

Якутия

¹С.В. Шибаев, ^{1,2}А.А. Макаров, ¹А.С. Куляндина, ¹Р.М. Туктаров,
¹Н.Н. Старкова, ¹А.В. Наумова, ¹Д.М. Пересыпкин

¹ЯФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск; ²ИГАБМ СО РАН, г. Якутск

В 2023 г. Якутский филиал (ЯФ) ФИЦ ЕГС РАН проводил исследование сейсмичности территории Республики Саха (Якутия) на основе системы инструментальных наблюдений, состоящей из 22 цифровых сейсмических станций. Относительно 2022 г. [1] в составе сети произошли изменения. В июле 2023 г. станция «Витим» была закрыта. Расположение пунктов регистрации показано на рис. I.27, информация о станциях приведена в табл. I.21.

Представительность регистрации землетрясений преимущественно совпадала с уровнем 2022 г., однако для западной части Якутии в бассейне среднего и нижнего течения рек Лены, Вилюя и Оленька зона регистрации $K_p \geq 8-9$ уменьшилась в связи сокращением сети станций [1]. Для Южной Якутии порог представительности увеличивается с запада на восток. Так, на западном фланге сохранился представительный класс землетрясений $K_p \geq 7$, в средней части – $K_p \geq 8$, для восточного фланга – $K_p \geq 10-11$. На северо-востоке Якутии в горной системе хребта Черского и в арктических районах без пропусков регистрировались события с $K_p \geq 8$. В районе Тикси и на шельфе моря Лаптевых от полуострова Таймыр до Новосибирских островов существующая система наблюдений могла регистрировать без пропусков сейсмические события, начиная с $K_p \geq 10$. В целом для всего Якутского региона полностью регистрировались землетрясения с $K_p \geq 11-12$.

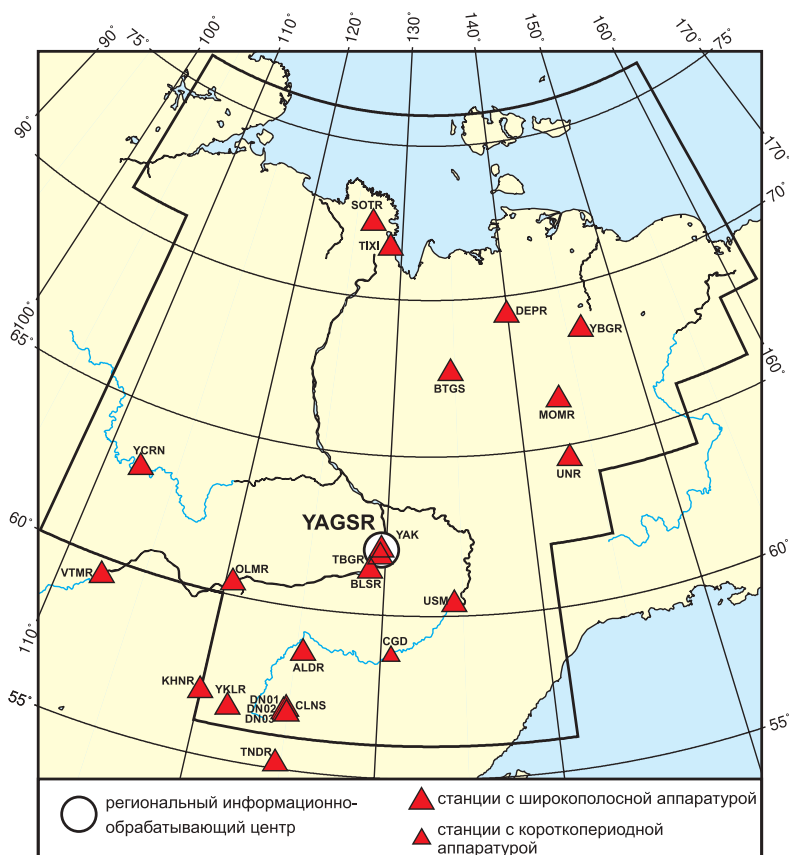


Рис. I.27. Сейсмические станции на территории Якутии в 2023 г.
Черный шрифт – международные коды центра и станций

Таблица 1.21. Сведения о сейсмических станциях ЯФ ФИЦ ЕГС РАН

№	Сейсмическая станция			Дата открытия– закрытия (модерни- зации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код центра/ сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		между- народ- ный	регио- наль- ный						
1	Алдан YAGSR/RV	ALDR	ALD	01.10.1999 (09.2023)	58.610	125.410	662	Крупная галька, глина, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8; СМЕ-6211+ Ермак-5
2	Батагай YAGSR/RV	BTGS	BTG	12.03.1975 (16.11.2020)	67.656	134.625	127	Глина, гравий, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
3	Белая Гора YAGSR/RV	YBGR	BGR	12.08.2011 (04.03.2018)	68.532	146.193	36	Глина, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
4	Булуус YAGSR/RV	BLSR	BLS	27.03.2012 (03.2018)	61.360	129.030	90	Галька	СМЕ-6211+ Байкал-8
5	Витим YAGSR/RV	VTMR	VTM	16.06.2003– 01.07.2023	59.440	112.550	188	Суглинок	CMG-3ESPC+ CD-24
6	Депутатский YAGSR/RV	DEPR	DEP	27.08.2003 (10.07.2018)	69.390	139.900	320	Вечная мерзлота	СМЕ-6011+ Байкал-8
7	Мома YAGSR/RV	MOMR	MOM	05.03.1983 (13.04.2018)	66.467	143.217	192	Глина, гравий, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
8	Олёкминск YAGSR/RV	OLMR	OLM	11.06.2010 (03.07.2019)	60.376	120.463	45	Песок, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
9	Столб YAGSR/RV	SOTR	SOT	16.08.2013 (14.09.2018)	72.403	126.812	50	Алевролиты, вечная мерзлота	СМЕ-6011+ Байкал-8
10	Табага YAGSR/RV	TBGR	TBG	24.06.2003 (22.06.2022)	61.821	129.637	98	Вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Centaur+
11	Тикси YAGSR/IU+ IRIS/USGS, IMS CTBTO	TIXI	TIX	15.08.1995 (24.09.2017)	71.649	128.867	50	Доломиты, квар- циты, вечная мерзлота	STS-1, STS-2.5+ Q330-HR
12	Тында YAGSR/RV	TNDR	TND	20.06.2001 (13.08.2019)	55.147	124.721	530	Галька, глина	СМЕ-6011+ Байкал-8
13	Усть-Мая2 YAGSR/RV	–	USM	08.04.2006 (08.12.2019)	60.367	134.458	170	Глина, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
14	Усть-Нера YAGSR/RV	UNR	UNR	21.11.1961 (10.09.2018)	64.566	143.228	485	Суглинки, веч- ная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
15	Хани YAGSR/RV	KHNR	KHN	11.12.2005 (07.2022)	56.921	119.979	690	Гранитогнейсы	KS-2000+ Байкал-8
16	Чагда YAGSR/RV	CGD	CGD	01.08.1968 (11.2015)	58.752	130.609	195	Галька, глина, вечная мерзлота	СМ-3KB+ Байкал-11
17	Чернышев- ский YAGSR/RV	YCRN	CRN	14.07.2011	63.021	112.486	319	Галька, гравий	KS-2000+ Байкал-8
18	Чульман YAGSR/RV	CLNS	CHL	01.07.1963 (06.2015)	56.837	124.893	745	Песчаник	CMG-3ESPC+ CD-24
19	Юктали YAGSR/RV	YKLR	YKL	04.07.2004 (09.2013)	56.592	121.654	417	Суглинок	CMG-3ESPC+ CD-24

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

№	Сейсмическая станция			Дата открытия– закрытия (модерни-зации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код центра/сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		между-народ-ный	регио-наль-ный						
20	Якутск YAGSR/IU+ IRIS/USGS, IMS CTBTO	YAK	YAK	05.10.1957 (24.09.2017)	62.031	129.680	91	Песчаник, вечная мерзлота	STS-1, STS-2.5+ Q330-HR
21	D001 Денисовская-1 YAGSR/RV	DN01	DN01	19.04.2022 (02.2023)	56.771	124.836	732	Гравий, песок	СМЕ-4011+ Байкал-8; Trillium+ +Байкал-8
22	D002 Денисовская-2 YAGSR/RV	DN02	DN02	20.04.2022 (02.2023)	56.752	124.890	757	Уголь	СМЕ-4011+ Байкал-8; Trillium+ +Байкал-8
23	D003 Денисовская-3 YAGSR/RV	DN03	DN03	20.04.2022 (02.2023)	56.742	124.835	836	Песок	СМЕ-4011+ Байкал-8; Trillium+ +Байкал-8

Кроме материалов цифровых сейсмограмм землетрясений, полученных сетью станций ЯФ ФИЦ ЕГС РАН, к сводной обработке были привлечены бюллетени отдельных станций и результаты сводной обработки структурных подразделений ФИЦ ЕГС РАН в Сибири и на Дальнем Востоке Российской Федерации – Магаданского, Байкальского и Сахалинского филиалов. Для определения параметров эпицентров землетрясений использовался программный комплекс WSG [2].

В электронном каталоге сейсмических событий Якутского региона приведены параметры 457 землетрясений с $M=1.7-5.1$ ($K_p=7.1-13.2$) (в т.ч. три – по данным центра NEGSР) [3] и 796 взрывов с $M=1.7-3.2$ ($K_p=7.0-9.8$) (в т.ч. два – по данным центра NEGSР) [4]. Все подземные толчки происходили в пределах земной коры на глубине до 34 км. Для 42 событий в каталоге [3] опубликованы альтернативные решения центров NEGSР (17 землетрясений и 21 взрыв) и FCIAR (четыре землетрясения). В печатном варианте каталога землетрясений [5] опубликованы параметры 71 события региона с $M \geq 2.8$. Печатный вариант каталога взрывов [6] содержит данные 69 промышленных взрывов с $M \geq 2.5$ (ред.).

На основе каталога землетрясений [3] построена карта эпицентров (рис. 1.28).

На соседних территориях центром YAGSR были определены параметры 23 сейсмических событий: 21 землетрясения – на Северо-Востоке России и Чукотке (в т.ч. четыре добавлены в каталог [7] в качестве совместного решения с центром NEGSР, 17 – в качестве альтернативных решений); двух землетрясений – в Арктике (добавлены в каталог [8] в качестве альтернативного решения) (ред.).

Пространственное положение эпицентров землетрясений в 2023 г. повторяет их распределение в 2022 г. [1]. Они группируются в двух сейсмических поясах: Арктико-Азиатском на северо-востоке и Олёкмо-Становом (восточный фланг Байкало-Станового пояса) на юге региона, которые разделяют Евразийскую, Североамериканскую и Амурскую литосферные плиты [9, 10].

Сейсмичность северо-востока региона была проявлена в Арктико-Азиатском сейсмическом поясе, динамика которого обусловлена взаимодействием Евразийской и Североамериканской плит [1, 9]. Наибольшая сейсмическая активность зафиксирована в районе дельты реки Лена (дельта р. Лены и губа Буор-Хая), в море Лаптевых и системе хребтов Черского.

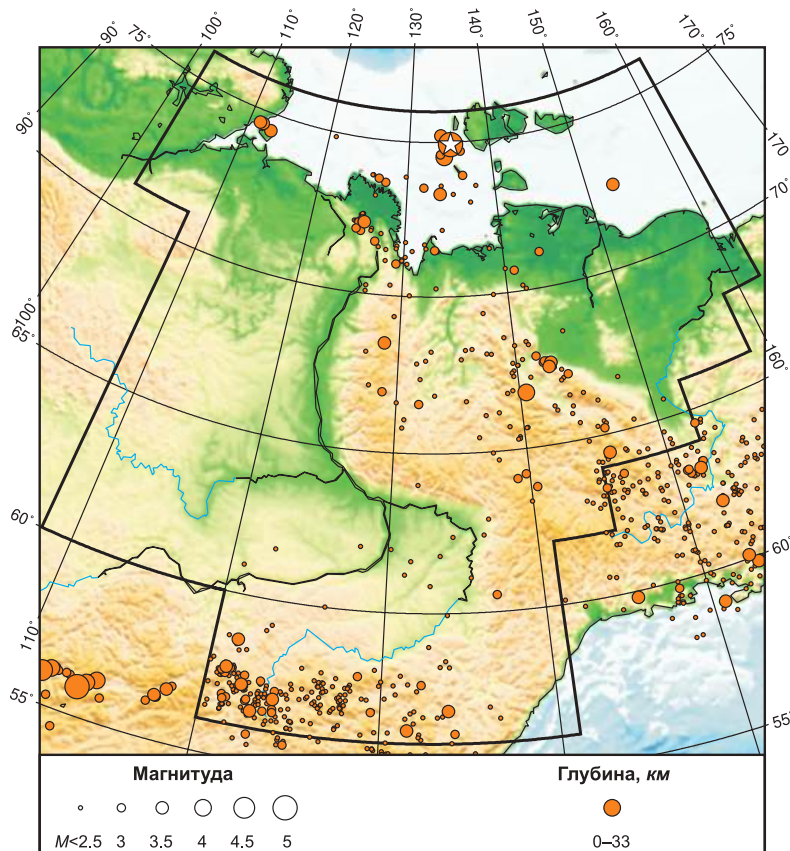


Рис. 1.28. Карта эпицентров землетрясений на территории Якутии в 2023 г.
Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

В море Лаптевых в районе Новосибирских островов 13 июля в 13^h06^m произошло самое сильное землетрясение Якутского региона за 2023 г. с $M=5.1$ ($K_p=13.2$). Эпицентр данного события приурочен к активной сейсмической структуре – хребту Гаккеля. Через 25 минут на расстоянии ~ 197 км в юго-западном направлении от главного толчка зарегистрирован афтершок с $M=2.8$ ($K_p=9.1$). 7 февраля в 14^h15^m на расстоянии около 193 км к юго-западу от события 13 июля был зафиксирован его вероятный форшок – второе по силе землетрясение региона с $M=3.9$ ($K_p=11.1$).

Два сильных сейсмических толчка были зафиксированы в районе горной системы Черского. Очаг первого землетрясения с $M=3.7$ ($K_p=10.6$) зарегистрирован 6 мая в 05^h47^m на юго-восточной окраине Арктико-Азиатского сейсмического пояса, ему предшествовал форшок с $M=2.6$ ($K_p=8.6$) 5 мая в 18^h07^m с эпицентром в 10 км к юго-западу от основного события. Эти события приурочены к эпицентральной зоне Артыкского землетрясения 1971 г. [11]. Второе землетрясение с $M=3.8$ ($K_p=10.8$) произошло 31 августа в 16^h33^m на глубине 16 км и приурочено к Арга-Тасскому разлому [10].

Южная Якутия характеризуется умеренным уровнем сейсмичности, эпицентры землетрясений здесь протянулись в субширотном направлении с запада на восток более чем на 700 км от реки Олёкмы к Охотскому морю. Самое сильное землетрясение на территории Олёкмо-Становой зоны с $M=3.5$ ($K_p=10.3$) произошло 24 января в 09^h09^m на ее восточном фланге и приурочено к левобережью реки Тиркан в пределах Токинской впадины. Однако наибольшее количество землетрясений ($N=9$) с $K_p \geq 9.5$ было зафиксировано на западном фланге этой зоны.

Следует отметить повышение уровня сейсмичности региона в 2023 году. В пределах Олёкмо-Становой зоны наблюдается снижение максимального энергетического класса, однако это компенсируется увеличением количества событий. В Арктико-Азиатском сейсмическом поясе зафиксирована активация юго-восточного фланга и хребта Гаккеля в районе Новосибирских островов.

На рис. I.29 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2019–2023 гг. (по данным [1, 3]). Уровень сейсмичности региона в 2023 г. согласно шкале «СОУС'09» [12] оценен как «фоновый средний» за 56-летний период наблюдений (с 1968 по 2023 г.) [13].

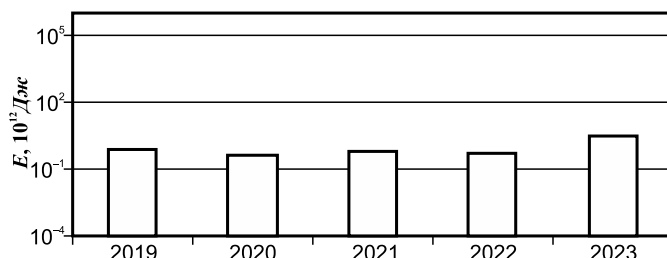


Рис. I.29. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2019–2023 гг.

Литература

1. Шибяев С.В., Макаров А.А., Туктаров Р.М., Куляндина А.С., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 68–73. – EDN: AVQQYV
2. 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
3. 2023-ER_App15_Yakutia.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
4. 2023-ER_App25_Catalogs_explosions.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
5. Макаров А.А., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Куляндина А.С., Туктаров Р.М., Андреева С.А., Денег Е.Г., Хастаева Е.В. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Якутия // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 182–183.
6. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 204–216.
7. 2023-ER_App16_North-East-region-of-Russia.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
8. 2023-ER_App05_Arctic-Basin.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
9. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.
10. Имаева Л.П., Имаев В.С., Козьмин Б.М., Мельникова В.И., Середкина А.И., Маккей К.Д., Аишурков С.В., Смекалин О.П., Овсяченко А.Н., Чипизубов А.В., Сясько А.А. Сейсмотектоника северо-восточного сектора Российской Арктики. – Новосибирск: «Издательство СО РАН», 2017. – 136 с.
11. Fujita K., Kozmin B.M., Mackey K.G., Riegel S.A., Mclean M.S., Imaev V.S. Seismotectonics of the Chersky seismic belt, eastern Sakha Republic (Yakutia) and Magadan district, Russia // Stephan Mueller Special Publication Series. – 2009. – V. 4. – P. 117–145. – DOI: 10.5194/smssps-4-117-2009
12. Saltykov V.A. A statistical estimate of seismicity level: The method and results of application to Kamchatka // Journal of Volcanology and Seismology. – 2011. – V. 5, N 2. – P. 123–128. – DOI: 10.1134/S0742046311020060. – EDN: OHTIXN
13. Салтыков В.А., Коновалова А.А., Пойгина С.Г. Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмичности регионов России // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 97–108.