

## ВЛИЯНИЕ ПРИЛИВА НА ФОРМИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ВЫСОТ ВОЛН НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ РОССИИ ПРИ ЧИЛИЙСКОМ (27.02.2010) И ТОХОКУ (11.03.2011) ЦУНАМИ

*Ивельская Т.Н.<sup>1</sup>, Веремьева Е.В.<sup>1</sup>, Шевченко Г.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ «Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», г. Южно-Сахалинск, [tanya.ivel'skaya@gmail.com](mailto:tanya.ivel'skaya@gmail.com)

<sup>2</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

### Введение

Приливные колебания на тихоокеанском побережье России имеют значительную величину (максимальный за год размах приливных колебаний колеблется от 1.8 м на Южных до 2.3 м на Северных Курильских островах) [2]. Соответственно, даже при достаточно опасном цунами высотой 2 – 5 м прилив может как существенно усилить, так и ослабить воздействие волн на побережье. Поэтому в практике работы Службы предупреждения о цунами всегда учитывается, на какую фазу прилива ожидается приход цунами. Ситуация осложняется в тех случаях, когда сильное землетрясение возбуждает мощные продолжительные колебания, как это было, например, при недавних Чилийском (27.02.2010) и Тохоку (11.03.2011) цунами. В этих случаях оценить влияние прилива на максимальные отметки суммарного уровня достаточно сложно, для этого необходимо предвычислять приливные колебания на интересующий интервал времени по известным гармоническим постоянным амплитуды и фазы основных приливных волн.

Для ряда береговых станций развернутой на Дальнем Востоке России в последние годы сети телеметрических регистраторов Службы предупреждения о цунами (положение этих станций, а также глубоководных измерителей DART показано на рис. 1) предвычисление приливного ряда выполнено заранее, поэтому фильтрация прилива из полученных записей цунами осуществляется в автоматическом режиме. Это упрощает задачу оценки основных характеристик цунами в данном пункте, прежде всего высоты волны. Для части станций приливной уровень не рассчитан, поэтому определение высот волн в оперативном режиме затруднено.



Рис.1. Расположение глубоководных и береговых регистраторов цунами на дальневосточном побережье России.

## Чилийское цунами 27 февраля 2010 года

Первые волны при Чилийском цунами подошли к берегам Камчатки и Курильских островов в момент высокой воды прилива. В течение суток 28 февраля отмечено два максимума – около 4 и 19 часов высотой около 40 см, и один выраженный минимум около – 80 см в 12 часов UTC. Однако первые волны не имели большой высоты (за исключением станций Ханасаки и бухты Церковная, см. рис.2), волны с максимальной амплитудой пришлись на спадание уровня, а в некоторых пунктах (например, бухта Малокурильская) – на отрицательные значения приливного уровня относительно нулевого среднего. Поэтому прилив лишь в некоторых пунктах (где на начальном отрезке были волны значительной высоты) усилил цунами, в других (Северо-Курильск, Водопадная) его влияние было незначительным, в ряде пунктов воздействие цунами было ослаблено. Максимальная на всем тихоокеанском побережье России волна в Северо-Курильске (размах колебаний составил 218 см, положительное отклонение от нулевого среднего уровня достигло 97 см, отрицательное –121 см) пришлась на небольшое по величине отрицательное отклонение прилива. Максимальное значение суммарного уровня составило 86 см (на рис.2 средний уровень на этой станции приведен к 50 см для разделения с бухтой Церковная). Наибольшее отрицательное отклонение суммарного уровня составило -144 см, то есть прилив ослабил накат цунами и усилил откат. В целом это имело некоторый защищающий эффект, так как от наката цунами страдают практически все объекты, находящиеся в береговой зоне, а от отката - лишь немногие портовые сооружения, доки и морские водозаборы. При нынешнем состоянии экономики Северо-Курильска, это усиление отката не имело заметных негативных последствий. Отметим, что первая, достаточно слабая волна, была зафиксирована в этом пункте практически в момент полной воды прилива (аналогично на глубоководных станциях DART у побережья Курильской гряды), и если бы она имела значительную высоту, то последствия для порта могли быть весьма серьезными.

На побережье о. Сахалина (станции Корсаков. Поронайск) наиболее интенсивные колебания, связанные с Чилийским цунами, также пришлись на спадание уровня или малую воду прилива.

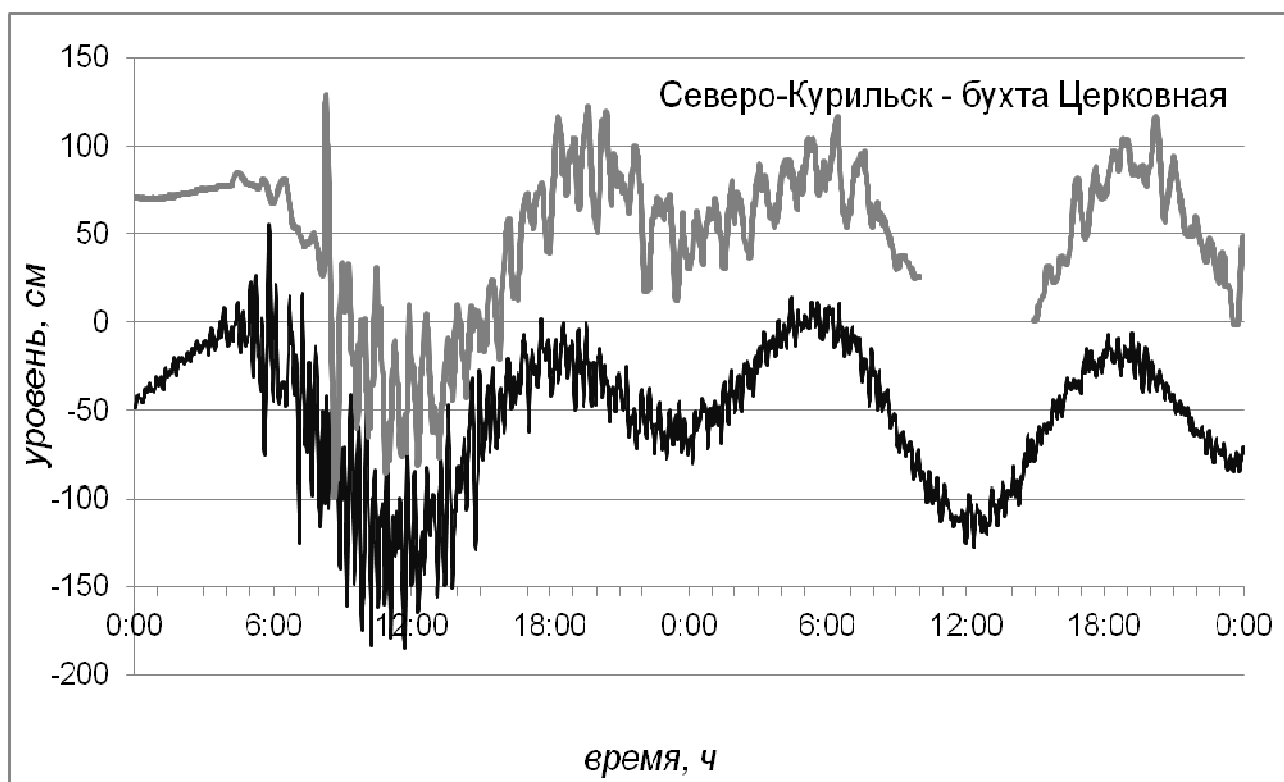


Рис.2. Записи колебаний уровня в бухте Церковная (о.Шикотан, черная тонкая линия, средний уровень приведен к -50 см) и в порту Северо-Курильск (о.Парамушир, толстая серая линия, средний уровень +50 см) за 28.02 - 01.03.2010 г., содержащие Чилийское цунами.

### Тохоку цунами 11 марта 2011 года

Приход максимальных волн Тохоку цунами на Курильских островах пришелся на малую полную воду прилива. В течение суток 11 марта на тихоокеанском побережье России был отмечен хорошо выраженный минимум (-70 см около 4 часов утра), и два максимума: первый, сравнительно слабый, высотой 25 см около 12:30 и, второй, более значительный, высотой 45 см около 20 часов UTC. Первые волны на станции Южно-Курильск (о.Кунашир) пришлись на небольшие по величине положительные отклонения приливного уровня, а на станции Семячки на восточном побережье Камчатки, названной по имени расположенных поблизости вулканов – непосредственно на первый максимум (рис.3). Максимальная волна на последней станции не была зарегистрирована из-за аппаратурных сбоев, но она пришла лишь немногим ранее второго, основного максимума приливного уровня. Таким образом, прилив в определенной мере усилил воздействие цунами на побережье на Южных Курильских островах и более существенно – на Северных Курилах и тихоокеанском побережье Камчатки. Вероятно, именно это обстоятельство способствовало интенсивному взлому льда в бухтах и устьях рек, что было главной особенностью проявления этого цунами [1, 3].

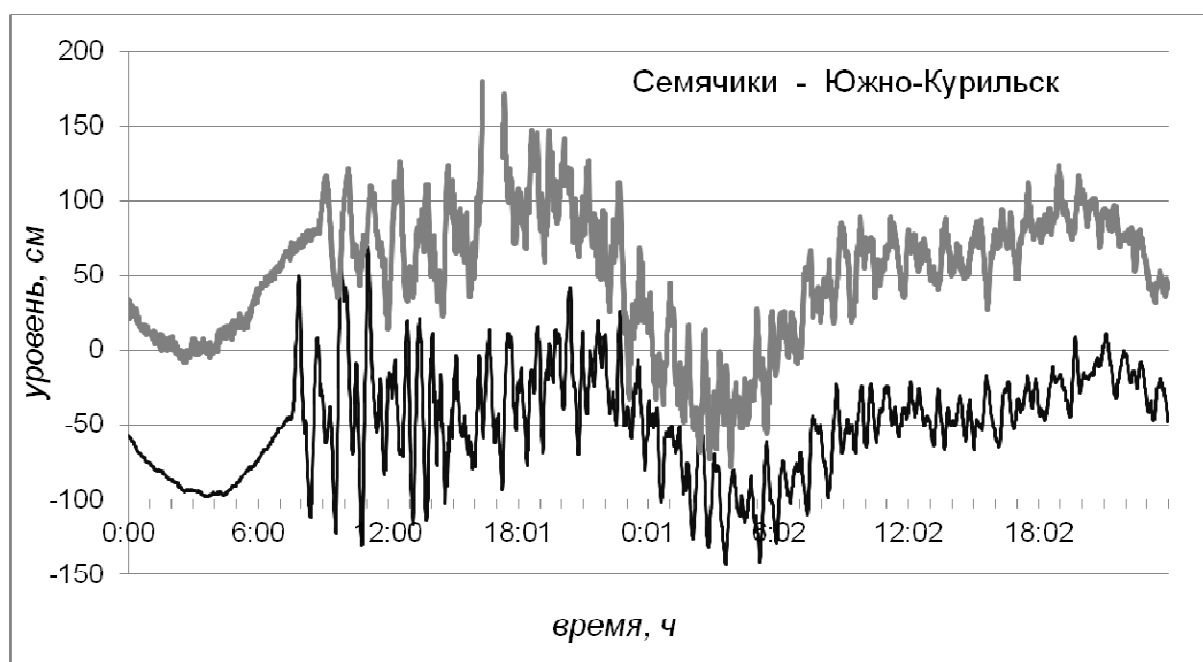


Рис.3. Записи колебаний уровня в Южно-Курильске (о.Кунашир, черная тонкая линия, средний уровень приведен к -50 см) и на станции Семячки (восточное побережье п-ва Камчатка, толстая серая, средний уровень +50 см) за 11-12.03.2011 г., содержащие Тохоку цунами.

### Заключение

Рассмотренные примеры показали, что учет приливов важен при определении опасности цунами для тихоокеанского побережья России. Если Чилийское цунами лишь в немногих пунктах было усилено приливом, то для Тохоку цунами его вклад был более существенным, в особенности на его восточном фланге. Интенсивный взлом ледяного покрова в бухтах и устьях рек, отмеченный 11 марта 2011 г., мог быть обусловлен именно этой причиной.

Работа выполнена при грантовой поддержке РФФИ (тема 12/13-Р и 12-05-00757-а).

### Список литературы

1. Кайстренко В.М., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н.. Проявления цунами Тохоку 11 марта 2011 г. на Тихоокеанском побережье России // Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Том 38, № 1. С.41 - 64.
2. Шевченко Г.В., Романов А.А. Определение характеристик прилива в Охотском море по данным спутниковой альтиметрии. // Исследование Земли из космоса. 2004. №1. С. 49-62.
3. Kaistrenko V., Razjigaeva N., Kharlamov A. and Shishkin A. Manifestation of the 2011 Great Tohoku Tsunami on the Coast of the Kuril Islands: A Tsunami with Ice // Pure Appl. Geophys. 2012. Springer Basel AG. DOI 10.1007/s00024-012-0546-9