

### 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>3</sup>А.А. Лебедев, <sup>2</sup>Л.М. Мунирова, <sup>4</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>ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск; <sup>4</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

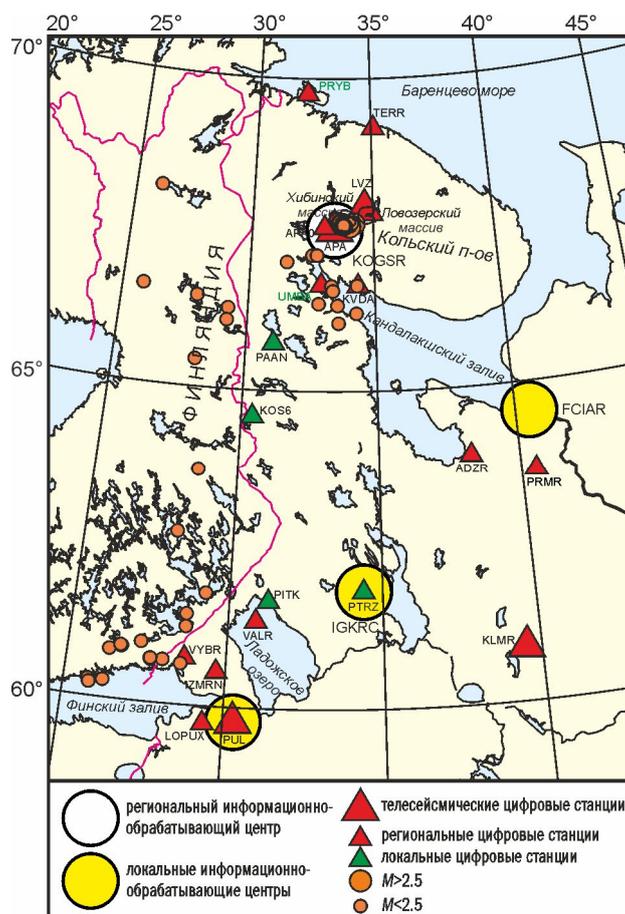
Сейсмический мониторинг восточной части Балтийского щита в 2021 г. проводился, как и в 2020 г. [1], двумя сетями станций ФИЦ ЕГС РАН – Кольского филиала (сеть KOGSR) на Кольском полуострове и Центрального отделения (сеть OBGSR) в Ленинградской области, на Кольском полуострове и в Республике Карелия [1, 2]. Кроме того, с 2017 г. в сейсмическом мониторинге региона участвует Институт геологии Карельского научного центра (ИГ КарНЦ) РАН (г. Петрозаводск) с сетью из четырех станций на территории Республики Карелия (код сети IGKRC, табл. III.2).

**Таблица III.2. Сведения о сейсмических станциях  
Института геологии Карельского научного центра РАН (сеть IGKRC)**

| № | Сейсмическая станция |               | Дата открытия | Координаты и высота над уровнем моря |        |        | Подпочва | Тип оборудования   |                 |
|---|----------------------|---------------|---------------|--------------------------------------|--------|--------|----------|--|-----------------|
|   | название             | код           |               | φ, °N                                | λ, °E  | h, м   |          |  |                 |
|   |                      | международный |               |                                      |        |        |          |  | региональный    |
| 1 | Петрозаводск         | PTRZ          | PTRZ          | 20.01.2013                           | 61.842 | 34.380 | 81       | Базальты   | CMG-3ESP+GSR-24 |
| 2 | Питкяранта           | PITK          | PITK          | 03.06.2014                           | 61.671 | 31.266 | 104      | Амфиболизированные базальты, туфогенно-карбонатные горизонты | CMG-6TD         |
| 3 | Костомукша           | KOS6          | KOS6          | 19.06.2014                           | 64.592 | 30.417 | 228      | Кислые эффузивы, магнетитовые сланцы                         | CMG-6TD         |
| 4 | Паанаярви            | PAAN          | PAAN          | 02.06.2016                           | 65.761 | 31.070 | 166      | Биотитовые гнейсы, гранито-гнейсы                            | CMG-6TD         |

В 2021 г. в состав сейсмической сети Кольского филиала ФИЦ ЕГС РАН входили станция «Апатиты» (APA), сейсмическая группа «Апатитский агау» (AP0), станции «Териберка» (TER), «Ковда» (KVDA) и станция на полуострове Рыбачий (PRYB). 7 октября в Мурманской области на берегу Кандалакшского залива была открыта новая станция «Умба» (UMBA) (рис. III.13, см. табл. I.9 и I.12 [2, 3]).

В мониторинге сейсмичности зоны ответственности КоФ ФИЦ ЕГС РАН также принимали участие сейсмические станции зарубежных партнеров: ARCESS, SPITS (NORSAR), VADS, TRO, FAUS, HAMF, KTK1 (Университет Бергена), HSPB (Институт геофизики Польской академии наук), KBS (IRIS консорциум). 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 российских станций «Ловозеро» (LVZ, сети OBGSR и GSN, см. табл. I.9 [2]) и «Паанаярви» (PAAN, сеть IGKRC на севере Республики Карелия, табл. III.2). Расчет локальной магнитуды  $M_L$  в Кольском РИОЦ проводился с использованием законов затухания для региона Баренцева моря, приведенных в [4].



**Рис. III.13. Сейсмические станции и эпицентры землетрясений в восточной части Балтийского щита в 2021 г.**

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

Сейсмическая сеть ЦО ФИЦ ЕГС РАН (OBGSR) в восточной части Балтийского щита в 2021 г. состояла из шести станций: «Валаам» (VALR) в Карелии, «Выборг» (VYB), «Красное озеро» (IZM), «Лопухинка» (LOPUX) и «Пулково» (PUL) в Ленинградской области, а также «Ловозеро» (LVZ) на Кольском полуострове (см. табл. I.9 [2], рис. III.13).

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], при необходимости привлекались данные станций Карельской сейсмической сети IGKRC. Для части событий магнитуда  $M_L$  была взята из финских бюллетеней [5], где рассчитывалась по методике [6].

В лаборатории геофизики Института геологии КарНЦ РАН (код центра IGKRC) сводная обработка сейсмологических цифровых данных в 2021 г. производилась с использованием непрерывных потоков информации с четырех станций ИГ КарНЦ РАН (табл. III.2), двух станций сети OBGSR (VALR, VYB), а также станций AP0 и KVDA сети KOGSR (см. табл. I.9 [2], рис. III.13). Локация и определение энергетических характеристик сейсмических событий осуществлялись в программе EL\_WIN (автор – В.Э. Асминг) [7].

Всего в электронный вариант каталога землетрясений восточной части Балтийского щита [8] включены параметры 244 сейсмических событий, в том числе: 28 землетрясений – на приграничной территории Финляндии с Россией по данным сетей OBGSR (22 события) и KOGSR (шесть событий) ( $0.8 \leq M \leq 2.2$ ); 210 событий –

в Мурманской области и четыре – в Северной Карелии по данным КОGSR; по одному событию – в Ленинградской области и в Финском заливе по данным ОБGSR ( $M=0.9$ ). Положение эпицентров показано на рис. III.13.

В печатный вариант каталога землетрясений восточной части Балтийского щита [9] включены параметры 60 сейсмических событий с  $1.5 \leq M \leq 1.7$ . Параметры землетрясений с  $M \geq 1.8$  опубликованы в печатном варианте каталога региона «ВЕП, Урал и Западная Сибирь» [10].

Значительный прирост числа землетрясений в 2021 г. в Хибинском массиве Мурманской области по сравнению с предыдущими годами [1] обусловлен активизацией природно-техногенной сейсмичности в районе Кировского и Расвумчоррского рудников КФ АО «Апатит». В данном районе с декабря 2021 г. наблюдается рой слабых сейсмических событий, связанных с процессами деструкции техногенно-нарушенного крыла горы Юкспорр, в т.ч. за счет консольных обрушений неконсолидированных фрагментов скального массива. На этом участке зарегистрировано за год 77 событий с  $1.5 \leq M \leq 2.8$ .

В районе Кандалакшской сейсмогенной зоны сетью КОGSR зарегистрировано 11 землетрясений с магнитудами  $1.2 \leq M \leq 2.0$ .

Из числа природно-техногенных землетрясений, произошедших на территории Мурманской области, следующие события можно отнести к потенциально опасным для населения и инфраструктуры: 23 апреля в 04<sup>h</sup>22<sup>m</sup> с  $M (ML)=2.4$  в районе рудника «Олений Ручей» «Северо-Западной фосфорной компании»; 24 апреля в 23<sup>h</sup>13<sup>m</sup> с  $M (ML)=2.8$  на Восточном руднике АО «Апатит»; 24 мая в 22<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $M (ML)=2.8$  на Расвумчоррском руднике АО «Апатит»; 9 сентября в 23<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $M (ML)=2.6$  на Кировском руднике АО «Апатит». Разрушений инфраструктуры не отмечено.

В электронный каталог сейсмических событий восточной части Балтийского щита [8] включены параметры 2537 наиболее крупных зарегистрированных взрывов, военных взрывов морских взрывов и «возможно взрыв» с  $M=1.6-3.1$ , в т.ч.: 2130 – по данным сети КОGSR (для 21 из них помещены альтернативные решения сети IGKRC, для шести – ОБGSR); 363 – по данным ОБGSR (помещены альтернативные решения сети КОGSR – для 83 событий, IGKRC – для 26 событий, IDG – для одного события); 44 – IGKRC (помещены альтернативные решения сети КОGSR – для девяти, ОБGSR – для трех событий). Взрывы произведены в карьерах Мурманской и Ленинградской областей, Карелии, а также в пограничных районах России с Финляндией. Параметры 2263 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 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 113–116. – EDN: RPRCHL

2. Асминг В.Э., Асминг С.В., Баранов С.В., Верхоланцев 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 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 25–33.

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., Федоров И.С., Шibaев С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Арктика // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 34–37.

4. Hicks E.C., Kværna 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. 2021* // Institute of Seismology - Seismic Bulletins. – Finland, Helsinki: Institute of Seismology, 2021–2022. – URL: <http://www.seismo.helsinki.fi/bulletin/list/norBull2021.html>
6. Uski M. Local magnitude relations for earthquakes recorded in Finland // Phil. Lic. Thesis in Geophysics, Dept. of Geophysics. – University of Helsinki, 1997.
7. Асминг В.Э. EL\_WIN / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011619620. Дата регистрации: 20.12.2011.
8. *2021-ER\_App21\_Eastern-part-of-the-Baltic-shield.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](http://www.gsras.ru/zr/app_21.html), свободный.
9. Баранов С.В., Мунирова Л.М. (отв. сост.); Асминг В.Э., Карпинская О.В., Ковалева И.С. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 188–189.
10. *2021-ER\_App03\_East-European-platform.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](http://www.gsras.ru/zr/app_21.html), свободный.