

НАУКА — ПРАКТИКЕ

Коллектив единомышленников —

С 8 по 12 октября в Институте вычислительных технологий прошло научно-техническое совещание по фундаментальным и прикладным проблемам развития Российской национальной системы предупреждения о цунами.



(Окончание. Начало в № 40 «НВС»)

В начале

Как случилось, что Новосибирск, равноудалённый от всех океанов, стал одним из признанных в мире центров изучения цунами? Рассказывает **д.ф.-м.н. Леонид Борисович Чубаров (ИВТ СО РАН)**:

— Обращаясь к истории исследований по проблеме цунами в Сибирском отделении, вне всякого сомнения, следует указать на давний интерес к этой теме основателя Отделения академика М.А. Лаврентьева. Ещё в киевский период он написал работу, посвящённую исследованию математических моделей для описания длинных волн, к классу которых принадлежат и волны цунами. В своих воспоминаниях, опубликованных в журнале «ЭКО» на рубеже 70–80-х годов, а потом в книге «Век Лаврентьева», Михаил Алексеевич неоднократно упоминает проблему цунами в перечне приоритетных для себя исследовательских задач. В числе самых первых экспериментальных установок, сооружённых в долине Зырянки — «кольцевой лоток Б.В. Войцеховского и мелкий, по колено, бассейн, где бросанием в воду доски инициировали волны — модель цунами». Там же — фотография 1959 года, на которой М.М. Лаврентьев, китайский аспирант Института гидродинамики Сунь Цао и Е.И. Биченков, засучив штанины, занимаются этим мокрым делом.

Между прочим, работу аспиранта из КНР можно считать первым в Сибири исследованием, непосредственно связанным с изучением гидродинамики волн цунами. Он экспериментально обнаружил почти стационарное распространение уединённой волны над подводным гребнем, где амплитуда волны

больше, чем в других местах. Интерпретируя полученные результаты, Сунь Цао ссылался на акустическую аналогию и указывал на известные типы волноводов звуковых волн. Впоследствии Р.М. Гарипов в рамках линейной теории доказал, что неровность дна типа подводного хребта действительно является волноводом поверхностных волн.

В начале 1970-х годов в Вычислительном центре под руководством академика А.С. Алексеева группа молодых учёных, выпускников Новосибирского университета (В.К. Гусяков и др.) приступила к изучению сейсмических аспектов генерации волн цунами при подводных землетрясениях. Несколько позже, в 1974 году по инициативе академика Н.Н. Яненко в лаборатории, возглавляемой Ю.И. Шокиным, начались работы по численному моделированию цунами (здесь **Леонид Борисович скромно умалчивает, что за полученные в этом направлении результаты в 1981 году группа сотрудников ВЦ СО АН СССР — В.К. Гусяков, Ан.Г. Марчук и Л.Б. Чубаров — была удостоена Премии Ленинского комсомола в области науки и техники, о чём незамедлительно сообщила наша газета. — Ред.**).

Надо сказать, что исследования по проблеме цунами всегда отличались характерным для Сибирского отделения многодисциплинарным подходом, участием специалистов разных институтов и направлений. В лаборатории цунами Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН традиционно занимались сейсмодатектоническими аспектами возникновения цунами и изучением их связи с параметрами очага подводного землетрясения. Анализом моделей возникновения и после-

дующей трансформации волн в Институте математики СО АН СССР занимались А.И. Янушаускас и его ученики. Непосредственно связаны с проблемой цунами работы в области вычислительной гидравлики, проводившиеся в Институте гидродинамики академиком О.Ф. Васильевым с коллегами. Постоянный интерес к задачам моделирования цунами проявлял академик Г.И. Марчук.

После перехода в 1976 году отдела механики сплошных сред под руководством ак. Н.Н. Яненко из Вычислительного центра СО АН СССР в Институт теоретической и прикладной механики работы по численному моделированию волн цунами были сосредоточены в ИТПМ в лаборатории Ю.И. Шокина. В 1983 году ядро этого коллектива обосновалось в Красноярске, где продолжились исследования цунами в рамках более широкой программы работ в области волновой гидродинамики. В настоящее время эта проблематика активно развивается в Институте вычислительных технологий СО РАН.

Одним из первых прикладных исследований, направленных непосредственно на совершенствование службы предупреждения о цунами, стали Атласы карт изохрон волн цунами в Тихом океане, выполненные в 1988—1989 годах по контракту с Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО. Эти работы оказали и первым опытом участия в международном сотрудничестве по снижению ущерба от волн цунами. Свидетельством высокой оценки сибирской школы цунамистов является их постоянное участие в работе международных организаций и проведение крупных научных мероприятий в различных городах Сибири. В первую очередь, необходимо упомянуть международные конгрессы по цунами, проходившие в Новосибирске в 1989 и 2009 годах.

В начале 1980-х, когда правительство страны приняло решение о создании Единой автоматизированной системы предупреждения о цунами (ЕАСЦ) для тихоокеанского побережья, сотрудники СО АН СССР приняли активное участие как в обсуждении концепции этой программы, так и в реализации её конкретных элементов. Ведущим исполнителем программы в те годы выступало ЦКБ Гидрометеоприборостроения, наследником которого является НПО «Тайфун», в настоящее время — головная организация в реализации мероприятий Федеральной целевой программы по модернизации российской системы предупреждения о цунами.

Геофизики — на переднем крае

В 1956 году Президиум АН СССР возложил на сейсмическую станцию «Южно-Сахалинск» задачу несения сейсмической части службы предупреждения о цунами. С 1959 года эти функции выполняет также станция «Петропавловск». Таким образом, именно геофизики стали первыми, кто начал заниматься проблемой предупреждения о цунами на научной основе. Вспомнить страницы истории и рассказать о дне сегодняшнем мы просили **директора Камчатского филиала Геофизической службы РАН Виктора Николаевича Чеброва**.

— Долгое время функционирование службы предупреждения основывалось практически лишь на наблюдениях сейсмических станций Академии наук. Решение о тревоге цунами принималось, когда при регистрации землетрясения достигалось некое пороговое значение магнитуды. Сейсмостанции в ту пору были оснащены сейсмографами с механической или гальванометрической регистрацией, естественно, не было никакой автоматической или даже автоматизированной обработки поступающих данных. Наблюдения на береговых гидрометеорологических станциях, которые производились визуальными или механическими самописцами, играли только вспомогательную роль, поэтому запись уровня моря на редких мареографных установках не имела существенного значения для оперативного предупреждения.

Основным недостатком службы стало большое количество ложных тревог, что в первую очередь было связано с недостаточным техническим обеспечением. Поэтому вопрос о необходимости её переоснащения возник неоднократно. В 1980 году постановлением Совета министров СССР было сформулировано государственное задание по созданию Единой автоматизированной системы предупреждения о цунами (ЕАСЦ), разработке и производству для неё необходимых

технических средств. Научно-методическая часть программы выполнялась в основном учёными АН СССР. К этому периоду относятся, например, разработка гидрофизического метода прогноза, включающего непосредственные наблюдения цунами в открытом океане, использование математических моделей распространения и трансформации волны. Сегодня, листая старые отчёты, поражаешься, насколько масштаб замысла и уровень научной проработки опережали возможности технологий, имевшихся в распоряжении создателей системы — аналоговый сигнал в средствах связи, ничтожные по современным меркам объёмы памяти вычислительной техники... Всё это серьёзно сдерживало возможности разработчиков. Завершить работу планировалось к 1990 году, но вследствие всем известных событий в истории страны выполнить её в задуманном объёме не удалось.

Следующие полтора десятилетия ни о каком развитии не могло быть и речи. Многие сейсмические станции были разрушены землетрясением 1994 года, средства на поддержание оставшихся в работоспособном состоянии не выделялись. Эту ошибку очень важно не повторить — к сожалению, у нас до сих пор часто забывают о существовании эксплуатационных расходов. Надо отдавать себе отчёт в том, что большинство сейсмостанций находятся в удалённых, труднодоступных местах, и если не прилагать систематических усилий, не осуществлять вовремя регламентные работы, не следить постоянно за исправностью оборудования и средств связи, они быстро придут в негодность, и всё придётся начинать сначала.

Мероприятия, выполненные в рамках Федеральной целевой программы в 2006—2010 годах, позволили восстановить и усовершенствовать систему предупреждения о цунами. Сеть сейсмических наблюдений на тихоокеанском побережье России, созданная специалистами Геофизической службы РАН, состоит сегодня из 11 широкополосных цифровых сейсмических станций, 16 пунктов регистрации сильных движений, трёх региональных информационно-обрабатывающих центров — во Владивостоке, Петропавловске-Камчатском и Южно-Сахалинске. Сегодня она обеспечивает обнаружение и регистрацию землетрясений в круглосуточном непрерывном режиме, оперативное определение их параметров, передачу результатов обработки на региональном и федеральном уровнях, принятие решения об угрозе при близких цунамигенных землетрясениях и передачу сигнала предупреждения о цунами по всем каналам оповещения.

Есть чёткое понимание того, куда двигаться дальше. Необходимо дальнейшее наращивание и доведение до оптимальной структуры сети сейсмических и гидрофизических наблюдательных пунктов, в первую очередь, в Хабаровском крае и Магаданской области, где они в настоящее время практически отсутствуют, внедрение в практику новых высокоэффективных методов и технологий (например, установка в открытом океане донных датчиков, позволяющих добиться раннего и достоверного обнаружения цунами), развитие на новой технической базе системы передачи данных и оповещения об угрозе цунами и многое другое.

Нужен новый порядок действий

Реализацию мероприятий Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 года» по модернизации системы предупреждения о цунами в тесном сотрудничестве осуществляли специалисты Российской академии наук и Росгидромета. Охарактеризовав задачи второго этапа программы мы попросили одного из разработчиков аппаратно-программного комплекса центров предупреждения о цунами, **заведующего лабораторией Научно-производственного объединения «Тайфун» (г. Обнинск) Дмитрия Альфредовича Камаева**.

— Действующая методология системы предупреждения о цунами построена на основе магнитудно-географического критерия, т.е. данных о расположении эпицентра землетрясения и значении его магнитуды. Если событие удовлетворяет определённым критериям по обоим параметрам, считается, что цунами обязательно возникнет, и тревога должна безусловно объявляться. Исходя из

