

Восточная часть Балтийского щита

¹С.В. Баранов, ¹С.В. Асминг, ¹В.Э. Асминг, ²В.В. Карпинский,
³А.А. Лебедев, ²Л.М. Мунирова, ⁴С.Г. Пойгина

¹КоФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Апатиты; ²ФИЦ ЕГС РАН, г. Санкт-Петербург;

³ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск; ⁴ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

Сейсмический мониторинг восточной части Балтийского щита в 2020 г. проводился, как и в 2019 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 [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 2020 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) (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, КТК1 (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].

Сейсмическая сеть OBGSR в восточной части Балтийского щита в 2020 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).

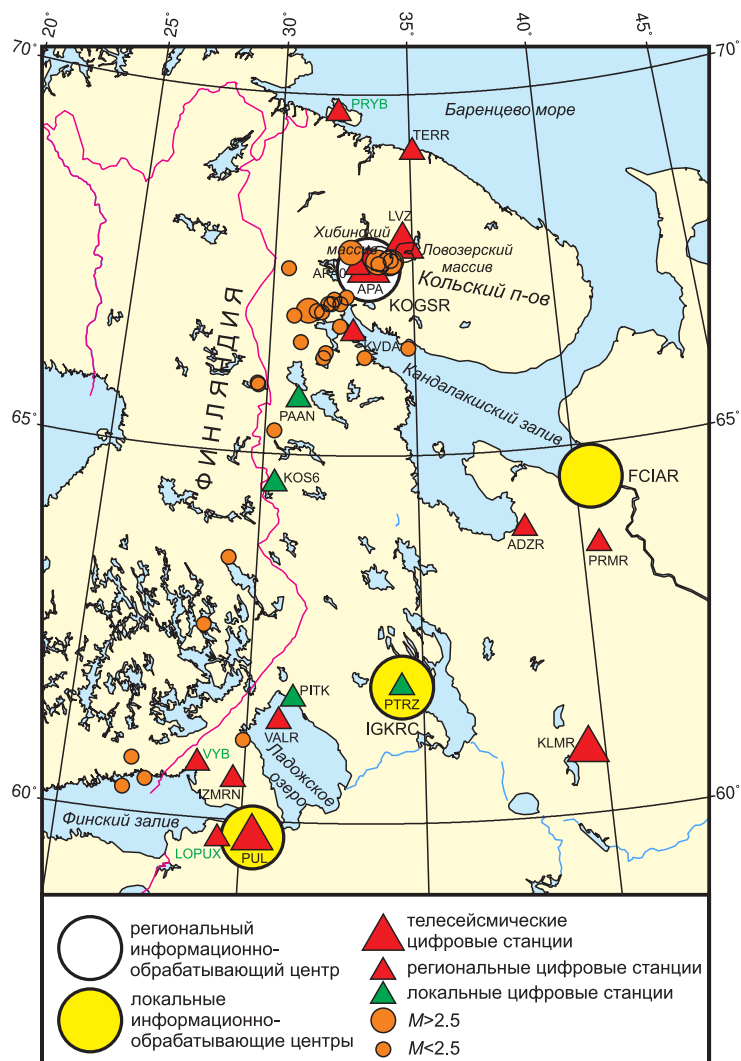


Рис. III.13. Сейсмические станции и эпицентры землетрясений в восточной части Балтийского щита в 2020 г.

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

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 Карельской сейсмической сети IGKRC. Для части событий магнитуда ML 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 2020 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 и печатный варианты каталога землетрясений восточной части Балтийского щита [8, 9] включены параметры 32 сейсмических событий, в том числе: семь событий – на приграничной территории Финляндии с Россией по данным сетей OBGSR и KOGSR ($0.8 \leq M \leq 1.8$); 19 событий – в Мурманской области, два – в Северной

Карелии, одно – в Баренцевом море по данным сети KOGSR ($0.8 \leq M \leq 3.0$); два события – в Карелии по данным сети IGKRC ($M=1.6, 1.8$); одно событие – в Ленинградской области по данным сетей OBGSR и IGKRC ($M=1.5$). Положение эпицентров показано на рис. III.13.

В электронный каталог сейсмических событий восточной части Балтийского щита [8] включены параметры 2504 наиболее крупных зарегистрированных взрывов, военных взрывов и «возможно взрыв» с $M=1.6-3.1$, в т.ч.: 2108 – по данным сети KOGSR (для трех из них помещены альтернативные решения сети OBGSR); 233 – по данным OBGSR (помещены альтернативные решения сети KOGSR – для 47 событий, сети IGKRC – для десяти событий); 134 – IGKRC (помещены альтернативные решения сети KOGSR – для 71, сети OBGSR – для 31 события). Взрывы произведены в карьерах Мурманской и Ленинградской областей, Карелии, а также в пограничных районах России с Финляндией. Параметры 2255 взрывов продублированы в каталоге региона «ВЕС, Урал и Западная Сибирь» [10].

В 2020 г. 25 сейсмических событий, зарегистрированных сетью KOGSR, были классифицированы как природные и природно-техногенные землетрясения с магнитудами ML от 0.8 до 3.0 (рис. III.13). Из числа природно-техногенных землетрясений, зарегистрированных на территории Мурманской области, следующие события можно отнести к потенциально опасным для населения и инфраструктуры: 6 мая в 08^h01^m с $M (ML)=2.4$ на Кировском руднике (по информации из АО «Апатит», имели место разрушения в консольной части рудника, выше уровня ведения добычных работ); 27 мая в 11^h52^m с $M (ML)=3$ на Восточном руднике АО «Апатит»; 5 июля в 22^h11^m с $M (ML)=2.8$ на Кировском руднике АО «Апатит»; 9 ноября в 09^h19^m с $M (ML)=2.8$ в 09^h22^m с $M (ML)=2.2$ на территории месторождения «Олений ручей» АО «Северо-западная фосфорная компания».

В Мурманской области отмечено два значимых для региона природных сейсмических события. 1 апреля в 04^h44^m в Кандалакшском районе произошло землетрясение с $M (ML)=3.0$ на глубине около 8 км, расстояние до ближайших объектов повышенной опасности – 48 км до нефтяного терминала «Витино» на Белом море, 72 км до Кольской АЭС. 13 ноября в 00^h58^m в районе Вите-губы озера Имандра (в 16 км от промплощадки металлургического комбината «Североникель» в Мончегорске) зарегистрировано землетрясение с $M (ML)=2.8$ на глубине около 20 км. Следует отметить, что 26.06.1996 г. в этом же районе произошло землетрясение с магнитудой 2.8, сходными волновыми формами и наиболее вероятной глубиной гипоцентра 18 км.

Литература

1. Баранов С.В., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Петров С.И., Пойгина С.Г. Результаты детального сейсмического мониторинга. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 111–113.
2. Габсатарова И.П., Асминг С.В., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мехрюшев Д.Ю., 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 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – 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., Шибачев С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Арктика // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – 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. – Vol. 161, N 1. – P. 1–19.

5. *Bulletin in Nordic Format. 2020* // Institute of Seismology - Seismic Bulletins. – Finland, Helsinki: Institute of Seismology, 2020–2021. – URL: <http://www.seismo.helsinki.fi/bulletin/list/norBull2020.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. Государственная регистрация программы для ЭВМ. Номер регистрации (свидетельства): 2011619620. Дата регистрации: 20.12.2011.

8. *2020-ER_App21_Eastern-part-of-the-Baltic-shield.xls* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // *Землетрясения России [сайт]*. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.

9. Баранов С.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М. (отв сост.); Асминг В.Э., Асминг С.В., Коломиец О.А. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Восточная часть Балтийского щита // *Землетрясения России в 2020 году*. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 169–170.

10. *2020-ER_App03_East-European-platform.xls* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // *Землетрясения России [сайт]*. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.