

МЕТЕОЦУНАМИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ САХАЛИНА И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

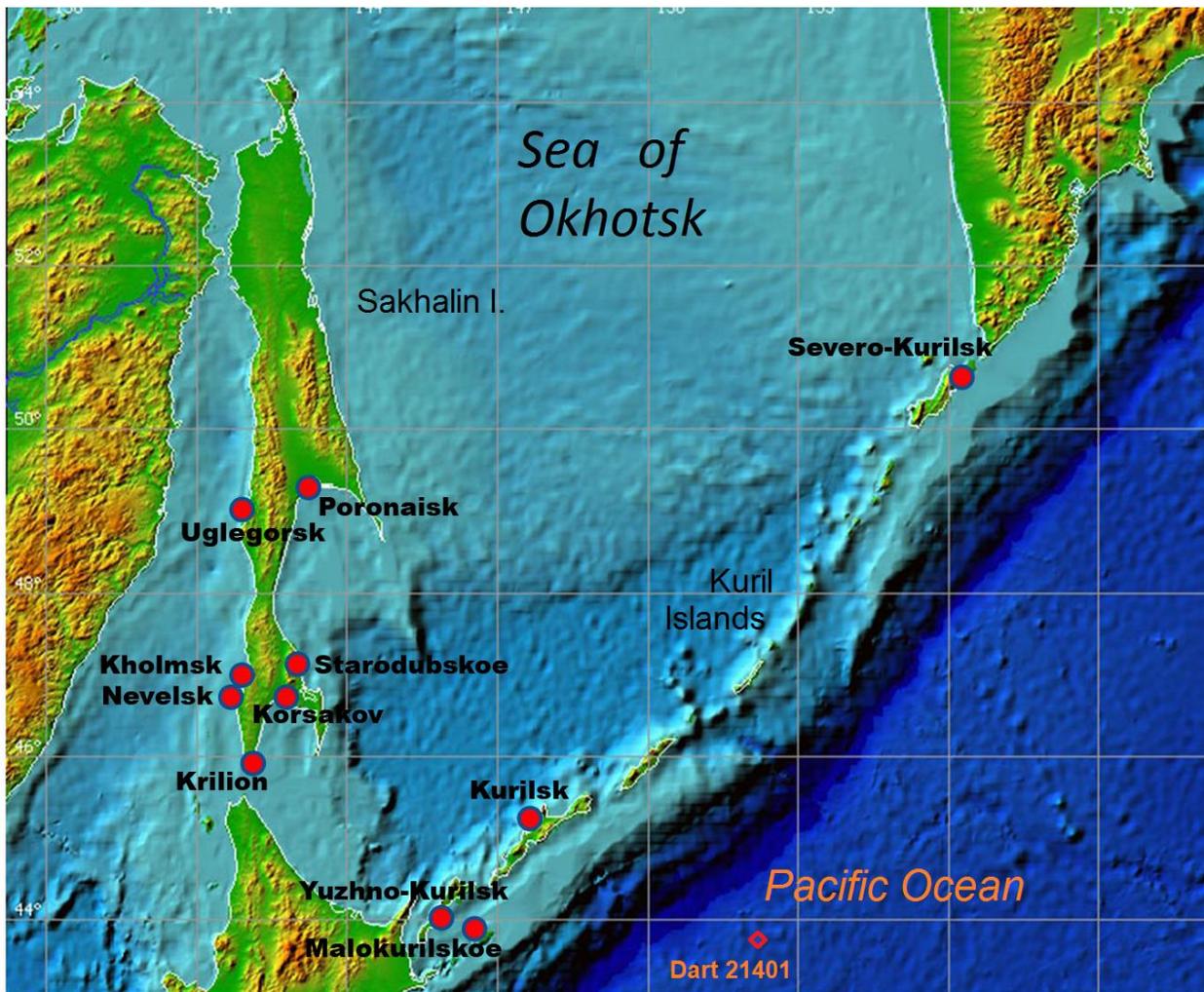
***Шевченко Г.В., Шишкин А.А., Лоскутов А.В.,
Ивельская Т.Н.***

***ИМГиГ ДВО РАН
Центр цунами Сахалинское УГМС***

Мотивация

На побережье Дальневосточного региона России достаточно часто наблюдаются опасные и катастрофические цунами сейсмического происхождения. Это обусловлено высокой сейсмической активностью районов континентального склона практически всего Тихого океана, включая западный склон Курило-Камчатского глубоководного желоба. Аналогичные события, вызванные метеорологическими причинами, находятся в тени более грозных и разрушительных цунами, вызванных подводными землетрясениями.

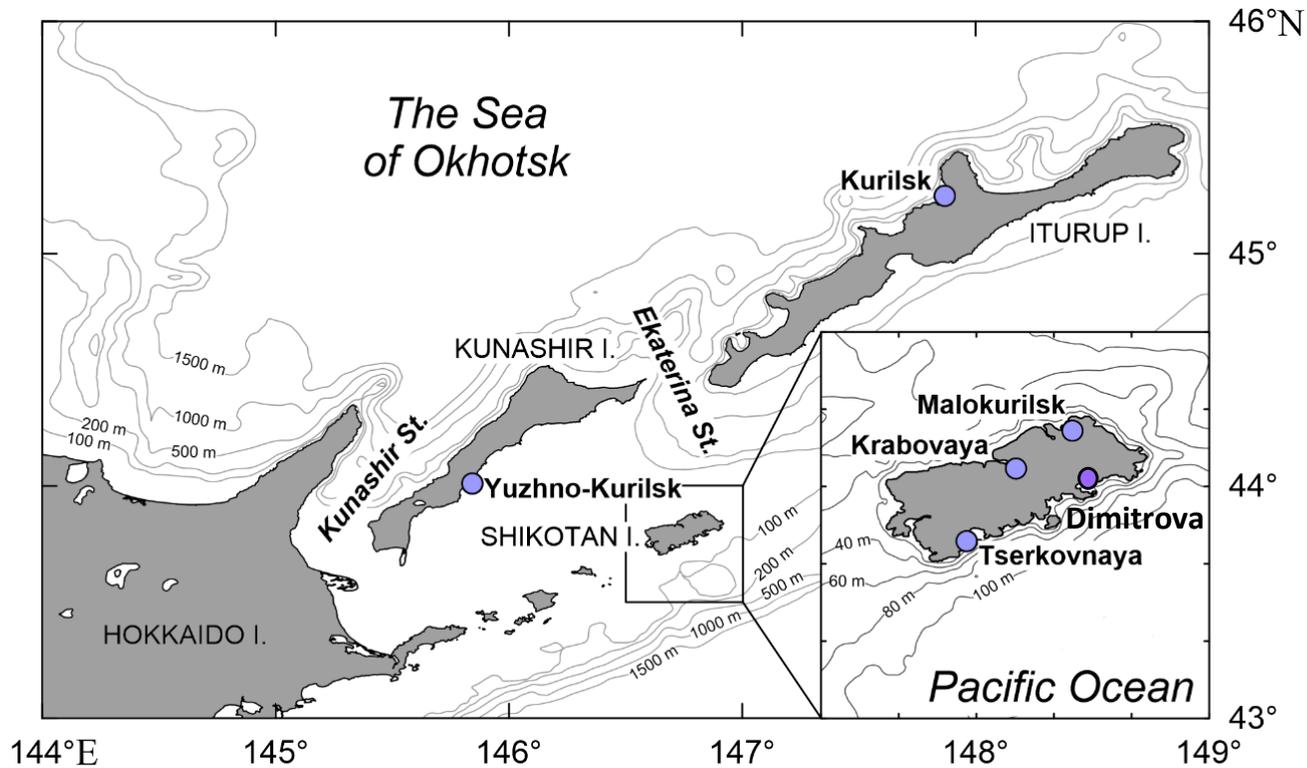
В то же время вопрос о частоте и интенсивности цунами метеорологической природы является весьма актуальным и для побережья Сахалина и Курильских островов. В данной работе этот вопрос изучается в большей части на материалах наблюдений 2010 -2012 гг., когда инструментальные измерения на сети станций Службы предупреждения о цунами и сети станций исследовательского мониторинга ИМГиГ ДВО РАН имели максимальное развитие



Телеметрические станции Службы предупреждения о цунами на Сахалине и Курильских островах

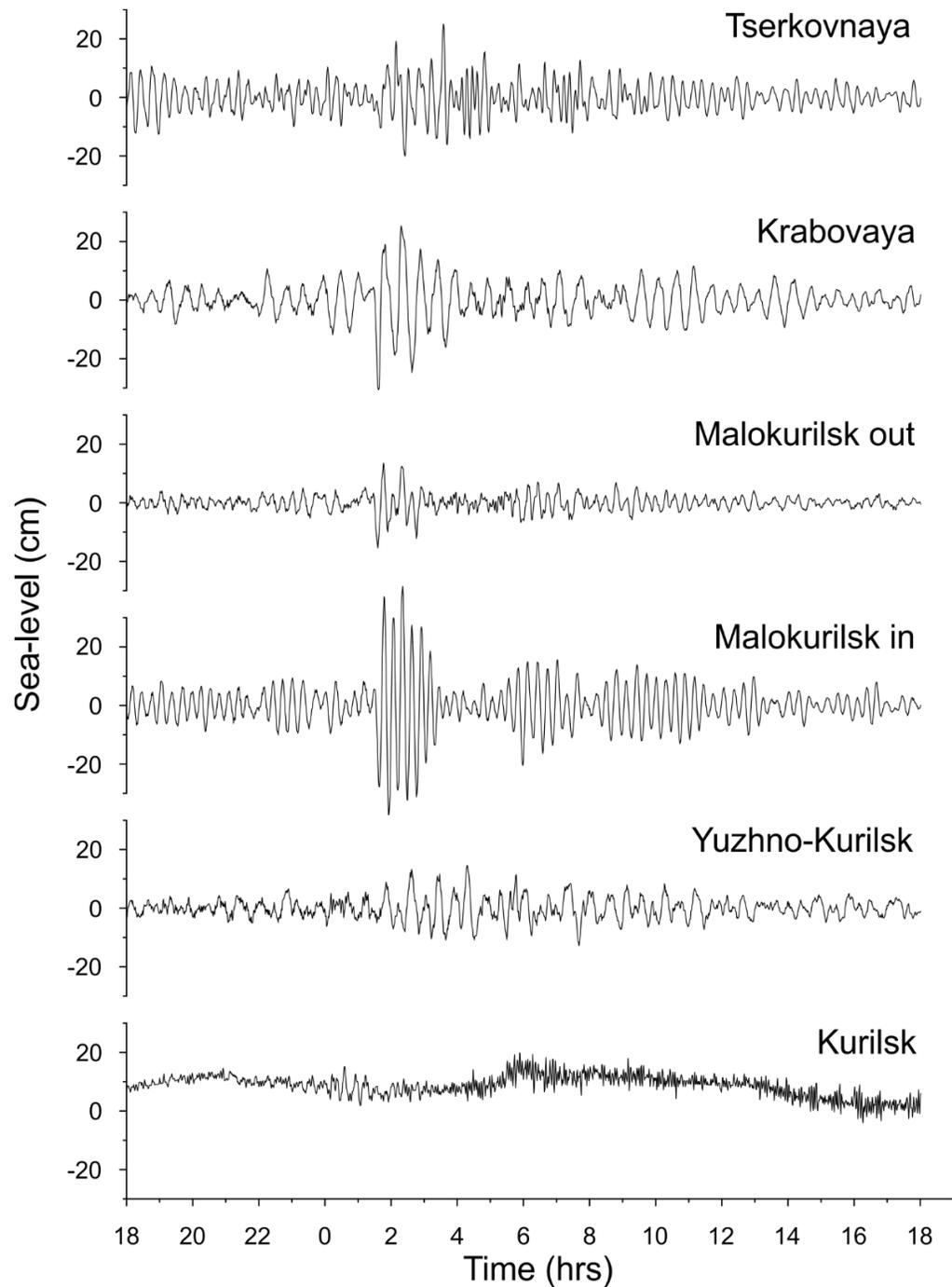
Использовались данные, полученные на сети телеметрических регистраторов Службы предупреждения о цунами (с 2013 года на Курильских островах станции не работают). Дискретность измерений 1 минута.

Для метеоцунами 2011 г. привлекались данные «российской» станции и DART 21401, а также цифровых метеостанций на ГМС Южно-Курильск и Курильск



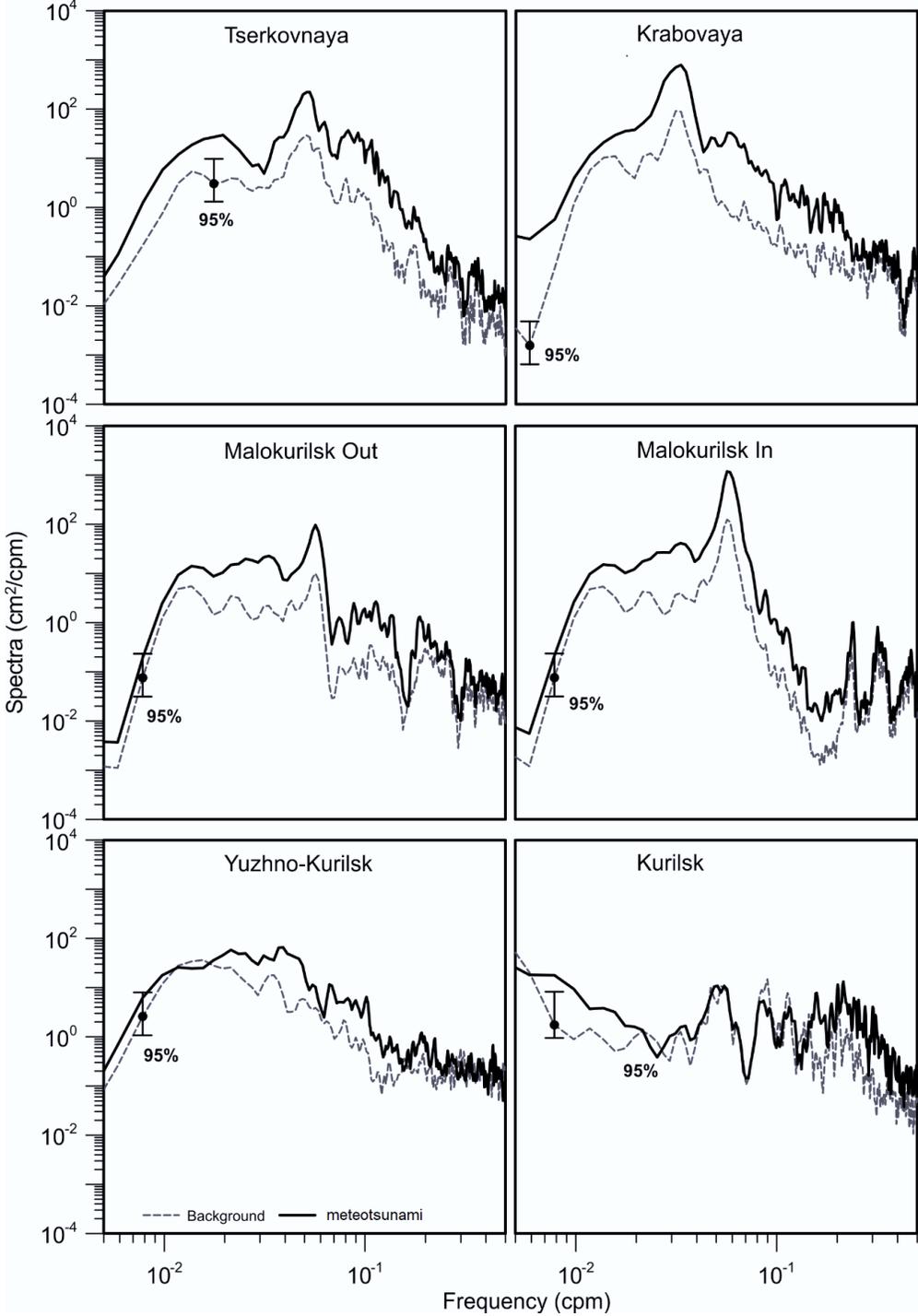
Измерения гидростатического давления с дискретностью 1 секунда. Для анализа метеоцунами усреднялись с окном 1 минута. Приборы устанавливались в прибрежной зоне в местах, закрытых от прямого действия волнения, внутри бухт.

Автономные измерители волнения и уровня ИМГиГ ДВО РАН. В данной работе использованы материалы наблюдений в бухтах Южно-Курильская, Малокурильская, Крабовая, Димитрова и Церковная.

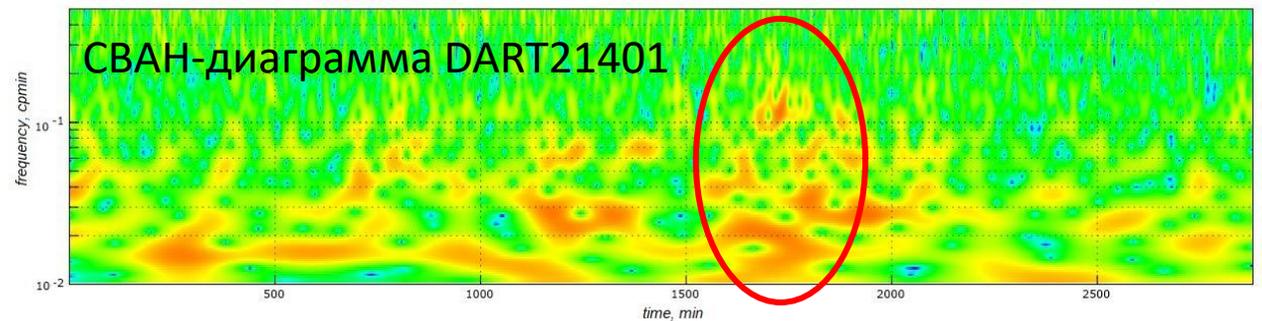


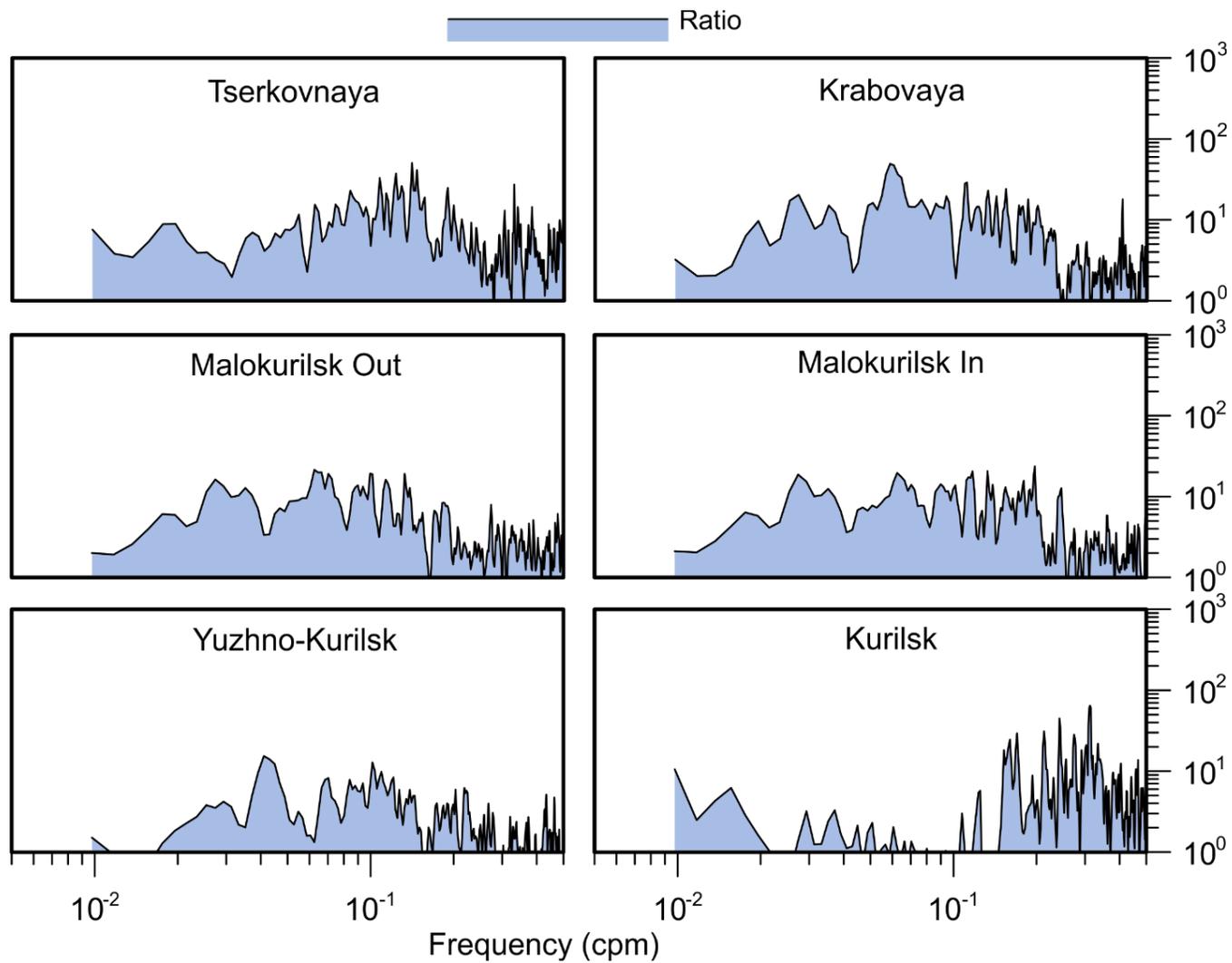
Начнем с наиболее интересного и хорошо задокументированного случая, имевшего место 16 октября 2011 г.

Станция	Волна	Первая		Максимальная	
		высота (см)		высота (см)	
Южно-Курильск	Crest	4.7		14.6	
	Trough	-5.0		-10.8	
Церковная	Crest	-1.1		25.0	
	Trough	-10.4		-16.1	
Малокурильская вход	Crest	3.3		-15.4	
	Trough	-15.4		13.6	
Малокурильская внутри	Crest	5.6		37.2	
	Trough	-27.8		-37.3	
Крабовая	Crest	4.4		25.4	
	Trough	-30.6		-24.8	

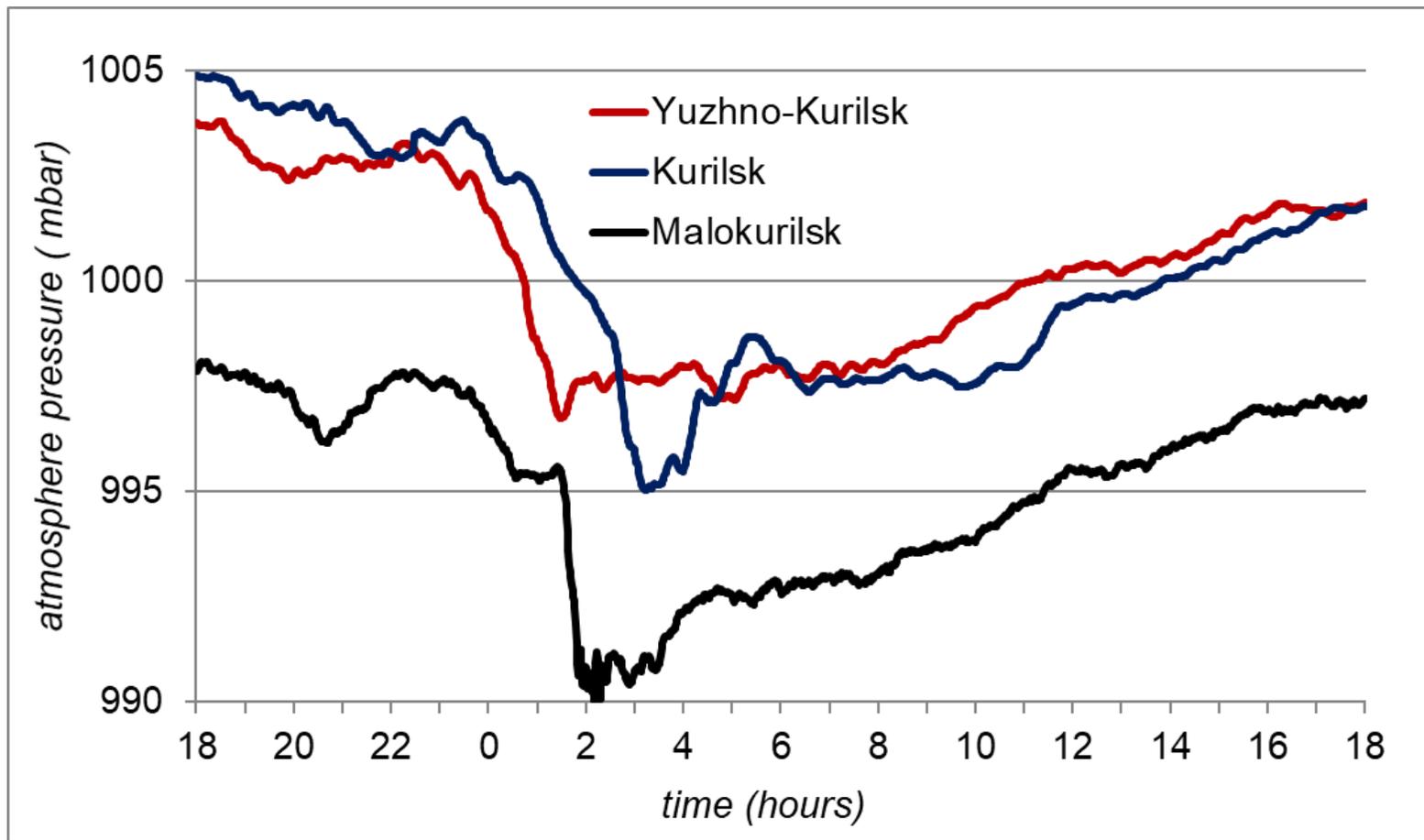


Записи метеоцунами имеют вид, типичный для цунами умеренной интенсивности. Аналогично и для спектров, по сравнению с естественным фоном наблюдалось возрастание в диапазоне периодов 5 мин – 1 час примерно на порядок. Слабое возрастание на станции Курильск и едва заметное на глубоководной станции DART 21401. Это указывает на локальный характер явления, в отличие от обычного цунами, его радиус корреляции мал.

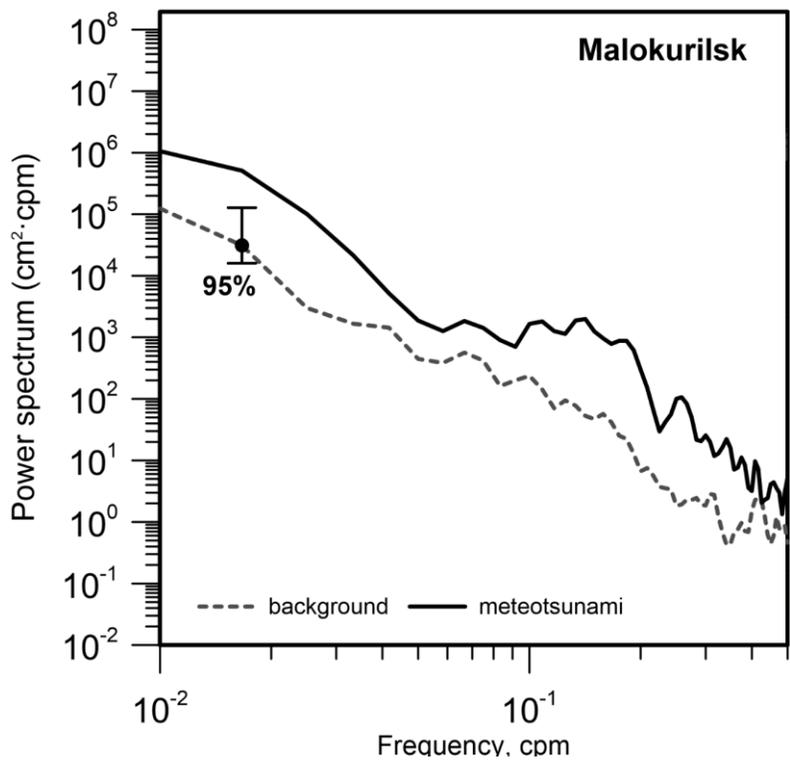




Отношение спектров метеоцунами / естественный длинноволновый фон также показывает диапазон проявления цунами от 5 минут до 1 часа (без особенностей, связанных с резонансными эффектами). На станции Курильск возрастание энергии только на высоких частотах, вероятно, связанные с формированием ИГ-волн.

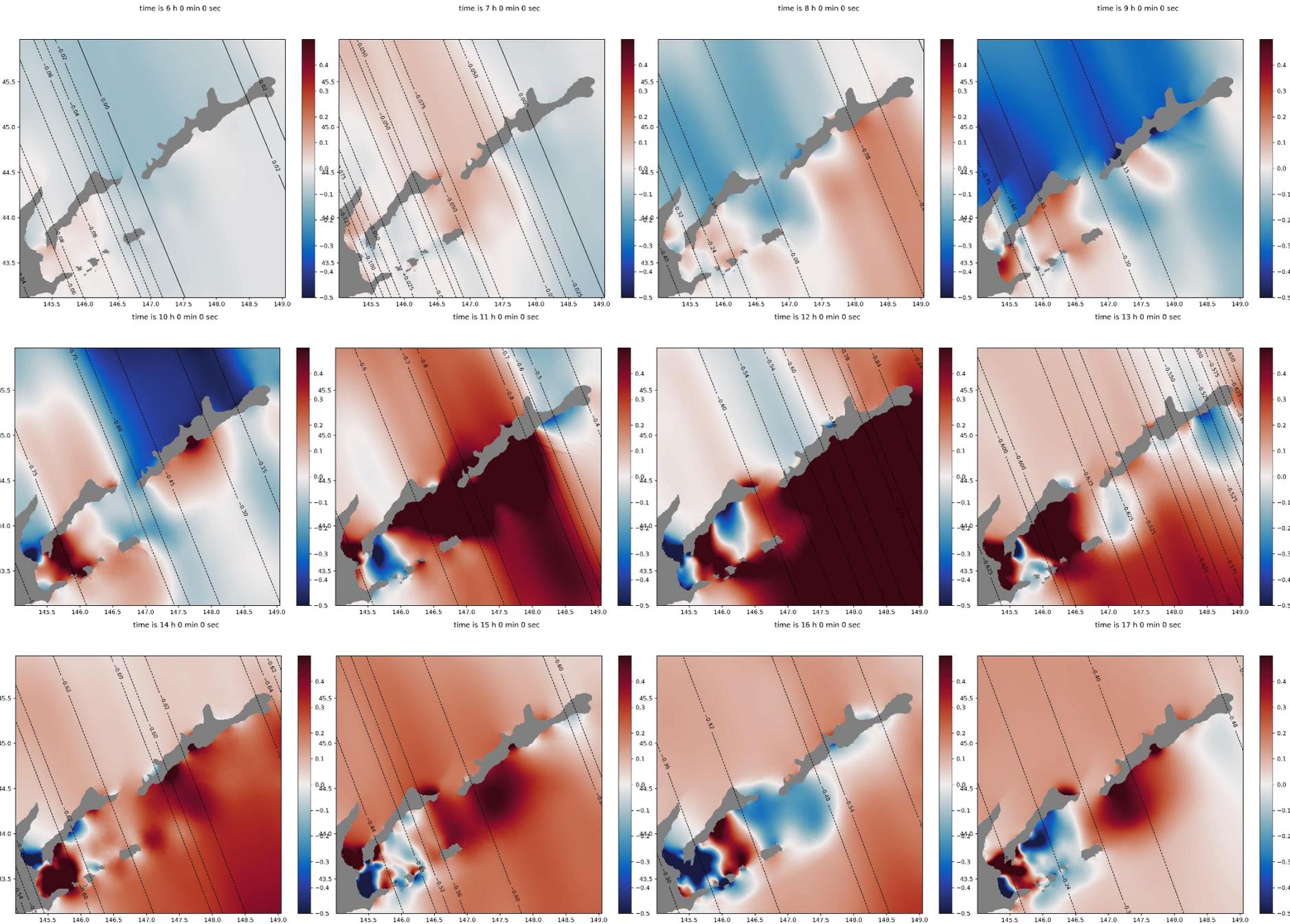


Метеоцунами было вызвано быстро движущимся атмосферным фронтом (перепад давления около 6 гПа, скорость движения на северо-восток около 100 км/ч)



Вариации приземного атмосферного давления на ГМС Южно-Курильск и Курильск (цифровые метеостанции) и на ГФО Шикотан (запись датчиком донного давления)

Снимки волнового поля метеоцунами в различные моменты времени

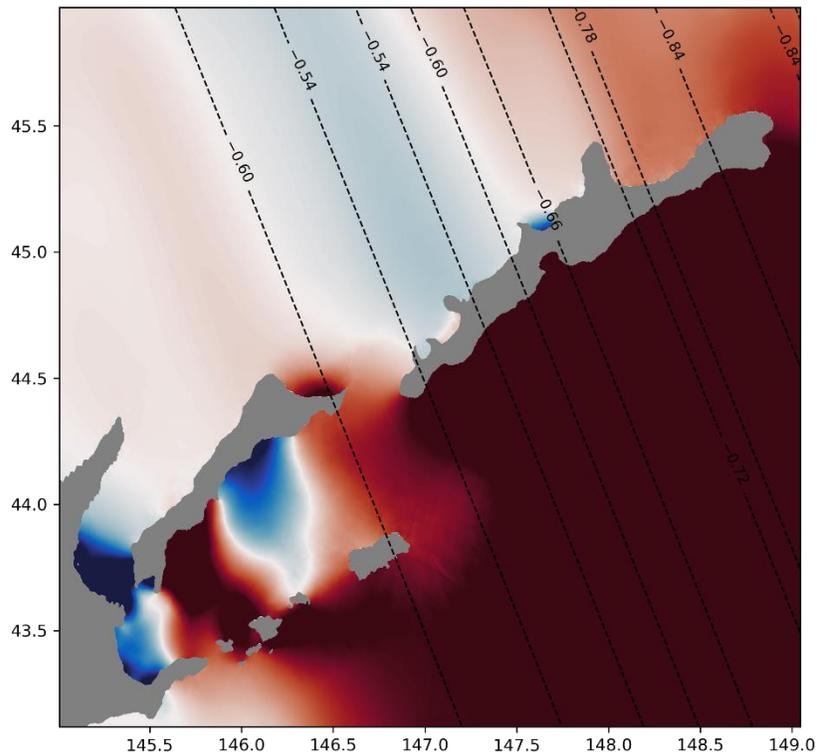


Результаты моделирования отклика на прохождение фронта на различные моменты времени. Возбуждение волновых движений в Южно-Курильском проливе и на океанском шельфе Малой Курильской гряды

Сравнение волновых полей метеоцунами при различной скорости фронта

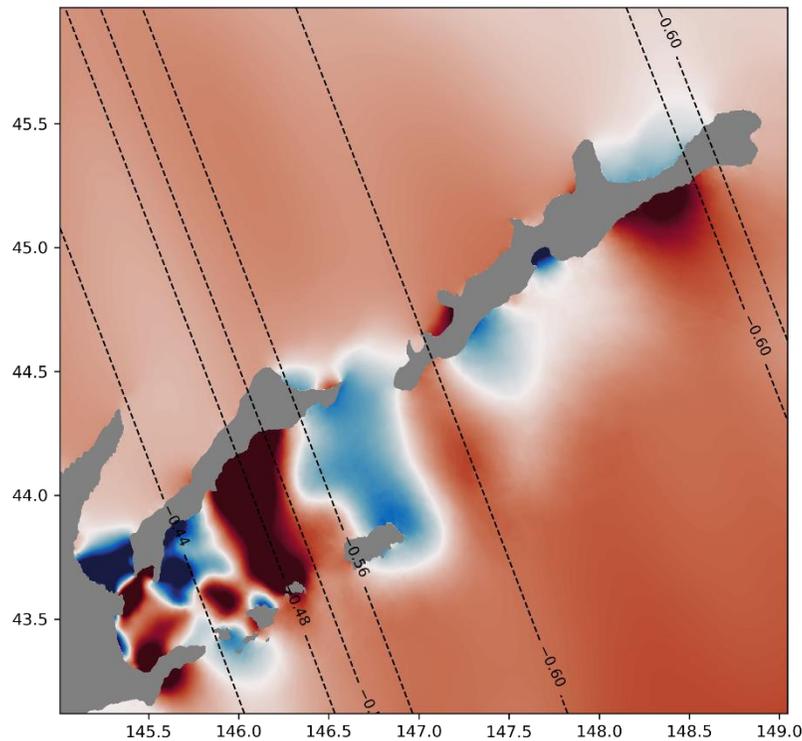
$V=100$ км/ч

time is 12 h 0 min 0 sec

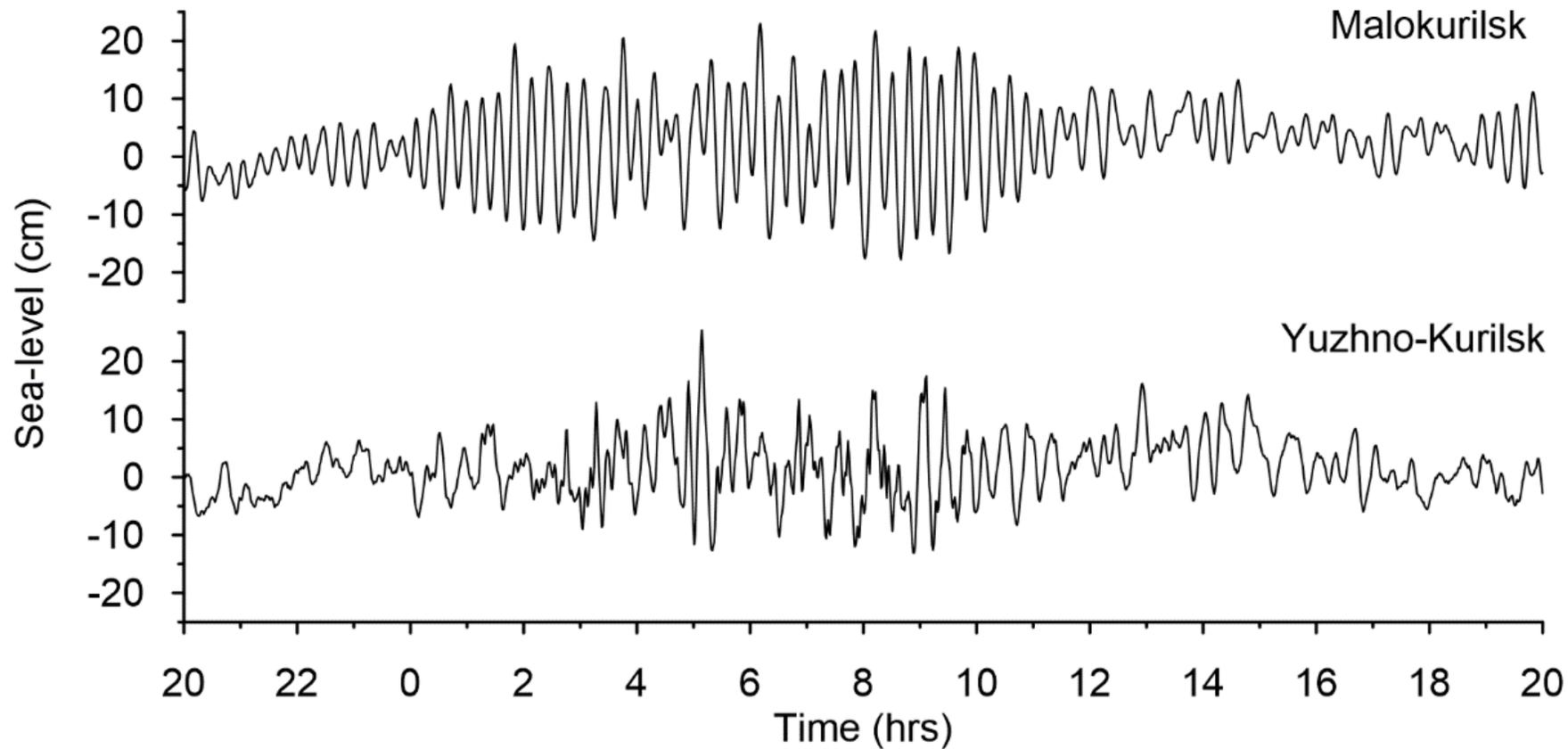


$V=125$ км/ч

time is 12 h 0 min 0 sec

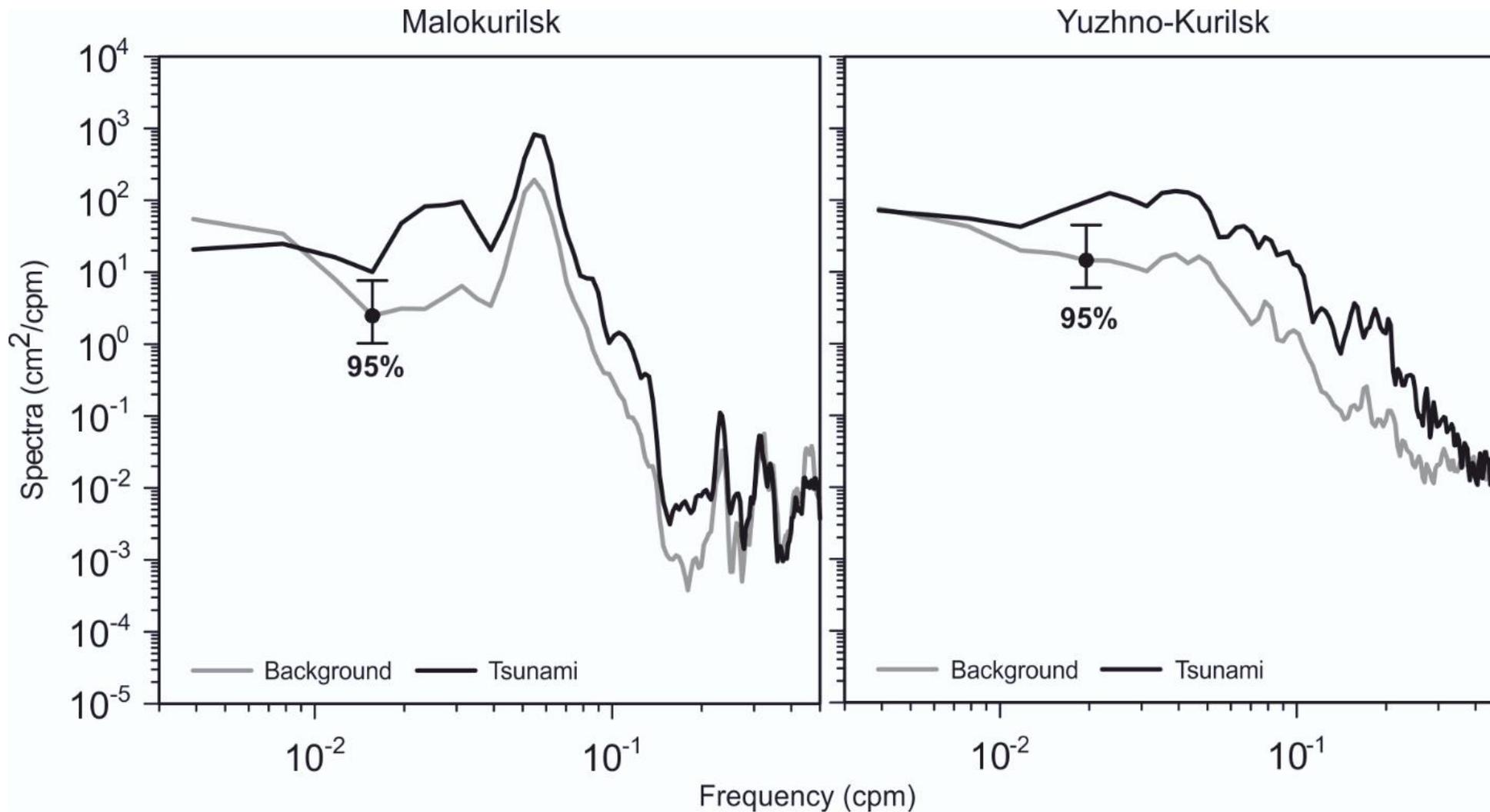


Наиболее эффективное возбуждение при скоростях смещения фронта около 100 км/ч (близко к скорости длинных волн у берега о. Шикотан со стороны пролива), с океанской стороны – при более высокой скорости

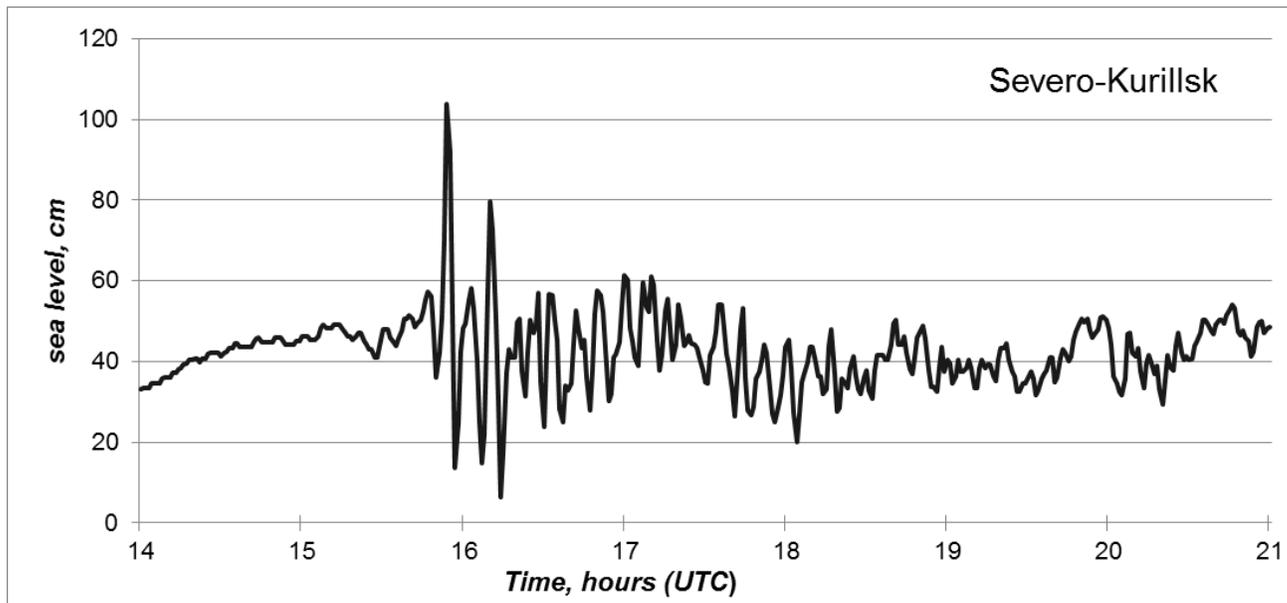


Известно, что грозы часто сопровождаются интенсивными внутренними гравитационными волнами в атмосфере, которые могут вызвать метеоцунами

Еще один пример – суточные отрезки записи 3-4 августа 2010 г. во время сильнейшей грозы, вызвавшей отключение электроэнергии и связи в Южно-Курильском районе на несколько дней



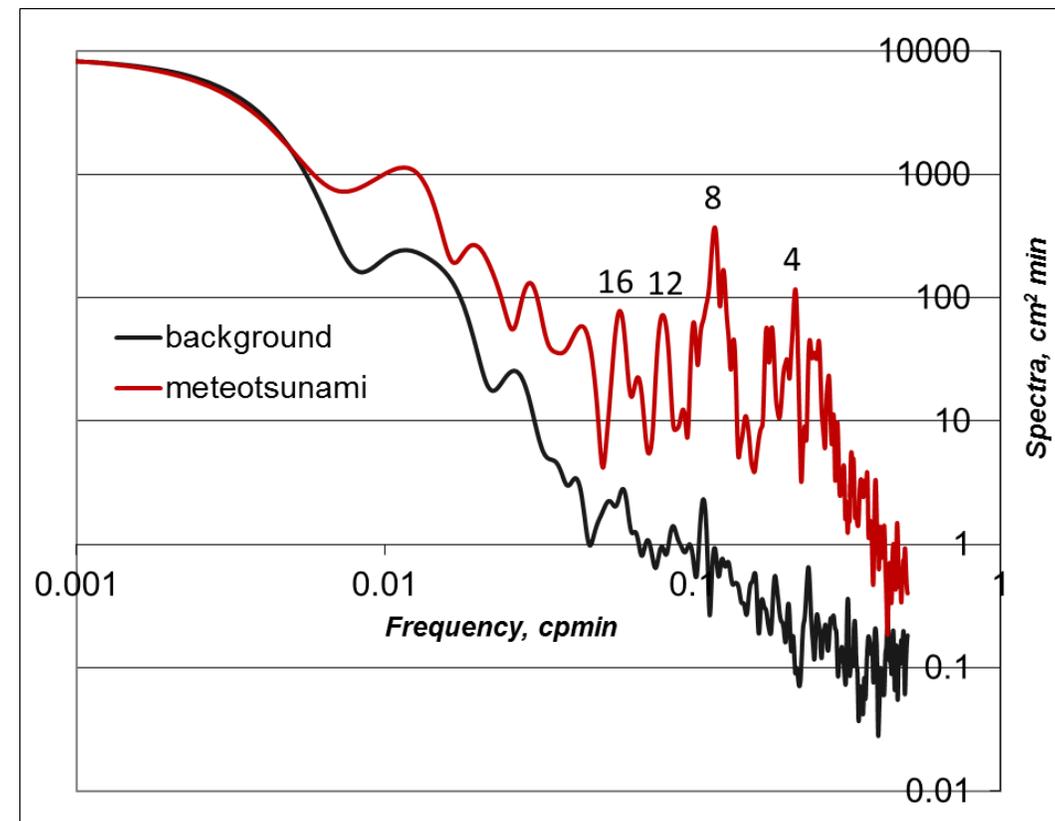
Диапазон проявления метеоцунами и в этом случае – от 5 минут до 1 часа

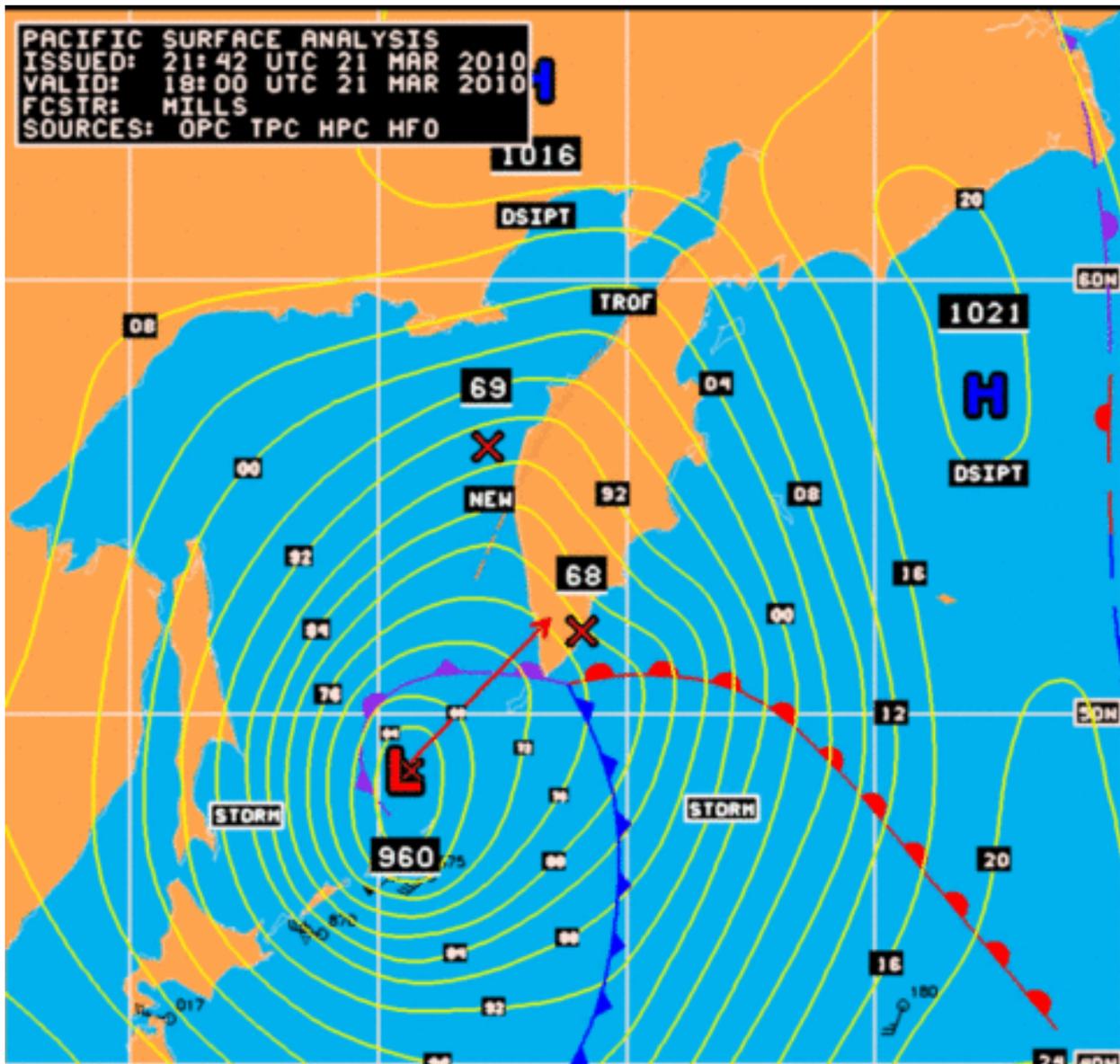


7-часовой отрезок записи датчика СПЦ в Северо-Курильске за 21 марта 2010 г.

Диапазон проявления метеоцунами от 3 до 100 минут. Основные пики (8, 12, 16 минут) проявляются и при обычных цунами

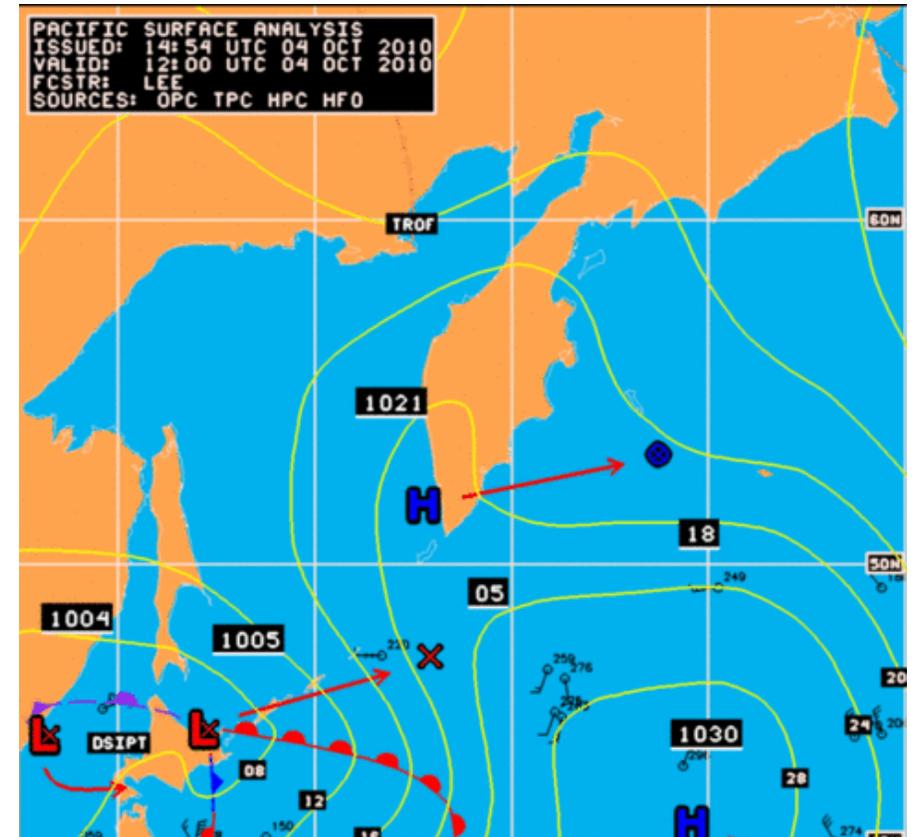
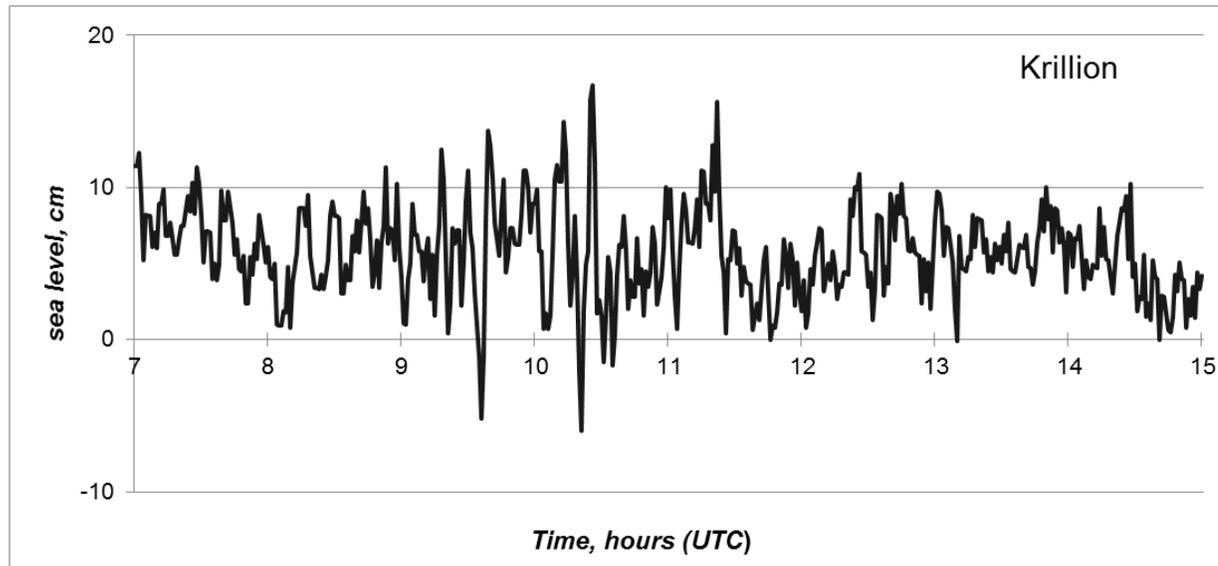
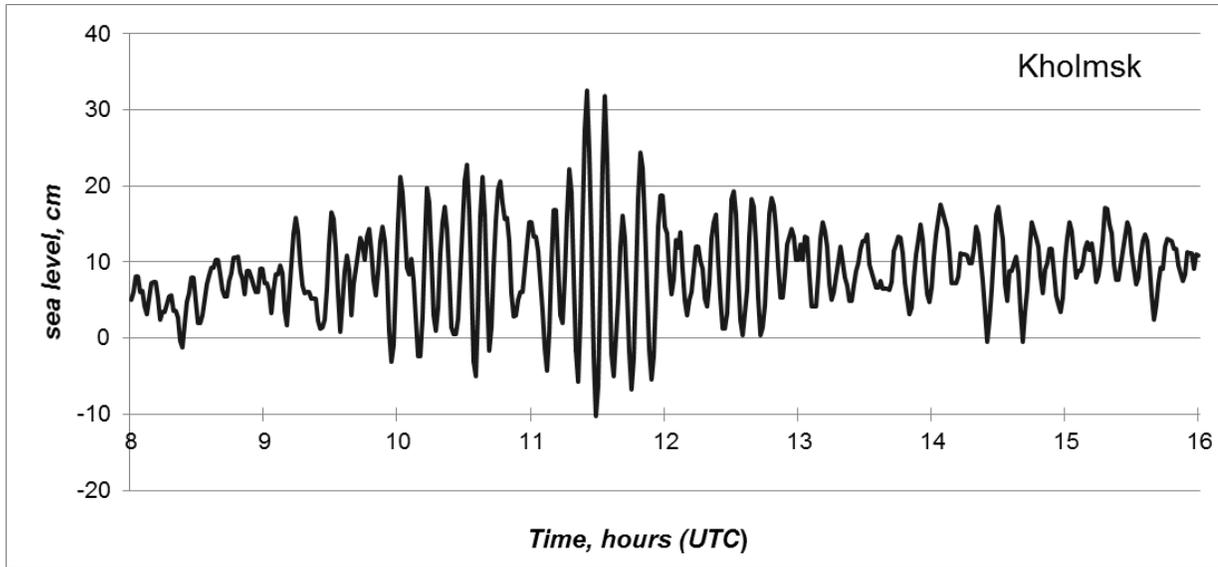
Одно из самых значимых метеоцунами на Курильских островах (высота от подошвы до гребня 1 м)



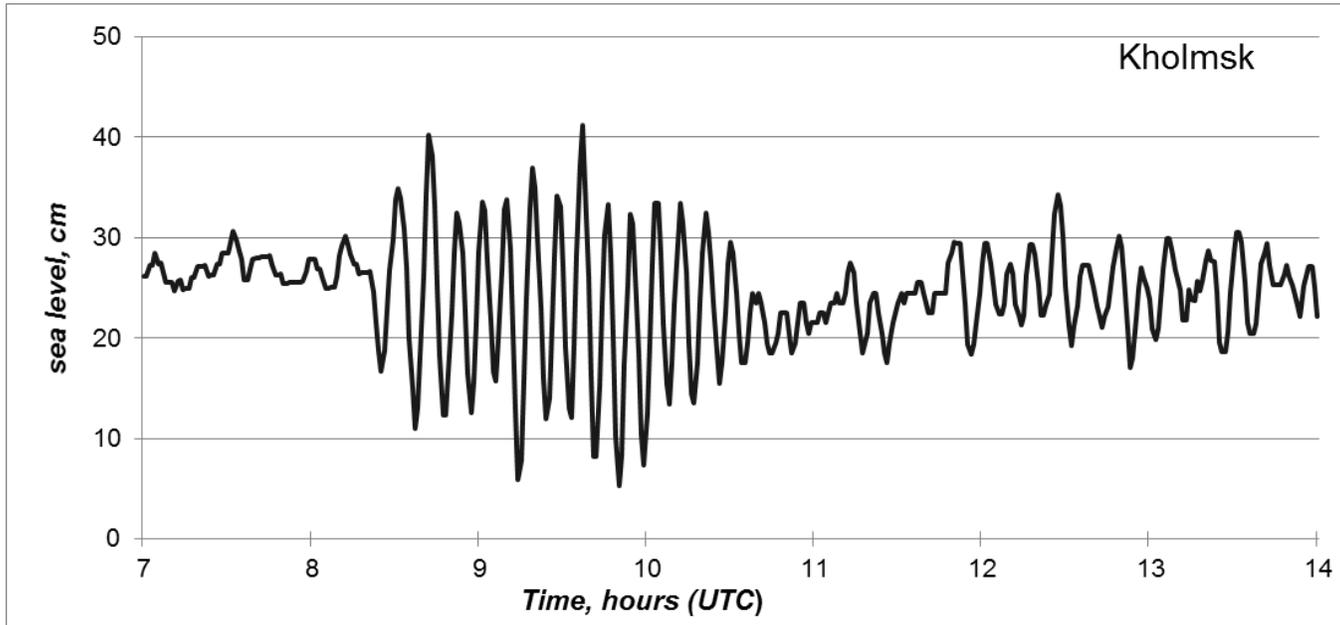


Метеоцунами было вызвано движением фронта окклюзии вдоль северных Курильских островов на северо-восток со скоростью около 100 км/ч.

Работниками метеостанции прохождение фронта или иные особенности погоды не были зафиксированы

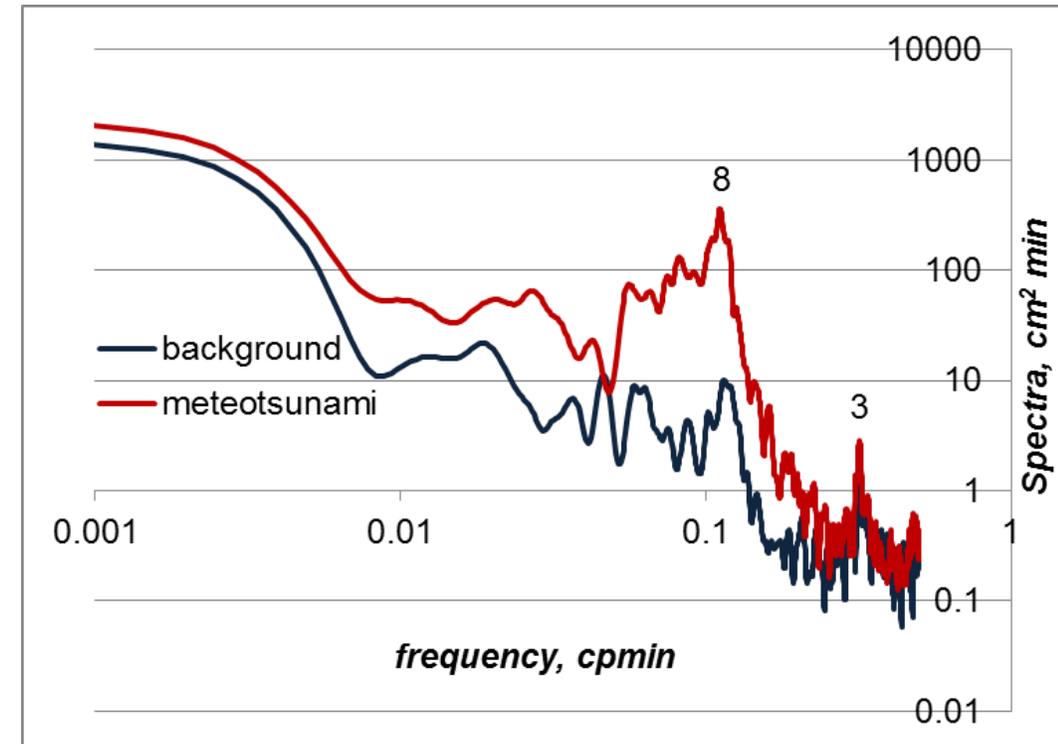


Записи метеоцунами 4 октября 2010 г. на станциях СПЦ м. Крильон и Холмск, вызванные прохождением фронта окклюзии

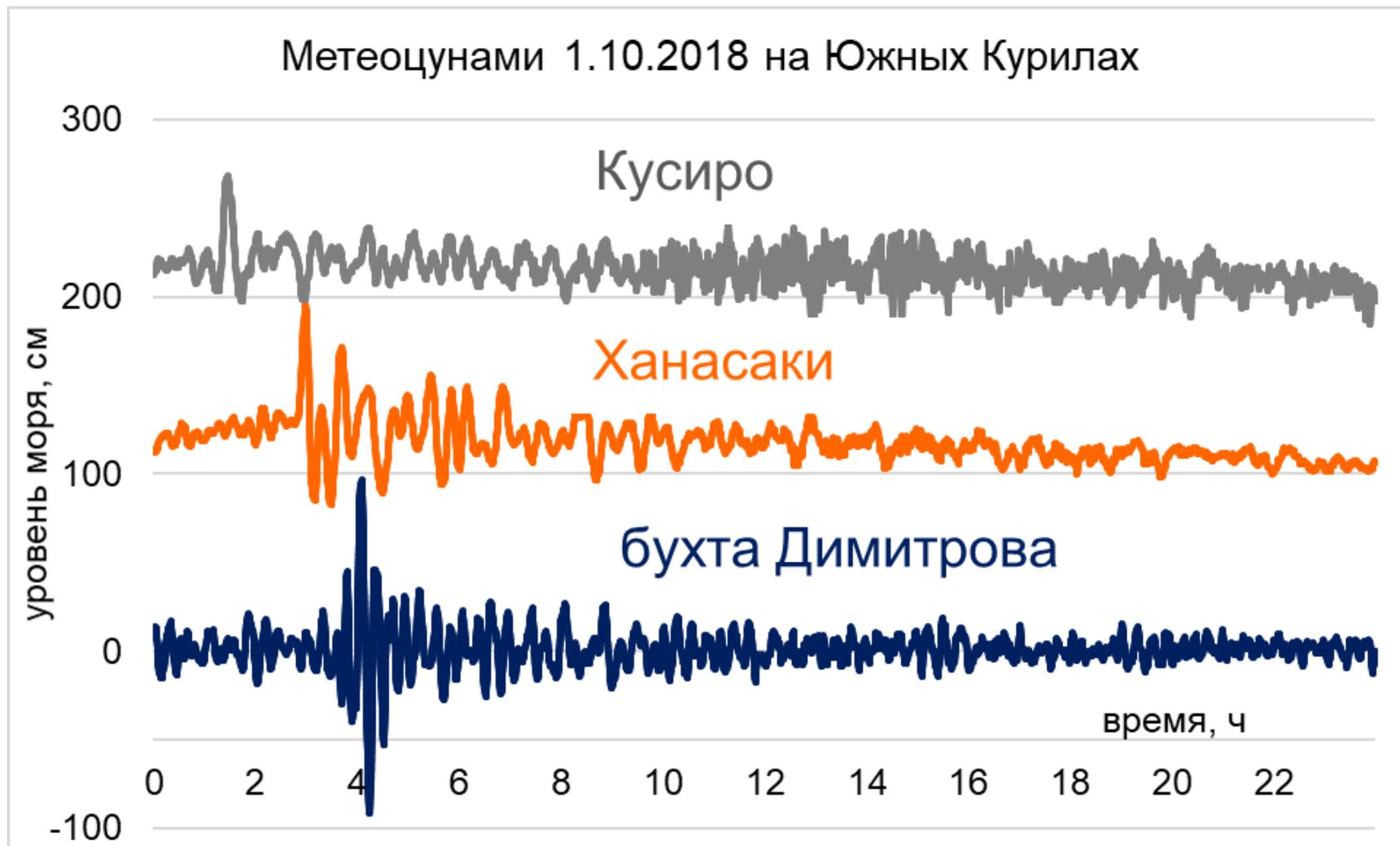


Устойчивые колебания с высотой 20-30 см более 2 часов

Записи метеоцунами 25 мая 2011 г. на станциях СПЦ Холмск. Главную роль в колебаниях, как и при обычных цунами, играла нулевая мода бухтового резонанса с периодом около 8 мин. Возрастание энергии на полтора порядка



Свежий пример – метеоцунами 1 октября 2018 г. Самое сильное событие на Курильских островах



Высота волны
Гребень - подошва

Кусиро
+68 -3

Ханасаки
+99 -15

Бухта
Димитрова
+97 -92

Свежий пример – метеоцунами 1 октября 2018 г. Самое сильное событие на южных Курильских островах



Высота волны
Гребень - подошва

Южно-Курильск
+51 -18

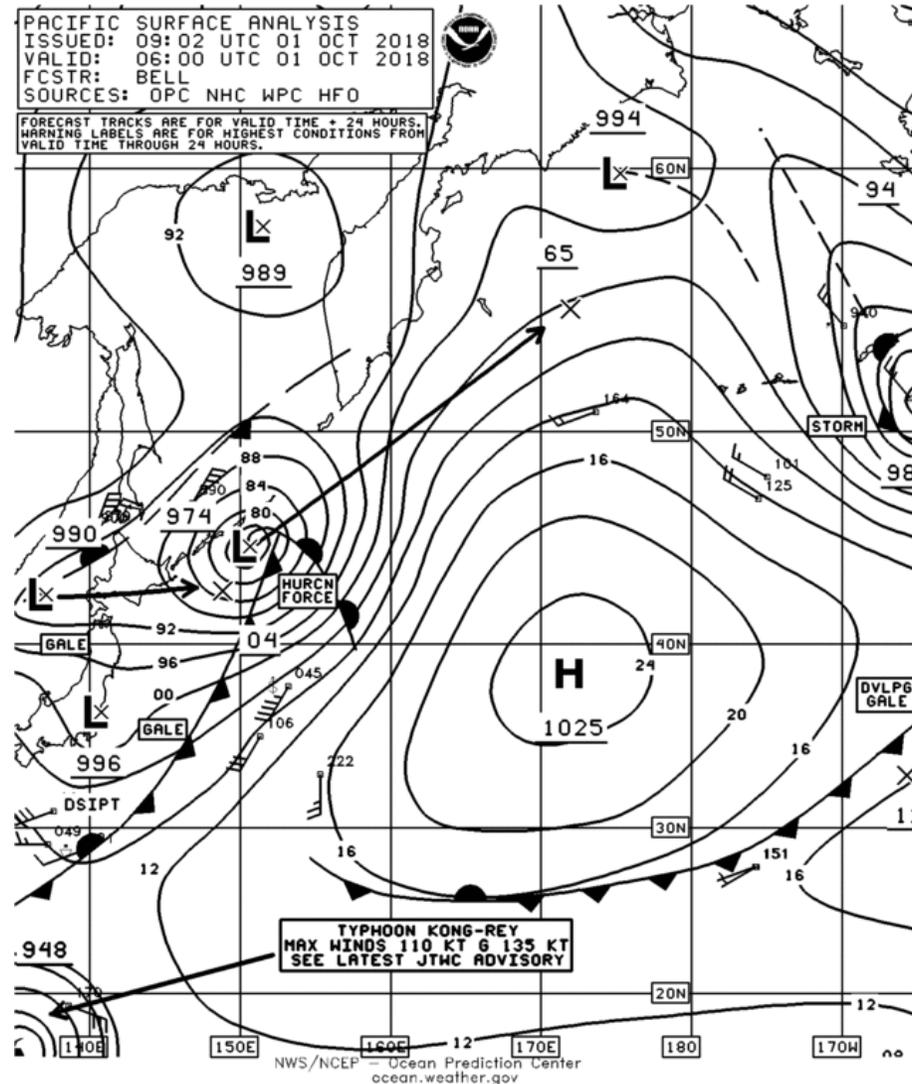
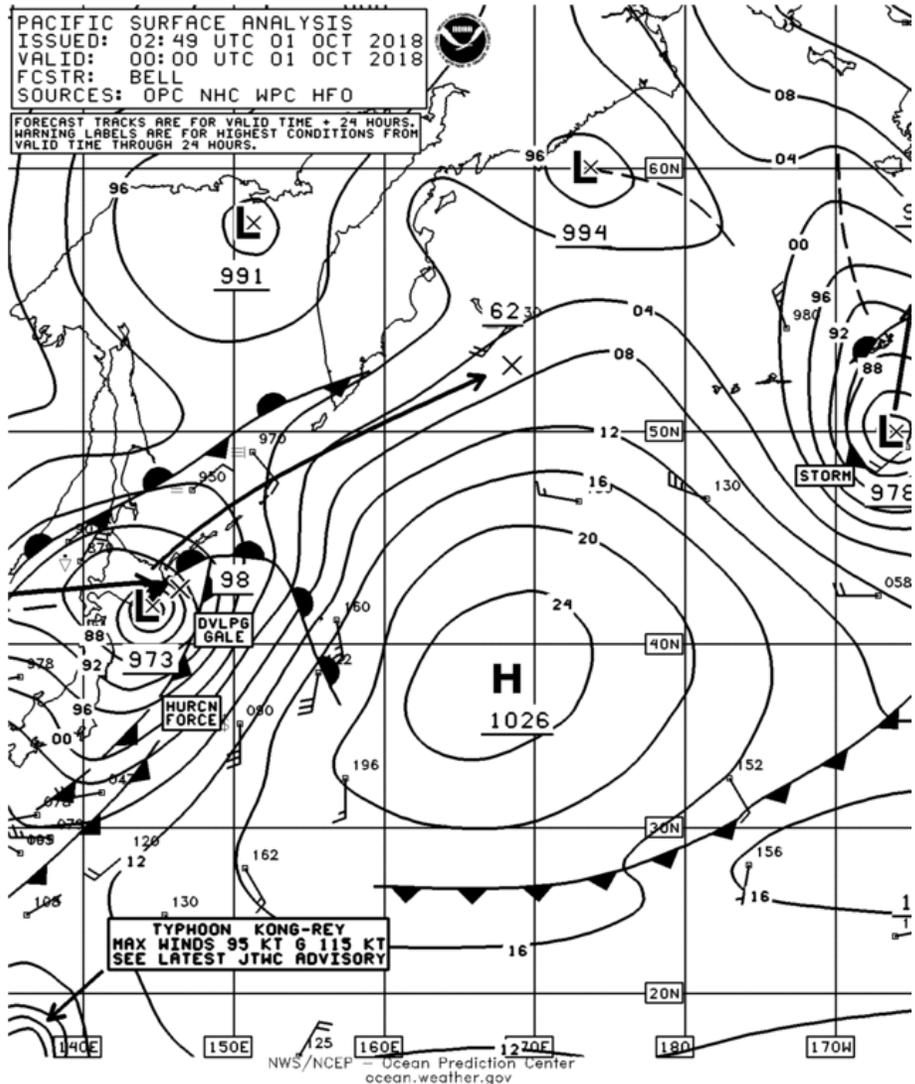
Бухта
Малокурильская
+41 -61

Бухта Отрадная
+57 -34

Метеоцунами 1 октября 2018 г. на Южных Курилах



Запись атмосферного давления на ГФО «Шикотан» 30 сентября – 3 октября 2018 г. На фоне прохождения глубокого циклона (падение давления более 40 гПа) резкое снижение на 7 гПа



Скорость
 смещения
 атмосферного
 возмущения
 около 100 км/ч

Глубокий циклон и связанный с ним атмосферный фронт быстро двигались на северо-восток с восточной стороны Хоккайдо и Малой Курильской гряды

Заключение Метеоцунами у побережья Сахалина и Курильских островов имеют вид, типичный для умеренных цунами (выраженное вступление, достаточно продолжительные, медленно затухающие колебания), высоты волн достигают 0.5 – 1 м (иногда и больше). Могут представлять определенную угрозу для находящихся в бухтах судов и портовых сооружений, находящихся на берегу грузов и т.д.

Обычно метеоцунами вызываются быстро движущимися атмосферными фронтами (скорость около 100 км/ч), что подтверждается численным моделированием. Реже они могут быть обусловлены сильными грозами.

Как показывают инструментальные измерения, метеоцунами наблюдаются в Сахалино-Курильском регионе достаточно часто, один-два раза в год.

Чаще всего это явление наблюдается (и представляет наибольшую угрозу) в бухтах с выраженными резонансными свойствами (Малокурильская, Крабовая, Холмская).



Спасибо за внимание

