Как улучшить оперативный прогноз цунами в ближней зоне

Куликов Е.А. (ИОРАН)

В работе Гусякова (2010) на основе анализа 50-летней практики применения магнитудно-географического критерия прогнозирования региональных цунами показано, что среди выпущенных оперативной службой за этот период 67 тревог ложными по принятому критерию превышения высотами волн пороговой величины 0.5 м, оказалось 50 (т.е. 75 %).

Если исключить из числа цунамигенных землетрясений те, которые имеют глубины очага более 80 км, доля ложных тревог могла бы снизится почти на 20 % (Гусяков, 2010).

Современные технологии моделирования сейсмического очага и распространения цунами могут значительно улучшить качество и надежность принятия решения об объявлении цунами. Как пример рассмотрены два известных события вблизи Северо-Курильска - 25 февраля 1973 года с магнитудой 7,5 (тревога оправдалась) и 25 марта 2020 г. с магнитудой 7.5 (тревога оказалась ложной).

Дата землетрясения: **28 февраля 1973 г.**
Время: 06:37:50
Магнитуда: **7.5**
Коорд. эпицентра: 50.40° с. ш., 156.70° в. д.
Глубина: 70 км

Дата землетрясения: **25 марта 2020 г.**
Время: 02:49
Магнитуда: **7.5**
Коорд. эпицентра: 49.0 ° с.ш., 157.7 ° в.д.
Глубина: 59 км

Данные наблюдений цунами 1973 и 2020 гг

Записи колебаний уровня на глубоководных станциях DART

Вейвлет анализ записи цунами в Водопадной

Вейвлет анализ записи цунами в п. Стародубское

Деформации дна, рассчитанные по моделям Finite Fault (USGS), вызванные землетрясениями 1973 и 2020 гг

Распределение максимумов волны цунами по результатам моделирования событий 1973 и 2020 гг

Выбор «наихудшего сценария»
Модель конечного разрыва (по Окаде)

Механизм очага

Деформация морского дна

Геометрические размеры очага и величина смещения по разрыву (по Wells, Coppersmith, 1994):

$$lgL = 0.59\,M_w - 2.44 \pm 0.16, \qquad (L \text{ в км}),$$

$$lgW = 0.32\,M_w - 1.01 \pm 0.15, \qquad (W \text{ в км}),$$

$$lgS = 0.91\,M_w - 3.49 \pm 0.24, \qquad (S \text{ в км}^2),$$

$$lgD_{av} = 0.69\,M_w - 4.80 \pm 0.36, \qquad (D_{av} \text{ в м}),$$

$$lgD_{max} = 0.82\,M_w - 5.46 \pm 0.42, \qquad (D_{max} \text{ в м}).$$

При заданной магнитуде M_w логарифмы размеров очага и смещений в очаге распределены по нормальному закону с указанными значениями стандартного отклонения. Это дает возможность учитывать неопределенность значений параметров при создании модельного каталога событий.

25 марта 2020, Модель Finite Fault (USGS)

L = 55 км, W = 51 км, ϕ = 201°, λ = 88°, δ = 47°, Δu = 0.93 м, d = 57.8 км

Сравнение деформации дна по Окадо и по модели USGS

Зависимость параметров цунами от глубины очага,

99%
95%
90%
Rake
90°
d
Глубина

Где объявлять тревогу?

ВЫВОДЫ:

Методика магнитудно-географического критерия при принятии решения об объявлении тревоги цунами может быть существенно улучшена:

1) За счет использования результатов численного моделирования «наихудшего сценария».

2) За счет уточнения пороговых магнитуд и границ зон, соответствующих этим значениям магнитуды для цунамиопасных сейсмических зон.

3) За счет использования данных глубоководных регистраторов цунами в реальном масштабе времени

4) Научные разработки, которые обеспечат увеличение оправдываемости прогнозов хотя бы на несколько процентов, позволят сэкономить миллионы рублей, расходуемые во время ложной тревоги на эвакуацию населения, прекращение производства в прибрежной зоне, вынужденный уход судов в открытое море. Повышение доверия населения к надежности прогнозов возможно также приведет и к спасению жизни людей.