

## 1.2. Волна цунами – общие сведения.

Исторические примеры.

Особенности распространения и факторы опасности.

Задачи моделирования.

Модель распространения волны – понятия о системах Эйлера и Навье-Стокса.

Длинноволновое приближение (система уравнений мелкой воды).

### Моделирование волны цунами. Источник волны цунами.

Во второй половине девяностых годов XX века появилась техническая возможность достаточно точной регистрации волн цунами в открытом океане. Это дало возможность получать мареограммы цунами без помех и искажений, которые привносятся береговыми эффектами (резкое усиление дисперсии и частичное отражение от материкового склона). В 1996 году была реализована пробная постановка пяти глубоководных регистрирующих станций в северной части Тихого океана. Через несколько месяцев все станции были извлечены со дна океана, а записи были расшифрованы. Оказалось, что все станции записали прохождение волн от довольно слабого Андреановского цунами. Возникла идея по этим записям попытаться восстановить истинный очаг этого цунами. Для этого нужно было вначале провести расчеты от всевозможных (базисных) очагов вблизи эпицентра, зарегистрированного сейсмической службой, а затем попытаться из этих очагов построить комбинированный очаг, который генерировал бы волны цунами, подобные записанным. Однако, использованные для этого базисные источники не позволили найти комбинированный очаг, дающий искомую форму волны в точках регистрации. Это, скорее всего, объясняется специфической формой начального смещения поверхности океана в базисном источнике.

Целью работы является анализ применяемой в настоящее время системы базисных источников и построение новой системы базисных источников для определения очага цунами. То есть такой системы, которая бы с наименьшими затратами времени, хорошо аппроксимировала бы поле вертикальных смещений поверхности дна при землетрясениях с различным сейсмическим механизмом.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

С появлением технической возможности регистрации волны цунами, распространяющейся по глубокому океану, возникла возможность нахождения в режиме реального времени параметров очага цунами (местоположение, профиль и т.д.). Одним из самых простых методов приближенного вычисления начального смещения водной поверхности в очаге является метод предварительных расчётов. Этот метод является пока единственным, способным дать приближенную форму искомого очага при небольшом количестве глубоководных регистраторов цунами. Суть метода и некоторые предварительные результаты применения этого подхода сотрудниками Службы Погоды США (PMEL NOAA) к восстановлению очага цунами изложены в [1].

Результаты моделирования распространения цунами в глубоком океане показывают линейный характер этого процесса. Следовательно, волновой сигнал (мареограмму) от сложного очага цунами (начального вертикального смещения водной поверхности) можно представить, как сумму волновых сигналов от каждой из частей очага в этой же точке наблюдения. Поэтому надо построить такую систему небольших базисных

источников цунами, чтобы была возможность аппроксимации реального очага цунами с помощью линейной комбинации из нескольких источников. После того, как расставлены базисные источники, производится численный расчёт распространения волны цунами от каждого из них до всех глубоководных регистраторов. В базу данных складываются расчётные мареограммы (изменение уровня океана во времени) от всех базисных источников данного региона. Таким образом база данных будет содержать  $N \times M$  синтетических мареограмм, где  $N$  – число глубоководных регистрирующих станций, а  $M$  – число базисных источников цунами.

Алгоритм восстановления очага цунами заключается в следующем: после регистрации прохождения волны цунами глубоководными донными датчиками, эти реальные мареограммы передаются в центр предупреждения цунами. Там при помощи специально разработанных алгоритмов за несколько минут (секунд) вычисляются коэффициенты в линейной комбинации базисных источников, задействованных в генерации цунами, которые (коэффициенты) обеспечивают наименьшее отклонение комбинированной синтетической мареограммы от волнового сигнала, реально зарегистрированного глубоководными станциями. И в конце всей процедуры восстанавливается начальное смещение водной поверхности в очаге цунами как линейная комбинация базисных источников с вычисленными до этого соответствующими коэффициентами. Из этого краткого описания метода очевидно, что для удовлетворительного приближения реального очага комбинацией базисных источников, система этих источников должна быть способна аппроксимировать характерные профили исходного смещения волной поверхности, совпадающую в начальный момент поле смещений твёрдого дна, вызванного землетрясением.