

Четвертая научно-техническая конференция
Проблемы комплексного мониторинга Дальнего Востока России
29 сентября – 5 октября 2013 г.
Петропавловск-Камчатский

Ю.П. Королев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА ЦУНАМИ ВБЛИЗИ ПОБЕРЕЖЬЯ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН



Южно-Сахалинск - 2013

Проблема оперативного прогноза цунами на Дальнем Востоке России является актуальной, до настоящего времени не вполне решенной задачей, несмотря на успехи сейсмологической подсистемы предупреждения о цунами.

Недавнее событие 24 мая 2013 г. вновь показало необходимость совершенствования системы и регламента предупреждения о цунами.

Недостаток объявления тревоги цунами 24 мая заключается не столько в том, что землетрясения с глубиной гипоцентра 600 км не возбуждают цунами, сколько в одновременном объявлении тревоги по всему охотоморскому побережью Сахалина и Курильских островов, хотя времена пробега цунами до различных пунктов существенно различаются. Подобный недостаток присущ другим тревогам, объявляемым в соответствии с магнитудно-географическим критерием (сейсмологический способ).

Проблема заключается в том, чтобы давать адекватный, дифференцированный по участкам побережья, заблаговременный прогноз времен прихода первой, максимальной волн цунами в заданный пункт и их амплитуд. По современным представлениям тревога цунами должна объявляться в населенных пунктах с учетом прогнозируемого времени прихода цунами. В настоящее время на основании сейсмологической информации о землетрясении такой прогноз невозможен.

Гидрофизические способы не подменяют существующий сейсмологический способ, но во многих случаях с достаточной заблаговременностью дают достоверный прогноз цунами, что позволяет принимать решение об объявлении тревоги в оптимальные сроки только в тех пунктах, в которых цунами представляет реальную угрозу.

Понятие *предупреждение о цунами* изначально применялось к действиям, основанным на сейсмологическом критерии. Однако, как известно, сейсмологический способ не может давать детальную информацию об ожидаемом цунами, тем более для конкретного пункта побережья.

До 2013 года не существовало определения оперативного прогноза цунами, выполняемого гидрофизическим способом. Лишь в 2013 г. такое определение было дано в Глоссарии цунами, разработанном Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО (IOC UNESCO): "A quantitative estimate of any property of the tsunami hazard that is made in advance. Properties that may be forecast include the time of initial wave arrival, the time of maximum wave arrival, *the amplitude* of the maximum tsunami waves, and the duration of the tsunami hazard".

В настоящей работе для моделирования оперативного прогноза цунами применялся способ, разрабатываемый в ИМГиГ. Целью, которая с самого начала ставилась при разработке способа, являлась цель гидрофизических способов, сформулированная выше. Рассчитанная этим способом форма ожидаемого цунами дает ответы на все пункты, приведенные ЮНЕСКО в определении понятия прогноз цунами. Согласно этому способу, по данным об уровне в одной, удаленной от побережья, точке рассчитывается форма ожидаемого цунами вблизи любого заданного пункта. При этом необходима информация только о координатах эпицентра землетрясения.

Способ ИМГиГ не опирается на конкретный механизм землетрясения, размер очага, поэтому возможен прогноз цунами, возбуждаемых различными механизмами, в частности, в результате подводного оползня.

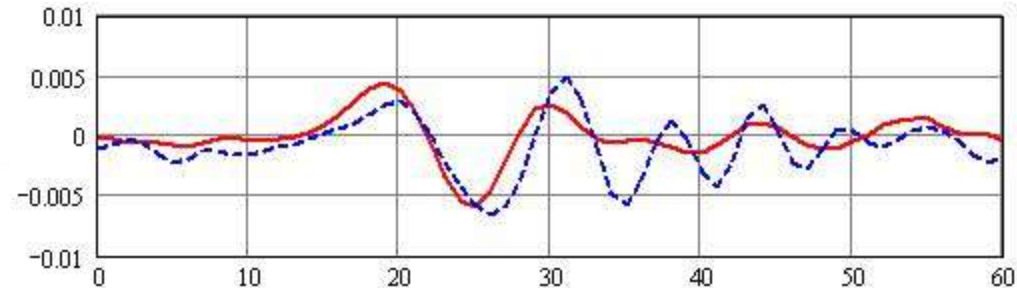
Расчет может выполняться в режиме реального времени, если информация от уровенной станции поступает в таком же режиме. Возможно также создание базы расчетных вспомогательных мареограмм. Однако такая работа весьма трудоемка, ее выполнение целесообразно после создания парка глубоководных уровенных станций Российской службы предупреждения о цунами.

Момент времени выработки прогноза этим способом равен моменту времени прихода цунами в точку регистрации плюс время идентификации цунами в этой точке (первый полупериод для предварительного прогноза) и плюс время для выполнения прогноза (1 – 2 мин.).

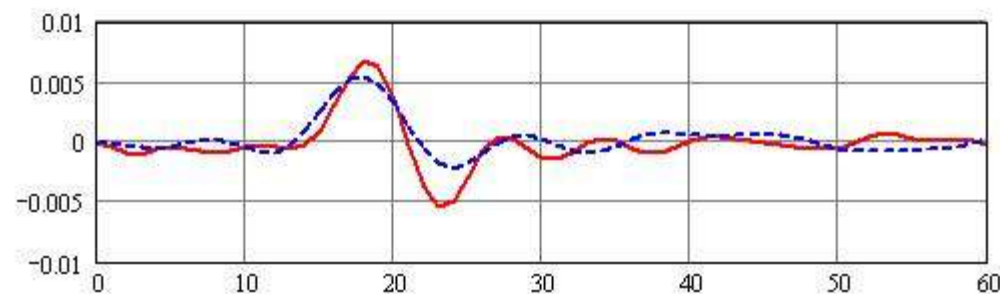
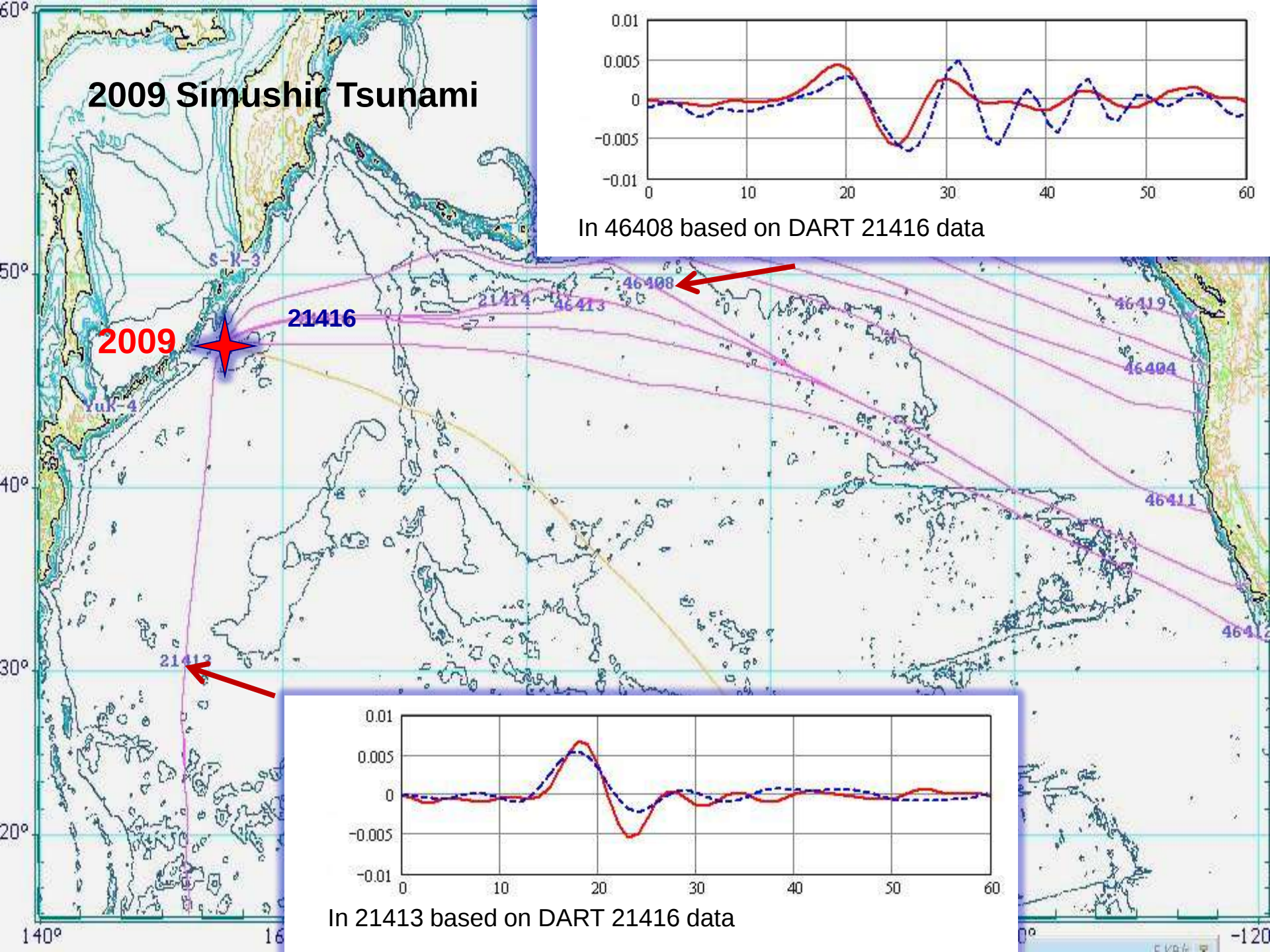
Способ применим для пунктов, для которых момент времени прогноза меньше, чем момент первого вступления (максимальных волн) цунами в заданный пункт минус время, необходимое для эвакуации (разное для различных пунктов).

Для пунктов, для которых этот критерий не выполняется, тревога цунами должна быть объявлена в соответствии с действующим регламентом.

2009 Simushir Tsunami

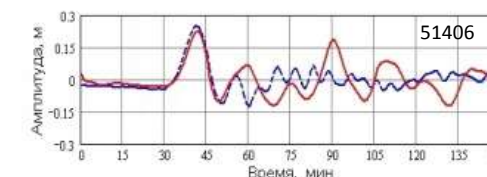
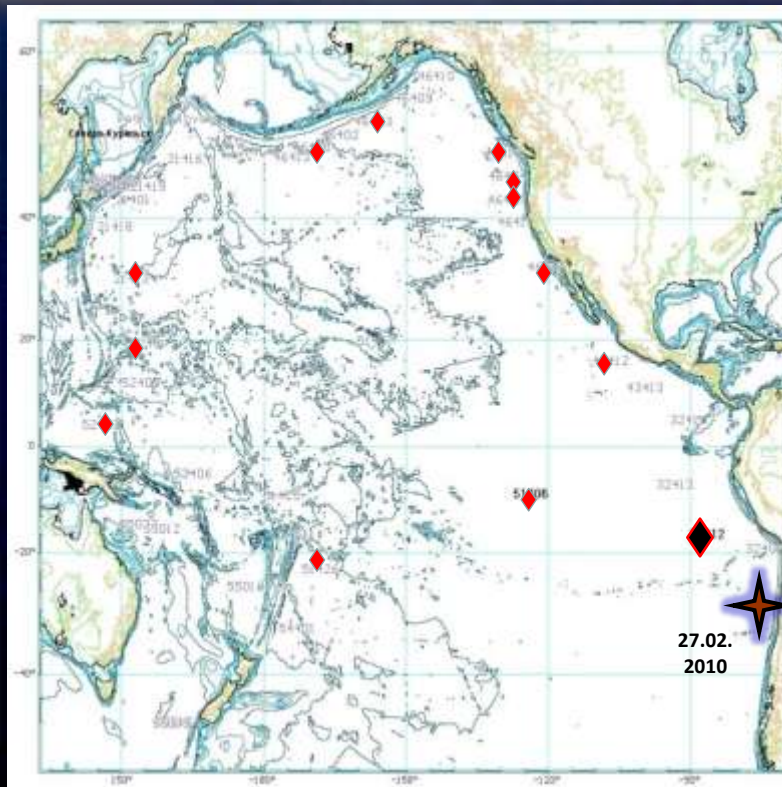
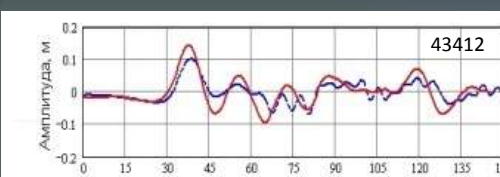
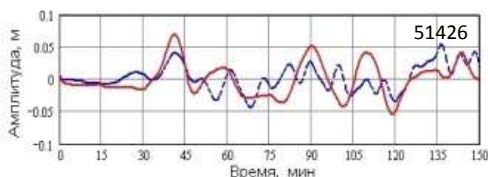
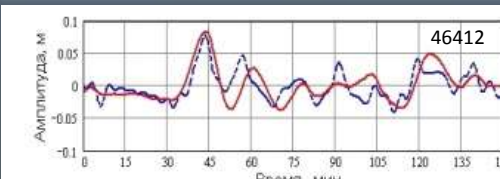
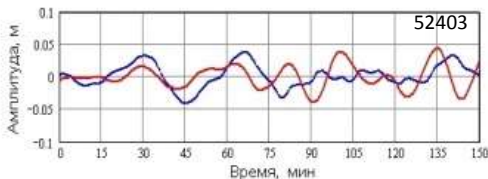
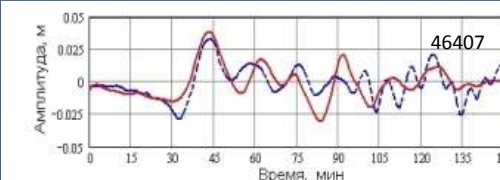
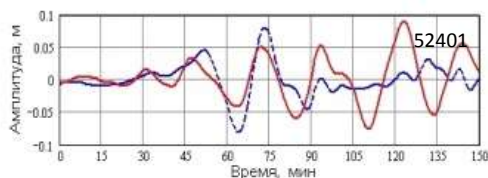
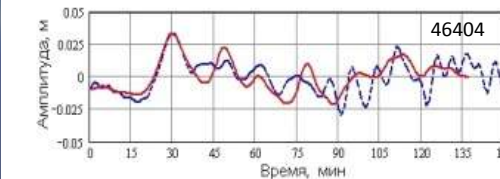
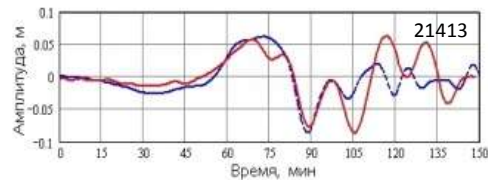
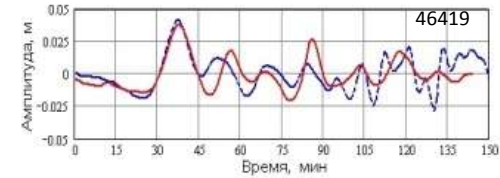
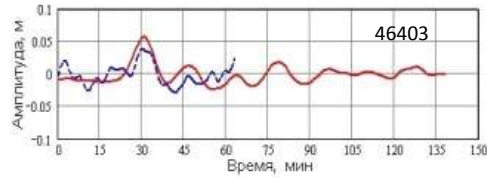
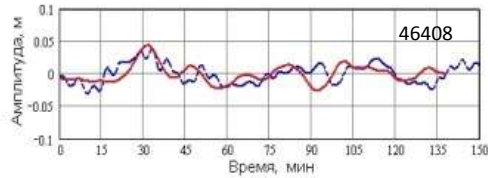


In 46408 based on DART 21416 data



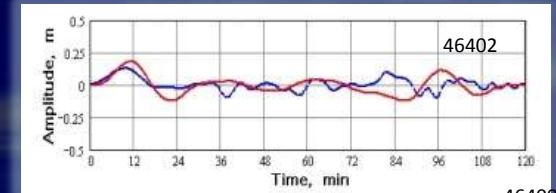
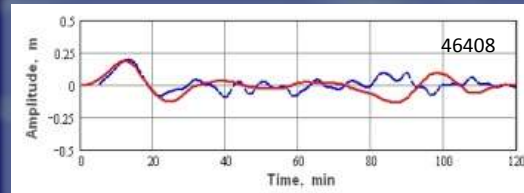
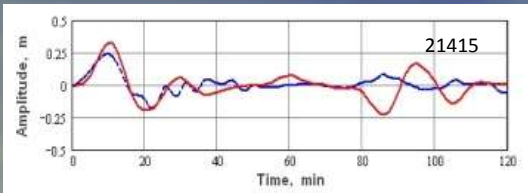
In 21413 based on DART 21416 data

Чилийское цунами 27 февраля 2010 г.

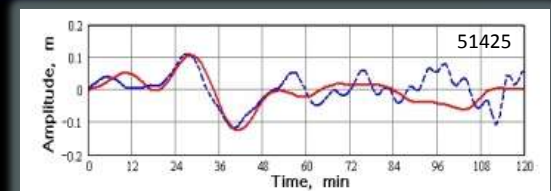
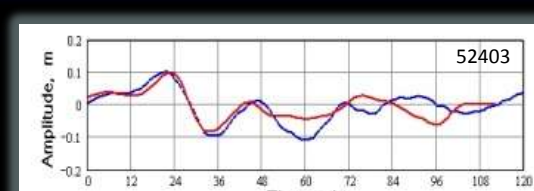
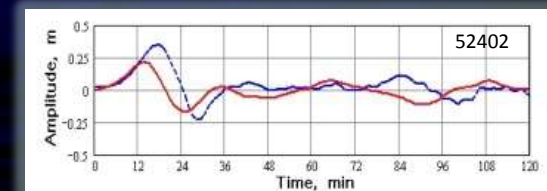
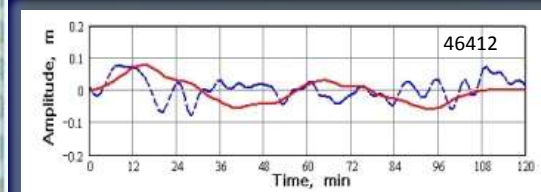
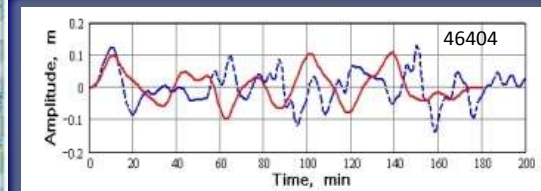
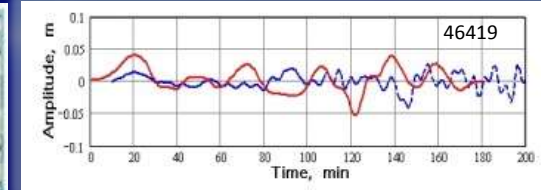
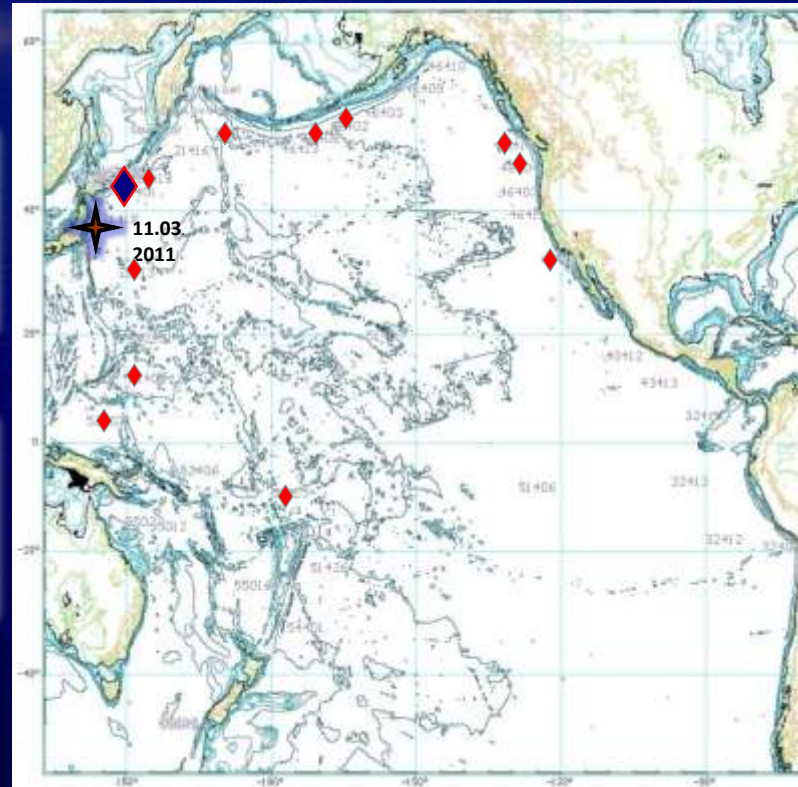
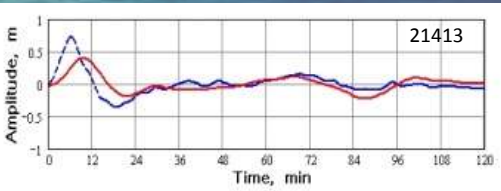
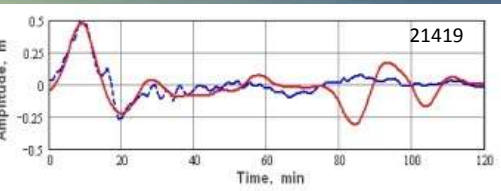


Сферические координаты. Шаг сетки 5 км на широте 0°. Прогноз выполнен по данным станции 32412.

Цунами Тохоку 11 марта 2011 г.

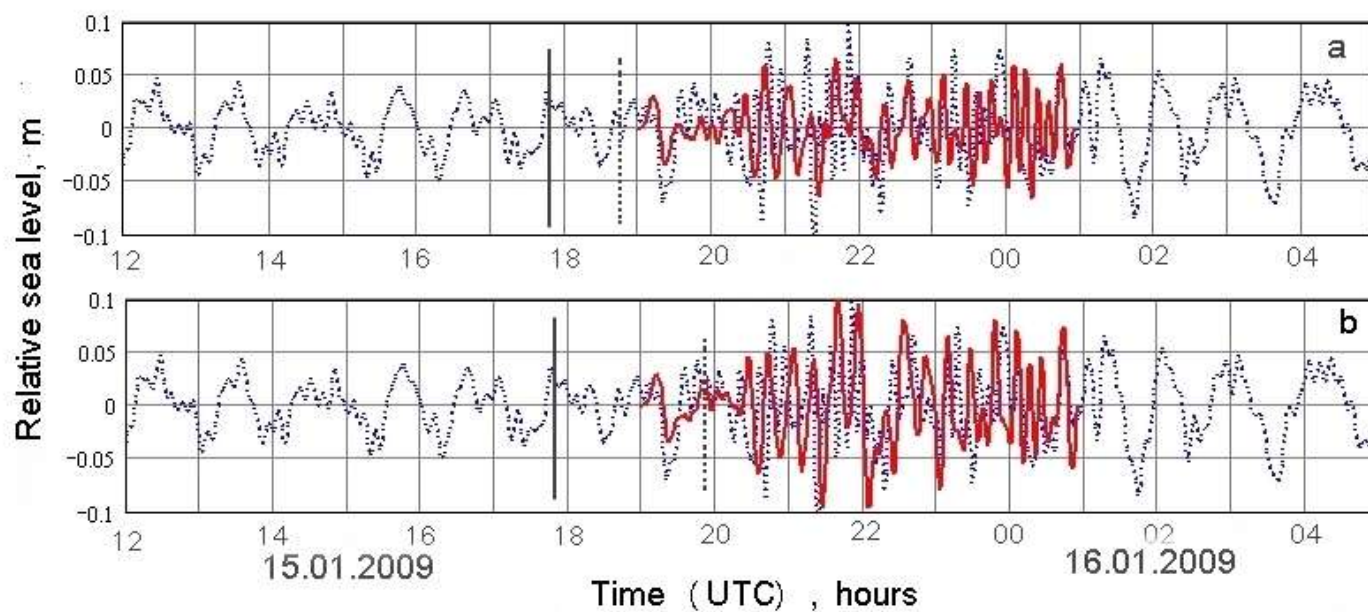


46409

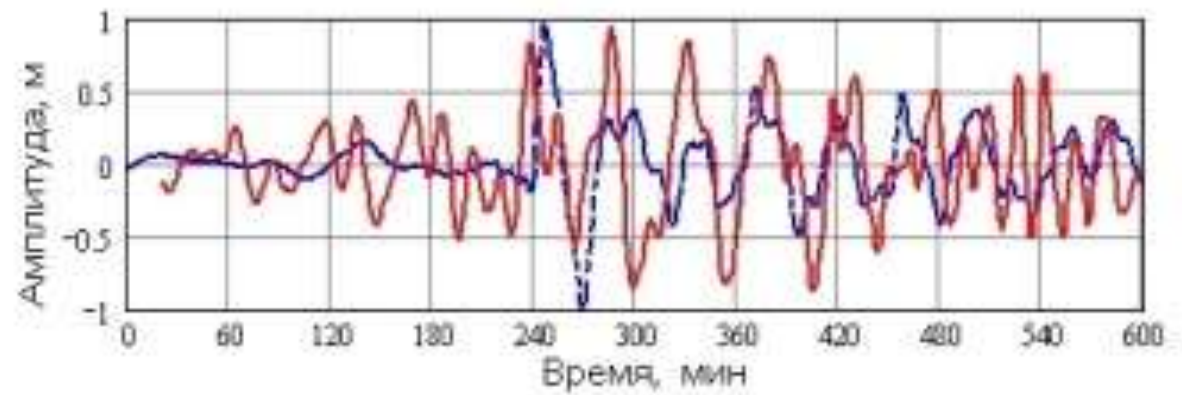
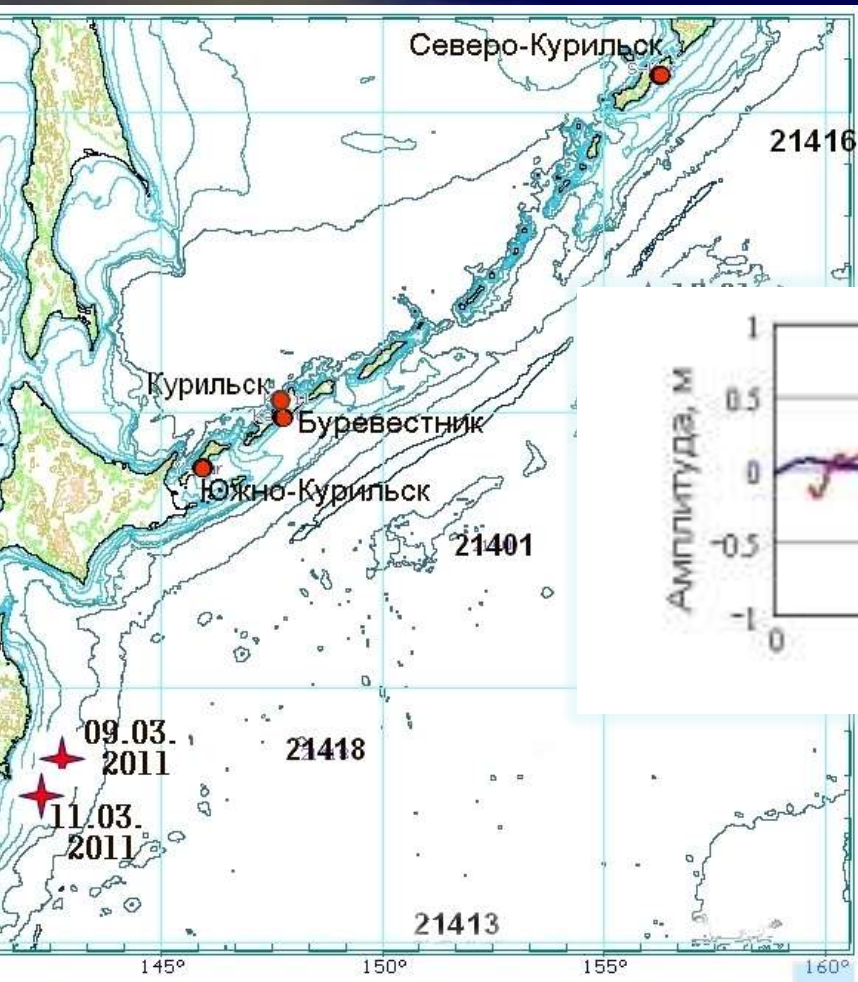


Сферические координаты. Шаг сетки 5 км на широте 0°. Прогноз выполнен по данным станции DART 21401.

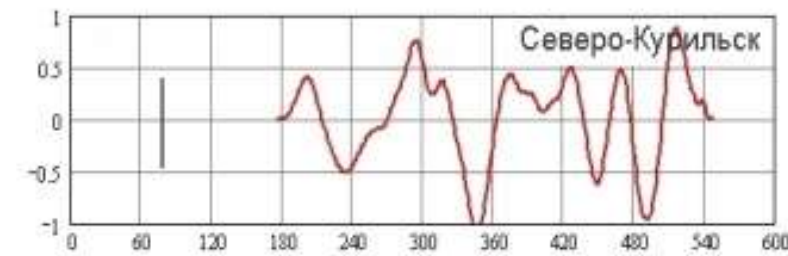
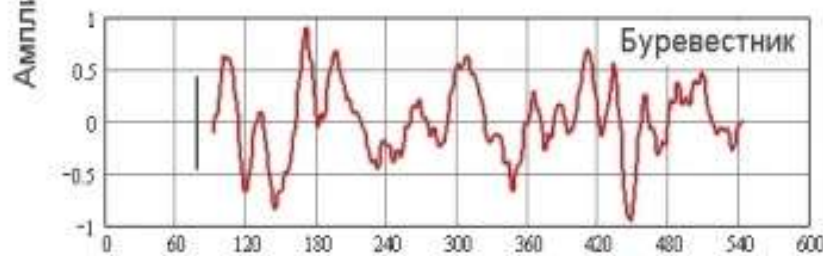
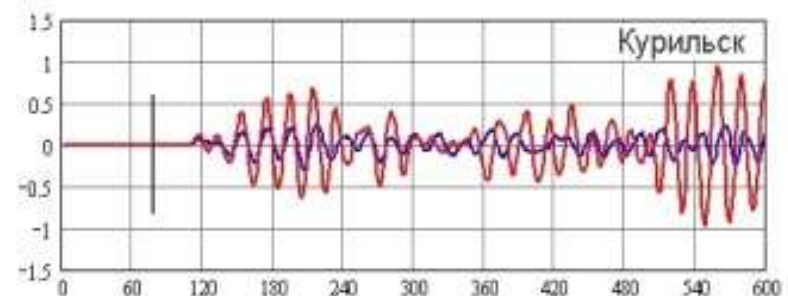
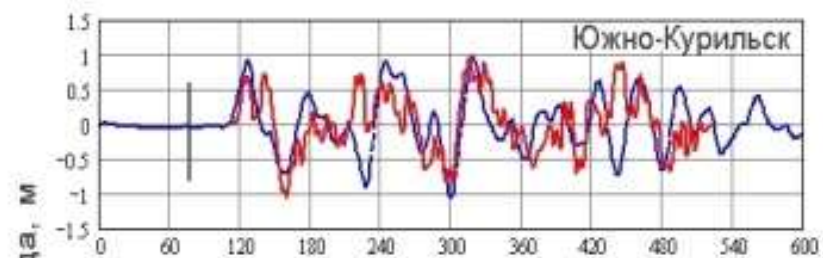
Симуширское цунами 2009 г.



Чилийское цунами 2010 г.



Цунами Тохоку 2011 г.



Время от начала землетрясения, мин.

ВЫВОДЫ

Результаты моделирования оперативного прогноза цунами на примерах событий 2009 г. (Симушир), 2010 г. (Чили), 2011 г. (Тохоку) показывают, что предложенный способ хорошо работает в случаях как близких, так и дальних цунами.

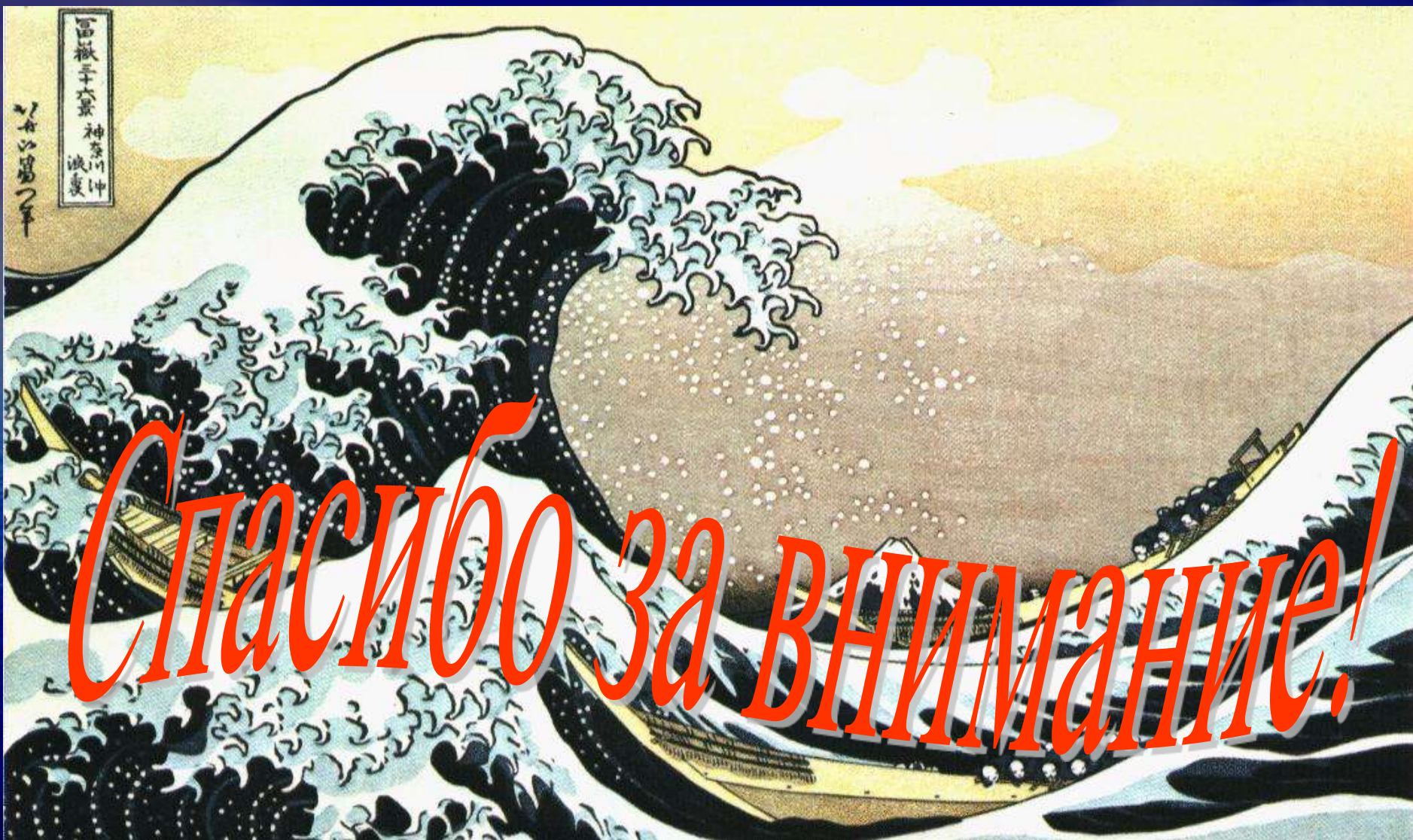
Качество прогноза достаточно для принятия решения об объявлении тревоги цунами только в тех пунктах, в которых цунами представляет реальную угрозу.

Возможность прогнозировать цунами большой длительности позволяет оценить время отбоя тревоги. Таким образом, предложенный способ оперативного прогноза цунами полностью удовлетворяет определению прогноза цунами, сформулированному ЮНЕСКО.

Предложенный способ может служить основой (составляющей) комплекса оперативного прогноза цунами.

Литература

1. Королев Ю.П. Расчет цунами по измерениям уровня моря в удаленных точках при оперативном прогнозе. // Океанология. 2004. Т. 44, № 3. С. 373 – 379.
2. Королев Ю.П. Анализ способа оперативного прогноза цунами. // Настоящий сборник.
3. Королев Ю.П., Ивельская Т.Н. О совершенствовании оперативного прогноза цунами на Дальнем Востоке. // III научно-техническая конференция "Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России". Петропавловск-Камчатский, 9 - 15 октября 2011 г. Сборник докладов. На CD. <http://emsd.ru/konf111009/pdf/sb/index.html>.
4. Королев Ю.П., Ивельская Т. Н. Совершенствование оперативного прогноза цунами и тревоги цунами. Анализ последних цунами. // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9, № 2. С. 76-91.
5. Korolev, Yu. An approximate method of short-term tsunami forecast and the hindcasting of some recent events. // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2011. V. 11. P. 3081–3091. doi:10.5194/nhess-11-3081-2011. <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/3081/2011/nhess-11-3081-2011.pdf>
6. Korolev, Yu. A New Approach to Short-Term Tsunami Forecasting. // Tsunami - Analysis of a Hazard - From Physical Interpretation to Human Impact. Rijeka, Croatia: InTech. 2012. P. 141-180. ISBN: 979-953-307-835-8. <http://dx.doi.org/10.5772/51345>.
7. Titov, V. V. Tsunami Forecasting // The Sea. Vol. 15, eds. E. N. Bernard and A. R. Robinson. Harvard University Press, Cambridge, MA and London, England, 2009. P. 367—396.
8. UNESCO-IOC. Tsunami Glossary. IOC Information document No. 1221 Paris, UNESCO, 2006. http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1328&Itemid=1142&lang=en
9. Intergovernmental Oceanographic Commission. Revised Edition 2013. Tsunami Glossary, 2013. Paris, UNESCO. IOC Technical Series, 85. (English.) (IOC/2008/TS/85rev), http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oie&task=viewDocumentRecord&docID=10442
10. <http://nctr.pmel.noaa.gov/chile20100227/chile20100227-modeldata.html>
11. <http://nctr.pmel.noaa.gov/honshu20110311/honshu20110311-modeldata.html>
12. <http://rtws.ru/centers/sakhalin/news/240513>
13. <http://www.ndbc.noaa.gov/dart.shtml>
14. http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml
15. <http://www.rtw.s.ru/sea-level/>



Спасибо за внимание!