

### Восточная часть Балтийского щита

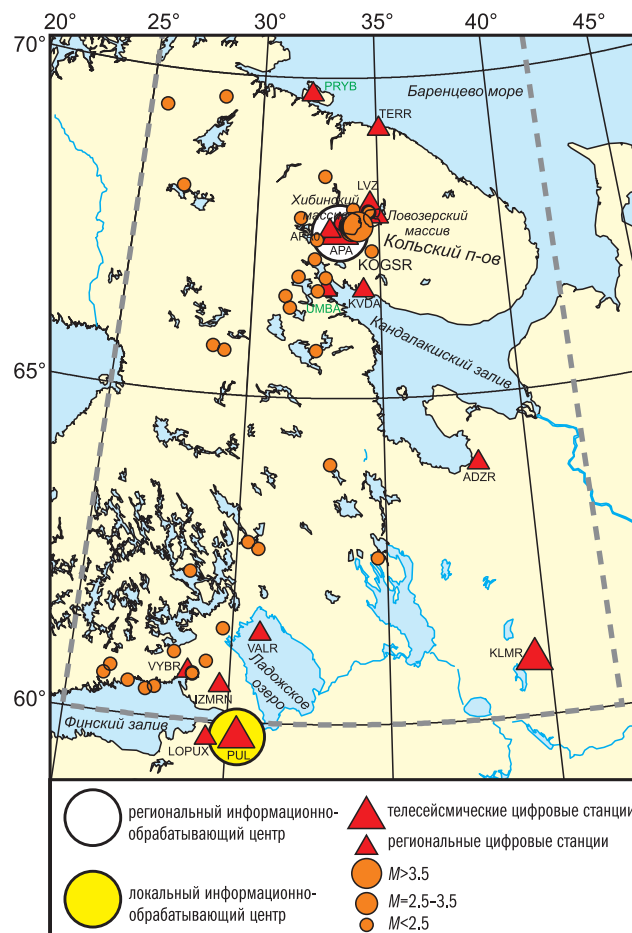
<sup>1</sup>С.В. Баранов, <sup>1</sup>С.В. Асминг, <sup>1</sup>В.Э. Асминг, <sup>2</sup>В.В. Карпинский,  
<sup>2</sup>Л.М. Мунирова, <sup>3</sup>С.Г. Пойгина

<sup>1</sup>КоФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Апатиты; <sup>2</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

Сейсмический мониторинг восточной части Балтийского щита в 2022 г. проводился, как и в 2021 г. [1], двумя сетями станций ФИЦ ЕГС РАН – Кольского филиала (центр КОGSR) на Кольском полуострове и Центрального отделения (центр ОБGSR) в Ленинградской области, на Кольском полуострове и в Республике Карелия.

В состав сейсмической сети Кольского филиала ФИЦ ЕГС РАН входили станция «Апатиты» (АРА), сейсмическая группа «Апатитский array» (АРО), станции «Териберка» (ТЕР), «Ковда» (КВДА), «Полуостров Рыбачий» (ПРЫВ) и «Умба» (УМБА) (рис. III.14, см. табл. I.10 и I.13 [2, 3]).



**Рис. III.14. Сейсмические станции и эпицентры землетрясений в восточной части Балтийского щита в 2022 г.**

*Черный шрифт – международные коды станций, зеленый шрифт – региональные коды станций*

В мониторинге сейсмичности зоны ответственности КоФ ФИЦ ЕГС РАН также принимали участие сейсмические станции зарубежных партнеров: ARCESS, SPITS (NORSAR, Норвегия), TRO, HAMF, KITKI, VADS (Университет Бергена, Норвегия), HSPB (Институт геофизики Польской академии наук), KBS (IRIS консорциум), JOF, VRF, KU6 (Финская национальная сейсмологическая сеть).

Данные с указанных станций по каналам сети Интернет в режиме, близком к реальному времени, передавались в региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) КоФ ФИЦ ЕГС РАН и обрабатывались совместно со станциями собственной сети. Кроме того, в систему автоматизированного сбора и обработки данных Кольского РИОЦ непрерывно поступали данные российской станции «Ловозеро» (LVZ, сети RU и GSN, см. табл. I.10 [2]). Расчет локальной магнитуды  $ML$  в Кольском РИОЦ проводился с использованием законов затухания для региона Баренцева моря, приведенных в [4].

Сейсмическая сеть ЦО ФИЦ ЕГС РАН (OBGSR) в восточной части Балтийского щита в 2022 г. состояла из шести станций: «Валаам» (VALR) в Карелии, «Выборг» (VYBR), «Красное озеро» (IZMRN), «Лопухинка» (LOPUX) и «Пулково» (PUL) в Ленинградской области, а также «Ловозеро» (LVZ) на Кольском полуострове (см. табл. I.10 [2], рис. III.14).

Параметры очагов сейсмических событий Ленинградской области и прилегающих территорий определялись на станции «Пулково». При сводной обработке использовались оперативные бюллетени "Seismic events in Northern Europe" Института сейсмологии Университета Хельсинки [5]. Для части событий магнитуда  $ML$  была взята из финских бюллетеней [5], где рассчитывалась по методике [6].

Всего в электронный вариант каталога землетрясений восточной части Балтийского щита [7] включены параметры 253 сейсмических событий ( $0.8 \leq M \leq 3.7$ ), в том числе: 15 землетрясений – на приграничных с Россией территориях Финляндии и Норвегии по данным центров OBGSR (девять событий) и KOGSR (шесть событий) ( $0.8 \leq M \leq 2.3$ ); 229 событий – в Мурманской области по данным KOGSR; пять – в Карелии по данным KOGSR (четыре события) и OBGSR (одно событие); три события – в Ленинградской области и одно – в Финском заливе по данным OBGSR ( $1.1 \leq M \leq 1.5$ ). Большая часть землетрясений Мурманской области (219) произошла на территории Хибинского массива ( $1.0 \leq M \leq 3.7$ ) и приурочена к районам добычи апатит-нефелиновых руд. Положение эпицентров землетрясений показано на рис. III.14.

В печатный вариант каталога землетрясений восточной части Балтийского щита [8] включены параметры 78 сейсмических событий с  $1.5 \leq M \leq 1.7$ . Параметры землетрясений с  $M \geq 1.8$  опубликованы в печатном варианте каталога региона «ВВП, Урал и Западная Сибирь» [9].

Самое сильное событие с  $M (ML_{KOGSR}) = 3.7$  и  $m_{b_{USGS}} = 4.4$  произошло в Мурманской области 5 марта в 00<sup>h</sup>13<sup>m</sup>. Эпицентр находился в Хибинском массиве в пределах промышленной площадки Восточного рудника Кировского филиала АО «Апатит», поэтому это событие отнесено к природно-техногенным землетрясениям. Оно является вторым по силе в Хибинах за период инструментальных наблюдений на Кольском полуострове, начиная с 1956 г., и было зарегистрировано несколькими десятками станций мировой сети. В результате обработки данных 38 анкет-опросников, заполненных на сайте КоФ ФИЦ ЕГС РАН (<http://www.krsc.ru/?q=ru/questionnaire>), оценен макросейсмический эффект этого события в баллах шкалы MSK-64: ГОК «Олений ручей» (2.7 км) – 6 баллов; пос. Коашва (7 км) – 5 баллов; мрн Кукисвумчорр (19 км), Кировск (23 км) – 4 балла; Апатиты (34 км) – 3 балла [2, 7–11].

Значительное число землетрясений в 2022 г. в Хибинском массиве Мурманской области обусловлено активизацией природно-техногенной сейсмичности в районе рудников «Ньорпакх» (КФ АО «Апатит») и «Олений ручей» (СЗФК), где произошли значительные природно-техногенные землетрясения: 8 февраля в 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $M = 2.4$ ; 5 марта в 00<sup>h</sup>13<sup>m</sup> с  $M = 3.7$ ; 17 мая в 06<sup>h</sup>06<sup>m</sup> с  $M = 2.3$ ; 3 октября в 09<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $M = 2.5$ ; 23 октября в 03<sup>h</sup>14<sup>m</sup> с  $M = 2.4$ ; 4 декабря в 12<sup>h</sup>11<sup>m</sup> с  $M = 2.7$ . В течение всего года наблюдался рой слабых и умеренных сейсмических событий, связанных с процессами деструкции техногенно-нарушенного крыла горы Юкспорр, в т.ч. за счет консольных обрушений неконсолидированных фрагментов скального массива.

В электронный каталог сейсмических событий восточной части Балтийского щита [7] включены параметры 742 наиболее крупных зарегистрированных взрывов с  $M=1.6$ – $2.8$ , в т.ч.: 484 – по данным центра KOGSR; 258 – по данным OBGSР (помещены альтернативные решения центра KOGSR для 18 событий). Взрывы произведены в карьерах Мурманской и Ленинградской областей, Карелии, а также в пограничных районах России с Финляндией и Норвегией. Параметры 599 взрывов на российской территории региона продублированы в каталоге региона «ВЕП, Урал и Западная Сибирь» [10].

### Литература

1. Баранов С.В., Асминг С.В., Асминг В.Э., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Пойгина С.Г. Результаты детального сейсмического мониторинга. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 116–119. – EDN: QRZUOX
2. Асминг В.Э., Асминг С.В., Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Коломиец Ю.Н., Конечная Я.В., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 31–38.
3. 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.Ф., Шибаев С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Арктика // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 39–42.
4. Hicks E.C., Kvarna T., Mykkeltveit S., Schweitzer J., Ringdal F. Travel-times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea Region // Pure and Applied Geophysics. – January, 2004. – V. 161, N 1. – P. 1–19. – DOI: 10.1007/s00024-003-2437-6
5. Bulletin in Nordic Format. 2022 // Institute of Seismology. – Finland, Helsinki: Institute of Seismology, 2022–2023. – URL: <http://www.seismo.helsinki.fi/bulletin/list/norBull2022.html>
6. Uski M. Local magnitude relations for earthquakes recorded in Finland // Licentiate Thesis in Geophysics. – Helsinki, Finland: University of Helsinki, 1997. – 95 p.
7. 2022-ER\_App22\_Eastern-part-of-the-Baltic-shield.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](http://www.gsras.ru/zr/app_22.html), свободный.
8. Баранов С.В., Мунирова Л.М. (отв. сост.); Асминг В.Э., Ковалева И.С. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 193–194.
9. Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Габсатарова И.П., Мунирова Л.М., Пивоваров С.П. (отв. сост.); Асминг В.Э., Ассиновская Б.А., Белевская М.А., Ваганова Н.В., Голубева И.В., Гусева Н.С., Дягилев Р.А., Зверева А.С., Карпинский В.В., Карпинская О.В., Ковалева И.С., Константиновская Н.Л., Носкова Н.Н., Панас Н.М., Старикович Е.Н. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 154–156.
10. 2022-ER\_App04\_East-European-platform.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](http://www.gsras.ru/zr/app_22.html), свободный.
11. Баранов С.В., Федоров А.В., Моторин А.Ю., Асминг В.Э., Федоров И.С. Землетрясение 5 марта 2022 г. с  $M_L=3.7$  в Хибинском массиве // Сейсмические приборы. – 2023. – Т. 59, № 1. – С. 21–32. – DOI: 10.21455/si2023.1-2. – EDN: JOGRLT