

Предисловие

Вниманию читателей предлагается первый из двух номеров журнала “Вычислительные технологии”, посвященных различным аспектам волновой гидродинамики. Работы по исследованию поверхностных и внутренних волн были начаты в Сибирском отделении Академии наук с первых лет его создания, поскольку волновые задачи входили в сферу интересов одного из основателей Отделения — академика М.А. Лаврентьева. Теоретические и экспериментальные работы по соответствующему направлению были развернуты в Институтах гидродинамики, математики, теплофизики, а с появлением ЭВМ начались исследования по численному моделированию волн. Одно из направлений этих исследований связано с волнами цунами. Так, в частности, одна из глав классической монографии “Проблемы гидродинамики и их математические модели”, опубликованной в 1973 г. Михаилом Алексеевичем Лаврентьевым и его соавтором — замечательным математиком Борисом Владимировичем Шабатом, была посвящена гидродинамическим аспектам этих гигантских волн.

Исследования проблемы цунами в нашей стране были начаты после случившегося в начале ноября 1952 г. катастрофического события, когда сильнейшая волна обрушилась на город Северо-Курильск. Для координации работ вскоре была создана Комиссия по цунами Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, которую возглавил Сергей Леонидович Соловьев. В решение теоретических и прикладных задач были вовлечены ученые и специалисты от Петропавловска-Камчатского до Прибалтики. Постепенно в стране сформировались серьезные инженерные и научные школы, вовлеченные в решение этих задач.

В Новосибирском Академгородке в Вычислительном центре под руководством Анатолия Семеновича Алексева начались исследования процессов генерации волн цунами сильными землетрясениями. Работы в области численного моделирования распространения волн в океане и наката их на берег были начаты в отделении академика Николая Николаевича Яненко в лаборатории Юрия Ивановича Шокина. Исследования были продолжены этим коллективом в Красноярском Вычислительном центре, а с 1991 г. они проводятся в Институте вычислительных технологий.

В первом тематическом номере журнала статьи сгруппированы следующим образом: математическое моделирование волновой гидродинамики, численное моделирование в задачах волновой гидродинамики, прикладные задачи проблемы цунами. Среди авторов этого номера представители научных школ из Москвы (Физический факультет МГУ — школа Б.В. Левина; ИПМех РАН — школа В.П. Маслова), Нижнего Новгорода (Институт прикладной физики РАН — школа Е.Н. Пелиновского), Новосибирска (ИВМиМГ СО РАН — школа А.С. Алексева; ИВТ СО РАН — школа Ю.И. Шокина), Обнинска (НПО “Тайфун” — школа Д.А. Камаева), Петропавловска-Камчатского (Единая геофизическая служба РАН — школа В.Н. Чеброва), Санкт-Петербурга (23 ГМПИ АО “31 ГПИСС” — школа П.П. Кульмача), а также их соавторы из Кемерово, Сарова, Южно-Сахалинска. Кроме того, в него вошли статьи ученых Великобритании, Италии и Турции.

В работе международного коллектива (Damla Isidici Demirel и др.) изучается начальный этап течения идеальной несжимаемой жидкости, которое возникает в результате

разрушения плотины, примыкающей к нижнему бьефу с сухим руслом. Для построения приближенного решения используются линеаризованные уравнения потенциального течения, которые решаются путем разложения в ряды по времени. Основное внимание уделено особенностям, возникающим у поля скоростей в угловых точках на дне и на свободной поверхности жидкости.

Зависимость структуры отраженных от берега длинных волн от формы начального двумерного возмущения обсуждается в статье А.Ю. Аникина и С.Ю. Доброхотова. Эта задача напрямую связана с моделированием этапа генерации волн цунами сейсмического происхождения. Рассмотрены асимптотические решения двумерного волнового уравнения с переменной скоростью и вырождением на границе области (берега). Для этого уравнения ставится задача Коши с локализованными начальными данными, отвечающая поршневой модели цунами. Приведена формула для решения, работающая в малой окрестности берега. Близкие результаты получены также для волнового уравнения с правой частью, отвечающей распределенному по времени источнику.

На примере глубоководного землетрясения (Фиджи 2018 г.) М.А. Носов и его коллеги теоретически исследовали связь параметров источника цунами с глубиной землетрясения, а также роль силы Кориолиса в динамике волн, возбуждаемых в океане глубоководными землетрясениями. Показано, что сильные глубоководные землетрясения способны создавать обширные области косейсмических деформаций дна океана, размер которых сопоставим с баротропным радиусом деформации Россби. Волны цунами, генерируемые такими источниками, имеют необычайно большую длину и поэтому подвержены влиянию силы Кориолиса. С помощью численного моделирования удалось выяснить, что для виртуальных мареографов, установленных в экваториальной зоне, имеет место эффект задержки проявления различий в колебаниях уровня моря, рассчитанных с учетом и без учета силы Кориолиса, предложена физическая интерпретация этого эффекта.

В работе И.С. Нуднера и соавторов рассмотрены вопросы, связанные с построением и областью применения численной модели гидроволновой лаборатории как инструмента, позволяющего в некоторых ситуациях отказаться от физического моделирования и заменить его численным. Представлены математические модели и численные алгоритмы, которые могут войти в состав численной лаборатории и быть использованы для моделирования процессов генерации поверхностных волн, их распространения и взаимодействия с прибрежными и морскими сооружениями. Приведены примеры успешного использования математической технологии для повышения эффективности лабораторных исследований.

Применение метода конечных объемов для моделирования поверхностных волн обсуждается в статье Е.С. Тятюшкина и др. Авторами сформулирована базовая задача, которая используется для оценки численной диффузии, и предложена методика ее оценки, выражаемая коэффициентом затухания амплитуды волны при прохождении ею одной своей длины. Определена степень влияния параметров расчетной сетки и шага по времени на этот коэффициент, даны рекомендации по выбору значений параметров, обеспечивающих его приемлемое значение.

Возможность использования регрессионных производных для регистрации вступления волны цунами по записи уровня моря исследуется в работе С.М. Агаяна и др. В этой статье изложены приемы обработки данных, способы построения соответствующих процедур, а также продемонстрировано использование таких приемов и процедур в решении задач оперативного прогноза цунами.

Статья В.К. Гусякова и его соавторов посвящена изложению результатов реализации методики РТНА (Probabilistic Tsunami Hazard Assessment — вероятностная оценка цунамиопасности) — вероятностного цунамирайонирования побережья для создания обзорных карт цунамиопасности дальневосточного побережья России. Обсуждаются методологические основы предложенного подхода, проблемы построения сеймотектонических моделей основных цунамигенных зон и алгоритмы расчета вероятностных оценок. Изложенный в статье вариант методики РТНА реализован в виде web-приложения WTmap, позволяющего в интерактивном режиме получать оценки ожидаемых высот цунами и их повторяемости, а также картировать эти оценки для конкретных участков дальневосточного побережья России.

В статье Д.В. Чеброва на основе накопленного эмпирического материала исследован вопрос о реальных характеристиках сейсмической подсистемы Службы предупреждения о цунами, влияющих на эффективность работы всей системы: времени ее реакции и точности оценок координат цунамигенных землетрясений. Детальный анализ этих характеристик проведен на примере Камчатки по причине самой высокой сейсмической активности, проявляющейся у ее побережья, и приемлемой обеспеченности сейсмическими наблюдениями. Показано, что сегодня время реакции системы и точность оценок удовлетворяют требованиям, заложенным при проектировании, так что большая часть камчатского сейсмоактивного региона обеспечивается точными и своевременными оценками параметров землетрясений. Однако для районов Северных Курил и сегмента Алеутской дуги восточнее Командорских островов качество оценок параметров землетрясений находится лишь вблизи предельных значений.

Второй тематический номер журнала будет посвящен катастрофическим волновым процессам различной природы, таким как метеоцунами и волны-убийцы, приливы, штормы и ураганы, другие поверхностные и внутренние нелинейные волны.

*Главный редактор журнала
академик Ю.И. Шокин*

*Приглашенный редактор
д.ф.-м.н., профессор Л.Б. Чубаров*