



# РЕГИСТРАЦИЯ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦУНАМИ 25 МАРТА 2020 ГОДА

*А.И. Зайцев, С.Г. Долгих, акад. Г.И Долгих, Е.Н. Пелиновский,  
Д. Доган, А. Ялченир*



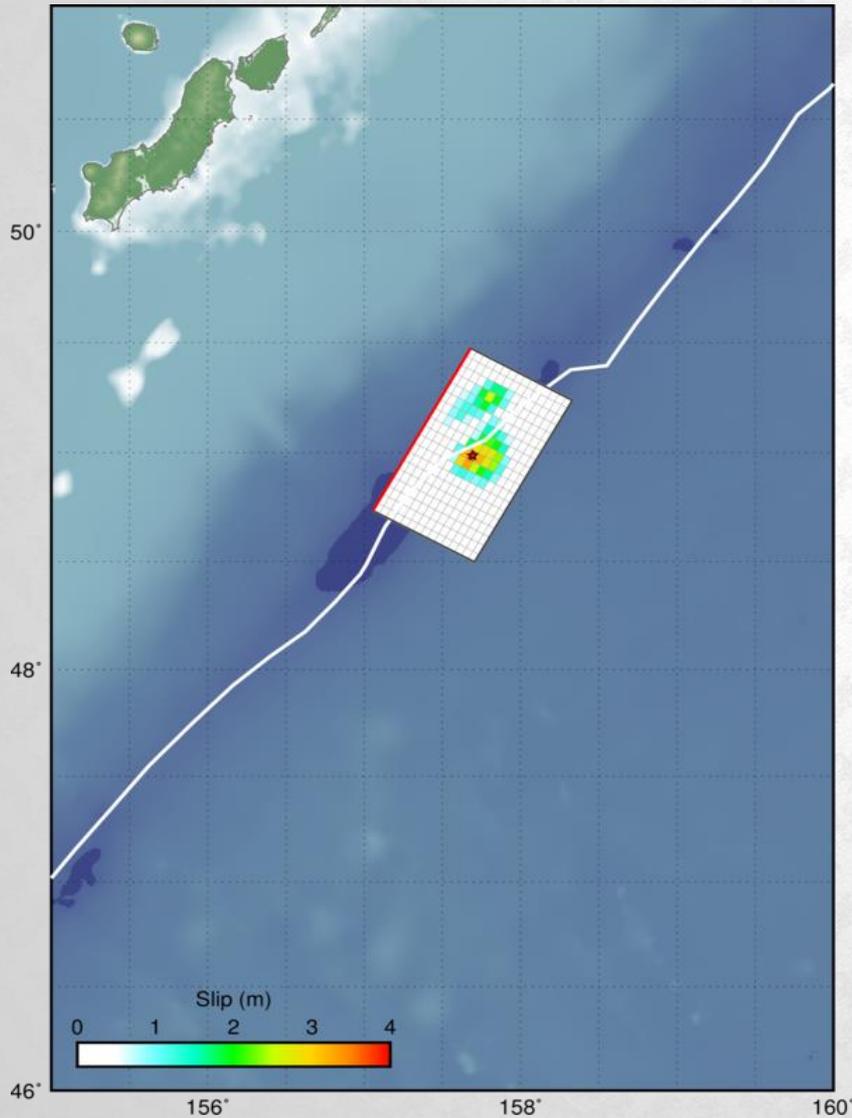
25 марта 2020 года в 02 час 49 мин по Гринвичу (05 час 49 мин московского времени) восточнее Курильских островов вблизи острова Парамушир произошло сильное землетрясение с  $M=7.5$ . Эпицентр землетрясения и контуры интенсивности по 12-балльной шкале MSK-64 представлены на рис.

### Г. Северо-Курильск (о. Парамушир)....220 км от эпицентра землетрясения



Фото Сергея Лакомова

<https://sakhalin.info/news/186919>



Координаты эпицентра -  $49.0^{\circ}$  N,  $157.7^{\circ}$  E, focal depth 57 km. На рис. показана поверхностная проекция распределения скольжения, наложенная на батиметрию GEBCO. Толстые белые линии указывают основные границы плит [Bird, 2003]. Рисунок показывает распределение сдвига (slip) вдоль разлома. Как видно эта величина меняется от 1 до 4 м. В наших расчетах мы использовали значение 2.5 м. Длина разлома - 80 км, ширина разлома - 30 км, угол между меридианной и линией разлома (strike angle) -  $204^{\circ}$ , угол падения (dip angle) -  $48^{\circ}$ , угол направления подвижки (rake angle) -  $89^{\circ}$ .

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>

Рис. Поверхностная проекция распределения скольжения, наложенная на батиметрию GEBCO. Толстые белые линии указывают основные границы плит [Bird, 2003]. Серые круги, если таковые имеются, представляют собой места расположения афтершоков.

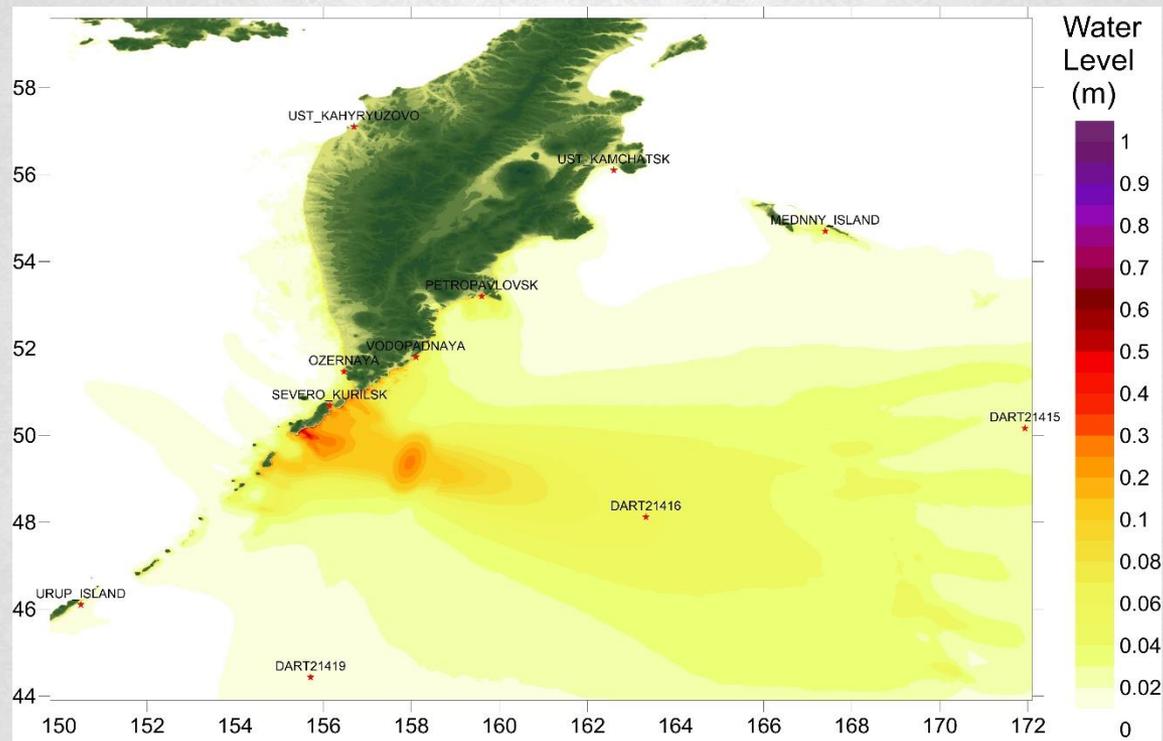
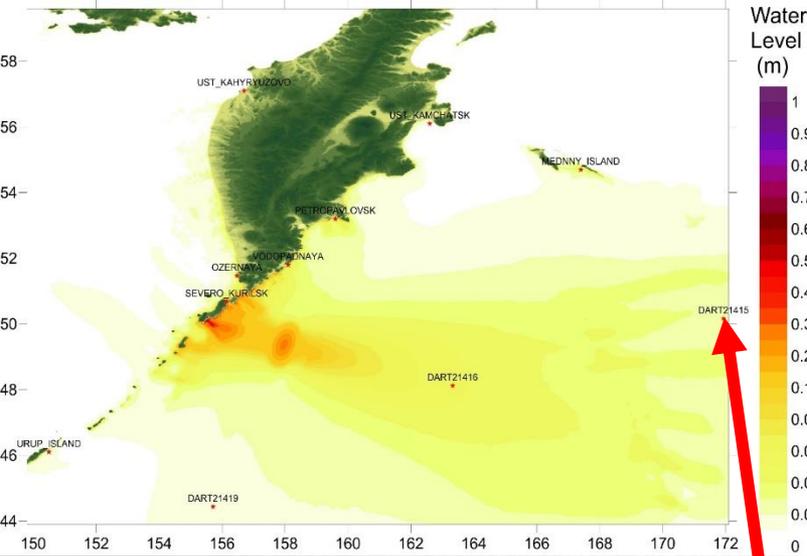


Рис. Максимальное распределение рассчитанных подъёмов уровня моря во время цунами 25 марта 2020 года

Для моделирования использовалась батиметрия северо-восточной части Тихого океана, которая была получена из 30-секундной батиметрии Мирового океана (GEBCO30 Digital Atlas) с добавлением более точной прибрежной батиметрии Курильских островов, которая была получена из различных источников. Шаг по пространству батиметрии Курильских островов около 500 м. Численное моделирование проводилось на протяжении 6 часов. Распределение максимальных амплитуд волн за все время расчета показано на рис. выше. Основной удар цунами приходится на **остров Парамушир**.



Глубоководная станция регистрации цунами (**DART 21415**) с координатами 50.164 С.Ш. 171.934 В.Д. (50°9'51" N 171°56'4" E), установленная на глубине 4811 м, сначала зарегистрировала землетрясение, а через **1 час 10 минут** и цунами.

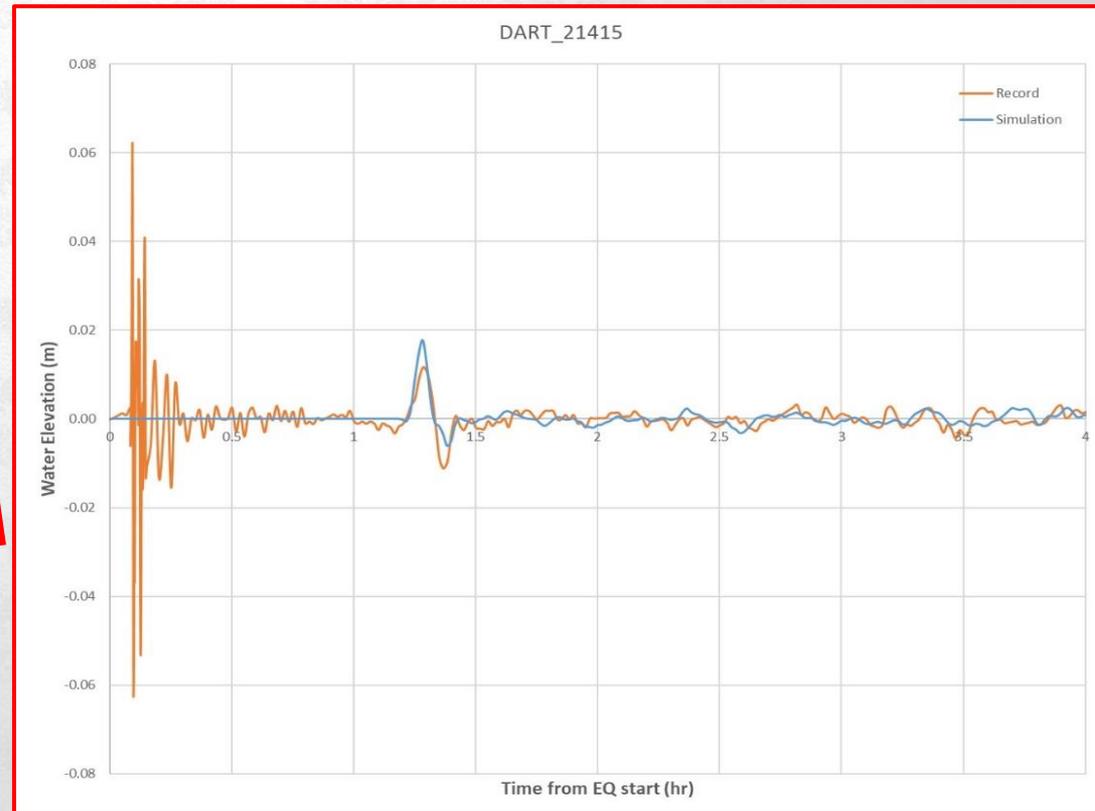
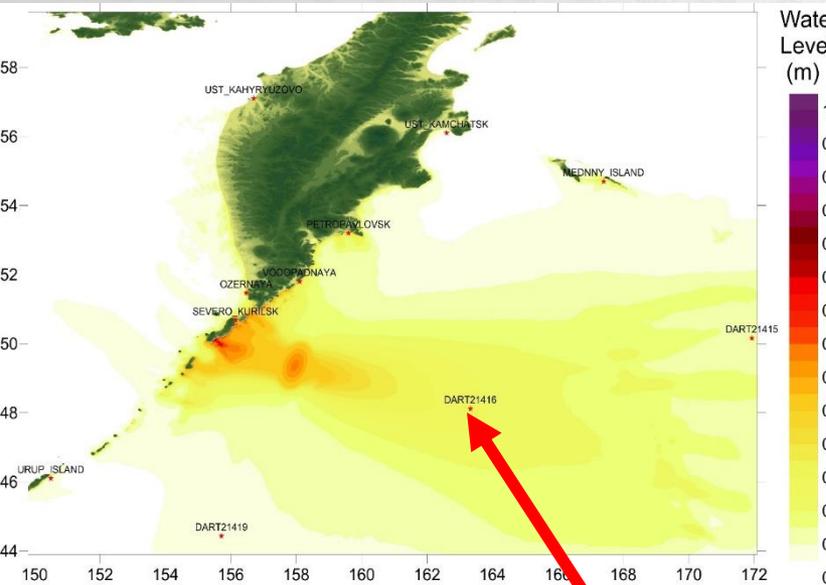


Рис. Запись волны цунами 25 марта 2020 года и результаты расчетов в точке **DART 21415**



Глуководная станция регистрации цунами (**DART 21416**) с координатами 48.122 С.Ш. 163.328 В.Д. ( $48^{\circ}7'18''$  N  $163^{\circ}19'42''$  E), установленная на глубине 5831 м, зарегистрировала цунами через **25 минут** после землетрясения.

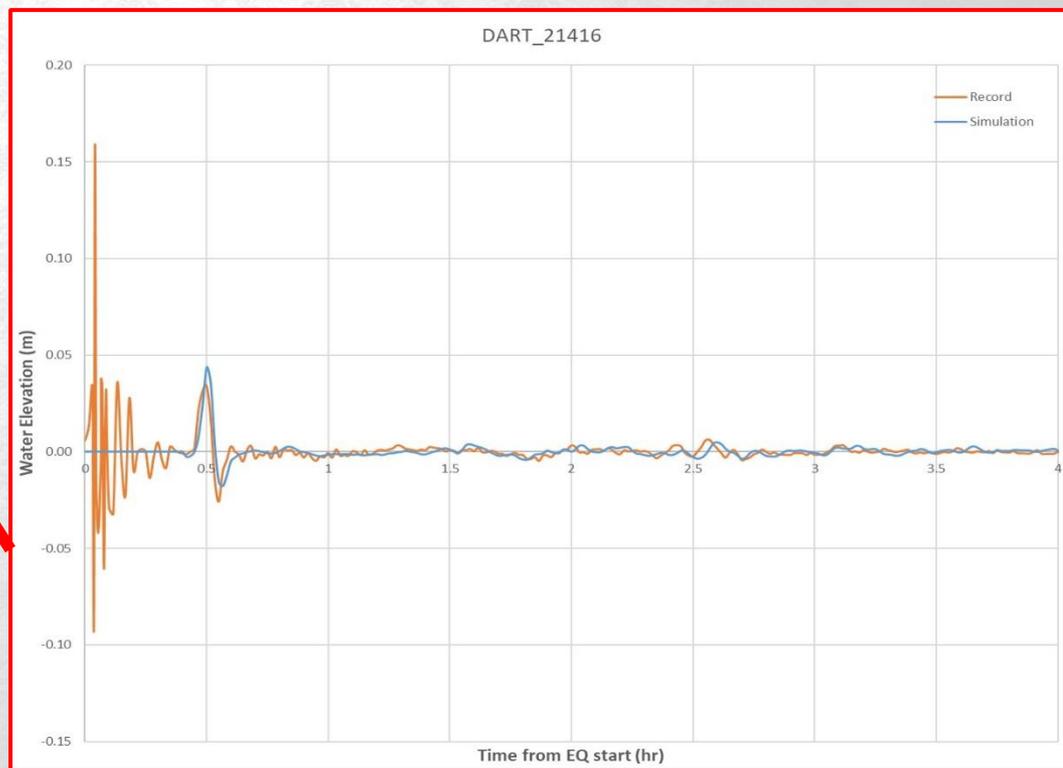
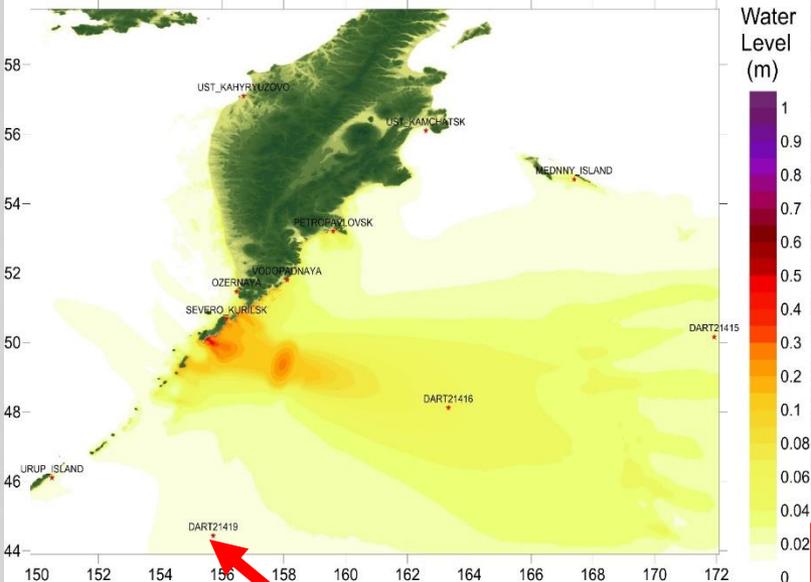


Рис. Запись волны цунами 25 марта 2020 года и результаты расчетов в точке **DART 21416**



Глуководная станция регистрации цунами (**DART 21419**) с координатами 44.435 С.Ш. 155.717 В.Д. ( $44^{\circ}26'6''$  N  $155^{\circ}43'0''$  E), установленная на глубине 5282 м, зарегистрировала цунами через **35 минут** после землетрясения.

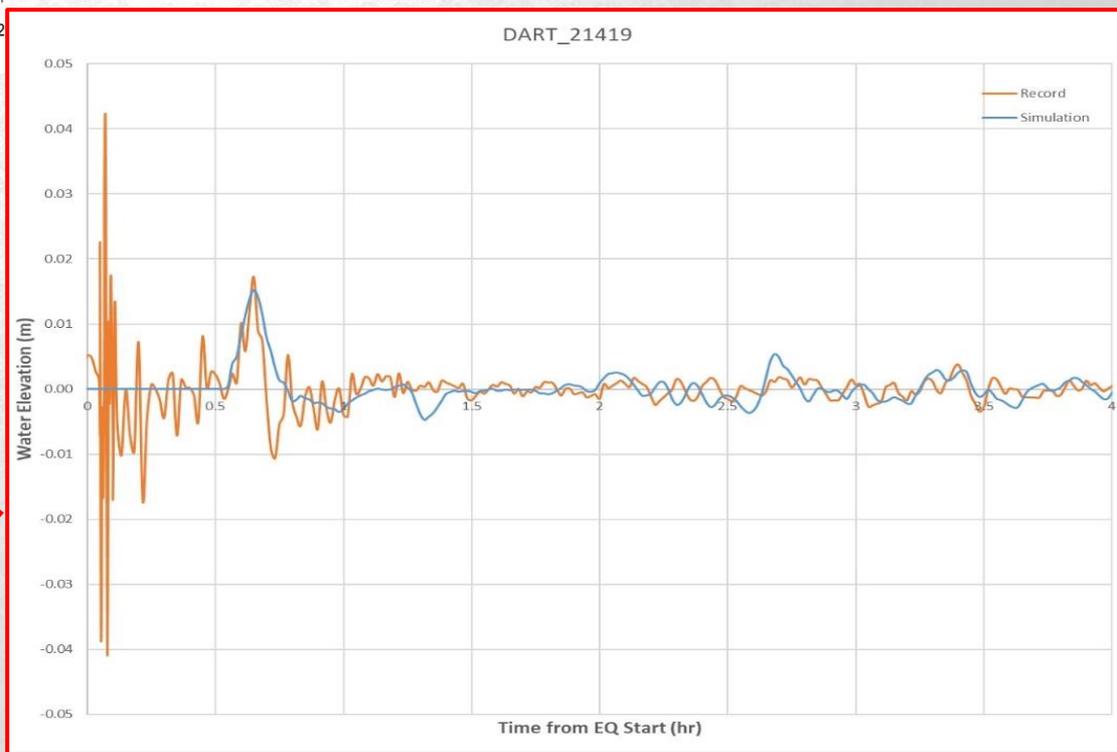
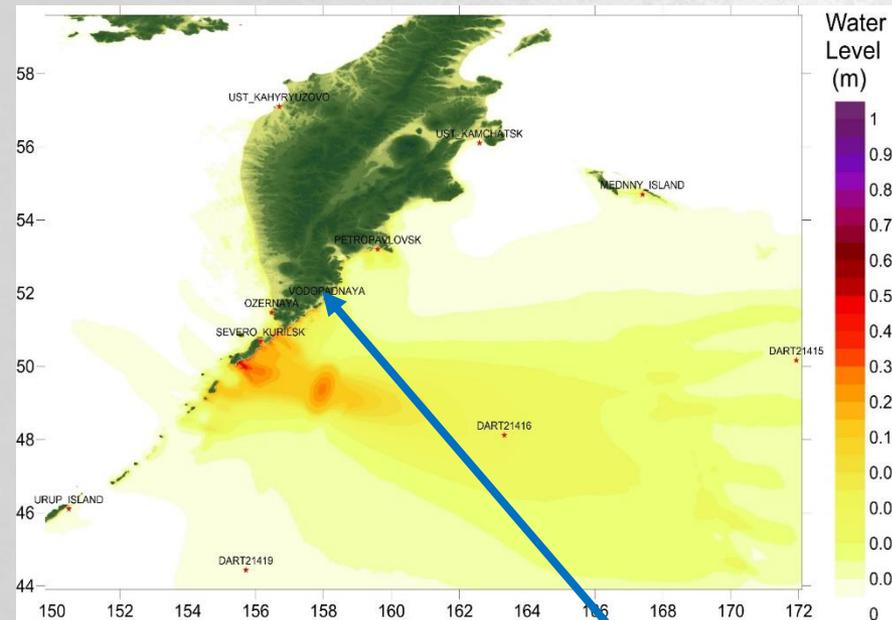


Рис. Запись волны цунами 25 марта 2020 года и результаты расчетов в точке

**DART 21419**



Пост оснащен измерительным оборудованием МК-26-4 (сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.28.001.АН№33759) производства фирмы «НТЦ Гидромет» г.Обнинск:

- гидростатический датчик уровня и температуры воды;
- кабель с воздушным каналом компенсации атмосферного давления;
- конвертер I-7520 для преобразования RS485 в RS232;
- источник питания 12 вольт;
- модули грозозащиты.

Точность измерения уровня:  $\pm 0,5\%$  от диапазона измерения.

Точность измерения температуры:  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$

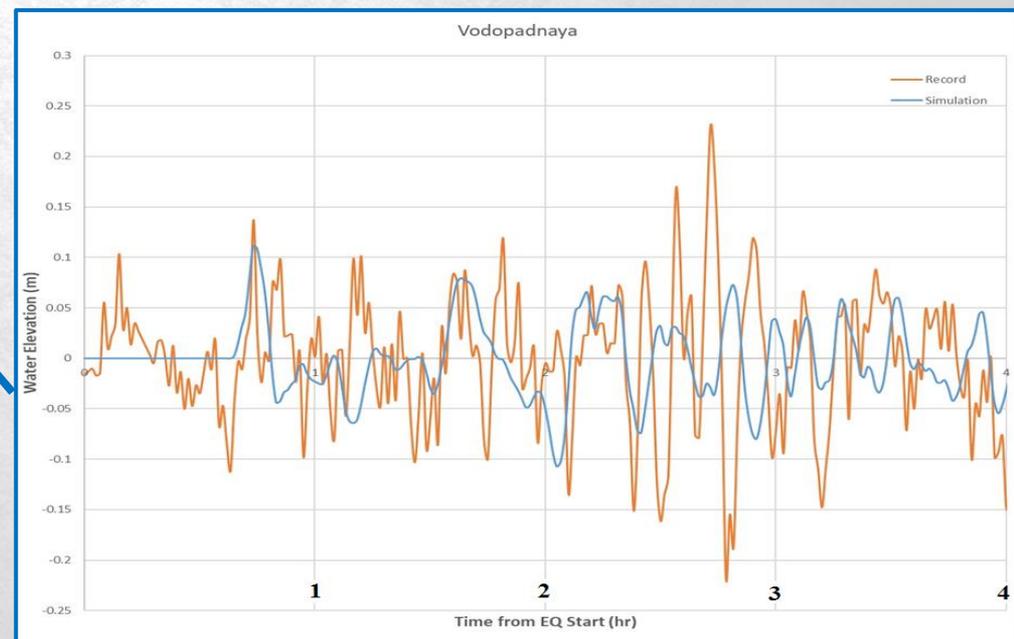
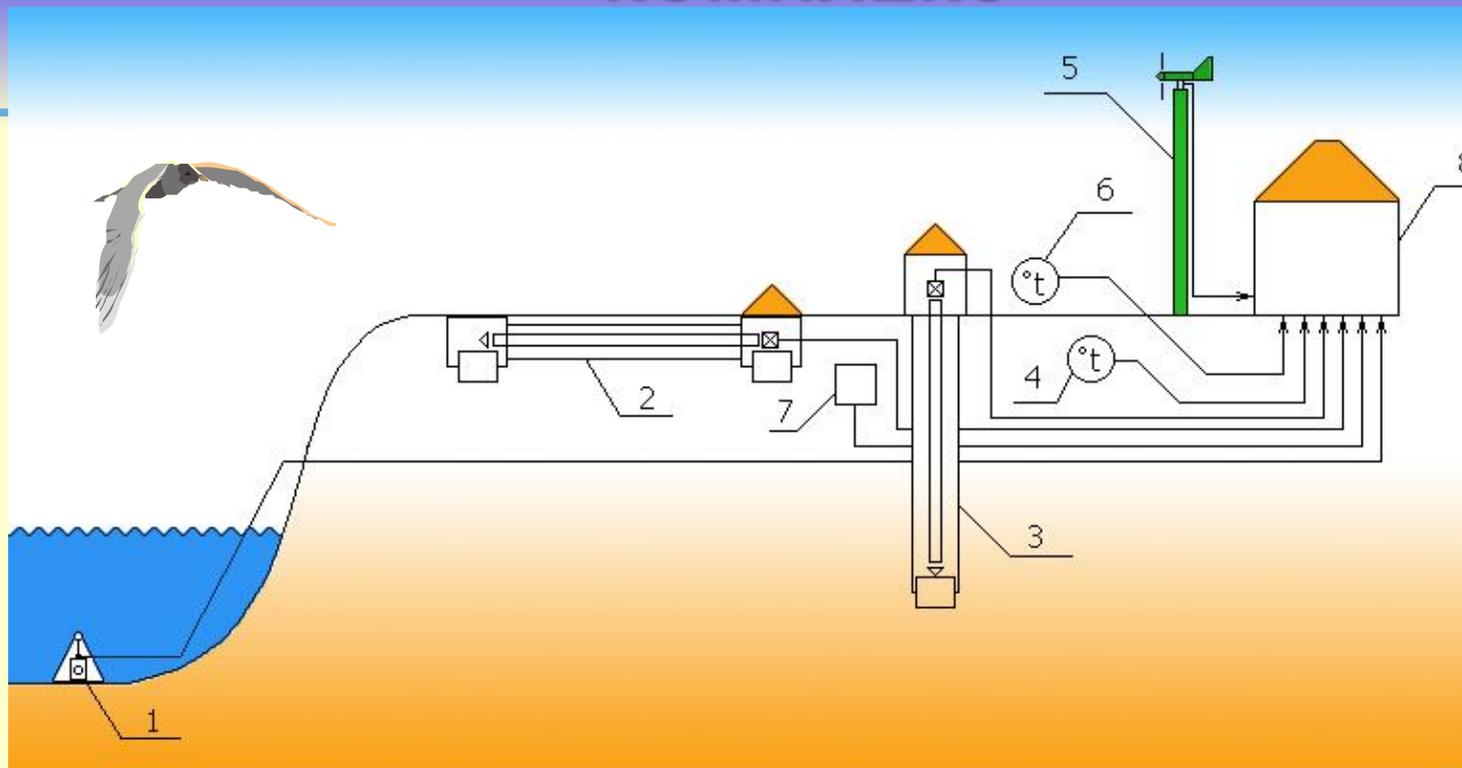


Рис. Регистрация волн цунами (оранжевая линия) и результаты расчетов (синяя линия) в точке станция «Водопадная» [<http://rtws.ru/sea-level/vodopodnaya>]

# СЕЙСМОАКУСТИКО-ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС



- 1 - донная станция, 2 - горизонтальный 52,5-метровый лазерный деформограф,  
 3 - вертикальный 3,5-метровый лазерный деформограф, 4 - почвенный термограф,  
 5 - анеморумбограф, 6 - воздушный термограф, 7 - лазерный нанобарограф,  
 8 - лабораторное помещение

# ХАРАКТЕРИСТИКИ



Стабильность частоты	$10^{-12}$
Воспроизводимость	$10^{-11}$
Чувствительность	$10^{-12}$
Точность измерения микросмещений	0.1 нм
Точность измерения вариаций давления	10 мкПа
Рабочий диапазон частот	0-1000 Гц
Динамический диапазон	практически неограничен





**dolgikh@poi.dvo.ru**  
**ТОИ ДВО РАН**  
**ул. Балтийская, 43**  
**Владивосток, 690041**  
**Россия**

Лаборатория физики геосфер  
Руководитель акад. Г.И. Долгих

Dolgikh G.I., Dolgikh S.G., Kovalev S.N., Koren I.A., Ovcharenko V.V., Chupin V.A., Shvets V.A., Yakovenko S.V. [Recording of deformation anomaly of a tsunamigenous earthquake using a laser strainmeter](#) // [Doklady Earth Sciences](#). 2007. V. 412. № 1. P. 74-76

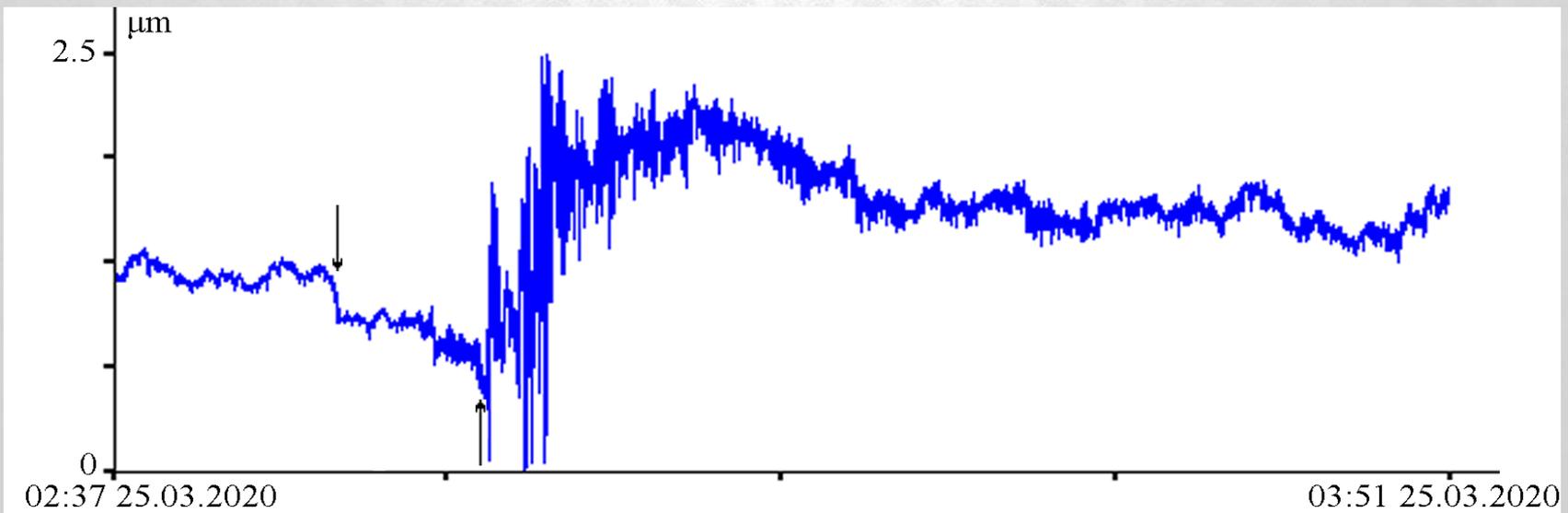


Рис. Обработанная запись сигнала лазерного деформографа. Стрелкой вниз показано время землетрясения, стрелкой вверх показана регистрация деформационной подвижки, отображающая начало образования цунами



# Заключение

Случившееся 25 марта сильное землетрясение с магнитудой 7.5 вблизи острова Парамушир (Курильские острова) вызвало слабое цунами на Камчатке и Курильских островах. Оно было также зарегистрировано **тремя буями системы ДАРТ**, а также **лазерным деформографом**, установленным на м. Шульца залива Петра Великого Японского моря. Выше мы привели инструментальные данные по регистрации землетрясения и цунами. В рамках теории мелкой воды выполнено численное моделирование цунами 25 марта 2020 года.

Сравнение с записями цунами на глубоководных станциях ДАРТ показало очень хорошее согласие. В то же время согласие с инструментальной записью цунами на юге-востоке Камчатки оказалось не очень хорошим, поскольку в это время на море бушевал шторм, и штормовые волны были сопоставимы с волнами цунами. Тем не менее, приход первой волны цунами неплохо воспроизводится в численном моделировании.