



Современное состояние и возможности Сейсмической подсистемы системы предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России

Д. В. Чебров

Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН

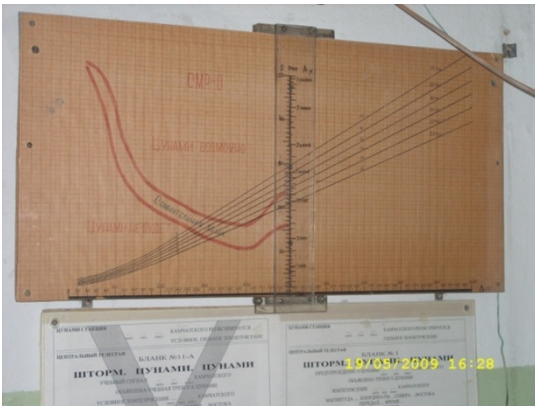
Всероссийская научная конференция
«ВОЛНЫ ЦУНАМИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗ»

17 мая 2019 г.
Москва

Состояние СПЦ до 2006 года



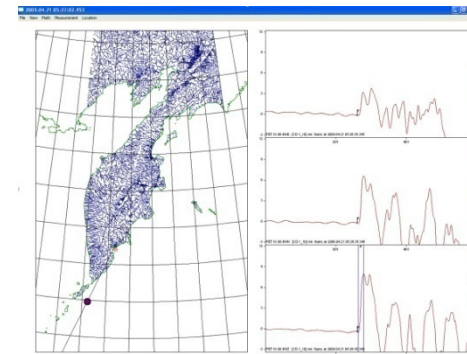
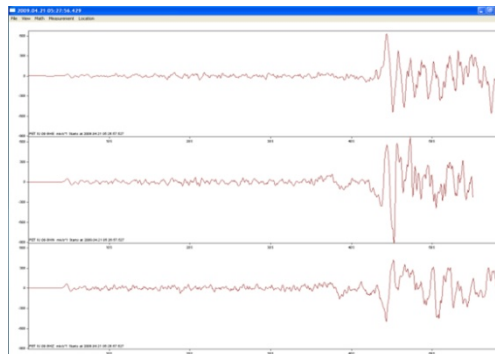
Легендарные аналоговые приборы:
CMP-2 и СБМ



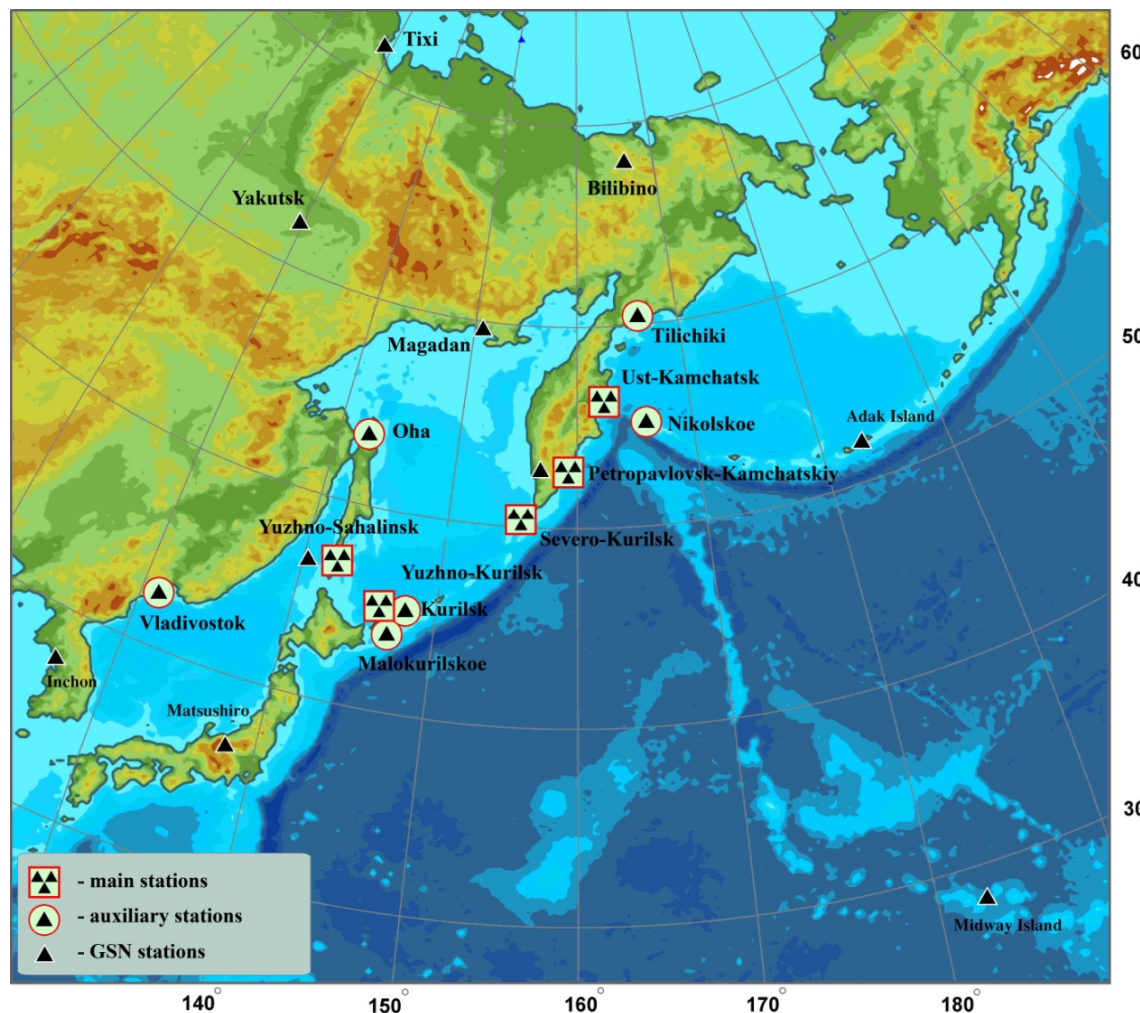
Вплоть до 2006 года на Дальнем Востоке России действовала СПЦ, разработанная в 50-е годы XX века.

- Она имела ряд особенностей, которые к XXI веку превратились в существенные недостатки:
- Определение параметров землетрясений по одной станции
- Аналоговые приборы
- Цунами-станции, изолированные друг от друга

Таким образом, ещё в 2005 году цунами службу несли на двух цунами-станциях: в Южно-Сахалинске и в Петропавловске-Камчатском. Лишь в последние годы к обработке стали привлекаться данные широкополосных цифровых станций.



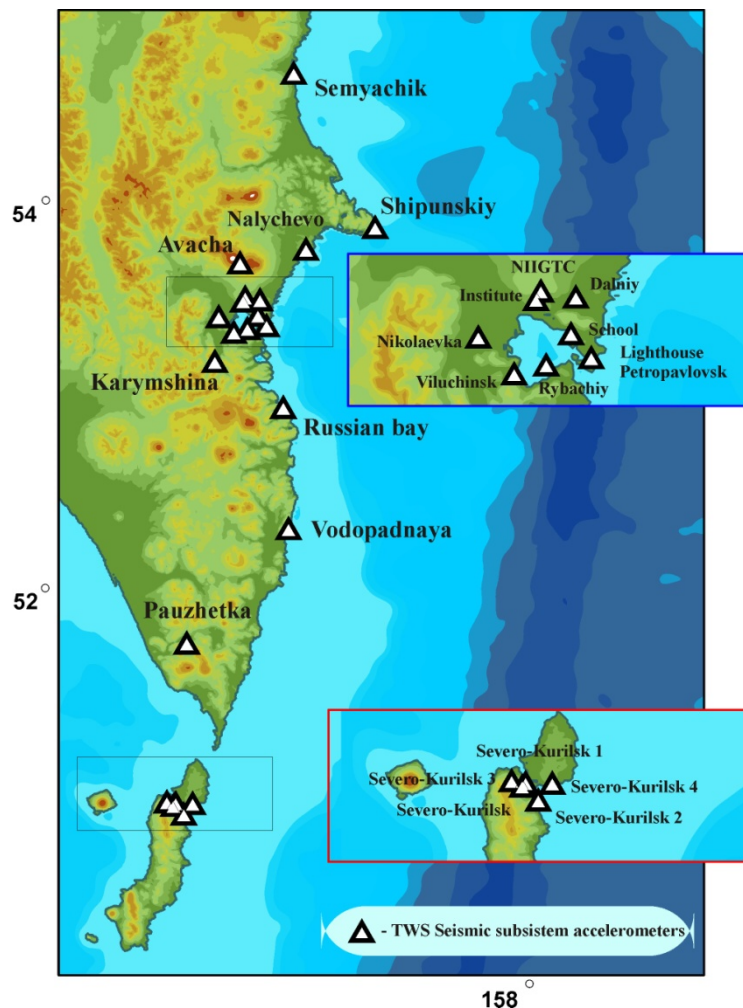
Новая система предупреждения о цунами: опорные и вспомогательные станции



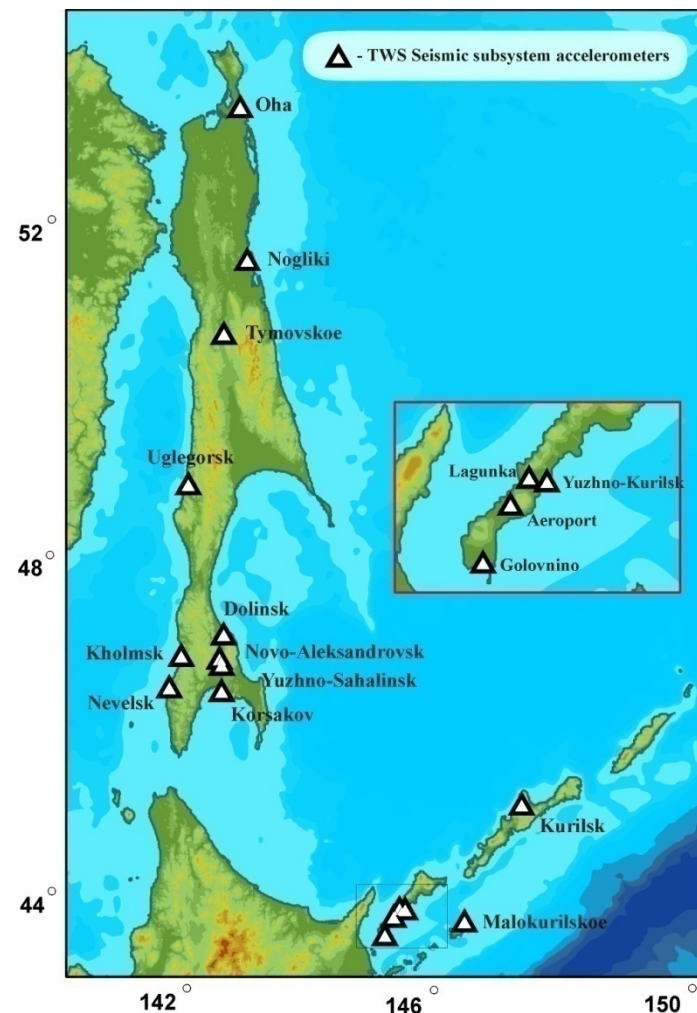
Сейсмическая подсистема Системы предупреждения о цунами состоит:

- 11 специализированных широкополосных цифровых сейсмических станций, включая 5 опорных станций, которые представляют из себя сейсмические группы;
- 16 пунктов регистрации сильных движений
- 3 региональных информационно-обрабатывающих центра;
- высокоскоростные каналы сбора и передачи данных.

Новая система предупреждения о цунами: станции сильных движений

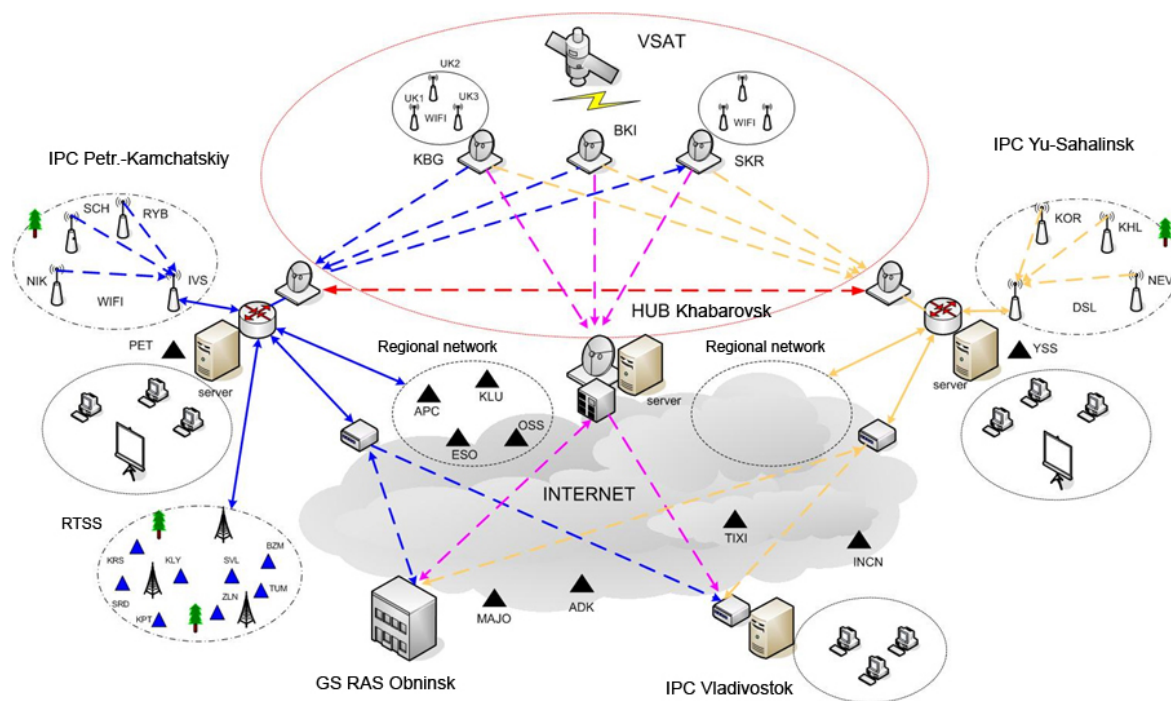


Сеть акселерометров на Южной Камчатке и Северных Курилах



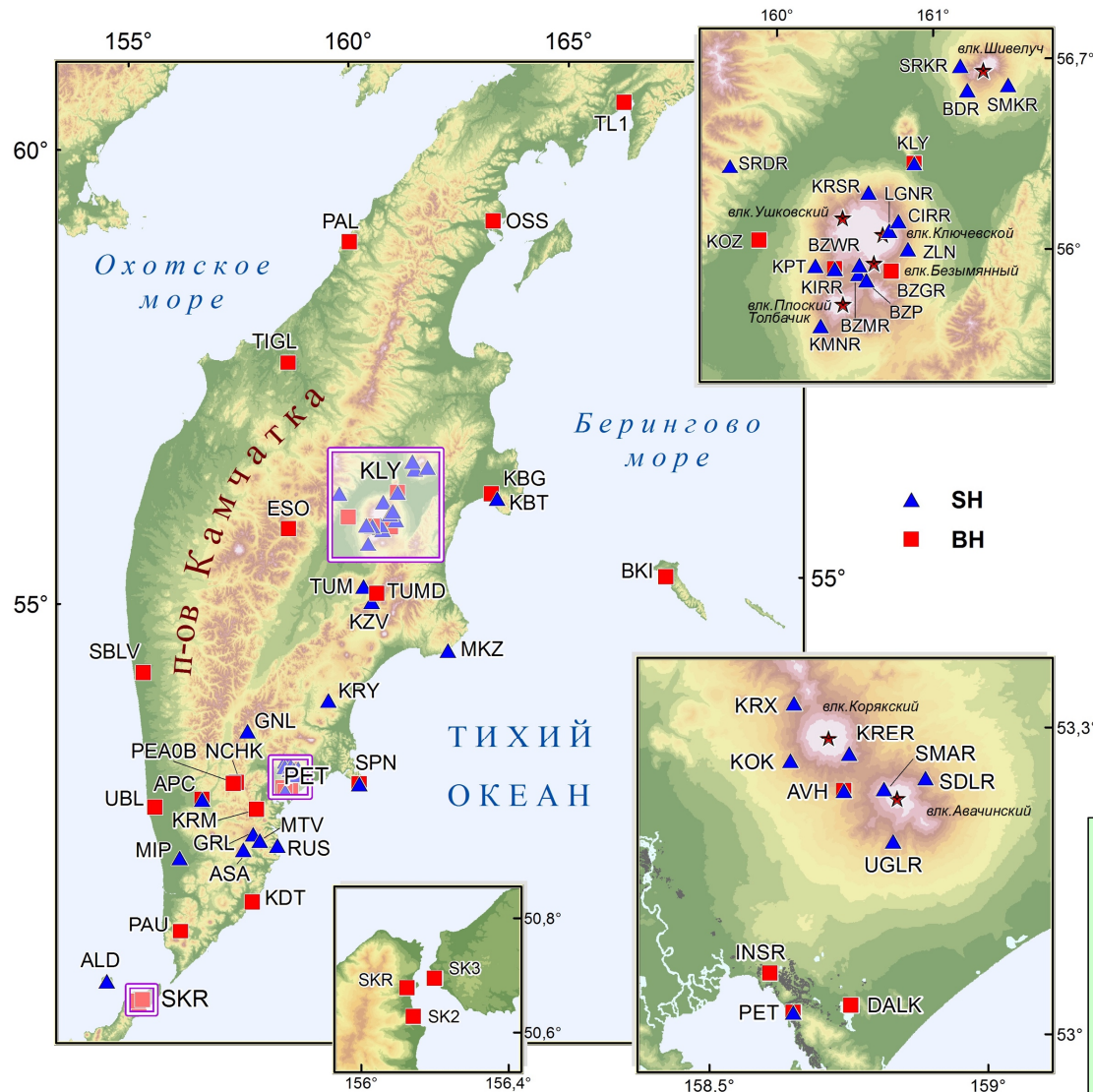
Сеть акселерометров на Сахалине и Южных Курилах

Новая система предупреждения о цунами: : система сбора и передачи данных



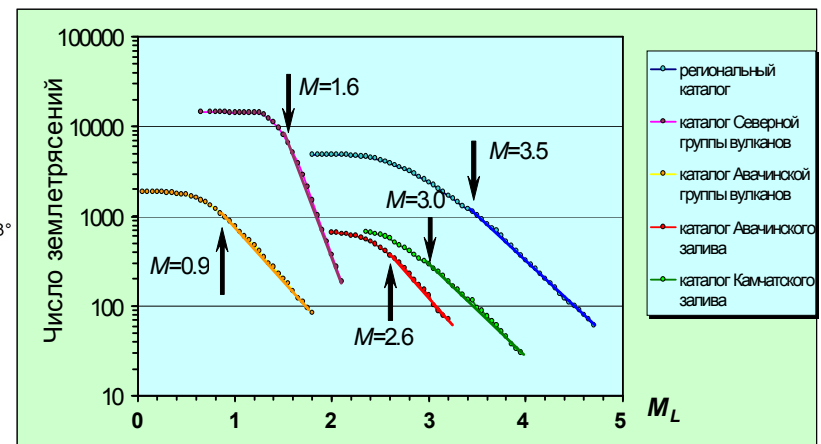
Система сбора данных основана на спутниковых каналах связи (VSAT), выделенных интернет-линий и радио-Ethernet сети (5.3 ГГц)

Система сейсмологических наблюдений на Камчатке

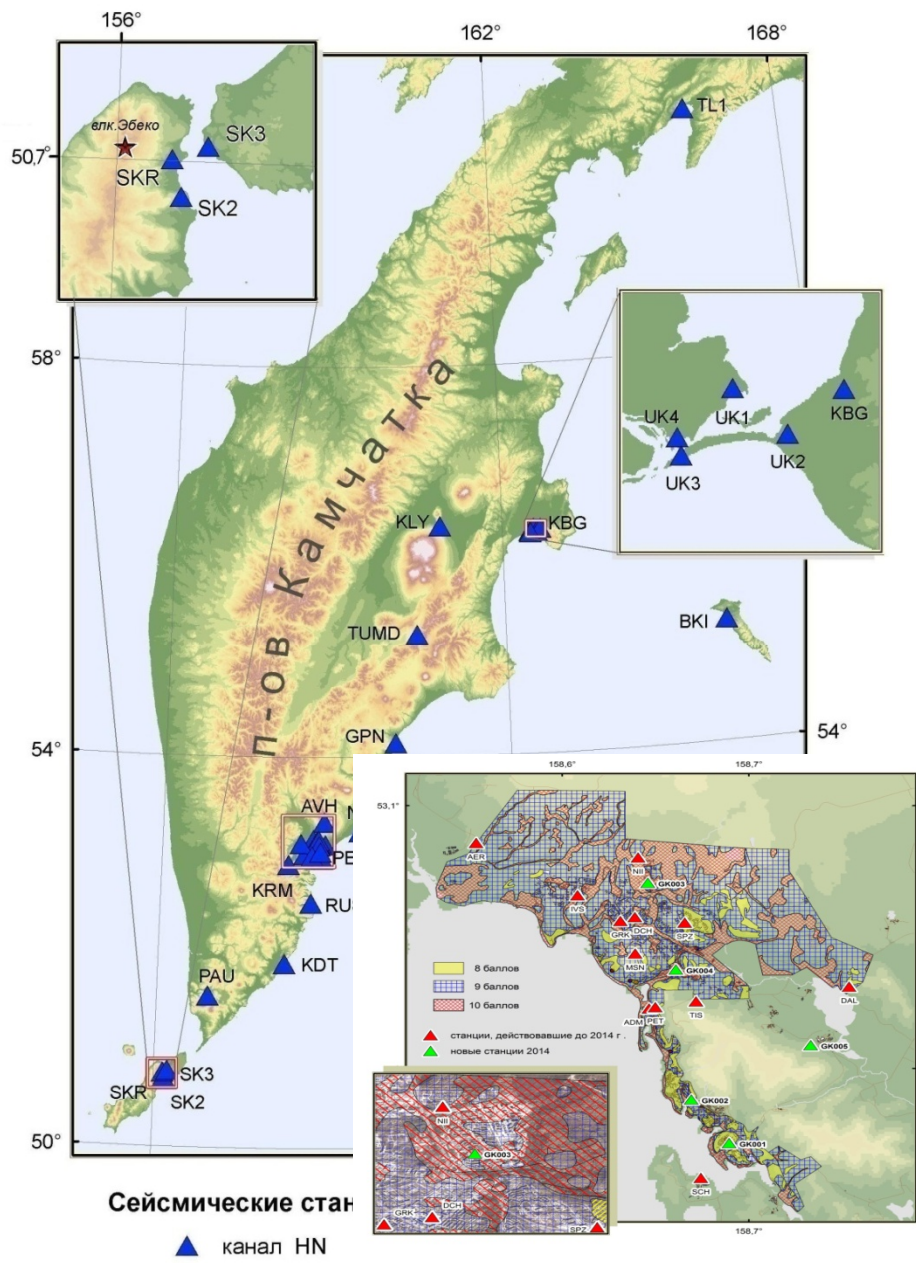


Сейсмические станции Камчатки, оснащенные короткопериодными и широкополосными велосиметрами, обеспечивают надежную регистрацию сейсмических сигналов в широком частотном и динамическом диапазоне и идентификацию землетрясений на всей территории Камчатского края с прилегающими акваториями с $M \geq 3.5$ ($K \geq 8.5$).

Для событий из Авачинского залива: $M \geq 2.6$ ($K \geq 7.0$), для Авачинской группы вулканов – с $M \geq 0.9$ ($K \geq 3.5$), для Ключевской группы вулканов – с $M \geq 1.6$ ($K \geq 5.0$).



Сеть станций сильных движений



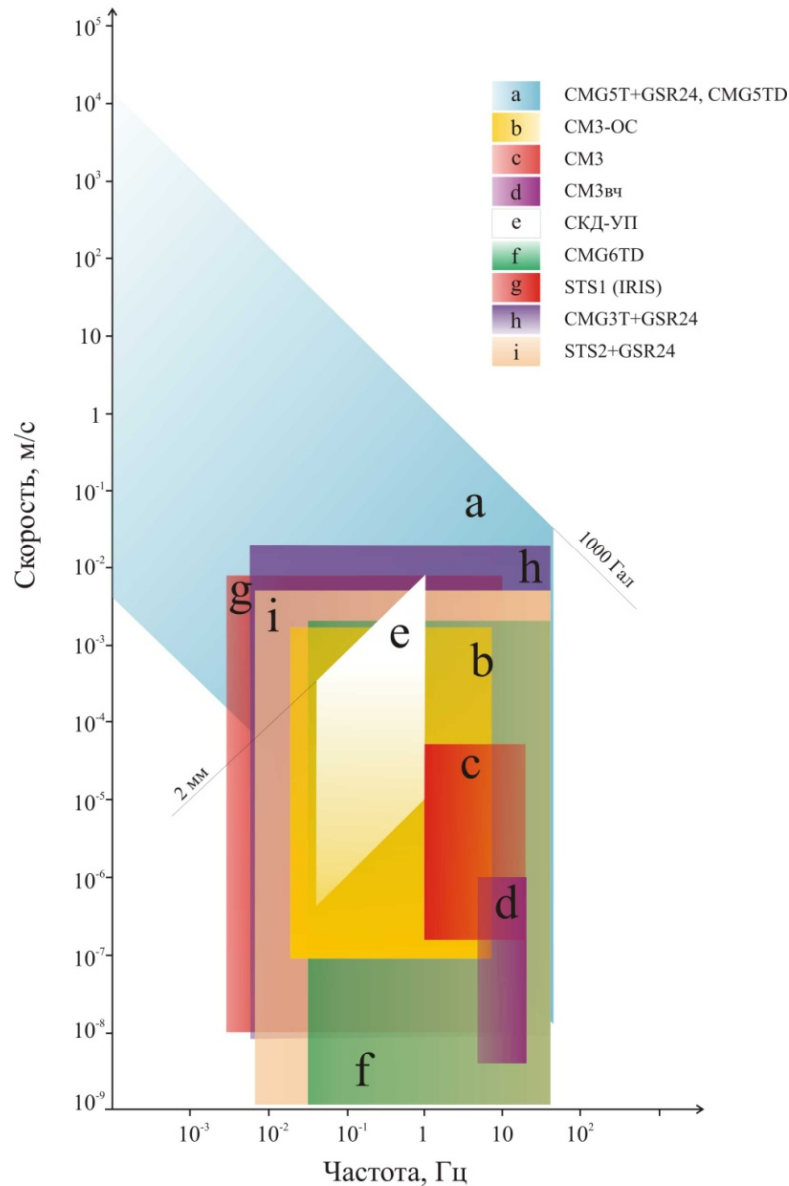
Записи сильных землетрясений лежат в основе исследований свойств очага землетрясения (источника колебаний), характера затухания амплитуд с расстоянием, влияния грунтово-геологических условий, соотношения колебаний грунта с фактическими повреждениями зданий.

Создание сети станций сильных движений на Камчатке началось в 1962 г. размещением автоматической установки УАР на станции «Петропавловск»

По состоянию на 2019 г. сеть ССД на Камчатке состоит из 38 пунктов, все оснащены 24-х разрядными цифровыми регистраторами и акселерометрами Guralp CMG-5T (33) и акселерометрами GeoSig AC-73i (5), максимальное регистрируемое ускорение до (1-2) g.

Метрологическое обеспечение сейсмологических наблюдений

Диапазоны сигналов, регистрируемых каналами сейсмических станций на Камчатке

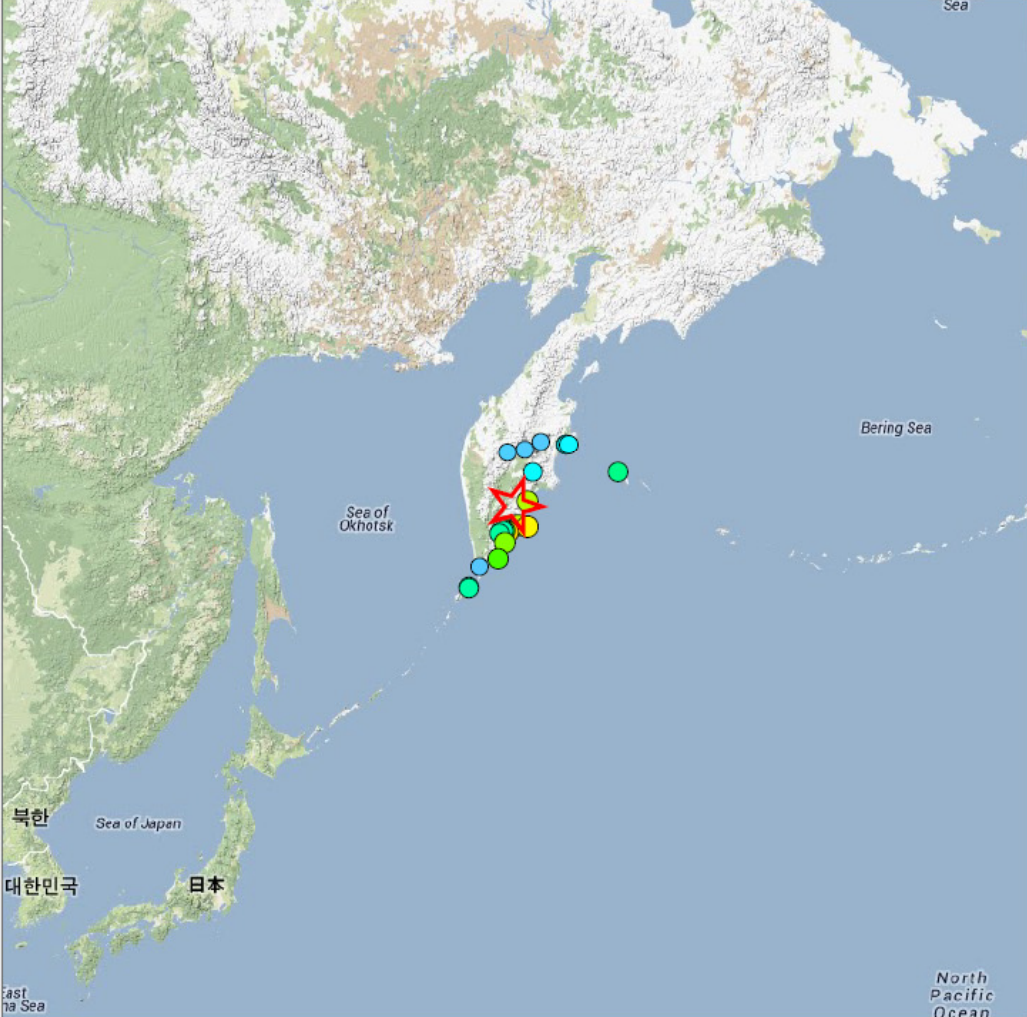


Передаточные функции сейсмометрических каналов станций рассчитываются с использованием результатов импульсной калибровки для РТСС и на основании паспортных данных производителей оборудования для стационарных станций и пунктов ССД. Передаточные функции всех сейсмометрических каналов представляются в виде нулей и полюсов .

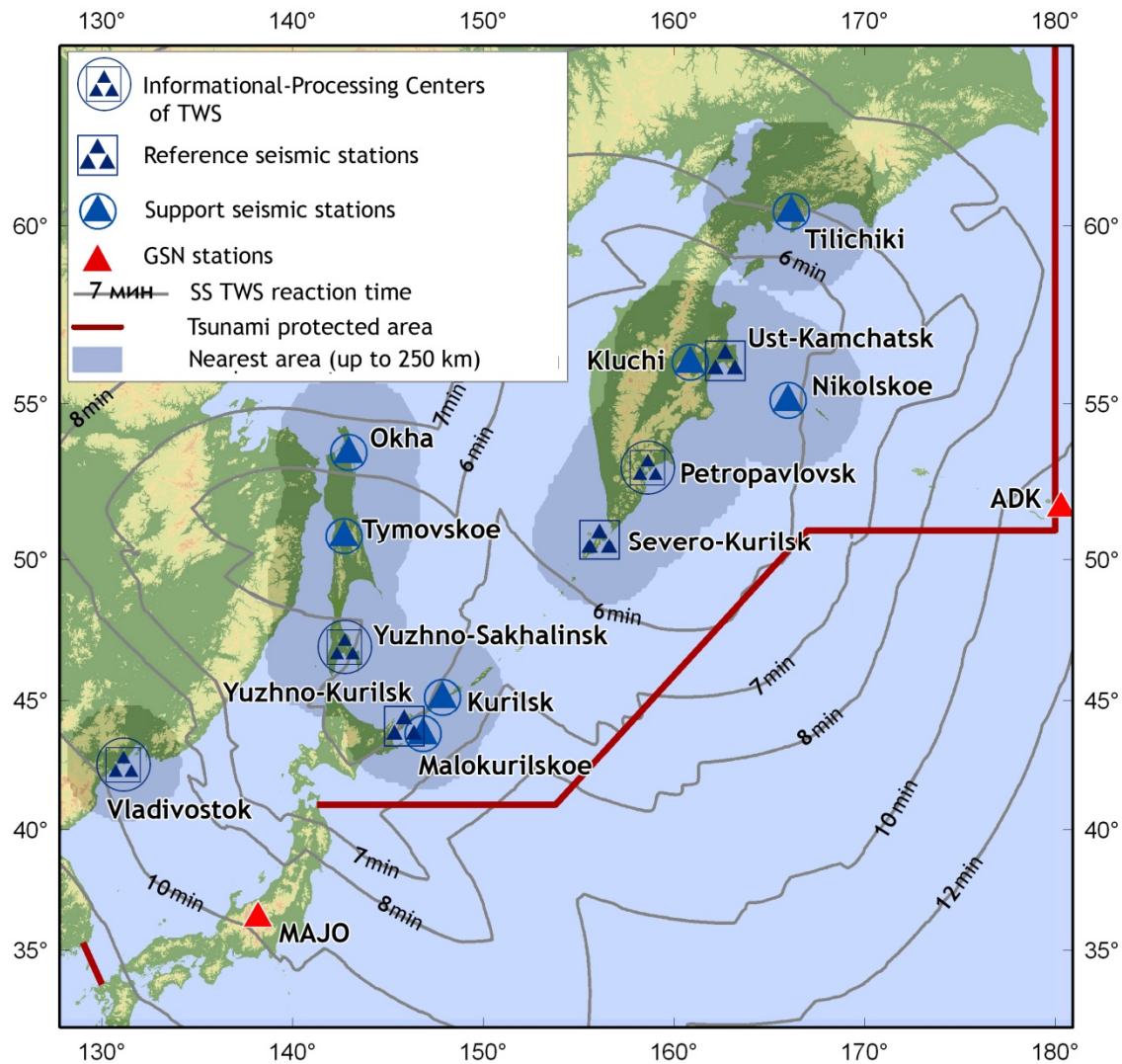
Ежедневный контроль состояния оборудования и системы в целом (каналы связи, GPS, параметры сейсмометрических каналов, качество и полнота данных и пр.).

Интенсивность сотрясений по инструментальным данным

Информация о сильном землетрясении											
№ п/п	Дата UTC	Время UTC	Координаты		Глубина км	Магнитуда	Район произошедшего ЗМТ	Код пункта ССД	Местонахождение пункта ССД	Интенсивность сотрясений в пункте ССД по шкале MSK-64, балл	Примечание
			Широта	Долгота							
221241	2016-01-30	03:25:09	53.8776	159.1763	160	M=6.8	Near east coast of Kamchatka Peninsula, Russia				
								GPN	Жупаново	5-6	58 km
								NLC	Налычево	5-6	79 km
								НИ	НИИГТЦ	5	96 km
								GK003	Школа №40	5	96 km
								AER	Аэрологическая станция	4-5	97 km
								SPZ	Звездный	4-5	98 km
								IVS	Институт	5	98 km
								DCH	Дачная	5	98 km
								DAL	Дальний	4	98 km
								PTG	Горького	5	98 km
								MSN	Мишенная	6	99 km
								GK004	Камчатская краевая больница	5	100 km
								VST	Высотная	4	101 km
								GK005	МЧС	4-5	101 km
								PET	Петропавловск	4	101 km
								ADM	Администрация ПК	4-5	101 km
								SPN	Шипунский	6	102 km
								GK002	Школа №2	4-5	105 km
								GK001	Школа №3	4	106 km
								SCH	Школа №17	4-5	108 km
								NIC	Николаевка	4	108 km
								MPPA	Маяк	6-7	115 km
								RIB	Рыбачий	5	115 km
								VIL	Вилючинск	4-5	117 km
								KRM	Карымшина	4-5	136 km
								RUS	Русская	5-6	167 km
								TUMD	Тумрок	4	167 km
								ESO	Эссо	3	231 km
								KDT	Ходутка	5	242 km
								KOZ	Козыревск	3	247 km
								KLY	Ключи	3	292 km
								PAU	Паужетка	3	312 km
								UK3	Морской порт	4	337 km
								UK4	Автотор	4-5	338 km
								UK2	Водозабор	4	343 km
								UK1	Администрация УК	4	343 km
								KBG	Усть-Камчатск Крутоберегово	4	348 km
								SKR	Северо Курильск	4-5	413 km
								SK2	Плато	4-5	417 km
								BK1	Никольское о.Беринга	4-5	464 km



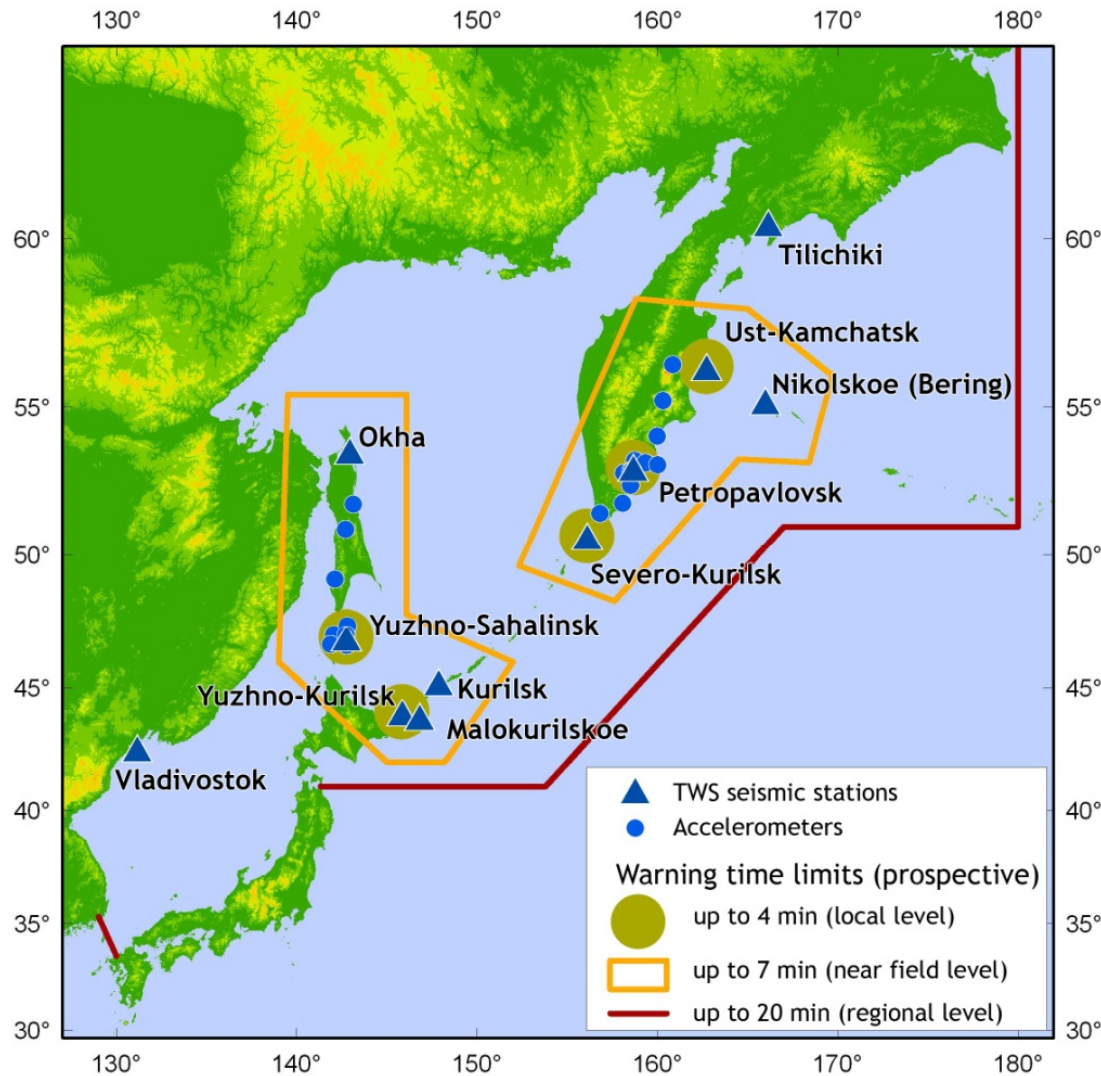
Расчетные характеристики СП СПЦ



Одним из важнейших показателей эффективности работы Системы является время реакции

Оценка времени реакции СП СПЦ на сильное землетрясение ($M > 7.5$)

Проект нового регламента СП СПЦ

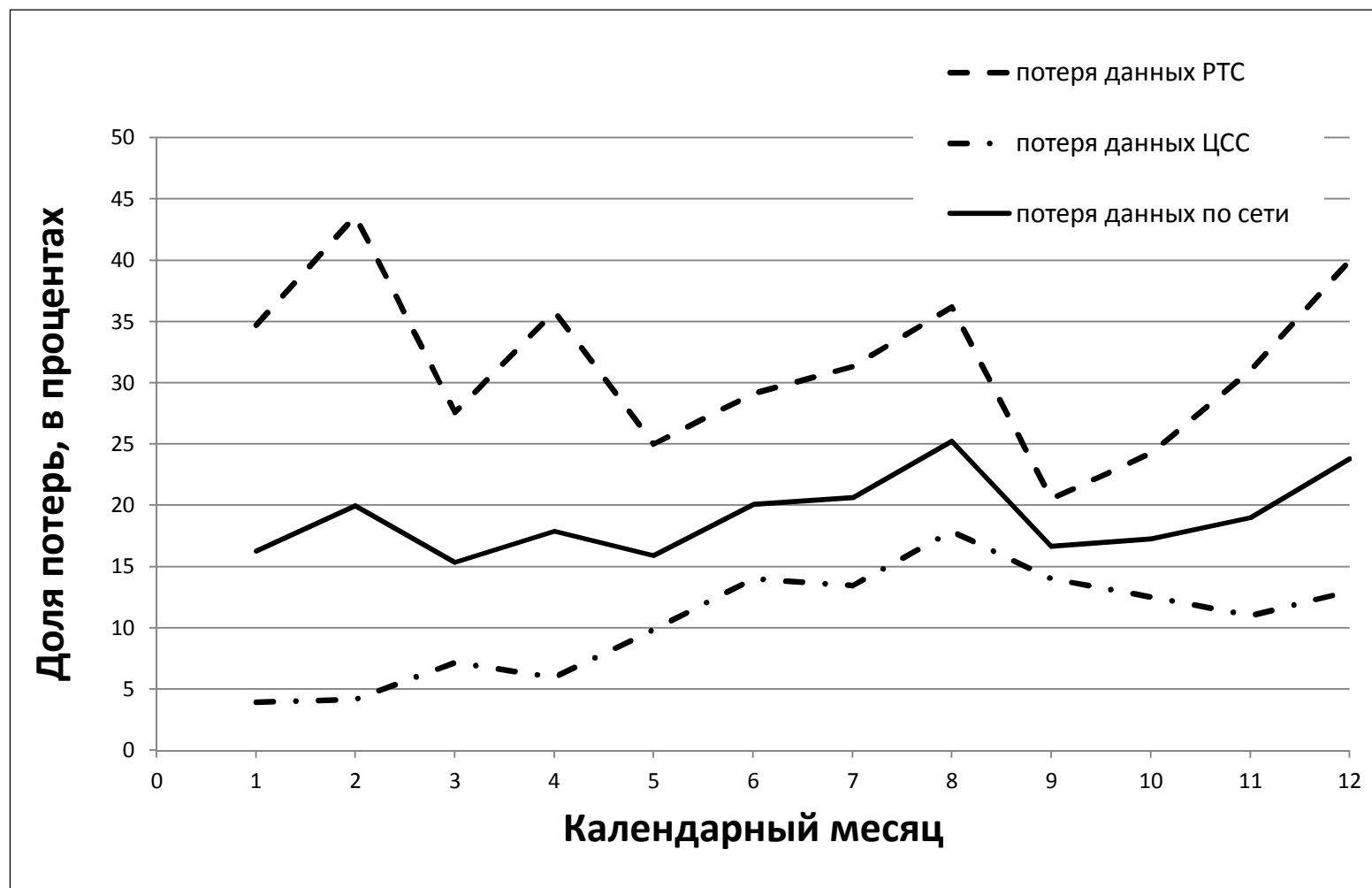


What's new?

- Зона ответственности, общая для всех ИОЦ
- Новые временные нормативы
- Несколько уровней тревоги:
 - Локальный уровень
 - Уровень ближней зоны
 - Региональный уровень

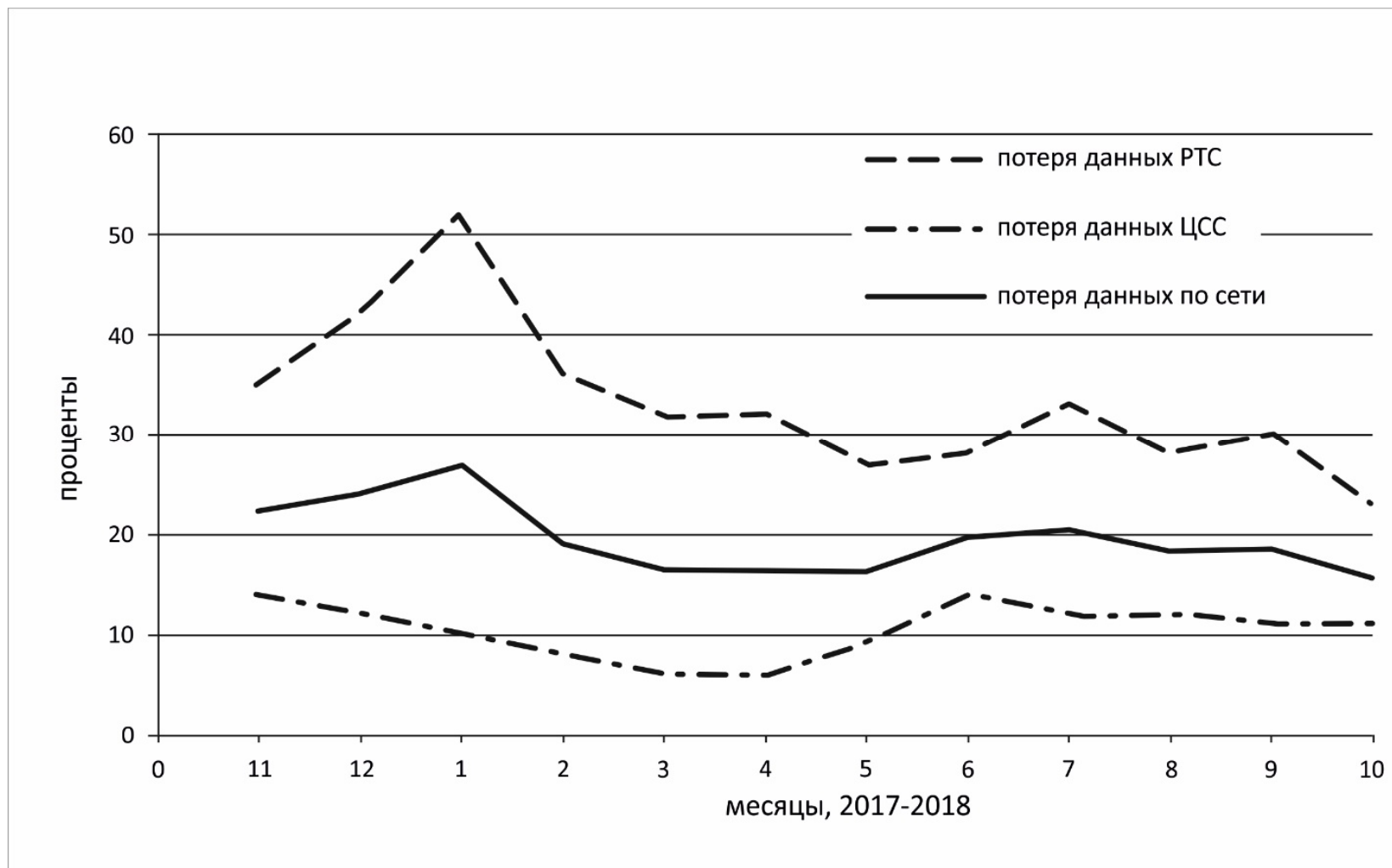
Сейсмическая сеть СПЦ и предполагаемые зоны ответственности СПЦ

Потери сейсмических данных и устойчивость сейсмической сети



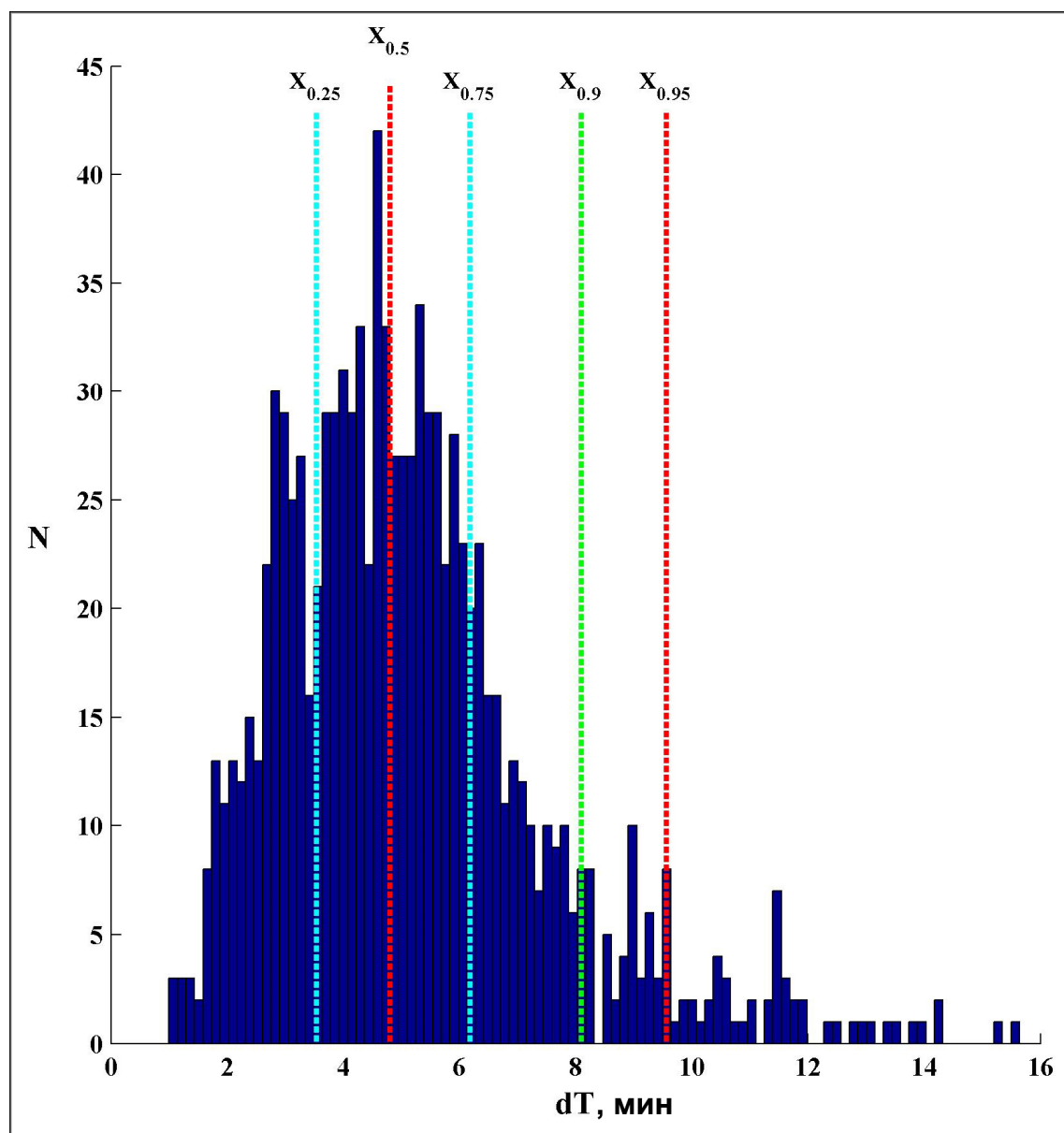
Потери данных для сети сейсмических станций Камчатки за период с января 2016 г по декабрь 2016 г по результатам ежемесячной проверки

Потери сейсмических данных и устойчивость сейсмической сети



Потери данных для сети сейсмических станций Камчатки за период с ноября 2017 г по октябрь 2018 г по результатам ежемесячной проверки

Время реакции СП СПЦ



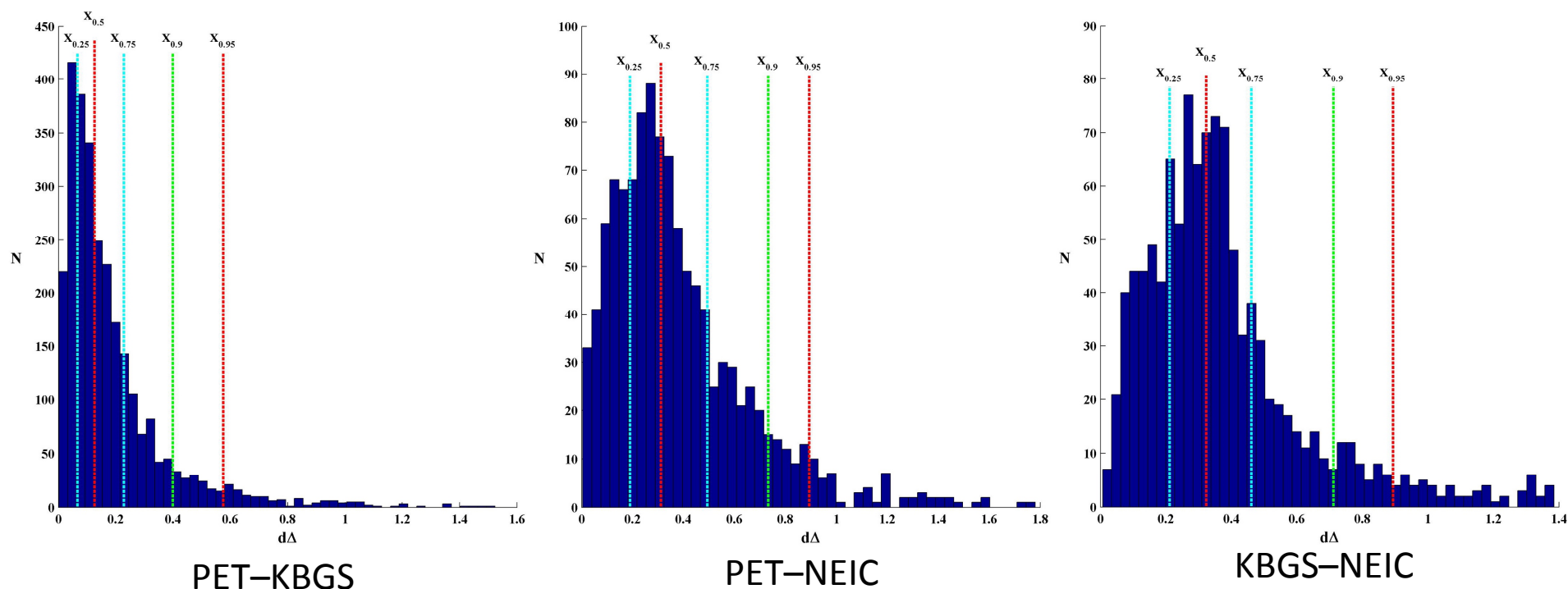
Время реакции СП СПЦ для землетрясений, произошедших в ближней зоне (200 км)

Время реакции СП СПЦ: устойчивость во времени

Параметры распределений времени реакции (в минутах) СП СПЦ в разные периоды времени для ближней зоны (Камчатская ближняя зона)

Период	$[X_{75} - X_{25}]$	M_e , мин.	X_{90} , мин.	X_{95} , мин.	Объем выборки, шт.
2010–2018	2.65	4.81	8.10	9.56	1028
2010	5.73	5.49	17.18	19.70	87
2011	1.92	4.75	6.88	7.23	77
2012	2.89	4.86	7.78	9.48	143
2013	1.92	2.84	5.29	6.60	187
2014	1.86	4.77	6.81	8.57	99
2015	2.13	5.27	7.76	9.33	104
2016	1.50	4.90	6.52	7.73	90
2017	1.77	5.03	6.92	7.67	101
2018	1.99	5.40	8.21	9.52	75

Точность оценки эпицентров землетрясений в СП СПЦ



Параметры распределения невязок оценок положения эпицентров, полученных различными сейсмическими агентствами за весь период наблюдений

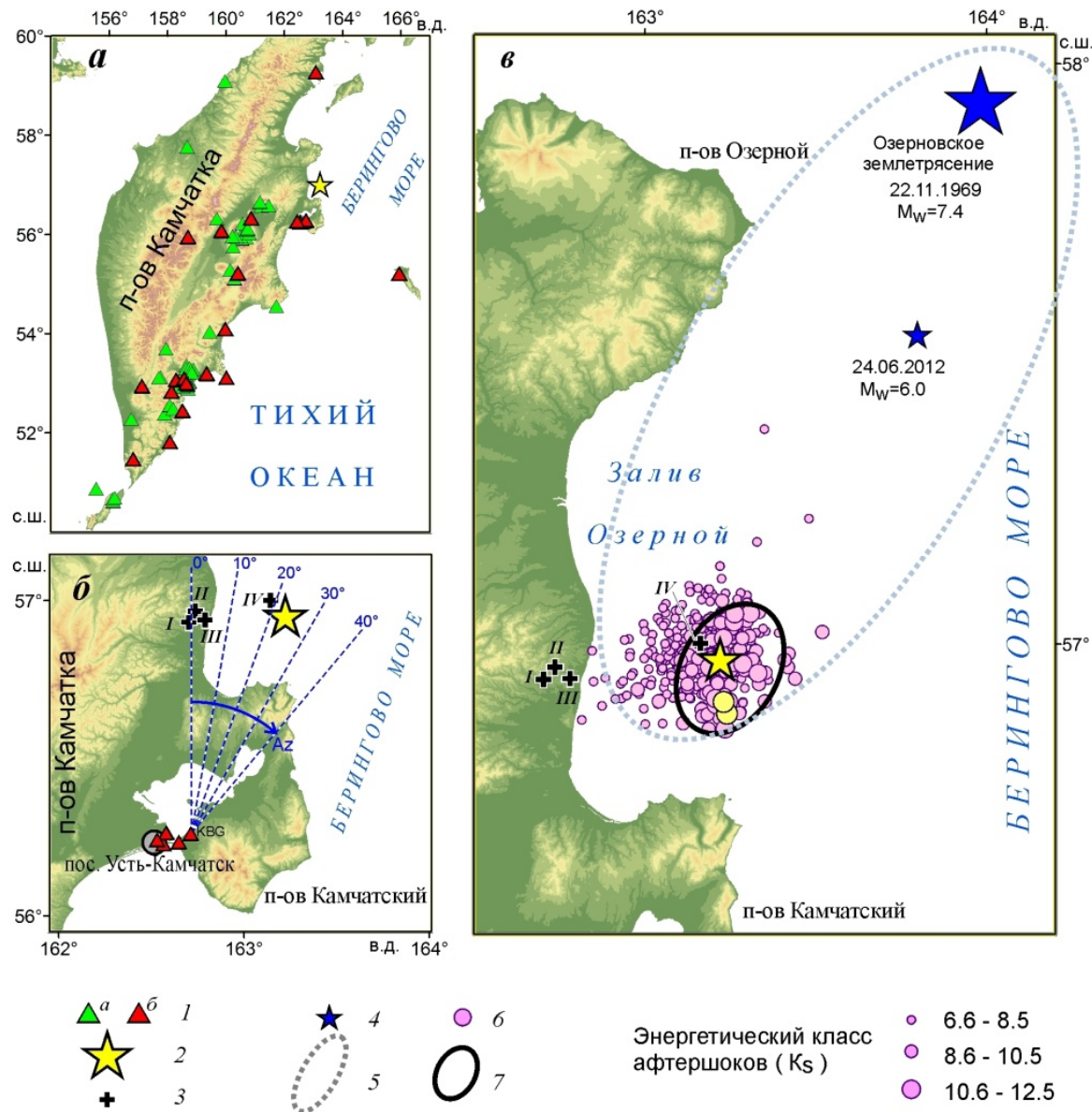
Сейсмические агентства	$[X_{75} - X_{25}]$	M_e	X_{90}	X_{95}	Объем выборки, шт.
PET—NEIC	0.30	0.31	0.73	0.89	1120
PET—OBN	0.26	0.23	0.62	0.78	1388
PET—KBGS	0.16	0.13	0.40	0.57	2780
KBGS—NEIC	0.25	0.32	0.71	0.89	1089
KBGS—OBN	0.24	0.21	0.57	0.74	1361
NEIC—OBN	0.13	0.11	0.31	0.40	1088

Точность оценки эпицентров землетрясений в СП СПЦ: устойчивость во времени

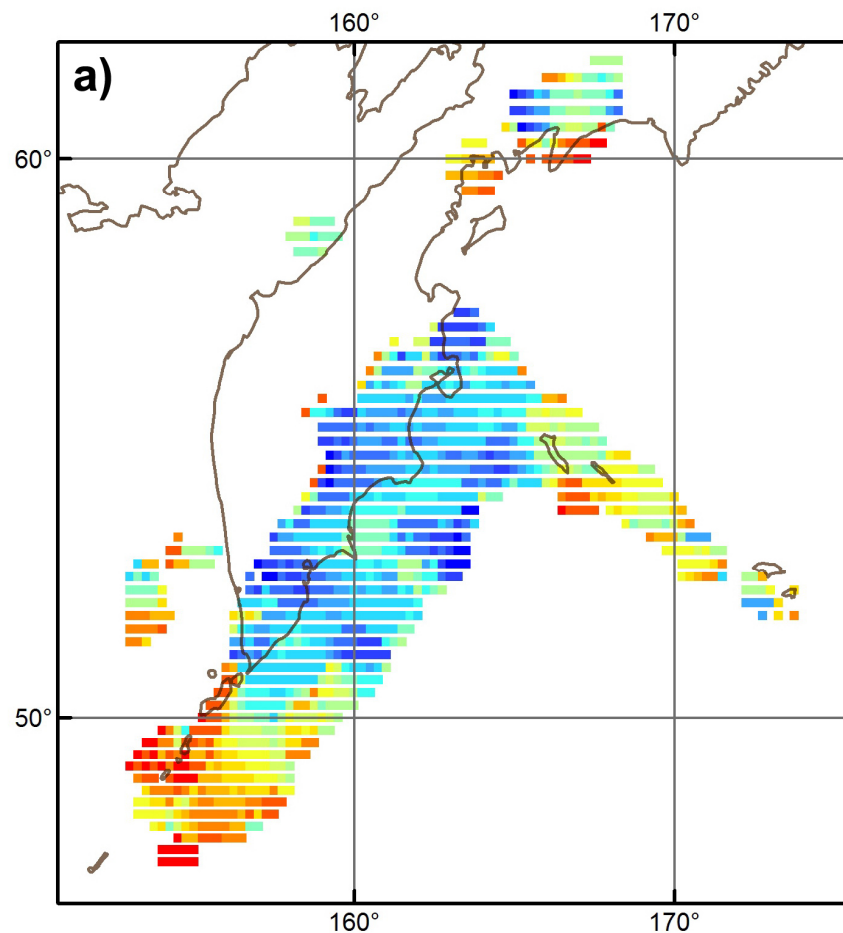
Параметры распределения невязок (в градусах дуги большого круга) между оперативными и отложенными оценками положения эпицентров землетрясений

Период	$[X_{75} - X_{25}]$	M_e	X_{90}	X_{95}	Объем выборки, шт.
2010–2018	0.16	0.13	0.40	0.58	2780
2010	0.25	0.20	0.75	1.04	85
2011	0.21	0.22	0.67	0.79	76
2012	0.21	0.15	0.44	0.54	139
2013	0.11	0.11	0.28	0.37	184
2014	0.12	0.10	0.29	0.42	97
2015	0.14	0.11	0.33	0.53	447
2016	0.13	0.11	0.32	0.45	622
2017	0.17	0.12	0.42	0.59	634
2018	0.18	0.16	0.41	0.58	362

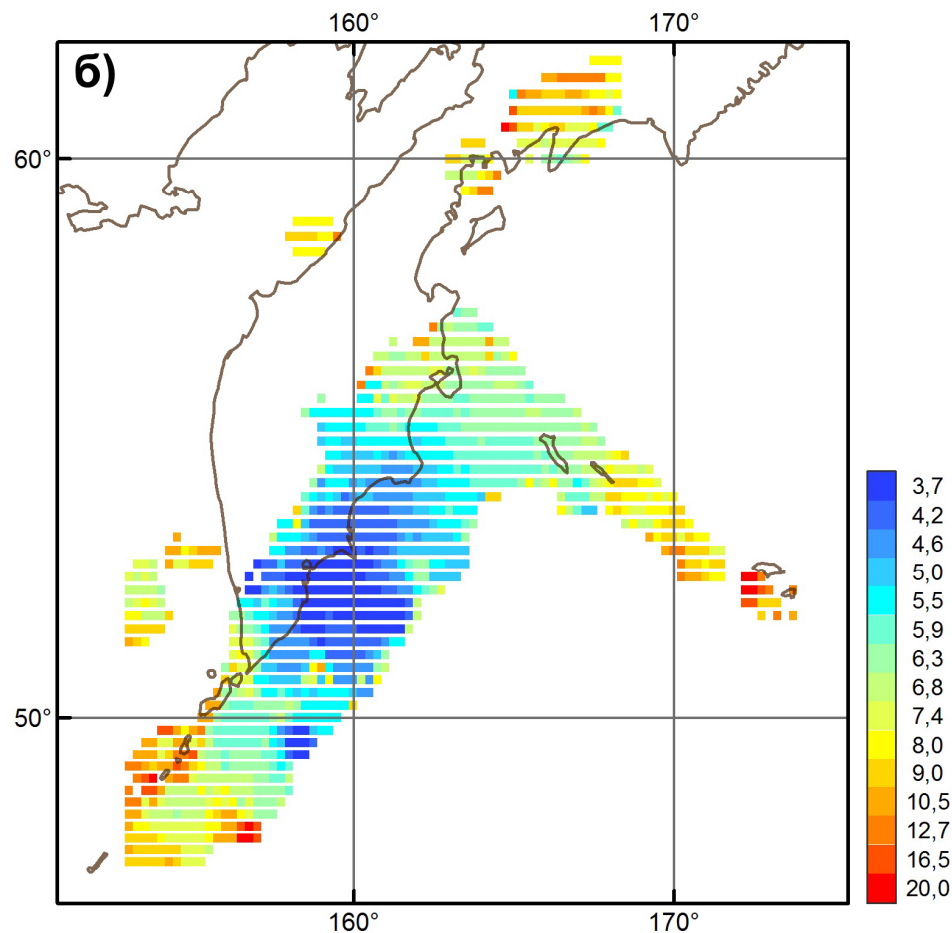
К точности оценки эпицентров региональных землетрясений: случай Южно-Озерновского землетрясения 29 марта 2017



Распределение основных параметров качества работы СП СПЦ в зависимости от положения эпицентра



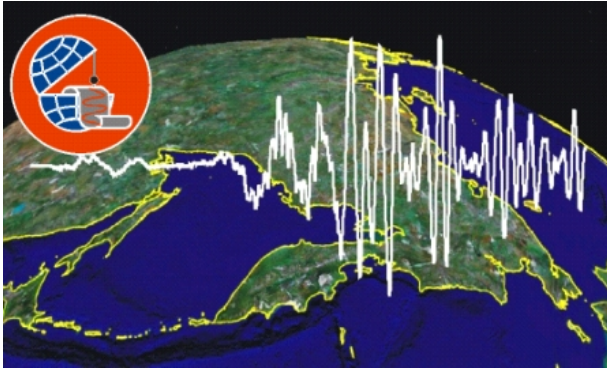
Невязки оценок положения координат между оперативными и отложенными оценками РИОЦ «Петропавловск»



Время реакции СП СПЦ

Спасибо за внимание!





Федеральное агентство научных
организаций
Камчатский филиал Федерального
исследовательского центра
«Единая геофизическая служба Российской
академии наук»
Российский фонд фундаментальных
исследований

Седьмая научно-техническая конференция

Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России

29 сентября – 5 октября 2019 г.

г. Петропавловск-Камчатский

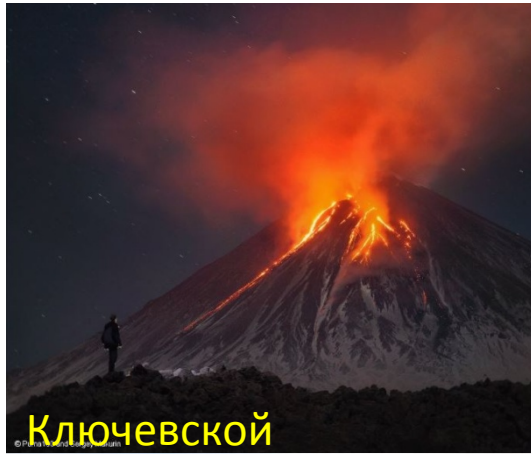
<http://www.emsd.ru/conf2019>

Е-mail Оргкомитета: conf2019@emsd.ru

40 лет

**с момента создания специализированных сейсмологических
опытно-методических партий и экспедиций на территории
СССР**

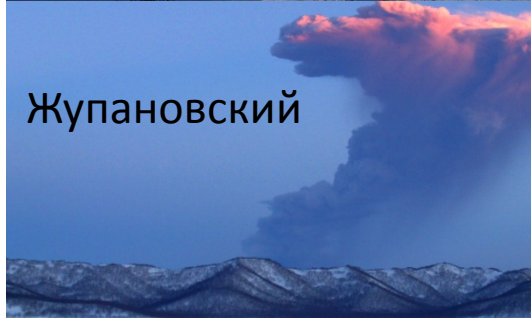
Активные вулканы



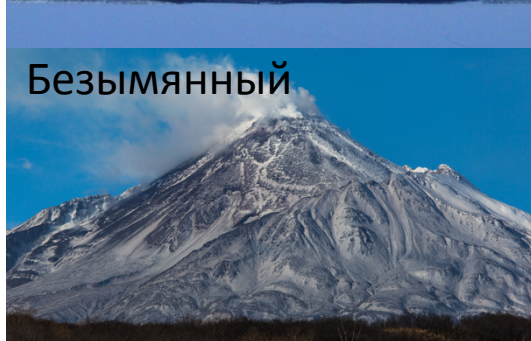
Ключевской



Шивелуч



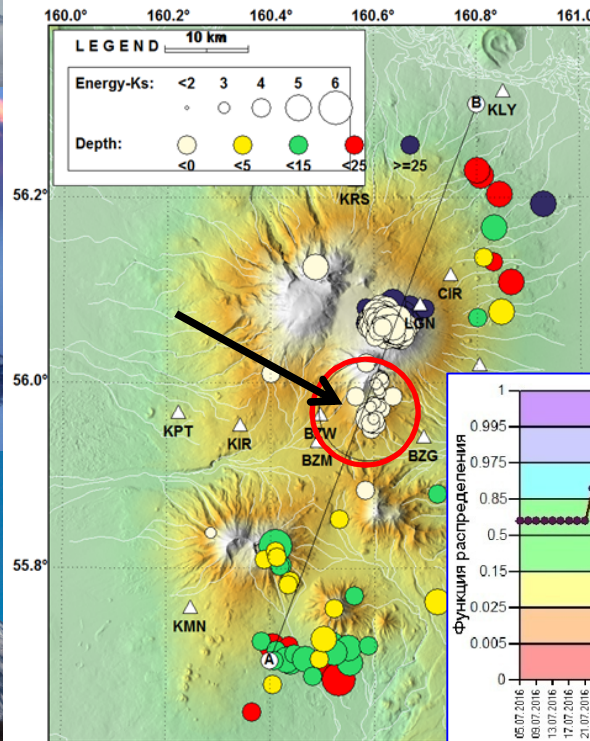
Жупановский



Безымянный

В 2016 г. обнаружено 20792 сейсмических событий на вулканах Камчатки.

3320 из них локализованы.



Название вулкана	Количество локализованных землетрясений / общее число зарегистрированных землетрясений
Шивелуч	1748 / 2721
Ключевской	396 / 1061
Безымянный	14 / 19
Толбачик	145 / 640
Ушковский	105 / 279
Кизимен	17 / 446
Авачинский	202 / 1825
Корякский	86 / 1456
Горелый	2 / 196
Мутновский	223 / 1238
Жупановский	23 / 41
Карымский	1 / 12206

Активизация влк. Безымянный в ноябре 2016 - марте 2017 г.

