

V Всероссийская научная конференция
«ВОЛНЫ ЦУНАМИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗ»
Москва 12-14 ноября 2024 г.

РАСЧЕТ ЦУНАМИ, ВЫЗВАННОГО ВЗРЫВОМ ВУЛКАНА ТОНГА 15.01.2022 г., ЭКСПРЕСС- МЕТОДОМ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА

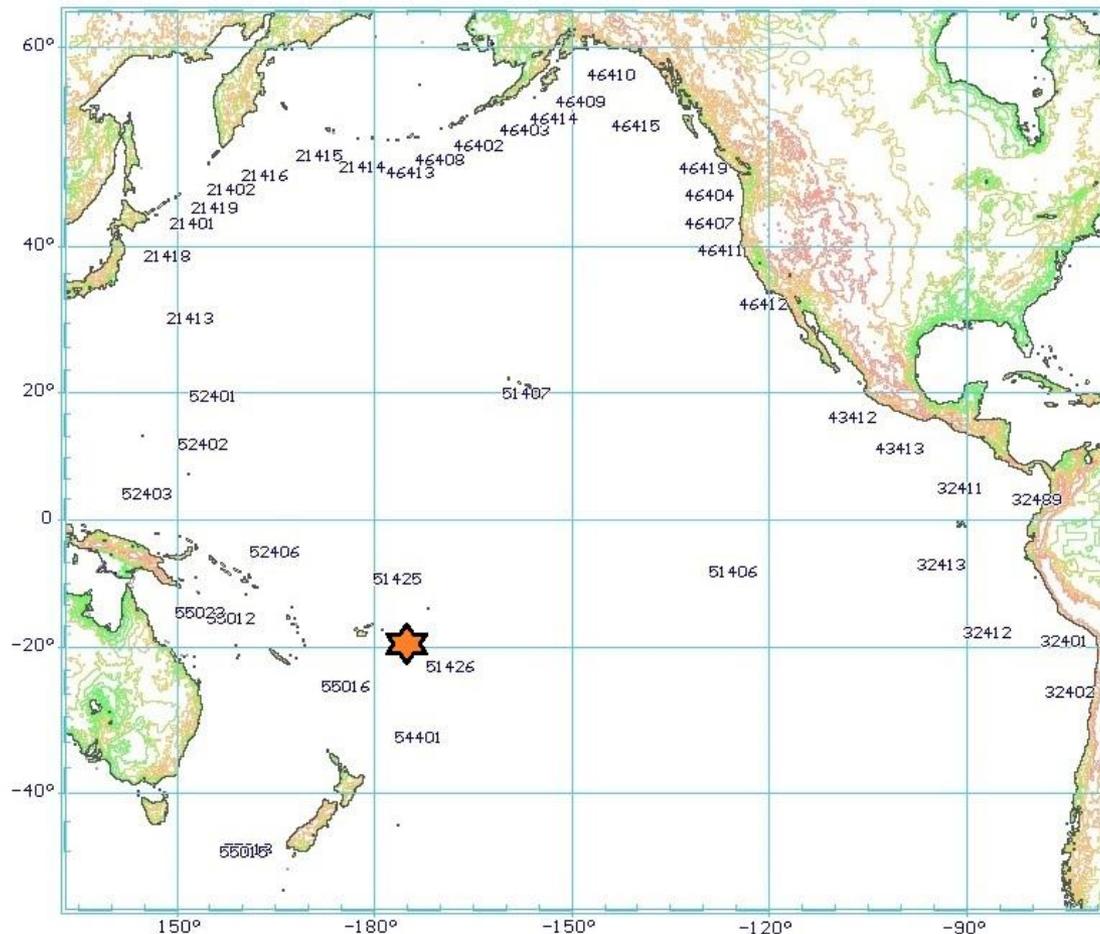
П.Ю. Королев, Ю.П. Королёв



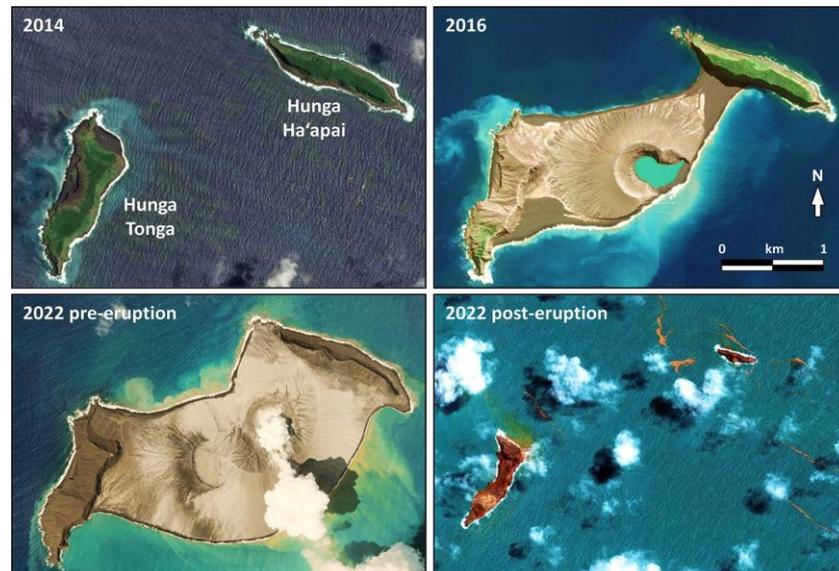
*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН
Южно-Сахалинск*

15 января 2022 г. в южной части Тихого океана, в районе архипелага Тонга, произошло взрывное извержение вулкана Хунга Тонга-Хунга Хаапай.

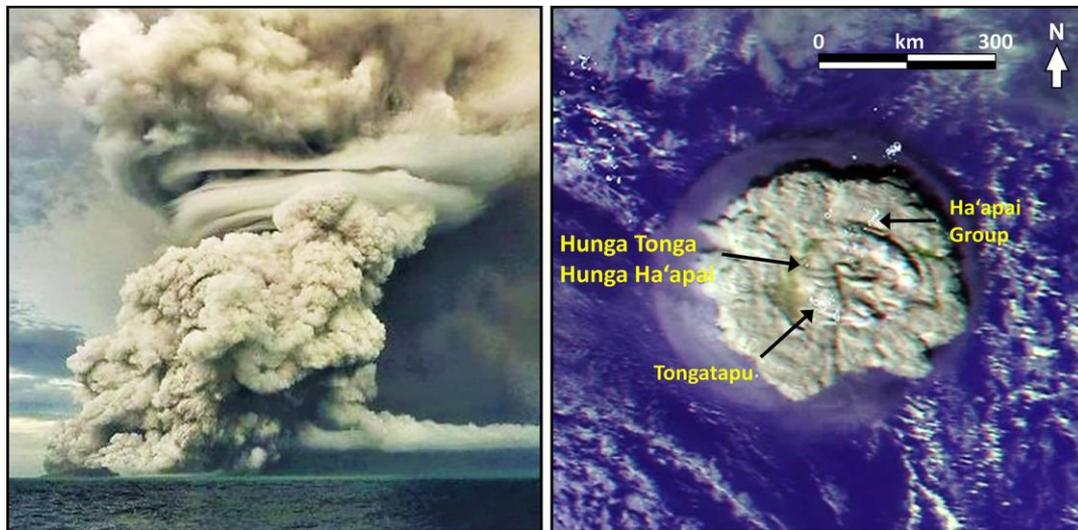
Извержение вызвало катастрофическое цунами на ближних островах архипелага Тонга: до 22 м на расстояниях 60 – 80 км от вулкана.



Эволюция области в окрестности извержения 15.01.22.

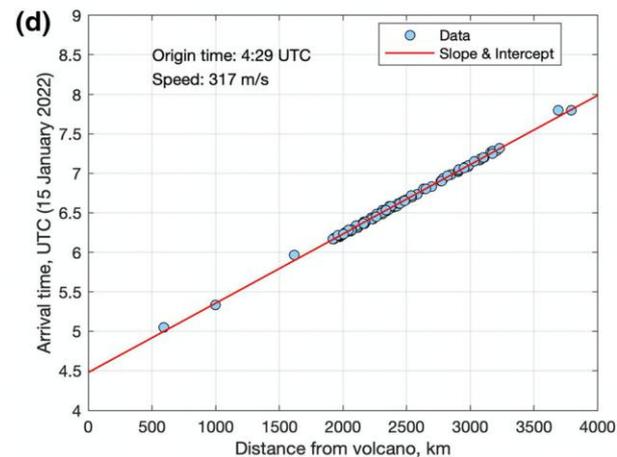
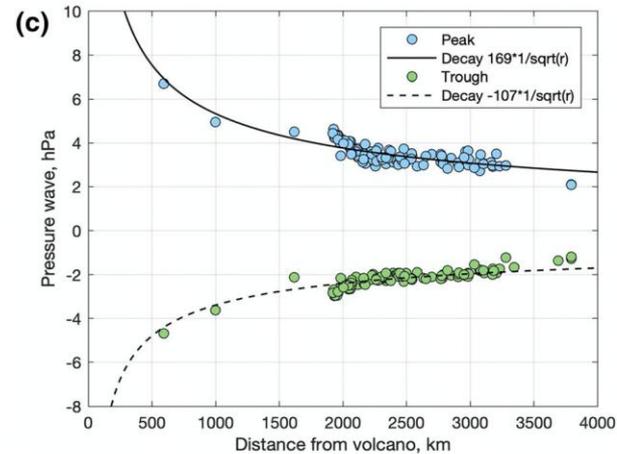
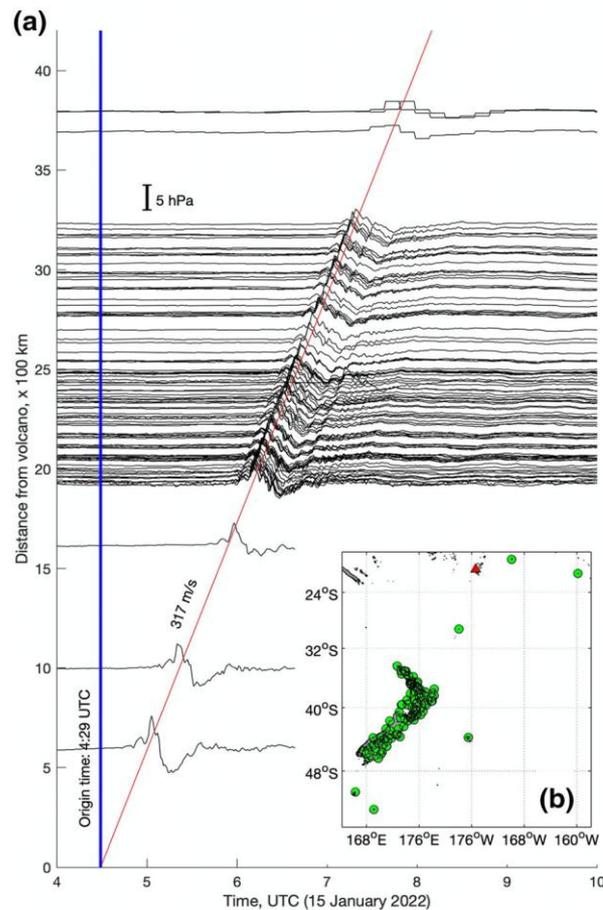


Продукты извержения поднялись на высоту около 58 км. Диаметр гриба – около 600 км



Tonga volcanic eruption and tsunami, January 2022: globally the most significant opportunity to observe an explosive and tsunamigenic submarine eruption since AD 1883 Krakatau
J.P. Terry, J. Goff, N. Winspear, V.P. Bongolan and S. Fisher
Geoscience Letters (2022) 9:24.
<https://doi.org/10.1186/s40562-022-00232-z>

Барическая волна, распространялась со скоростью, близкой к скорости звука в атмосфере, ее амплитуда затухала с расстоянием r от эпицентра как $\frac{1}{\sqrt{r}}$.



The 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha'apai Volcano Air-Wave Generated Tsunami.

A.R. Gusman, J. Roger, C. Noble, X. Wang, W. Power, and D. Burbidge.

Pure Appl. Geophys. 179 (2022), 3511–3525

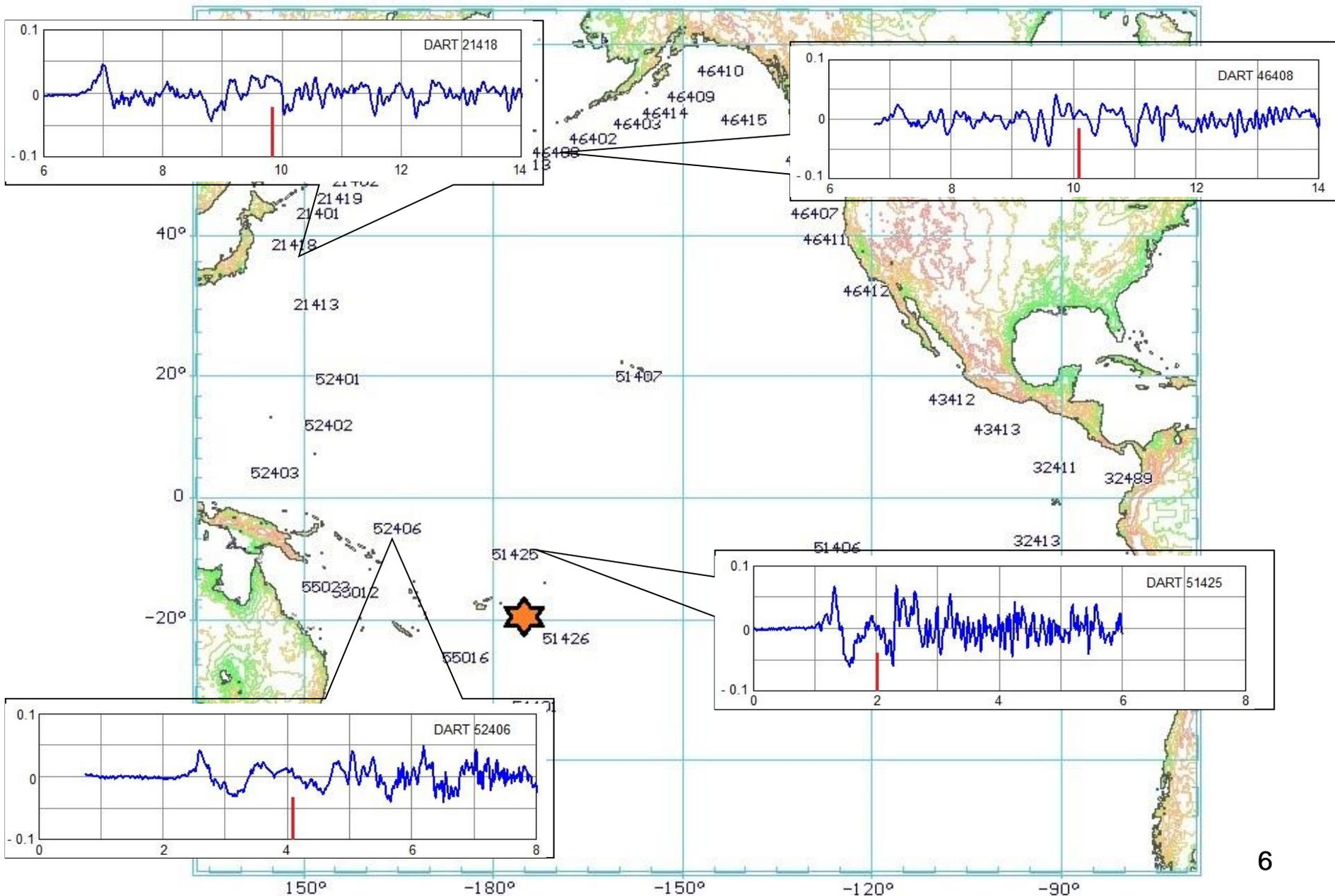
Взрыв вулкана вызвал не только барическую волну в атмосфере, но и вынужденную волну на поверхности океана, распространяющуюся с той же скоростью и затухающую по тому же закону $\frac{1}{\sqrt{r}}$.

Кроме того, возмущения водной поверхности в области взрыва генерировали гравитационные (свободные) волны в океане, распространявшиеся со скоростью длинных волн \sqrt{gD} .

В дальнейшем под барической волной понимается вынужденная волна на поверхности океана, вызванная распространяющимся над океаном изменением атмосферного давления, под гравитационной – свободная волна, возбужденная изменением атмосферного давления в области взрыва.

Барическая и/или гравитационная волны зарегистрированы множеством глубоководных донных станций в Тихом океане. 9 станций зарегистрировало полностью обе волны от момента вступления барической волны. В силу различия в скоростях распространения гравитационная волна отстает от барической на 80 – 230 мин в зависимости от расстояния до точки регистрации. Амплитуды барической и гравитационной волн сопоставимы даже на больших расстояниях от возмущения. Что несколько необычно: волны от взрывов затухают быстрее, чем поверхностные.

Примеры записей донных станций DART в океане



Действующий способ оперативного прогноза цунами NOAA не мог быть применен для расчетов, поскольку для области извержения в базе данных отсутствуют соответствующие синтетические мареограммы.

Предварительный анализ цунами по данным о цунами в реальном времени выполнен в NCTR в «ручном» режиме.

Целью этого предварительного анализа являлась разработка возможностей прогнозирования событий цунами этого типа.

Цунами было обнаружено практически всеми доступными системами DART и большинством прибрежных мареографов вокруг США и Тихого океана.

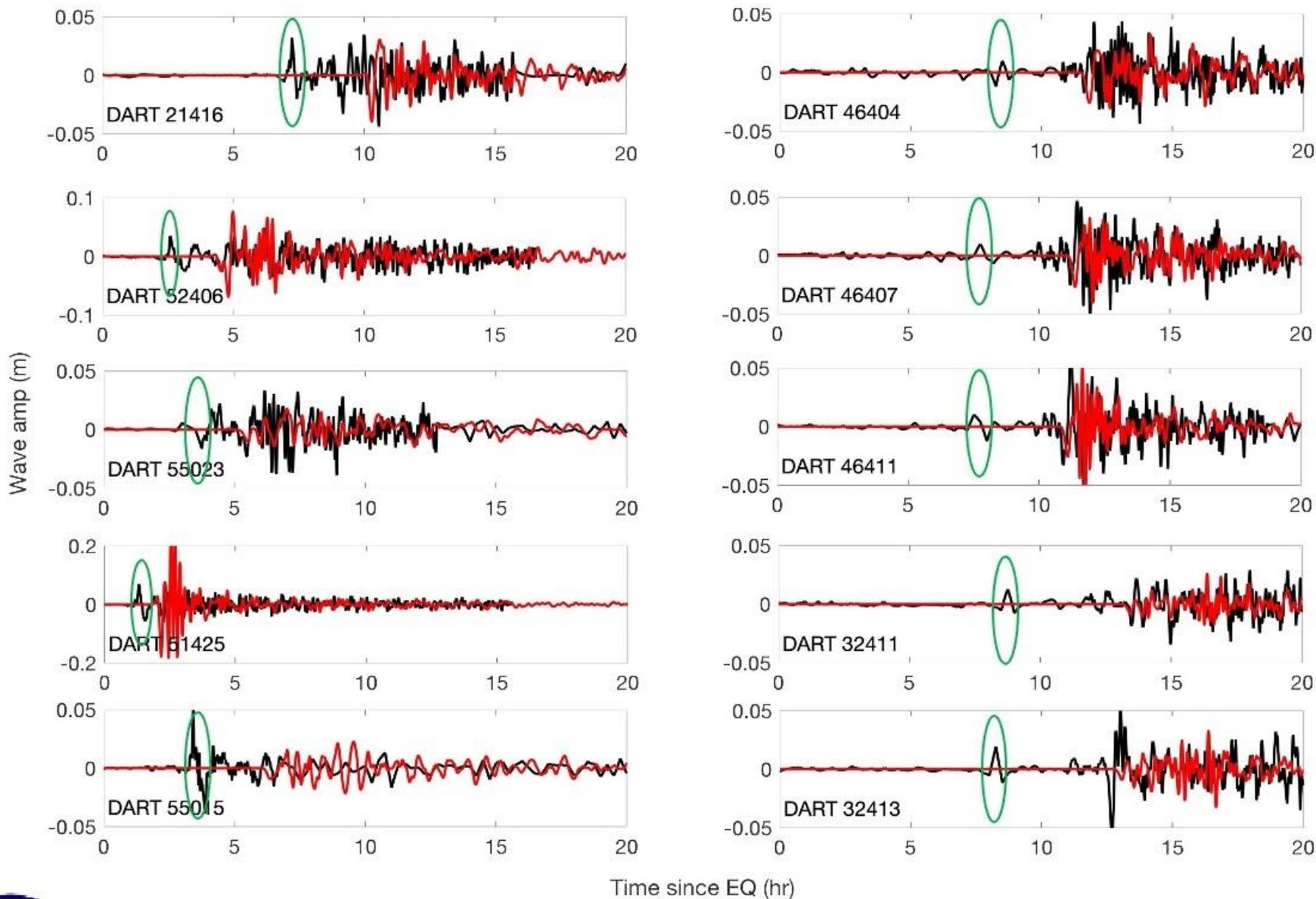
Суперпозиция барических и гравитационных волнах в записях DART усложнила анализ цунами и процесс инверсии источника для моделирования события.

Модель цунами вулкана Тонга была разработана путем инвертирования частей записей DART, не включающих составляющую, обусловленную давлением воздуха. Набор синтетических мареограмм с использованием 9 единичных источников гауссовой формы (функций Грина) в очаговой области вулкана был рассчитан в реальном времени.

Результаты инверсии на основе рассчитанных синтетических мареограмм с использованием данных трех DART приведены ниже. Зеленые круги указывают на прибытие волны атмосферного давления в местоположение DART.

[\(NOAA Center for Tsunami Research - Volcano-generated Tsunami Event - January 15, 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha'apa Tsunami = https://nctr.pmel.noaa.gov/tonga20220115/\)](https://nctr.pmel.noaa.gov/tonga20220115/)

Model inversion results using three DARTs for the January 15, 2022 Tonga volcano-generated event



NOAA Center for Tsunami Research

NOAA Research product

Not an official forecast

Целью настоящей работы являлась проверка возможности применения экспресс-метода оперативного прогноза для случаев возбуждения цунами источниками несейсмического происхождения. Событие Тонга – хороший пример для демонстрации возможностей экспресс-метода прогноза цунами от источников несейсмического происхождения.

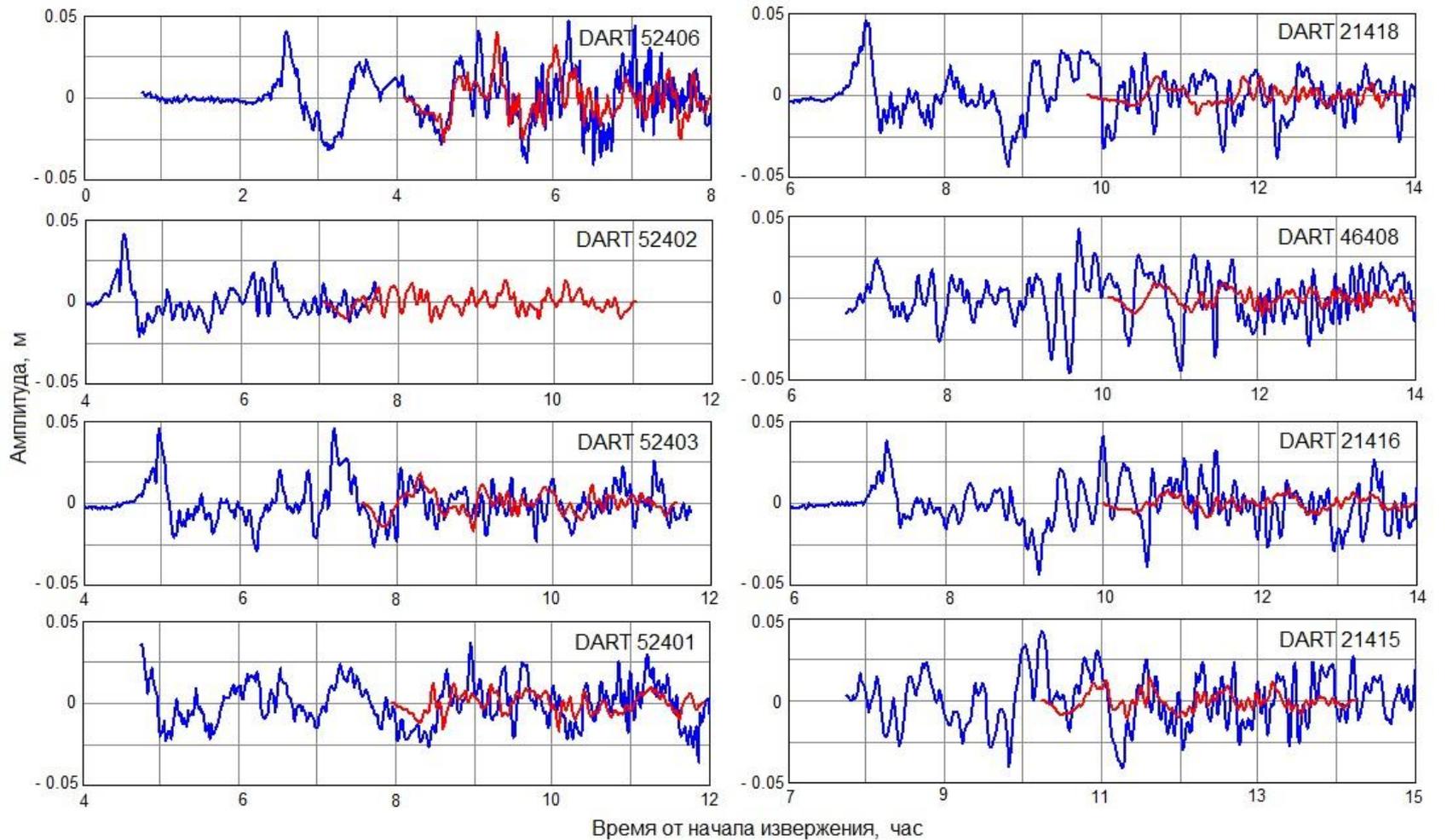
Для прогноза использовались данные ближайших к месту взрыва донных станций DART 21425 и 52406, пробег гравитационных волн до которых составлял 138 и 282 мин.

Применялась только часть записи, соответствующая гравитационной составляющей.

Никаких предположений о механизме возбуждения этих волн не делалось.

В отличие от способа NOAA вспомогательные расчеты выполнялись только от одного элементарного источника и использовались данные одного DART.

Результаты



ВЫВОДЫ

Получено неплохое соответствие волновых форм, полученных экспресс-методом оперативного прогноза цунами, и волновых форм, зарегистрированных станциями измерения уровня в океане DART.

Качество расчетов сопоставимо с качеством расчетов способом NOAA.

Подтверждено, что экспресс-метод может давать прогноз цунами независимо от механизма возбуждения.



富嶽千景 神奈川沖
波裏

明和の富嶽千景

Спасибо за внимание!