

УДК 550.348. (100)

Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2025 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН

© 2025 г. Ю.А. Виноградов, М.И. Рыжикова, Н.В. Петрова, М.В. Коломиец

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия

Поступила в редакцию 31.07.2025 г.

Аннотация. Представлено описание сейсмичности Земли в I полугодии 2025 г. на магнитудном уровне $m_b (MS) \geq 6.0$ (всего 67 землетрясений), а также информация о 66 ощущавшихся на территории Российской Федерации землетрясениях по данным Службы срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН. Информационные сообщения были опубликованы для 12 наиболее сильных событий в течение одного-двух дней после их возникновения. В сообщениях приведены параметры основных толчков, механизмов очагов, волновые формы и макросейсмические данные. За рассматриваемый период сильнейшее землетрясение на земном шаре с $MS=7.8$ ($Mw=7.4$) произошло 28 марта на северо-западе Мьянмы. В результате 3791 человек погиб, более пяти тысяч пострадали. На территории России самым ощутимым (5 баллов в селе Малокурильском) стало землетрясение 29 мая с $m_b=5.9$ ($Mw=5.5$) в Тихом океане восточнее Курильских островов. Выделенная на земном шаре в I полугодии 2025 г. сейсмическая энергия ($\Sigma E_{0.5}=6.76 \cdot 10^{16}$ Дж) немного понизилась по сравнению с таковой во II полугодии 2024 г. ($\Sigma E_{0.5}=8.22 \cdot 10^{16}$ Дж), оставаясь ниже среднего полугодического значения за период 2010–2024 гг. ($\overline{\Sigma E_{0.5}}=2.17 \cdot 10^{17}$ Дж), как и в большинстве полугодий в течение трёх предыдущих лет.

Ключевые слова: Служба срочных донесений, сейсмические станции, сильные землетрясения, магнитуда, сейсмическая энергия, механизм очага, макросейсмический эффект.

Для цитирования: Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2025 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 3. — С. 7–24. — DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.3.01>. — EDN: HCUGXQ

Введение

Служба срочных донесений (далее — ССД) Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» (далее — ФИЦ ЕГС РАН) обеспечивает органы государственной власти РФ и другие заинтересованные учреждения срочной информацией о параметрах произошедших землетрясений (время возникновения, координаты эпицентра, глубина очага, ощутимость в баллах, разрушительные последствия) для принятия, в случае необходимости, экстренных мер по оказанию помощи пострадавшим районам, спасению жизни людей, ликвидации последствий стихийного бедствия, а также организации работ по изучению сильных землетрясений [Старовойт, 2017].

Источниками информации являлись доступные в оперативном режиме цифровые дан-

ные сейсмических станций России и мира. В настоящей работе анализируются данные ССД о сильных землетрясениях Земли с магнитудами m_b или $MS \geq 6.0$ за I полугодие 2025 г., а также сведения обо всех землетрясениях, ощущавшихся на территории России, с более низкого магнитудного уровня. Оценка выделившейся за полгода сейсмической энергии даётся в сравнении с аналогичными параметрами за период с 1 января 2010 г. по 31 декабря 2024 года.

Исходные данные

В Службе срочных донесений в I полугодии 2025 г. использовались те же входные потоки информации, что и во II полугодии 2024 г. [Виноградов и др., 2025], но количество телесейсмических станций, с которых поступали волновые формы в режиме, близком к реальному времени (NRTS), возросло со 127 до 133 (рис. 1).

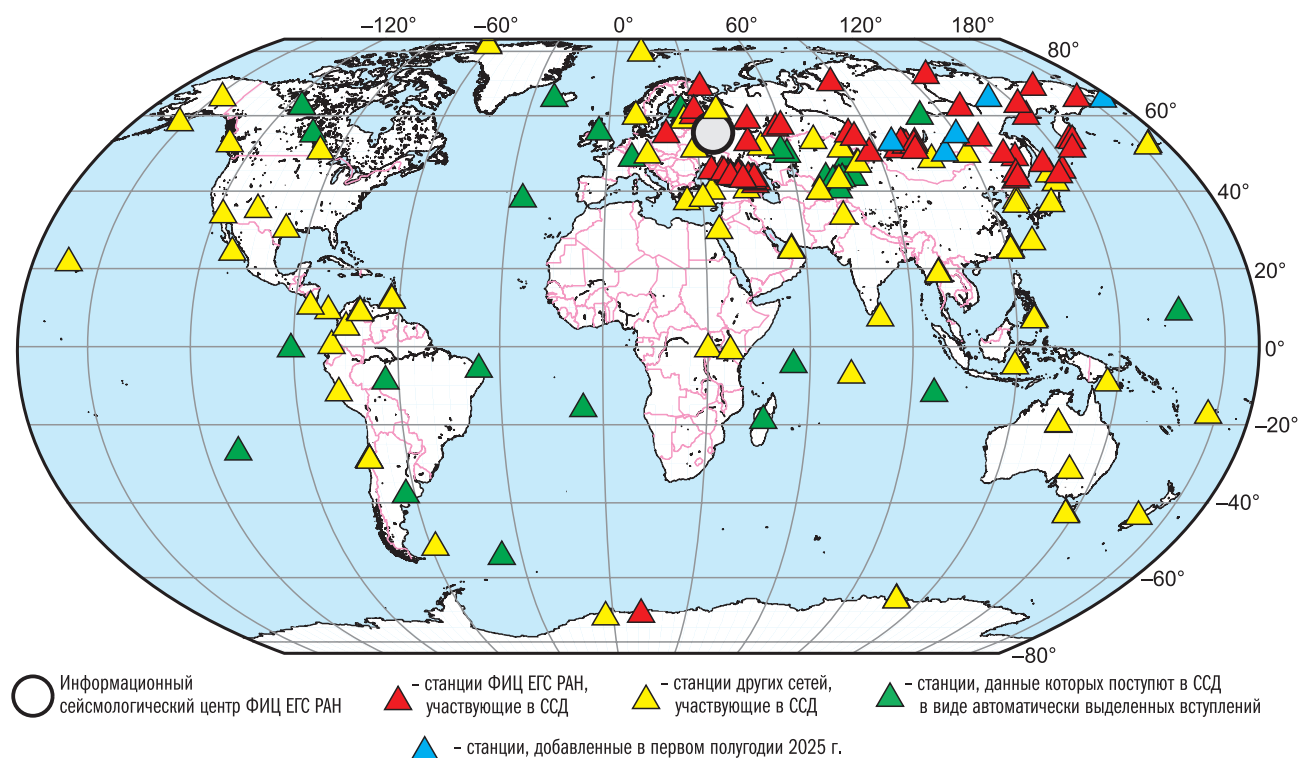


Рис. 1. Сейсмические станции мира, данные которых поступали в ССД в I полугодии 2025 г. в режиме, близком к реальному времени

Как видно из рис. 1, подавляющее число сейсмических станций, данные которых использовались в указанный период, размещено в северном полушарии – на территории России, сопредельных стран и Европы. В 2025 г. в экспериментальном режиме в обработку были добавлены шесть станций на территории России («Хапчеранга» (КРС), «Провидения» (PVDR), «Тоджа» (TDJR), «Тупик» (TUP), «Усть-Нера» (UNR), «Сторожевое» (VSR)). Проводятся исследования возможности включения данных станций КРС, TDJR, TUP в автоматическую обработку. Станции PVDR, UNR и VSR используются в основном для определения параметров региональных событий.

Методика обработки и расчёта параметров землетрясений

Магнитудный уровень обрабатываемых в ССД землетрясений составлял $m_b \geq 5.5$ для землетрясений земного шара и $m_b \geq 3.5-4.5$ – для регионов Российской Федерации.

Данные о землетрясениях обрабатываются Службой срочных донесений в два этапа, подробно описанных в работах [Виноградов и др., 2020; 2024].

Параметры землетрясений по данным ССД оперативно передаются в международные сейс-

мологические центры и публикуются в их бюллетенях, где идентифицируются следующими кодами: GSRAS в CSEM [CSEM ..., 2025], GSRC в SED (SSS) [Swiss ..., 2025], MOS в ISC [International ..., 2025].

Исходная информация о сейсмичности в I полугодии 2025 г. получена из базы данных ССД «Землетрясения» [Красилов и др., 2020; Информационные ресурсы ..., 2025], доступной в локальной сети Центрального отделения (ЦО) ФИЦ ЕГС РАН. Методика определения энергетических характеристик в ССД подробно описана в [Виноградов и др., 2020].

Построение карты эпицентров землетрясений и расчёт суммарной сейсмической энергии требуют пересчёта магнитуд всех событий в однородную магнитуду MS^P . Методика пересчёта не изменилась и подробно описана в работах [Виноградов и др., 2020; 2021].

Для 37 коровых землетрясений с $h \leq 40$ км принималось, что $MS^P = MS$. Для шести более глубоких землетрясений ($h > 40$ км) в инструментальную магнитуду MS вносилась поправка за глубину [Petrova, Gabsatarova, 2020]:

$$MS^P = MS + f(h) = MS + 1.71 \cdot \lg h - 2.726 \quad (40 < h \leq 90 \text{ км}), \quad (1)$$

При отсутствии инструментально определённого значения MS расчёт MS^p проводился из m_b по формуле (2) для глубин гипоцентров $0 < h < 390$ км [Виноградов и др., 2020] (24 события):

$$MS^p = 1.47 \cdot m_b - 2.91, \quad (2)$$

Для расчёта величины сейсмической энергии использовалось соотношение Гутенберга–Рихтера [Gutenberg, Richter, 1956]:

$$\lg E(\text{эрг}) = 1.5 \cdot MS^p + 11.8. \quad (3)$$

Механизмы очагов, анализируемые в данной работе, получены по знакам первых вступлений продольных волн с использованием программы А.В. Ландера [Ландер, 2018].

Результаты сводной обработки данных ССД

Всего Службой срочных донесений в I полугодии 2025 г. определены основные параметры 3075 землетрясений с $m_b = 3.2-7.0$, в том числе на территории России и вблизи её границ – 317 землетрясений с $m_b = 3.2-6.4$ [Информация Службы ..., 2025]. За период с 1 января по 30 июня 2025 г. для локации землетрясений были использованы данные более 92 тыс. времён вступлений фаз, в том числе 3986 вступлений – по сильным землетрясениям с $m_b \geq 6.0$.

Число наиболее сильных землетрясений Земли с m_b или $MS \geq 6.0$ в I полугодии 2025 г. составило $N_\Sigma = 67$. Их список и параметры по данным [Информация Службы ..., 2025] приведены в табл. 1.

Таблица 1. Список сильных землетрясений Земли с m_b (MS) ≥ 6.0 в I полугодии 2025 г.

№	Дата, дд.мм	t_0 , чч:мм:сс	Гипоцентр			Магнитуды			Географический регион по [Young et al., 1996]
			φ , °	λ , °	h , км	m_b/n	MS/n	MS^p	
1	01.01	13:48:26	−56.34	−26.58	90	6.3/10	5.6/30	6.2	Район Южных Сандвичевых островов
2	02.01	20:43:35	−21.82	−69.11	100	6.4/11		6.5	Северное Чили
3	05.01	17:18:48	13.36	−88.90	60	6.0/9	5.9/30	6.2	Сальвадор
4*	07.01	01:05:16	28.62	87.46	10	6.8/53	7.1/47	7.1	Тибет
5	12.01	08:32:55	18.90	−102.98	80	6.3/20	6.3/32	6.8	Мичоакан, Мексика
6	13.01	12:19:34	31.88	131.43	50	6.3/44	6.8/45	7.0	Кюсю, Япония
7	20.01	16:17:26	23.24	120.64	10	6.1/67	6.1/39	6.1	Тайвань
8	05.02	03:12:30	1.53	127.21	100	6.0/60		5.9	Хальмахера, Индонезия
9	07.02	10:27:02	−24.07	−176.15	70	6.1/18		6.1	Южнее островов Фиджи
10*	08.02	23:23:14	17.71	−82.38	10	6.8/21	7.4/34	7.4	Севернее Гондураса
11	10.02	00:09:42	−17.45	167.88	10	6.1/22	5.6/19	5.6	Острова Вануату
12	18.02	23:39:14	−3.44	131.11	40	6.0/38	5.3/32	5.3	Район Западного Ириана, Индонезия
13	25.02	22:55:45	0.41	124.89	10	6.0/47	5.7/46	5.7	Полуостров Минахасса, Сулавеси
14	06.03	16:21:38	−23.34	−68.99	90	6.5/10		6.6	Северное Чили
15	10.03	02:33:14	71.16	−8.06	10	6.3/50	6.2/47	6.2	Район острова Ян-Майен
16	14.03	23:42:33	−55.57	−27.06	33	6.2/5	5.7/41	5.7	Район Южных Сандвичевых островов
17	21.03	14:50:51	7.10	−82.37	10	6.1/6	6.0/8	6.0	Южнее Панамы
18	21.03	14:53:42	51.35	−176.12	20	6.1/52	6.1/49	6.1	Андреяновские острова, Алеуты
19	25.03	01:43:10	−46.72	166.07	10	6.2/14	6.5/50	6.5	У западного побережья Южного острова, Н.З.
20*	28.03	06:20:52	21.83	95.88	10	6.5/50	7.8/47	7.8	Мьянма
21	28.03	06:32:06	21.76	96.03	10	6.3/47		6.4	Мьянма
22*	30.03	12:18:46	−20.56	−173.94	10	7.0/31	7.1/61	7.1	Острова Тонга
23	31.03	15:54:19	−10.01	119.12	20	6.2/45		6.2	Район Сумбы, Индонезия
24	02.04	21:03:39	2.06	126.65	33	6.2/53	5.4/20	5.4	Север Молуккского моря
25	03.04	14:09:32	52.92	−31.99	10	6.0/56	6.1/49	6.1	Северный Срединно-Атлантический хребет
26	04.04	20:04:39	−6.11	151.62	10	6.7/33	6.8/51	6.8	Район Новой Британии, П.Н.Г.
27	12.04	03:47:10	−4.74	153.24	70	6.0/40	5.7/42	6.1	Район Новой Ирландии, П.Н.Г.
28**	13.04	04:24:01	38.90	70.67	10	6.1/39	5.9/35	5.9	Афганистан–Таджикистан погр. область
29	13.04	09:13:33	48.62	149.81	380	6.0/31		5.9	Северо-западнее Курильских островов
30	13.04	20:03:24	−25.99	−178.36	290	6.2/20		6.2	Южнее островов Фиджи

№	Дата, дд.мм	t_0 , чч:мм:сс	Гипоцентр			Магнитуды			Географический регион по [Young et al., 1996]
			φ , °	λ , °	h , км	m_b/n	MS/n	MS^p	
31	16.04	01:42:59	−47.75	99.68	10	6.0/11	6.5/22	6.5	Юго-Восточно-Индийский хребет
32	22.04	10:17:13	4.40	127.74	120	6.4/54		6.5	Острова Талауд, Индонезия
33	22.04	16:55:33	−13.15	167.14	200	6.0/31		5.9	Острова Вануату
34	23.04	09:49:10	40.92	28.24	10	6.0/41	6.3/56	6.3	Турция
35	25.04	11:44:53	1.08	−79.48	30	6.3/13	6.0/38	6.0	Побережье Эквадора
36	29.04	13:16:33	−48.19	165.15	10	6.0/8	6.0/15	6.0	У западного побережья Южного острова, Н.З.
37	29.04	14:53:36	−54.32	155.46	10	6.3/11	6.3/36	6.3	Район острова Маккуори
38	01.05	16:04:53	−28.54	−67.41	10	6.2/8		6.2	Провинция Ла-Риоха, Аргентина
39*	02.05	12:58:24	−56.82	−68.22	10	6.8/10	7.4/23	7.4	Пролив Дрейка
40	02.05	17:59:07	−57.34	−67.02	10	6.4/8	6.1/46	6.1	Пролив Дрейка
41	03.05	12:51:43	0.46	121.73	100	6.0/42		5.9	Полуостров Минахасса, Сулавеси
42	11.05	08:57:45	3.96	96.90	100	6.1/64		6.1	Северная Суматра, Индонезия
43	13.05	22:51:17	35.40	26.86	80	6.2/50		6.2	Крит, Греция
44	14.05	04:15:40	−18.65	−175.34	260	6.1/20		6.1	Острова Тонга
45	17.05	10:22:13	−14.85	−74.31	100	6.2/12		6.2	Центральное Перу
46	20.05	15:05:59	−3.67	144.99	10	6.3/46	6.6/47	6.6	Северное побережье Новой Гвинеи, П.Н.Г.
47*	22.05	03:19:35	35.94	25.67	70	6.5/40		6.6	Крит, Греция
48	22.05	19:52:38	−3.99	102.34	60	6.1/67		6.1	Южная Суматра, Индонезия
49	23.05	16:33:25	−56.74	147.51	10	6.1/7	5.9/32	5.9	Западнее острова Маккуори
50	25.05	10:49:54	−22.79	−175.78	10	6.0/15		5.9	Район островов Тонга
51	31.05	08:37:15	42.33	144.58	10	6.1/60	5.9/42	5.9	Район Хоккайдо, Япония
52	31.05	14:28:52	−27.67	−178.30	10	5.8/11	6.1/33	6.1	Район островов Кермадек
53	31.05	22:26:23	−27.89	−178.03	10	6.0/14	6.1/42	6.1	Район островов Кермадек
54	01.06	18:51:54	41.90	143.69	33	6.0/40		5.9	Район Хоккайдо, Япония
55	06.06	17:15:07	−26.66	−70.40	80	6.4/8	5.9/36	6.4	Побережье Северного Чили
56	07.06	23:20:44	−47.89	115.99	10	6.2/10	5.9/43	5.9	Западный Индийско-Антарктический хребет
57*	08.06	13:08:05	4.39	−73.25	10	6.5/11	6.5/30	6.5	Колумбия
58	08.06	21:15:05	−47.81	116.00	10	6.0/14	5.7/44	5.7	Западный Индийско-Антарктический хребет
59	11.06	11:00:28	23.34	121.70	33	6.1/44		6.1	Тайвань
60*	13.06	18:35:15	46.17	153.19	40	6.4/36	5.8/34	5.8	Курильские острова
61*	15.06	16:35:30	−12.20	−77.30	50	6.0/9		5.9	Побережье Перу
62	18.06	23:08:08	42.96	146.46	33	6.1/39	6.0/47	6.0	У побережья Хоккайдо, Япония
63	21.06	21:23:17	42.93	146.47	10	6.0/51	6.0/55	6.0	У побережья Хоккайдо, Япония
64	24.06	01:58:06	7.85	129.93	10	6.1/64	5.7/60	5.7	Восточнее Филиппинских островов
65	24.06	01:58:41	−11.04	162.48	33	6.0/29		5.9	Соломоновы острова
66	27.06	23:07:10	5.24	125.89	100	6.3/76		6.4	Минданао, Филиппины
67	28.06	08:32:18	−61.19	−39.99	10	6.1/7	6.5/32	6.5	Море Скоша

Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данного землетрясения Информационного сообщения [Информационные сообщения ..., 2025], знак «**» — наличие для данного землетрясения Информационного сообщения и/или статьи с макросейсмическими данными [Петрова и др., 2025]; в графах « m_b/n » и « MS/n » приведены соответствующие магнитуды/количество станций по инструментальным данным, в графе « MS^p » указаны инструментально определённые значения MS или, при их отсутствии, расчётные по формулам (1)–(2).

В I полугодии 2025 г. ССД зарегистрировала 66 землетрясений с $m_b=3.5$ –6.4, ощущавшихся на территории Российской Федерации. Сведения об этих событиях из [Информация Службы ..., 2025] приведены в табл. 2.

Таблица 2. Список землетрясений, ощущавшихся на территории России в I полугодии 2025 г.

№	Дата, время дд.мм чч.мм.сс	Гипоцентр			Магнитуды		Географический регион [Young et al., 1996]	Макросейсмические данные
		φ, °N	λ, °E	h, км	m_b	MS (MS^p)		
1	01.01 00:37:37	43.20	145.57	110	3.8	(2.7)	Район Хоккайдо, Япония	Южно-Курильск – 2 балла
2	06.01 05:38:58	56.29	116.19	10	4.0	(3.0)	Восточнее оз. Байкал, Куанда – 4–5 баллов Россия	
3**	11.01 01:47:58	43.69	39.78	5	3.5	(2.2)	Западный Кавказ	Верхний Юрт, Раздольное – 4 балла; Сочи – 3–4 балла
4**	11.01 17:43:15	43.68	39.75	5	3.9	(2.8)	Западный Кавказ	Сочи – 4–5 баллов; Дагомыс, Барановка, Верхний Юрт – 4 балла; Пластунка – 3–4 балла; Альтмец, Верхнее Лоо, Липники – 3 балла; Кудепста, Хоста, Адлер, Орёл-Изумруд – 2–3 балла; Горное Лоо, Сириус – 2 балла
5**	12.01 14:49:06	44.66	36.58	5	4.3	(3.4)	Район Крыма	Анапа – 3–4 балла; Раевская, Анапская, Сукко, Гай-Кодзор, Красный, Южная Озереевка – 3 балла; Симферополь, Воскресенский, Усатова балка, Гостагаевская, Су-Псех, Новороссийск, Дивноморское – 2–3 балла
6	13.01 21:53:10	43.77	147.08	70	4.3	(3.4)	Курильские острова	Малокурильское, Крабозаводское – 3 балла
7	23.01 15:04:47	53.07	159.98	50	4.9	(4.3)	Восточное поб-е Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 3 балла
8	26.01 13:37:31	53.09	160.29	70	5.4	(5.0)	Восточное поб-е Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Рыбачий, Вилучинск, Елизово, Раздольный, Паратунка, Термальный – 3–4 балла; Нагорный, Николаевка – 3 балла; Пионерский – 2–3 балла
9	28.01 16:32:44	52.55	159.95	70	3.9	(2.8)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 2 балла
10	28.01 22:54:53	52.23	105.88	10	4.2	(3.3)	Район оз. Байкал, Россия	Каменск – 4 балла; Иркутск, Большое Голоустное, Смоленщина, Пивовариха, Селенгинск, Максимовщина, Тырган, Еланцы, Улан-Удэ – 3–4 балла; Хомутово, Маркова, Ангарск, Стеглянка, Грановщина, Шелехов, Усолье-Сибирское – 3 балла
11	03.02 06:36:08	65.47	–168.68	10	5.1	(4.6)	Берингов пролив	Уэлен – 4 балла; Лаврентия – 3 балла
12	05.02 14:04:38	50.66	157.53	40	4.6	(3.9)	Курильские острова	Северо-Курильск – 2 балла
13	11.02 02:14:33	56.22	162.88	15	4.0	(3.0)	Восточное поб-е Камчатки	Крутоберегово – 4 балла; Усть-Камчатск – 3–4 балла

№	Дата, время <i>дд.мм чч:мм:сс</i>	Гипоцентр			Магнитуды		Географический регион [<i>Young et al.</i> , 1996]	Макросейсмические данные
		φ, °N	λ, °E	<i>h</i> , <i>км</i>	<i>m</i> _b	<i>MS</i> (<i>MS</i> ^p)		
14**	12.02 13:40:20	44.10	39.06	5	3.9	(2.8)	Западный Кавказ	Туапсе, Гизель-Дере, Дедеркой — 4 балла; Кроянское, Шепси — 3–4 балла; Агой, Небуг, Агуй-Шапсут — 3 балла
15**	13.02 12:12:02	43.83	39.70	10	4.4	(3.6)	Западный Кавказ	Сочи, Солохаул — 4–5 баллов; Волковка — 4 балла; Дагомыс — 3–4 балла; Адлер, Мацеста, Хоста — 3 балла; Лоо — 2–3 балла; Красная Поляна, Сириус — 2 балла
16*	15.02 01:48:10	50.01	88.20	10	5.8	5.7	Юго-Западная Сибирь, Россия	Горно-Алтайск, Бийск, Барнаул, Заринск, Белокуриха — 3 балла; Новосибирск, Кемерово, Усть-Каменnogорск, Новокузнецк — 2–3 балла; Красноярск, Риддер, Алтай (Казахстан) — 2 балла
17	16.02 05:28:42	43.95	147.56	50	4.6	(3.9)	Курильские острова	Малокурильское — 2–3 балла; Головнино, Менделеево, Южно-Курильск — 2 балла
18	18.02 00:38:47	43.75	147.31	55	4.8	(4.1)	Курильские острова	Южно-Курильск — 2 балла
19	26.02 16:15:31	55.46	164.53	15	5.9	(5.8)	Район Командорских островов	Никольское — 4 балла; Усть-Камчатск — 3–4 балла; Крутоберегово — 2 балла
20	26.02 18:07:43	55.47	164.64	15	4.8	(4.1)	Район Командорских островов	Усть-Камчатск — 2–3 балла
21	27.02 13:18:22	51.04	157.72	50	4.3	(3.4)	Восточное поб-е Камчатки	Северо-Курильск — 2 балла
22	05.03 11:28:23	53.03	160.01	50	4.1	(3.1)	Восточное поб-е Камчатки	Петропавловск-Камчатский — 2 балла
23	05.03 12:06:31	43.72	147.66	85	4.5	(3.7)	Курильские острова	Малокурильское — 2–3 балла; Головнино, Южно-Курильск — 2 балла
24	11.03 20:57:13	45.35	41.09	10	4.1	(3.1)	Район Украина–Молдова–Юго-Западная Россия	Григорополисская, Красный Пахарь — 3–4 балла; Новокубанск — 3 балла; Армавир — 2 балла
25	13.03 18:53:52	43.67	146.93	70	4.9	(4.3)	Курильские острова	Головнино, Южно-Курильск — 3–4 балла; Малокурильское — 2 балла
26	14.03 04:11:08	52.60	159.62	50	5.0	(4.4)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск — 3–4 балла; Вилучинск, Новый, Николаевка, Зелёный — 3 балла; Елизово — 2–3 балла
27	20.03 01:37:57	44.02	43.01	5	3.5	(2.2)	Западный Кавказ	Пятигорск, Новая Пролетарка — 2–3 балла; Лермонтов — 2 балла
28	25.03 10:39:25	43.30	145.45	80	4.3	(3.4)	Район Хоккайдо, Япония	Головнино, Южно-Курильск, Менделеево — 2–3 балла
29	28.03 20:04:17	43.99	42.97	10	3.7	(2.5)	Западный Кавказ	Пятигорск, Иноземцево, Железноводск, Лермонтов, Ессентуки, Свободы, Горячеводский — 2–3 балла

№	Дата, время <i>дд.мм чч:мм:сс</i>	Гипоцентр			Магни- туды		Географический регион [<i>Young et al.</i> , 1996]	Макросейсмические данные
		φ, °N	λ, °E	<i>h</i> , <i>км</i>	<i>m</i> _b	<i>MS</i> (<i>MS</i> ^p)		
30	29.03 13:00:37	44.45	145.88	160	4.3	(3.4)	Район Хоккайдо, Япония	Малокурильское — 3 балла
31	07.04 02:59:29	49.25	155.66	50	5.4	(5.0)	Курильские острова	Северо-Курильск — 3 балла
32	10.04 06:41:34	52.59	159.94	50	4.2	(3.3)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский — 2 балла
33	13.04 09:13:33	48.62	149.81	380	6.0	(5.9)	Северо-западнее Курильских островов	Малокурильское — 2 балла
34	13.04 09:40:05	52.60	158.87	60	4.7	(4.0)	Восточное поб-е Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Вилючинск, Термальный, Светлый — 3–4 балла; Паратунка, Новый, Николаевка, Сосновка, Елизово — 3 балла; Раздольный — 2 балла
35	14.04 21:23:18	50.52	157.74	50	4.1	(3.1)	Курильские острова	Северо-Курильск — 2 балла
36	14.04 22:17:25	43.44	145.85	60	5.0	(4.4)	Район Хоккайдо, Япония	Южно-Курильск — 3 балла; Головинно, Менделеево — 2–3 балла
37	15.04 09:42:46	43.67	147.67	50	4.2	(3.3)	Курильские острова	Малокурильское — 3 балла; Южно-Курильск — 2 балла
38	18.04 18:41:49	55.32	164.25	60	5.5	(5.2)	Район Командорских островов	Никольское — 3–4 балла; Усть-Камчатск, Ключи — 2 балла
39	23.04 21:02:17	50.57	157.41	60	4.2	(3.3)	Курильские острова	Северо-Курильск — 4 балла
40	26.04 04:31:16	52.99	159.69	70	4.3	(3.4)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский — 2 балла
41	28.04 05:34:10	50.41	157.33	60	3.9	(2.8)	Курильские острова	Северо-Курильск — 2–3 балла
42	28.04 13:56:31	44.40	146.97	100	4.6	(3.9)	Курильские острова	Малокурильское — 3 балла
43	02.05 02:49:31	43.18	46.81	10	4.3	(3.4)	Восточный Кавказ	Кизилюрт — 2–3 балла
44	08.05 00:16:54	52.78	159.08	70	4.8	(4.1)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Пионерский — 3–4 балла; Завойко, Елизово — 3 балла; Вилючинск — 2–3 балла
45	08.05 00:25:22	52.78	159.45	70	4.5	(3.7)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Новый — 2 балла
46	08.05 14:23:19	48.84	109.09	10	4.2	(3.3)	Монголия	Красный Чикой — 4 балла
47	09.05 17:44:52	53.30	159.00	125	4.9	(4.3)	Восточное поб-е Камчатки	Завойко, Паратунка — 2 балла
48	10.05 01:17:26	52.68	100.47	10	3.7	(2.5)	Россия–Монголия погр. область	Орлик — 2–3 балла
49	10.05 16:56:48	44.08	42.89	5	3.5	(2.2)	Западный Кавказ	Ессентуки, Санамер — 2–3 балла
50	11.05 21:49:57	62.80	178.48	10	5.4	(5.0)	Восточная Сибирь, Россия	Алькатваам, Беринговский, Мейныпильгыно — 3 балла

№	Дата, время <i>дд.мм чч.мм:сс</i>	Гипоцентр			Магнитуды		Географический регион [<i>Young et al.</i> , 1996]	Макросейсмические данные
		φ , °N	λ , °E	h , км	m_b	MS (MS^p)		
51	12.05 17:17:12	52.98	159.66	70	4.7	(4.0)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Завойко, Вулканный, Елизово, Сосновка, Паратунка, Термальный — 3–4 балла; Николаевка — 3 балла; Рыбачий, Вилучинск — 2–3 балла
52	20.05 12:12:59	52.93	160.44	40	4.3	(3.4)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Вилучинск — 2 балла
53	25.05 02:35:14	50.24	88.04	10	5.2	(4.7)	Юго-Западная Сибирь, Россия	Бийск, Горно-Алтайск, Усть- Кокс — 3 балла; Барнаул — 2–3 балла; Усть-Каменогорск, Катон- Карагай — 2 балла
54	28.05 18:46:41	52.88	160.37	33	4.8	(4.1)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский, Елизово — 2 балла
55*	29.05 22:23:01	43.75	147.54	40	5.9	(5.8)	Курильские острова	Малокурильское — 5 баллов; Южно-Курильск, Горячий Пляж — 4 балла; Горячие Ключи, Горное — 3–4 балла; Курильск, Рейдово, Менделеево, Головнино — 3 балла
56	02.06 13:48:12	50.23	157.03	50	4.3	(3.4)	Курильские острова	Северо-Курильск — 3 балла
57	04.06 10:22:59	51.21	98.47	10	4.7	(4.0)	Россия—Монголия погр. область	Байкальск — 2–3 балла; Иркутск — 2 балла
58	04.06 14:39:33	52.88	159.85	50	4.9	(4.3)	У восточного поб-я Камчатки	Петропавловск-Камчатский — 3 балла
59	07.06 02:35:58	53.94	108.71	10	4.3	(3.4)	Район оз. Байкал, Россия	Усть-Баргузин — 3–4 балла
60*	13.06 18:35:15	46.17	153.19	40	6.4	5.8	Курильские острова	Горячие Ключи, Курильск, Рейдово, Горное — 2–3 балла
61	17.06 08:13:18	50.60	157.03	80	4.7	(4.0)	Курильские острова	Северо-Курильск — 4 балла; Озерновский — 3–4 балла; Паужетка, Запорожье — 2 балла
62	18.06 23:08:08	42.96	146.46	33	6.1	6.0	У поб-я Хоккайдо, Япония	Малокурильское — 4 балла; Южно-Курильск — 3–4 балла; Лагунное, Горячий Пляж, Менделеево, Головнино — 3 балла
63	21.06 15:05:24	42.87	146.68	33	5.1	(4.6)	У поб-я Хоккайдо, Япония	Малокурильское — 3 балла
64	21.06 21:23:17	42.93	146.47	10	6.0	6.0	У поб-я Хоккайдо, Япония	Малокурильское — 4 балла
65	27.06 14:00:23	43.98	147.02	60	3.9	(2.8)	Курильские острова	Малокурильское — 2–3 балла

№	Дата, время дд.мм чч.мм.сс	Гипоцентр			Магнитуды		Географический регион [Young et al., 1996]	Макросейсмические данные
		φ , °N	λ , °E	h , км	m_b	MS (MS^p)		
66	29.06 14:19:39	45.51	42.35	10	4.3	(3.4)	Район Украина—Молдова—Юго-Западная Россия	Тугулул, Кугульта — 4 балла; Ставрополь, Донское, Дмитриевское — 3–4 балла; Рыздвяный — 3 балла; Невинномысск, Татарка, Подлесное — 2–3 балла; Сочи — 2 балла

Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данного землетрясения Информационного сообщения [Информационные сообщения ..., 2025], знак «**» — наличие статьи с подробными макросейсмическими данными — [Зверева, Клянчин, 2025a] для № 3, 4; [Зверева, Клянчин, 2025б] для № 5, [Зверева и др., 2025б] для № 14; [Зверева и др., 2025a] для № 15; в графе « MS » в скобках указана расчётная магнитуда MS^p по формулам (1)–(2).

В I полугодии 2025 г. Службой срочных донесений были составлены и опубликованы на сайте ФИЦ ЕГС РАН Информационные сообщения о 12 землетрясениях, в т.ч. о десяти сильных землетрясениях Земли с $m_b=6.0–7.0$ (№ 4, 10, 20, 22, 28, 39, 47, 57, 60, 61 в табл. 1) и двух ощутимых землетрясениях на территории России с $m_b=5.8$ и 5.9 (№ 16, 55 в табл. 2) [Информационные сообщения ..., 2025]. Для всех этих событий определены механизмы очагов, представленные в табл. 3.

Таблица 3. Параметры механизмов очагов сильных землетрясений за I полугодие 2025 г.

№ в табл. 1	№ в табл. 2	Дата, дд.мм	t_0 , чч:мм:сс	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Диа- грамма
					T		N		P		$NP1$			$NP2$			
					PL	AZ	PL	AZ	PL	AZ	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
4		07.01	01:05:16	10	0	262	1	172	89	352	353	45	−88	171	45	−92	
10		08.02	23:23:14	10	16	301	73	133	3	32	346	81	166	78	76	9	
	16	15.02	01:48:09	10	47	57	40	255	10	157	210	50	32	98	66	135	
20		28.03	06:20:52	10	27	314	55	91	21	213	352	55	175	85	86	35	
22		30.03	12:18:46	10	63	309	24	159	12	63	353	61	118	125	39	50	
28		13.04	04:24:01	10	74	105	9	231	12	323	225	58	79	65	34	107	
39		02.05	12:58:24	10	74	86	9	321	13	229	307	33	73	147	58	100	
47		22.05	03:19:35	70	34	15	55	180	7	280	153	72	31	52	61	159	
	55	29.05	22:23:01	40	64	296	4	34	26	125	224	20	101	32	71	86	
57		08.06	13:08:04	10	76	96	5	207	13	298	204	58	84	35	32	99	
60	60	13.06	18:35:15	40	59	299	18	61	24	159	282	26	134	55	72	71	
61		15.06	16:35:30	50	77	251	3	147	13	56	329	58	94	141	32	84	

Пространственное и временное распределение сейсмичности

На рис. 2 показано географическое распределение на земном шаре эпицентров представленных в табл. 1 землетрясений с m_b (MS) ≥ 6.0 , зарегистрированных ССД в I полугодии 2025 года. Гипоцентры большинства сильных землетрясений Земли приурочены к границам крупнейших тектонических плит и с большой долей вероятности являются межплитовыми (для более точного утверждения необходимы специальные исследования, не входящие в рамки данной статьи). К внутриплитным землетрясениям можно с уверенностью отнести событие 13 апреля с $MS=5.9$, $I_0=8$ баллов на северо-востоке Таджикской депрессии [Петрова и др., 2025] (№ 28 в табл. 1 и на рис. 2), находящееся на небольшой глубине ($h=10$ км) и на значительном удалении от границы между Евразийской плитой и субдирирующей под неё Индийской плитой.

По-прежнему наиболее активно протекали сейсмотектонические процессы в восточном полушарии (рис. 2). Здесь наибольшее число эпицентров приурочено к границам Австралийской плиты с Тихоокеанской, Антарктической и Сунда. Много умеренных землетрясений с $MS^p < 7.0$ произошло в зоне контакта Тихоокеанской и Охотской плит, несколько крупных событий локализовано на границах Евразийской плиты с Индийской и Филиппинской. Отмечается новый этап активизации сейсмичности в районе о. Крит, на юге Эгейской малой плиты, где в сентябре–декабре 2021 г. была зафиксирована серия из четырёх землетрясений с $m_b=6.1$ – 6.4 [Виноградов и др., 2022], а 13 и 22 мая 2025 г. зарегистрированы землетрясения с $m_b=6.2$ и 6.4 соответственно (№ 43 и 47 на рис. 2 и в табл. 1).

В западном полушарии самой высокой плотностью эпицентров землетрясений с m_b (MS) ≥ 6.0 выделялись зоны контакта Южно-Американской плиты с плитами Кокос, Наска, Карибской и Антарктической, а также район архипелага Фиджи, островов Тонга и Кермадек на границе Австралийской и Тихоокеанской плит (№ 9, 22, 30, 44, 50, 52, 53 в табл. 1 и на рис. 2).

Из 67 землетрясений в табл. 1 очаги 48 находились в пределах земной коры ($h < 70$ км). 18 землетрясений с промежуточной глубиной ($70 \leq h \leq 300$ км) приурочены, как обычно, к зонам субдукции: район Южных Сандвичевых островов (№ 1 в табл. 1), Северное Чили (№ 2, 14), Мичоакан, Мексика (№ 5), Хальмахера, Индонезия (№ 8), южнее островов Фиджи (№ 30),

острова Талауд, Индонезия (№ 32), острова Вануату (№ 33), полуостров Минахасса, Сулавеси (№ 41), Северная Суматра, Индонезия (№ 42), Крит, Греция (№ 43, 47), острова Тонга (№ 44), Центральное Перу (№ 45), побережье Северного Чили (№ 55), Минданао, Филиппины (№ 66). Самое глубокое за рассматриваемый период землетрясение 13 апреля с $m_b=6.0$, $h=380$ км (№ 29) также приурочено к зоне субдукции северо-западнее Курильских островов. Отметим, что это единственное (по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН) на земном шаре сильное землетрясение с $h \geq 300$ км в I полугодии 2025 года.

Сильнейшее по магнитуде землетрясение Земли за I полугодие 2025 г. (№ 20 в табл. 1) с $MS=7.8$ ($M_w=7.4$) произошло 28 марта в Мьянме, на границе Индийской и Евразийской тектонических плит [Информационное сообщение о сильном землетрясении в Мьянме ..., 2025].

На территории России все максимальные по магнитуде, глубине и ощутимости землетрясения произошли в зоне субдукции Тихоокеанской плиты под Охотскую (рис. 3). Самым сильным по магнитудам ($m_b=6.4$, $MS=5.8$, $M_w=6.1$) стало землетрясение 13 июня в 18^h35^m (№ 60 в табл. 1 и 2) в Тихом океане восточнее Курильских островов [Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 13 июня ..., 2025]), которое для данного региона является рядовым событием. Самым глубоким не только в России, но и на земном шаре является землетрясение 13 апреля в 09^h13^m северо-западнее Курил (№ 29 в табл. 1, № 33 в табл. 2). По ощутимости максимальным (5 баллов в ближайшем населённом пункте) было землетрясение 29 мая в 22^h23^m с $m_b=5.9$ ($M_w=5.5$) в Тихом океане восточнее Курильских островов (№ 55 в табл. 2) [Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 29 мая ..., 2025].

В анализируемый период времени землетрясения, ощущавшиеся на территории Российской Федерации, зарегистрированы в Дальневосточном округе и вблизи его границ (49 событий), в Сибирском округе (шесть событий), в Северо-Кавказском округе (шесть событий) и в Южном округе (пять событий) (рис. 4).

Значительная часть событий, ощущавшихся на территории России, была локализована в зоне субдукции Тихоокеанской плиты под Охотскую: 26 событий с $m_b=3.9$ – 5.9 в районе Камчатского полуострова; 19 событий с $m_b=3.8$ – 6.4 в районе Курильских островов. Очаги многих камчатских землетрясений находились на больших глубинах,

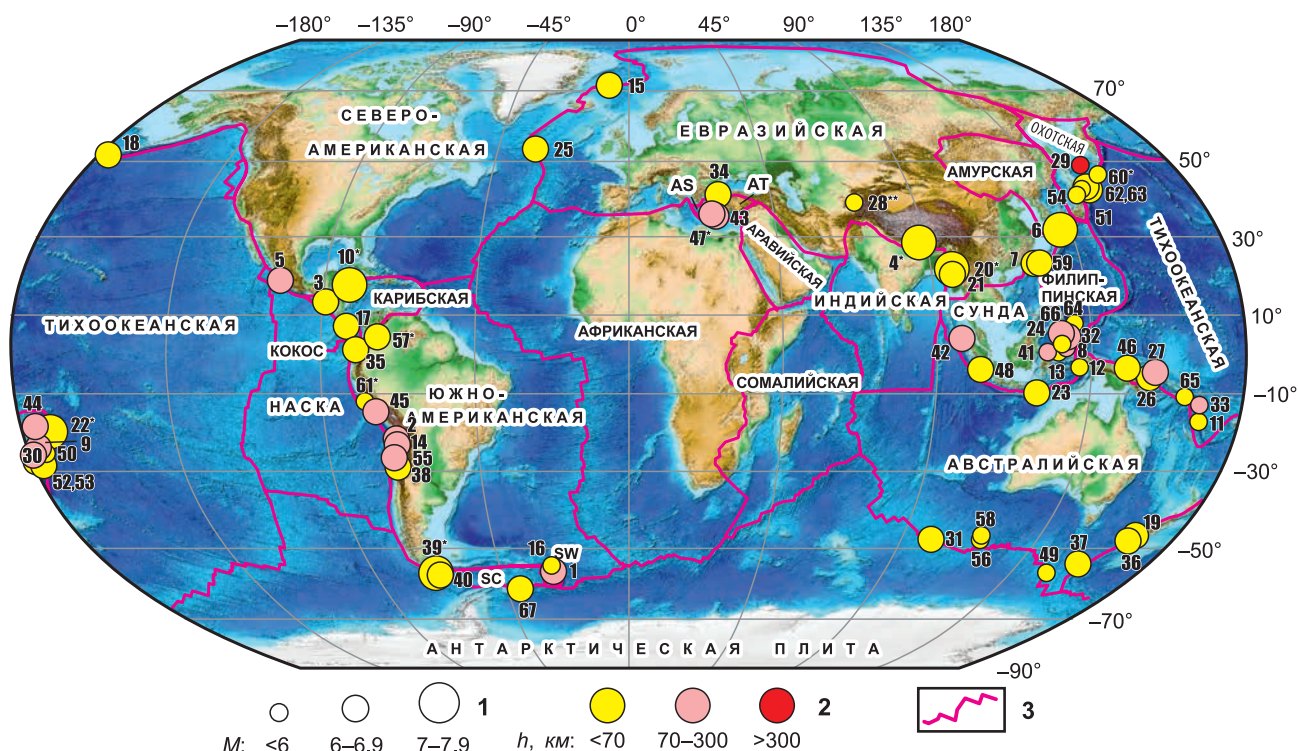


Рис. 2. Карта эпицентров сильных землетрясений Земли (табл. 1) в I полугодии 2025 г. по данным ССД.

1 – магнитуа MS^p , номер рядом с эпицентром соответствует номеру в табл. 1; 2 – глубина гипоцентров; 3 – границы тектонических плит Земли (AS – плита Эгейского моря, AT – Анатолийская, SC – Скотия, SW – Сандвичева) [Bird, 2003]

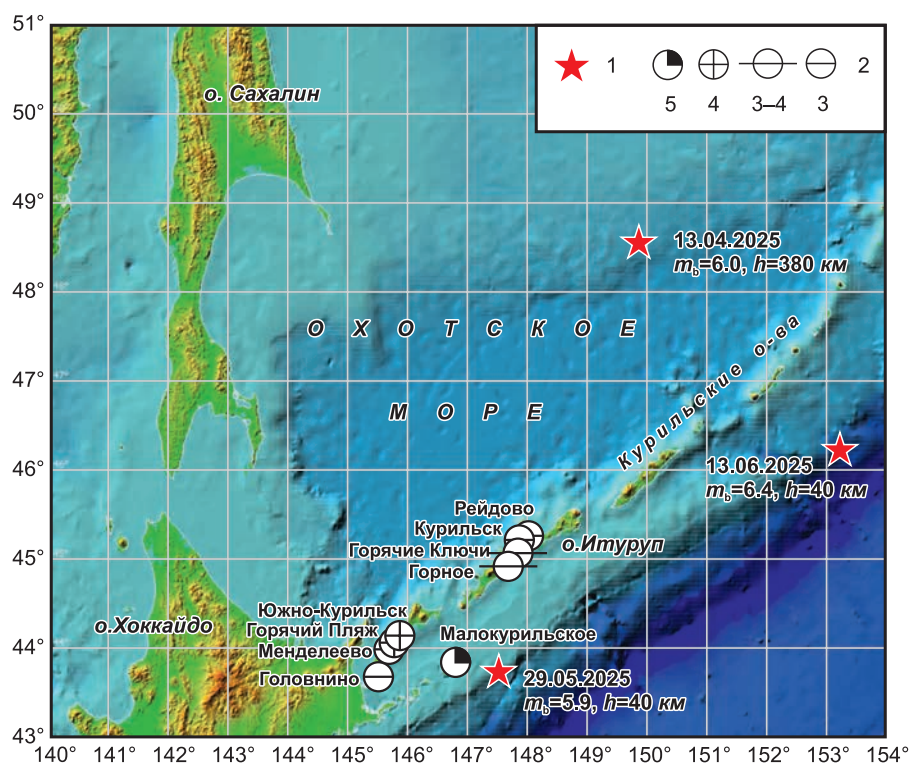


Рис. 3. Карта эпицентров самых заметных землетрясений на территории России в I полугодии 2025 г.: самое сильное по магнитуе (13 июня, $m_b=6.4$), самое глубокое (13 апреля, $h=380$ км) и максимально ощутимое (29 мая, 5 баллов в с. Малокурильском).

1 – эпицентр; 2 – интенсивность сотрясений в баллах. Показанные на карте интенсивности сотрясений в населённых пунктах наблюдались при землетрясении 29 мая

поэтому интенсивность сотрясений в ближайших городах не превышала 4 баллов. По данным Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН, переданным в ССД, землетрясение 29 мая с $m_b=5.9$ вызвало 5-балльные сотрясения по шкале ШСИ-17 [ГОСТ ..., 2017] в Малокурильском, 4-балльные – в Южно-Курильске и Горячем Пляже (рис. 3). Ещё три события в этом регионе ощущались с максимальной интенсивностью до 4 баллов. Интенсивность остальных 15 землетрясений не превышала 3–4 баллов.

Два ощутимых землетрясения произошли на российской территории Североамериканской плиты. В Чукотском автономном округе землетрясение 11 мая с $m_b=5.4$ (№ 50 в табл. 2) вызвало 3-балльные сотрясения в населённых пунктах Алыкатвааме, Беринговском, Мейныпильгыно (по данным Магаданского филиала ФИЦ ЕГС РАН). Землетрясение 3 февраля с $m_b=5.1$ в Беринговом проливе (№ 11 в табл. 2) вызвало 3–4-балльные сотрясения в с. Уэлен и 3-балльные сотрясения в с. Лаврентия.

На границе Амурской и Евразийской плит отмечено три ощутимых толчка, произошедших в районе оз. Байкал. Интенсивность сотрясе-

ний от них не превышала 4 баллов, кроме толчка 6 января с $m_b=4.0$ (№ 2 в табл. 2 и на рис. 4), который, по данным Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН, ощущался с интенсивностью 4–5 баллов в пос. Куанда Забайкальского края.

Два землетрясения в Республике Алтай и по одному в Республике Бурятия и Республике Тыва ощущались с интенсивностью до 3 баллов.

На российской территории Северного Кавказа наибольшие сотрясения (4 балла) вызвало землетрясение 29 июня с $m_b=4.3$ (№ 66 в табл. 2 и на рис. 4) в Ставропольском крае. Землетрясение 11 марта с $m_b=4.1$ (№ 24 в табл. 2) ощущалось с максимальной интенсивностью до 3–4 баллов. Интенсивность сотрясений при четырёх остальных ощутимых землетрясениях в этом регионе (одном в Дагестане и трёх в Ставропольском крае) не превышала 2–3 баллов.

В Краснодарском крае с максимальной интенсивностью до 4–5 баллов в Сочи и селе Солохаул ощущались землетрясения 11 января с $m_b=3.9$ (№ 4 в табл. 2 и на рис. 4) и 13 февраля с $m_b=4.4$ (№ 15 в табл. 2 и на рис. 4). Интенсивность сотрясений при остальных четырёх событиях (№ 3, 5, 14, 24 в табл. 2) не превышала 4 баллов.

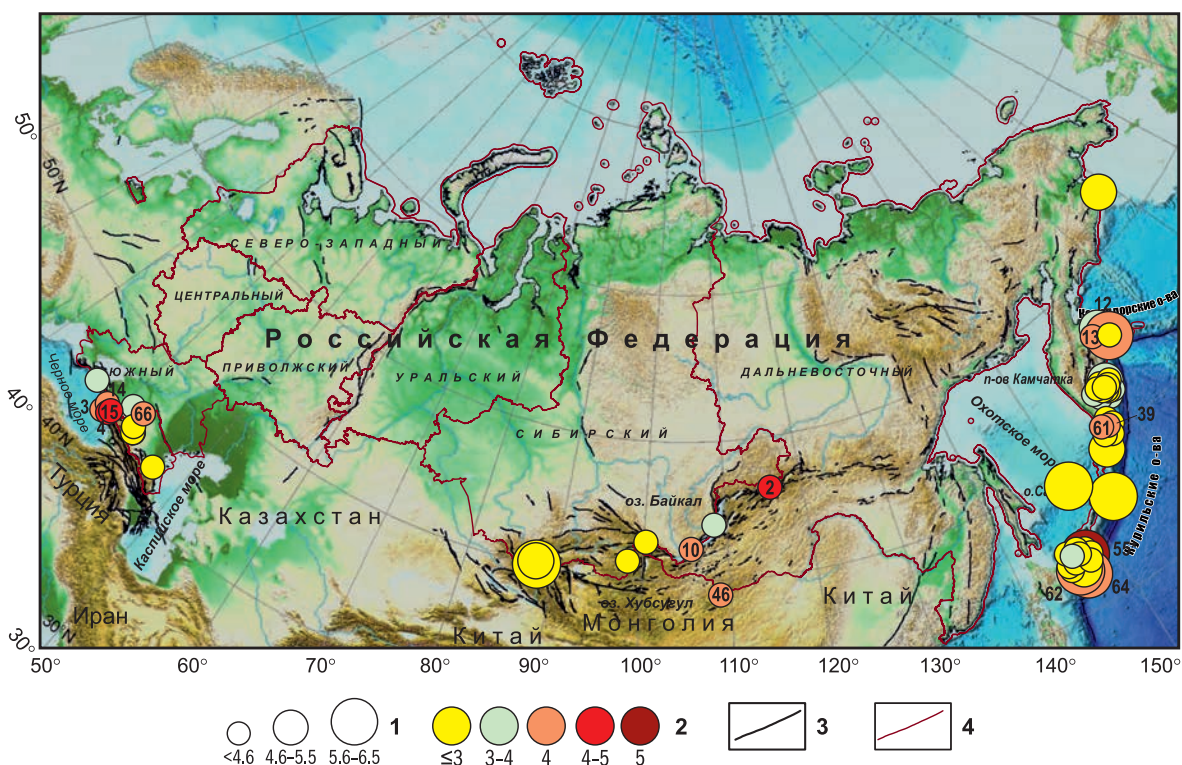


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений, ощущавшихся на территории России в I полугодии 2025 г., согласно табл. 2.

1 – магнитуа MS^p ; 2 – максимальная интенсивность сотрясений $I_{\max}$ в баллах в населённых пунктах России, при $I_{\max} \geq 4$ баллов указан номер землетрясения из табл. 2; 3 – активные разломы; 4 – границы территориальных округов РФ

На рис. 5 представлены графики распределения логарифмов полугодических значений выделившейся на земном шаре сейсмической энергии (а) и кумулятивной энергии дискретных событий (б) за период с 1 января 2010 г. по 30 июня 2025 года. Среднее за 2010–2024 гг. полугодическое значение сейсмической энергии, выделившейся на земном шаре, $\overline{\Sigma E_{0,5}} = 2.17 \cdot 10^{17}$ Дж, показано на графике горизонтальной пунктирной линией. Как видно, выделенная на земном шаре в I полугодии 2025 г. сейсмическая энергия ($\Sigma E_{0,5} = 6.76 \cdot 10^{16}$ Дж) незначительно понизилась по сравнению с таковой во II полугодии 2024 г. ($\Sigma E_{0,5} = 8.22 \cdot 10^{16}$ Дж), оставаясь ниже среднего полугодического значения за период 2010–2024 гг., как и в большинстве полугодий в течение трёх предыдущих лет (рис. 5).

Механизмы очагов и макросейсмические проявления наиболее значимых землетрясений

В рассматриваемый период самым сильным и катастрофическим на земном шаре было землетрясение с $MS=7.8$ ($M_w=7.4$) (№ 20 в табл. 1, 3), которое произошло 28 марта в 06^h20^m на северо-западе Мьянмы. Очаг землетрясения находился на глубине 10 км, в 10 км к западо-юго-западу от г. Сикайна, в 27 км к юго-западу от г. Мандалая и в 234 км к северу от столицы Мьянмы Нейпидо. В течение 11 часов после главного толчка ССД зарегистрировала восемь афтершоков с $m_b \geq 4.3$. В результате землетрясения в Мьянме

3791 человек погиб, более пяти тысяч пострадало [UNICEF Myanmar ..., 2025]. В Мьянме обрушился мост через реку Иравади общей длиной более 1 км, который соединял пригород г. Мандалая с городом Сикайном, были повреждены ЛЭП и нефтепровод. В Мандалае частично разрушились исторический дворец и другие здания. Самолет Ил-76 МЧС России с аэромобильным госпиталем и дополнительной группой спасателей и медиков был отправлен в Мьянму. Спасатели МЧС РФ работали над ликвидацией последствий землетрясения в наиболее пострадавшем от землетрясения городе Мьянмы Мандалае. В Бангкоке из-за землетрясения обрушилось строящееся здание, в результате погиб 41 человек [Что известно о последствиях ..., 2025]. Была объявлена эвакуация жителей многоэтажных домов. Авиарегулятор Таиланда после землетрясения запретил всем аэропортам страны осуществлять полёты. Землетрясение также привело к повреждениям и частичному разрушению более 800 домов в приграничном китайском городе Жуйли [Xinhua: землетрясение в Мьянме ..., 2025]. Землетрясение также ощущалось в Бангладеше, Индии, Лаосе и во Вьетнаме.

Землетрясение 28 марта произошло на границе Индийской и Евразийской плит, в 440 км к западо-юго-западу от эпицентра землетрясения 24 марта 2011 г. с $MS=7.2$. Тогда погибло не менее 60 человек, ранения получили 90 человек [Информационное сообщение о сильном землетрясении в Мьянме ..., 2025].

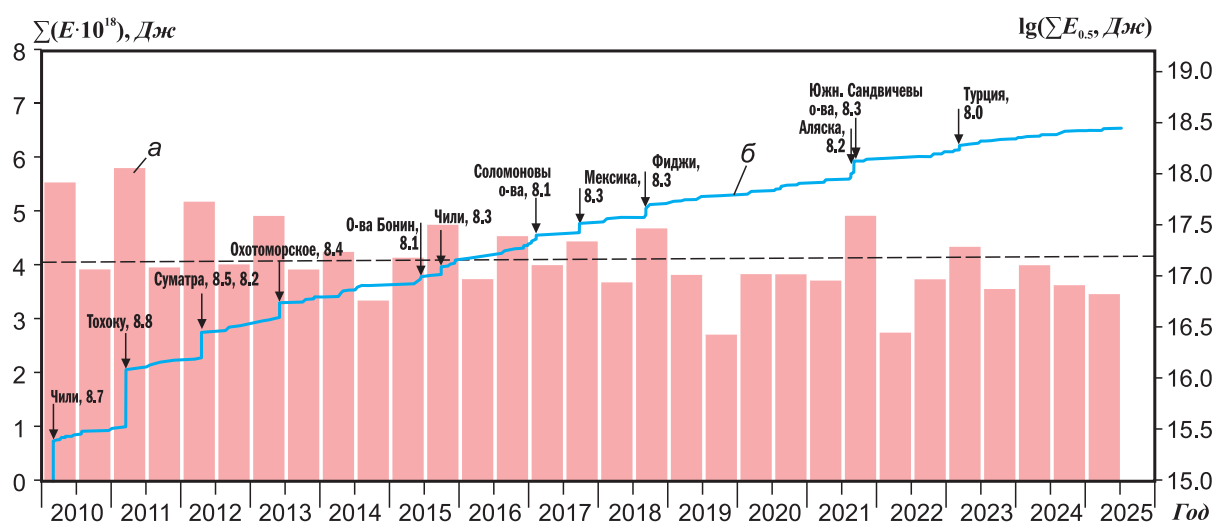


Рис. 5. Распределение за период 2010 г. – I полугодие 2025 г. логарифмов полугодических значений суммарной сейсмической энергии $\lg \Sigma E_{0,5}$, выделившейся при землетрясениях земного шара (а), и кумулятивный график энергии дискретных событий ΣE (б).

Стрелками показаны землетрясения с магнитудами $MS (M_w) \geq 8$, пунктиром – среднее полугодическое значение сейсмической энергии за период 2010–2024 гг.

Механизм очага землетрясения (№ 20 в табл. 1, 3) рассчитан по знакам первых вступлений продольных волн на записях 106 сейсмических станций, из них на 77 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 29 – волны растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний $\Delta=2-99^\circ$ и в азимутальном створе $AZ=0-357^\circ$. Согласно рассчитанному механизму очага, землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений сжатия, ориентированных на юго-запад ($AZ=213^\circ$) и растяжения, ориентированных на северо-запад ($AZ=314^\circ$). Одна из плоскостей ($NP1$) простирается на север ($STK=352^\circ$), другая ($NP2$) – на восток ($STK=85^\circ$). Нодальная плоскость $NP1$ залегает более полого ($DP=55^\circ$) относительно плоскости $NP2$ ($DP=85^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – правосторонний сдвиг, по $NP2$ – левосторонний сдвиг. Сейсмический момент землетрясения, полученный в ФИЦ ЕГС РАН по спектру продольных волн на станции «Обнинск» ($\Delta=54.9^\circ$), составляет $M_0=1.27 \cdot 10^{20} \text{ Н}\cdot\text{м}$, $Mw=7.4$.

Сильнейшее на территории Российской Федерации землетрясение с $MS=5.8$, $m_b=6.4$ ($Mw=6.1$) произошло на глубине 40 км 13 июня в 18^h35^m (№ 60 в табл. 1 и 2) в Тихом океане восточнее Курильских островов, в 425 км к востоку–северо-востоку от г. Курильска и в 541 км к юго-западу от г. Северо-Курильска. Землетрясение произошло достаточно далеко от населённых пунктов, поэтому максимальная интенсивность не превысила 2–3 баллов на о. Итуруп в городах Курильск и Рейдово, в сёлах Горячие Ключи и Горный (рис. 3).

Механизм очага этого землетрясения (№ 60 в табл. 3) рассчитан по записям 107 станций, из которых на 85 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 22 – растяжения (знаки минус), $\Delta=4.9-85.8^\circ$, $AZ=5-359^\circ$. Землетрясение возникло под действием преобладающих напряжений сжатия, ориентированных на юго–юго-восток ($AZ=159^\circ$). Одна из плоскостей ($NP1$) простирается на западо–северо-запад ($STK=282^\circ$), другая ($NP2$) – на северо-восток ($STK=55^\circ$). $NP1$ залегает полого ($DP=26^\circ$), в отличие от $NP2$ ($DP=72^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – надвиг (поддвиг) с компонентой правостороннего сдвига, а по $NP2$ – взброс. Сейсмический момент землетрясения, полученный по спектрам продольных волн на станции «Талая» ($\Delta=32.5^\circ$), составляет $M_0=1.5 \cdot 10^{18} \text{ Н}\cdot\text{м}$, $Mw=6.1$ [Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 29 мая ..., 2025].

Как уже отмечалось, наибольшую интенсивность сотрясений (до 5 баллов) жители России ощутили при землетрясении 29 мая в 22^h23^m с $m_b=5.9$ ($Mw=5.5$) (№ 55 в табл. 2 и 3) в Тихом океане восточнее Курильских островов на глубине 40 км, в 57 км к востоку от Мало-Курильского, в 142 км к востоку–юго-востоку от г. Южно-Курильска и в 167 км к юго–юго-западу от г. Курильска. Наибольшая интенсивность сотрясений 5 баллов по шкале ШСИ-17 [ГОСТ..., 2017] наблюдалась в Мало-Курильском. Более подробные сведения об осязательности в населённых пунктах представлены в табл. 2 и на рис. 3.

Механизм очага этого землетрясения (№ 55 в табл. 3) рассчитан по записям 113 станций, из которых на 93 станциях зарегистрированы волны сжатия, на 20 – растяжения, $\Delta=1.2-84.2^\circ$, $AZ=1-356^\circ$. Землетрясение возникло под действием преобладающих напряжений растяжения, ориентированных на восток–юго-восток ($AZ=125^\circ$). Одна из плоскостей ($NP1$) простирается на юго-запад ($STK=224^\circ$), другая ($NP2$) – на северо–северо-восток ($STK=32^\circ$). Плоскость $NP1$ залегает полого ($DP=20^\circ$), в отличие от крутой плоскости $NP2$ ($DP=71^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – надвиг, по $NP2$ – взброс. Сейсмический момент землетрясения, полученный по спектру продольных волн на станции «Талая» ($\Delta=30.2^\circ$), составляет $M_0=2.1 \cdot 10^{17} \text{ Н}\cdot\text{м}$, $Mw=5.5$ [Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 13 июня ..., 2025].

Выводы

В I полугодии 2025 г., как и ранее, большинство сильнейших землетрясений происходило в зонах контакта крупных тектонических плит Земли, а подвижки в их очагах соответствовали типам движений по существующим тектоническим разломам.

Выделенная на земном шаре в I полугодии 2025 г. сейсмическая энергия ($\Sigma E_{0.5}=6.76 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$) немного понизилась по сравнению с таковой во II полугодии 2024 г. ($\Sigma E_{0.5}=8.22 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$), оставаясь ниже среднего полугодичного значения за период 2010–2024 гг., как и в большинстве полугодий в течение трёх предыдущих лет.

Самым сильным и катастрофическим на земном шаре в I полугодии 2025 г. было землетрясение 28 марта с $MS=7.8$ в Мьянме.

Сильнейшим в Российской Федерации стало землетрясение 13 июня в 18^h35^m с $MS=5.8$ ($Mw=6.1$) в Тихом океане восточнее

Курильских островов, которое ощущалось с интенсивностью 2–3 балла на острове Итуруп.

Землетрясений с катастрофическими последствиями на территории России не происходило. Наиболее ощутимым (до 5 баллов на о. Шикотан) было землетрясение 29 мая с $m_b=5.9$ ($M_w=5.5$) в Тихом океане восточнее Курильских островов.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-00604-25) и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>).

Авторы выражают благодарность сотрудникам ФИЦ ЕГС РАН О.П. Каменской и А.С. Вакуловскому за помощь в подготовке графических материалов к печати.

Литература

- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара во II полугодии 2024 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 1. — С. 7–25. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.01. — EDN: BSDKKV
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Пойгина С.Г., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара во II полугодии 2020 г. по данным ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2021. — Т. 3, № 1. — С. 7–26. — DOI: 10.35540/2686-7907.2021.1.01. — EDN: QAZMDA
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Пойгина С.Г., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2024 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2024. — Т. 6, № 3. — С. 7–26. — DOI: 10.35540/2686-7907.2024.3.01. — EDN: QSIFHR
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Пойгина С.Г., Петрова Н.В., Коломиец М.В. Сильные землетрясения на территории земного шара и России в I полугодии 2020 г. по данным ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2020. — Т. 2, № 3. — С. 7–21. — DOI: 10.35540/2686-7907.2020.3.01. — EDN: СВІІІІ
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Пойгина С.Г., Петрова Н.В., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара во II полугодии 2021 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2022. — Т. 4, № 1. — С. 7–27. — DOI: 10.35540/2686-7907.2022.1.01. — EDN: RYDRHF
- ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. — Введ. 2017-07-19. — М.: Стандартинформ, 2017. — 28 с. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146265>
- Зверева А.С., Габсатарова И.П., Клянчин А.И. Землетрясение 13 февраля 2025 г. вблизи г. Сочи с $M_w=4.1$, $I_0=4–5$ баллов // Российский сейсмологический журнал. — 2025а. — Т. 7, № 1. — С. 95–102. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.08. — EDN: HUQKFT
- Зверева А.С., Клянчин А.И. Дуплет ощутимых землетрясений 11 января 2025 г. в районе г. Сочи // Российский сейсмологический журнал. — 2025а. — Т. 7, № 1. — С. 74–80. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.05. — EDN: UTSBSZ
- Зверева А.С., Клянчин А.И. Землетрясение 12 января 2025 г. в 14:49 в Чёрном море вблизи Керченского пролива с $M_w=4.2$, $I_0=3–4$ балла // Российский сейсмологический журнал. — 2025б. — Т. 7, № 1. — С. 81–87. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.06. — EDN: BLWJWP
- Зверева А.С., Клянчин А.И., Михайлова А.В. Землетрясение 12 февраля 2025 г. в 13:40 в акватории Чёрного моря (вблизи г. Туапсе) с $M_w=3.3$, $I_0=4$ балла // Российский сейсмологический журнал. — 2025б. — Т. 7, № 2. — С. 49–56. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.2.04. — EDN: LMRWQA
- Информационное сообщение о сильном землетрясении в Мьянме 28 марта 2025 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=279> (дата обращения 01.07.2025).
- Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 13 июня 2025 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=289> (дата обращения 01.07.2025).
- Информационное сообщение о сильном землетрясении восточнее Курильских островов 29 мая 2025 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=287> (дата обращения 01.07.2025).
- Информационные ресурсы Единой геофизической службы РАН // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/infres/> (дата обращения 08.07.2025).
- Информационные сообщения // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/> (дата обращения 08.07.2025).
- Информация Службы срочных донесений // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/ssd.htm> (дата обращения 08.07.2025).
- Красилов С.А., Коломиец М.В., Пойгина С.Г. База данных «Землетрясения» Службы срочных донесений / Свидетельство о государственной регистрации

базы данных № 2020622314 от 18.11.2020 г. — EDN: YFGZWL.

Ландер А.В. Программа расчёта и графического представления механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений *P*-волн (FA) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662004 от 25 сентября 2018 г. — EDN: GTRUYE

Петрова Н.В., Рыжикова М.И., Соколова И.Н., Улубиева Т.Р. Землетрясение 13 апреля 2025 г. с $MS=5.9$, $I_0=8$ баллов в Таджикистане: оперативные и уточнённые данные // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 2. — С. 57–78. — DOI: 10.35540/2686-7907.2025.2.05. — EDN: SDZBQC

Старовойт О.Е. Сейсмологический центр в Обнинске в 1963–2003 гг. / Отв. ред. А.Я. Сидорин. — М.: ИФЗ РАН, 2017. — 100 с.

Что известно о последствиях землетрясения в Юго-Восточной Азии // ТАСС [сайт]. — URL: <https://tass.ru/proisshestiya/23536119> (дата обращения 04.07.2025).

Bird P. An updated digital model of plate boundaries // *Geochemistry Geophysics Geosystems*. — 2003. — V. 4, N 3. — 1027. — DOI: 10.1029/2001GC000252

CSEM EMSC. Earthquake. Latest data contributions [Site]. — URL: <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php> (дата обращения 12.07.2025).

Gutenberg B., Richter C.F. Magnitude and energy of earthquakes // *Annals of Geophysics*. — 1956. — V. 9, N 1. — P. 1–15.

International Seismological Centre (ISC). Online Bulletin [Site]. — URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. — United Kingdom, Thatcham: Internat. Seismol. Centre, 2025. — DOI: 10.31905/D808B830

Petrova N.V., Gabsatarova I.P. Depth corrections to surface-wave magnitudes for intermediate and deep earthquakes in the regions of North Eurasia // *Journal of Seismology*. — 2020. — V. 24. — P. 203–219. — DOI: 10.1007/s10950-019-09900-8

Swiss Seismological Service. SED. Earthquakes [Site]. — 2025. — URL: <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/> (дата обращения 12.07.2025).

UNICEF Myanmar Flash Update No. 12 (Earthquake), 09 May 2025 // Relief Web [Site]. — URL: <https://reliefweb.int/report/myanmar/unicef-myanmar-flash-update-no-12-earthquake-09-may-2025> (дата обращения 08.07.2025).

Xinhua: землетрясение в Мьянме повредило более 800 домов в приграничном городе Китая // ТАСС [сайт]. — URL: <https://tass.ru/proisshestiya/23546129> (дата обращения 04.07.2025).

Young J.B., Presgrave B.W., Aichele H., Wiens D.A., Flinn E.A. The Flinn-Engdahl regionalization scheme: The 1995 revision // *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. — 1996. — V. 96, N 4. — P. 223–297. — DOI: 10.1016/0031-9201(96)03141-X

Сведения об авторах

Виноградов Юрий Анатольевич, доктор техн. наук, директор Федерального государственного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН), г. Обнинск, Россия. E-mail: yvin@gsras.ru

Рыжикова Мария Игоревна, зам. зав. отделом ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: masha@gsras.ru

Петрова Наталия Владимировна, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. ORCID: 0000-0002-2052-1327. E-mail: npetrova@gsras.ru

Коломиец Марина Викторовна, зав. отделом ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: kolmar@gsras.ru

Global earthquakes in the 2025 first half according to the GS RAS

© 2025 Yu.A. Vinogradov, M.I. Ryzhikova, N.V. Petrova, M.V. Kolomiets

GS RAS, Obninsk, Russia

Received July 31, 2025

Abstract The paper presents a description of the Earth's seismicity in the first half of 2025 at a magnitude level of m_b (MS) ≥ 6.0 (a total of 67 earthquakes), as well as information on 66 earthquakes felt in the territory of the Russian Federation according to the Earthquake Early Alert Service of the Geophysical Survey RAS. Information messages were published for the 12 strongest events within one or two days after their occurrence. The messages provide parameters of the main shocks, focal mechanisms, wave forms and macroseismic data. During the period under review, the strongest earthquake on the globe occurred on March 28 with MS=7.8 (Mw=7.4) in northwest Myanmar. As a result, 3791 people died, more than five thousand were injured. On the territory of Russia, the most noticeable earthquake occurred on May 29 with m_b =5.9 (Mw=5.5) in the Pacific Ocean, east of the Kuril Islands. Its shaking intensity was $I_1=5$ in the nearest settlement Malokurilskoye ($\Delta=57$ km). The seismic energy released on the globe in the first half of 2025 ($\Sigma E_{0.5}=6.76 \cdot 10^{16}$ J) decreased slightly compared to that in the second half of 2024 ($\Sigma E_{0.5}=8.22 \cdot 10^{16}$ J), remaining below the average semi-annual value for the period 2010–2024 ($\Sigma E_{0.5}=2.17 \cdot 10^{17}$ J), as in most half-years during the three previous years.

Keywords Earthquake Early Alert Service, seismic stations, strong earthquakes, magnitude, seismic energy, focal mechanism, macroseismic effect.

For citation Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V. & Kolomiets, M.V. (2025). [Global earthquakes in the 2025 first half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(3), 7–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.3.01>. EDN: HCUGXQ

References

- Bird, P. (2003). An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027. DOI: [10.1029/2001GC000252](https://doi.org/10.1029/2001GC000252)
- Chto izvestno o posledstviyah zemletriaseniya v Iugo-Vostochnoy Azii* [What is known about the effects of the earthquake in Southeast Asia]. (2025). TASS. Retrieved from <https://tass.ru/proisshestiya/23536119>. (In Russ.).
- CSEM EMSC. (2025). Earthquake. Latest data contributions. Retrieved from <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
- GOST R 57546-2017. (2017). [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 28 p. (In Russ.).
- Gutenberg, B., & Richter, C.F. (1956). Magnitude and energy of earthquakes. *Annals of Geophysics*, 9(1), 1–15.
- Information message about a strong earthquake east of the Kuril Islands on June 13, 2025. (2025). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=289&lang=en>
- Information message about a strong earthquake east of the Kuril Islands on May 29, 2025. (2025). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=287&lang=en>
- Information message about strong earthquake in Myanmar on March 28, 2025. (2025). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=279&lang=en>
- Information messages. (2025). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/>
- Informatsionnye resursy Edinoi geofizicheskoi sluzhby RAN* [Information resources of the GS RAS]. (2025). Retrieved from <http://www.gsras.ru/new/infres/> (In Russ.).
- International Seismological Centre. (2025). On-line Bulletin. DOI: [10.31905/D808B830](https://doi.org/10.31905/D808B830)
- Krasilov, S.A., Kolomiets, M.V., & Poygina, S.G. (2020). [Database “Earthquakes” Early Alert Service]. Certificate of state registration of database No. 2020622314. (In Russ.). EDN: YFGZWL
- Lander, A.V. (2018). [Program for calculating and graphing the mechanisms of earthquake sources by signs of the first arrivals of P-waves (FA)]. Certificate of state registration of a computer program No. 2018662004. (In Russ.). EDN: GTRUYE
- Last Earthquake (by Alert Service). (2025). GS RAS. Retrieved from http://www.ceme.gsras.ru/new/eng/ssd_news.htm

- Petrova, N.V., & Gabsatarova, I.P. (2020). Depth corrections to surface-wave magnitudes for intermediate and deep earthquakes in the regions of North Eurasia. *Journal of Seismology*, 24, 203-219. DOI: 10.1007/s10950-019-09900-8
- Petrova, N.V., Ryzhikova, M.I., Sokolova, I.N., & Ulubieva, T.R. (2025). [Earthquake on April 13, 2025 with $M_S=5.9$, $I_0=8$ in Tajikistan: urgent and updated data]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(2), 57-78. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.2.05. EDN: SDZBQC
- Starovoit, O.E. (2017). *Seismologicheskii tsentr v Obninske v 1963–2003 gg. Otv. red. A.Ia. Sidorin* [Seismological Center in Obninsk in 1963–2003. Ed. A.I. Sidorin]. Moscow, Russia: IPE RAS Publ., 100 p. (In Russ.).
- Swiss Seismological Service. (2025). SED. Earthquakes. Retrieved from <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/>
- UNICEF Myanmar Flash Update No.12 (Earthquake), 09 May 2025. (2025). ReliefWeb. Retrieved from <https://reliefweb.int/report/myanmar/unicef-myanmar-flash-update-no-12-earthquake-09-may-2025>
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Poygina, S.G., Petrova, N.V., & Kolomiets, M.V. (2022). [Global earthquakes in the 2021 second half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 4(1), 7-27. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2022.1.01. EDN: RYDRHF
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2021). [Global earthquakes in the 2020 second half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 3(1), 7-26. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2021.1.01. EDN: QAZMDA
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2024). [Global earthquakes in the 2024 first half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 6(3), 7-26. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2024.3.01. EDN: QSIFHR
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2025). [Global earthquakes in the 2024 second half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(1), 7-25. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.01. EDN: BSDKKB
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Poygina, S.G., Petrova, N.V., & Kolomiets, M.V. (2020). [Strong earthquakes in the Globe and Russia in the first half of 2020 according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 2(3), 7-21. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2020.3.01. EDN: CBIHII
- Xinhua: zemletryasenie v M'yanme povredilo bolee 800 domov v prigranichnom gorode Kitaya [Xinhua: Myanmar earthquake damages more than 800 homes in Chinese border town]. (2025). TASS. Retrieved from <https://tass.ru/proisshestviya/23546129> (In Russ.).
- Young, J.B., Presgrave, B.W., Aichele, H., Wiens, D.A., & Flinn, E.A. (1996). The Flinn-Engdahl regionalization scheme: the 1995 revision. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 96(4), 223-297. DOI: 10.1016/0031-9201(96)03141-X
- Zvereva, A.S., & Klianchin, A.I. (2025). [Doublet of felt earthquakes on January 11, 2025 in the area of Sochi]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(1), 74-80. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.05. EDN: UTSBSZ
- Zvereva, A.S., & Klianchin, A.I. (2025). [Earthquake on January 12, 2025 at 14:49 in the Black Sea (in the Kerch strait area), $M_w=4.2$, $I_0=3-4$ points]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(1), 81-87. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.06. EDN: BLWJWP
- Zvereva, A.S., Gabsatarova, I.P., & Klianchin, A.I. (2025). [Earthquake on February 13, 2025 near Sochi with $M_w=4.1$, $I_0=4-5$ points]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(1), 95-102. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.1.08. EDN: HUQKF
- Zvereva, A.S., Klianchin, A.I., & Mikhailova, A.V. (2025). [Earthquake on February 12, 2025 at 13:40 in the Black Sea (near Tuapse city) with $M_w=3.3$, $I_0=4$ points]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(2), 49-56. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2025.2.04. EDN: LMRWQA

Information about authors

Vinogradov Yuri Anatolyevich, Dr., Director of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (GS RAS), Obninsk, Russia. E-mail: yvin@gsras.ru

Ryzhikova Mariya Igorevna, Deputy Head of Department of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: masha@gsras.ru

Petrova Nataliya Vladimirovna, PhD, Leading Researcher of the GS RAS, Obninsk, Russia. ORCID: 0000-0002-2052-1327. E-mail: npetrova@gsras.ru

Kolomiets Marina Viktorovna, Head of Department of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: kolmar@gsras.ru