

II Всероссийская научная конференция  
«ВОЛНЫ ЦУНАМИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗ»

Посвящается 90-летию со дня рождения С.Л. Соловьёва

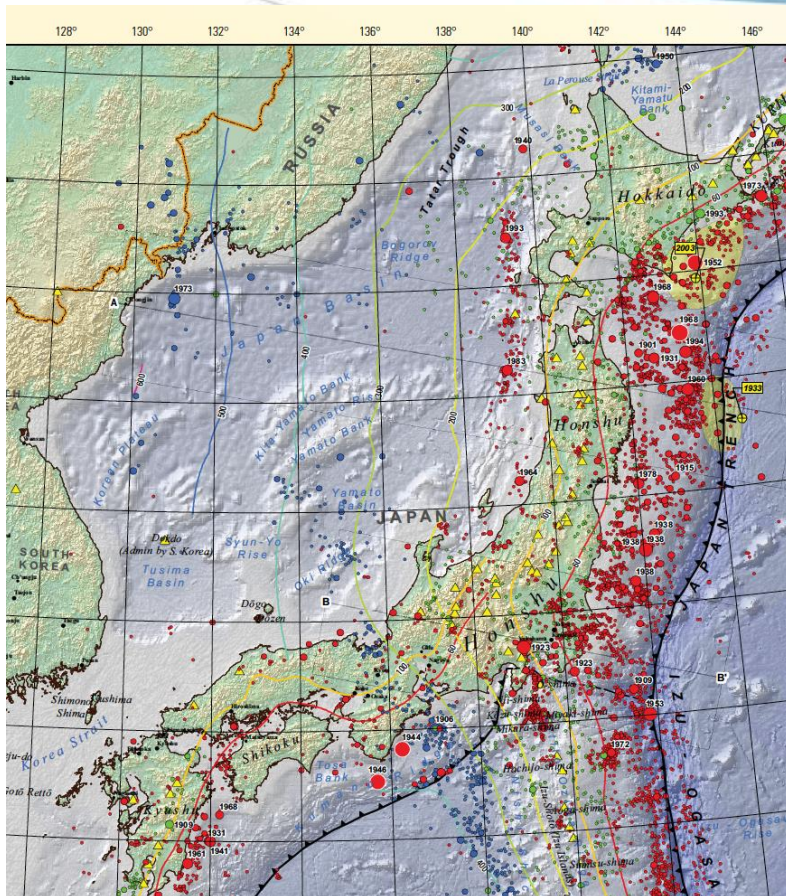
Опыт применения DART в  
северо-западной части Тихого  
океана и необходимость  
развертывания обновленной  
системы раннего оповещения  
цунами в морях РФ



**Геннадий Кантаков**



# ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО ЯПОНИИ И ОКРЕСТНОСТЯМ



Rhea, S., Tarr, A.C., Hayes, G., Villaseñor, A.,  
and Benz, H.M.

Seismicity of the Earth 1900-2007,  
Japan and vicinity (2010)

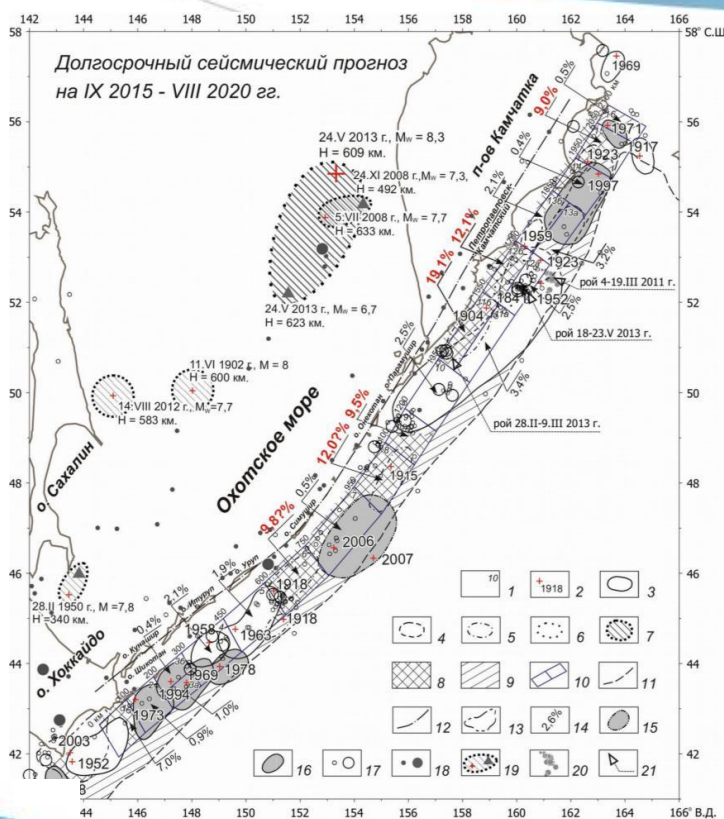
Основные случаи цунами  
на Дальнем Востоке

Между тем в Японском море  
значимые цунами  
1940, 1958, 1983, 1993



# СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ЦУНАМИ КУРИЛО-КАМЧАТСКАЯ ДУГА

## МИ



Карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, очагов курило-камчатских землетрясений 1902–2015 гг. с

$M \geq 7,7$  и вероятностей возникновения неглубоких ( $H < 80$  км) таких землетрясений в IX 2015 – VIII 2020 гг.; 1 – номера участков; 2 – инструментальные эпицентры главных толчков землетрясений с  $M \geq 7,7$ ; 3–7 – границы очагов землетрясений с  $M \geq 7,7$ , проведенные с различной точностью; 8–9 – наиболее вероятные и возможные места следующих землетрясений с  $M \geq 7,7$ ; 10 – границы участков прогноза; 11 – оси глубоководных желобов; 12 – ось вулканического пояса Курило-Камчатской дуги; 13 – предварительное определение границы очага землетрясения у Хоккайдо 25.IX 2003 г.,  $M = 8,1$ ; 14 – вероятности землетрясений  $M \geq 7,7$  в IX 2015 – VIII 2020 гг., табл.; 15 – область очага предсказанного землетрясения 15.XI 2006 г.,  $M = 8,2$ ; 16 – области очагов других землетрясений с  $M \geq 7,7$ , которые произошли после 1965 г. в предсказанных сейсмических брешах; 17 – эпицентры неглубоких землетрясений, произошедших в период 6.VIII 2010 – 5.VIII 2015 гг., меньший кружок, соответствует  $M = 5,0–5,9$ , больший –  $M = 6,0–7,4$ ,  $H < 80$  км; 18 – то же с  $H \geq 80$  км; 19 – эпицентры и предположительные области очагов глубоких ( $H > 300$  км) сильнейших землетрясений, треугольники – положение их главных афтершоков; 20 – рой землетрясений 4–19.III 2011 г.,  $M_{max} \leq 5,2$ ,  $H < 80$  км; 21 – рой землетрясений 28.II – 9.III 2013 г.,  $M_{max} = 6,9$ , и 18–23.V 2013 г.,  $M_{max} = 6,1$ ,  $H < 80$  км. Средняя вероятность возникновения курило-камчатских землетрясений с  $M \geq 7,7$  в одном месте в течение 5 лет равна 3,6–4,2%.

Тихонов, 2006

Федотов, Соломатин 2016

Большее встречаемость событий цунами с тихоокеанской стороны

Для Охотского моря нет регистраций значимых событий цунами. Однако, текущая сейсмоактивность (события 2008, 2013) заставляют вспомнить о ДАРТах

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ ОТКРЫТОГО ОКЕАНА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦУНАМИ

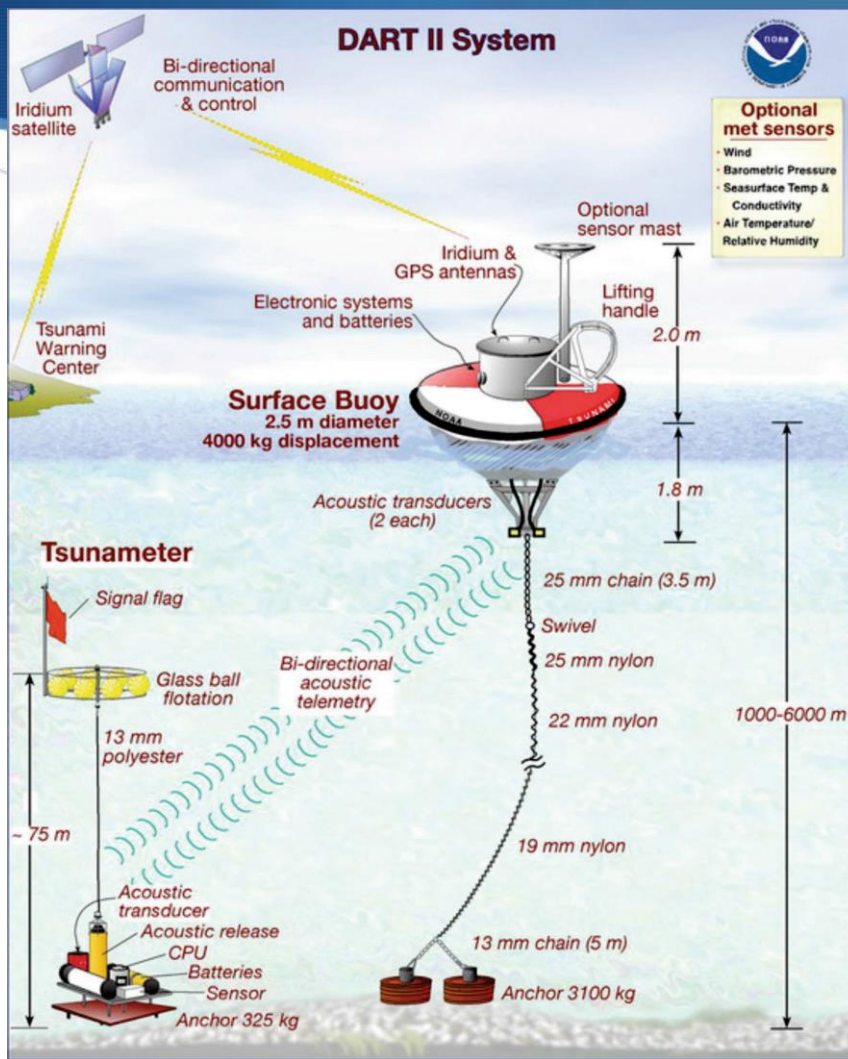
Технология	Тип	Точность	Скорость	Обработка	Доступность
DART	+	+	+	+	+
GPS Buoy	+	-	+	+	-
CODAR	-	-	-	-	-
Sat.Altimeter	+	-	+	-	-
Sat.Scatt.	-	-	-	-	-
ADCP	-	-	-	-	-
E/M voltage	-	-	-	-	-
Acoustic	-	-	+	-	-
Cabled BPR	+	+	+	+	-

?

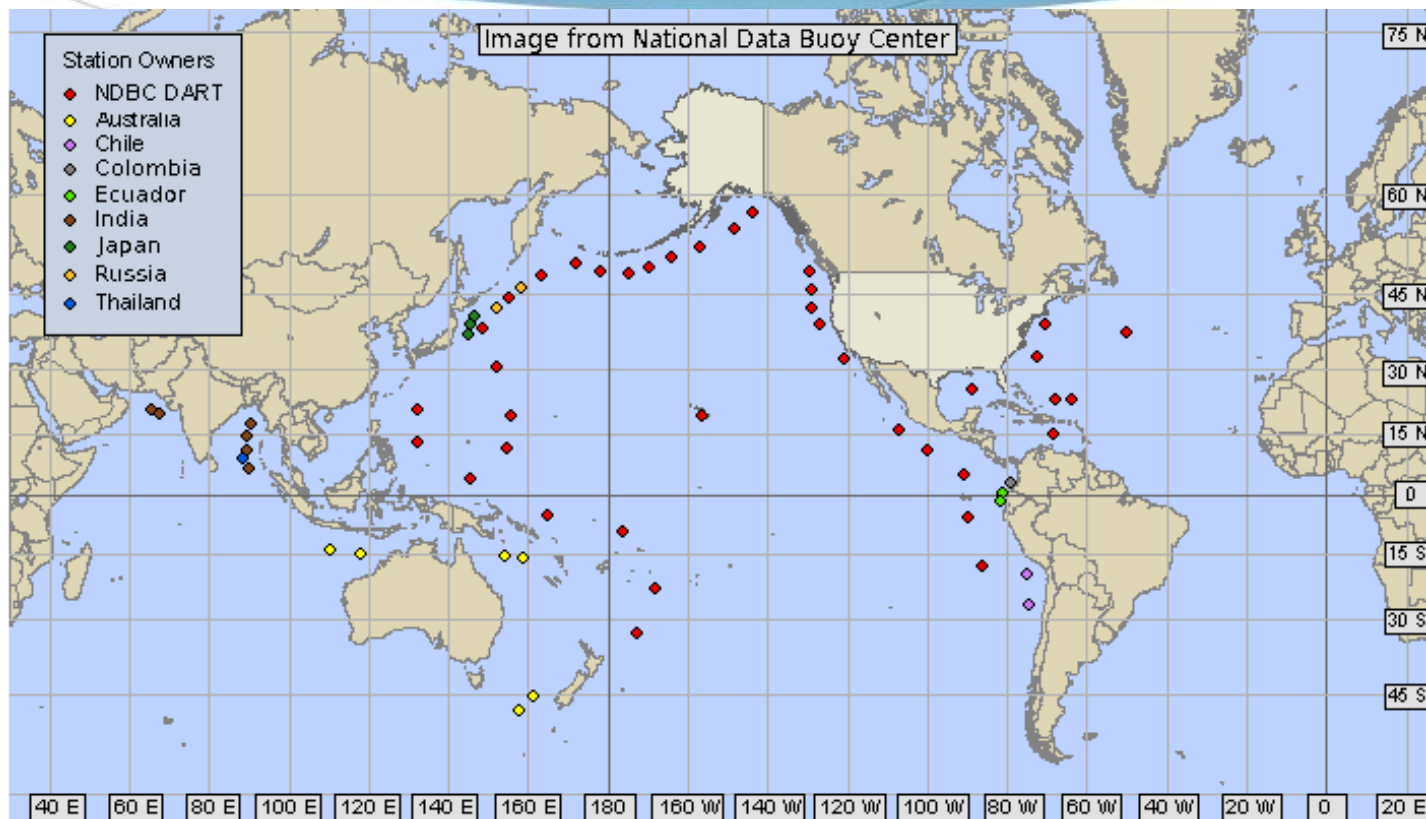
Сравнительные характеристики технологий измерений уровня открытого моря для прогнозирования цунами (адаптировано, Bernard, Meinig 2011) History and future of deep-ocean tsunami measurements Bernard, E., and C. Meinig In Proceedings of Oceans' 11 MTS/IEEE, Kona, IEEE, Piscataway, NJ, 19–22 September 2011, 7 pp, No. 6106894 (2011)



# Что такое и Почему именно DART



# СЕТЬ РАННЕГО ПРЕДУПРЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ DART



<http://www.ndbc.noaa.gov/dart.shtml>



# РЕЗУЛЬТАТЫ DART РФ 2010-2017 (2020) гг.

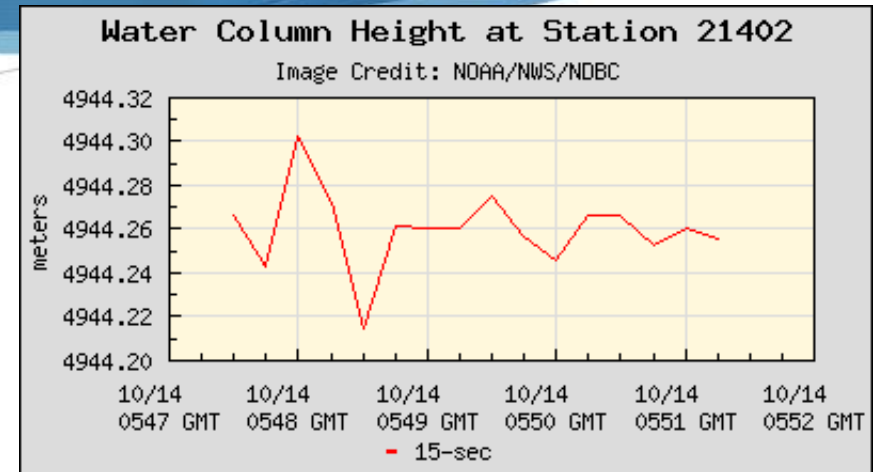
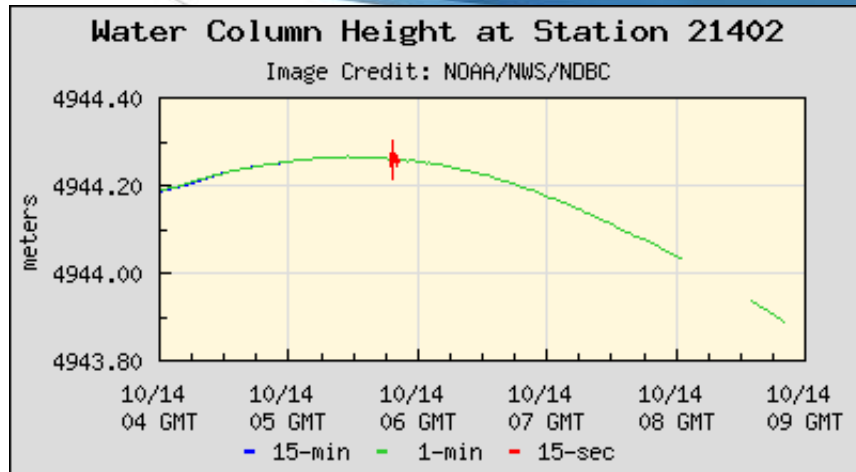
Номер станции	Координаты	Глубина (м)	Отслеженные сигналы раннего предупреждения о цунами	Примечание	Номер станции (номенклатура WMO), модель	Годы, Количество значений (пропуски), шт.	Успешность, переданных (сбой, уровень)	Примечание
21401 STB DART- II*	42°37'0" N 152°35'0" E	5260	(15) 11.07.2014 (14) 23.09.2014 (13) 06.12.2013 (12) 11.04.2012 (11) 24.03.2012 (10) 20.03.2012 (9) 14.03.2012 (8) 16.09.2011 (7) 10.07.2011 (6) 13.03.2011 (5) 12.03.2011 (4) 12.03.2011 (3) 11.03.2011 (2) 09.03.2011 (1) 21.12.2010	*BPR не работает с 17.07.2014 г., ВВ 17.09.2014 г.  Тохоку	21401 STB DART-II	2010 100 % 4730 (0) 2011 99 % 38576 (232) 2012 90 % 19036 (1843) 2013 нет данных 2014 99 % 5130 (70)	2013 г. Без замены батарей 2014 г. отказ ВРР, гибель верхней части станции	
					21402 STB ETD DART-III	2012 97 % 9148 (311) 2013 82 % 35732 (6556) 2014 83 % 35418 (6077) 2015 93 % 35317 (2512) 2016 78 % 35548 (7959)		С 2016 гг. за пределами регламентного срока работы
21402 STB ETD	46°29'15" N 158°20'36" E	4944	(7) 08.12.2016 (6) 30.01.2016 (5) 14.10.2015 (4) 23.06.2014 (3) 24.05.2013 (2) 05.01.2013 (1) 07.12.2012	Станция отработала за пределами регламентного срока службы (июнь 2014 - апрель 2017 г.)				

\* BPR 21401 прекратил свою работу по передаче сигналов со дна 17 июля 2014 г.; 17 сентября 2014 г. предполагается вандальное воздействие (ВВ) на поверхностный буй системы 21401 траулера LIANG XING HAI, OCM 42802 radio call SSB IMO 7817452 (Китай)





# Пример работы DART



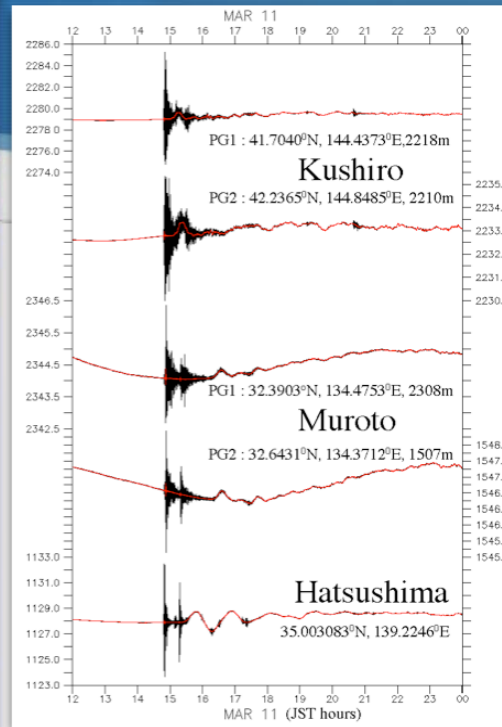
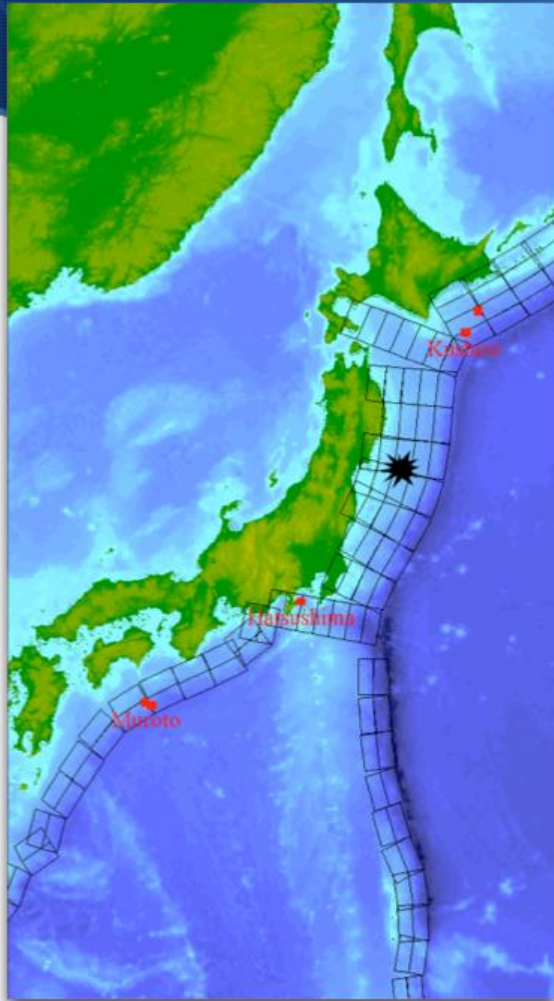
<u>12</u>	2015-10-14 07:14:44	48.91	156.13	45	30	-	5.0/9	3-3.5	<u>Восточнее Курильских островов</u>
<u>13</u>	2015-10-14 06:57:51	48.93	156.19	45	26	-	4.7/5	2-2.5	<u>Восточнее Курильских островов</u>
<u>14</u>	2015-10-14 06:36:21	48.92	156.31	45	26	-	4.9/7	2.5-3	<u>Восточнее Курильских островов</u>
<u>15</u>	<b>2015-10-14 05:49:45</b>	<b>49.02</b>	<b>156.35</b>	<b>45</b>	<b>23</b>	-	<b>5.1/7</b>	<b>3-3.5</b>	<b><u>Курильские острова</u></b>
<u>16</u>	<b>2015-10-14 05:43:09</b>	<b>48.9</b>	<b>156.17</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	<b>6.3/10</b>	<b>5.6/11</b>	<b>6.5-7</b>	<b><u>Восточнее Курильских островов</u></b>
<u>18</u>	2015-10-14 00:43:53	45.15	147.17	33	18	-	4.2/7	3	<u>Курильские острова</u>

Source [http://www.ndbc.noaa.gov/station\\_page.php?station=21402](http://www.ndbc.noaa.gov/station_page.php?station=21402)





# Развитие DART до 4G



Япония закупила и устанавливала 3 DARTs  
15 минутное выявление цунами  
улучшенный прогноз

с разрешения PMEL (NOAA)



# В чем необходимость продолжения работ с DART



Общее количество DART вдоль Курило-Камчатского желоба (СЗ Тихого океана) 4 шт.  
Дополнительно – 2 DART в Охотском море (период безо льда) и  
2 DART в Японском море

Источник фото: SAIC Corp., ДВНИГМИ (Росгидромет)



# Вызовы и препятствия

- ◆ Научные и Технологические: измерения в ледовых акваториях. Работа DART G4 требует подтверждения.
- ◆ Руководство, организация и продолжение международного взаимодействия: каким образом продолжить федеральные программы с DART в рамках «Мировой Океан» и МЧС. На Дальнем Востоке возобновление взаимодействия РФ Японии, Южной Кореи и США – JAMSTEC, JMA, KORDI, KMA, NOAA, MFAs, Росгидромет и РАН.
- ◆ Вандализм открытых вод становится серьезной проблемой для дрейфующих и заякоренных научных платформ.



# Выводы по эксплуатации DART

- ◆ DART выявили 22 события цунами или подобных с ~ 90 % эффективностью за период 2010-2017 гг.;
- ◆ Продолжить улучшение моделей на основе измерений длинных волн в реальном времени непосредственно с океана;
- ◆ С целью защиты населения на дальневосточных берегах необходимо установить 4 DARTа вдоль Курил и Камчатки. 2 DARTа в Охотском море и 2 DARTа в Японском море с ротацией в сезон (моря) и раз в 2 года (океан). Рассмотреть необходимость установки систем DART в Черном, Балтийском и Арктическом бассейне;
- ◆ Организация логистики. Привлечение специализированного НИС. Порт базирования Владивосток;
- ◆ Дополнить Конвенцию по морскому праву (UNCLOS) в части XIII, раздел 4,5, статьи 260-262, 263 где необходимо обновить, получив закон, укрепляющий правовую защиту исследовательских инструментов и платформ в открытой части мира. Океан



# СПАСИБО!



# REFERENCES

- ◆ SLIDE 2: Rhea, S., Tarr, A.C., Hayes, G., Villaseñor, A., and Benz, H.M., 2010, Seismicity of the Earth 1900-2007, Japan and vicinity: U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1083-D, 1 map sheet, scale 1:5,000,000
- ◆ SLIDE 3: ДОЛГОСРОЧНЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ДЛЯ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ДУГИ НА IX 2015 – VIII 2020 гг., ДОПОЛНЕНИЯ К НЕМУ, ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ МЕР ПО СЕЙСМОУКРЕПЛЕНИЮ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ С.А. Федотов, А.В. Соломатин (2016) ТИХОНОВ I.N., Large earthquakes in the Sakhalin Region: investigations and predictions, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk (2006)
- ◆ SLIDE 5: Source <http://www.ndbc.noaa.gov/dart.shtml>
- ◆ LIANG XING HAI, IMO # 7817452

