

Северо-Восток России и Чукотка

Е.И. Алёшина, С.В. Курткин

МФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Магадан

Сейсмический мониторинг территории Северо-Востока России, Чукотки и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского) в 2021 г. осуществлялся, как и в 2020 г. [1], сетью из 14 сейсмических станций Магаданского филиала (МФ) ФИЦ ЕГС РАН (код сети NEGSR). В Магаданской области действовали 11 станций и три (ANDR, BILL, PVDR) – в Чукотском автономном округе (ЧАО). Для определения параметров землетрясений, произошедших в приграничных с Республикой Саха (Якутия) районах, использовались данные станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

Все сейсмические станции Северо-Востока России и Чукотки оснащены цифровой аппаратурой. В течение года на двух станциях была произведена модернизация регистрирующей аппаратуры: на станции «Анадырь» АЦП PAR-4СН заменен на Ермак-5; на станции «Омчак» PAR-4СН заменен на Байкал-8. Расположение сейсмических станций сети NEGSR показано на рис. I.27, информация о станциях приведена в табл. I.20.

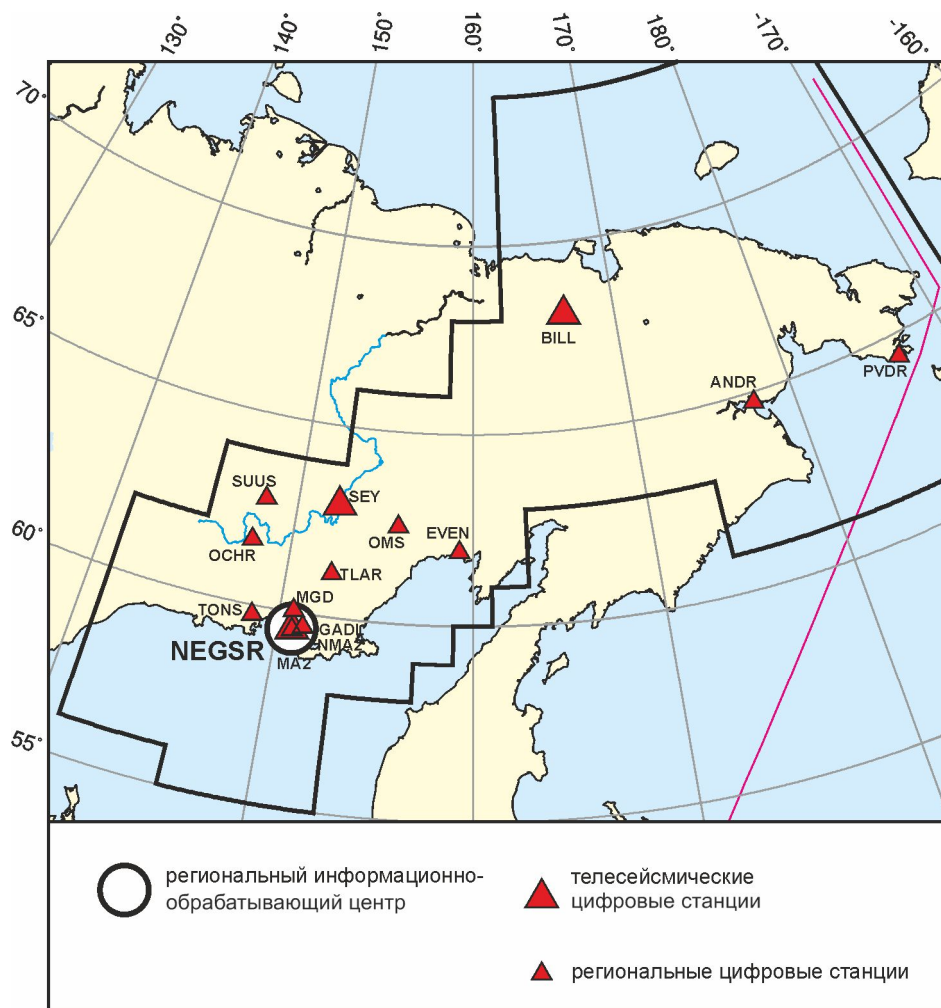


Рис. I.27. Сейсмические станции на Северо-Востоке России и Чукотке в 2021 г.
Черный шрифт – международные коды центра и станций

Таблица 1.20. Сведения о сейсмических станциях МФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть NEGSR)

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название станции, код сети	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
1	Анадырь	–	АНД	10.11.1981–24.04.1989;	64.783	177.583	20	Неконсолидированная щебенка, сплошная мерзлота мощностью до 90–120 м	СМЕ-4011+ PAR-4CH; СМЕ-4011+ Ермак-5
		АНDR	–	24.04.1989–01.04.1993;	64.734	177.496	55		
		АНDR	АНDR	01.09.1996–01.05.2002;	64.734	177.496	70		
				24.01.2003–07.09.2003;					
				22.12.2005–02.07.2007;					
				20.12.2010–29.06.2013;					
				01.11.2015–25.12.2017 (29.11.2021)	64.732	177.487	108	Скальные базальты	
2	Билибино NEGSR, GSN	BILL	–	01.08.1995 (29.11.2017)	68.065	166.453	320	Многолетнемерзлые неконсолидированные пески со щебнем мощностью до 150–200 м	STS-1+ Q330-HR
3	Гадля	GADL	GADL	23.10.2015	59.667	151.319	27	Галечники	СМ-3KB+ PAR-4CH
4	Магадан NEGSR, GSN, IMS СТВТО	MA2	–	22.10.1993–17.07.1995;	59.575	150.768	339	Скальные гранодиориты	STS-1+ Q330-HR
				31.10.1995–28.07.2007;					
				18.06.2010					
5	Магадан1	NMA2	NMA2	17.09.2007	59.550	150.800	50	Гравийно-песчано-глинистые отложения (талые)	GS-13+ PAR-4CH
6	Омсукчан	OMS	OMC	01.12.1967	62.515	155.774	527	Неконсолидированные аллювиальные галечники, талые, мощностью более 200 м	СМ-3KB+ PAR-4CH
7	Омчак	OCHR	OMЧ	01.10.1999–26.08.2016;	61.665	147.867	820	Многолетнемерзлые ороговикованные сланцы мощностью более 300 м	KS-2000+ PAR-4CH; KS-2000+ Байкал-8
				05.12.2017 (26.05.2021)					
8	Провидения	PROV	–	01.09.1980–01.01.1994;	64.427	–173.224	26	Неконсолидированные галечники с гравием.	СМЕ-4011+ PAR-4CH
		PRVR	–	14.06.2006–15.05.2007;	64.447	–173.175	86		
		PVDR	PVDR	20.12.2010–15.01.2012;	64.428	–173.216	16		
				01.11.2015–07.12.2016;					
				17.04.2017					

¹ Показана дата последней модернизации, предыдущие см. в [1].

№	Сейсмическая станция			Дата открытия–закрытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
9	Сеймчан NEGSR, IMS СТВТО	SEY	СМЧ	03.04.1969 (18.12.2018)	62.934	152.384	218	Рыхлые аллювиальные галечники, р-н многолетней мерзлоты мощностью до 180–200 м	STS-1+ PAR-4CH; STS-2+ Europa T
10	Стекольный	MGD	СТК	26.03.1971 (24.04.2019)	60.047	150.732	221	Неконсолидированные валунно-галечниковые отложения	GS-13+ PAR-4CH
11	Сусуман	SUUS	СМН	01.08.1969; 01.06.1998	62.781 62.779	148.149 148.167	640 640	Многолетнемерзлые гравийно-щебнистые отложения до 100 м	СМ-3КВ+ PAR-4CH
12	Талая	TLAR	ТЛА	20.01.1989– 22.09.2000; 22.09.2000– 21.02.2006; 04.04.2007	61.129 61.130	152.392 152.398	730 720	Неконсолидированные песчано-щебнистые отложения мощностью до 200 м	СМ-3КВ+ PAR-4CH
13	Талон	TONS	TLON	04.10.2016	59.757	148.657	18	Неконсолидированные песчано-галечные отложения	СМ-3КВ+ PAR-4CH
14	Эвенск	– EVEN	EVN EVEN	05.05.2006– 29.08.2007; 23.11.2008 (24.11.2020)	61.924 61.914	159.267 159.229	75 17	Аллювиальные отложения (валунно-галечные)	СМГ-40Т+ Minimus

Параметры землетрясений рассчитывались по программе NYP2DT (версия 7.1), составленной в Отделе геологии и геофизики Университета штата Мичиган (Ист-Лансинг, США, разработчик К.Д. Мяки), с использованием времен пробега прямых и преломленных *P*- и *S*-волн.

В электронные каталоги сейсмических событий Северо-Востока России и Чукотки за 2021 г. включены параметры 238 землетрясений с $M=1.2–5.2$ ($K_p=6.2–13.3$) [2] (в т.ч. три события – по данным центра YAGSR) и 323 промышленных взрыва с $M=1.6–2.6$ ($K_p=6.8–8.6$) [2, 3] по данным сети NEGSR. Кроме того, в каталог региона добавлены альтернативные решения для 13 землетрясений по данным центра YAGSR и четырех – центра KAGSR. Очаги всех землетрясений Северо-Востока России и Чукотки расположены в пределах земной коры на глубинах $h \leq 33$ км. Печатные варианты каталогов региона содержат параметры 75 землетрясений с $M \geq 2.3$ [4] и 37 промышленных взрывов с $M \geq 2.0$ [5].

На соседних территориях центром NEGSR были определены параметры 21 землетрясения: шести – в регионе Камчатки и Командорских островов (добавлены в каталог [6] в качестве альтернативных решений), 15 – на территории Якутского региона (в т.ч. два добавлены в каталог [7] в качестве основных решений, 13 – в качестве альтернативных решений).

Карта эпицентров землетрясений на Северо-Востоке России и Чукотке в 2021 г. представлена на рис. I.28.

Большинство землетрясений произошло вдоль юго-восточной части сейсмического пояса Черского (Магаданская область). Наиболее сильные землетрясения зарегистрированы в Охотском море, на границе с Камчатским регионом, на востоке Магаданской области, в Чукотском море и на Чукотском полуострове севернее пос. Провидения (рис. I.28).

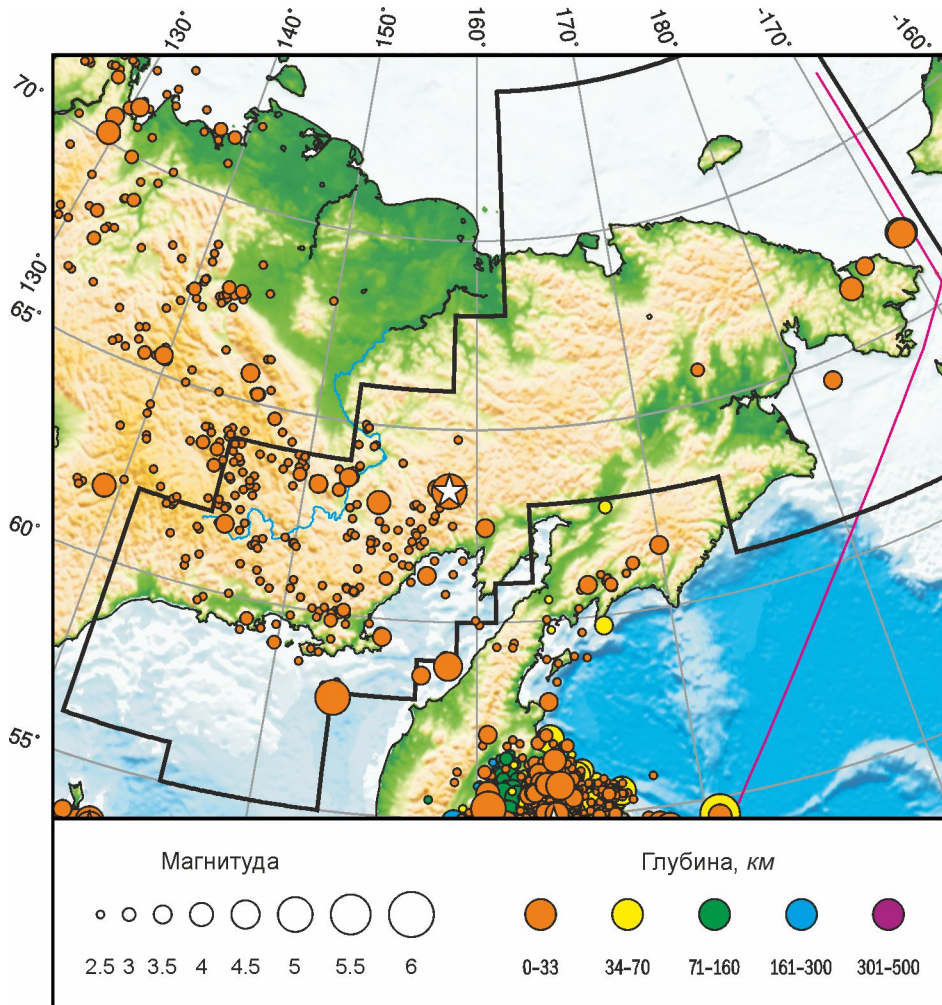


Рис. 1.28. Карта эпицентров землетрясений на Северо-Востоке России и Чукотке в 2021 г. Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

На **Северо-Востоке России** самым сильным стало землетрясение с $M=5.2$ ($K_p=13.3$), произошедшее 9 октября в $06^{\text{h}}54^{\text{m}}$ на востоке Магаданской области. Локализованы очаги пяти афтершоков с $M=2.0-4.2$ ($K_p=7.6-11.6$). Сильнейший афтершок с $M=4.2$ ($K_p=11.6$) был зарегистрирован 19 октября в $04^{\text{h}}48^{\text{m}}$ в 4.5 км северо-восточнее главного события. Главное событие ограничивает положение афтершоков с северо-востока, область эпицентров вытянута в северо-восточном направлении на расстояние ~ 47 км. Глубина гипоцентра главного события составила $h=12$ км, глубины афтершоков – от 0 до 33 км. Эпицентры основного толчка и афтершоков приурочены к южному окончанию Тебанинского глубинного разлома взбросового типа северо-западного простирания [8]. Землетрясение 9 октября ощущалось в пос. Омсукчан (сейсмостанция OMS на рис. 1.27), который расположен в 166 км юго-западнее эпицентра, с интенсивностью 4 балла по шкале ШСИ-17 [9]. Отметим, что в пос. Северо-Эвенск (сейсмостанция EVEN на рис. 1.27), находящемся на расстоянии 169 км юг-юго-восточнее эпицентра, землетрясение не ощущалось.

Другое сильное землетрясение с $M=4.2$ ($K_p=11.5$) произошло 13 декабря в $02^{\text{h}}48^{\text{m}}$. 13–17 декабря зарегистрировано три его афтершока с $K_p=8.8$, 7.7 и 7.6. Область эпицентров главного толчка и афтершоков вытянута в меридиональном направлении на расстояние около 12 км. В тектоническом отношении эпицентральная зона этого землетрясения расположена в Сеймчано-Ачагинской зоне Сугойского синклиория, севернее

Кырчанского разлома субширотного направления [8]. Это землетрясение ощущалось в пос. Омсукчан ($\Delta=91$ км) и Сеймчане ($\Delta=99$ км) с интенсивностью 3 балла.

В Охотском море 27 октября в 02^h42^m произошло сильное землетрясение с $M=5.1$ ($K_p=13.1$, $MPSP=5.0$), эпицентр которого расположен на границе с территорией Камчатского региона (рис. 1.28). В Магадане, находящемся на расстоянии 228 км от эпицентра, отмечались 3-балльные сотрясения. Зарегистрирован один форшок с $M=2.4$ ($K_p=8.4$), возникший 2 октября, и четыре афтершока с $M=2.4-2.9$ ($K_p=8.4-9.2$), произошедшие 27 октября, в один день с главным событием. Для форшока, главного толчка и одного афтершока в каталог региона [2] добавлены альтернативные решения центра KAGSR. Все афтершоки и форшок расположены севернее основного толчка, в зоне ответственности Магаданского филиала, область их эпицентров вытянута в меридиональном направлении на расстояние ~ 24 км.

В районе **Чукотки** в 2021 г. локализованы очаги 12 землетрясений. Самое сильное событие с $M=4.5$ ($K_p=12.1$) произошло в Чукотском море 26 августа в 04^h49^m. Это максимальное событие роя из шести землетрясений с $M=3.4-4.5$ ($K_p=10.1-12.1$), который реализовался в августе-сентябре.

Пространственно все очаги землетрясений региона традиционно сосредоточены в крупных сейсмогенных поясах Черского, Северо-Охотском и Транс-Берингийском.

Для 56 землетрясений Северо-Востока России и Чукотки с $M \geq 2.6$ ($K_p \geq 8.6$) в [10] помещен бюллетень региональной сети станций за 2021 г. в формате ISF.

На рис. 1.29 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на Северо-Востоке России и Чукотке в 2017–2021 гг. (по данным [1, 2]). Уровень сейсмичности региона в 2021 г. согласно шкале «СОУС'09» [11] оценен как «фоновый повышенный» за 54-летний период наблюдений (с 1968 по 2021 г.) [12].

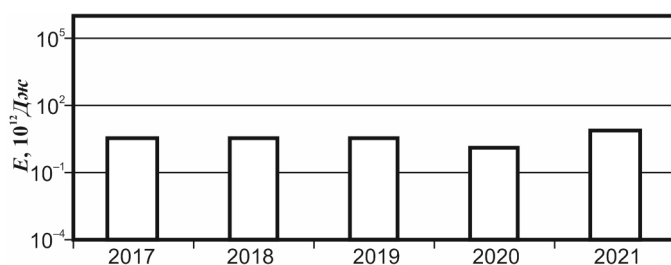


Рис. 1.29. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Северо-Востока России в 2017–2021 гг.

Литература

1. Алёшина Е.И., Курткин С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Северо-Восток России и Чукотка // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 68–72. – EDN: NFJJK
2. 2021-ER_App15_North-East-region-of-Russia.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
3. 2021-ER_App24_Catalogs_explosions.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
4. Алёшина Е.И. (отв. сост.); Чернецова А.Г., Габдрахманова Ю.В., Бугаева А.П. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Северо-Восток России и Чукотка // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 177–178.

5. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 192–203.
6. 2021-ER_App17_Kamchatka-and-Komandor-Islands.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
7. 2021-ER_App14_Yakutia.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
8. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – Магадан: ФГУП «Магадангеология», 2001.
9. ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности (ШСИ-17). – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с. (Дата введения 01.09.2017 г.).
10. 2021-ER_App16_MAG_bull_isf.txt [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
11. Салтыков В.А. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 2011. – № 2. – С. 53–59. – EDN: NSYPRR
12. Салтыков В.А., Коновалова А.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г. Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмичности регионов России // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 88–94.