

ОХОТОМОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 24 МАЯ 2013 г. ($M_w = 8.3$) И ЕГО МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Иванова Е.И., Митюшкина С. В., Раевская А.А., Чеброва А. Ю.

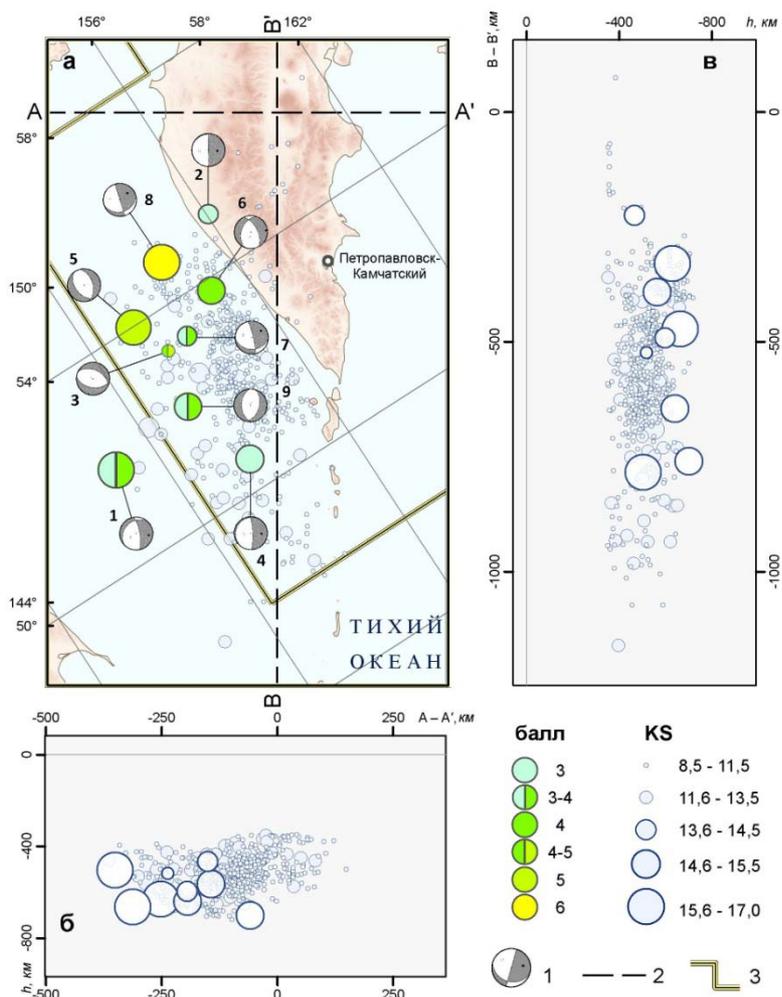
Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, raevs@emsd.ru

Введение

24 мая 2013 г. около 17 часов 45 минут по камчатскому времени жители г. Петропавловска-Камчатского (П-К) и близлежащих поселений почувствовали необычно продолжительные колебания интенсивностью до 5 баллов. По данным регионального каталога КФ ГС РАН [2] землетрясение произошло в $05^{\text{h}}44^{\text{m}}$ на глубине $h = 629.81$ км в сейсмофокальной зоне под Охотским морем. Охотоморское землетрясение 24 мая 2013 года – самое сильное глубокое событие на Камчатке за историю детальных сейсмологических наблюдений: магнитуда $M_w = 8.3$ по данным каталога тензоров-центроидов моментов GСMT [4], класс Федотова – $K_s = 17.0$ [2]. Для этого события была получена информация о макросейсмических ощущениях в 177 пунктах мира. В России сведения имеются из 139 пунктов, 63 из которых находятся в Камчатском регионе. Впервые для камчатского землетрясения удалось собрать столь обширные макросейсмические сведения.

В работе представлена сводная информация по Охотоморскому землетрясению 24 мая 2013 г., основное внимание уделено его макросейсмическому эффекту.

Сейсмичность очаговой зоны



Землетрясение 24 мая произошло в глубоком слое ($h \geq 350$) Камчатской сейсмофокальной зоны. Всего 1.3 % землетрясений от общего числа субдукционных землетрясений происходят в глубоком слое. На рис. 1 показана карта эпицентров глубоких ($h \geq 350$) землетрясений с $K_s \geq 8.5$ за 1962–август 2013 гг. и ее вертикальные разрезы, построенные вдоль и вкрест простирания (по данным регионального каталога [2]). Здесь за указанный период наблюдений произошло 57 сильных ($K_s \geq 11.6$) землетрясений, в том числе девять ощутимых событий, основные параметры которых указаны в таблице 1.

Рис. 1. Карта эпицентров глубоких землетрясений Камчатки с $K_s \geq 8.5$ за 1962–август 2013 гг. (а) и глубинные разрезы на вертикальные плоскости А-А'(б) и В-В'(в). Ощутимые землетрясения обозначены цветом, соответствующим максимальной интенсивности его макросейсмического проявления. 1 – стереограмма механизма очага (числа около стереограмм обозначают номер землетрясения в таблице 1), 2 – плоскость разреза, 3 – граница ответственности Камчатской сети.

На рис. 1 для ощутимых глубоких землетрясений Камчатской зоны субдукции построены стереограммы механизмов очагов по данным каталога механизмов КФ ГС РАН [1]. Во всех случаях наблюдается типичная картина, характерная для глубоких землетрясений – сброс в результате опускания Тихоокеанской плиты в мантию.

Таблица 1. Основные параметры ощутимых событий глубокого слоя ($h \geq 350$) Камчатской сейсмофокальной зоны в период с 1962 г. по август 2013 г.[2]

| № | Дата | t_0 , ч мин с | Гипоцентр | | | K_S | mb[5]/ M_W [4] | $I_{\text{макс}}$, балл |
|---|------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|---------------------|---|
| | | | φ° , N | λ° , E | h, км | | | |
| 1 | 29.01.1971 | 22 15 58.50 | 51.940 | 150.500 | 500 | 13.4 | mb=4.8 | 3-4 (мыс Шипунский) |
| 2 | 27.05.1972 | 04 06 45.10 | 55.050 | 156.05 | 467 | 14 | mb=5.7 | 3 (П-К) |
| 3 | 29.11.1973 | 17 59 13.90 | 53.230 | 152.290 | 518 | 13.3 | mb=5.1 | 4-5 (сейсмостанция Кроноки) |
| 4 | 21.12.1975 | 10 54 06.80 | 50.600 | 152.610 | 701.0 | 15.2 | mb=6.0 | 3 (Крутоберегово) |
| 5 | 05.07.2008 | 02 11 56.48 | 53.980 | 151.739 | 664.8 | 15.7 | $M_W=7.7$ | 5 (маяки Круглый и Кроноцкий) |
| 6 | 24.11.2008 | 09 02 52.48 | 53.765 | 154.694 | 564.1 | 15.2 | $M_W=7.3$ | 4 (Кавалерское, Апача, Запорожье, ГМС Семьячки) |
| 7 | 10.12.2009 | 02 30 55.71 | 53.272 | 153.131 | 597.5 | 14.4 | $M_W=6.3$ | 3-4 (ГМС Кроноки) |
| 8 | 24.05.2013 | 05 44 47.04 | 54.755 | 153.785 | 629.8 | 17.0 | $M_W=8.3$ | 6 (ГМС Семьячки) |
| 9 | 24.05.2013 | 14 56 29.76 | 52.109 | 151.805 | 641.8 | 15.0 | $M_W=6.7$ | 3-4 (сот «Кедрач») |

Примечание: для событий № 1–4 из таблицы имеются лишь обрывочные макросейсмические сведения, т.к. до 2000 г. макросейсмическая информация целенаправленно собиралась только для катастрофических землетрясений.

Очаговая область

Форшоков в области очага Охотоморского события не зафиксировано. Но следует отметить, что в мае перед этим землетрясением в зоне субдукции Южной Камчатки наблюдалась заметная активизация: сильное ощутимое событие 3 мая в промежуточном слое ($\varphi=52.439^\circ$, $\lambda=157.664^\circ$, $h=176.7$ км, $K_S=13$ [2]) с $M_W=5.4$ [4]; рой землетрясений напротив Авачинской бухты, наибольшая активность которого наблюдалась 18-23 мая ($\varphi=51.7-52.4^\circ$, $\lambda=159.8-161.3^\circ$, $h=7-80$ км, $K_S \leq 14.4$ [2]).

По данным регионального каталога КФ ГС РАН [2] после главного толчка 24 мая до конца августа 2013 г. был зафиксирован 81 афтершок с $K_S=9.0-15.0$. Только один из афтершоков был ощутимым (№ 9 из табл. 1). В течение первых суток афтершоки полностью обозначили область очага протяженностью 470 км на юг от эпицентра главного толчка и общей площадью $S \approx 90$ тыс. км². В первые сутки произошло 57 афтершоков, на следующие сутки – 7, далее активность в очаге продолжила падать. События в очаге в настоящее время все еще фиксируются. Суммарная сейсмическая энергия всех афтершоков Охотоморского землетрясения до конца августа 2013 г. составила $\Sigma E = 10.13 \cdot 10^{14}$ Дж.

Макросейсмика

Макросейсмический эффект Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г. проявился в глобальных масштабах. Это уникальное событие ощущалось на телесеизмических расстояниях в северном полушарии Земли на значительной части Евразии и Северной Америки: в России, Казахстане, Японии, Китае, Индии, Объединенных Арабских Эмиратах, Польше, Канаде, США и Мексике. Геологической службой США (USGS) [6] было зафиксировано сообщение об ощущениях этого землетрясения даже из одного пункта южнее экватора – г. Маланг на о-ве Ява, Индонезия (№ 173 в табл. 2). Наиболее удаленный пункт, в котором ощущалось это событие, г. Икстасокитлан (Мексика), находился на огромном расстоянии от эпицентра – 9470 км ($I=2$ балла по шкале MMI). Сведения о макросейсмических проявлениях этого землетрясения имеются из 177 населенных пунктов мира (ощущалось в 158 пунктах), в том числе из 139 пунктов на территории России (ощущалось в 120 пунктах) (рис. 2).

Помимо огромной площади макросейсмического воздействия, это событие имеет и другие интересные особенности. Интенсивность вызванных им колебаний лежит в пределах 2-6 баллов по шкалам MSK-64 и MMI; даже в ближайших к эпицентру населенных пунктах это сильнейшее сейсмическое событие не вызвало катастрофических последствий. Еще одной особенностью Охотоморского землетрясения является слабое и неравномерное спадание интенсивности сотрясений с расстоянием. Так, например, на территории России в пос. Эссо (Камчатка) и городах Якутске и Москве оно вызвало колебания равной силы (до 4 баллов по шкале MSK-64; эпицентральные расстояния составляют 337, 1604 и 6432 км соответственно).

Охотоморское землетрясение произошло в 17^h 44^m по камчатскому времени. В Петропавловске-Камчатском оно ощущалось с интенсивностью 5 баллов по шкале MSK-64. Необычной была продолжительность колебаний – около 1 минуты. Телефонный опрос населения Камчатского края был начат незамедлительно в соответствии с инструкцией ГС РАН для землетрясений с интенсивностью $I \geq 5$. Одновременно стали поступать сведения от независимых респондентов через Интернет-опросник, <http://www.emsd.ru/lsopool/poll.php>, размещенный на

официальном сайте КФ ГС РАН. Всего на территории Камчатского края макросейсмические сведения были собраны из 63 пунктов, в 49 из которых землетрясение ощущалось с интенсивностью от 2 до 6 баллов по шкале MSK-64. Колебания наибольшей интенсивности, I=6 баллов, были отмечены на ГМС Семячки и маяке Круглом (№№ 36 и 39 в табл. 2), расположенных на восточном побережье Камчатки. Сотрудники ГМС Семячки определили интенсивность сотрясений самостоятельно и передали ее по радиосвязи. На маяке Круглом в одноэтажном мелкоблочном здании скрипела и раскачивалась мебель, дребезжала и подпрыгивала посуда, трещали окна, покачивались различные предметы. Покачивались и скрипели двери и дверцы мебели, сдвигались и раскачивались картины. Наблюдалось сотрясение здания в целом, скрипели полы, потолки и стены. Возникли трещины в потолочном перекрытии и в несущей стене по всей ее высоте. На башне светомаяка треснуло по диагонали большое штормовое стекло. Эти проявления были сильнейшими из всех, зафиксированных по Охотоморскому землетрясению во всем мире.

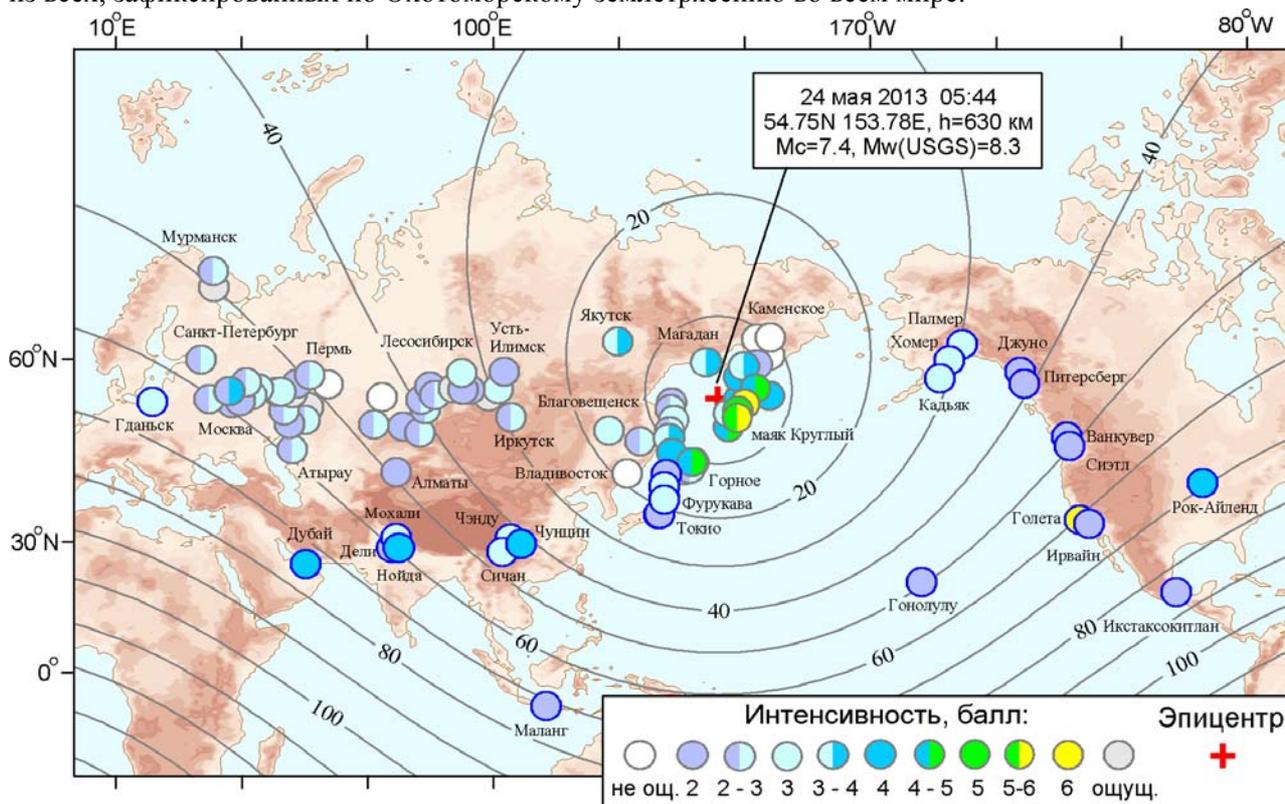


Рис. 2. Карта макросейсмического проявления Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г. (шкала интенсивности MSK-64). Синим цветом обведены кружки интенсивности сотрясений по данным USGS (шкала интенсивности MMI) [6]. Изолиниями на карте обозначено расстояние от эпицентра в градусах.

Необходимо отметить, что в ближайшем к эпицентру пункте, пос. Крутогорово (№ 1 в табл. 2), и других населенных пунктах западного побережья Камчатского полуострова землетрясение ощущалось с интенсивностью не более 4 баллов, тогда как его самые сильные проявления зафиксированы на восточном побережье Камчатки. Смещение максимальной интенсивности сотрясений на восточное побережье полуострова в район выхода тихоокеанской плиты на поверхность является характерной особенностью глубоких и промежуточных землетрясений Японско-Курило-Камчатской зоны субдукции [3].

Для сбора макросейсмических сведений о проявлениях Охотоморского землетрясения за пределами Камчатки были направлены официальные запросы в МЧС России, все филиалы Геофизической службы РАН и Геофизической службы Сибирского отделения РАН, Институт физики Земли, Уральский Горный институт и ряд других научных учреждений в различных регионах России. Были отправлены письма коллегам-сейсмологам из Азербайджана, Кыргызстана, Узбекистана, Беларуси, Молдовы, а также в Казахстанский национальный центр данных с просьбой сообщить имеющуюся информацию о проявлениях этого землетрясения. Ответы пришли на 17 из 29 отправленных запросов. Наиболее подробные сведения прислали А.Д. Завьялов (ИФЗ РАН), Е.П. Семенова (Сахалинский филиал ГС РАН), Н.А. Гилева (Байкальский филиал ГС РАН), Л.И. Карпенко (Магаданский филиал ГС РАН), Р.А. Дягилев (Горный институт УрО РАН, Пермь). Кроме того, сведения, так или иначе касающиеся ощущений этого землетрясения, собирались на

различных новостных сайтах и других ресурсах Интернета. Мы выражаем искреннюю благодарность всем тем, кто оказал помощь в сборе макросейсмической информации.

В итоге была получена макросейсмическая информация из 76 пунктов на территории России помимо Камчатского края, в 71 из которых землетрясение ощущалось с интенсивностью от 2 до 5 баллов. Землетрясение проявилось на большей части территории нашей страны; его ощутили жители Дальневосточного, Сибирского, Приволжского, Центрального и Северо-Западного федеральных округов Российской Федерации. Отмечается интересный факт: это событие не ощущалось в Приморском крае (Дальневосточный федеральный округ) и Свердловской области (Уральский федеральный округ), хотя они находятся в окружении территорий, где землетрясение вызвало ощутимые колебания.

На территории России за пределами Камчатского края сотрясения наибольшей силы, $I=4-5$ баллов, были отмечены в двух пунктах – г. Северо-Курильске и пос. Горное Сахалинской области (№№ 47, 82 в табл. 2). Колебания интенсивностью 3-4 балла ощущались в г. Углегорске Сахалинской области, Магадане и Южно-Сахалинске (№№ 71, 49, 79 в табл. 2). В Москве и Якутске интенсивность проявления землетрясения варьировала в пределах 2-4 баллов, очевидно, в зависимости от типа грунтов и качества застройки. В остальных российских населенных пунктах землетрясение ощущалось с примерно равной силой от 2 до 3 баллов преимущественно людьми, находившимися в покое на верхних этажах высотных зданий. В этих пунктах отмечались плавные покачивания или вибрация, легкие колебания висячих предметов, слабое покачивание жидкости в открытых сосудах. Более сильные ощущения, такие как раскачивание и небольшое смещение мебели отмечались только на самых верхних этажах; при этом на нижних этажах тех же зданий колебания могли ощущаться очень слабо или не ощущаться вообще. Многие люди по всей стране отмечали ощущение головокружения и тошноты, возникшие во время толчков. Жителей большей части России, ранее не сталкивавшихся с проявлениями землетрясений, это событие очень испугало. В некоторых городах Сибири и европейской части России во время и после землетрясения эвакуировали сотрудников высотных офисных зданий.

Из Казахстанского национального центра данных были получены макросейсмические сведения по 7 населенным пунктам, расположенным на территории Казахстана (№№ 140-146 в табл. 2), что позволило дополнить и уточнить данные по ощущениям землетрясения в этой стране, размещенные Геологической службой США (USGS) [6].

Были выявлены территории, о которых можно уверенно сказать, что землетрясение там не ощущалось: Южный Федеральный округ России, республики в составе Российской Федерации Дагестан и Северная Осетия-Алания, а также Украина, Молдова, Беларусь и Азербайджан.

На официальном сайте Геологической службой США (USGS) содержатся сведения о проявлениях Охотоморского землетрясения в 29 населенных пунктах, расположенных на территории Японии, Китая, Индии, Объединенных Арабских Эмиратов, Индонезии, Польши, Канады, США, Мексики, а также в 9 пунктах на территории Казахстана и России. Информация была получена с помощью интернет-системы сбора макросейсмической информации DYFI (Did You feel it?), интенсивность сотрясений оценена в пределах от 2 до 6 баллов по шкале MMI [6]. Данные, собранные американскими коллегами, приведены в настоящей работе (№№ 147-175 в табл.2). Наибольшая сила сотрясений, $I = 6$, зафиксирована в г. Голета, США (№ 155 в табл. 2). Необходимо отметить, что это значение интенсивности выставлено в результате автоматической обработки анкеты DYFI, поступившей от единственного респондента из этого пункта. Анализ текста анкеты, любезно предоставленного сотрудниками USGS, позволил оценить интенсивность сотрясений в г. Голета в 4-5 баллов по шкале MSK-64.

Заключение

Охотоморское землетрясение 24 мая 2013 г. является сильнейшим глубоким землетрясением Камчатки, обладающим рядом особенностей:

- Ощущалось на телесеизмических расстояниях до 9500 км с интенсивностью от 2 до 6 баллов. В то же время, землетрясение нигде не имело катастрофических проявлений, в том числе в ближайших от эпицентра населенных пунктах ($r = 139$ км, $I = 4$ балла).
- Имело сильное физиологическое воздействие: даже при слабых колебаниях многие люди ощущали головокружение и тошноту.
- Наибольшая интенсивность проявления зафиксирована на восточном побережье Камчатки в районе выхода тихоокеанской плиты на поверхность, а не в ближайших к эпицентру пунктах. Эта

особенность характерна для глубоких и промежуточных землетрясений Японско-Курило-Камчатской зоны субдукции [3].

Таблица 2. Сводка оценок макросейсмической интенсивности для Охотоморского землетрясения 24.05.2013

| № | Название пункта | φ° | λ° | I, балл MSK-64 | г, км | № | Название пункта | φ° | λ° | I, балл MSK-64 | г, км |
|---------------|--|-------|--------|-------------------|-------|-----|--|-------|--------|-------------------|-------|
| Россия | | | | | | 95 | Ангарск | 52.57 | 103.92 | ощущ. | 3220 |
| 1 | Крутогорово, Камчатка | 55.03 | 155.90 | 4 | 139 | 96 | Вихоревка, Братский р-н Иркутской обл. | 56.12 | 101.17 | 3 | 3240 |
| 2 | ГМС Ича, Камчатка | 55.58 | 155.58 | 0 | 147 | 97 | Саянск | 54.12 | 102.17 | 2 | 3260 |
| 3 | Соболево, Камчатка | 54.27 | 155.92 | 3 | 148 | 98 | Нижнеудинск | 54.90 | 99.02 | ощущ. | 3420 |
| 4 | Усть-Большереец, Камчатка | 52.82 | 156.25 | 3-4 | 270 | 99 | Зеленогорск | 56.10 | 94.58 | 2 | 3620 |
| 5 | Кавалерское, Камчатка | 52.92 | 156.57 | 3-4 | 274 | 100 | Лесосибирск | 58.23 | 92.48 | 3 | 3650 |
| 6 | Октябрьский, Камчатка | 52.67 | 156.22 | 5 | 282 | 101 | Железногорск | 56.25 | 93.53 | 2 | 3680 |
| 7 | Пушино, Камчатка | 54.16 | 158.01 | 4 | 282 | 102 | Сосновоборск | 56.13 | 93.37 | ощущ. | 3690 |
| 8 | Шаромы, Камчатка | 54.42 | 158.25 | 4 | 291 | 103 | Красноярск | 56.02 | 92.87 | 2-3 | 3720 |
| 9 | Ганалы, Камчатка | 53.70 | 157.94 | 4 | 295 | 104 | Ачинск | 56.27 | 90.50 | ощущ. | 3850 |
| 10 | Апача, Камчатка | 52.93 | 157.13 | 4-5 | 299 | 105 | Томск | 56.49 | 84.95 | 2 | 4140 |
| 11 | Хайрюзово, Камчатка | 56.85 | 157.02 | 0 | 309 | 106 | Кемерово | 55.33 | 86.07 | 2-3 | 4140 |
| 12 | Сокоч, Камчатка | 53.16 | 157.65 | 5 | 309 | 107 | Новосибирск | 55.03 | 82.92 | 2-3 | 4330 |
| 13 | Мильково, Камчатка | 54.70 | 158.63 | 4 | 312 | 108 | Искитим | 54.63 | 83.30 | 2 | 4330 |
| 14 | ГМС Начики, Камчатка | 53.12 | 157.73 | 3 | 316 | 109 | Бердск | 54.75 | 83.10 | 2-3 | 4340 |
| 15 | Усть-Хайрюзово, Камчатка | 57.08 | 156.71 | 4 | 317 | 110 | Линево | 54.46 | 83.38 | 2-3 | 4340 |
| 16 | Ковран, Камчатка | 57.15 | 156.96 | 3 | 332 | 111 | Барнаул | 53.36 | 83.79 | 2-3 | 4380 |
| 17 | Эссо, Камчатка | 55.93 | 158.70 | 3-4 | 338 | 112 | Омск | 54.97 | 73.38 | 0 | 4850 |
| 18 | Долиновка (Мильково), Камчатка | 55.13 | 159.05 | 3-4 | 340 | 113 | Екатеринбург, Свердл. обл. | 56.83 | 60.58 | 0 | 5360 |
| 19 | Раздольный, Камчатка | 53.27 | 158.32 | 4 | 340 | 114 | Мурманск | 68.97 | 33.08 | 2-3 | 5440 |
| 20 | Елизово, Камчатка | 53.19 | 158.38 | 4-5 | 348 | 115 | Пермь | 58.01 | 56.25 | 2-3 | 5480 |
| 21 | Вулканный, Камчатка | 53.09 | 158.34 | 3-4 | 352 | 116 | Апатиты | 67.57 | 33.39 | ощущ. | 5550 |
| 22 | Термальный, Камчатка | 52.95 | 158.20 | 4-5 | 353 | 117 | Ижевск | 56.85 | 53.22 | 2 | 5700 |
| 23 | Паратунка, Камчатка | 52.97 | 158.25 | 4-5 | 354 | 118 | Уфа | 54.73 | 55.97 | 3 | 5740 |
| 24 | р. Карымшина (стационар КФ ГС), Камчатка | 52.84 | 158.15 | 4 | 358 | 119 | Стерлитамак | 53.63 | 55.95 | ощущ. | 5820 |
| 25 | Новый, Камчатка | 53.11 | 158.55 | 4 | 362 | 120 | Набережные Челны | 55.70 | 52.33 | 3 | 5830 |
| 26 | Вилючинск, Камчатка | 52.92 | 158.43 | 4-5 | 367 | 121 | Салават | 53.37 | 55.93 | ощущ. | 5840 |
| 27 | Институт, Камчатка | 53.07 | 158.61 | 4 | 368 | 122 | Елабуга | 55.77 | 52.03 | ощущ. | 5840 |
| 28 | МГеоЭС-1, Камчатка | 52.55 | 158.02 | 4 | 372 | 123 | Нижнекамск | 55.63 | 51.82 | ощущ. | 5860 |
| 29 | Рыбачий, Камчатка | 52.93 | 158.52 | 4-5 | 372 | 124 | Заинск | 55.30 | 52.02 | ощущ. | 5870 |
| 30 | Петропавловск, Камчатка | 53.02 | 158.65 | 5 | 373 | 125 | Альметьевск | 54.90 | 52.30 | ощущ. | 5890 |
| 31 | Атласово, Камчатка | 55.64 | 159.53 | 4-5 | 379 | 126 | Казань | 55.79 | 49.11 | 3 | 5960 |
| 32 | Радыгина, Камчатка | 53.11 | 158.85 | 4-5 | 379 | 127 | Зеленодольск | 55.85 | 48.52 | ощущ. | 5980 |
| 33 | Лазо, Камчатка | 55.54 | 159.75 | 3 | 390 | 128 | Оренбург | 51.77 | 55.10 | 2-3 | 6010 |
| 34 | Запорожье, Камчатка | 51.51 | 156.55 | 4 | 406 | 129 | Самара | 53.18 | 50.12 | 2-3 | 6130 |
| 35 | Озерновский, Камчатка | 51.49 | 156.50 | 4 | 406 | 130 | Нижний Новгород | 56.33 | 44.01 | 3 | 6130 |
| 36 | ГМС Семячки, Камчатка | 54.12 | 159.98 | 6 | 408 | 131 | Костромская область | | | ощущ. | 6147 |
| 37 | Козыревск, Камчатка | 56.06 | 159.87 | 3-4 | 412 | 132 | Иваново | 57.00 | 40.98 | 2-3 | 6200 |
| 38 | Паужетка, Камчатка | 51.47 | 156.81 | 4 | 418 | 133 | Навашино, Нижегород. обл. | 55.53 | 42.20 | 2-3 | 6270 |
| 39 | маяк Круглый, Камчатка | 52.07 | 158.30 | 5-6 | 423 | 134 | Выкса, Нижегород. обл. | 55.32 | 42.17 | 2-3 | 6290 |
| 40 | Седанка, Камчатка | 57.73 | 158.27 | 3-4 | 432 | 135 | Санкт-Петербург | 59.95 | 30.32 | 2-3 | 6320 |
| 41 | ГМС Водопадная, Камчатка | 51.81 | 158.08 | 0 | 435 | 136 | Москва | 55.75 | 37.62 | 2-4 | 6430 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------|-------|--------|-----|------|---|------------------|-------|---------|----------------|----------|
| 42 | мыс Шипунский, Камчатка | 53.11 | 160.01 | 0 | 448 | 137 | Рязань | 54.62 | 39.72 | 2 | 645 0 |
| 43 | Тигиль, Камчатка | 57.77 | 158.66 | 4 | 451 | 138 | Тула | 54.20 | 37.62 | 2 | 657 0 |
| 44 | мыс Лопатка, Камчатка | 50.87 | 156.65 | 0 | 473 | 139 | Смоленск | 54.78 | 32.05 | 2-3 | 673 0 |
| 45 | ГМС Кроноки, Камчатка | 54.60 | 161.13 | 5 | 474 | Казахстан | | | | | |
| 46 | Ключи, Камчатка | 56.31 | 160.85 | 3-4 | 478 | 140 | Усть-Каменогорск | 49.95 | 82.62 | 2-3 | 4650 |
| 47 | Северо-Курильск | 50.67 | 156.10 | 4-5 | 481 | 141 | Оскемен | 49.95 | 82.62 | 2-3 | 4650 |
| 48 | Воямполка, Камчатка | 58.31 | 159.39 | 0 | 525 | 142 | Курчатов | 50.76 | 78.54 | 2-3 | 4840 |
| 49 | Магадан | 59.57 | 150.80 | 3-4 | 560 | 143 | Астана | 51.18 | 71.40 | 2-3 | 5210 |
| 50 | Погодный, Камчатка | 56.26 | 162.59 | 4-5 | 580 | 144 | Алматы | 43.25 | 76.90 | 2 | 5460 |
| 51 | Крутоберегово, Камчатка | 56.26 | 162.71 | 4-5 | 587 | 145 | Уральск | 51.23 | 51.37 | 2 | 6230 |
| 52 | Палана, Камчатка | 59.10 | 159.95 | 3-4 | 612 | 146 | Атырау | 47.12 | 51.88 | 2-3 | 6540 |
| 53 | Лесная, Камчатка | 59.48 | 160.57 | 0 | 667 | Данные USGS (кроме сведений по России и Казахстану) | | | | | |
| 54 | ГМС мыс Озерной, Камчатка | 57.65 | 163.23 | 0 | 668 | USA | | | | I, балл MMI | |
| 55 | Ивашка, Камчатка | 58.55 | 162.29 | 3 | 670 | 147 | Kodiak | 57.58 | -153.38 | 3 | 337 7 |
| 56 | Оха, Сахалин. обл. | 53.60 | 142.95 | 2-3 | 720 | 148 | Anchor Point | 59.81 | -151.66 | 2 | 341 5 |
| 57 | Тунгор, Сахалин. обл. | 53.39 | 142.96 | 2-3 | 720 | 149 | Homer | 59.53 | -151.19 | 3 | 345 0 |
| 58 | Ныврово, Сахалин. обл. | 54.33 | 142.63 | 2 | 720 | 150 | Palmer | 61.68 | -148.01 | 3 | 357 9 |
| 59 | Карага, Камчатка | 59.18 | 162.92 | 2-3 | 741 | 151 | Juneau | 58.47 | -134.15 | 2 | 450 8 |
| 60 | Кострома, Камчатка | 59.08 | 163.15 | 0 | 745 | 152 | Petersburg | 56.82 | -133.17 | 2 | 465 2 |
| 61 | Оссора, Камчатка | 59.25 | 163.06 | 2 | 752 | 153 | Honolulu | 21.33 | -157.83 | 2 | 571 1 |
| 62 | Москальво, Сахалин. обл. | 53.35 | 142.30 | 2-3 | 760 | 154 | Seattle | 47.69 | -122.29 | 1 | 597 6 |
| 63 | Тымлат, Камчатка | 59.48 | 163.17 | 0 | 773 | 155 | Goleta | 34.49 | -120.05 | 6 | 726 0 |
| 64 | Ноглики, Сахалин. обл. | 51.78 | 143.13 | 3 | 780 | 156 | Irvine | 33.75 | -117.74 | 2 | 750 2 |
| 65 | Никольское, Камчатка | 55.20 | 165.98 | 4 | 781 | 157 | Rock Island | 41.48 | -90.57 | 4 | 878 6 |
| 66 | Ильпырский, Камчатка | 59.97 | 164.18 | 0 | 852 | Japan | | | | | |
| 67 | Тымовское, Сахалин. обл. | 50.86 | 142.68 | 4 | 860 | 158 | Sapporo | 43.06 | 141.34 | 2 | 169 1 |
| 68 | Пильво, Сахалин. обл. | 50.04 | 142.18 | 2-3 | 940 | 159 | Aomori | 40.83 | 140.74 | 3 | 192 0 |
| 69 | Тиличики, Камчатка | 60.43 | 166.05 | 0 | 965 | 160 | Furukawa | 38.57 | 140.96 | 3 | 213 1 |
| 70 | Парень, Камчатка | 62.42 | 163.08 | 0 | 1008 | 161 | Sendai | 38.26 | 140.89 | 2 | 216 4 |
| 71 | Углегорск, Сахалин. обл. | 49.08 | 142.07 | 3-4 | 1020 | 162 | Tokyo | 35.67 | 139.77 | 2 | 245 9 |
| 72 | Макаров, Сахалин. обл. | 48.62 | 142.78 | 0 | 1020 | 163 | Yokohama | 35.47 | 139.62 | 2 | 248 4 |
| 73 | Каменское, Камчатка | 62.46 | 166.22 | 0 | 1118 | China | | | | | |
| 74 | Рейдово, Сахалин. обл. | 45.27 | 148.03 | 3 | 1130 | 164 | Chongqing | 29.57 | 106.58 | 4 | 481 0 |
| 75 | Курильск, Сахалин. обл. | 45.23 | 147.87 | 3 | 1140 | 165 | Chengdu | 30.67 | 104.07 | 3 | 488 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|-------|--------|-----|----------|--|-------------------------|-------|---------|---|----------|
| 76 | Санаторный, Сахалин. обл. | 47.10 | 142.63 | 2-3 | 115 0 | 166 | Xichang | 27.88 | 102.30 | 3 | 524 8 |
| 77 | Китовое, Сахалин. обл. | 45.15 | 147.53 | 3 | 116 0 | <i>Canada</i> | | | | | |
| 78 | Горячие Ключи, Сахалин. обл. | 45.03 | 147.76 | 3 | 116 0 | 167 | Vancouver | 49.28 | -123.13 | 2 | 579 6 |
| 79 | Южно-Сахалинск Сахалин. обл. | 46.95 | 142.73 | 3-4 | 116 0 | <i>India</i> | | | | | |
| 80 | Троицкое, Сахалин. обл. | 46.92 | 142.65 | 4 | 117 0 | 168 | Chandigarh | 30.75 | 76.78 | 2 | 683 4 |
| 81 | Холмск, Сахалин. обл. | 47.06 | 142.05 | 3 | 118 0 | 169 | Mohali | 30.78 | 76.69 | 3 | 683 8 |
| 82 | Горное, Сахалин. обл. | 44.93 | 147.57 | 4-5 | 118 0 | 170 | Noida | 28.58 | 77.33 | 4 | 698 8 |
| 83 | Анива, Сахалин. обл. | 46.72 | 142.52 | 4 | 119 0 | 171 | Delhi | 28.67 | 77.21 | 2 | 698 9 |
| 84 | Малокурильское, Сахалин. обл. | 43.88 | 146.83 | 2-3 | 131 0 | 172 | Gurgaon | 28.47 | 77.01 | 2 | 702 2 |
| 85 | Южно-Курильск | 44.06 | 145.79 | 2 | 132 0 | <i>Indonesia</i> | | | | | |
| 86 | Горячий Пляж, Сахалин. обл. | 44.00 | 145.80 | 2 | 133 0 | 173 | Malang | -7.98 | 112.62 | 2 | 812 9 |
| 87 | Головнино, Сахалин. обл. | 43.74 | 145.52 | 0 | 136 0 | <i>United Arab Emirates</i> | | | | | |
| 88 | Хабаровск | 48.48 | 135.07 | 2-3 | 146 0 | 174 | Dubai | 25.27 | 55.33 | 4 | 899 9 |
| 89 | Якутск | 62.03 | 129.73 | 2-4 | 160 0 | <i>Mexico</i> | | | | | |
| 90 | Благовещенск | 50.26 | 127.54 | 3 | 183 0 | 175 | Ixtaczoquitlán | 18.85 | -97.07 | 2 | 947 0 |
| 91 | Владивосток, Приморский край | 43.12 | 131.90 | 0 | 204 0 | <i>Данные ISC в дополнение к данным USGS</i> | | | | | |
| 92 | Усть-Илимск | 58.00 | 102.67 | 2 | 309 0 | <i>Japan</i> I, балл JMA | | | | | |
| 93 | Иркутск | 52.28 | 104.30 | 2-3 | 321 0 | 176 | in northern Hokkaido | | | 3 | 135 0 |
| 94 | Братск | 56.12 | 101.60 | 2 | 322 0 | 177 | Chiba | 35.63 | 140.13 | 3 | 237 0 |

Список литературы

- Иванова Е.И., Ландер А.В., Токарев А.В., Чеброва А.Ю., Шевченко С.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за период 1980–2007 гг. // Сборник докладов III научно-технической конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». Петропавловск-Камчатский, 2011. CD.
- Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов
http://data.emsd.ru/dbquaketxt_min/index_r.htm#tops
- Левина В.И., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю., Иванова Е.И. Тумрокское-I землетрясение 16 июня 2003 г. с Mw=6.9, I=6 и Тумрокское-II землетрясение 10 июня 2004 г. с Mw=6.8, I=5-6 (Камчатка) // Землетрясения Северной Евразии в 2004 году. Обнинск ГС РАН, 2010. – С. 314-323.
- Global CMT Catalog. <http://www.globalcmt.org>
- ISC Bulletin. <http://www.isc.ac.uk>
- <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/dyfi/events/us/b000h4jh/us/index.html>