

Арктика

^{1,2,3} А.Н. Морозов, ² Г.Н. Антоновская, ⁴ В.Э. Асминг, ⁴ С.В. Баранов, ² Н.В. Ваганова,
⁵ Ю.А. Виноградов, ⁵ Л.Г. Дуленцова, ^{5,2} Я.В. Конечная, ⁶ Н.Н. Старкова,
⁴ А.В. Федоров, ⁶ С.В. Шибеев

¹ИФЗ РАН, г. Москва; ²ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН, г. Архангельск; ³ГЦ РАН, г. Москва;
⁴КоФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Апатиты; ⁵ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск; ⁶ЯФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск

Сейсмический мониторинг Арктики в 2023 г. осуществляли все российские станции, находящиеся вблизи границ региона. Расположение станций в Арктическом регионе и на севере континентальной части России показано на рис. I.1 и I.13. Непосредственно в пределах границ региона находились семь (кроме BRBA, BRBB, TERR, KOLBA, PYR и PRYB) из 13 станций центров KOGSR, OBGSR и FCIAR (табл. I.14). Состав сети центра OBGSR относительно 2022 г. [1] пополнился одной сейсмической станцией. В конце августа 2023 г. в рамках экспедиции Русского географического общества на территории базы «Омега» национального парка «Русская Арктика» на о. Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа была установлена сейсмоинфразвуковая группа ZEFI [2].

Сейсмическая сеть Кольского филиала (КоФ) ФИЦ ЕГС РАН (код сети K0) осуществляла мониторинг преимущественно западной части Арктического региона на основе данных сейсмоинфразвуковых комплексов BRBB и ZEFI, а также станций BRBA, PRYB и TER с привлечением исходных данных сейсмических групп ARCESS и SPITS (NORSAR, Норвегия, код сети NO), станций KBS и VADS (Университет Бергена, Норвегия, код сети BER), станции HSPB (Институт геофизики Польской академии наук, код сети PL), а также станций ЦО ФИЦ ЕГС РАН (код сети RU).

Сейсмическая сеть ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (код сети АН) осуществляла мониторинг преимущественно центральной части Арктического региона на основе данных станций NVZ, ZFI2, OMEGA, SVZ, AMDE и KOLBA (табл. I.14) с привлечением исходных данных сейсмической группы SPITS (сеть NO), станций KBS, HOPEN и BJO1 (сеть BER), HSPB (сеть PL) и NOR (сеть DK).

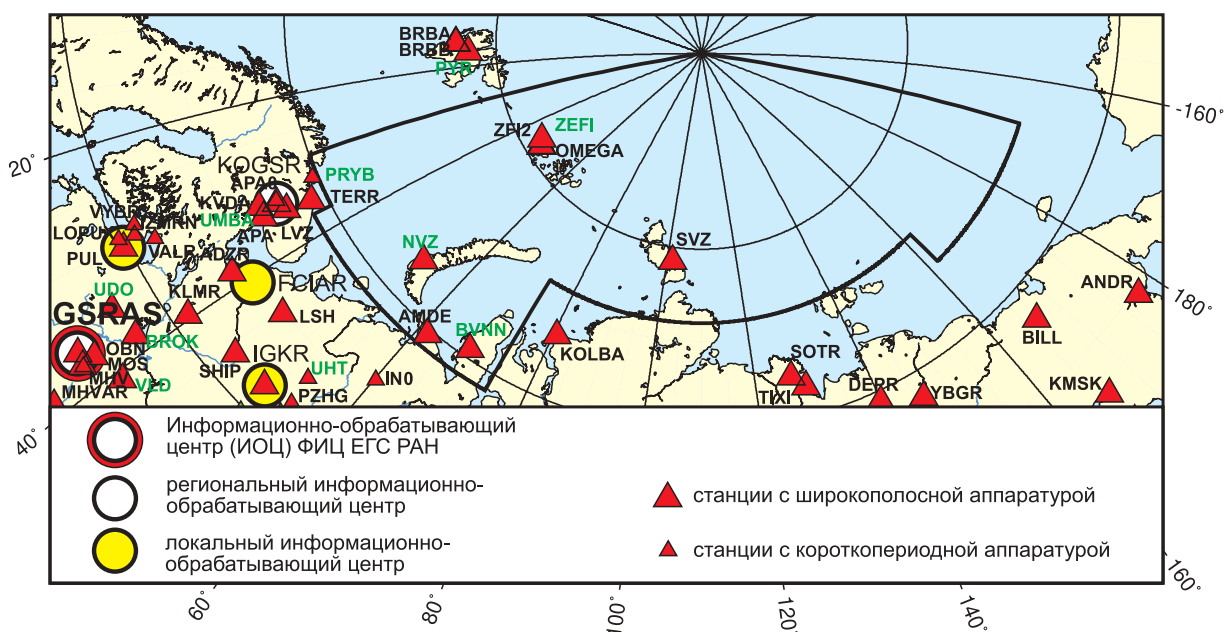


Рис. I.13. Сейсмические станции Арктического региона и севера РФ в 2023 г.

Черный шрифт – международные коды центров и станций,

зеленый шрифт – региональные коды станций

Таблица I.14. Сведения о сейсмических станциях в Арктическом регионе

№	Сейсмическая станция			Дата открытия– закрытия (модерни- зации¹) [перерыв в работе]	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудо- вания
	название станции, код центра/ сети	код							
		между- народ- ный	регио- наль- ный						
1	Амдерма FCIAR/AH	AMDE AMDE1	AMDE AMDE1	28.11.2010– 04.10.2019; 05.10.2019	69.761 69.721	61.678 61.669	48 40	Вечная мерзлота	TC120+ Centaur
2	Баренцбург А KOGSR/K0	BRBA	BRBA	01.01.2001; 12.06.2010	78.059	14.217	58	Скальные мета- осадочные по- роды	CMG-3ESPC
3	Баренцбург Б (сейсмоинф- развучковой комплекс) KOGSR/K0	BRBB	BRBB	01.01.2001	78.094	14.208	80	Скальные мета- осадочные по- роды	CMG-3ESPC; MPA-201 BSWA-Tech
4	Бованенково OBGSR/RU	–	BVNN	15.04.2017	70.482	68.551	–	До 0.5 м – торф, ниже – мерзлый супесчаный су- глинок	TC120-PH2+ CTR3-6S
5	Земля Александры OBGSR/RU	–	ZEFI	28.08.2023	80.778	47.718	0	Вечная мерзлота	TPC-20+ CTR2-6S-8, MPA-201
6	Земля Франца- Иосифа² FCIAR/AH	ZFI2	ZFI2	08.09.2011 (09.2017)	80.809	47.655	18	Аргиллиты, про- слойки базальта, глинистые из- известняки	TC120+ Centaur
7	Колба FCIAR/AH	KOLBA	KOLBA	11.10.2010	73.52	80.70	11	Вечная мерзлота	TC120+ Centaur
8	Новая Земля FCIAR/AH	–	NVZ	18.07.2022	72.373	52.715	–3	Мерзлотные грунты: морские алевроитовые глины, пески	TC120+ Centaur
9	Омега FCIAR/AH	OMEGA	OMEGA	25.08.2015	80.784	47.732	24	Аргиллиты, про- слойки базальта, глинистые из- известняки	CMG-3T-Polar +CMG-DM24
10	Пирамида (сейсмоинф- развучковой комплекс) KOGSR/K0	–	PYR	25.06.2015 [2023]	78.656	16.353	80	Скальные мета- осадочные по- роды	CMG-6T+ Байкал-8; MPA-201 BSWA-Tech
11	Полуостров Рыбачий KOGSR/K0	–	PRYB	01.11.2015	69.746	32.183	180	Псаммиты (песчаники)	SeisMonitor GS-3+ Байкал-8
12	Северная Земля FCIAR/AH	SVZ	SVZ	21.11.2016	79.276	101.657	22	Мерзлотные грунты: морские алевроитовые глины, пески	CMG-6TD
13	Териберка KOGSR/K0	TERR	TER	01.06.2009	69.202	35.108	25	Граниты	CMG-6T

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

Сейсмическая сеть Якутского филиала (ЯФ) ФИЦ ЕГС РАН (код сети RY) осуществляла мониторинг преимущественно восточной части Арктического региона на основе данных сейсмических станций TIXI, YBGR, DEPR, MOMR, BTGS, UNR, YCRN и SOTR, функционирующих на севере Якутии, с привлечением данных станции BILL. Сбор и обработка данных производились в региональном информационно-обрабатывающем центре (РИОЦ) ЯФ ФИЦ ЕГС РАН [3].

Сейсмическая сеть Центрального отделения (ЦО) ФИЦ ЕГС РАН (код сети RU) осуществляла мониторинг южной части Арктического региона на основе данных станции BVNN, установленной на полуострове Ямал. Сбор и обработка данных производились в РИОЦ КоФ ФИЦ ЕГС РАН.

Для части землетрясений 2023 г. была проведена сводная обработка с привлечением данных центров KOGSR, FCIAR, YAGSR и OBGSR, а также зарубежных станций сетей NO, BER, PL и DK. Обработка наиболее сильных землетрясений Арктики с $MPSP > 4.0$ с привлечением данных станций сети IMS CTBTO проводилась в ИОЦ ФИЦ ЕГС РАН (код центра GSRAS, г. Обнинск). Параметры землетрясений Арктики по данным GSRAS опубликованы в еженедельных Сейсмологических бюллетенях [4].

Всего в электронный каталог сейсмических событий Арктики за 2023 г. в настоящем сборнике включены параметры 96 землетрясений с $M = 1.3–4.0$ [5]. Для 94 землетрясений в каталог добавлены альтернативные решения центров FCIAR, OBGSR и YAGSR. Положение всех эпицентров показано на рис. 1.14. Печатный вариант каталога землетрясений Арктики содержит данные 91 события с $M = 2.3–4.0$ [6].

В каталоге [5] основное решение с кодом центра OBGSR было получено путем объединения данных (при наличии) региональных арктических сейсмических сетей (KOGSR, FCIAR, YAGSR) с применением комбинированной скоростной модели для Евразийской Арктики [7] и алгоритма локации программы NAS [8]. Значения магнитуды ML приравнялись к ML центра FCIAR, т.к. последняя вычислялась на основе уточненной шкалы локальной магнитуды для Евразийской Арктики [9].

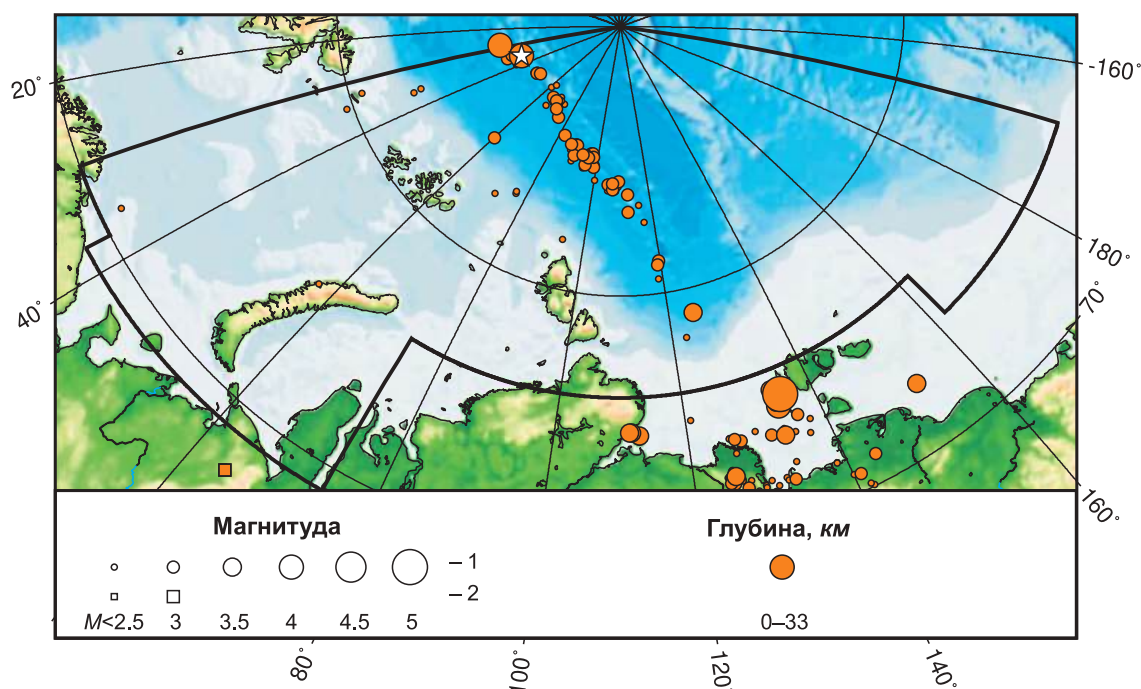


Рис. 1.14. Карта эпицентров землетрясений в районе Арктики в 2023 г.

Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе.

1 – землетрясения, 2 – ГУ

Большая часть очагов землетрясений Арктики приурочена к срединно-океаническому хребту Гаккеля (рис. I.14). В пределах хребта произошли наиболее значительные землетрясения 2023 г., включая самое сильное с $M (MS)=4.0$ 10 мая в 22^h58^m , после которого была зарегистрирована небольшая серия афтершоков. Характер распределения эпицентров вдоль хребта Гаккеля в 2023 г., а также наличие кластеров землетрясений говорят об активизации его отдельных участков.

В пределах шельфовых территорий сейсмическая активность была характерна для континентального склона западнее и восточнее архипелага Земля Франца-Иосифа, в пределах архипелагов Новая Земля и Северная Земля, а также о. Белый. Наиболее сильные из них с $M (ML)$ до 2.6 регистрировались западнее архипелага Земля Франца-Иосифа в районе жёлоба Святой Анны.

В целом в районе континентального склона в 2023 г. было зарегистрировано семь землетрясений с магнитудами $M (ML)=1.8–2.6$. Два землетрясения приурочены к жёлобу Франц-Виктория, четыре – к жёлобу Святой Анны и одно – к о. Белый.

В пределах архипелага Новая Земля было зарегистрировано одно землетрясение. Оно произошло 5 апреля в 19^h38^m с $M (ML)=2.3$ и приурочено к западному побережью о. Северный, к району залива Норденшельда.

На рис. I.15 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся в Арктическом регионе в 2019–2023 гг. (по данным [1, 5]). Уровень сейсмичности региона в 2023 г. согласно шкале «СОУС’09» [10] оценен как «фоновый пониженный» за 59-летний период наблюдений (с 1965 по 2023 г.) [11].

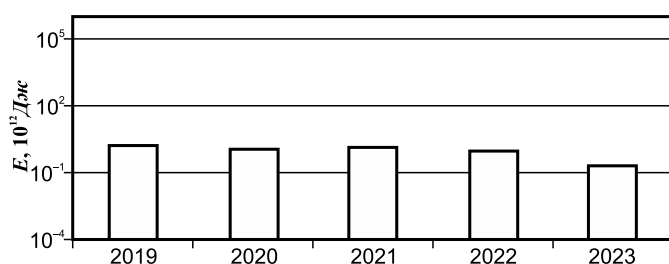


Рис. I.15. Распределение сейсмической энергии, выделившейся в районе Арктики в 2019–2023 гг.

Литература

1. Морозов А.Н., Антоновская Г.Н., Асминг В.Э., Баранов С.В., Болдырева Н.В., Ваганова Н.В., Виноградов Ю.А., Конечная Я.В., Старкова Н.Н., Федоров А.В., Шибяев С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Арктика // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 39–42. – EDN: RGBTTM
2. Федоров А.В., Асминг В.Э., Федоров И.С., Пятунин М.С. Первые результаты наблюдений сейсмоинфразвуковым комплексом ZEFI (остров Земля Александры) в высокоширотной Арктике // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Тезисы XVIII Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 88. – EDN: GEGBAX
3. Шибяев С.В., Макаров А.А., Куляндина А.С., Туктаров Р.М., Старкова Н.Н., Наумова А.В., Пересыпкин Д.М. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 73–77.
4. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2023 // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2023/ (дата обращения 06.10.2024).
5. 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.

6. Морозов А.Н. (отв. сост.); Баранов С.В., Ваганова Н.В., Дуленцова Л.Г., Конечная Я.В., Старкова Н.Н. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Арктика // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 163–164.

7. Морозов А.Н., Ваганова Н.В. Сейсмичность западного сектора Российской Арктики. – М.: ИФЗ РАН, 2024. – 240 с.

8. Асминг В.Э., Федоров А.В., Прокудина А.В. Программа для интерактивной обработки сейсмических и инфразвуковых записей LOS // Российский сейсмологический журнал. – 2021. – Т. 3, № 1. – С. 27–40. – DOI: 10.35540/2686-7907.2021.1.02. – EDN: XGDDLГ

9. Морозов А.Н., Ваганова Н.В., Асминг В.Э., Евтюгина З.А. Шкала *ML* для западной части Евразийской Арктики // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 4. – С. 63–68. – DOI: 10.35540/2686-7907.2020.4.06. – EDN: ITBGQR

10. 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

11. 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.