

УДК 550.348. (100)

Сильные землетрясения земного шара и России в I полугодии 2020 г. по данным ФИЦ ЕГС РАН

© 2020 г. Ю.А. Виноградов, М.И. Рыжикова, С.Г. Пойгина, Н.В. Петрова, М.В. Коломиец

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия

Аннотация. Приведены сведения о сейсмичности Земли в I полугодии 2020 г. на уровне сильных землетрясений с $m_b \geq 6$ по данным Службы срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН. В обзор также включена информация о более слабых, но разрушительных землетрясениях мира и об ощутимых землетрясениях России. Всего за I полугодие зарегистрировано 64 землетрясения с $m_b \geq 6$, в том числе четыре – на территории России. Для 18 сильных землетрясений Службой срочных донесений были в течение одного-двух дней после их реализации опубликованы Информационные сообщения, для 16 из них приведены сведения о механизмах очагов. Сравнительный анализ выделившейся сейсмической энергии на земном шаре показал, что её количество в I полугодии 2020 г. соответствует средним значениям за последние три года. Сильнейшие землетрясения Земли с $MS=7.7$ произошли 28 января в Карибском море и 23 июня в Мексике в сопровождении фор- и афтершоков. Самые большие человеческие жертвы и материальный ущерб за исследуемый период принесло катастрофическое землетрясение с $MS=6.6$, произошедшее 24 января в Турции. В результате землетрясения 41 человек погиб, 1607 получили ранения. Самым сильным на территории России стало землетрясение с $MS=7.5$, реализовавшееся 25 марта к востоку от Курильских островов и ощущавшееся в Северо-Курильске с интенсивностью 5–6 баллов. Всего на территории России зарегистрировано 47 ощутимых землетрясений с $m_b = 3.6–7.2$.

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

Для цитирования: 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: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.3.01>

Введение

В российской сейсмологической практике основные параметры землетрясений мира определяются Службой срочных донесений (ССД) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН) по доступным в оперативном режиме данным телесеизмических станций Российской Федерации и мира. Сведения о сейсмичности на территории Земли с $m_b > 4.5–5.0$ и России с $m_b > 3.5–4.0$ публикуются на официальном сайте ФИЦ ЕГС РАН в течение часа со времени возникновения события [Информация Службы ...]. В течение нескольких дней составляются и публикуются на сайте Информационные сообщения о самых сильных и разрушительных землетрясениях [Информаци-

онные сообщения ...]. Они содержат записи волновых форм, сведения об основных параметрах, механизмах очагов, форшоках и афтершоках, исторической сейсмичности в районе очага и о макросейсмических проявлениях землетрясений в населённых пунктах. После получения всего комплекса станционных данных производится их переобработка и составление ежедекадных сейсмологических бюллетеней и каталогов, также доступных на сайте [Информация Службы ...]. Параметры землетрясений по данным ФИЦ ЕГС РАН в оперативном режиме публикуются также в бюллетенях международных сейсмологических центров, в т.ч. CSEM [CSEM ...] с кодом агентства GSRAS, SED (SSS) [Swiss ...] с кодом агентства GSRC, ISC [ISC Bulletin ...] с кодом агентства MOS.

В настоящей работе анализируются данные Службы срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН

о сильных землетрясениях Земли с $m_b \geq 6.0$ за I полугодие 2020 г., а также сведения о более слабых, но разрушительных землетрясениях мира и об ощутимых сейсмических событиях на территории России. Оценка выделившейся за I полугодие 2020 г. сейсмической энергии даётся в сравнении с аналогичными оценками за период 2010–2019 гг.

Методика обработки и параметры землетрясений

Исходная информация для анализа сейсмичности получена из БД «Землетрясения» [База данных ...], открытый доступ к которой организован в локальной сети Центрального отделения (ЦО) ФИЦ ЕГС РАН, частичный доступ – на сайте [Информация Службы ...], а также из Информационных сообщений ССД о сильнейших и разрушительных землетрясениях Земли [Информационные сообщения ...].

Магнитуды, определяемые в ССД, различаются в зависимости от типа сейсмических волн и частотного диапазона регистрирующей аппаратуры: m_b – магнитуда по короткопериодным продольным волнам; MS – магнитуда по поверхностным волнам Релея [Bormann, 2002]. Магнитуда m_b определяется для всех зарегистрированных землетрясений, MS – для умеренных и сильных событий, для которых достаточно уверенно выделяется максимум поверхностных волн Релея. Соотношение между этими магнитудами по данным БД «Землетрясения» [База данных ...] за 2010–2019 гг. получено Н.В. Петровой методом ортогональной регрессии (рис. 1):

$$MS = 1.47 \cdot m_b - 2.91 \text{ при } R = 0.86, N = 1321, \quad (1)$$

где R – коэффициент корреляции, N – число использованных пар данных $MS - m_b$.

Как видно на рис. 1, соотношение (1) близко к рекомендованной в [Кондорская и др., 1993] зависимости (2) между магнитудами MLH (аналог MS) и $MPVA$ (аналог m_b):

$$MLH = 1.59 \cdot MPVA - 3.67. \quad (2)$$

Поскольку короткопериодная магнитуда по объёмной волне m_b испытывает насыщение (тенденцию занижать магнитуду) при $m_b > 6.5$, для оценки величины сильных коровых землетрясений желательнее использовать магнитуду MS . Для анализируемых в статье землетрясений в табл. 1 представлены оба типа магнитуд, m_b и MS . Магнитуды m_b определены инструментально для всех землетрясений, а MS – лишь для 61.4% из них.

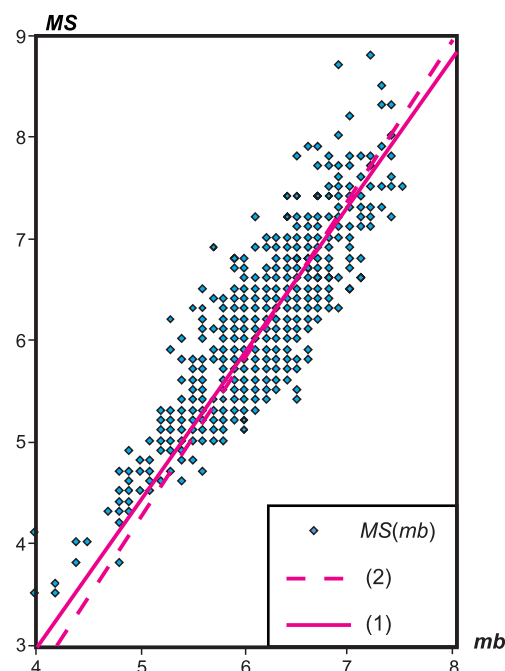


Рис. 1. Зависимость между магнитудами MS и m_b землетрясений за 2010–2019 гг., аппроксимированная уравнением ортогональной регрессии (1), в сравнении с рекомендованным соотношением (2) между аналогичными магнитудами [Кондорская и др., 1993]

Для остальных 38.6% землетрясений приведены расчётные магнитуды MS^P . Для расчёта MS^P землетрясений с $h \leq 70$ км, при отсутствии инструментального определения MS , использовалась формула (1). Для более глубоких землетрясений характерно снижение интенсивности поверхностной волны, что требует введения поправки за глубину. Поэтому для землетрясений с $h > 70$ км при расчёте MS^P к инструментально определённой MS добавлялась поправка за глубину ($dMS = 0.556 \cdot \lg h - 0.5$) [Petrova, Gabsatarova, 2020], а при отсутствии надёжно определённой MS (широкий диапазон эпицентральных расстояний, регистрация не менее чем тремя сейсмическими станциями) использовалась формула (1).

Для оценки сейсмической энергии в данной статье использовались соотношения Гутенберга-Рихтера [Gutenberg, Richter, 1956] согласно рекомендациям [Кондорская и др., 1993]:

$$\lg E (\text{эрг}) = 1.5 \cdot MS + 11.8 \quad (h \leq 70 \text{ км}), \quad (3)$$

$$\lg E (\text{эрг}) = 2.4 \cdot m_b + 5.8 \quad (h > 70 \text{ км}). \quad (4)$$

Механизмы очагов, анализируемые в данной работе, получены по знакам первых вступлений продольных волн по программе А.В. Ландера [Ландер, 2006].

Характеристика исходных данных

В Службе срочных донесений в I полугодии 2020 г. использовались следующие входные потоки информации [Коломиец и др., 2019]:

- волновые формы с 86 цифровых станций (на рис. 2 изображены красными и жёлтыми треугольниками) в режиме, близком к реальному времени (NRTS), собираемые с NRTS-серверов в дисковые петли на основном сервере ССД SSD-SERV с помощью программы WSG_WrtDI;

- фрагменты волновых форм с 32 станций России, скачиваемые по запросу программой WaveTap_Qt v1.5.0.26 (протокол ISI, XFER, SEEDLINK) для конкретного землетрясения и обрабатываемые с помощью программы WSG [Красилов и др., 2006];

- времена вступлений основных сейсмических волн (arrival), поступавшие в базу данных ORACLE в режиме NRTS через Интернет с 44 станций международных и региональных центров (на рис. 2 изображены зелёными треугольниками): 1 – IDC СТВТО [Comprehensive ...], 2 – KNDC, Казахстанского национального центра данных [Kazakhstan ...], 3 – телеметрической сети цифровых сейсмических станций IRIS-IDA [IRIS-IDA];

- сводки в коде МСК-85 и IMS с 23 телесеизмических станций и 73 региональных станций России и СНГ.

Все сводки редактировались в соответствии с требованиями кода МСК-85 и записывались

в базу данных ORACLE. Сводки в формате IMS записывались в формате *.arrival для сводной обработки в программном комплексе WSG [Красилов и др., 2006].

Всего Службой срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН в I полугодии 2020 г. определены основные параметры 2612 землетрясений с $m_b=3.3-7.2$, в т.ч. на территории России – 336 землетрясений с $m_b=3.3-7.2$ [База данных ...]. Как видно на рис. 2, подавляющее число использованных в указанный период станций размещено в северном полушарии – на территории России, сопредельных стран и Европы. За период с 1 января по 30 июня 2020 г. для локации землетрясений были использованы 70769 станционных вступлений, в т.ч. 3441 – по сильным землетрясениям с $m_b \geq 6.0$.

Анализ данных

Количество наиболее сильных ($m_b \geq 6.0$) землетрясений Земли в I полугодии 2020 г. составило $N_\Sigma=64$. Их список приведён в табл. 1. Кроме того, в табл. 1 включены параметры шести более слабых, но разрушительных землетрясений, которые привели к человеческим жертвам и разрушениям, и для них были составлены Информационные сообщения. К ним относятся землетрясения на границе Иран – Турция (№ 24, 24) с $m_b=5.8$ и $m_b=5.9$; в Хорватии (№ 32, 33) с $m_b=5.5$ и $m_b=5.0$; в Турции (№ 62, 63) с $m_b=5.8$ и $m_b=5.6$.

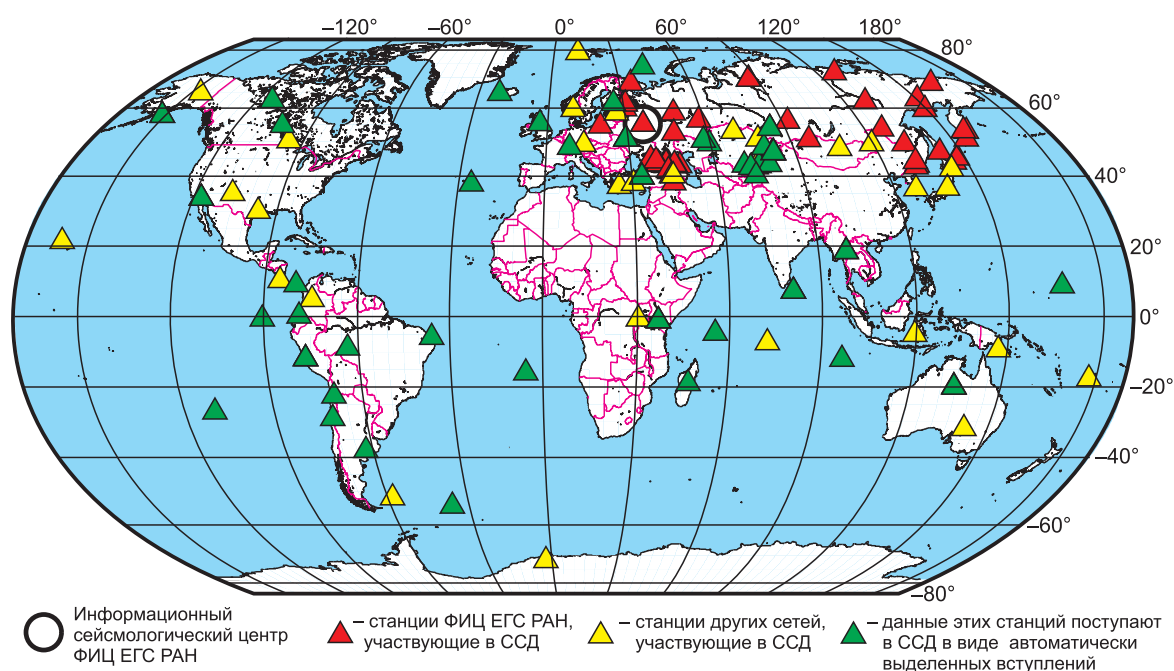


Рис. 2. Сейсмические станции мира, данные которых поступали в ССД ФИЦ ЕГС РАН в I полугодии 2020 г. в режиме, близком к реальному времени

Таблица 1. Список сильных ($m_b \geq 6.0$) и более слабых разрушительных землетрясений Земли в I полугодии 2020 г. [База данных ...]

№	Дата, дд.мм	t_0 , чч.мм.сс	Гипоцентр			Магнитуды			Географический регион [Young et al., 1996]
			φ , °	λ , °	h , км	m_b/n	MS/n	MS^P	
1	07.01	06:05:15	2.34	96.37	10	6.2/34	6.3/17		Северная Суматра
2	07.01	08:24:25	17.98	-66.83	10	6.5/28	6.4/27		Район Пуэрто-Рико
3*	09.01	08:38:06	62.37	171.07	10	6.3/32	6.6/22		Восточная Сибирь
4	11.01	12:54:44	17.95	-66.92	10	6.1/29	5.8/22		Район Пуэрто-Рико
5	15.01	07:55:26	-10.38	124.31	10	6.2/25		6.2	Тимор
6*	19.01	13:27:55	39.80	77.12	10	6.0/36	6.0/41		Провинция Южный Синьцзян
7	19.01	16:58:18	-0.15	123.82	140	6.3/45		6.3	Полуостров Минахасса (Целебес)
8	20.01	06:51:37	-59.36	-26.28	100	6.5/4		6.6	Район Южных Сандвичевых островов
9	23.01	05:53:04	51.95	-177.85	10	6.0/36	6.2/24		Андреяновские острова
10*	24.01	17:55:12	38.34	39.05	10	6.6/22	6.5/22		Турция
11	27.01	05:01:59	-10.12	161.00	10	6.1/25	6.2/24		Соломоновы острова
12*	28.01	19:10:25	19.54	-78.80	10	6.7/29	7.7/26		Район Кубы
13	28.01	21:55:16	19.00	-80.94	10	6.2/20		6.2	Район Кубы
14	29.01	13:49:50	-10.35	161.20	100	6.0/23		6.0	Соломоновы острова
15	29.01	23:46:53	0.71	126.25	10	6.4/37		6.5	Молуккский пролив
16	02.02	03:32:43	13.84	-92.94	10	6.0/15		5.9	У побережья Чьяпас, Мексика
17	05.02	18:12:37	-6.05	113.17	600	6.8/39		7.1	Ява
18	06.02	13:40:06	5.39	126.43	33	6.2/37	5.7/33		Минданао
19	09.02	06:04:29	-5.34	152.03	33	6.3/27	5.8/1		Район Новой Британии
20*	13.02	10:33:44	45.68	148.95	150	7.2/42	6.5/33	7.2	Курильские острова
21	15.02	23:00:25	-3.44	131.48	10	6.0/33		5.9	Район Западного Ириана
22	16.02	12:30:47	27.12	55.84	10	6.0/30		5.9	Южный Иран
23	20.02	18:57:37	53.63	160.51	50	6.3/39	5.6/29		Восточное побережье Камчатки
24*	23.02	05:53:03	38.58	44.49	10	5.8/23	5.5/20		Турция – Иран пограничная область
25*	23.02	16:00:32	38.45	44.45	10	5.9/21	5.8/32		Турция – Иран пограничная область
26	26.02	07:33:12	-7.60	131.25	60	6.2/37		6.2	Район островов Танимбар
27	14.03	10:01:16	-27.47	-175.72	10	6.5/21	6.4/29		Район островов Кермадек
28	17.03	16:06:23	-16.01	-172.22	10	6.0/21	5.7/33		Район Самоа
29	18.03	03:13:45	-13.07	167.00	180	6.1/14		6.1	Вануату (Новые Гебриды)
30	18.03	13:09:33	40.75	-112.05	10	6.0/35	5.5/30		Юта
31	18.03	17:45:37	-11.15	115.05	10	6.0/41	6.0/31		Южнее Бали
32*	22.03	05:24:04	45.98	15.99	10	5.5/23		5.2	Северо-западный район Балкан
33*	22.03	06:01:21	45.95	15.95	10	5.0/19		4.4	Северо-западный район Балкан
34*	25.03	02:49:21	48.99	157.63	60	7.2/28	7.5/27		Район Курильских островов
35*	31.03	23:52:31	44.58	-114.98	10	6.3/29	6.5/38		Западный Айдахо
36	05.04	18:37:11	1.38	126.41	50	6.3/36		6.3	Молуккский пролив
37	10.04	16:44:56	20.46	122.15	170	6.3/41		6.3	Район Филиппинских островов
38	12.04	06:57:47	-36.73	77.47	10	6.1/31	5.7/22		Центрально-Индийское поднятие
39	14.04	01:06:44	-30.52	-176.42	10	6.1/18	5.7/23		Район островов Кермадек
40	16.04	08:04:38	17.01	-85.71	10	6.1/21	5.7/18		Севернее Гондураса
41	16.04	11:45:24	22.81	94.00	10	6.0/31	5.8/28		Мьянма
42	18.04	08:25:38	27.12	140.20	485	6.5/43		6.6	Район островов Бонин
43	18.04	09:24:18	27.21	140.13	485	6.0/41		6.0	Район островов Бонин
44	19.04	20:39:05	39.03	142.02	40	6.4/48	6.1/26		Восточное побережье Хонсю
45*	02.05	12:51:04	34.20	25.57	10	6.5/36	6.7/29		Крит
46	06.05	13:53:55	-6.92	129.64	100	7.0/37	6.3/32	6.9	Море Банда
47	12.05	22:41:13	-12.02	166.52	120	6.4/23	5.9/30	6.6	Острова Санта-Крус
48	15.05	11:03:29	38.15	-117.74	10	6.3/36	6.5/37		Невада
49	20.05	23:43:17	35.30	20.27	10	6.0/30	5.2/24		Средиземное море
50	22.05	08:46:06	22.40	-108.17	10	6.1/19	6.1/24		У побережья Центральной Мексики
51	27.05	07:09:09	-17.01	167.66	10	6.1/20	5.9/29		Вануату (Новые Гебриды)
52	28.05	07:18:44	-22.30	-174.40	10	6.2/23	5.6/29		Район Тонга
53	30.05	18:13:48	42.62	143.87	100	6.0/27		6.0	Район Хоккайдо
54	31.05	05:09:35	-15.36	-70.84	150	6.1/6		6.1	Южное Перу
55	03.06	07:35:34	-23.27	-68.37	110	6.8/7		7.1	Северное Чили
56	03.06	09:31:37	-24.74	-176.62	100	6.3/21		6.3	Южнее Фиджи
57	03.06	15:54:04	-6.96	116.88	650	6.2/52		6.2	Море Бали
58	04.06	08:49:39	2.82	128.23	120	6.8/40		7.1	Джайлоло (Хальмахера)
59	07.06	20:06:37	-5.32	151.70	50	6.0/23		5.9	Район Новой Британии
60	09.06	17:18:13	27.60	53.53	10	6.0/30	5.7/28		Южный Иран
61	13.06	15:51:25	28.97	128.35	190	6.2/34	5.8/27	6.6	Острова Рюкю
62*	14.06	14:24:29	39.48	40.61	10	5.8/23	5.8/29		Турция
63*	15.06	06:51:32	39.55	40.67	10	5.6/21	5.3/21		Турция
64*	16.06	01:30:47	37.89	72.31	120	6.1/40		6.1	Таджикистан
65*	18.06	12:49:54	-33.35	-177.86	10	7.1/18	7.1/23		Южнее островов Кермадек
66	21.06	22:40:52	23.20	93.37	10	6.0/36	5.5/33		Мьянма – Индия пограничная область
67	23.06	07:43:27	0.10	123.66	100	6.2/48		6.2	Полуостров Минахасса (Целебес)
68*	23.06	15:29:03	16.17	-95.93	10	6.9/20	7.7/32		Оахака, Мексика
69	23.06	17:50:25	13.98	145.72	70	6.2/40	5.6/25		Марианские острова
70	24.06	19:47:46	35.51	140.88	33	6.1/30	5.9/23		Восточное побережье Хонсю

Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данного землетрясения Информационного сообщения [Информационные сообщения ...]; в графе « MS/n » приведены магнитуды по инструментальным данным, в графе « MS^P » указаны расчётные значения MS , полученные при отсутствии определений этих магнитуд по инструментальным данным и для глубоких землетрясений.

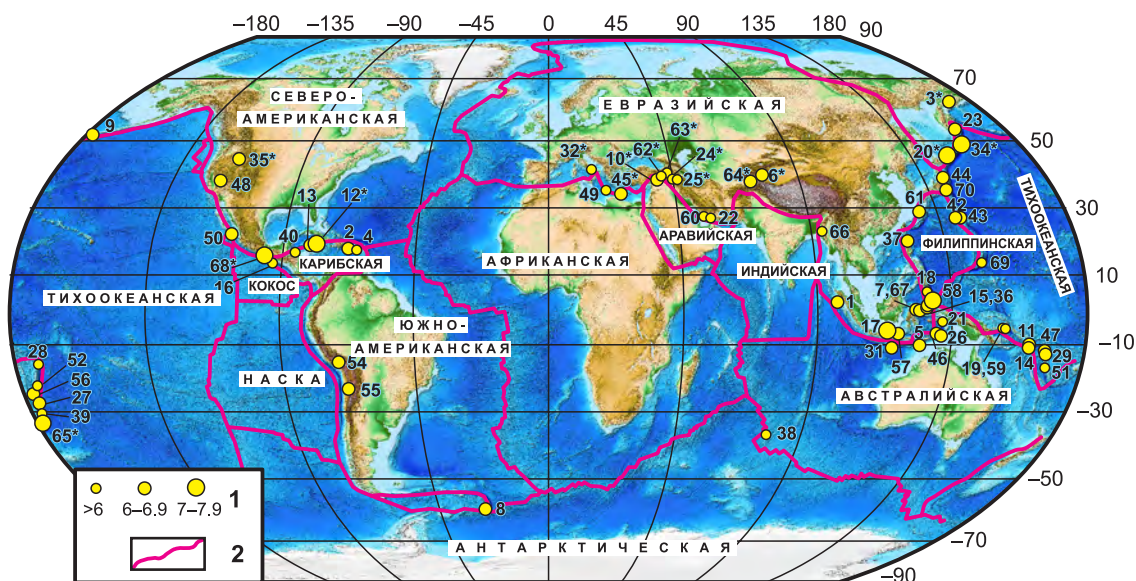


Рис. 3. Карта эпицентров сильных и разрушительных землетрясений Земли (табл. 1) в I полугодии 2020 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН.

1 – магнитуда M_S , номер рядом с эпицентром соответствует номеру в табл. 1, звездочками отмечены номера землетрясений, о которых на сайте ФИЦ ЕГС РАН размещены информационные сообщения; 2 – границы крупных тектонических плит Земли

На рис. 3 показано географическое распределение эпицентров землетрясений на земном шаре по данным ССД в I полугодии 2020 года. Оно в основном соответствует известной мировой статистике пространственного распределения землетрясений, отражающей тот факт, что большинство сильных землетрясений происходит в сейсмических поясах на границах крупных тектонических плит Земли. В I полугодии 2020 г. большинство землетрясений с $m_b \geq 6.0$ приурочено к границам Тихоокеанской, Евразийской, Северо-Американской, Австралийской, Аравийской, Филиппинской и Карибской плит.

Из 70 сильных землетрясений Земли, включённых в табл. 1, 47 землетрясений (№ 5, 7, 9, 11, 14–21, 23, 26–31, 34–37, 39, 40, 42–44, 46–48, 50–59, 61, 65, 67–70) локализованы в Тихоокеанском регионе, 16 (№ 3, 6, 10, 22, 24, 25, 32, 33, 41, 45, 49, 60, 62–64, 66) – в Евразии, пять (№ 2, 4, 8, 12, 13) – в районе Атлантического океана, два (№ 1, 38) – в районе Индийского океана (рис. 3).

Гипоцентры большинства сильных землетрясений в I полугодии 2020 г. и расположены в пределах земной коры. Землетрясения с промежуточной глубиной ($70 < h \leq 190$ км) зарегистрированы в зонах субдукции, в районах: полуострова Минахасса (Целебес) (№ 7, 67 в табл. 1);

Южных Сандвичевых островов (№ 8); Соломоновых островов (№ 14); Курильских островов (№ 20); Вануату (Новые Гебриды) (№ 29); Филиппинских островов (№ 37); моря Банда (№ 46); островов Санта-Крус (№ 47); Хоккайдо (№ 53); Южного Перу (№ 54); Северного Чили (№ 55); южнее Фиджи (№ 56); Джайлоло (Хальмахера) (№ 58); островов Рюкю (№ 61). Глубокие сильные землетрясения ($485 \leq h \leq 650$ км) отмечены на острове Ява (№ 17 в табл. 1), в районе островов Бонин (№ 42, 43) и в море Бали (№ 57).

За рассматриваемый период два самых сильных землетрясения Земли с $M_S=7.7$ (№ 12, 68 в табл. 1) произошли на южной границе Североамериканской плиты, в местах её контактов с Карибской плитой и плитой Кокос. Сильнейшее землетрясение на территории России с $M_S=7.5$ (№ 34) реализовалось на границе Охотоморской и Тихоокеанской плит, в Западной части Тихоокеанского сейсмического пояса.

В I полугодии 2020 г. ССД зарегистрировала 47 ощутимых землетрясений на территории России с $m_b=3.6-7.2$, большая часть из них произошла в районе Курильских островов – 24 события с $m_b=3.8-7.2$ (табл. 2). Ещё пять землетрясений (№ 6, 16, 22, 36, 45 в табл. 2) произошли за пределами Российской Федерации, но ощущались на её территории.

Таблица 2. Список ощутимых землетрясений на территории России в I полугодии 2020 г.
[База данных ...]

№	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		
1	01.01 03:53:25	52.57	159.45	45	4.9		У восточного побережья Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 3 балла
2	03.01 20:46:39	48.95	142.34	15	3.6		Сахалин	Углегорск, Шахтёрск – 4 балла
3	05.01 05:14:57	44.36	148.78	45	4.2		Курильские о-ва	Рейдово – 2–3 балла
4	08.01 00:02:28	43.24	146.98	40	3.8		Курильские о-ва	Южно-Курильск, Горячий пляж – 2 балла
5	11.01 15:55:40	43.41	146.37	50	4.7		Курильские о-ва	Малокурильское – 4 балла
6	15.01 11:31:34	42.94	145.16	90	5.3		Район Хоккайдо	Малокурильское – 3 балла; Южно-Курильск – 2–3 балла
7	16.01 16:31:12	52.06	159.57	60	5.4		У восточного побережья Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла
8	22.01 11:04:12	54.81	161.72	60	5.4		Восточное побережье Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла
9	23.01 06:22:39	46.54	142.41	10	4.2		Сахалин	Анива – 3–4 балла; Невельск, Корсаков – 3 балла
10	26.01 21:01:39	42.75	44.25	10	4.2		Западный Кавказ	Хидикус, Лац, Урикау, Верхний Фиагдон, Дзивгис, Верхний Унал – 4–5 баллов; Нар, Бурон, Верхний Цей – 4 балла; Тамиск, Кобан – 3 балла; Алагир, Суадаг, Чми, Джейрах – 2–3 балла; Балта, Ногкау – 2 балла
11	28.01 01:36:03	43.52	145.99	95	5.8		Район Хоккайдо	Южно-Курильск – 4 балла; Малокурильское – 3–4 балла
12	28.01 04:19:46	52.44	159.36	40	4.6		У восточного побережья Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла
13	29.01 02:44:45	54.51	158.77	235	5.1		Камчатка	Петропавловск-Камчатский – 2 балла
14	29.01 06:14:02	44.37	148.26	50	4.6		Курильские о-ва	Рейдово – 2 балла
15	01.02 04:42:59	44.69	148.85	33	4.3		Курильские о-ва	Курильск – 3 балла
16	02.02 05:31:08	44.00	147.58	40	3.8		Курильские о-ва	Малокурильское – 2–3 балла
17	04.02 03:48:42	54.10	127.22	10	4.2		Восточная Россия	Зея – 2–3 балла
18	07.02 00:12:40	48.83	125.38	10	4.6		Северо-Восточный Китай	Благовещенск, Константиновка – 2–3 балла
19	11.02 18:06:25	44.02	147.27	50	4.2		Курильские о-ва	Малокурильское – 2 балла
20	13.02 10:33:44	45.68	148.95	150	7.2	(7.2)	Курильские о-ва	Горное, Горячие Ключи – 5–6 баллов; Крабозаводское, Головнино, Горячий пляж, Китовое, Курильск, Лагунное, Малокурильское, Менделеево, Рейдово, Южно-Курильск – 5 баллов
21	13.02 23:52:59	56.85	117.68	15	3.6		Восточное озеро Байкал	Чара – 3 балла
22	20.02 18:57:37	53.63	160.51	50	6.3	5.6	Восточное побережье Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 3–4 балла
23	03.03 07:16:58	49.04	104.41	33	4.1		Монголия	Закаменск – 3–4 балла; Иркутск, Ангарск – 2 балла
24	07.03 00:03:32	49.99	156.66	50	4.2		Курильские о-ва	Северо-Курильск – 2 балла
25	07.03 05:02:06	44.96	148.22	120	4.7		Курильские о-ва	Малокурильское, Крабозаводское – 2 балла
26	12.03 05:20:11	52.49	159.03	70	4.8		У восточного побережья Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 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		
27	15.03 05:35:58	44.55	37.08	10	4.2		Западный Кавказ	Анапа, Су-Псех – 2–3 балла; Новороссийск – 2 балла
28	25.03 02:49:21	48.99	157.63	60	7.2	7.5	Район Курильских о-вов	Северо-Курильск – 5–6 баллов; Петропавловск-Камчатский – 4–5 баллов; Южно-Курильск – 3 балла
29	25.03 17:21:47	49.25	158.08	50	5.5		Район Курильских о-вов	Северо-Курильск – 3 балла
30	26.03 16:10:01	43.80	146.10	50	4.0		Курильские о-ва	Малокурильское – 2–3 балла
31	07.04 06:27:21	49.17	157.99	50	5.3		Район Курильских о-вов	Северо-Курильск – 3 балла
32	12.04 13:47:38	43.70	147.47	33	3.9		Курильские о-ва	Малокурильское – 3–4 балла
33	12.04 20:05:02	43.91	147.23	50	3.8		Курильские о-ва	Малокурильское – 3 балла
34	13.04 01:42:53	48.26	154.45	60	5.2		Курильские о-ва	Северо-Курильск – 2–3 балла
35	15.04 21:56:55	53.72	144.30	10	3.7		Охотское море	Ныврово – 3 балла
36	20.04 12:53:06	42.13	46.25	10	4.0		Восточный Кавказ	Бежта – 2–3 балла
37	21.04 13:20:32	51.26	107.37	15	3.7		Район озера Байкал	Барыкино, Мухоршибирь, Куйтун, Нижний Саянгей, Шабур – 3–4 балла; Улан-Удэ – 3 балла
38	30.04 03:15:21	40.91	142.80	33	5.2		Восточное побережье Хонсю	Южно-Курильск, Горячий Пляж – 2 балла
39	03.05 05:17:54	44.31	148.22	50	4.7		Курильские о-ва	Горное – 2–3 балла
40	03.05 05:27:31	44.12	147.91	33	4.3		Курильские о-ва	Горное – 2–3 балла
41	13.05 13:18:34	44.30	147.75	70	4.2		Курильские о-ва	Малокурильское – 3 балла
42	13.05 14:51:14	43.10	46.67	10	4.1		Восточный Кавказ	Хасавюрт, Дылым, Калининаул, Аксай, Карланюрт – 2–3 балла
43	14.05 01:22:51	51.07	158.13	65	4.7		Восточное побережье Камчатки	Северо-Курильск – 2 балла
44	30.05 11:01:34	52.99	159.16	120	4.7		У восточного побережья Камчатки	Петропавловск-Камчатский – 2–3 балла
45	30.05 18:13:48	42.62	143.87	100	6.0		Район Хоккайдо	Южно-Курильск, Горячий Пляж, Головинно, Лагунное – 3–4 балла; Малокурильское – 3 балла
46	07.06 04:05:53	43.92	148.00	40	4.5		Курильские о-ва	Горное – 2–3 балла
47	08.06 21:53:28	53.57	108.15	10	3.9		Район озера Байкал	Узуры – 3–4 балла; Онгурен – 2 балла
48	11.06 16:32:52	42.62	46.18	15	3.6		Восточный Кавказ	Агвали – 2–3 балла
49*	13.06 07:36:22	51.60	102.05	10	4.4		Россия–Монголия пограничная область	Кырен – 4–5 баллов; Тибельги – 4 балла; Иркутск, Шелехов, Олха, Баклаши – 3 балла
50	14.06 21:23:24	49.18	158.05	50	5.4		Район Курильских о-вов	Северо-Курильск – 2–3 балла
51	16.06 06:36:14	43.10	146.19	80	4.8		Курильские о-ва	Южно-Курильск – 3 балла; Малокурильское, Крабозаводское – 2 балла
52*	20.06 07:15:42	51.14	108.61	10	4.0		Район озера Байкал	Куйтун – 4–5 баллов; Мухоршибирь – 4 балла

















Примечание: в графе «№» знак «*» указывает на наличие для данных землетрясений одного общего Информационного сообщения [Информационные сообщения ...], в графе « MS » для землетрясения № 20 в скобках указана магнитуда MS с учётом поправки за глубину из табл. 1.

Как следует из табл. 2, 39 ощутимых землетрясений произошло в Дальневосточном округе, восемь – в Сибирском округе, пять – в Северо-Кавказском округе России.

В I полугодии 2020 г. Службой срочных донесений были составлены и опубликованы на сайте ФИЦ ЕГС РАН Информационные сообщения для 18 землетрясений (№ 3, 6, 10, 12, 20, 24,

25, 32, 33, 34, 35, 45, 62, 63, 64, 65 и 68 в табл. 1 и № 49(+52) в табл. 2) [Информационные сообщения ...]. Для всех этих событий, кроме трёх (№ 65 в табл. 1 и № 49, 52 в табл. 2), в ССД определены механизмы очагов по знакам первых вступлений продольных волн по программе А.В. Ландера [Ландер, 2006] (табл. 3).

Таблица 3. Параметры механизмов очагов сильных землетрясений Земли за I полугодие 2020 г. по данным ССД ФИЦ ЕГС РАН [Информационные сообщения ...]

№	Дата, дд.мм	t_0 , чч:мм:сс	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Диаграмма
				T		N		P		$NP1$			$NP2$			
				PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
3	09.01	08:38:06	10	13	185	74	45	10	278	322	74	2	231	88	164	
6	19.01	13:27:55	10	39	10	36	243	30	128	164	37	9	67	85	126	
10	24.01	17:55:12	10	6	128	64	27	25	221	262	68	-15	357	76	-157	
12	28.01	19:10:25	10	7	128	78	0	9	219	354	89	-168	263	78	-1	
20	13.02	10:33:44	150	48	350	18	239	36	135	61	84	108	169	19	19	
24	23.02	5:53:03	10	10	84	41	346	48	185	324	66	-136	212	50	-32	
25	23.02	16:00:32	10	15	72	74	225	7	340	115	75	174	206	85	16	
32	22.03	05:24:04	10	77	177	1	82	13	352	263	58	91	80	32	88	
33	22.03	06:01:21	10	70	229	15	90	12	357	279	59	108	67	35	63	
34	25.03	02:49:21	60	85	27	5	207	0	117	202	45	83	31	45	97	
35	31.03	23:52:31	10	7	232	78	360	9	141	277	78	-179	186	89	-12	
45	02.05	12:51:04	10	70	48	15	270	12	177	247	35	63	99	59	108	
62	14.06	14:24:29	10	23	215	64	63	11	310	261	82	155	355	65	9	
63	15.06	06:51:32	10	23	215	64	63	11	310	261	82	155	355	65	9	
64	16.06	01:30:47	120	53	124	28	259	23	1	132	34	148	249	73	61	
68	23.06	15:29:03	10	51	32	5	297	38	203	261	8	54	117	84	95	

Примечание: в графе «№» номер совпадает с таковым в графе «№» табл. 1.

На рис. 4 показана гистограмма распределения суммарной сейсмической энергии (в *эргах*), выделенной по полугодиям за последние десять лет, по данным ФИЦ ЕГС РАН [База данных ...]. Значения $\lg E$ отдельных землетрясений рассчитывались по формулам (3) и (4). Из графика на рис. 4 заметна тенденция сниже-

ния анализируемого параметра $\lg \Sigma E$ в течение 2010–2017 гг. и его стабилизация в 2017–2019 гг. Количество выделенной сейсмической энергии на земном шаре в I полугодии 2020 г. соответствует средним полугодовым значениям за последние три года.

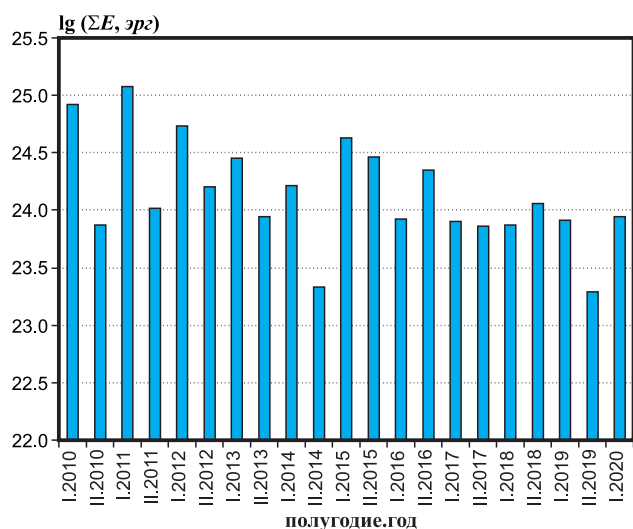


Рис. 4. Распределение суммарной сейсмической энергии, выделившейся на земном шаре по полугодиям в 2010–2020 гг.

Ниже приводится описание сильнейших землетрясений мира и на территории России.

Самые сильные землетрясения с $MS=7.7$ на земном шаре в I полугодии 2020 г. произошли 28 января в Карибском море и 23 июня в Мексике, в зоне Карибского сейсмического пояса.

Гипоцентр землетрясения, произошедшего 28 января в $19^{\text{h}}10^{\text{m}}$ с $MS=7.7$ ($m_b=6.7$) (№ 12 в табл. 1, 3), находился на глубине 10 км в Карибском море между Кубой и Ямайкой, в 138 км к северу–северо-западу от Лусеи, Ямайка, в 224 км к югу–юго-западу от Камагуэйя, Куба, в 275 км к востоку–северо-востоку от Джорджтауна, столицы Каймановых островов, и в 316 км к западу–юго-западу от Сантьяго, Куба. ССД зарегистрировала три афтершока с $m_b \geq 5.2$ в течение трёх часов после главного толчка. По данным ТАСС [У берегов...], землетрясение ощущалось на большей части территории Кубы, в провинциях Гуантанамо, Сантьяго-де-Куба, Ольгин, Лас-Тунас, Камагуэй, Сьенфуэгос, Гавана, Пинар-дель-Рио и в муниципалитете Исла-де-ла-Хувентуд. О разрушениях и жертвах на Кубе и Каймановых островах информации не поступало. Тихоокеанский центр предупреждения о цунами опубликовал предупреждение об угрозе цунами для жителей Ямайки, Кубы и Каймановых островов [Tsunami message number 4], но позднее предупреждение было снято. Максимальная волна цунами высотой 11 см была отмечена в Джорджтауне, столице Каймановых островов.

По историческим данным, в этом регионе известно сильное землетрясение с $M=7.4$, которое произошло 20 февраля 1917 г. [ISC Bulletin]

в 30 км к востоку от события 28.01.2020 года. Ещё одно сильное землетрясение с $MS=7.6$ в Карибском море произошло два года назад, 10 января 2018 г., его очаг находился в 550 км к востоку–северо-востоку от события 28.01.2020 г. [Информационные сообщения...].

Механизм очага землетрясения 28.01.2020 г. рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН по знакам первых вступлений продольных волн на 85 станциях, из них на 57 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 28 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний $1.7-97^\circ$ и в азимутальном створе $A_z=2-358^\circ$. Механизм очага в стереографической проекции на нижней полусфере и элементы механизма представлены в табл. 3. По данным ФИЦ ЕГС РАН, землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений сжатия, ориентированных на юго-запад ($A_z=219^\circ$), и растяжения, направленных на юго-восток ($A_z=128^\circ$). Плоскость $NP1$ простирается на север ($STK=354^\circ$), $NP2$ – на запад ($STK=263^\circ$), обе плоскости наклонены к горизонту достаточно круто под близкими углами ($DIP=78^\circ$ и 89°). Тип движения по плоскости $NP1$ – правосторонний сдвиг, по $NP2$ – левосторонний сдвиг. Направление северо-восточного сжатия, ориентация и тип движения по плоскости $NP2$ соответствуют тектонической обстановке на трансформной границе Североамериканской и Карибской плит.

Второе сильнейшее землетрясение планеты за исследуемый период произошло 23 июня в $15^{\text{h}}29^{\text{m}}$ в штате Оахака Мексики, на сложном участке контакта Североамериканской, Карибской плит и плиты Кокос, и имело магнитуду $MS=7.7$ ($m_b=6.9$) (№ 68 в табл. 1, 3). Гипоцентр землетрясения находился на глубине 10 км, в 126 км к юго-востоку от Оахаки, в 303 км к востоку–юго-востоку от Тустла-Гутьерреса и в 490 км к юго-востоку от города Мехико. ССД зарегистрировала один форшок с $m_b=4.9$ за 14 час до основного толчка и три афтершока с $m_b \geq 4.8$ в течение 11 час. По данным ТАСС [Число жертв...], в результате стихии погибли десять жителей штатов Чьяпас и Оахака, получили ранения 23 человека. Повреждено более двух тысяч жилых домов и 55 школ в 97 муниципалитетах. Была объявлена угроза цунами. По данным Тихоокеанского центра предупреждения о цунами [Tsunami message number 5], максимальная волна цунами высотой 0.71 м была отмечена в населённых пунктах Салина-Крус и Акапулько.

Отметим, что за последние три года в этом регионе произошло три разрушительных

землетрясения, которые нанесли огромный материальный ущерб и привели к человеческим жертвам. Гипоцентр землетрясения 23 июня находился в 204 км к востоку–юго-востоку от близкого по силе землетрясения 16 февраля 2018 г. в штате Оахака, Мексика с $MS=7.4$, в 378 км к юго-востоку от землетрясения 19 сентября 2017 г. в центральной части Мексики с $MS=7.1$ и в 271 км к северо-западу от землетрясения 8 сентября 2017 г. на побережье Чьяпас с $MS=8.3$ [Информационные сообщения ...].

Механизм очага землетрясения (табл. 3) рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН по знакам первых вступлений продольных волн на 100 станциях, из них на 89 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 11 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 3–98° и в азимутальном створе $A_z=0–354°$. Землетрясение возникло под действием незначительного превалирования напряжений сжатия, ориентированных на юг–юго-запад ($A_z=203°$). Нодальная плоскость $NP1$ залегает полого ($DP=8°$) и имеет субширотное простирание ($STK=261°$), а крутая ($DP=84°$) плоскость $NP2$ ориентирована на восток–юго-восток ($STK=117°$). Тип движения по плоскости $NP1$ – надвиг с компонентой левостороннего сдвига, по $NP2$ – взброс. С тектонической точки зрения, движение по пологой субширотной плоскости $NP1$ может отражать процесс поддвига плиты Кокос под Североамериканскую и Карибскую, тогда как взброс по почти вертикальной плоскости $NP2$, простирание которой совпадает с границей между плитами Карибской и Кокос, может быть следствием этого же процесса. Поэтому обе плоскости равновероятны.

Самым катастрофическим в мире в I полугодии 2020 г. стало землетрясение с $MS=6.5$ ($m_b=6.6$), произошедшее 24 января в 17^h55^m (№ 10 в табл. 1, 3) в зоне коллизии Евразийской и Аравийской плит, на границе восточных провинций Турции – Малатья и Элязыг. Гипоцентр землетрясения находился на глубине 10 км, в 40 км к юго-западу от Элязыга, в 65 км к востоку от Малатвии, в 565 км к востоку–юго-востоку от Анкары, столицы Турции. ССД зарегистрировала шесть афтершоков с $m_b \geq 4.5$ в течение 7 час после основного толчка. По данным «РИА Новости», в результате землетрясения погиб 41 человек, 1607 – получили ранения. Живыми из-под завалов удалось извлечь 45 человек. Подземные толчки ощущались в восточных турецких провинциях Адана, Хатай, Османье, Тунджели, Газиантеп, Шанлыурфа, Малатья, Мардин, Самсун, Токат, Чорум и Кайсери, а также на севере Сирии [Турецкие власти ...]. По све-

дениям ТАСС, министр экологии и градостроительства Турции М. Курум сообщил о том, что не менее пяти домов обрушились в провинции Элязыг, ещё 25 – в уезде Доганьол в провинции Малатья. Подземные толчки ощущались также в Израиле и Ираке [Не менее 30 домов ...].

По ретроспективным данным, десять лет назад, 8 марта 2010 г., в Восточной Турции уже было зафиксировано разрушительное землетрясение с $MS=6$, его очаг находился в 103 км к юго-западу от события, произошедшего 24.01.2020 года.

Механизм очага (№10 в табл. 3) рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН в стереографической проекции на нижней полусфере по знакам первых вступлений продольных волн на 66 станциях, из них на 42 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 24 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 0.2–94° и в азимутальном створе $A_z=2–338°$. Землетрясение возникло под действием близких по величине напряжений юго-западного ($A_z=221°$) сжатия и восток–юго-восточного ($A_z=128°$) растяжения. Плоскость $NP1$ простирается на запад–юго-запад ($STK=262°$), $NP2$ – на север ($STK=357°$), обе плоскости наклонены к горизонту достаточно круто под близкими углами ($DIP=68°$ и $76°$). Тип движения по плоскости $NP1$ – левосторонний сдвиг, по $NP2$ – правосторонний. С тектонической точки зрения, наиболее вероятной является плоскость $NP1$, простирание и тип движения по которой согласуются с движениями по левостороннему трансформному Восточно-Анатолийскому разлому, разделяющему на этом участке континентальную Анатолийскую плиту (обычно рассматривается в составе более крупной Евразийской плиты) и Аравийскую.

Самое сильное землетрясение на территории Российской Федерации с $MS=7.5$ ($m_b=7.2$) произошло 25 марта в 02^h49^m (№ 34 в табл. 1 и 3) к востоку от Курильских островов. Очаг находился на глубине 60 км в 218 км к юг–юго-востоку от Северо-Курильска и в 475 км к юг–юго-западу от Петропавловска-Камчатского. Главный толчок сопровождался многочисленными афтершоками. По данным Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН, максимально землетрясение ощущалось в Северо-Курильске с интенсивностью 5–6 баллов по шкале MSK-64 [Медведев и др., 1965]. Разрушилась кирпичная труба на крыше дома, падали кирпичи. В домах сильно раскачивалась мебель, со шкафов и стеллажей падали на пол и разбивались предметы (фоторамки, керамические статуэтки, керамические часы, флаконы, стеклянные бутылки, банки

с консервами и т.п.). Люди испугались и выбежали на улицу. По Северо-Курильскому району Сахалинской области была объявлена тревога цунами, жителей Северо-Курильска эвакуировали на возвышенные места. Высота волны цунами на острове Парамушир составила 50 см, на полуострове Камчатка на гидрометеостанции «Водопадная» – 40 см. В ССД получены сведения об ошутимости землетрясения в Петропавловске-Камчатском с интенсивностью 4–5 баллов по шкале ШСИ-17 [ГОСТ ..., 2017], в Южно-Курильске, Лагунном и Горячем Пляже – 3 балла по шкале MSK-64.

По ретроспективным данным, землетрясение 25 марта 2020 г. произошло в 227 км к западу–юго-западу от сильного землетрясения 28 марта 2019 г. с $MS=6.3$ и в 81 км к востоку от сильного землетрясения 10 октября 2018 г. с $MS=7.0$ [Информационные сообщения ...].

Механизм очага землетрясения (№ 34 в табл. 3) рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН по знакам первых вступлений продольных волн на 50 станциях, из них на 32 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 18 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 4–99° и в азимутальном створе $A_z=3–360°$. Землетрясение возникло под действием преваляирования напряжений сжатия, ориентированных на восток–юго-восток ($A_z=117°$). Одна из нодальных плоскостей, $NP1$, имеет юг–юго-западное простирание ($STK=202°$), плоскость $NP2$ – север–северо-восточное простирание ($STK=31°$), обе плоскости наклонены к горизонту под одним углом ($DIP=45°$). Тип движения по обеим плоскостям – взброс. Простирание обеих нодальных плоскостей близко к близмеридиональной ориентации данного участка Курильской островной дуги, и обе плоскости равновероятны.

13 февраля в 10^h33^m произошло землетрясение с $MS=6.5$ ($m_b=7.2$) (№ 20 в табл. 1 и 3) в Охотском море у западного побережья Курильских островов. Очаг находился на глубине 150 км в 98 км к востоку–северо-востоку от Курильска, в 261 км к северо-востоку от Малокурильского, в 307 км к северо-востоку от Южно-Курильска. По данным Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН, землетрясение максимально ощущалось в посёлках Горное и Горячие Ключи на острове Итуруп с интенсивностью 5–6 баллов. Дома в этих посёлках – блочно-панельные, трёхэтажные, все жители ощутили сильные толчки, раскачивание зданий. Был отмечен сильный шум, падение неустойчивых предметов (в одном случае упал и разбился телевизор), раскрывались

дверцы мебели. Люди в испуге выбежали на улицу даже босиком, несмотря на холод. С интенсивностью 5 баллов землетрясение ощущалось в Головнино, Горячем Пляже, Китовом, Курильске, Лагунном, Малокурильском, Менделеево, Рейдово и Южно-Курильске.

Почти три года назад, 22 мая 2017 г., в этом районе на Курильских островах было зафиксировано сильное землетрясение с $m_b=6.4$.

Механизм очага землетрясения (№ 20 в табл. 3) рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН по знакам первых вступлений продольных волн на 94 станциях, из них на 64 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 30 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 4.4–96.2° и в азимутальном створе $A_z=3–356°$. Землетрясение возникло под действием незначительного преваляирования напряжений сжатия, ориентированных на юго-восток ($A_z=135°$). Одна из нодальных плоскостей $NP1$ имеет восток–северо-восточное простирание ($STK=61°$), другая плоскость $NP2$ – близмеридиональна ($STK=169°$). Плоскость $NP2$ залегает полого ($DP=19°$) относительно плоскости $NP1$ ($DP=84°$). Тип движения по плоскости $NP1$ – взброс, по $NP2$ – горизонтальный сдвиг. Учитывая значительную глубину этого землетрясения ($h=150$ км), логично предположить, что оно произошло в теле погружающейся Тихоокеанской плиты. С этой точки зрения падающая на запад в сторону континента плоскость $NP2$ представляется предпочтительной.

9 января в 08^h38^m в Чукотском АО произошло редкое землетрясение с $MS=6.6$ ($m_b=6.3$) (№ 3 в табл. 1 и 3), гипоцентр которого находился на глубине 10 км, в 154 км к северу–северо-востоку от Ачайваяма, в 180 км к восток-юго-востоку от Слаутного, в 414 км к западу–юго-западу от Анадыря. ССД зарегистрировала форшок с $m_b=4.3$ за 20 мин до основного толчка и три афтершока с $m_b \geq 4.8$ в течение 70 мин после него.

Событие произошло вдали от населённых пунктов, ввиду малонаселённости Чукотки, поэтому макросейсмических данных нет. Жители ближайшего посёлка Марково (около 200 км от эпицентра) землетрясение не ощущали.

Механизм очага землетрясения рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН по знакам первых вступлений продольных волн на 101 станции, из них на 26 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 75 станциях – растяжения (знаки минус). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 6–93.7° и в азимутальном створе $A_z=21–348°$. Землетрясение

возникло под действием близких по величине напряжений субширотного сжатия ($A_z=278^\circ$) и субмеридионального растяжения ($A_z=185^\circ$). Плоскость $NP1$ имеет северо-западное простирание ($STK=322^\circ$), $NP2$ – юго-западное ($STK=231^\circ$). Обе плоскости наклонены к горизонту достаточно круто под близкими углами ($DIP=74^\circ$ и 88°). Тип движения – сдвиг, левосторонний по плоскости $NP1$ и правосторонний – по $NP2$.

Землетрясение 09.01.2020 г. произошло в 261 км к востоку–северо-востоку от уникального Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г. с $MS=7.8$ (в его 6-балльной зоне), зарегистрированного на территории Корякского округа Камчатской области [Левина и др., 2012; Информационное сообщение о сильном землетрясении ...].

Ещё два ощутимых землетрясения на территории России, для которых было составлено одно Информационное сообщение, зарегистрированы в Республике Бурятия (№ 49, 52 в табл. 2).

13 июня в 07^h36^m произошло землетрясение с $MS^p=3.6$ ($m_b=4.4$) с гипоцентром на глубине 10 км (№ 49 в табл. 2), в 10 км к юго-западу от села Кырен Тункинского района Бурятии и в 173 км к западу–юго-западу от Иркутска. По данным Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН, наибольшая интенсивность сотрясений, оцениваемая в 4–5 баллов по шкале MSK-64, наблюдалась в селе Кырен. В момент землетрясения очевидцы находились в деревянном доме. Был слышен треск, скрипели полы и потолки, самопроизвольно открылись дверцы шкафов. Люди не испугались. Землетрясение продолжалось около 10 с, фиксировались лёгкое дрожание и вертикальные толчки, отмечен лай собак. Землетрясение также ощущалось в Зун-Мурино и Тибельти с интенсивностью 4 балла; в Иркутске, Шелехове, Олхе и Баклашах – 3 балла [Каталог землетрясений ...]. Чуть больше года назад, 29 марта 2019 г., в этом районе уже было зафиксировано ощутимое землетрясение с $m_b=4.7$ [Информационные сообщения ...].

20 июня в 07^h15^m произошло землетрясение в Забайкальском крае с $MS^p=3.0$ ($m_b=4.0$) (№ 52 в табл. 2), гипоцентр которого находился в 20 км к юго-западу от г. Петровска-Забайкальского на глубине 10 км. По данным Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН, наибольшая интенсивность сотрясений, оцениваемая в 4–5 баллов по шкале MSK-64, наблюдалась в селе Куйтун Тарбагатайского района Бурятии. В частном одноэтажном доме люди испугались, вышли из домов. Во время землетрясения скрипели полы и потолки, дребезжали стёкла окон и посуда, дрожала и скрипела мебель, незакреплённые предметы сдвигались

с места и падали со столов и полок. Землетрясение продолжалось около двух минут. Был слышен подземный гул, похожий на работу насоса. Люди заметили необычное поведение животных – кошки и собаки беспокоились. Землетрясение также ощущалось в Мухоршибире и Петровске-Забайкальском с интенсивностью 4 балла, в Саган-Нуре – 3 балла [Каталог землетрясений ...].

Выводы

В заключение отметим, что в I полугодии 2020 г. наибольшее количество сейсмической энергии выделилось при двух сильнейших землетрясениях с $MS=7.7$ в Карибском море и Мексике. Следует подчеркнуть, что очаги крупнейших литосферных землетрясений, как и ранее, обнаруживают чёткую приуроченность к наиболее значительным активным тектоническим структурам Евразийского континента и Тихого океана, а положение в пространстве и характер сейсмогенных подвижек отвечают основным параметрам сейсмогенерирующих разломов и тенденциям геологических смещений по ним на современном этапе тектонического развития.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-01304-20.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ФИЦ ЕГС РАН: И.П. Габсатаровой – за ценные замечания и предложения; О.П. Каменской и Л.С. Маляновой – за помощь в подготовке графических материалов к статье; Н.А. Гилёвой, Т.А. Фокиной и Е.И. Алёшиной – за макросейсмические данные о землетрясениях.

Литература

- База данных «Землетрясения» Службы срочных донесений. Информационные ресурсы ФИЦ ЕГС РАН // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/new/infres/>
- ГОСТ Р 57546–2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. – Введ. 2017-07-19. – М.: Стандартинформ, 2017. – 28 с.
- Информационное сообщение о сильном землетрясении на территории Корякского автономного округа Камчатской области 21 апреля 2006 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: http://www.gsras.ru/cgi-bin/new/info_quake.pl?mode=1&id=79 (дата обращения 10.01.2020).
- Информационные сообщения // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: <http://mseism.gsras.ru/eqinfo/>
- Информация Службы срочных донесений // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/new/ssd.htm>
- Каталог землетрясений текущего года // Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: <http://www.seis-bykl.ru/index.php> (дата обращения 07.07.2020).

- Коломиец М.В., Дуленцова Л.Г., Рыжикова М.И. Служба срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. – 2019. – Т. 1, № 1. – С. 84–91. doi: 10.35540/2686-7907.2019.1.08
- 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., 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.
- Ландер А.В. Описание и инструкция для пользователя комплекса программ ФА (расчёт и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений Р-волн). – М., 2006. – 27 с. (Фонды автора).
- Левина В.И., Ландер А.В., Иванова Е.И., Митюшкина С.В., Титков Н.Н. Олюторское землетрясение 20 апреля 2006 г. с $M_w=7.6$, $I_{0p}=9-10$ (Корякское нагорье) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 г. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 314–329.
- Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
- Не менее 30 домов обрушились в результате землетрясения на востоке Турции // ТАСС, 25 января 2020 г. [сайт]. – URL: <https://tass.ru/proisshestiya/7604953> (дата обращения 26.01.2020).
- Турецкие власти заявили, что людей под завалами больше нет // РИА Новости, 27.01.2020. – URL: <https://ria.ru/20200127/1563934612.html> (дата обращения 28.01.2020).
- У берегов Ямайки зафиксировано землетрясение магнитудой 7.7 // ТАСС, 28 января 2020 г. [сайт]. – URL: <https://tass.ru/proisshestiya/7629687> (дата обращения 29.01.2020).
- Число жертв землетрясения на юге Мексики возросло до 10 // ТАСС, 25 июня 2020 г. [сайт]. – URL: <https://tass.ru/proisshestiya/8809719> (дата обращения 26.06.2020).
- Bormann P. Magnitude of seismic events. CHAPTER 3: Seismic sources and source parameters // IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP) / Bormann P. ed. – GeoForschungsZentrum Potsdam, 2002. – P. 16–46.
- Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization [сайт]. – URL: <https://www.ctbto.org>
- CSEM EMSC. Earthquake. Latest data contributions [Site]. – URL: <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
- Gutenberg B., Richter C.F. Magnitude and energy of earthquakes // Annals of Geophysics. – 1956. – V. 9, N 1. – P. 1–15.
- IRIS-IDA [сайт]. – URL: <https://ida.ucsd.edu/>
- ISC Bulletin [сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/collected/reports/>
- Kazakhstan National Data Center (KNDC) [сайт]. – URL: <https://www.kndc.kz>
- 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]. – URL: <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/>
- Tsunami message number 4. NWS Pacific tsunami warning center EWA beach hi 2004 UTC tue Jan 28 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://tsunami.gov/events/PHEB/2020/01/28/20028001/4/WECA41/WECA41.txt>
- Tsunami message number 5. NWS Pacific tsunami warning center EWA beach hi 1843 UTC tue Jun 23 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tsunami.gov/events/PHEB/2020/06/23/20175001/5/WEPA40/WEPA40.txt>
- 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, канд. 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. E-mail: sveta@gstras.ru

Петрова Наталия Владимировна, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: npetrova@gstras.ru

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

Strong earthquakes in the Globe and Russia in the first half of 2020 according to the GS RAS

© 2020 Yu.A. Vinogradov, M.I. Ryzhikova, S.G. Poygina, N.V. Petrova, M.V. Kolomiets

GS RAS, Obninsk, Russia

Abstract The data on the seismicity of the Earth in the first half 2020 at the level of strong earthquakes with $m_b \geq 6$ are presented according to the Earthquake Early Alert Service (EEAS) of the Geophysical Survey RAS. The review also includes information on weaker but destructive earthquakes in the world and tangible earthquakes in Russia. In total, 64 earthquakes with $m_b \geq 6$ were registered in the first half of the year, including four events in Russia. For 18 strong earthquakes, the EEAS published Informational messages within one or two days after their occurrence, for 16 of them the information on focal mechanisms was given. A comparative analysis of the seismic energy released in the territory of the Globe showed that in the first half of 2020 its amount corresponds to the average values for the last three years. The strongest earthquakes with $MS=7.7$ occurred on January 28 in the Caribbean Sea and on June 23 in Mexico, accompanied by fore- and aftershocks. The largest human casualties and material damage during the study period were caused by the catastrophic earthquake with $MS=6.6$ that occurred on January 24 in Turkey. As a result of the earthquake, 41 people died, 1607 were injured. On the territory of Russia the strongest earthquake with $MS=7.5$ occurred on March 25 east of the Kuril Islands and was felt in Severo-Kurilsk with an intensity $I_f=5-6$. A total of 47 tangible earthquakes with $m_b=3.6-7.2$ were recorded in Russia.

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

For citation 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: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.3.01>

References

- Baza dannykh «Zemletriaseniia» Sluzhby srochnykh donesenii. Informatsionnye resursy FITs EGS RAN* [Earthquake Database of the Earthquake Early Alert Service. Information resources of the GS RAS]. (2020). Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/new/infres/> (In Russ.).
- Bormann, P. (2002). Magnitude of seismic events. CHAPTER 3: Seismic Sources and Source Parameters. In *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*. GeoForschungsZentrum Potsdam, 16-46.
- Chislo zhertv zemletrjasenija na juge Meksiki vozroslo do 10* [The number of victims of the earthquake in southern Mexico increased to ten]. (2020). TASS, June 25, 2020. Retrieved from <https://tass.ru/proisshestviya/8809719> (In Russ.).
- Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (2020). Retrieved from <https://www.ctbto.org>
- CSEM EMSC. (2020). Earthquake. Latest data contributions. Retrieved from <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
- GOST R 57546-2017 [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. (2017). 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.
- Informacionnoe soobshhenie o sil'nom zemletrjasenii na territorii Korjaksckogo avtonomnogo okruga Kamchatskoj oblasti 21 aprelja 2006 g.* [Informational message about a strong earthquake in the territory of the Koryak Autonomous Okrug of the Kamchatka Region on April 21, 2006]. (2020). GS RAS. Retrieved from http://www.gsras.ru/cgi-bin/new/info_quake.pl?mode=1&id=79 (In Russ.).
- Informatsiia Sluzhby srochnykh donesenii* [Earthquake Early Alert Service Information]. (2020). GS RAS. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/new/ssd.htm> (In Russ.).
- Informatsionnye soobshcheniia* [Informational messages]. (2020). GS RAS. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/> (In Russ.).
- IRIS-IDA. (2020). Retrieved from <https://ida.ucsd.edu/>
- ISC Bulletin. (2020). Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/collected/reports/>

- Katalog zemletrjasenij tekushhego goda* [Earthquake catalog of the current year]. (2020). BB GS RAS Retrieved from <http://www.seis-bykl.ru/index.php> (In Russ.).
- Kazakhstan National Data Center (KNDC). (2020). Retrieved from <https://www.kndc.kz>
- Kolomiyets, M.V., Dulentsova, L.G., & Ryzhikova, M.I. (2019). [GS RAS Earthquake Early Alert Service]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 1(1), 84-91. (In Russ.). doi: 10.35540/2686-7907.2019.1.08
- 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., Kolomiyets, M.V., & Akimov, A.P. (2006). [Organization of digital seismic data processing using the WSG software package]. In *Materialy I Mezhdunarodnoy seismologicheskoy shkoly "Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"*. [Proceedings of the I International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 77-83). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
- Lander, A.V. (2006). *Opisanie i instruktsiia dlia pol'zovatel'ia kompleksa programm FA (raschet i graficheskoe predstavlenie mekhanizmov ochagov zemletrjasenii po znakam pervykh vstuplenii P-voln)* [Description and instructions for the user of the FA program complex (calculation and graphic representation of the mechanisms of the earthquake sources according to the signs of the first P-wave arrivals)]. Moscow, Russia. 27 p. (In Russ.).
- Levina, V.I., Lander, A.V., Ivanova, E.I., Mityushkina, S.V., & Titkov, N.N. (2012). [Olutorsky earthquake 20.04.2006]. In *Zemletrjasenija Severnoj Evrazii, 2006 g.* [Earthquakes of the North Eurasia, 2006] (pp. 314-329). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
- Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
- Ne menee 30 domov obrushilis' v rezul'tate zemletrjasenija na vostoke Turcii* [At least 30 houses collapsed as a result of an earthquake in Eastern Turkey]. (2020). TASS, January 25, 2020. Retrieved from <https://tass.ru/proisshestiya/7604953> (In Russ.).
- 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.
- Swiss Seismological Service. (2020). SED. Earthquakes. Retrieved from <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/europe/last90daysMag4.5plus/>
- Tsunami message number 4. (2020). NWS Pacific tsunami warning center EWA beach hi 2004 UTC tue Jan 28 2020. Available at: <https://tsunami.gov/events/PHEB/2020/01/28/20028001/4/WECA41/WECA41.txt>
- Tsunami message number 5. (2020). NWS Pacific tsunami warning center EWA beach hi 1843 UTC tue Jun 23 2020. Available at: <https://www.tsunami.gov/events/PHEB/2020/06/23/20175001/5/WEPA40/WEPA40.txt>
- Tureckie vlasti zajavili, chto ljudej pod zavalami bol'she net* [Turkish authorities say there are no more people under the rubble]. (2020). RIA News, January 27, 2020. Retrieved from <https://ria.ru/20200127/1563934612.html> (In Russ.).
- U beregov Jamajki zafiksirovano zemletrjasenie magnitudoj 7.7* [An earthquake of magnitude 7.7 was recorded off the coast of Jamaica]. TASS, January 28, 2020 [site]. Available at: <https://tass.ru/proisshestiya/7629687> (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, 223-297.

Information about authors

Vinogradov Yuri Anatolyevich, PhD, 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. E-mail: sveta@gsras.ru

Petrova Natalia Vladimirovna, PhD, Leading Researcher of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: npetrova@gsras.ru

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