

Якутия

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

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

Якутский филиал ФИЦ ЕГС РАН проводил исследования сейсмичности территории Республики Саха (Якутия) на основе системы инструментальных наблюдений, состоящей из 23 цифровых сейсмических станций. Расположение пунктов регистрации показано на рис. I.27, информация о станциях приведена в табл. I.20.

В составе сети, относительно 2021 г. [1], произошли изменения. Произведена модернизация аппаратуры на станции «Табага» (TBGR) – регистратор «Байкал-8» заменен на «Centaur+». 19–20 апреля 2022 г., в рамках договора «Сейсмический мониторинг шахты "Денисовская"» между ЯФ ФИЦ ЕГС РАН и ООО УК «Колмар», неподалеку от поселка Чульман Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия) были установлены сейсмические станции «D001», «D002» и «D003», оснащенные сейсмометрами СМЕ-4011 и регистраторами «Байкал-8».

При обработке инструментальных данных наблюдений в приграничных районах с соседними зонами привлекались данные сетей станций Байкальского, Сахалинского и Магаданского филиалов ФИЦ ЕГС РАН.

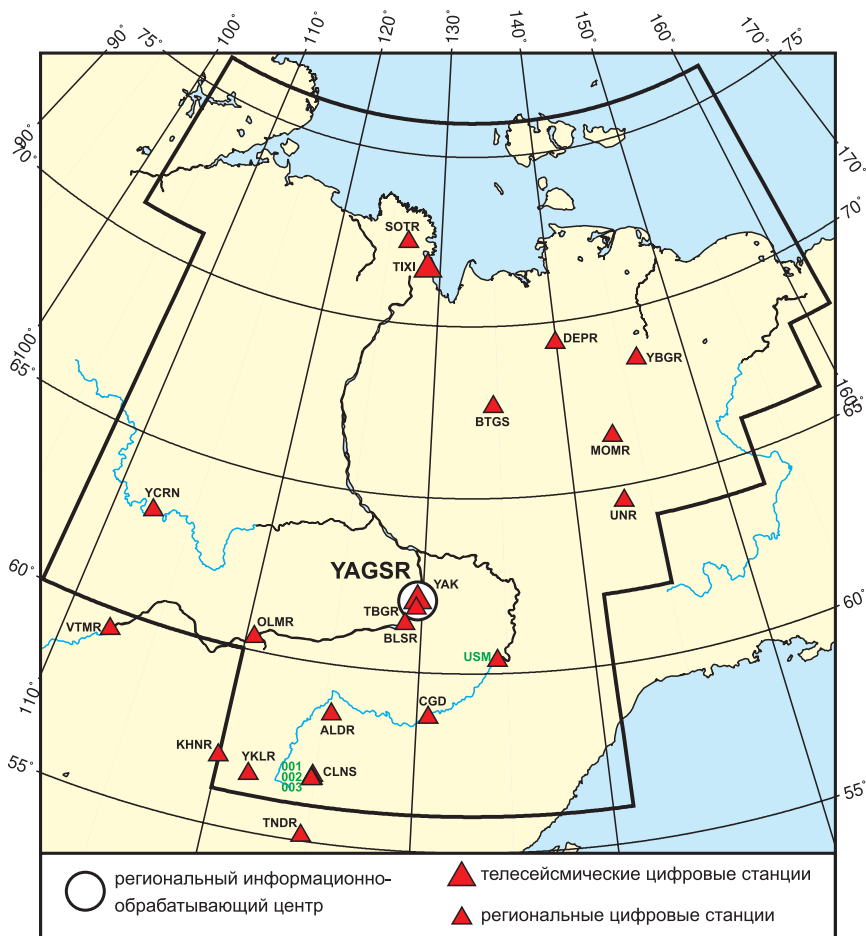


Рис. I.27. Сейсмические станции на территории Якутии в 2022 г.
 Черный ирифт – международные коды центра и станций,
 зеленый ирифт – региональные коды станций

Таблица 1.20. Сведения о сейсмических станциях ЯФ ФИЦ ЕГС РАН

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код центра/сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Алдан YAGSR/RU	ALDR	ALD	01.10.1999 (12.2018)	58.610	125.410	662	Крупная галька, глина, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
2	Батагай YAGSR/RU	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/RU	YBGR	BGR	12.08.2011 (04.03.2018)	68.532	146.193	36	Глина, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
4	Булуус YAGSR/RU	BLSR	BLS	27.03.2012 (03.2018)	61.360	129.030	90	Галька	СМЕ-6211+ Байкал-8
5	Витим YAGSR/RU	VTMR	VTM	16.06.2003 (06.2012)	59.440	112.550	188	Суглинок	СМГ-3ЕСРС+ CD-24
6	Депутатский YAGSR/RU	DEPR	DEP	27.08.2003 (10.07.2018)	69.390	139.900	320	Вечная мерзлота	СМЕ-6011+ Байкал-8
7	Мома YAGSR/RU	MOMR	MOM	05.03.1983 (13.04.2018)	66.467	143.217	192	Глина, гравий, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
8	Олёкминск YAGSR/RU	OLMR	OLM	11.06.2010 (03.07.2019)	60.376	120.463	45	Песок, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
9	Столб YAGSR/RU	SOTR	SOT	16.08.2013 (14.09.2018)	72.403	126.812	50	Алевролиты, вечная мерзлота	СМЕ-6011+ Байкал-8
10	Табага YAGSR/RU	TBGR	TBG	24.06.2003 (22.06.2022)	61.821	129.637	98	Вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8; СМЕ-6211+ Centaur+
11	Тикси YAGSR/IU+ IRIS/USGS, IMS СТВТО	TIXI	TIX	15.08.1995 (24.09.2017)	71.649	128.867	50	Доломиты, кварциты, вечная мерзлота	STS-1, STS-2.5+ Q330-HR
12	Тында YAGSR/RU	TNDR	TND	20.06.2001 (13.08.2019)	55.147	124.721	530	Галька, глина	СМЕ-6011+ Байкал-8
13	Усть-Мая 2 YAGSR/RU	–	USM	08.04.2006 (08.12.2019)	60.367	134.458	170	Глина, вечная мерзлота	KS-2000+ Байкал-8
14	Усть-Нера YAGSR/RU	UNR	UNR	21.11.1961 (10.09.2018)	64.566	143.228	485	Суглинки, вечная мерзлота	СМЕ-6211+ Байкал-8
15	Хани YAGSR/RU	KHNR	KHN	11.12.2005	56.921	119.979	690	Гранитогнейсы	СМ-3КВ+ Байкал-112
16	Чагда YAGSR/RU	CGD	CGD	01.08.1968 (11.2015)	58.752	130.609	195	Галька, глина, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-11
17	Чернышевский YAGSR/RU	YCRN	CRN	14.07.2011	63.021	112.486	319	Галька, гравий	KS-2000+ Байкал-8
18	Чульман YAGSR/RU	CLNS	CHL	01.07.1963 (06.2015)	56.837	124.893	745	Песчаник	СМГ-3ЕСРС+ CD-24
19	Юктали YAGSR/RU	YKLR	YKL	04.07.2004 (09.2013)	56.592	121.654	417	Суглинок	СМГ-3ЕСРС+ CD-24

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

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код центра/сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
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 YAGSR/RU	–	001	19.04.2022	56.771	124.836	732	Гравий, песок	СМЕ-4011+ Байкал-8
22	D002 YAGSR/RU	–	002	20.04.2022	56.752	124.890	757	Уголь	СМЕ-4011+ Байкал-8
23	D003 YAGSR/RU	–	003	20.04.2022	56.742	124.835	836	Песок	СМЕ-4011+ Байкал-8

Параметры землетрясений рассчитывались с использованием программного комплекса WSG [2]. Представительность землетрясений для большей части территории преимущественно совпадала с уровнем 2021 г. [1]. В Южной Якутии она соответствовала событиям с $K_p \geq 7$ для западной и $K_p \geq 8-9$ – для восточной части территории. На северо-востоке Якутии – от побережья моря Лаптевых до Северного Приохотья (границы с регионом «Северо-Восток России и Чукотка») – без пропусков фиксировались местные толчки с $K_p \geq 8$. В целом для всего Якутского региона полностью регистрировались землетрясения с $K_p \geq 11-12$.

В электронном каталоге сейсмических событий Якутского региона приведены параметры 462 землетрясений с $M=1.7-4.0$ ($K_p=7.0-11.2$) (в т.ч. четыре – по данным центра NEGSR) [3] и 603 взрывов с $M=1.7-3.1$ ($K_p=7.0-9.6$) [3, 4]. Все подземные толчки происходили в пределах земной коры на глубине до 33 км. Для 25 событий в каталоге [3] опубликованы альтернативные решения центров NEGSR (12 землетрясений), FCIAR (восемь землетрясений) и SAGSR (три землетрясения и два взрыва). В печатном варианте каталога землетрясений [5] опубликованы параметры 86 событий региона с $M \geq 2.8$. Печатный вариант каталога взрывов [6] содержит данные 90 промышленных взрывов с $M \geq 2.3$. На основе каталога землетрясений [3] построена карта эпицентров (рис. 1.28).

На соседних территориях центром YAGSR были определены параметры 20 сейсмических событий: 11 землетрясений – на Северо-Востоке России и Чукотке (в т.ч. одно добавлено в каталог [7] в качестве основного решения, десять – в качестве альтернативных решений); пяти взрывов – на территории региона Прибайкалье и Забайкалье (добавлены в каталог [8] в качестве основного решения); четырех землетрясений – в Арктике (добавлены в каталог [9] в качестве альтернативного решения).

Пространственное положение эпицентров землетрясений Якутского региона в 2022 г. повторяет их распределение 2021 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 [10]. На северо-востоке региона поддерживается незначительная активизация сеймотектонического процесса, начавшаяся в предыдущем году [1].

Единственное ощутимое землетрясение Якутского региона в 2022 г. с $M=3.7$ ($K_p=10.7$) зарегистрировано 12 мая в 22^h59^m на левобережье среднего течения реки Усмун и приурочено к Южно-Якутскому эпицентральному полю 1989 г. [10]. Землетрясение ощущалось в Тынде с интенсивностью 2 балла [3, 5].

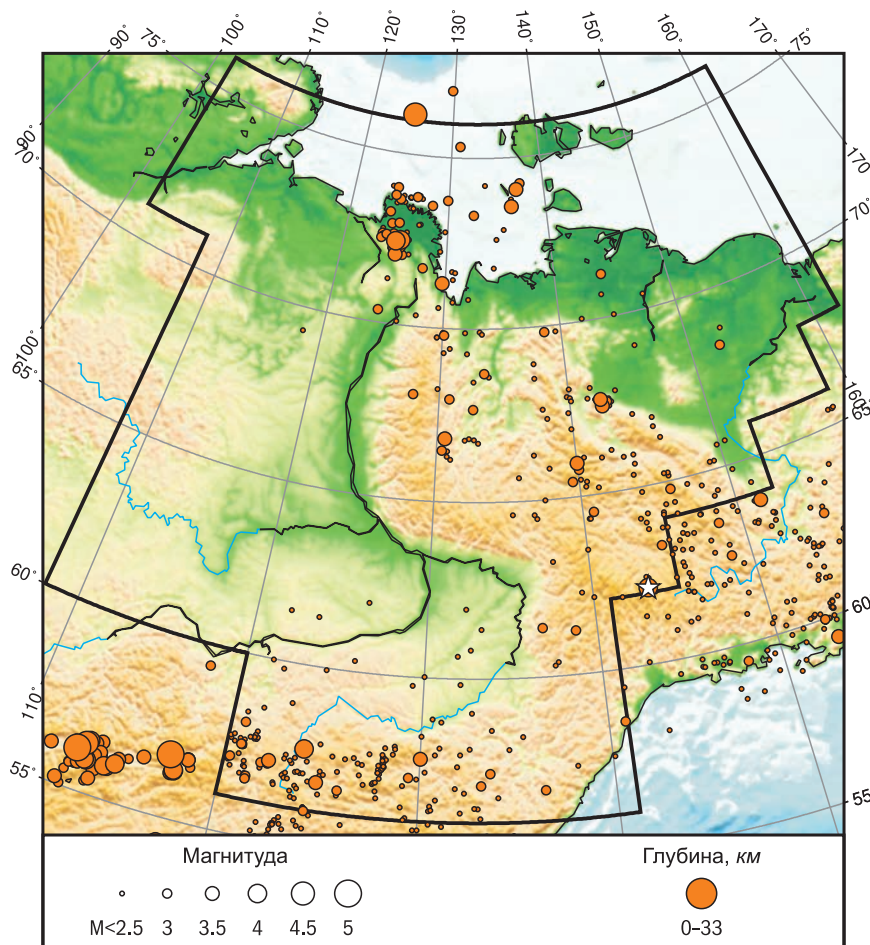


Рис. 1.28. Карта эпицентров землетрясений на территории Якутии в 2022 г.
 Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

В Южной Якутии сохранялся умеренный уровень сейсмичности. Она проявилась полосой эпицентров землетрясений, вытянутой с запада на восток более чем на 700 км от р. Олёкмы к Охотскому морю. 27 февраля в 20^h03^m в Нерюнгринском районе произошло землетрясение с $M=3.7$ ($K_p=10.7$). Данное событие спровоцировало частичный вывал угля с бортов горных выработок на двух участках шахты «Денисовская» вблизи от очага землетрясения.

На северо-востоке региона также сохранялась умеренная сейсмическая активность. Наиболее активно проявил себя Арктико-Азиатский сейсмический пояс, пересекающий Северо-Восточную Азию с северо-запада на юго-восток и маркирующий границу Евразийской и Североамериканской плит [1, 10]. Более активные сеймотектонические подвижки имели место в районе дельты реки Лена (дельта р. Лены и губа Буор-Хая моря Лаптевых), Яно-Оймяконском нагорье и системе хребтов Черского. В этом районе с 27 марта по 17 мая 2022 г. было локализовано 25 землетрясений с $M=1.8-3.9$ ($K_p \geq 7.2$), два самых сильных из которых с $M=3.9$ ($K_p \approx 11$) отмечены 27 марта в 20^h03^m и 29 апреля в 22^h13^m.

Небольшое оживление тектоники Яно-Оймяконского нагорья подтверждает изогнутая к западу полоса сейсмических сотрясений с $M=1.9-4.0$ ($K_p=7.4-11.2$), распределенная по его территории. Среди них выделяются два наиболее интенсивные события: в центральной части – очаг, возникший 30 ноября в 01^h56^m с $M=3.6$ ($K_p=10.4$), которому предшествовали два более слабых толчка 27 ноября в 19^h13^m и 20^h35^m с $M=3.2$ и 2.6 ($K_p=9.7$ и 8.6); в южной части – наиболее сильное землетрясение года в Якутии с $M=4.0$ ($K_p=11.2$), отмеченное 17 августа в 03^h29^m на самой окраине нагорья.

В зоне горной системы Черского было зарегистрировано 12 землетрясений с $K_p > 9$. Очаг наиболее сильного из них с $M = 3.7$ ($K_p = 10.7$) зафиксирован 3 сентября в $13^{\text{h}}12^{\text{m}}$ на глубине 12 км в 94 км к западу от поселка Куберганя Абыйского района. Местные жители данное землетрясение не ощутили. Этот эпицентр тяготеет к Улахан-Чистайскому эпицентральному полю, где в январе 2013 г. произошло сильное 8-балльное землетрясение с $M_w = 5.6$ [11].

В итоге следует отметить стабилизацию уровня сейсмичности региона. В пределах Олёкмо-Становой зоны наибольший энергетический класс не превышал $K_p = 11.2$ ($M = 4.0$), однако плотность землетрясений увеличилась за счет пополнения сети станций и одновременного продолжения активизации сейсмотектонического процесса, начавшейся в 2021 году.

На рис. 1.29 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2018–2022 гг. (по данным [1, 3]). Уровень сейсмичности региона в 2022 г. согласно шкале «СОУС'09» [12] оценен как «фоновый пониженный» за 55-летний период наблюдений (с 1968 по 2022 г.) [13].

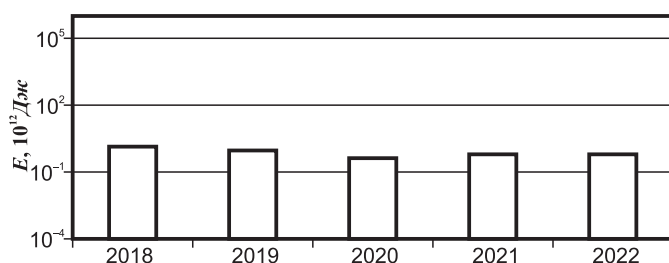


Рис. 1.29. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2018–2022 гг.

Литература

1. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Куляндина А.С., Макаров А.А., Туктаров Р.М., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 64–69. – EDN: VIPYWF
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. 2022-ER_App15_Yakutia.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.
4. 2022-ER_App26_Catalogs_explosions.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.
5. Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Куляндина А.С., Туктаров Р.М., Андреева С.А., Денега Е.Г., Хастаева Е.В. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Якутия // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 180–181.
6. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 200–210.
7. 2022-ER_App16_North-East-region-of-Russia.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.
8. 2022-ER_App07_Lake-Baykal-and-Transbaykal-regions.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России

[сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.

9. *2022-ER_App05_Arctic-Basin.xlsx* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.

10. *Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.* Сейсмоструктура Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.

11. *Козьмин Б.М., Шибяев С.В., Имаева Л.П., Имаев В.С., Петров А.Ф.* Улахан-Чистайское землетрясение 20 января 2013 г. с $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0=8$ (Северо-Восток Якутии) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 320–328. – EDN: OJJFPR

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 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 91–101.