

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ В 2013 ГОДУ

Митюшкина С.В., Раевская А.А., Матвеевко Е.А., Чеброва А.Ю.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский

Введение

С начала 2013 года по настоящее время на территории Камчатского края и Северных Курил произошло 100 сильных землетрясений с $K_S \geq 11.6$, из них 71 событие вызвало в населенных пунктах региона сотрясения интенсивностью I от 2 до 6-7 баллов [2].

В работе представлен макросейсмический материал по 3 сильным землетрясениям восточного побережья Камчатки с $13.9 \leq K_S \leq 15.2$. Согласно разделению территории Камчатки на тектоно-географические структуры [3], первое рассматриваемое землетрясение было зарегистрировано 28 февраля в 14^h 05^m по Гринвичу в «Сейсмофокальной зоне Курил и Южной Камчатки» ($K_S=15.2$, $I_{\max}=5-6$ баллов по шкале MSK-64). Эпицентр второго, зафиксирован в 3^h 13^m 13 марта в «Корякском сейсмическом поясе» ($K_S=13.9$, $I_{\max}=6-7$ баллов). Оба эти землетрясения имели серию более слабо ощутимых афтершоков, сведения о которых также представлены в работе. Третье землетрясение произошло в 5^h 43^m 21 мая ($K_S=14.4$, $I_{\max}=5$ баллов). Это было самое сильное ощутимое событие из роя землетрясений, наблюдавшегося с 16 по 23 мая на стыке «Сейсмофокальной зоны Курил и Южной Камчатки» и «Северной части Камчатской сейсмофокальной зоны» [3].

Самое масштабное и сильное событие рассматриваемого периода произошло 24 мая на глубине 630 км под Охотским морем ($K_S=17.0$, $M_C=6.6$). Макросейсмическая информация по нему дана в отдельной работе [1].

Землетрясение в 14^h 05^m 28.02.2013, 50.672° С.Ш. 157.773° В.Д., $h=61$ км, $K_S=15.2$, $M_C=6.6$

Событие произошло 1 марта в 02^h 05^m по местному времени. Его эпицентр находился в Тихом океане, у юго-восточного берега полуострова, в 268 км от Петропавловска-Камчатского. Землетрясение произошло глубокой ночью, но через интернет-опросник, размещенный на сайте КФ ГС РАН (<http://www.emsd.ru/lsopool/poll.php>), сразу же начали поступать сообщения от респондентов

Таблица 1. Макросейсмические данные землетрясения 28 февраля 2013 г.

№	Название пункта	Координаты		г, км	№	Название пункта	Координаты		г, км
		φ°	λ°				φ°	λ°	
	5-6 баллов				25	Елизово	53.19	158.38	283
1	Мыс Лопатка	50.87	156.65	82	26	Лесной	53.26	158.02	288
2	Маяк Курбатова	50.87	156.48	94	27	Зеленый	53.28	158.18	292
3	Северо-Курильск	50.67	156.10	118	28	Коряки	53.28	158.22	292
4	Маяк Круглый	52.07	158.30	160	29	Раздольный	53.27	158.32	292
	4-5 баллов				30	ГМС Семячки	54.12	159.98	412
5	Паужетка	51.47	156.81	112	31	ГМС Кроноки	54.60	161.13	492
6	Маяк Чибуйный	50.77	156.20	112		3 балла			
7	Запорожье	51.51	156.55	127	32	Апача	52.93	157.13	255
8	Озерновский	51.49	156.50	127		2-3 балла			
9	ГМС Водопадная	51.81	158.08	128	33	Пушино	54.16	158.01	388
10	Вилочинск	52.92	158.43	254		2 балла			
11	Рыбачий	52.93	158.52	256	34	мыс Васильева	50.00	155.40	185
12	Николаевка	53.05	158.35	268		Не ощущалось			
13	Петропавловск	53.02	158.65	268					
14	Институт	53.07	158.61	273	35	Октябрьский	52.67	156.22	247
	4 балла				36	Усть-Большерецк	52.82	156.25	261
15	МГеоЭС-1	52.55	158.02	210	37	Кавалерское	52.92	156.57	264
16	р. Карымшина (стационар КФ ГС)	52.83	158.13	241	38	Сокоч	53.16	157.65	277
17	Термальный	52.95	158.20	255	39	Малка	53.35	157.46	299
18	Паратунка	52.97	158.25	258	40	мыс Шипунский	53.10	160.01	312
19	маяк Петропавловский	52.94	158.71	260	41	Соболево	54.27	155.92	420
20	Сосновка	53.08	158.30	270	42	Мильково	54.70	158.63	452
21	Вулканный	53.09	158.34	272	43	Ключи	56.31	160.85	660
22	Начики	53.12	157.74	272	44	Усть-Камчатск	56.22	162.47	691
23	Пионерский	53.09	158.55	274	45	Крутоберегово	56.26	162.71	703
24	Новый	53.11	158.55	276	46	Никольское	55.20	165.98	746

из городов Петропавловска-Камчатского, Вилючинска, Елизово и пос. Паратунка. К началу рабочего дня уже имелась предварительная информация о силе сотрясений в этих населенных пунктах. Необходимо отметить, что интернет-опросник впервые использовался в качестве средства сбора макросейсмической информации для подобного сильного события и показал огромный потенциал.

Из различных источников была собрана информация по 46 пунктам, в 34 из которых землетрясение вызвало ощутимые колебания от 2 до 5-6 баллов по шкале MSK-64. Сотрясения ощущались на п-ове Камчатка, о-вах Шумшу и Парамушир на расстоянии r от 82 до 492 км от эпицентра (табл.1). Площадь макросейсмического воздействия составила около 56 000 км².

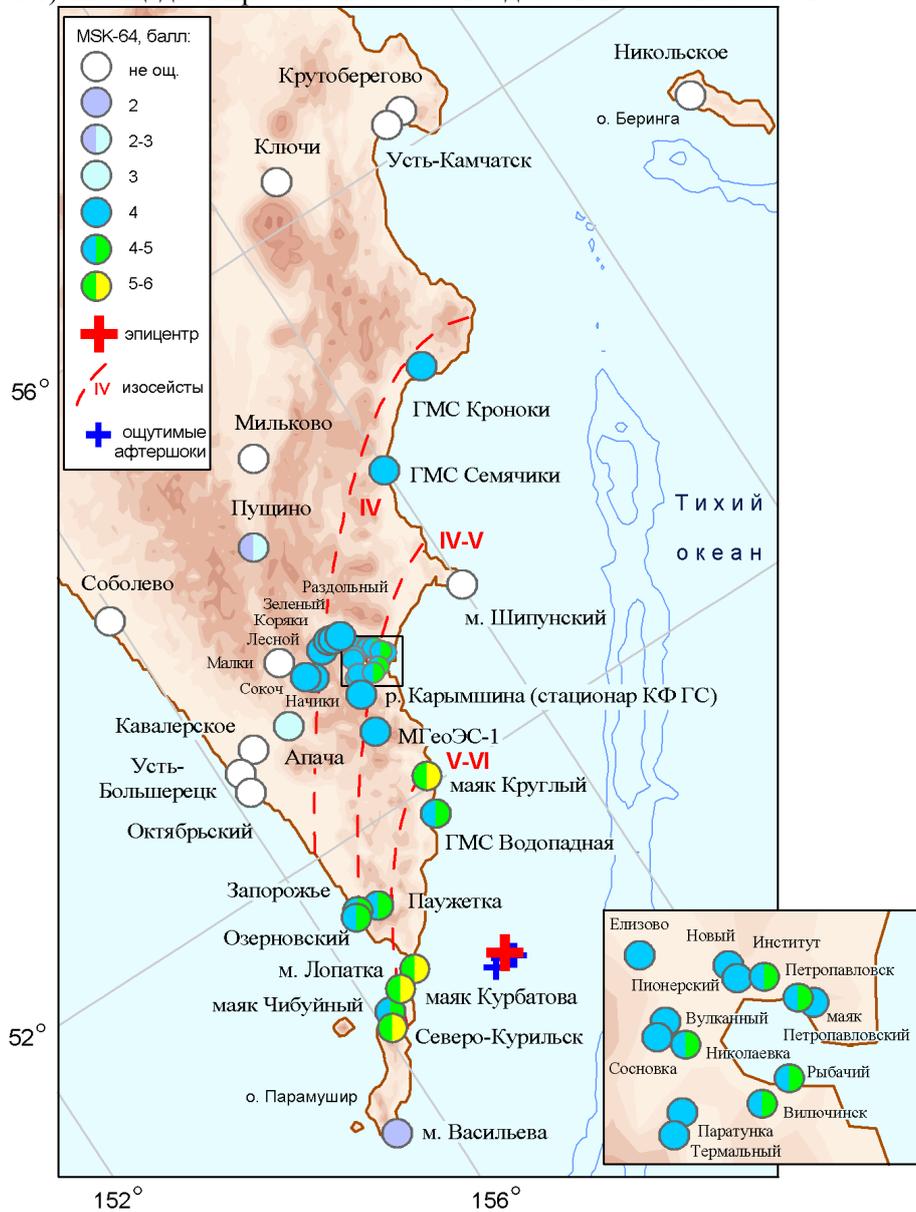


Рис. 1 Карта макросейсмического проявления землетрясения 28.02.2013

Колебания наибольшей интенсивности ($I=5-6$ баллов) были зафиксированы на маяках мыс Лопатка, Курбатова и Круглый и в г. Северо-Курильске. Интенсивность сотрясений на маяках была определена их сотрудниками самостоятельно, сведения переданы по радиосвязи. В Северо-Курильске (о. Парамушир) большинство жителей ощущали сильные колебания продолжительностью около минуты. Люди просыпались, пугались, вставали в безопасные места, некоторые в испуге выходили из домов. Сильно раскачивались висящие предметы, раскачивалась мебель, дребезжала, подпрыгивала посуда. Дребезжали и трескали окна, сдвигались и раскачивались картины. Открывались дверцы шкафов, покачивалось и вибрировало большинство предметов, отмечалось падение легких предметов с полок. Скрипели полы, потолки, стены, наблюдалось сотрясение зданий в целом. Сильно беспокоились домашние животные.

В Петропавловске-Камчатском землетрясение ощущалось с силой 4-5 баллов большинством жителей города. Отмечались продолжительные плавные покачивания. Многие спавшие проснулись,

люди пугались, вставали в безопасные места, некоторые после землетрясения вышли на улицу. Было ощущение сотрясения зданий в целом. Заметно раскачивались висящие предметы, скрипели пластиковые оконные блоки. Дрожала и раскачивалась мебель, дверцы шкафов издавали хлопающие звуки, сдвигались картины на стенах, колебалась жидкость в открытых сосудах. Некоторые жители отметили падение книг и других небольших или неустойчивых предметов на открытых полках и поверхностях.

Необходимо отметить отсутствие ощущений на мысе Шипунский, $r=312$ км (№ 40 в табл.1). Сильные ветры и шторма нередко "прячут" события в этом пункте. Кроме того, балльность на ГМС Водопадная и маяках мыс Васильева и Чибуйный (№ 9, 6, 34 в табл.1) значительно ниже ожидаемой, что может быть связано с локальными особенностями грунтов или, возможно, с ошибками самостоятельного определения интенсивности сотрудниками маяков.

На рис. 1 представлена карта макросейсмического проявления землетрясения с изосейстами. Из-за малого объема данных по причине отсутствия населенных пунктов в значительной части исследуемой зоны изосейсты проведены схематично. Наблюдается характерная для Камчатки вытянутость изосейст вдоль восточного побережья полуострова.

Таблица 2. Ощутимые афтершоки землетрясения 28.02.2013

№	Дата мес. день	Время		Координаты		Глубина h, км	K_s	M_c	I_{max} , балл
		ч.	мин.	φ°	λ°				
1	03 01	12	53	50.628	157.941	52	14.2	5.9	Северо-Курильск, маяк Круглый 5
2	03 01	13	20	50.643	157.904	62	15.1	6.5	Северо-Курильск 6
3	03 04	20	56	50.626	157.658	51	13.6	5.1	Северо- Курильск 4-5
4	03 09	14	56	50.655	157.803	49	13.7	5.6	Северо- Курильск 4-5

После землетрясения 28 февраля было зафиксировано 4 ощутимых афтершока с $13.6 \leq K_s \leq 15.1$ (табл. 2). Все события, включая главное, имеют схожую картину макросейсмических проявлений: макросейсмический эффект более выражен на восточном побережье Камчатки; самые сильные сотрясения зафиксированы в г. Северо-Курильске.

Землетрясение в $3^h 12^m 13.03.2013$, 60.080° С.Ш. 163.471° В.Д., $h=24$ км, $K_s=13.9$, $M_c=6.3$

13 марта в $15^h 12^m$ местного времени в 41 километре от пос. Ильпырский на берегу Карагинского залива произошло землетрясение, которое ощущалось с интенсивностью от 2 до 6-7 баллов в 17 населенных пунктах, расположенных на территории Карагинского, Олюторского, Пенжинского и Тигильского районов Камчатского края. Всего макросейсмические сведения были собраны из 23 пунктов (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3. Макросейсмические данные землетрясения 13 марта 2013 г.

№	Название пункта	Координаты		r, км	№	Название пункта	Координаты		r, км
		φ°	λ°				φ°	λ°	
	6-7 баллов					3 балла			
1	р. Анапка	60.07	163.92	25	11	Ивашка	58.55	162.29	183
	5-6 баллов				12	Хаилино	60.96	166.85	210
2	Оссора	59.25	163.06	95	13	Палана	59.10	159.95	227
	5 баллов				14	Таловка	62.05	166.71	281
3	Ильпырский	59.97	164.18	41		2-3 балла			
4	Карага	59.18	162.92	105	15	Ледяное	60.95	166.02	170
5	Кострома	59.08	163.15	113	16	Манилы	62.49	165.30	286
	4-5 баллов					Ощущалось*			
6	Тымлат	59.48	163.17	69	17	ГМС Чемурнаут	60.73	163.02	77
	4 балла					Не ощущалось			
7	Вывенка	60.19	165.45	111	18	Парень	62.42	163.08	262
8	Корф	60.37	166.01	144	19	ГМС мыс Озерной	57.65	163.23	271
9	Тилички	60.43	166.05	148	20	Каменское	62.46	166.22	303
	3-4 балла				21	Воямполка	58.31	159.39	305
					22	Пахачи	60.56	169.13	317
10	Лесная	59.48	160.57	176	23	Средние Пахачи	60.83	169.06	318

Примечание: * – для оценки интенсивности сотрясений в пункте 17 нет данных.

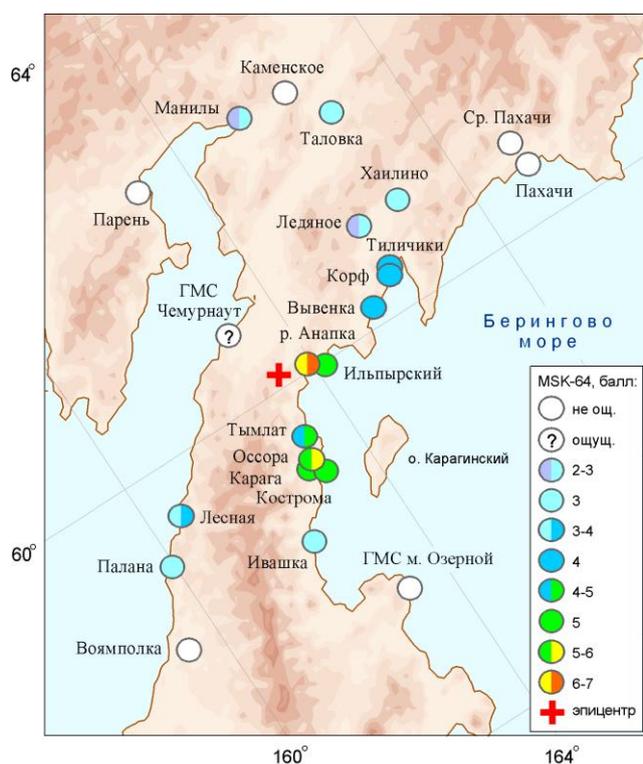


Рис. 2 Карта макросейсмического проявления землетрясения 13.03.2013

Среди населенных пунктов наиболее сильные сотрясения, I=5-6 баллов, были зафиксированы в п. Оссора (№2 в табл. 3). Землетрясение ощущали все жители поселка; люди выбегали в панике и долгое время находились на улице, боясь возвращаться в дома. Сильно раскачивались висющие предметы, скрипела, дрожала, раскачивалась мебель, дребезжала посуда и стекла окон. В некоторых домах открывались двери, падали неустойчивые предметы. В старом каменном здании школы возникла длинная трещина в штукатурке на наружной стене. Со стены упали пласты штукатурки, оголив кладку; под карнизами в углах окон выпали куски штукатурки. На 3-ем и 4-ом этажах школы с потолка осыпалась шпаклевка.

Следы наиболее сильных сотрясений, I=6-7 баллов, были замечены на р. Анапка жителями пос. Ильпырский. Они обратили внимание, что на льду реки появились тонкие трещины, которых раньше не было, а в одном месте образовалось нагромождение торосов с проломом внутри.

С начала 2013 г. и до этого события в районе не было зарегистрировано ни одного землетрясения. Сейсмический процесс начал развиваться 13 марта. В первые сутки помимо основного события было зафиксировано еще 8 ощутимых землетрясений с $9.5 \leq K_S \leq 11.3$, вызвавших в окрестных населенных пунктах колебания интенсивностью от 2 до 3 баллов. Всего после основного события в районе произошло 64 землетрясения с $8.5 \leq K_S \leq 12.9$ (3 с $K_S \geq 11.6$). Из них 18 были ощутимыми и вызвали сотрясения силой от 2 до 4 баллов [2].

Землетрясение в 5^h 43^m 21.05.2013, 52.054° С.Ш. 160.489° В.Д., h=48 км, $K_S=14.4$, $M_C=6.3$

16 мая 2013 г. в Тихом океане напротив Авачинского залива приблизительно в 160-180 км от Петропавловска-Камчатского начал развиваться рой землетрясений, продолжавшийся в течение недели, до 23 мая. За это время в районе роя зарегистрировано около 350 событий с $K_S \geq 8.5$ (570 с $K_S \geq 7.5$). 40 из них ($10.7 \leq K_S \leq 14.4$) были ощутимыми и вызвали в 23 населенных пунктах Камчатки сотрясения интенсивностью от 2 до 5 баллов.

Таблица 4. Макросейсмические данные землетрясения 21 мая 2013 г.

№	Название пункта	Координаты		г, км	№	Название пункта	Координаты		г, км
		φ°	λ°				φ°	λ°	
	5 баллов					4 балла			
1	маяк Круглый	52.07	158.30	150	11	Институт	53.07	158.61	170
	4-5 баллов				12	р. Карымшина (стационар КФ ГС)	52.83	158.13	182
2	Петропавловск	53.02	158.65	165	13	Елизово	53.19	158.38	191
3	Рыбачий	52.93	158.52	165	14	Раздольный	53.27	158.32	199
4	Вилочинск	52.92	158.43	170		3 балла			
5	Пионерский	53.09	158.55	175	15	ГМС Водопадная	51.81	158.08	168
6	МГеоЭС-1	52.55	158.02	177	16	ГМС Семячки	54.12	159.98	232
7	26 км Елизовского шоссе	53.14	158.48	182	17	ГМС Кроноки	54.60	161.13	287
8	Паратунка	52.97	158.25	183		2 балла			
9	Термальный	52.95	158.20	185	18	Северо-Курильск	50.67	156.10	342
10	Сосновка	53.08	158.30	187		Не ощущалось			
					19	мыс Шипунский	53.11	160.01	122

Первое ощутимое событие было зарегистрировано 18 мая в 22^h 39^m по Гринвичу. Оно вызвало в единственном пункте, Петропавловске-Камчатском, сотрясения силой 2-3 балла. Затем до наиболее

сильного в этом рою землетрясения зафиксировано еще 29 ощутимых событий ($11.0 \leq K_s \leq 13.9$) с интенсивностью сотрясения в населенных пунктах Камчатки от 2 до 4 баллов.

21 мая в 17^h 43^m по местному времени произошло самое сильное землетрясение рою. Оно вызвало в 18 населенных пунктах Камчатки и Северных Курил колебания интенсивностью от 2 до 5 баллов (табл. 4, рис. 3). Всего макросейсмические сведения были собраны из 19 пунктов. К сожалению, не удалось собрать исчерпывающую информацию о проявлениях этого землетрясения из-за большого количества ощутимых событий в продолжение рою и особенно после Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г.

От события 21 мая самые сильные сотрясения, I=5 баллов, были зафиксированы на маяке Круглом (№1 в табл. 4). В одноэтажном мелкоблочном здании, где живут сотрудники маяка, сильно раскачивались всякие предметы, дребезжала посуда, раскачивалась и скрипела мебель. Покачивались легкие предметы и подвешенные на стенах картины, сместились или упали небольшие неустойчивые предметы. Появились тонкие трещины в штукатурке несущих стен и перегородок, наблюдалось откалывание небольших кусков штукатурки. Отмечалось сотрясение здания в целом, скрипели полы, потолки и стены. Сильно беспокоились домашние животные. Землетрясение ощущалось в течение 40 секунд; все это время был слышен рокочущий подземный гул.

В Петропавловске-Камчатском (№2 в табл. 4) землетрясение ощущало большинство жителей города. На верхних этажах наблюдалось продолжительное плавное раскачивание. Люди пугались, вставали в безопасные места, некоторые в спешке покидали здания, испытывали головокружение и

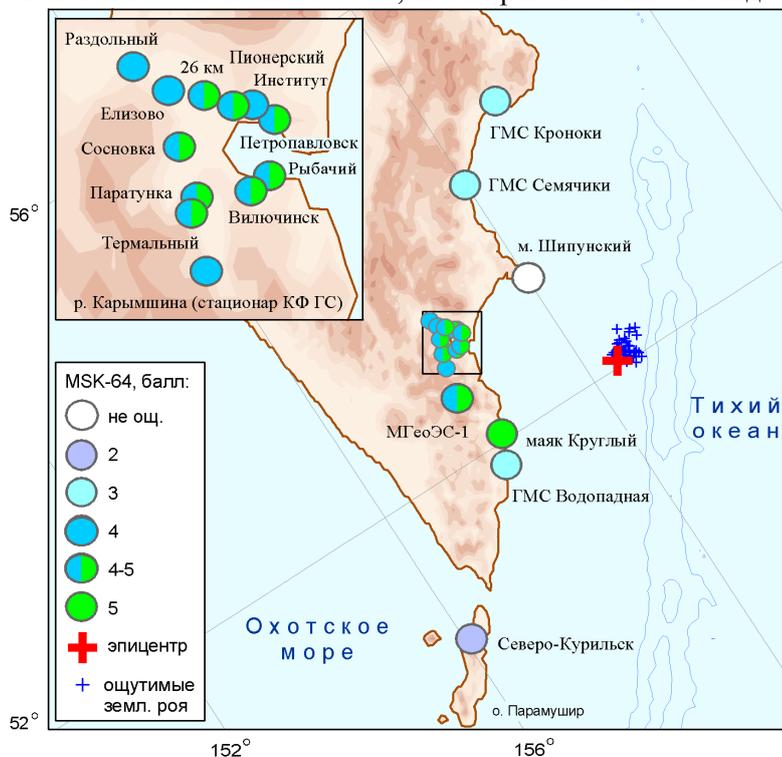


Рис. 3 Карта макросейсмического проявления землетрясения 21.05.2013

тошноту. Раскачивались всякие предметы, дребезжала и подпрыгивала посуда. Дрожали и скрипели дверцы мебели, тяжелая мебель скрипела и раскачивалась. Колебалась жидкость в открытых сосудах, раскачивались картины и различные предметы. На верхних этажах отдельными людьми было отмечено падение легких предметов с полок. Наблюдалось сотрясение зданий в целом, был слышен скрип полов, потолков и стен, отмечалось дребезжание окон. Сильно беспокоились домашние животные. На улице и в автосалоне плавно раскачивался стоящий транспорт: легковые машины, пассажирский автобус. Некоторые люди наблюдали раскачивание столбов ЛЭП.

Всего с 18 мая по 2 сентября 2013 г. было зафиксировано 45 ощутимых землетрясений с эпицентрами в области рою, вызвавших в населенных пунктах Камчатки и Северных Курил колебания с интенсивностью от 2 до 5 баллов.

В заключение отметим, что в работе представлены наиболее интересные ощутимые сильные землетрясения восточного побережья Камчатки в 2013 году.

Список литературы

1. Иванова Е.И., Митюшкина С.В., Раевская А.А., Чеброва А.Ю. Охотоморское землетрясение 24 мая 2013 г. ($M_w=8.3$) и его макросейсмический эффект // Сборник докладов IV научно-технической конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». Петропавловск-Камчатский, 2013. СД.
2. Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов http://data.emsd.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm#tops
3. Левина В.И., Митюшкина С.В., Ландер А.В., Чеброва А.Ю. Сейсмичность Камчатского региона за период детальных сейсмологических наблюдений // Сейсмологические и геофизические исследования на Камчатке. К 50-летию детальных сейсмологических наблюдений. Петропавловск-Камчатский, 2012. С. 105-137.