно признанными пакетами моделирования цунами (TUNAMI2, MOST) показывает, что по основным характеристикам (быстродействие, реализация условий на открытых и отражающих границах, воспроизводимость аналитических тестов) он находится на уровне лучших из них.

Созданный прототип новой графической оболочки ITRISpilot находится на уровне лучших мировых образцов (Google Earth, NASA WorldWind) и в некотором отношении даже превосходит их, обеспечивая возможность построения рельефа не только суши, но и морского дна на основе высокоточной цифровой батиметрии (что является важным для задач визуализации результатов численного моделирования цунами).

### 3.9. *Методы и подходы, использованные в ходе выполнения проекта*

Участниками проекта развивается теория мелкой воды (первое и второе приближения) с учетом обрушения длинных поверхностных и внутренних волн в шельфовой зоне и при выходе нелинейных волн на берег. В частности, с использованием этих моделей планируется найти структуру и скорость распространения обрушивающихся поверхностных и внутренних волн при их распространении по сухому руслу, а также оценить длину зоны заплеска для экстремальных волн.

Для построения и верификации таких моделей необходимы данные лабораторных и натуральных экспериментов по структуре длинных волн, движущихся по сухому руслу. Так как информации, связанной с финальной стадией распространения цунами при выходе волны на берег, явно недостаточно, перспективным направлением представляется использование аналогии с процессами выхода внутренних волн в шельфовую зону и их последующего разрушения.

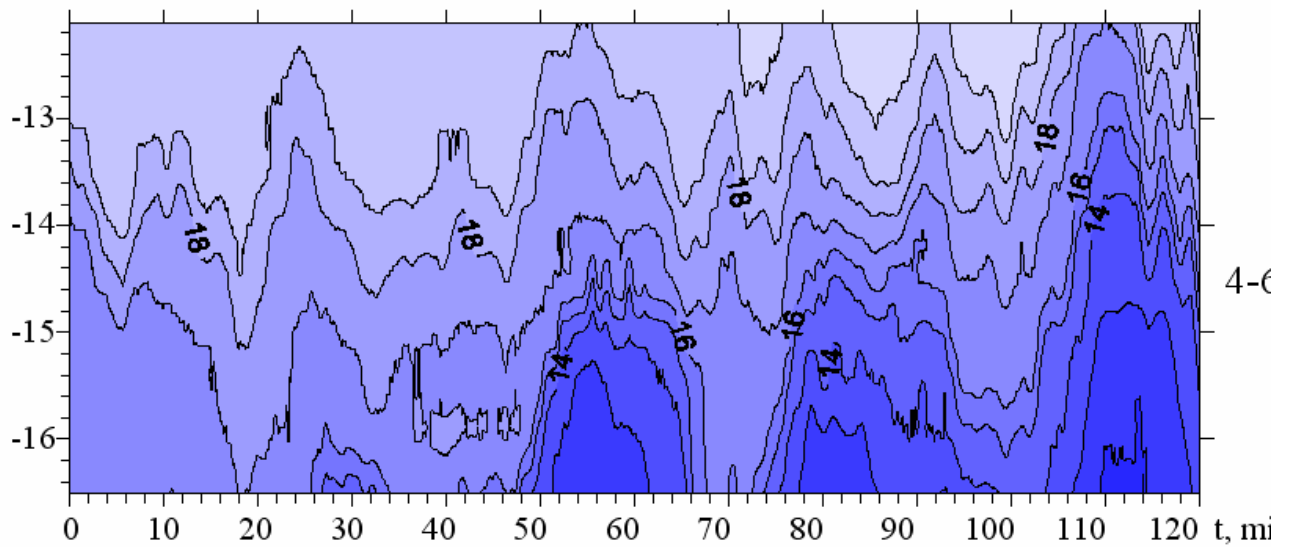
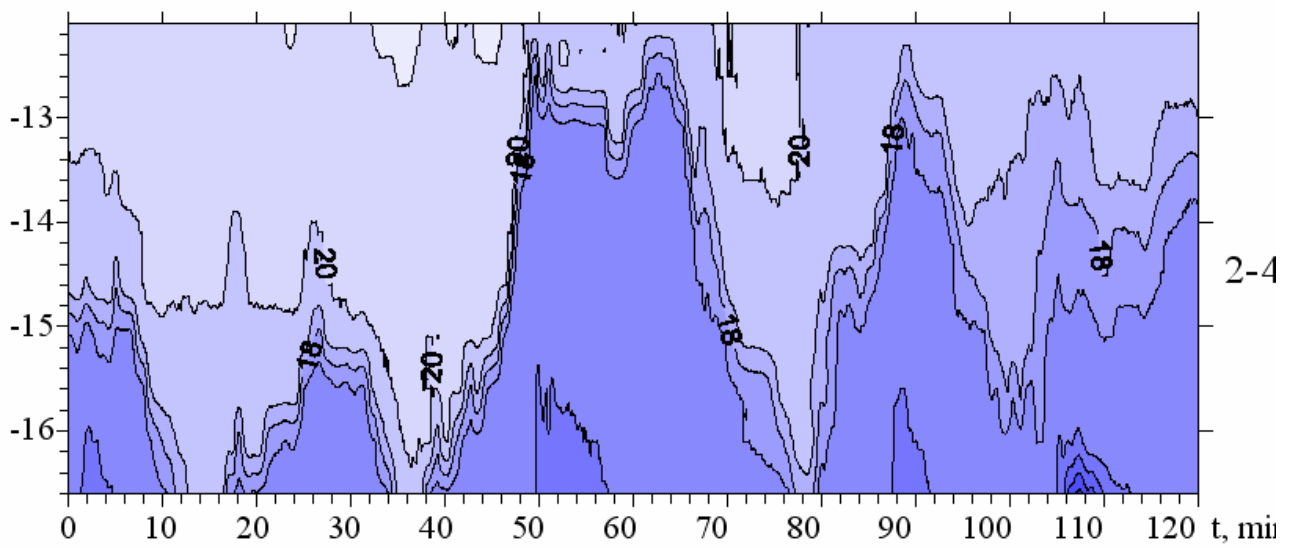
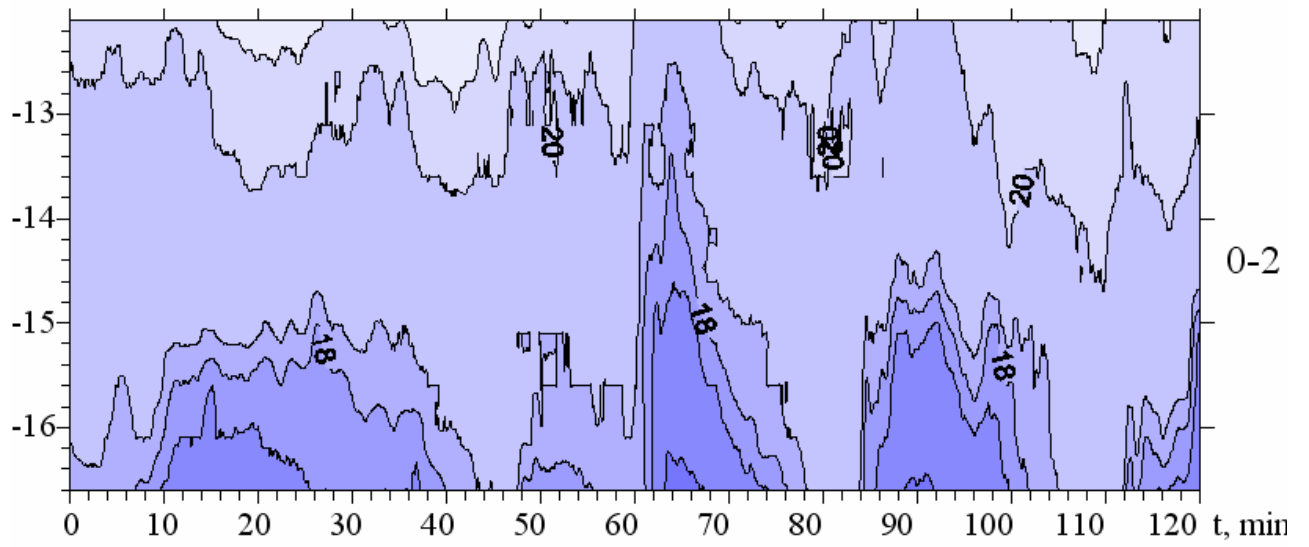
Для пополнения базы таких натуральных данных было продолжено экспериментальное исследование процесса эволюции длинных внутренних волн на гидрофизическом полигоне «Шульц» в заливе Петра Великого (Японское море), где были выполнены натурные измерения трансформации нелинейных внутренних волн на шельфе. Этот район характеризуется высокой гидрофизической активностью. В результате генерации и последующего распада внутреннего прилива на цуги внутренних волн большой амплитуды (высотой до 10 метров и длиной порядка 300 метров) при соответствующей глубине залегания термоклина (около 30 метров) регулярно воспроизводятся процессы, моделирующие выход длинной волны на берег, включая процесс распространения волны по «сухому руслу», обрушение и последующую турбулентную диссипацию волны.

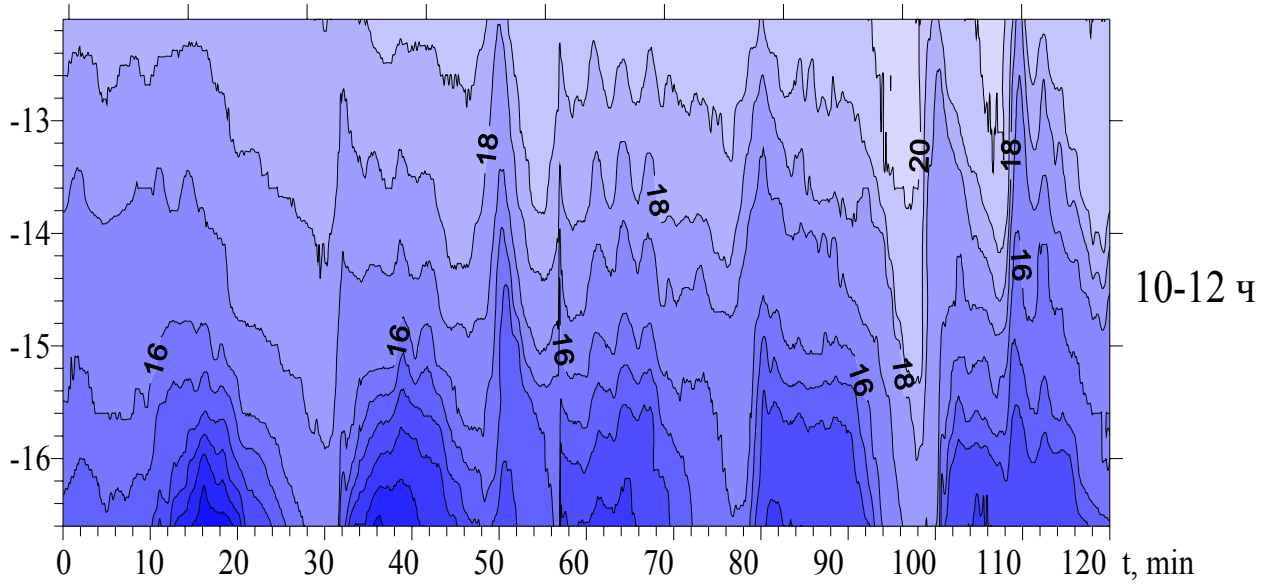
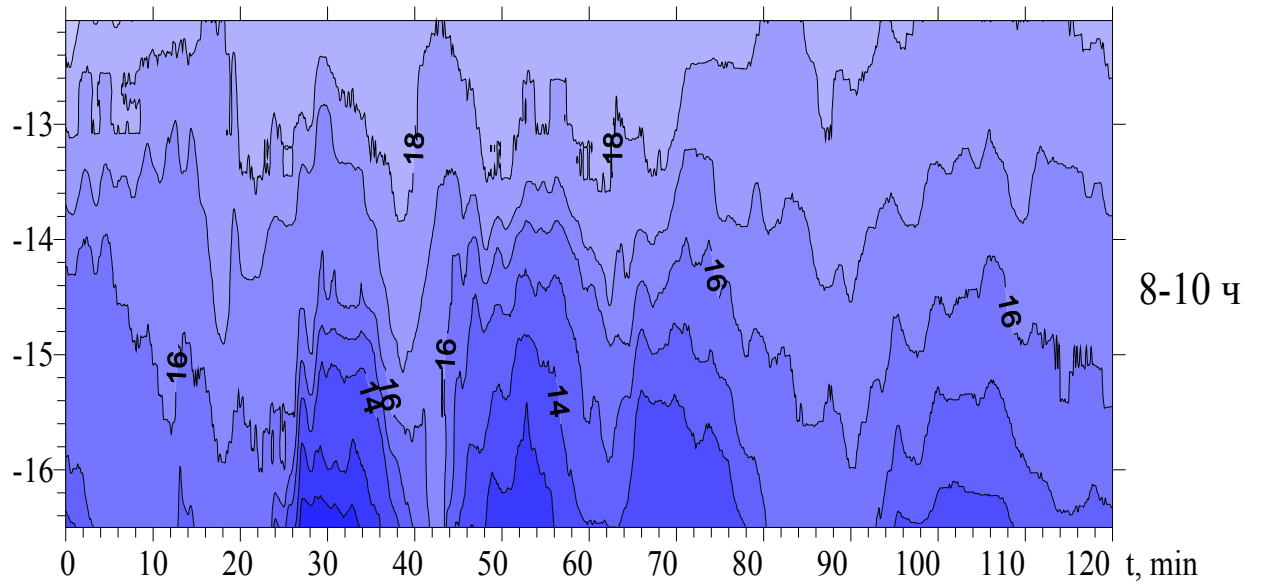
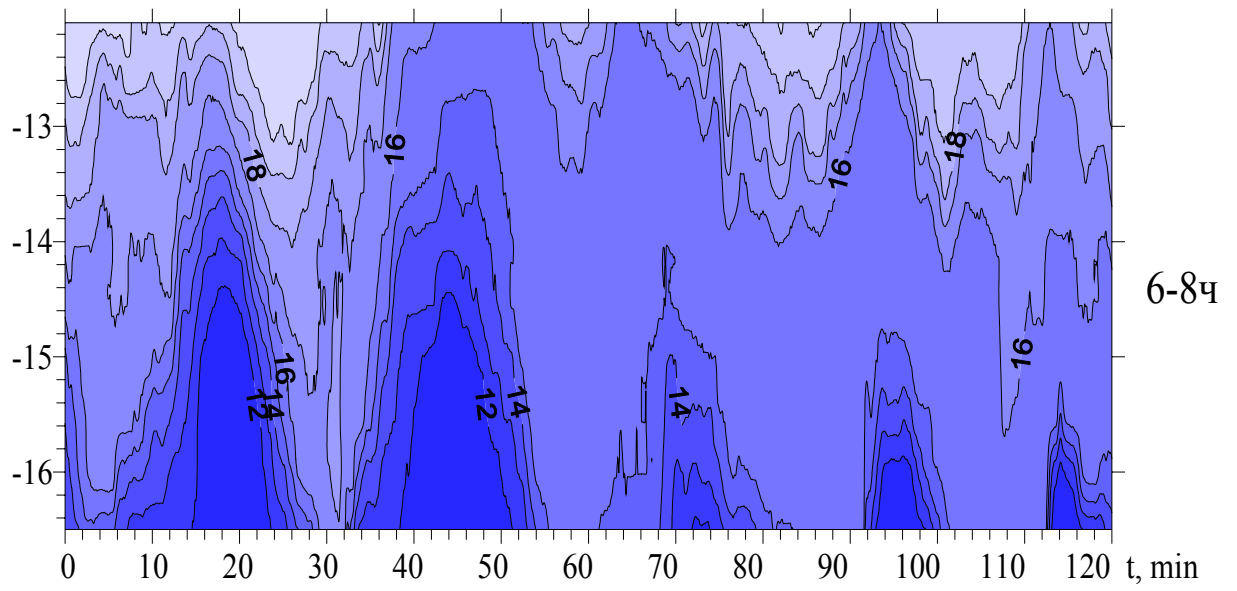
Все эти явления аналогичны процессам воздействия цунами на прибрежные районы и позволяют верифицировать соответствующие математические модели путем сравнения расчетов эволюции внутренних волн в шельфовой зоне с натурными наблюдениями. В 2006 году запланированные экспедиционные работы были выполнены в рамках НИР «Дистанционное измерение внутренних волн в прибрежной зоне Японского моря» и частично финансировались из средств гранта. При помощи термоксы (10 датчиков температуры, расстояние между датчиками 50 сантиметров), установленной вертикально в придонной части на глубине 16 метров и удалении от берега 200 метров в районе мыса Шульц, была произведена непрерывная регистрация вертикального распределения температуры в течение десяти суток. В качестве сенсоров использован микрочип 1-Wire® Digital Thermometer DS18B20 Фирмы «Dallas semiconductor». Период опроса системы датчиков – 6 секунд.

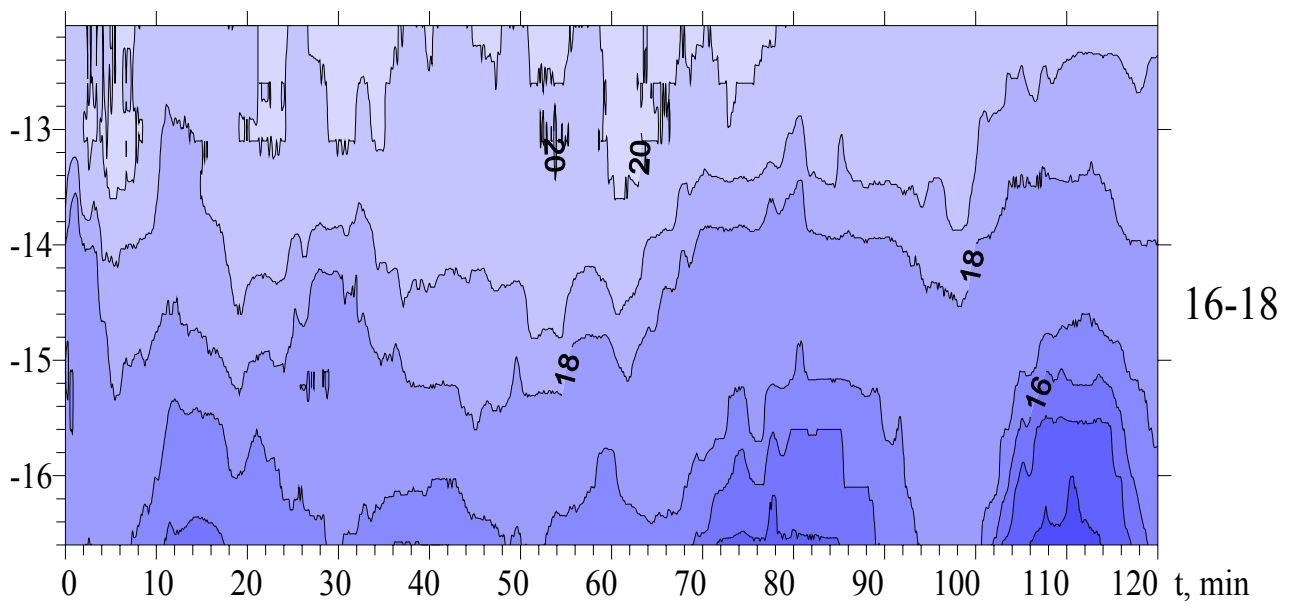
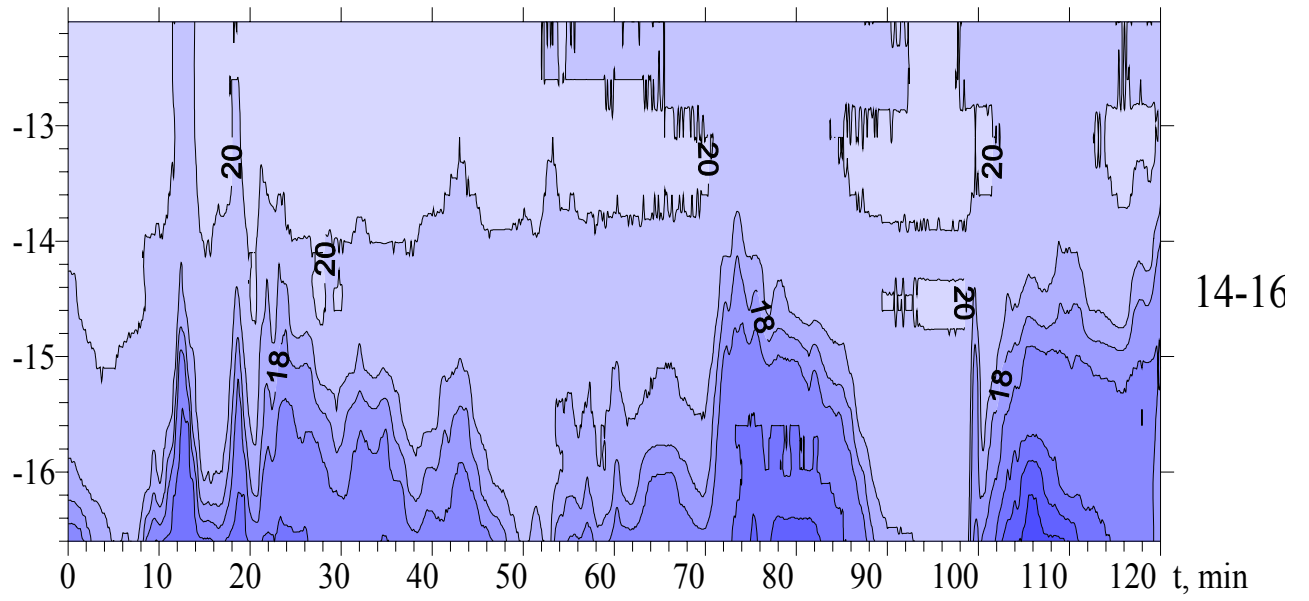
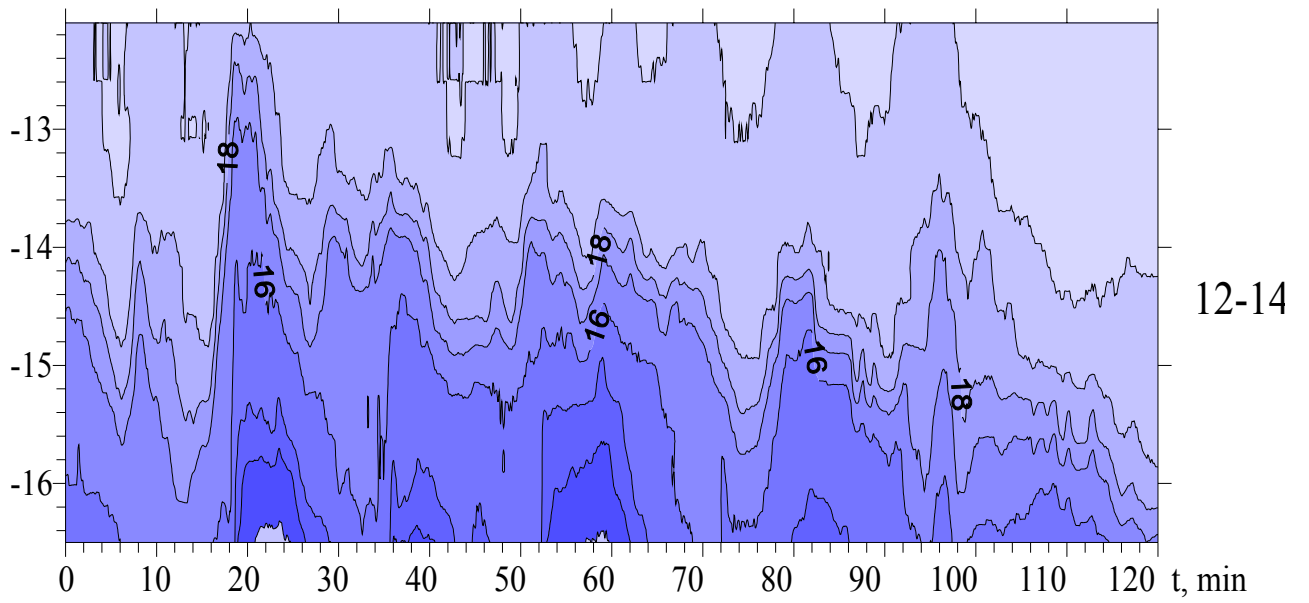
Эволюция изотерм показывает, что при подходе к берегу цуга внутренних волн, вызванных распадом внутреннего прилива в шельфовой зоне, наблюдается заплеск волн в виде линз холодной воды на достаточно большое расстояние от первоначальной границы контакта термоклина со дном (глубина залегания термоклина на 26.08.2006 - 26 метров). Так как этот процесс повторяется ежедневно в течение нескольких часов, то планируемое в следующем году более детальное исследование особенностей распространения внутренних волн по «сухому руслу» даст необходимую информацию о механизме разрушения поверхностных и внутренних волн при их выходе на берег.



Изменение температуры воды во времени.  
Начало: 25. 08.2006, t=20:35:18







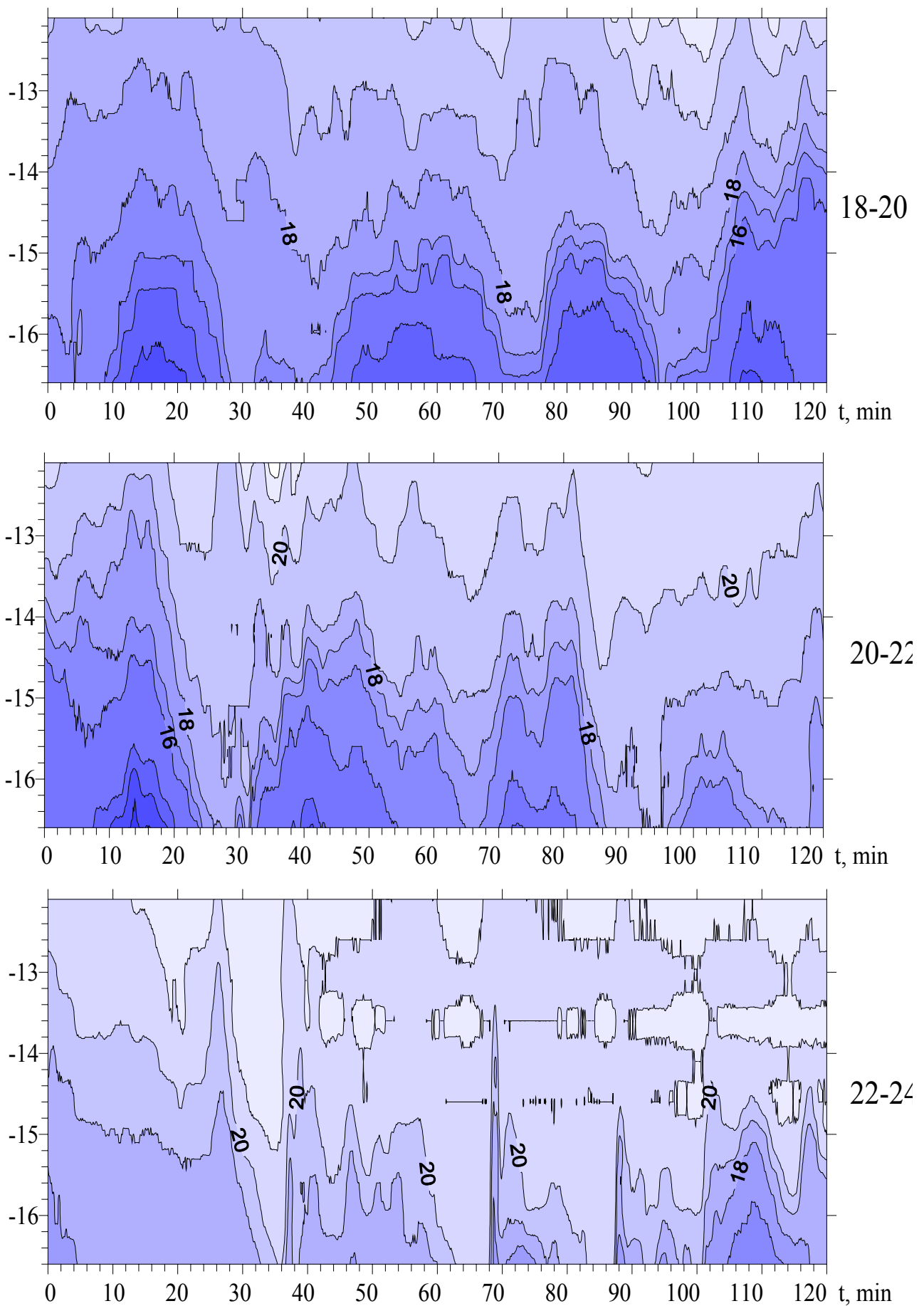


Рис. Эволюция профилей температуры в придонном слое (суточная станция в районе м. Шульц, глубина 16 метров, удаление от берега 200 метров, начало измерений 26.08.2006 в 20.00)

Методы и подходы, использованные в ходе выполнения проекта, непосредственно связаны с его основной целью – созданием специализированного вычислительного комплекса (стенда) для персональной ЭВМ, обладающего специально спроектированным интерфейсом и внутренним форматом представления данных.

Наличие в составе комплекса полной глобальной базы данных по наблюдениям цунами позволяет использовать их для тестирования имеющихся и вновь создаваемых вычислительных систем для моделирования экстремальных океанических волн типа цунами.

Средством интеграции алгоритмов и данных служит специализированная графическая оболочка WinITDB (которая в дальнейшем будет заменена на полностью трехмерную оболочку ITRIS), построенная на принципах ГИС-технологий и обеспечивающая эффективное взаимодействие всех компонент комплекса, а также удобные средства работы с данными, цифровыми картами и моделями.

Подход к решению задачи оперативного прогноза цунами основан на принципе взаимности, являющемся следствием фундаментального решения волнового уравнения – функции Грина. Этот принцип известен в акустике, сейсмологии. Однако в сейсмологии, океанологии не применяется. Разрабатываемый способ оперативного прогноза цунами, как показывают результаты численных экспериментов, весьма перспективен и в будущем может быть применен в практике служб предупреждения о цунами.

- 3.10.1 *Количество научных работ, опубликованных в ходе выполнения проекта*  
17
- 3.10.2 *Количество научных работ, подготовленных в ходе выполнения проекта и принятых к печати в 2006 г.*  
12
- 3.11. *Участие в научных мероприятиях по тематике проекта, которые проводились при финансовой поддержке Фонда*  
7
- 3.12. *Использовалось ли оборудование центров коллективного пользования*  
нет
- 3.13. *Участие в экспедициях по тематике проекта, проводимых при финансовой поддержке Фонда*  
1
- 3.14. *Финансовые средства, полученные от РФФИ*  
400000 руб.
- 3.15. *Дорогостоящие вычислительная техника и научное оборудование, приобретенные на средства Фонда*
- 3.16. *Адреса (полностью) ресурсов в Internet, подготовленных авторами по данному проекту*  
[http://www.ict.nsc.ru/ws/show\\_abstract.dhtml?ru+148+10290](http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+148+10290)  
[http://www.ict.nsc.ru/ws/show\\_abstract.dhtml?ru+148+10496](http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+148+10496)
- 3.17. *Библиографический список всех публикаций по проекту за весь период выполнения проекта, предшествующий данному отчету*
  1. Gusiakov V.K. Tsunami as a destructive aftermath of oceanic impacts // Asteroid/Comet Impacts and Human Society – 2007. – P. 247-263.
  2. Gusiakov V.K. Tsunami hazard and risk assessment for the world Ocean // Pacem in Maribus Conference, 31 October - 3 November, Conference Handbook – Townsville, 2005. – P. 42-43
  3. Gusiakov V.K. Tsunami hazard and risk assessment for the world-ocean coasts // Pacem in Maribus XXXI. Conference Proceedings. – Townsville, 2006. – P. 197-208.
  4. Makarenko N.I., Maltseva J.L. Nonlinear internal waves in stratified fluid with homogeneous layer // 24-th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering OMAE 2005, June 12-17, 2005, Halkidiki, Greece. Abstracts – 2005. – P. 1.
  5. Makarenko N.I., Maltseva J.L. Spectral properties and internal waves in a two-fluid system with continuously stratified layer // Int. Conf. "Fluxes and Structures in Fluids" – Moscow, 2005. – P. 70-72.
  6. Алексеев А.С., Гусяков В.К. О возможности космогенных цунами в мировом океане // Большая Медведица – Новосибирск, 2005. – №1. – 31-43.
  7. Гусяков В.К., Пинегина Т.К., Салтыков В.А. Экспедиция по исследованию последствий цунами 26 декабря 2004 года в северной части Суматры и на близлежащих островах // Вестник КРАУНЦ, Серия наук о Земле – 2005. – №5. – С. 17-23.

8. Елецкий С.В., Федотова З.И., Чубаров Л.Б. Компьютерная модель волн цунами // Труды X Байкальской Всероссийской конференции "Информационные технологии в науке, технике и образовании" – Иркутск, 2005. – Ч.1. – С. 138-146.
9. Елецкий С.В. Создание компьютерной модели волн цунами // Труды XLIII Международной научной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс" – Новосибирск, 2005. – С. 175-180.
10. Ляпидевский В.Ю. Блокировка потока и обрушение волн над препятствием // XXI Всероссийская конференция «Аналитические методы в газовой динамике САМГАД 2006» – Санкт-Петербург, 2006. – С. 56-57.
11. Ляпидевский В.Ю., Гаврилова К.Н. Эффекты дисперсии и перемешивания в открытых каналах с локальным препятствием // Материалы 3 Международной летней научной школы «Гидродинамика больших скоростей и численное моделирование» – Кемерово, 2006. – С. 415-421.
12. Ляпидевский В.Ю., Сюй Ж. Обрушение волн предельной амплитуды над препятствием // ПМТФ, 2006. – Т.47. – № 3. – С. 3-11.
13. Макаренко Н.И., Мальцева Ж.Л. Второе приближение теории мелкой воды для двухслойной жидкости с непрерывной стратификацией в одном из слоев // XXI Всероссийская конференция «Аналитические методы в газовой динамике САМГАД-2006» – Санкт-Петербург, 2006. – С. 57.
14. Макаренко Н.И., Мальцева Ж.Л. Нелинейные внутренние волны в стратифицированной жидкости с однородным слоем // Международная конференция "Лаврентьевские чтения по математике, механике и физике" – Новосибирск, 2005. – С.59-60.
15. Федотова З.И. О применении разностной схемы Мак-Кормака для задач длинноволновой гидродинамики // Вычислительные технологии. Спец. выпуск. – Новосибирск, 2006. – Т. 11. – Ч. 2. – С. 53-63.
16. Шокин Ю.И., Бейзель С.А., Елецкий С.В., Федотова З.И., Чубаров Л.Б. О некоторых особенностях вычислительных алгоритмов в задачах о волнах цунами // Труды международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» – Павлодар, 2006. – Т. 1. – С. 14-35.
17. Шокин Ю.И., Бейзель С.А., Федотова З.И., Чубаров Л.Б. Об использовании методов численного моделирования для решения прикладных задач проблемы цунами // Труды международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» – Павлодар, 2006. – Т. 1. – С. 36-51.

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Ю.И. Шокин; 2; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*  
С.А. Бейзель; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
С.В. Елецкий; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
З.И. Федотова; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
Л.Б. Чубаров; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Шокин Ю.И.  
Бейзель С.А.  
Елецкий С.В.  
Федотова З.И.  
Чубаров Л.Б.
- 9.4. *Название публикации*  
О некоторых особенностях вычислительных алгоритмов в задачах о волнах цунами.
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Труды международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании»
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*  
1
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
14-35
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
ТОО НПФ «ЭКО»
- 9.12.2. *Город издательства*  
Павлодар
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В статье формулируются некоторые требования к вычислительным алгоритмам в задачах цунами, проводится сравнительная оценка эффективности известных вычислительных моделей и двух созданных на их основе программных систем гидродинамического моделирования цунами.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
7

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Ю.И. Шокин; 2; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*  
С.А. Бейзель; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
З.И. Федотова; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
Л.Б. Чубаров; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Шокин Ю.И.  
Бейзель С.А.  
Федотова З.И.  
Чубаров Л.Б.
- 9.4. *Название публикации*  
Об использовании методов численного моделирования для решения прикладных задач проблемы цунами.
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Труды международной конференции «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании»
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*  
1
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
36-51
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
ТОО НПФ «ЭКО»
- 9.12.2. *Город издательства*  
Павлодар
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В статье формулируются принципы использования вычислительного инструментария для решения прикладных задач проблемы цунами, ориентированных на поддержку принятия решений антикризисными управляющими.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
8

*Подпись руководителя проекта*



## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
З.И. Федотова; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Федотова З.И.
- 9.4. *Название публикации*  
О применении разностной схемы Мак-Кормака для задач длинноволновой гидродинамики
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Вычислительные технологии. Специальный выпуск
- 9.6.2. *ISSN издания*  
1560-7534
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в журнале
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*  
11
- 9.10.2. *Номер издания*  
(2)
- 9.11. *Страницы*  
53-63
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Новосибирск
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Статья посвящена модификации и применению схемы Мак-Кормака для моделирования динамики длинных поверхностных волн в обширных океанических акваториях.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
11

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
В.К. Гусяков; 1; Россия; Институт Вычислительной Математики и Математической Геофизики СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*  
С.В. Елецкий; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
З.И. Федотова; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН  
Л.Б. Чубаров; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Гусяков В.К.  
Елецкий С.В.  
Федотова З.И.  
Чубаров Л.Б.
- 9.4. *Название публикации*  
Обзор и сравнение некоторых программных систем для моделирования цунами.
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Труды I (XIX) международной конференции "Изучение природных катастроф на Сахалине и Курильских островах", 15 – 22 июня 2006 г., Южно-Сахалинск.
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
принято в печать
- 9.9. *Год публикации*  
2007
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
ИМГИГ ДвО РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Южно-Сахалинск
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В работе описаны известные авторам, а также наиболее часто цитируемые в научной литературе программные системы и коды для гидродинамического моделирования цунами. Кроме того, дано сравнение результатов численного эксперимента, выполненного в рамках программной системы Nereus, и результатов, полученных в рамках других систем.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
20

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
С.В. Елецкий; 1; Россия; Институт вычислительных технологий СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Елецкий С.В.
- 9.4. *Название публикации*  
Программная система моделирования волн цунами Nereus, опыт разработки: предназначение и реализация
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
принято в печать
- 9.9. *Год публикации*  
2007
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
ИМГИГ ДвО РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Южно-Сахалинск
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Целью работы является описание программной системы Nereus, моделирующей трансформацию волн цунами при их распространении к побережью и при взаимодействии с прибрежными структурами. Решаются вопросы обеспечения отчуждаемости, мобильности, высокой надежности системы и ее устойчивости как по отношению к ошибкам ввода большого объема информации, так и по отношению к нерегулярным ситуациям, возникающим в процессе вычислений.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
10

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Gusiakov V.K.; 1; Россия; ИВМиМГ СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Gusiakov V.K.
- 9.4. *Название публикации*  
Tsunami hazard and risk assessment for the world-ocean coasts
- 9.5. *Язык публикации*  
английский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Racem in Maribus XXXI. Conference Proceedings. Townsville, Queensland, Australia. 31 October - 3 November 2005
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
197-208
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
International Ocean Institute, Regional Operational Centre for Australia and the Western Pacific
- 9.12.2. *Город издательства*  
Townsville
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В статье описывается возможное применение Экспертной Базы Данных (ETDB) по проблеме цунами для долгосрочной оценки опасности цунами. Концепция ETDB основывается на интеграции исторических данных, численном моделировании, инструментов анализа и обработки данных и поддержки картографии. Эти компоненты встроены в специально разработанную графическую оболочку, помстроенную на принципах ГИС технологий и обеспечивающую быструю и эффективную работу с картами, данными и моделями.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
8

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Gusiakov V.K.; 1; Россия; ИВМиМГ СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Gusiakov V.K
- 9.4. *Название публикации*  
Tsunami as a destructive aftermath of oceanic impacts.
- 9.5. *Язык публикации*  
английский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Asteroid/Comet Impacts and Human Society
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2007
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
247-263
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Springer Press
- 9.12.2. *Город издательства*  
Berlin
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В статье дается обзор общих свойств волн цунами как катастрофического явления, возникающего в океане после некоторых сильных подводных землетрясений, вулканических взрывов, оползней и обвалов. Развитие цунами включает три основных стадии: генерацию под воздействием внешней силы, распространение в открытом океане, и выход волны на мелководье с накатом на берег. Большинство цунами возникают в Тихом океане, но они известны также в других частях Мирового океана, например в Атлантике, в Индийском океане, а так же в окраинных и внутренних морях. Приведена статистика наблюдений цунами в различных регионах Мирового океана. Рассматриваются особенности цунами, возникающих при падении крупных космических тел в океан.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
27

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Алексеев А.С.; 2; Россия; ИВМиМГ СО РАН
- 9.2.2. *Другие авторы*  
Гусяков В.К.; 1; Россия; ИВМиМГ СО РАН
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Алексеев А.С.  
Гусяков В.К.
- 9.4. *Название публикации*  
О возможности космогенных цунами в мировом океане
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Большая Медведица
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в журнале
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2005
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*  
(1)
- 9.11. *Страницы*  
31-43
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Межрегиональный общественный фонд им. Ломоносова
- 9.12.2. *Город издательства*  
Новосибирск
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Многие участки побережья Мирового океана содержат выраженные следы воздействия катастрофических водных потоков, имевших существенно (на порядок) большие высоты, чем самые сильные из известных тектонических цунами, и, что еще более важно, на порядок более глубокое горизонтальное проникновение вглубь суши. Эти водные потоки, пришедшие со стороны океана, в ряде мест оказали столь сильное влияние на формирование берегового рельефа и оставили столь выраженные следы своего воздействия, что геоморфологами был даже введен специальный термин - "цунами-сформированная местность" (tsunami-sculpture terrain) для обозначения особого типа берегового рельефа, не укладывающегося в классические схемы геоморфологии морских берегов. В статье обсуждается возможный механизм образования таких мощных водных потоков при накате на берег волн цунами, образованных при падении в океан комет и астероидов.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
42

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
В.Ю. Ляпидевский; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.2.2. *Другие авторы*  
Ж. Сюй; 2; Китай; Институт физической океанографии Океанского университета Китая, 266003 Чиньдао, Китай
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Ляпидевский В.Ю.  
Сюй Ж.
- 9.4. *Название публикации*  
Обрушение волн предельной амплитуды над препятствием
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Журнал прикладной механики и технической физики
- 9.6.2. *ISSN издания*  
0869-5032
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в журнале
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*  
47
- 9.10.2. *Номер издания*  
3
- 9.11. *Страницы*  
3-11
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Издательство СО РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Новосибирск
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Изучены в длинноволновом приближении течения однородной тяжелой жидкости над неровным дном. Предложена математическая модель, учитывающая как дисперсионные эффекты, так и формирование турбулентного верхнего слоя при обрушении поверхностных гравитационных волн. Исследовано асимптотическое поведение нелинейных возмущений на фронте волны и найдены условия перехода от гладких течений к обрушивающимся волнам при стационарном обтекании локального препятствия сверхкритическим потоком.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
16

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА**

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Ляпидевский В.Ю.; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.2.2. *Другие авторы*  
Гаврилова К.Н.; 2; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Ляпидевский В.Ю.  
Гаврилова К.Н.
- 9.4. *Название публикации*  
Эффекты дисперсии и перемешивания в открытых каналах с локальным препятствием
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
Материалы 3 Международной летней научной школы «Гидродинамика больших скоростей и численное моделирование»
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
статья в сборнике
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
415-421
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
- 9.12.2. *Город издательства*  
Кемерово
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В работе получены уравнения мелкой воды, учитывающие негидростатичность давления и генерацию турбулентного слоя на фронте обрушивающейся волны. Эти уравнения представляют собой обобщение уравнений Грина-Нагди и уравнений Серра для течений однородной жидкости над неровным дном. Математическая модель используется для построения стационарной заблокированной зоны в докритических и сверхкритических течениях в окрестности локального препятствия. Исследован переход от гладких волн к обрушивающимся. В рамках второго приближения уравнений мелкой воды сформулирован новый критерий обрушения волн конечной амплитуды.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
6

*Подпись руководителя проекта*



## Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
В.Ю. Ляпидевский; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.2.2. *Другие авторы*
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Ляпидевский В.Ю.
- 9.4. *Название публикации*  
Блокировка потока и обрушение волн предельной амплитуды над препятствием
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
XXI Всероссийская конференция «Аналитические методы в газовой динамике» САМГАД-2006. Санкт-Петербург, 5-10 июля 2006 г. Тезисы докладов.
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
тезисы доклада
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
56-57
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Институт проблем машиноведения РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Санкт-Петербург
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
В приближении длинных волн построена математическая модель, учитывающая как дисперсионные эффекты, так и формирование турбулентного слоя при обрушении поверхностных гравитационных волн. На основе модели турбулентного бора получены аналитические профили обрушивающихся волн, проведено численное исследование нестационарной задачи и дано сравнение с экспериментом.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Н.И. Макаренко; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.2.2. *Другие авторы*  
Ж.Л. Мальцева; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Макаренко Н.И.  
Мальцева Ж.Л.
- 9.4. *Название публикации*  
Второе приближение теории мелкой воды для двухслойной жидкости с непрерывной стратификацией в одном из слоев
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
XXI Всероссийская конференция «Аналитические методы в газовой динамике» САМГАД-2006. Санкт-Петербург, 5-10 июля 2006 г. Тезисы докладов.
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
тезисы доклада
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
57
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Институт проблем машиноведения РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Санкт-Петербург
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Рассматривается задача о стационарных длинных волнах в двухслойной жидкости с экспоненциальной стратификацией в одном из слоев. Выводится и анализируется модель второго приближения теории мелкой воды, в рамках которой описаны параметры решений типа уединенных волн.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
1

*Подпись руководителя проекта*

## Форма 509. ПУБЛИКАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГОДА

- 9.1. *Номер проекта*  
05-05-64460
- 9.2.1. *Первый автор*  
Н.И. Макаренко; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.2.2. *Другие авторы*  
Ж.Л. Мальцева; 1; Россия; Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, 630090 Новосибирск
- 9.3. *Список авторов для библиографического сборника*  
Макаренко Н.И.  
Мальцева Ж.Л.
- 9.4. *Название публикации*  
Второе приближение теории мелкой воды для двухслойной жидкости с непрерывной стратификацией в одном из слоев
- 9.5. *Язык публикации*  
русский
- 9.6.1. *Полное название издания*  
XXI Всероссийская конференция «Аналитические методы в газовой динамике» САМГАД-2006. Санкт-Петербург, 5-10 июля 2006 г. Тезисы докладов.
- 9.6.2. *ISSN издания*
- 9.7. *Вид публикации*  
тезисы доклада
- 9.8. *Завершенность публикации*  
опубликовано
- 9.9. *Год публикации*  
2006
- 9.10.1. *Том издания*
- 9.10.2. *Номер издания*
- 9.11. *Страницы*  
57
- 9.12.1. *Полное название издательства*  
Институт проблем машиноведения РАН
- 9.12.2. *Город издательства*  
Санкт-Петербург
- 9.13. *Краткий реферат публикации*  
Рассматривается задача о стационарных длинных волнах в двухслойной жидкости с экспоненциальной стратификацией в одном из слоев. Выводится и анализируется модель второго приближения теории мелкой воды, в рамках которой описаны параметры решений типа уединенных волн.
- 9.14. *Список литературы (библиография), использованной при подготовке данной научной статьи*
- 9.15. *Общее число ссылок в списке использованной литературы*  
1

*Подпись руководителя проекта*

## **Форма 510. ЗАЯВКА НА 2007 г.**

### *10.1. Номер проекта*

05-05-64460

### *10.2. Коды классификатора*

05-513 01-201

### *10.3. Ключевые слова*

волны в океане, оценки риска, математическое моделирование, нелинейные эффекты, вычислительный эксперимент

### *10.4. Цели очередного годовичного этапа, связь с основной задачей проекта*

Основной целью очередного годовичного этапа является создание специализированного вычислительного комплекса (стенда) на базе эффективных математических моделей волновой гидродинамики, экономичных и высокоточных численных алгоритмов и современной вычислительной платформы. Этот стенд будет обладать специально спроектированным интерфейсом и внутренним форматом представления данных. В 2007 году планируется создание прототипа такого стенда, содержащего основной набор математических моделей возбуждения и распространения цунами на модельном рельефе, легко адаптируемом к реальной батиметрии конкретных участков Курило-Камчатского и других цунамигенных регионов Мирового океана.

Предполагается также выполнение серии расчетов возбуждения и распространения цунами в Курило-Камчатском регионе для формирования типичных сценариев воздействия цунами на его побережье.

### *10.5. Ожидаемые в конце 2007 г. научные результаты*

В рамках первого и второго приближения будет развита теория многослойной мелкой воды с учетом обрушения длинных поверхностных и внутренних волн в шельфовой зоне и при выходе нелинейных волн на берег при их распространении по тонкому слою жидкости и по сухому руслу.

Будет продолжено экспериментальное исследование процесса эволюции длинных внутренних волн на шельфе вплоть до их выхода на берег и последующего разрушения. Будет использовано несколько вертикальных термокос, установленных в придонной зоне на достаточном удалении друг от друга для определения спектральных и фазовых характеристик пакетов внутренних волн при переходе от волнового к вихревому режиму распространения. Работы будут проводиться на гидрофизическом полигоне «Шульц» в заливе Петра Великого (Японское море).

Будет создан специализированный информационно-вычислительный комплекс-стенд для тестирования алгоритмов моделирования цунами и исследования реалистичных сценариев развития цунами, порожденных различными типами источников.

Результаты сценарных расчетов будут использованы для получения предварительных оценок долгосрочного цунами риска для наиболее важных участков побережья Мирового океана.

Определенного вклада в решение задачи оценки долгосрочного цунами риска следует ожидать от алгоритмов, позволяющих рассчитывать форму ожидаемого цунами в режиме реального времени. В 2007 г. будут созданы первые версии таких алгоритмов, основанных на принципе взаимности, будут также проведены модельные численные эксперименты с целью оценки работоспособности предлагаемого подхода к оперативному прогнозу цунами. Будет выполнено численное моделирование и проведен анализ качества прогноза в практически значимых для предупреждения о цунами ситуациях: наличие ошибок в определении координат эпицентра, возникновение афтершоков в очаговой области.

### *10.6. Общий объем финансирования на 2007 год*

500000

### *10.7. Краткое обоснование запрашиваемого объема финансирования*

#### *10.8.1. Сроки проведения в 2007 г. экспедиции по тематике проекта*

июль – август 2007 г.

#### *10.8.2. Ориентировочная стоимость экспедиции (в руб.)*

100000

10.8.3. *Регион проведения экспедиции*

Приморский край

10.8.4. *Название района проведения экспедиции*

Хасанский район Приморского края

10.9. *Список основных исполнителей проекта на 2007 год, заверенный их личными подписями*

Макаренко Николай Иванович

Гусяков Вячеслав Константинович

Королев Юрий Павлович



Левин Борис Вульфович



Ляпидевский Валерий Юрьевич

Мальцева Жанна Львовна

Марчук Андрей Гурьевич

Федотова Зинаида Ивановна

Чубаров Леонид Борисович

Бейзель София Александровна

*Подпись руководителя проекта*