

УДК 550.348. (100)

Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2023 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН

© 2023 г. Ю.А. Виноградов, М.И. Рыжикова, С.Г. Пойгина, Н.В. Петрова,
М.В. Коломиец

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия

Поступила в редакцию 31.07.2023 г.

Аннотация. Представлена информация о сейсмичности Земли на уровне $m_b \geq 6.0$ в I полугодии 2023 г., а также о 97 ощущавшихся на территории Российской Федерации землетрясениях по данным Службы срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН. Для 14 наиболее сильных землетрясений в течение одного-двух дней после их реализации были опубликованы Информационные сообщения, рассчитаны и приведены параметры механизмов очагов. За рассматриваемый период сильнейшие землетрясения на земном шаре с $MS=8.0$ ($Mw=7.8$) и $MS=7.8$ ($Mw=7.7$) произошли 6 февраля в провинции Кахраманмараш, Турция. В результате этих землетрясений в Турции погибли 50.5 тыс. человек, около 115 тыс. получили ранения, в Сирии погибли около 10 тыс. человек, более 10 тыс. пострадали. На территории России самым сильным стало землетрясение 3 апреля с $m_b=6.4$ ($Mw=6.5$) на восточном побережье Камчатки. Оно же ощущалось с наибольшей интенсивностью сотрясений (5–6 баллов) в населённых пунктах России. Выделенная на земном шаре в I полугодии 2023 г. сейсмическая энергия ($1.93 \cdot 10^{17}$ Дж) повысилась относительно аналогичных значений в I и II полугодиях 2022 г., вплотную приблизившись к среднему полугодовому значению за период 2010–2022 гг. ($2.31 \cdot 10^{17}$ Дж).

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

Для цитирования: Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Пойгина С.Г., Петрова Н.В., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2023 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. – 2023. – Т. 5, № 3. – С. 7–27. – DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.3.01>. – EDN: MMMUBQ

Введение

Служба срочных донесений (далее – ССД) Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (далее – ФИЦ ЕГС РАН), функционирующая в г. Обнинске с 1972 г. [Старовойт, 2017], обеспечивает органы государственной власти РФ и другие заинтересованные учреждения срочной информацией о параметрах произошедших землетрясений (время возникновения, координаты эпицентра, глубина очага, ощутимость в населённых пунктах 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 для организации работ по изучению сильных землетрясений.

Данные о сильных землетрясениях Земли обрабатывались в ССД в два этапа. На первом этапе проводилась автоматическая обработка данных сейсмических станций в режиме, близком к реальному времени, программой AssocW для срочного определения параметров гипоцентров с автоматической рассылкой информации в МЧС и другие заинтересованные организации в течение 15 мин с момента регистрации землетрясения [Акимов, 2009; Крашилов и др., 2012]. На втором этапе, в течение часа с момента возникновения события, оператором производилась уточнённая обработка, результаты которой размещались на официальном сайте ФИЦ ЕГС РАН [Информация Службы ..., 2023]. Источниками информации являлись доступные в оперативном режиме цифровые данные сейсмических станций России и Мира.

Для землетрясений земного шара магнитудный порог обрабатываемых ССД событий составил $m_b \geq 5.5$, для землетрясений из регионов России – в пределах $m_b \geq 3.5-4.5$. О самых сильных и разрушительных сейсмических событиях России и Мира в течение одного-двух дней со времени их возникновения на официальном сайте организации публиковались Информационные сообщения [Информация Службы ..., 2023]. Параметры землетрясений, рассчитанные в ССД, оперативно передавались в международные сейсмологические центры и публиковались в их бюллетенях, где идентифицировались следующими кодами: GSRAS в CSEM [CSEM ..., 2023], GSRC в SED (SSS) [Swiss ..., 2023], MOS в ISC [International ..., 2023].

После получения всех доступных стационарных данных производилась их окончательная сводная обработка с составлением ежедекадных сейсмологических бюллетеней и каталогов, которые размещались на сайте ФИЦ ЕГС РАН с задержкой до года [Сейсмологический ..., 2023].

В настоящей работе анализируются данные ССД о сильных землетрясениях Земли с магнитудами $m_b \geq 6.0$ за I полугодие 2023 г., а также сведения обо всех землетрясениях с более низкого магнитудного уровня, ощутимых на территории России. Оценка выделившейся за полгода сейсмической энергии даётся в сравнении с аналогичными параметрами за период с 01.01.2010 г. по 31.12.2022 года.

Методика обработки и расчёта параметров землетрясений

Исходная информация о сейсмичности получена из базы данных «Землетрясения» [Красилов, Коломиец, Пойгина, 2020; Информационные ресурсы ..., 2023], доступной в локальной сети Центрального отделения (ЦО) ФИЦ ЕГС РАН. Частичный доступ к этой базе данных и полный – к Информационным сообщениям ССД – организован на внешнем сайте ФИЦ ЕГС РАН [Информация Службы ..., 2023; Информационные сообщения ..., 2023].

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, в качестве которой выбрана магнитуда по поверхностным волнам MS или расчётная магнитуда MS^P , пересчитанная из других типов магнитуд. Методика пересчёта подробно описана в статьях [Виноградов и др., 2020;

Виноградов и др., 2021a; Виноградов и др., 2021b; Виноградов и др., 2022a; Виноградов и др., 2022b; Виноградов и др., 2023], в настоящей работе она претерпела небольшие изменения. Для коровых землетрясений с $h \leq 40$ км принималось, что $MS^P = MS$. Для более глубоких землетрясений в инструментальную магнитуду MS вносилась поправка за глубину из статьи [Petrova, Gabsatarova, 2020]:

$$MS^P = MS + f(h) = MS + 1.71 \cdot \lg h - 2.726 \quad (1)$$

($40 < h \leq 90$ км),

$$MS^P = MS + f(h) = MS + 0.556 \cdot \lg h - 0.508 \quad (2)$$

($h > 90$ км).

В случае отсутствия инструментально определённого значения MS для расчёта MS^P использовался пересчёт из m_b : для глубин гипоцентров $0 < h < 390$ км – формула (3) [Виноградов и др., 2020], а при глубинах $h \geq 390$ км – формула (4) из работы [Кондорская и др., 1993]:

$$MS^P = 1.47 \cdot m_b - 2.91. \quad (3)$$

$$MS^P = 1.85 \cdot m_b - 4.9. \quad (4)$$

Для землетрясений с $m_b \geq 6.0$ значения MS^P сверялись с моментными магнитудами M_w по данным ССД [Информационные сообщения ..., 2023], а при их отсутствии – с M_w агентства GCMT [Global ..., 2023] (в тексте статьи информация о магнитуде M_w справочно приводится в круглых скобках). В случае больших различий между MS^P , рассчитанной из MS , и M_w для определения MS^P применялись формулы (3) или (4), если они минимизировали эти различия.

Для оценки величины сейсмической энергии использовалось соотношение Гутенберга-Рихтера [Gutenberg, Richter, 1956]:

$$\lg E (\text{эрг}) = 1.5 \cdot MS^P + 11.8. \quad (5)$$

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

Характеристика исходных данных

В Службе срочных донесений в I полугодии 2023 г. использовались в основном те же входные потоки информации, что и во II полугодии 2022 г. [Виноградов и др., 2023]:

– волновые формы со 112 цифровых телесейсмических станций (на рис. 1 изображены красными и жёлтыми треугольниками), поступающие в режиме, близком к реальному времени (NRTS), с единого сервера волновых форм ЦО ФИЦ ЕГС РАН GS-SEIS на основе системы SeisComP [Бутырин, Красилов, 2021] для

дальнейшей сводной обработки в программном комплексе WSG [Красилов и др., 2012; Красилов, Акимов и др., 2020; Акимов, Красилов, 2020];

– фрагменты волновых форм с 37 станций России, Грузии и Азербайджана, получаемые по запросу для конкретного землетрясения в базу данных WSG [Красилов, Акимов и др., 2020];

– времена вступлений основных сейсмических волн (arrival), поступающие в режиме NRTS через Интернет с 45 станций международных и региональных центров (на рис. 1 изображены зелёными треугольниками): IDC СТВТО [Comprehensive ..., 2023], KNDC [Казахстанский ..., 2023], сеть цифровых станций IDA II [Project IDA, 2023];

– сводки в коде МСК-85 и IMS с 25 телесеизмических станций и 73 региональных станций России и СНГ.

Все сводки редактировались в соответствии с требованиями кода МСК-85 и вносились в базу данных программного комплекса WSG. Сводки в коде IMS записывались в формате *.arrival для дальнейшей сводной обработки в WSG.

Результаты сводной обработки вводились в базу данных «Землетрясения» Службы срочных донесений [Красилов, Коломиец, Пойгина, 2020] для дальнейшей публикации на страницах сайта ФИЦ ЕГС РАН [Информация Службы ..., 2023].

Результаты сводной обработки данных ССД

Всего Службой срочных донесений в I полугодии 2023 г. определены основные параметры 2798 землетрясений с $m_b=3.1-7.4$, в том числе на территории России и вблизи её границ – 341 землетрясения с $m_b=3.1-6.5$ [Информация Службы ..., 2023]. 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. За период с 1 января по 30 июня 2023 г. для локации землетрясений были использованы данные 78199 станционных вступлений, в том числе 4241 – 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 2023 г. составило $N=77$. Их список и параметры по данным [Информация Службы ..., 2023] приведены в табл. 1. Кроме того, в табл. 1 включены параметры разрушительного землетрясения на северо-западе Ирана 28 января с $MS=5.6$ ($m_b=5.7$, $Mw=5.9$), которое привело к человеческим жертвам и разрушениям, и для него было составлено Информационное сообщение.

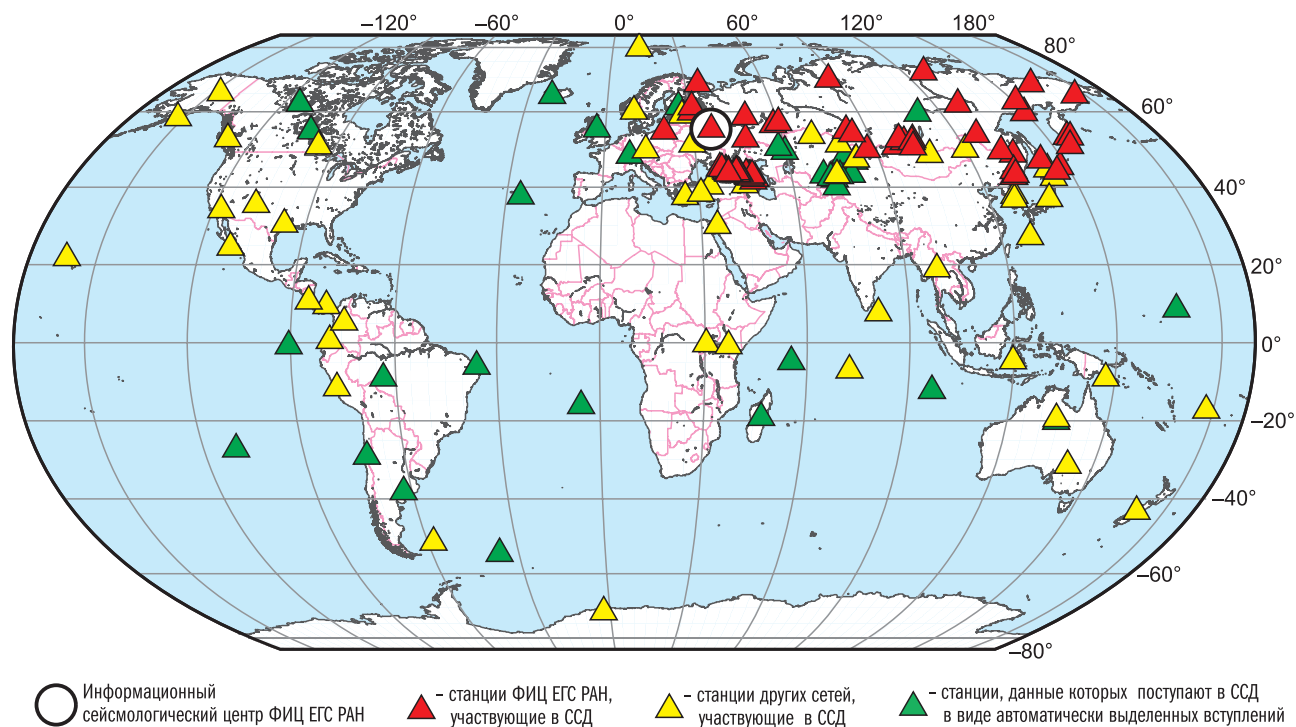


Рис. 1. Сейсмические станции мира, данные которых поступали в ССД в I полугодии 2023 г. в режиме, близком к реальному времени

Таблица 1. Список сильных землетрясений Земли с $m_b (MS) \geq 6.0$ и разрушительного землетрясения с $m_b = 5.7 (MS = 5.6)$ в I полугодии 2023 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 | 05.01 | 14:25:53 | 36.55 | 70.75 | 200 | 6.2/41 | | 6.2 | Гиндукуш |
| 2 | 08.01 | 12:32:39 | -14.89 | 166.80 | 10 | 6.8/28 | 6.7/33 | 7.1 | Вануату (Новые Гебриды) |
| 3* | 09.01 | 17:47:36 | -7.10 | 130.08 | 120 | 7.4/32 | 7.0/37 | 7.6 | Район островов Танимбар |
| 4 | 11.01 | 08:39:52 | -14.86 | 166.91 | 10 | 6.1/36 | | 6.1 | Вануату (Новые Гебриды) |
| 5 | 12.01 | 06:19:11 | -30.69 | -71.09 | 60 | 6.0/6 | | 5.9 | Побережье Центрального Чили |
| 6 | 15.01 | 12:04:17 | -15.07 | 167.06 | 33 | 6.0/36 | 5.5/10 | 5.5 | Вануату (Новые Гебриды) |
| 7 | 15.01 | 22:30:01 | 1.92 | 97.95 | 50 | 6.3/58 | 5.9/27 | 6.1 | Северная Суматра |
| 8 | 16.01 | 04:49:53 | 29.04 | 139.21 | 420 | 6.0/58 | | 6.2 | Южнее Хонсю |
| 9 | 18.01 | 00:34:45 | -0.01 | 123.16 | 160 | 6.4/57 | | 6.5 | Море Банда |
| 10 | 18.01 | 06:06:13 | 2.72 | 127.05 | 50 | 6.8/55 | 6.7/37 | 6.9 | Молуккский пролив |
| 11 | 20.01 | 11:23:42 | 16.13 | -62.18 | 170 | 6.1/24 | | 6.1 | Наветренные острова |
| 12 | 20.01 | 22:09:39 | -26.88 | -63.19 | 600 | 6.5/8 | | 7.1 | Провинция Сантьяго д'Эстеро, Аргентина |
| 13 | 24.01 | 18:37:00 | -26.84 | -63.30 | 600 | 6.2/6 | | 6.6 | Провинция Сантьяго д'Эстеро, Аргентина |
| 14 | 25.01 | 12:37:08 | 35.83 | 28.52 | 50 | 6.1/40 | | 6.1 | Восток Средиземного моря |
| 15* | 28.01 | 18:14:45 | 38.34 | 45.01 | 10 | 5.7/25 | 5.6/20 | 5.6 | Северо-Западный Иран – Азербайджан погр. обл. |
| 16 | 29.01 | 23:49:39 | 40.04 | 82.38 | 33 | 6.0/49 | 5.5/44 | 5.9 | Провинция Южный Синьцзян |
| 17 | 01.02 | 10:44:45 | 7.74 | 126.10 | 10 | 6.4/39 | 5.8/37 | 5.8 | Минданао |
| 18* | 06.02 | 01:17:35 | 37.29 | 36.99 | 10 | 6.8/29 | 8.0/28 | 8.0 | Турция |
| 19 | 06.02 | 01:28:18 | 37.42 | 36.87 | 10 | 6.5/21 | | 6.6 | Турция |
| 20* | 06.02 | 10:24:49 | 38.04 | 37.18 | 10 | 6.9/28 | 7.8/30 | 7.8 | Турция |
| 21 | 15.02 | 06:38:08 | -40.52 | 174.79 | 90 | 6.1/11 | | 6.1 | Пролив Кука, Новая Зеландия |
| 22 | 17.02 | 09:37:34 | -6.52 | 132.04 | 33 | 6.4/46 | | 6.5 | Район островов Танимбар |
| 23* | 20.02 | 17:04:28 | 36.15 | 35.94 | 10 | 6.2/39 | 6.4/28 | 6.4 | Турция |
| 24* | 23.02 | 00:37:40 | 38.18 | 73.20 | 20 | 6.7/53 | 7.1/43 | 7.1 | Таджикистан – Синьцзян пограничная область |
| 25 | 23.02 | 20:02:48 | 3.31 | 128.22 | 100 | 6.4/43 | | 6.5 | Севернее Джайлоло (Хальмахера) |
| 26 | 25.02 | 13:27:42 | 42.83 | 145.23 | 60 | 6.5/33 | 5.9/31 | 6.2 | Район Хоккайдо |
| 27 | 01.03 | 05:36:15 | -4.84 | 149.47 | 600 | 6.4/31 | | 6.9 | Море Бисмарка |
| 28 | 02.03 | 18:04:27 | -15.24 | 166.42 | 10 | 6.2/18 | 6.2/17 | 6.2 | Вануату (Новые Гебриды) |
| 29 | 04.03 | 06:41:20 | -29.60 | -178.81 | 200 | 6.5/27 | | 6.6 | Острова Кермадек |
| 30 | 08.03 | 07:33:09 | -6.46 | 155.01 | 60 | 6.0/31 | | 5.9 | Соломоновы острова |
| 31 | 10.03 | 09:18:40 | 6.75 | -73.06 | 160 | 6.0/11 | | 5.9 | Северная Колумбия |
| 32 | 14.03 | 00:49:07 | -5.38 | 146.85 | 200 | 6.0/27 | | 5.9 | Район Восточной Новой Гвинеи |
| 33* | 16.03 | 00:56:02 | -30.15 | -176.14 | 25 | 6.5/11 | 7.0/35 | 7.0 | Район островов Кермадек |
| 34* | 18.03 | 17:12:53 | -2.86 | -79.88 | 70 | 6.4/7 | 6.2/21 | 6.6 | Побережье Эквадора |
| 35* | 21.03 | 16:47:24 | 36.58 | 70.97 | 190 | 6.9/39 | | 7.2 | Гиндукуш |
| 36 | 22.03 | 16:00:31 | -23.42 | -66.39 | 200 | 6.5/5 | | 6.6 | Провинция Жужуй, Аргентина |
| 37 | 22.03 | 20:07:45 | 39.55 | 69.90 | 10 | 6.1/38 | 5.6/43 | 6.1 | Таджикистан |
| 38 | 27.03 | 22:19:18 | -8.20 | 158.95 | 90 | 6.2/25 | | 6.2 | Соломоновы острова |
| 39 | 28.03 | 09:18:30 | 41.33 | 142.80 | 50 | 6.2/52 | 6.0/26 | 6.2 | Район Хоккайдо |
| 40 | 30.03 | 17:33:07 | -35.72 | -73.78 | 10 | 6.0/7 | 6.3/32 | 6.3 | У побережья Центрального Чили |
| 41* | 02.04 | 18:04:11 | -4.26 | 143.13 | 70 | 6.8/33 | 6.6/44 | 7.0 | Новая Гвинея |
| 42* | 03.04 | 03:06:57 | 52.86 | 158.47 | 100 | 6.4/36 | 6.0/33 | 6.6 | Восточное побережье Камчатки |
| 43 | 03.04 | 14:59:42 | 0.89 | 98.90 | 90 | 6.4/51 | | 6.5 | Северная Суматра |

| № | 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 | |
| 44 | 04.04 | 12:54:38 | 13.71 | 125.64 | 55 | 6.5/42 | 6.0/27 | 6.3 | Район Филиппинских островов |
| 45 | 04.04 | 22:18:12 | 7.61 | -82.33 | 10 | 6.5/8 | 6.0/21 | 6.6 | Южнее Панамы |
| 46 | 14.04 | 09:55:45 | -6.00 | 112.05 | 600 | 6.5/47 | | 7.1 | Яванское море |
| 47 | 15.04 | 15:07:08 | -4.78 | 103.00 | 60 | 6.3/49 | | 6.4 | Южная Суматра |
| 48 | 18.04 | 04:31:43 | -22.33 | 179.41 | 580 | 6.0/31 | | 6.2 | Южнее Фиджи |
| 49 | 19.04 | 09:06:04 | -6.00 | 149.57 | 50 | 6.1/25 | 5.7/29 | 5.9 | Район Новой Британии |
| 50 | 21.04 | 10:21:15 | 2.75 | 127.12 | 33 | 6.2/36 | | 6.2 | Молуккский пролив |
| 51 | 22.04 | 08:23:47 | -5.32 | 125.51 | 33 | 6.0/34 | 5.9/16 | 5.9 | Море Банда |
| 52 | 24.04 | 00:41:56 | -30.06 | -177.84 | 50 | 6.9/15 | 6.9/48 | 7.1 | Острова Кермадек |
| 53* | 24.04 | 20:00:55 | -0.59 | 98.68 | 10 | 6.5/45 | 7.2/40 | 7.2 | Южная Суматра |
| 54 | 28.04 | 03:13:44 | -25.35 | 178.69 | 600 | 6.4/17 | | 6.9 | Южнее Фиджи |
| 55 | 01.05 | 03:22:11 | 26.21 | 128.46 | 10 | 5.9/41 | 6.0/34 | 5.8 | Острова Рюкю |
| 56 | 03.05 | 09:51:20 | 36.52 | 70.73 | 190 | 6.0/38 | | 5.9 | Гиндукуш |
| 57 | 05.05 | 05:42:04 | 37.51 | 137.33 | 10 | 6.5/34 | 6.2/30 | 6.2 | Западное побережье Хонсю |
| 58 | 05.05 | 17:47:17 | 41.66 | 142.10 | 70 | 6.0/40 | 5.4/37 | 5.8 | Район Хоккайдо |
| 59 | 10.05 | 16:02:01 | -15.45 | -174.59 | 210 | 6.6/20 | 6.9/25 | 7.6 | Тонга |
| 60 | 17.05 | 23:01:59 | 14.94 | -90.92 | 260 | 6.1/16 | | 6.1 | Гватемала |
| 61* | 19.05 | 02:57:06 | -23.25 | 170.75 | 33 | 7.1/26 | 7.6/22 | 7.6 | Район островов Лоялти |
| 62 | 19.05 | 03:06:24 | -23.17 | 170.65 | 33 | 6.0/15 | | 5.9 | Район островов Лоялти |
| 63* | 20.05 | 01:51:00 | -23.00 | 170.52 | 33 | 6.9/30 | 7.3/40 | 7.2 | Район островов Лоялти |
| 64 | 20.05 | 02:09:58 | -22.95 | 170.53 | 33 | 6.2/25 | | 6.2 | Район островов Лоялти |
| 65 | 21.05 | 14:56:47 | -43.44 | 39.21 | 10 | 6.1/19 | 6.1/30 | 6.1 | Район островов Принс-Эдуард |
| 66 | 21.05 | 15:45:15 | -10.22 | 161.38 | 100 | 6.1/23 | | 6.1 | Соломоновы острова |
| 67 | 23.05 | 06:42:01 | -22.96 | 170.33 | 33 | 6.0/22 | | 5.9 | Район островов Лоялти |
| 68 | 24.05 | 15:49:35 | -7.05 | 129.48 | 170 | 6.1/37 | | 6.1 | Море Банда |
| 69 | 25.05 | 03:05:34 | 8.85 | -77.33 | 10 | 6.2/18 | 6.6/27 | 6.6 | Панама – Колумбия пограничная область |
| 70 | 26.05 | 10:03:23 | 35.62 | 140.74 | 40 | 6.0/46 | 5.9/19 | 5.9 | Восточное побережье Хонсю |
| 71 | 30.05 | 00:52:06 | 24.03 | 142.90 | 10 | 6.0/63 | 5.5/47 | 5.9 | Район островов Волкано |
| 72 | 11.06 | 09:54:45 | 42.60 | 141.95 | 120 | 6.3/44 | 5.7/18 | 6.3 | Район Хоккайдо |
| 73 | 15.06 | 02:19:26 | 13.83 | 120.80 | 140 | 6.5/37 | | 6.6 | Миндоро |
| 74 | 15.06 | 18:06:30 | -22.89 | -177.16 | 190 | 6.8/17 | 6.5/18 | 7.2 | Южнее Фиджи |
| 75 | 18.06 | 20:30:25 | 23.35 | -108.32 | 10 | 5.8/18 | 6.2/25 | 6.2 | Калифорнийский залив |
| 76 | 19.06 | 11:18:10 | -4.45 | 145.04 | 10 | 6.0/27 | 5.7/21 | 5.9 | Северное побережье Новой Гвинеи |
| 77 | 25.06 | 07:16:58 | -24.28 | -175.39 | 10 | 6.1/15 | | 6.1 | Южнее Тонга |
| 78 | 30.06 | 12:57:44 | -8.49 | 110.14 | 90 | 6.2/45 | | 6.2 | Ява |

Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данного землетрясения Информационного сообщения [Информационные сообщения ..., 2023]; в графах « m_b/n » и « MS/n » приведены соответствующие магнитуды/количество станций по инструментальным данным, в графе « MS^P » указаны расчётные значения MS по формулам (1)–(4).

В I полугодии 2023 г. ССД зарегистрировала 97 землетрясений с $m_b=3.1-6.9$ ($MS^P=1.6-7.8$), ощущавшихся на территории Российской Федерации, из них очаги восьми землетрясений

(№ 16, 18, 26, 29, 30, 49, 78, 88 в табл. 2) находились на территории соседних государств. Сведения об этих событиях из [Информация Службы ..., 2023] приведены в табл. 2.

Таблица 2. Список ощутимых землетрясений на территории России в I полугодии 2023 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 | 02.01 18:22:45 | 45.97 | 150.90 | 90 | 5.7 | (5.5) | Курильские о-ва | Курильск, Рейдово – 2–3 балла (здесь и далее – по шкале ШСИ-17 [ГОСТ ..., 2017]) |
| 2 | 02.01 22:14:18 | 55.62 | 161.92 | 60 | 4.6 | (3.9) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 2–3 балла |
| 3 | 04.01 15:24:50 | 50.58 | 157.07 | 70 | 3.8 | (2.7) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 3 балла |
| 4 | 07.01 05:26:52 | 50.28 | 156.81 | 50 | 4.3 | (3.4) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 3–4 балла; Паужетка – 2 балла |
| 5 | 07.01 11:59:03 | 51.83 | 101.03 | 10 | 3.6 | (2.4) | Россия–Монголия погр. область | Монды – 2 балла |
| 6 | 13.01 08:08:46 | 53.74 | 107.87 | 10 | 4.1 | (3.1) | Район оз. Байкал | Онгурен – 4 балла; Хужир, Харанцы – 3–4 балла; Сахюрта, Качуг – 3 балла; Иркутск – 2 балла |
| 7 | 14.01 07:39:33 | 51.15 | 99.95 | 10 | 4.7 | (4.0) | Россия–Монголия погр. область | Закаменск, Монды – 4 балла; Иркутск, Черемхово, Шелехов, Ангарск, Усолье-Сибирское, Белореченский, Михайловка – 3 балла |
| 8 | 20.01 13:09:02 | 51.16 | 100.04 | 10 | 4.2 | (3.3) | Россия–Монголия погр. область | Иркутск – 2 балла |
| 9 | 21.01 13:09:47 | 51.16 | 100.01 | 10 | 4.3 | (3.4) | Россия–Монголия погр. область | Иркутск – 2 балла |
| 10 | 24.01 14:48:22 | 59.30 | 150.60 | 15 | 3.7 | (2.5) | Восточная Сибирь | Магадан – 3 балла |
| 11 | 24.01 15:57:10 | 50.26 | 142.69 | 10 | 4.6 | (3.9) | Сахалин | Онор – 4 балла |
| 12 | 25.01 03:57:52 | 56.14 | 113.74 | 10 | 4.3 | (3.4) | Восточнее оз. Байкал | Северомуйск – 4 балла; Таксимо – 3 балла |
| 13 | 31.01 05:25:36 | 50.06 | 142.59 | 5 | 4.6 | (3.9) | Сахалин | Онор – 4–5 баллов; Смирных – 2–3 балла |
| 14 | 31.01 05:30:09 | 50.14 | 142.26 | 5 | 3.8 | (2.7) | Сахалин | Онор – 3 балла |
| 15 | 05.02 01:14:21 | 55.77 | 162.67 | 50 | 5.0 | (4.4) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 4 балла; Крутоберегово – 3–4 балла |
| 16* | 06.02 10:24:49 | 38.04 | 37.18 | 10 | 6.9 | 7.8 | Турция | Сочи, Адлер, Хоста, Сириус – 2–3 балла |
| 17 | 07.02 06:45:44 | 49.17 | 155.94 | 50 | 5.3 | (4.9) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 3 балла |
| 18 | 08.02 06:39:00 | 42.95 | 145.55 | 50 | 4.7 | (4.0) | Район Хоккайдо | Южно-Курильск, Головнино – 2 балла |
| 19 | 14.02 16:42:37 | 43.20 | 47.59 | 5 | 3.7 | (2.5) | Восточный Кавказ | Махачкала – 3 балла |
| 20 | 15.02 03:09:21 | 56.43 | 162.94 | 33 | 5.0 | (4.4) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 4–5 баллов; Крутоберегово – 4 балла |
| 21 | 16.02 02:35:40 | 51.90 | 105.42 | 10 | 4.3 | (3.4) | Район оз. Байкал | Большое Голоустное, Введенщина – 4 балла; Чистые Ключи, Грановщина – 3–4 балла; Иркутск, Марково, Малая Топка, Шелехов, Баклаши, Листвянка, Дзержинск, Улан-Удэ, Слюдянка, Большая Речка, Смоленщина, Бабушкин, Хомутово – 3 балла; Усолье-Сибирское, Ангарск – 2–3 балла; Белореченский – 2 балла |
| 22 | 16.02 03:04:49 | 55.87 | 113.46 | 10 | 4.0 | (3.0) | Восточнее оз. Байкал | Таксимо – 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) | | |
| 23 | 22.02 13:50:53 | 53.32 | 160.18 | 80 | 4.4 | (3.6) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский, Вилючинск – 2–3 балла |
| 24 | 22.02 23:06:22 | 53.76 | 98.56 | 10 | 4.7 | (4.0) | Центральная Россия | Нижнеудинск – 4 балла |
| 25 | 25.02 06:25:22 | 51.75 | 158.36 | 70 | 5.1 | (4.6) | Восточное поб-е Камчатки | Сосновка, Пионерский – 3–4 балла; Петропавловск-Камчатский, Елизово, Вилючинск, Термальный, Паратунка, Новый, Нагорный – 3 балла; Северо-Курильск – 2–3 балла; Рыбачий – 2 балла |
| 26 | 25.02 13:27:42 | 42.83 | 145.23 | 60 | 6.5 | (6.2) | Район Хоккайдо | Южно-Курильск – 3–4 балла; Малокурильское – 3 балла |
| 27 | 02.03 06:14:51 | 43.42 | 147.27 | 40 | 5.4 | (5.0) | Курильские о-ва | Малокурильское – 3 балла |
| 28 | 03.03 12:33:40 | 48.65 | 142.65 | 45 | 4.5 | (3.7) | Сахалин | Макаров – 3 балла |
| 29 | 04.03 01:18:25 | 51.15 | 98.34 | 10 | 4.9 | (4.3) | Россия–Монголия погр. область | Иркутск, Михайловка – 2 балла |
| 30 | 04.03 13:41:45 | 51.11 | 99.93 | 10 | 4.4 | (3.6) | Россия–Монголия погр. область | Иркутск, Закаменск – 2 балла |
| 31 | 08.03 06:03:38 | 50.21 | 157.33 | 60 | 5.6 | (5.6) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 5 баллов; Озерновский – 4–5 баллов; Паужетка, Запорожье – 4 балла; Вилючинск – 3–4 балла; Сосновка, Николаевка, Пионерский – 3 балла; Петропавловск-Камчатский, Новый, Паратунка – 2–3 балла; Елизово, Октябрьский, Завойко – 2 балла |
| 32 | 09.03 02:06:54 | 51.55 | 159.85 | 50 | 5.3 | (4.9) | У восточного поб-я Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 33 | 16.03 04:24:14 | 50.42 | 156.86 | 10 | 4.1 | (3.1) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 2 балла |
| 34 | 16.03 06:43:33 | 56.30 | 114.06 | 10 | 4.2 | (3.3) | Восточнее оз. Байкал | Бодайбо, Мамакан – 3–4 балла; Таксимо – 3 балла |
| 35 | 19.03 23:05:04 | 63.40 | 158.36 | 10 | 5.0 | (4.4) | Восточная Сибирь | Омсукчан, Эвенск – 4 балла |
| 36 | 21.03 17:23:32 | 63.18 | 158.61 | 10 | 5.0 | (4.4) | Восточная Сибирь | Омсукчан – 4 балла; Эвенск – 3–4 балла |
| 37 | 23.03 16:55:23 | 43.88 | 39.31 | 10 | 3.4 | (2.1) | Западный Кавказ | Лазаревское – 2 балла |
| 38 | 25.03 16:18:05 | 50.02 | 156.64 | 20 | 4.4 | (3.6) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 3 балла |
| 39 | 26.03 03:07:37 | 44.75 | 42.58 | 10 | 4.2 | (3.3) | Западный Кавказ | Гофицкое – 3–4 балла |
| 40 | 27.03 22:15:14 | 42.42 | 47.68 | 2 | 4.1 | (3.1) | Восточный Кавказ | Избербаш – 3–4 балла |
| 41 | 28.03 09:11:25 | 54.26 | 86.41 | 10 | 4.0 | (3.0) | Центральная Россия | Киселёвск – 3 балла; Прокопьевск, Краснобродский, Новокузнецк – 2–3 балла |
| 42 | 01.04 14:03:06 | 44.08 | 43.24 | 10 | 4.4 | (3.6) | Западный Кавказ | Лысогорская, Георгиевск – 4 балла; Пятигорск, Новопавловск, Железноводск, Минеральные воды, Иноземцево, Свобода – 3–4 балла; Эссентуки, Лермонтов, Эссентукская, Александрийская, Залукокоаже – 3 балла; Нальчик, Черкесск, Тырнауз, Карачаевск, Кисловодск, Будённовск – 2–3 балла |
| 43* | 03.04 03:06:57 | 52.86 | 158.47 | 100 | 6.4 | (6.6) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский, Рыбачий, Завойко – 5–6 баллов; Вилючинск, Авача, Новый, Светлый, Пионерский, Нагорный – 5 баллов; Елизово, Паратунка, Вулканный, Зелёный – 4–5 баллов; Раздольный, Кеткино, Сокоч – 4 балла; Северо-Курильск, Октябрьский, Коряки – 3–4 балла; Апача, Никольское – 2–3 балла; Запорожье – 2 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) | | |
| 44 | 03.04 07:04:26 | 52.66 | 106.64 | 10 | 4.7 | (4.0) | Район оз. Байкал | Тырган, Еланцы – 4 балла; Куйтун – 3–4 балла; Иркутск, Ангарск, Шелехов, Грановщина, Молодёжный, Заиграево, Мальта, Каменск, Улан-Удэ, Олха – 3 балла; Усолье-Сибирское – 2–3 балла; Михайловка – 2 |
| 45 | 06.04 04:10:19 | 44.53 | 147.83 | 80 | 5.1 | (4.6) | Курильские о-ва | Южно-Курильск, Малокурильское, Головнино – 2–3 балла; Курильск – 2 балла |
| 46 | 07.04 02:22:41 | 49.89 | 155.27 | 90 | 5.7 | (5.5) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 4 балла; Паужетка – 3 балла; Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла; Вилючинск, Завойко – 2 балла |
| 47 | 10.04 21:53:43 | 52.59 | 158.64 | 90 | 4.2 | (3.3) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 48 | 11.04 11:39:15 | 52.59 | 158.68 | 100 | 5.2 | (4.7) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский, Вилючинск, Завойко, Паратунка – 3–4 балла; Елизово, Рыбачий, Светлый, Пионерский, Николаевка, Новый, Вулканный – 3 балла; Коряки – 2–3 балла |
| 49 | 11.04 15:38:10 | 42.57 | 143.80 | 100 | 4.7 | (4.0) | Район Хоккайдо | Малокурильское, Лагунное, Головнино – 2–3 балла |
| 50 | 15.04 11:35:40 | 52.56 | 158.70 | 100 | 4.5 | (3.7) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла; Вилючинск – 3 балла; Завойко – 2 балла |
| 51 | 15.04 12:43:12 | 55.59 | 161.13 | 150 | 4.5 | (3.7) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 2–3 балла |
| 52 | 18.04 02:40:53 | 54.15 | 159.79 | 120 | 5.9 | (5.4) | Восточное поб-е Камчатки | Светлый, Чапаевка – 4 балла; Петропавловск-Камчатский, Вилючинск, Елизово, Новый, Сосновка – 3–4 балла; Николаевка, Паратунка – 3 балла; Северо-Курильск – 2 балла |
| 53 | 21.04 15:22:45 | 52.79 | 158.22 | 100 | 4.2 | (3.3) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 3 балла; Вилючинск – 2–3 балла |
| 54 | 23.04 07:27:14 | 51.37 | 159.81 | 33 | 4.5 | (3.7) | У восточного поб-я Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 55 | 26.04 18:55:58 | 48.99 | 155.65 | 10 | 5.0 | (4.4) | Курильские о-ва | Северо-Курильск – 2–3 балла |
| 56 | 28.04 04:24:46 | 52.31 | 159.71 | 60 | 4.8 | (4.1) | У восточного поб-я Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 57 | 30.04 03:11:39 | 53.00 | 99.24 | 10 | 4.2 | (3.3) | Центральная Россия | Нижнеудинск, Саянск – 3–4 балла; Белореченский – 3 балла; Иркутск, Тулун – 2 балла |
| 58 | 30.04 14:50:58 | 56.64 | 161.22 | 10 | 4.7 | (4.0) | Восточное поб-е Камчатки | Ключи – 4 балла |
| 59 | 30.04 19:50:27 | 54.47 | 120.58 | 10 | 4.3 | (3.4) | Восточная России | Тупик – 4 балла |
| 60 | 03.05 19:06:15 | 52.20 | 159.51 | 50 | 5.1 | (4.6) | У восточного поб-я Камчатки | Рыбачий, Заозёрный, Вилючинск, Пионерский – 3 балла; Петропавловск-Камчатский, Елизово – 2–3 балла; Завойко, Паратунка, Термальный – 2 балла |
| 61 | 06.05 15:58:29 | 52.10 | 160.02 | 45 | 5.2 | (4.7) | У восточного поб-я Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 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 ^F) | | |
| 62 | 06.05 23:19:47 | 55.80 | 161.74 | 80 | 4.4 | (3.6) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 3 балла |
| 63 | 07.05 14:07:01 | 52.48 | 106.62 | 10 | 4.6 | (3.9) | Район оз. Байкал | Турунтаево, Шигаево, Каменск, Талька, Заиграево, Николаевский, Куйтун, Тырган, Оймур – 3–4 балла; Иркутск, Урик, Шелехов, Усолье-Сибирское, Маркова, Грановщина, Селенгинск, Куда, Нижний Саянтуй, Улан-Удэ, Ангарск, Хомутово, Мегет, Максимовщина, Усть-Ордынский, Первомайский, Молодёжный, Поселье – 3 балла; Саянск – 2–3 балла |
| 64 | 09.05 22:04:32 | 52.93 | 158.75 | 10 | 4.2 | (3.3) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский, Пионерский, Николаевка, Сосновка – 3–4 балла; Вулканный, Вилючинск, Термальный – 3 балла; Завойко, Елизово, Рыбачий – 2–3 балла |
| 65 | 13.05 18:16:46 | 44.09 | 39.08 | 10 | 3.6 | (2.4) | Западный Кавказ | Туапсе – 2–3 балла |
| 66 | 14.05 05:57:32 | 55.57 | 161.82 | 70 | 4.8 | (4.1) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 2 балла |
| 67 | 14.05 22:00:10 | 45.32 | 148.65 | 135 | 5.2 | (4.7) | Курильские о-ва | Рейдово – 2–3 балла |
| 68 | 14.05 22:09:24 | 44.09 | 39.07 | 5 | 3.2 | (1.8) | Западный Кавказ | Туапсе – 2 балла |
| 69 | 18.05 09:45:50 | 55.34 | 163.37 | 50 | 4.8 | (4.1) | У восточного поб-я Камчатки | Усть-Камчатск – 2 балла |
| 70 | 19.05 09:58:06 | 43.92 | 39.29 | 5 | 3.1 | (1.6) | Западный Кавказ | Туапсе – 2 балла |
| 71 | 21.05 09:39:48 | 43.67 | 146.85 | 33 | 5.0 | (4.4) | Курильские о-ва | Малокурильское, Крабозаводское – 3–4 балла; Южно-Курильск, Горячий Пляж – 2–3 балла |
| 72 | 25.05 19:02:45 | 44.04 | 39.04 | 5 | 4.4 | (3.6) | Западный Кавказ | Туапсе – 4–5 баллов; Агой – 4 балла; Небуг, Тюменский, Пригородный, Заречье, Кромянское, Мессажай, Вольное, Дзеберкой, посёлок пансионата «Весна», посёлок пансионата «Гизельдер», Новомихайловский – 3–4 балла; Агуй-Шапсуг, Ольгинка, Южный, Архипо-Осиповка – 3 балла; Геленджик, Дивноморское – 2–3 балла; Лазаревское, Сочи – 2 балла |
| 73 | 25.05 19:20:15 | 44.04 | 39.07 | 5 | 3.6 | (2.4) | Западный Кавказ | Туапсе – 2–3 балла |
| 75 | 25.05 19:28:51 | 48.98 | 141.97 | 5 | 3.4 | (2.1) | Сахалин | Углегорск – 4 балла |
| 74 | 25.05 20:31:53 | 44.06 | 39.07 | 5 | 3.8 | (2.7) | Западный Кавказ | Туапсе – 3–4 балла; Агой, Небуг – 3 балла; Новомихайловский, Лазаревское – 2 балла |
| 76 | 25.05 22:49:51 | 44.05 | 39.05 | 5 | 3.6 | (2.4) | Западный Кавказ | Туапсе – 2–3 балла |
| 78 | 27.05 19:43:13 | 51.74 | 102.40 | 10 | 3.7 | (2.5) | Россия–Монголия погр. область | Вышка, Кырен – 4 балла; Шумак – 3 балла |
| 77 | 28.05 01:17:41 | 54.21 | 161.67 | 50 | 4.5 | (3.7) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 79 | 28.05 18:03:10 | 53.22 | 142.97 | 10 | 4.8 | (4.1) | Сахалин | Тунгор – 3–4 балла; Восточное – 3 балла; Оха – 2–3 балла |
| 80 | 29.05 01:33:11 | 52.67 | 159.34 | 80 | 4.2 | (3.3) | У восточного поб-я Камчатки | Петропавловск-Камчатский, Завойко – 2–3 балла; Николаевка, Сосновка – 2 балла |









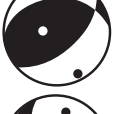





| № | Дата, время дд.мм чч.мм.сс | Гипоцентр | | | Магнитуды | | Географический регион [Young et al., 1996] | Макросейсмические данные |
|----|-------------------------------|-----------|--------|-------|-----------|-----------------|---|--|
| | | φ, °N | λ, °E | h, км | m_b | MS (MS^P) | | |
| 81 | 29.05 13:46:56 | 44.09 | 39.07 | 5 | 3.2 | (1.8) | Западный Кавказ | Туапсе – 2 балла |
| 82 | 29.05 15:34:31 | 51.82 | 104.67 | 5 | 3.7 | (2.5) | Район оз. Байкал | Листвянка, Большая Речка, Большой Луг – 4 балла; Белореченский – 2 балла |
| 83 | 31.05 14:01:47 | 55.41 | 163.01 | 20 | 5.6 | 5.4 | У восточного поб-я Камчатки | Усть-Камчатск – 2–3 балла |
| 84 | 31.05 22:44:33 | 49.98 | 142.94 | 10 | 3.5 | (2.2) | Сахалин | Онор – 3–4 балла; Рошино – 2 балла |
| 85 | 01.06 22:15:01 | 51.06 | 157.00 | 95 | 4.3 | (3.4) | Восточное поб-е Камчатки | Северо-Курильск – 4 балла |
| 86 | 08.06 21:18:23 | 55.23 | 163.41 | 50 | 4.6 | (3.9) | У восточного поб-я Камчатки | Усть-Камчатск – 2 балла |
| 87 | 08.06 22:57:15 | 53.57 | 108.58 | 10 | 4.3 | (3.4) | Район оз. Байкал | Онгурен – 3–4 балла; Еланцы – 3 балла; Иркутск, Ангарск, Улан-Удэ – 2 балла |
| 88 | 11.06 09:54:45 | 42.60 | 141.95 | 120 | 6.3 | (6.3) | Район Хоккайдо | Малокурильское, Крабозаводское – 3 балла; Южно-Курильск, Менделеево, Головнино, Горное – 2–3 балла |
| 89 | 15.06 07:50:49 | 52.65 | 158.56 | 100 | 4.5 | (3.7) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 90 | 17.06 11:35:58 | 47.74 | 147.65 | 420 | 5.7 | (5.6) | Северо-западнее Курильских о-вов | Малокурильское – 3 балла |
| 91 | 19.06 23:08:04 | 53.02 | 159.53 | 60 | 3.8 | (2.7) | Восточное поб-е Камчатки | Петропавловск-Камчатский – 2 балла |
| 92 | 20.06 08:04:03 | 44.06 | 38.67 | 5 | 3.6 | (2.4) | Западный Кавказ | Туапсе, Новомихайловский – 2–3 балла; Джубга – 2 балла |
| 93 | 22.06 02:42:26 | 44.08 | 33.32 | 10 | 5.1 | (4.6) | Район Крыма | Севастополь, Ялта – 3–4 балла; Алушка, Гурзуф, Евпатория, Симферополь, Алушта – 3 балла; Анапа 2–3 балла |
| 94 | 22.06 16:25:17 | 44.45 | 37.41 | 5 | 3.6 | (2.4) | Западный Кавказ | Анапа, Новороссийск, Сукко, Анапская, Супсех, Варваровка – 2–3 балла; Рассвет, Просторный – 2 балла |
| 95 | 23.06 10:32:21 | 44.98 | 41.2 | 5 | 4.0 | (3.0) | Западный Кавказ | Армавир, Новокубанск, Успенское – 3–4 балла |
| 96 | 24.06 16:54:36 | 50.03 | 142.26 | 15 | 4.2 | (3.3) | Сахалин | Онор – 2–3 балла |
| 97 | 29.06 02:24:18 | 56.11 | 162.75 | 10 | 4.2 | (3.3) | Восточное поб-е Камчатки | Усть-Камчатск – 4 балла; Крутоберегово – 3–4 балла |

Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данных землетрясений Информационного сообщения [Информационные сообщения ..., 2023], в графе « MS » в скобках указана расчётная магнитуда MS^P по формулам (1)–(4).

Всего в I полугодии 2023 г. Службой срочных донесений были составлены и опубликованы на сайте ФИЦ ЕГС РАН Информационные сообщения о 14 землетрясениях, в т.ч. о 13 сильных землетрясениях Земли с m_b (MS^P) ≥ 6.0 (№ 3, 18, 20, 23, 24, 33, 34, 35, 41, 42, 53, 61 и 63 в табл. 1)

и одном разрушительном землетрясении Земли с $m_b=5.7$ ($MS=5.6$, $M_w=5.9$) (№ 15 в табл. 1) [Информационные сообщения ..., 2023]. Для всех этих 14 событий определены механизмы очагов, представленные в табл. 3.

Таблица 3. Параметры механизмов очагов сильных землетрясений за I полугодие 2023 г.

| № в табл. 1 | № в табл. 2 | Дата, дд.мм | t_0 , чч:мм:сс | h , км | Оси главных напряжений | | | | | | Нодальные плоскости | | | | | | Диаг- рамма |
|-------------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------|------------------------|------|------|------|------|------|---------------------|------|--------|-------|------|--------|---|
| | | | | | T | | N | | P | | $NP1$ | | | $NP2$ | | | |
| | | | | | PL | AZ | PL | AZ | PL | AZ | STK | DP | $SLIP$ | STK | DP | $SLIP$ | |
| 3 | | 09.01 | 17:47:36 | 120 | 58 | 282 | 29 | 127 | 11 | 30 | 89 | 42 | 43 | 324 | 62 | 124 |  |
| 15 | | 28.01 | 18:14:45 | 10 | 0 | 270 | 78 | 1 | 11 | 180 | 224 | 82 | -8 | 316 | 82 | -172 |  |
| 18 | | 06.02 | 01:17:35 | 10 | 10 | 82 | 74 | 315 | 13 | 175 | 218 | 74 | -2 | 309 | 88 | -164 |  |
| 20 | 16 | 06.02 | 10:24:49 | 10 | 8 | 119 | 53 | 18 | 36 | 214 | 250 | 59 | -22 | 352 | 71 | -147 |  |
| 23 | | 20.02 | 17:04:28 | 10 | 19 | 93 | 41 | 346 | 43 | 202 | 228 | 44 | -21 | 333 | 76 | -132 |  |
| 24 | | 23.02 | 00:37:40 | 20 | 6 | 255 | 64 | 153 | 35 | 348 | 28 | 68 | -15 | 124 | 76 | -157 |  |
| 33 | | 16.03 | 00:56:02 | 25 | 46 | 85 | 24 | 202 | 35 | 310 | 199 | 84 | 66 | 96 | 25 | 166 |  |
| 34 | | 18.03 | 17:12:53 | 70 | 34 | 74 | 55 | 270 | 7 | 169 | 218 | 61 | 21 | 117 | 72 | 149 |  |
| 35 | | 21.03 | 16:47:24 | 190 | 68 | 276 | 18 | 59 | 12 | 153 | 265 | 36 | 121 | 48 | 60 | 69 |  |
| 41 | | 02.04 | 18:04:11 | 70 | 14 | 113 | 57 | 225 | 30 | 15 | 61 | 80 | -32 | 158 | 59 | -168 |  |
| 42 | 43 | 03.04 | 03:06:57 | 100 | 48 | 100 | 18 | 211 | 36 | 315 | 209 | 84 | 72 | 101 | 19 | 161 |  |
| 53 | | 24.04 | 20:00:55 | 10 | 51 | 44 | 1 | 135 | 39 | 226 | 325 | 7 | 100 | 135 | 84 | 89 |  |
| 61 | | 19.05 | 02:57:06 | 33 | 13 | 352 | 1 | 82 | 77 | 177 | 263 | 58 | -89 | 80 | 32 | -92 |  |
| 63 | | 20.05 | 01:51:00 | 33 | 0 | 190 | 14 | 99 | 76 | 279 | 293 | 47 | -70 | 86 | 47 | -110 |  |

Пространственное и временное распределение сейсмичности

На рис. 2 показано географическое распределение на земном шаре эпицентров представленных в табл. 1 землетрясений с m_b или $MS \geq 6.0$, зарегистрированных ССД в I полугодии 2023 года. Гипоцентры большинства сильных землетрясений Земли приурочены к границам крупных тектонических плит Земли. Наибольшей интенсивностью, как и в предыдущие два года [Виноградов и др., 2021b; Виноградов и др., 2022a; Виноградов и др., 2022b; Виноградов и др., 2023], отличались сейсмические процессы в восточном полушарии, где зарегистрировано максимальное количество очагов сильных землетрясений, приуроченных к зонам контакта Тихоокеанской плиты с Австралийской, Филиппинской, Охотской и Амурской, а также плиты Сунда с Австралийской и Филиппинской (рис. 2). Кроме того, активизировались участки южной границы Евразии: в зоне её контакта с Индийской плитой (район Гиндукуша) произошли два землетрясения с $MS^p > 7$ (№ 24, 35) и ряд толчков с $7 > MS^p > 6$, а в месте контакта малой плиты Евразии – Анатолийской – с Аравийской и Африканской плитами 6 февраля отмечены два самых крупных события I полугодия 2023 г. – с $MS=8.0$ (№ 18) и $MS=7.8$ (№ 20), сопровождаемые множеством афтершоков. В западном полушарии наибольшим числом сильных землетрясений отмечена зона субдукции плиты Наска под Южно-Американскую, а также границы Карибской плиты.

Из 77 событий в табл. 1 и на рис. 2 большая часть (47) локализована в пределах земной коры ($h \leq 70$ км). Очаги землетрясений с промежуточной глубиной ($70 < h < 390$ км, $N=23$), как обычно, приурочены к зонам субдукции: Гиндукуш (№ 1, 35, 56 в табл. 1), район островов Танимбар (№ 3), море Банда (№ 9, 68), Наветренные о-ва (№ 11), пролив Кука, Новая Зеландия (№ 21), севернее Джайлоло (Хальмахера) (№ 25), о-ва Кермадек (№ 29), Северная Колумбия (№ 31), район Восточной Новой Гвинеи (№ 32), провинция Жужуй, Аргентина (№ 36), Соломоновы о-ва (№ 38, 66), восточное поб-е Камчатки (№ 42), Северная Суматра (№ 43), Тонга (№ 59), Гватемала (№ 60), район Хоккайдо (№ 72), Миндоро (№ 73), южнее Фиджи (№ 74), Ява (№ 78). Глубокие сильные

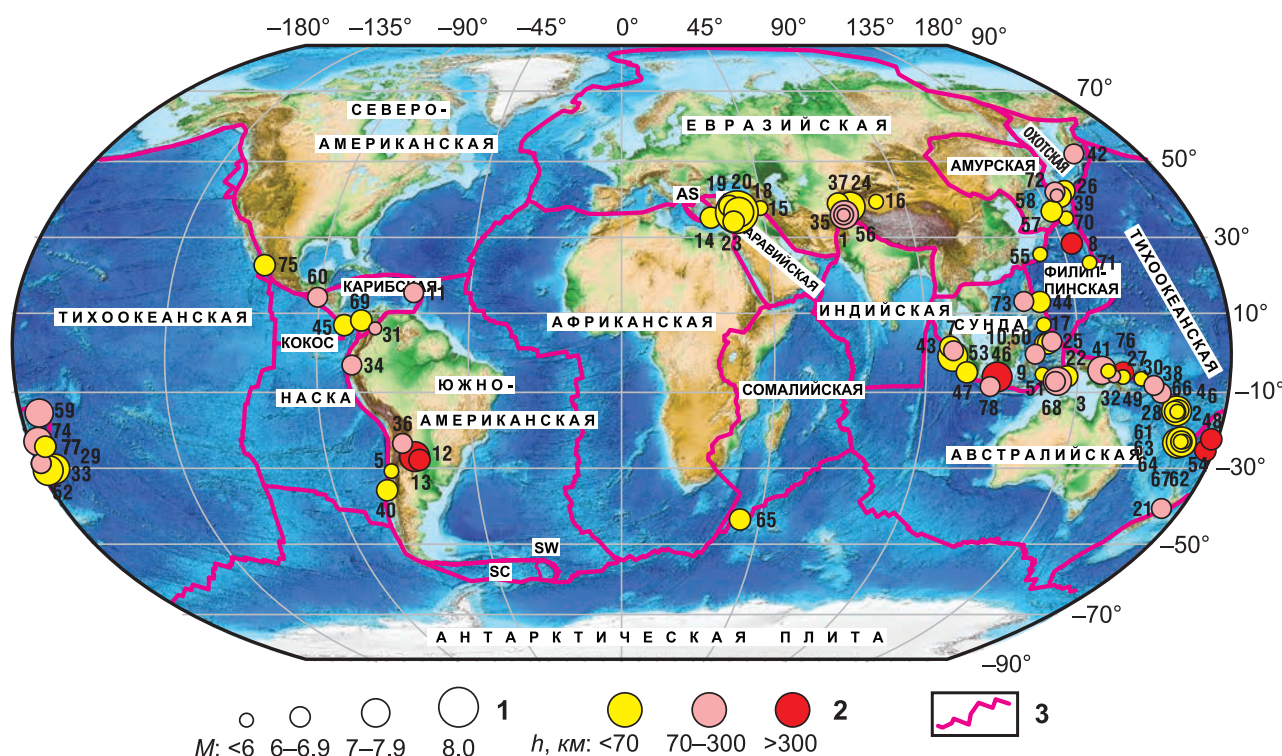


Рис. 2. Карта эпицентров сильных землетрясений Земли (табл. 1) в I полугодии 2023 г. по данным ССД.

1 – магнитуа MS^p , номер рядом с эпицентром соответствует номеру в табл. 1, знак «*» рядом с номером указывает на наличие Информационного сообщения [Информационные сообщения ..., 2023]; 2 – глубина гипоцентров; 3 – границы тектонических плит Земли (AS – плита Эгейского моря, AT – Анатолийская, SC – Скотия, SW – Сандвичева) согласно [Bird, 2003]

землетрясения ($h \geq 390$ км, $N=7$) также приурочены к зонам субдукции: южнее Хонсю (№ 8 в табл. 1), провинция Сантьяго д'Эстеро, Аргентина (№ 12, 13), море Бисмарка (№ 27), Яванское море (№ 46), южнее Фиджи (№ 48, 54).

Отметим заглубление очагов сильных землетрясений на границах плиты Сунда – семь землетрясений с промежуточными глубинами и одно глубокое в I полугодии 2023 г. по сравнению с одним промежуточным во II полугодии 2022 года.

Сильнейшее за I полугодие 2023 г. землетрясение Земли (№ 18 в табл. 1) с $MS=8.0$ ($M_w=7.8$ [Global ..., 2023]) произошло в провинции Кахраманмараш, Турция, в районе тройного соединения Анатолийской, Аравийской и Африканской плит. Сильнейшее землетрясение на территории России (№ 42 в табл. 1, № 43 в табл. 2) с $MS^P=6.6$ ($M_w=6.5$) реализовалось на границе Тихоокеанской и Охотской плит на восточном побережье Камчатки на глубине 100 км.

На территории Российской Федерации в анализируемый период ощущались 97 землетрясений, из которых 64 произошли в Дальневосточном округе и вблизи его границ, 15 – в Сибирском округе, 13 – в Южном округе; четыре – в Северо-Кавказском округе. Землетрясение 6 февраля в Турции (№ 20 в табл. 1, № 16 в табл. 2) ощущалось в Южном округе. Значительная часть землетрясений, ощущавшихся на российской территории, была локализована в районе полуострова Камчатка – 30 событий с $m_b=3.8-6.4$ (табл. 2, рис. 3).

Из-за существенных глубин очагов большинства камчатских землетрясений интенсивность сотрясений в ближайших населённых пунктах (Петропавловск-Камчатский, Усть-Камчатск, Вилючинск и др.) не превышала 4 баллов, и только толчок 3 апреля с $m_b=6.4$ ($M_w=6.5$) на глубине 100 км (№ 42 в табл. 1 и № 43 в табл. 2, рис. 3) вызвал максимальные на территории РФ 5–6-балльные сотрясения в трёх населённых пунктах – Петропавловск-Камчатский, Рыбачий и Завойко.

Большое скопление эпицентров ощутимых землетрясений наблюдалось в районе Курильских островов (рис. 3), максимальную интенсивность 5 баллов в Северо-Курильске вызвало землетрясение 8 марта с $MS=5.3$ на глубине 60 км (№ 31 в табл. 2). Значительное число ощутимых толчков (11) произошло в районе оз. Байкал, интенсивность сотрясений не превышала 4 баллов. В пограничной области Монголии с Россией продолжалась афтершоковая активность Хубсугульского землетрясения 11 января 2021 г. с $MS=7.2$ [Emanov et al., 2022], в т.ч. четыре

толчка, ощущавшихся на территории России с интенсивностью от 2 до 4 баллов (№ 7, 8, 9, 30 в табл. 2). В Магаданской области произошли три землетрясения с интенсивностью сотрясений от 3 до 4 баллов (№ 10, 35, 36 в табл. 2). Жители Краснодарского края ощутили сотрясения интенсивностью 2–3 балла от одного из катастрофических землетрясений в Турции 6 февраля с $MS=7.8$ (№ 20 в табл. 1 и № 16 в табл. 2).

На рис. 4 представлены графики распределения логарифмов полугодических значений выделенной на земном шаре сейсмической энергии (а) и кумулятивной энергии дискретных событий (б) за период с 2010 г. по I полугодие 2023 года. Выделившаяся в I полугодии 2023 г. сейсмическая энергия ($\Sigma E_{0.5}=1.93 \cdot 10^{17}$ Дж) возросла относительно аналогичных значений в I и II полугодиях 2022 г., вплотную приблизившись к среднему полугодическому значению за период 2010–2022 гг. ($\overline{\Sigma E_{0.5}}=2.31 \cdot 10^{17}$ Дж), показанному на рис. 4 в виде горизонтальной пунктирной линии.

Механизмы очагов и макросейсмические проявления наиболее значимых землетрясений

В рассматриваемый период сильнейшим на земном шаре стало землетрясение с $MS=8.0$ ($M_w=7.8$) [Global ..., 2023] (№ 18 в табл. 1, 3), которое произошло 6 февраля в 01^h17^m в Турции. Очаг землетрясения находился на глубине 10 км в провинции Кахраманмараш, в 33 км к юг–юго-востоку от г. Кахраманмараш, в 44 км к северо-западу от г. Газиантеп, в 465 км к юго-востоку от столицы Турции Анкары. За девять часов после главного толчка ССД зарегистрировала 24 афтершока с $m_b=4.5-6.5$. Через 9 час 7 мин (в 10^h24^m) в Турции произошёл второй сильнейший толчок с $MS=7.8$ ($M_w=7.7$ [Global ..., 2023]) (№ 20 в табл. 1, 3). Очаг землетрясения находился также на глубине 10 км в провинции Кахраманмараш, в 85 км к север–северо-востоку от эпицентра первого сильного землетрясения, в 55 км к северо-востоку от г. Кахраманмараш, в 105 км к север–северо-западу от г. Газиантеп, в 430 км к юго-востоку от г. Анкара. После второго сильного землетрясения продолжился афтершоковый процесс – в течение первых суток было зарегистрировано 38 афтершоков с $m_b=4.5-6.2$, а до 1 июля 2023 г. зафиксировано 220 афтершоков с $m_b \geq 4.0$.

Эти два турецких землетрясения оказались самыми мощными в Мире в I полугодии 2023 года. В результате катастрофы в Турции погибли 50500 человек, около 115 тыс. получили

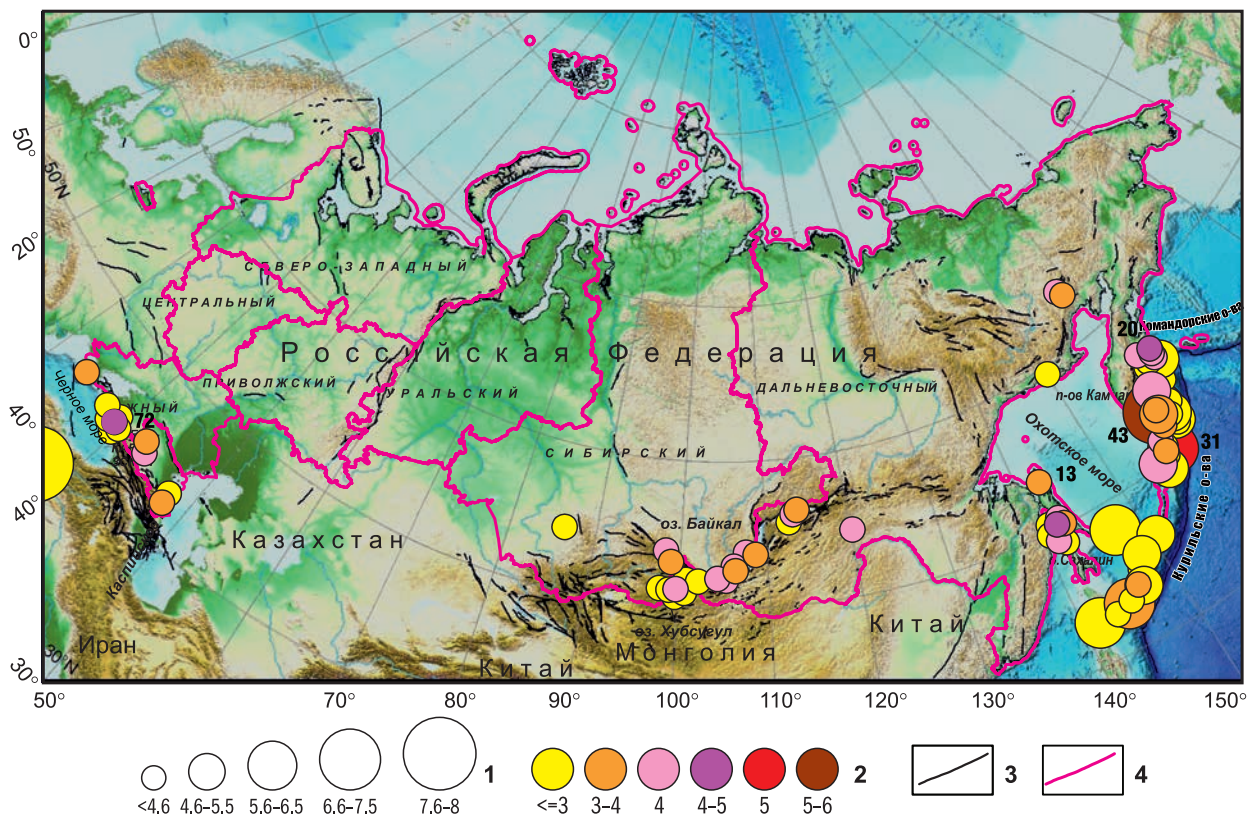


Рис. 3. Карта эпицентров ощутимых землетрясений на территории России за I полугодие 2023 г. согласно табл. 2.

1 – магнитуда M_S (M_S°); 2 – интенсивность сотрясений в ближайших населённых пунктах I_1 в баллах, для землетрясений с $I_1 > 4$ указан номер из табл. 2; 3 – активные разломы; 4 – границы территориальных округов РФ

ранения [Число погибших ..., 2023], в Сирии погибли около 10 тыс. человек, более 10 тыс. ранены. Разрушения были зафиксированы во многих турецких провинциях – Адана, Газиантеп, Диярбакыр, Кахраманмараш, Малатья и Шанлыурфа. Более 50 тыс. зданий разрушены или находятся в аварийном состоянии, в том числе многоэтажные дома, административные строения и больницы. Обрушилась историческая крепость в провинции Газиантеп, включённая в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, турецкий порт Искендерун получил повреждения и временно прекратил работу. В Сирии толчки привели к разрушению множества зданий в провинциях Алеппо, Идлиб, Латакия и Хама. Повреждения получил замок крестоносцев Маргат (Маркаб) близ г. Банияс, а также крупнейший в Сирии нефтеперерабатывающий завод в порту этого города. Первое турецкое землетрясение ($t_0=01^h17^m$) ощущалось в Греции, Египте, Румынии, Ираке, Иране, Израиле, Палестине, Иордании, Ливане и на Кипре. Второе землетрясение

($t_0=10^h24^m$) ощущалось на территории РФ в Сочи, Хосте, Адлере и Сириусе с интенсивностью 2–3 балла, а также в Абхазии, Грузии, Греции, Египте, Румынии, Ираке, Иране, Израиле, Палестине, Иордании, Ливане и на Кипре. Военнослужащие группировки ВС РФ выполнили задачи по разбору завалов, поиску пострадавших и оказанию им медицинской помощи в районах Сирии, подвергшихся наибольшему разрушению. В Турции группа российских спасателей оказывала помощь в разборе завалов в Кахраманмараше [Информационное сообщение о сильном ..., 2023; Информационное сообщение о втором сильном ..., 2023].

Землетрясения произошли в районе тройного соединения Анатолийской, Аравийской и Африканской плит, в западной части Восточно-Анатолийского разлома, имеющего протяжённость около 450 км. Судя по историческим данным, тектонические напряжения накапливались в этой зоне не менее 500 лет [Duman, Emre, 2013]. Ранее самое сильное землетрясение в Турции

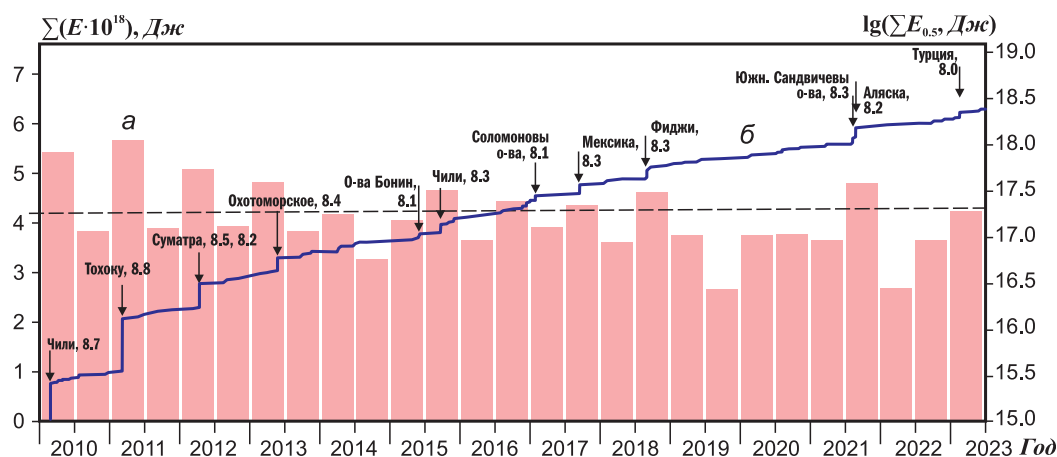


Рис. 4. Распределение за период 2010 г. – I квартал 2023 г. логарифмов полугодических значений суммарной сейсмической энергии $\lg \Sigma E_{0.5}$, выделившейся при землетрясениях земного шара (а), и кумулятивный график энергии дискретных событий ΣE (б).

Стрелками показаны землетрясения с магнитудами $MS(Mw) > 8$, пунктиром – среднее полугодическое значение сейсмической энергии за период 2010–2022 гг.

с $M=7.6$ было зафиксировано 17 августа 1999 г. в 726 км северо-восточнее, в зоне Северо-Анатолийского разлома. Тогда погибло более 17 тыс. человек, обрушилось несколько десятков высотных жилых домов, а на нефтеперерабатывающем заводе в г. Измит возник пожар [*M 7.6 - 4 km ...*, 2023].

Механизм очага первого землетрясения (№ 18 в табл. 3) рассчитан по знакам первых вступлений продольных волн на записях 85 сейсмических станций, из них на 53 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 32 станциях – волны растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний $\Delta=4-89^\circ$ и в азимутальном створе $2-358^\circ$. Исходя из рассчитанного механизма, землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений сжатия, ориентированных на юг ($AZ=175^\circ$), и растяжения, направленных на восток ($AZ=82^\circ$). Одна из плоскостей ($NP1$) простирается на северо-запад ($STK=309^\circ$), другая ($NP2$) – на юго-запад ($STK=218^\circ$). Обе плоскости наклонены к горизонту под большими углами ($DP=74-88^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – правосторонний сдвиг, по $NP2$ – левосторонний сдвиг. Пространственное распределение афтершоков этого землетрясения маркирует разрыв общей длиной чуть более 300 км юго-западного направления. Представленные в [*M 7.8 - Pazarcik ...*, 2023] результаты моделирования конечного разрыва в виде трёх сегментов северо-восточного простирания, полученные при анализе телесеизмических

и региональных наблюдений, а также геодезических наблюдений с помощью радара с синтезированной апертурой (SAR), позволяют выбрать в качестве действующей нодальную плоскость $NP2$ юго-западного простирания.

Механизм очага второго землетрясения (№ 20 в табл. 3) рассчитан по знакам первых вступлений продольных волн на записях 98 сейсмических станций, из них на 58 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 40 станциях – волны растяжения (знаки минус). Станции находились на эпицентральных расстояниях $\Delta=3-89^\circ$ в азимутальном створе $1-358^\circ$. Землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений сжатия, ориентированных на юго-запад ($AZ=214^\circ$), и растяжения, направленных на восток–юго-восток ($AZ=119^\circ$). Одна из плоскостей ($NP1$) простирается на запад–юго-запад ($STK=250^\circ$), другая ($NP2$) – на север ($STK=352^\circ$). Плоскость $NP1$ залегает более полого ($DP=59^\circ$) относительно плоскости $NP2$ ($DP=71^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – левосторонний сдвиг, по $NP2$ – правосторонний сдвиг. По результатам анализа телесеизмических, региональных сейсмических и геодезических наблюдений на сайте USGS представлена предварительная модель конечного разрыва [*M 7.5 - Elbistan ...*, 2023], состоящего из трёх сегментов субширотного и запад–юго-западного простирания, что позволяет считать действующей плоскость $NP1$ механизма очага землетрясения № 20 из табл. 3.

Сильнейшее на территории Российской Федерации землетрясение с $m_b=6.4$ ($Mw=6.5$)

произошло 3 апреля в 03^h06^m (№ 42 в табл. 1 и № 43 в табл. 2) на восточном побережье Камчатки на глубине 100 км, в 8 км к юго-востоку от Вилючинска, в 26 км к юго-западу от Петропавловска-Камчатского. Оно же вызывало наибольшую интенсивность сотрясений на территории РФ ($I_{\max}=5-6$ баллов). Землетрясение ощущалось в Петропавловске-Камчатском, Рыбачьем и Завойко с интенсивностью 5–6 баллов, в Вилючинске, Аваче, Новом, Нагорном, Пионерском и Светлом – 5 баллов, в Вулканном, Елизове, Зелёном и Паратунке – 4–5 баллов, в Кеткино, Раздольном и Сокоче – 4 балла, в Коряках, Октябрьском и Северо-Курильске – 3–4 балла, в Апаче и Никольском – 2–3 балла, в Запорожье – 2 балла. В Петропавловске-Камчатском появились трещины в некоторых зданиях, обвалилась плитка и штукатурка.

Механизм очага этого землетрясения (№ 42 в табл. 3) рассчитан по записям 89 станций, из которых на 29 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 60 – растяжения (знаки минус), $\Delta=0-87^\circ$, $AZ=11-343^\circ$. Землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений сжатия, ориентированных на северо-запад ($AZ=315^\circ$), и растяжения, направленных на восток ($AZ=100^\circ$). Нодальная плоскость $NP1$ простирается на юг–юго-запад ($STK=209^\circ$), другая ($NP2$) – на восток–юго-восток ($STK=101^\circ$). Плоскость $NP2$ залегает более полого ($DP=19^\circ$) относительно плоскости $NP1$ ($DP=84^\circ$). Тип движения по плоскости $NP1$ – взброс, по плоскости $NP2$ – правосторонний сдвиг. Сейсмический момент землетрясения, полученный в ФИЦ ЕГС РАН по спектрам продольных волн на станции «Обнинск» ($\Delta=62.2^\circ$), составляет $M_0=7.262 \cdot 10^{18}$ Н·м, $Mw=6.5$.

Выводы

В I полугодии 2023 г. максимальная интенсивность сейсмических процессов наблюдалась в восточном полушарии, где 6 февраля в провинции Кахраманмараш, Турция, произошли два крупнейших и самых катастрофических землетрясения на земном шаре с $MS=8.0$ ($Mw=7.8$) и $MS=7.8$ ($Mw=7.7$). Высокая плотность эпицентров сильных землетрясений с $MS>6$ в местах возникновения этих очагов, а также в районе Гиндукуша, где зарегистрированы два землетрясения с $MS^p>7$, свидетельствует об активизации геодинамических процессов на южной границе Евразии, в зонах её контакта с Индийской, Аравийской и Африканской плитами. Максимальная плотность очагов сильных землетрясе-

ний отмечена в зонах контакта Тихоокеанской плиты с Австралийской, Филиппинской, Охотской и Амурской плитами, а также плиты Сунда с Австралийской и Филиппинской.

Выделенная в I полугодии 2023 г. сейсмическая энергия ($\Sigma E_{0.5}=1.93 \cdot 10^{17}$ Дж) превысила аналогичные значения в I и II полугодиях 2022 г., вплотную приблизившись к среднему полугодовому значению за период 2010–2022 гг. ($\overline{\Sigma E_{0.5}}=2.31 \cdot 10^{17}$ Дж).

На территории России землетрясений с катастрофическими последствиями не было. Наиболее интенсивно ($I_{\max}=5-6$ баллов) ощущалось самое сильное землетрясение в РФ 3 апреля с $m_b=6.4$ ($Mw=6.5$) на восточном побережье Камчатки.

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

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-01271-23) 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/>).

Литература

- Акимов А.П. Автоматический модуль быстрого определения параметров гипоцентра землетрясения по данным цифровой сейсмической сети // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвёртой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 3–7. – EDN: SWDUSD
- Акимов А.П., Красилов С.А. Программный комплекс WSG «Система обработки сейсмических данных» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664678 от 16.11.2020 г. – EDN: IJOVUE
- Бутырин П.Г., Красилов С.А. Собираем из конструктора Единую систему хранения и доступа к геофизическим данным // Российский сейсмологический журнал. – 2021. – Т. 3, № 4. – С. 77–87. – DOI: 10.35540/2686-7907.2021.4.05. – EDN: MEFWKZ
- 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. – 2021а. – 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 2021 г. по данным ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2021b. — Т. 3, № 3. — С. 7–27. — DOI: 10.35540/2686-7907.2021.3.01. — EDN: PLREQK
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Пойгина С.Г., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара в I полугодии 2022 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2022b. — Т. 4, № 3. — С. 7–24. — DOI: 10.35540/2686-7907.2022.3.01. — EDN: CASRXG
- Виноградов Ю.А., Рыжикова М.И., Петрова Н.В., Пойгина С.Г., Коломиец М.В. Сильные землетрясения земного шара во II полугодии 2022 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2023. — Т. 5, № 1. — С. 7–25. — DOI: 10.35540/2686-7907.2023.1.01. — EDN: WSZPLJ
- 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: СВПНН
- 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. — 2022a. — 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.
- Информационное сообщение о сильном землетрясении в Турции 6 февраля 2023 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/eqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=222> (дата обращения 03.07.2023).
- Информационное сообщение о втором сильном землетрясении в Турции 6 февраля 2023 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/eqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=223> (дата обращения 03.07.2023).
- Информационные ресурсы Единой геофизической службы РАН // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/infres/> (дата обращения 03.07.2023).
- Информационные сообщения // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/eqInfo/> (дата обращения 03.07.2023).
- Информация Службы срочных донесений // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/ssd.htm> (дата обращения 03.07.2023).
- Казахстанский национальный центр данных [сайт]. — URL: <https://www.kndc.kz> (дата обращения 03.07.2023).
- Кондорская Н.В., Горбунова И.В., Киреев И.А., Вандышева Н.В. О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990 гг.) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. — Вып. 1. — М.: ИФЗ РАН, 1993. — С. 70–79.
- Красилов С.А., Акимов А.П., Коломиец М.В., Пойгина С.Г. База данных программного комплекса WSG «Система обработки сейсмических данных» / Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020622357 от 20.11.2020 г. — EDN: YRQPEI
- Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П., Борисов П.А. Совершенствование процесса автоматического расчёта параметров гипоцентров землетрясений в Службе срочных донесений ГС РАН // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой Международной сейсмологической школы. — Обнинск: ГС РАН, 2012. — С. 153–158. — EDN: SSTWMZ
- 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 Р-волн (FA) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662004 от 25 сентября 2018 г. — EDN: GTRUYE
- Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2010–2022 // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/ (дата обращения 03.07.2023).
- Старовойт О.Е. Сейсмологический центр в Обнинске в 1963–2003 гг. / Отв. ред. А.Я. Сидорин. — М.: ИФЗ РАН, 2017. — 100 с.
- Число погибших в результате землетрясений в Турции составило 50,5 тыс. // ТАСС [сайт]. — URL: <https://tass.ru/proisshestviya/17524897> (дата обращения 14.04.2023).
- Bird P. An updated digital model of plate boundaries // *Geochemistry Geophysics Geosystems*. — 2003. — V. 4, N 3, 1027. — DOI: 10.1029/2001GC000252
- Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization [сайт]. — URL: <https://www.ctbto.org> (дата обращения 03.07.2023).
- CSEM EMSC. Earthquake. Latest data contributions [Site]. — URL: <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php> (дата обращения 03.07.2023).
- Duman T.Y., Emre Ö. The East Anatolian Fault: Geometry, segmentation and jog characteristics // *Geological*

- Society Special Publication. — 2013. — V. 372. — P. 495–529. — DOI: 10.1144/SP372.14
- Emanov A.F., Emanov A.A., Shevkunova E.V., Fatev A.V., Gladyshev E.A., Arapov V.V., Artemova A.I., Podkorytova V.G., Chechel' nitskii V.V., Radzimovich Y.B., Kobeleva E.A.* The Khuvsgul earthquake of January 12, 2021 ($M_w=6.7$, $M_L=6.9$) and early aftershocks // *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. — 2022. — V. 58, N 1. — P. 59–73. — DOI: 10.1134/S1069351322100019. — EDN: EHDBHU
- Global CMT Catalog Search // Global CMT Web Page [Site]*. — URL: <http://www.globalcmt.org>. — Columbia, SC, USA: Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO) of Columbia University, 2023.
- 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)*. On-line Bulletin [Site]. — URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. — United Kingdom, Thatcham: Internat. Seismol. Centre, 2023. — DOI: 10.31905/D808B830
- M 7.5 - Elbistan earthquake, Kahramanmaras earthquake sequence. 2023-02-06 10:24:48 (UTC). Finite Fault // USGS [Site]*. — URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/executive> (дата обращения 24.07.2023).
- M 7.6 - 4 km ESE of Derince, Turkey. 1999-08-17. ShakeMap // USGS [Site]*. — URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp0009d4z/impact> (дата обращения 06.01.2023).
- M 7.8 - Pazarcik earthquake, Kahramanmaras earthquake sequence. 2023-02-06 01:17:34 (UTC). Finite Fault // USGS [Site]*. — URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive> (дата обращения 24.07.2023).
- 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
- Project IDA. IDA II Stations [Site]*. — URL: <https://ida.ucsd.edu/?q=stations> (дата обращения 03.07.2023).
- Swiss Seismological Service. SED. Earthquakes [Site]*. — 2022. — URL: <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/> (дата обращения 03.07.2023).
- 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. — N 96. — P. 223–297.

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@gstras.ru

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

Пойгина Светлана Германовна, науч. сотр. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. ORCID: 0000-0002-0796-6049. E-mail: sveta@gstras.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@gstras.ru

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

Global earthquakes in the 2023 first half according to the GS RAS

© 2023 Yu.A. Vinogradov, M.I. Ryzhikova, S.G. Poygina, N.V. Petrova, M.V. Kolomiets

GS RAS, Obninsk, Russia

Received July 31, 2023

Abstract Information is provided on the seismicity of the Earth at the level of $m_b \geq 6.0$ in the 2023 first half, as well as on 97 earthquakes felt on the territory of the Russian Federation according to the Alert Service of the Geophysical Survey RAS. For the 14 most severe earthquakes, information messages were publishing within one or two days after their implementation, the parameters of the mechanisms of foci were calculated and given. During the period under review, the strongest earthquakes on the globe with $MS=8.0$ ($M_w=7.8$) and $MS=7.8$ ($M_w=7.7$) occurred on February 6 in Kahramanmaras Province, Turkey. As a result of these earthquakes, 500 people were killed in Turkey, about 115 thousand were injured, about 10 thousand people were killed in Syria, and more than 10 thousand were injured. On the territory of Russia, the strongest earthquake was on April 3 with $m_b=6.4$ ($M_w=6.5$) on the east coast of Kamchatka. It was also felt with the greatest intensity of concussions (5-6 points) in the settlements of Russia. The seismic energy released on the globe for the 2023 first half ($1.93 \cdot 10^{17}$ J) increased relative to similar values for the 2022 first and second half, coming close to the average half-year value for the period 2010-2022 ($2.31 \cdot 10^{17}$ J).

Keywords Earthquake Early Alert Service, seismic stations, strong earthquakes, magnitude, seismic energy, focal mechanism, intensity of concussions.

For citation Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Poygina, S.G., Petrova, N.V., & Kolomiets, M.V. (2023). [Global earthquakes in the 2023 first half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 5(3), 7-27. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.3.01>. EDN: MMMUBQ

References

- Akimov, A.P. (2009). [Automatic module for rapid determination of earthquake hypocenter parameters from digital seismic network data]. In *Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Materialy Chetvertoi Mezhdunarodnoy seismologicheskoy shkoly* [Materials of the Fourth International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 3-7). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: SWDUSD
- Akimov, A.P., & Krasilov, S.A. (2020). [WSG software package "Seismic data processing system"]. Certificate of state registration of a computer program No. 2020664678. (In Russ.). EDN: IJOVUE
- 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)
- Butyrin, P.G., & Krasilov, S.A. (2021). [The unified system for storing and accessing geophysical data. Traditions and new approaches]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 3(4), 77-87. (In Russ.). DOI: [10.35540/2686-7907.2021.4.05](https://doi.org/10.35540/2686-7907.2021.4.05). EDN: MEFWKZ
- Chislo pogibshikh v rezul'tate zemletriasenii v Turtsii sostavilo 50.5 tys.* [The number of deaths as a result of earthquakes in Turkey amounted to 50.5 thousand]. (2023). TASS, April 14, 2023. Retrieved from <https://tass.ru/proisshestiya/17524897>. (In Russ.).
- Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization. (2023). Retrieved from <https://www.ctbto.org>
- CSEM EMSC. (2023). Earthquake. Latest data contributions. Retrieved from <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
- Duman, T.Y., & Emre, Ö. (2013). The East Anatolian Fault: Geometry, segmentation and jog characteristics. *Geological Society Special Publication*, 372, 495-529. DOI: [10.1144/SP372.14](https://doi.org/10.1144/SP372.14)
- Emanov, A.F., Emanov, A.A., Shevkunova, E.V., Fateev, A.V., Gladyshev, E.A., Arapov, V.V., Artemova, A.I., Podkorytova, V.G., Chechel'nitskii, V.V., Radziminovich, Y.B., & Kobeleva, E.A. (2022). The Khuvsgul earthquake of January 12, 2021 ($M_w=6.7$, $M_L=6.9$) and early aftershocks. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*,

- 58(1), 59-73. DOI: [10.1134/S1069351322100019](https://doi.org/10.1134/S1069351322100019). EDN: EHDBHU
- Global CMT Web Page. (2023). Global CMT Catalog Search. Retrieved from <http://www.globalcmt.org>
- GOST R 57546-2017. (2017). [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 28 p. (In Russ.).
- GS RAS. (2023). Bulletin of Teleseismic Stations, 2010-2022. Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/
- Gutenberg, B., & Richter, C.F. (1956). Magnitude and energy of earthquakes, *Annals of Geophysics*, 9(1), 1-15.
- Information messages. (2023). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/>
- Informatsionnoe soobshchenie o sil'nom zemletriasenii v Turtsii 6 fevralia 2023 g. [Information message about a strong earthquake in Turkey on February 6, 2023]. (2023). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=222> (In Russ.).
- Informatsionnoe soobshchenie o vtorom sil'nom zemletriasenii v Turtsii 6 fevralia 2023 g. [Information message about the second strong earthquake in Turkey on February 6, 2023]. (2023). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=223> (In Russ.).
- Informatsionnye resursy Edinoi geofizicheskoi sluzhby RAN [Information resources of the GS RAS]. (2023). Retrieved from <http://www.gsras.ru/new/infres/> (In Russ.).
- International Seismological Centre. (2023). On-line Bulletin. DOI: [10.31905/D808B830](https://doi.org/10.31905/D808B830)
- Kazakhstan National Data Center. (2023). Retrieved from <https://www.kndc.kz>
- Kondorskaya, N.V., Gorbunova, I.V., Kireev, I.A., & Vandysheva, N.V. (1993). [On compiling a unified catalog of strong earthquakes in Northern Eurasia using instrumental data (1901-1990)]. In *Seismichnost' i seismicheskoe raionirovanie Severnoi Evrazii, vyp. 1* [Seismicity and seismic zoning of Northern Eurasia, Is. 1] (pp. 70-79). Moscow, Russia: IPE RAS Publ. (In Russ.).
- Krasilov, S.A., Akimov, A.P., Kolomiets, M.V., & Poygina, S.G. (2020). [Database of the WSG software package "Seismic data processing system"]. Certificate of state registration of database No. 2020622357. (In Russ.). EDN: YRQPEI
- 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
- Krasilov, S.A., Kolomiets, M.V., Akimov, A.P., & Borisov, P.A. (2012). [Improvement of process of automatic calculation of parameters of the hypocenters of earthquakes in Alert Survey of GS RAS]. In *Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Materialy Sed'moy Mezhdunarodnoy seismologicheskoy shkoly* [Materials of the Seventh International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 153-158). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: SSTWMZ
- 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). (2023). GS RAS. Retrieved from http://www.ceme.gsras.ru/new/eng/ssd_news.htm
- M 7.5 - Elbistan earthquake, Kahramanmaras earthquake sequence. 2023-02-06 10:24:48 (UTC). Finite Fault. (2023). USGS. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/executive>
- M 7.6 - 4 km ESE of Derince, Turkey. 1999-08-17. Shake-Map. (2023). USGS. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp0009d4z/impact>
- M 7.8 - Pazarcik earthquake, Kahramanmaras earthquake sequence. 2023-02-06 01:17:34 (UTC). Finite Fault. (2023). USGS. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive>
- 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](https://doi.org/10.1007/s10950-019-09900-8)
- Project IDA. (2023). IDA II Stations. Retrieved from <https://ida.ucsd.edu/?q=stations>
- Starovoi, 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. (2022). SED. Earthquakes. Retrieved from <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/>
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2021a). [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](https://doi.org/10.35540/2686-7907.2021.1.01). EDN: QAZMDA
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2021b). [Global earthquakes in the 2021 first half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 3(3), 7-27. (In Russ.). DOI: [10.35540/2686-7907.2021.3.01](https://doi.org/10.35540/2686-7907.2021.3.01). EDN: PLREQK
- Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2022b). [Global earthquakes in the 2022 first half according to the

GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 4(3), 7-24. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2022.3.01. EDN: CASRXG

Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Petrova, N.V., Poygina, S.G., & Kolomiets, M.V. (2023). [Global earthquakes in the 2023 first half according to the GS RAS]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 5(1), 7-25. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2023.1.01. EDN: WSZPLJ

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: CBIHHI

Vinogradov, Yu.A., Ryzhikova, M.I., Poygina, S.G., Petrova, N.V., & Kolomiets, M.V. (2022a). [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

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, 223-297.

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

Poygina Svetlana Germanovna, Researcher of the GS RAS, Obninsk, Russia. ORCID: 0000-0002-0796-6049. E-mail: sveta@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