

УДК 550.34.06 (470.22)

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ КАРЕЛЬСКОГО КРАТОНА (ФЕННОСКАНДИНАВСКИЙ ЩИТ)

И. А. Зуева, Л. И. Бакунович

Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр» РАН, Петрозаводск, Россия

Изучена сейсмическая обстановка в северных районах Карельского кратона (Фенноскандинавский щит). Представлено краткое описание геологического строения территории. Показаны события природного и техногенного характера, которые зарегистрированы станциями Карельской сейсмической сети и соседних регионов на данной территории за период наблюдений 2000–2018 гг. Проведен сравнительный анализ различных параметров событий.

Ключевые слова: Карельский кратон; сейсмические станции; сейсмограмма; взрыв; землетрясение; магнитуда; гипоцентр.

I. A. Zueva, L. I. Bakunovich. SEISMIC SITUATION IN THE NORTHERN PARTS OF THE KARELIAN CRATON (FENNOSCANDIAN SHIELD)

The seismic situation in the northern parts of the Karelian craton (Fennoscandian Shield) was studied. The geological structure of the territory is briefly described. The events of natural and man-made genesis recorded by seismic stations of the Karelian network and in neighboring regions in the territory in the period of observations 2000–2018 are reported. A comparative analysis of various parameters of these events is offered.

Keywords: Karelian craton; seismic stations; seismogram; explosion; earthquake; magnitude; hypocenter.

Введение

На территории Карелии действует сеть сейсмических станций на базе широкополосной аппаратуры Guralp CMG-6TD и CMG-3ESP (АЦП – GSR 24). Станции PTRZ, PITK, PAAN, KOS6 установлены в специально оборудованных сейсмических павильонах на бетонные постаменты.

По данным Карельской сейсмической сети и сейсмических станций соседних регионов, за период наблюдений 2000–2018 гг. на территории Карелии магнитуда зарегистрированных событий не превысила значение 3,5. Наиболее сильное событие в пределах северного района

Карельского кратона в указанный период имело магнитуду 3,2 [Шаров и др., 2007]. Сейсмические события магнитудой 2–3 регистрируются в основном в Лоухском и Костомукшском районах. В Лоухском районе происходят землетрясения, а в карьерах Костомукшского ГОКа производятся взрывы массой взрывчатого вещества (ВВ) от 100 до 1000 тонн.

Цель данной работы заключается в анализе параметров сейсмических событий природного и техногенного происхождения в северных районах Карельского кратона.

Результаты исследований могут быть использованы при обработке сейсмических событий различной природы, для составления

Эпицентры землетрясений в Лоухском районе за период сейсмических наблюдений 2000–2018 года (магнитуда от 1 и более)

Epicenters of earthquakes in the Loukhsky region during the period of seismic observations of 2000–2018 (magnitude from 1 and more)

Дата события Event date	Время в очаге (ч:мин:с) Time in the source (hh:mm:ss)	Координаты эпицентра Coordinates of epicenter		Магнитуда Magnitude	Глубина (км) Depth (km)	Расположение Location
		Широта (град.) Latitude, (deg.)	Долгота (град.) Longitude (deg.)			
06.12.2002	2:16:51,2	66,26	31,34	3,2	7	Карельский кратон Karelian craton
19.01.2004	06:58:45,2	66,46	31,21	2,8	20	Граница Карельского кратона и Беломорского подвижного пояса Boundary between the Karelian craton and the Belomorian mobile belt
16.11.2009	04:27:26,2	66,019	30,051	1,6	14	Карельский кратон Karelian craton
05.09.2010	05:17:32	66,15	30,84	1,4	12	Карельский кратон Karelian craton
16.06.2011	15:44:07	66,58	31,57	1,58	10	Беломорский подвижный пояс (на границе с Мурманской областью) Belomorian mobile belt (at the boundary with the Murmansk region)
27.08.2012	07:29:45	66,16	30,80	1	10	Карельский кратон Karelian craton
25.02.2014	18:53:07	66,43	32,45	1,74	10	Беломорский подвижный пояс Belomorian mobile belt
20.08.2014	02:27:38	66,28	31,81	1,3	10	Карельский кратон Karelian craton
2.10.2014	12:19:24	66,40	32,51	1,43	10	Беломорский подвижный пояс Belomorian mobile belt
13.12.2014	21:10:40	66,33	31,09	1,16	13	Карельский кратон Karelian craton
29.06.2015	13:05:06,56	66,017	31,781	2,3	10	Карельский кратон Karelian craton
11.09.2015	19:23:50,15	66,388	31,256	2,5	10	Граница Карельского кратона и Беломорского подвижного пояса Boundary between the Karelian craton and the Belomorian mobile belt
03.08.2016	15:49:55,8	66,352	30,570	1,6	13	Карельский кратон Karelian craton

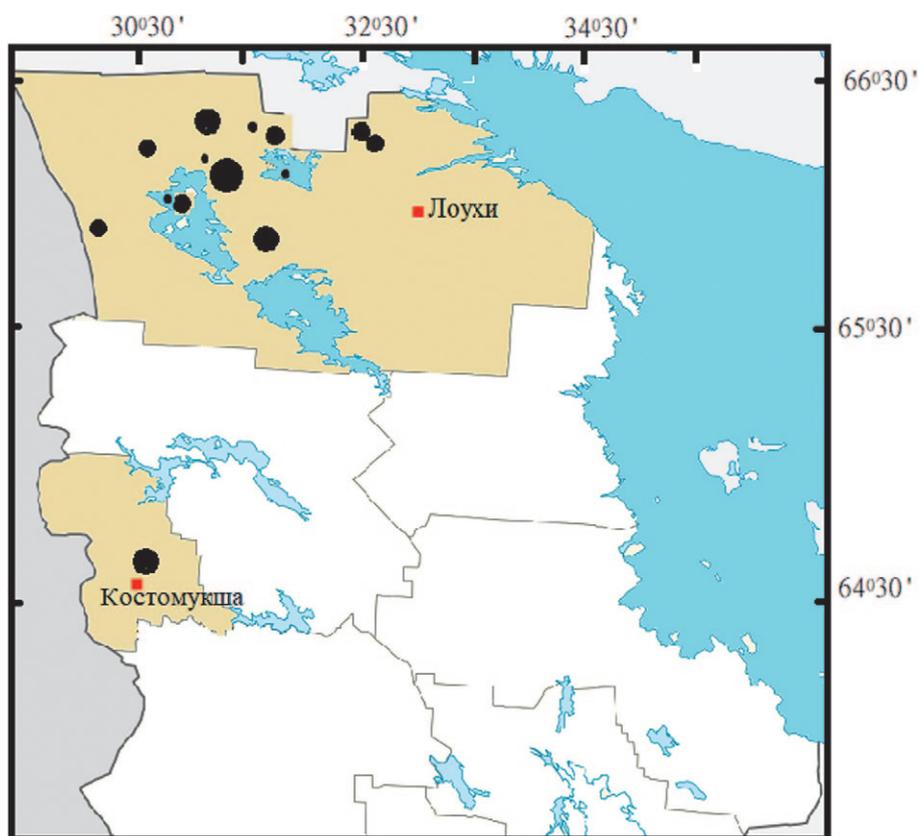
каталогов, оперативной идентификации сигналов при чрезвычайных ситуациях техногенного и естественного характера.

Геологическое строение исследуемой территории

Территория Республики Карелия расположена в восточной части Фенноскандинавского щита. В данном регионе четко выделяются три структурных области: центральную часть рассматриваемой территории занимает относительно устойчивый в течение всей докембрийской истории крупный участок земной коры – Карельский кратон, с северо-востока к нему примыкает линейный Беломорский складчатый

пояс, а с юго-запада – обширная Свеккофеннская складчатая область [Шаров, 2004].

Исследуемые северные районы расположены на территории Карельского кратона Фенноскандинавского щита, который представляет собой вытянутую на СЗ 325° геоструктуру. Ее длина более 620 км. Ширина кратона составляет 220–360 км и увеличивается постепенно в юго-восточном направлении [Шаров, 2004]. Карельский неогархейский кратон в структуре Фенноскандинавского щита составляет ядро и сложен главным образом архейскими гранитоидными, зеленокаменными и парагнейсовыми комплексами, менее распространены высокометаморфизованные (гранититовые) комплексы [Слабунов, 2008].



Условные обозначения
Магнитуда



Рис. 1. Расположение эпицентров сейсмических событий в северных районах Карельского кратона, зарегистрированных в 2000–2018 гг.

Fig. 1. Location of seismic events epicenters in the northern regions of the Karelian craton, registered in 2000–2018

Костомукшский рудный район сложен архейскими и протерозойскими комплексами пород, перекрытых маломощным чехлом четвертичных отложений. Здесь открыты крупные залежи магнетитовых кварцитов. Эта территория занимает восточную часть Карельского кратона, охватывая западную и центральную части Республики Карелия и восточную часть Финляндии. В состав Костомукшского рудного района включены три месторождения – Костомукшское, Корпангское и Межозерское железорудное месторождение [Горьковец, Шаров, 2015].

Сейсмические события в северной части Карельского кратона

В таблице представлены эпицентры землетрясений с локальными магнитудами более 1, произошедших на территории Лоухского района за период 2000–2018 гг., установлен-

ные по данным Карельской сейсмической сети, Единой геофизической службы РАН, а также сети Университета Хельсинки. Эпицентры землетрясения 06.12.2002 магнитудой 3,2 и землетрясения 29.06.2015 магнитудой 2,3 находились на территории Карельского кратона. Землетрясения 19.01.2004 и 11.09.2015 магнитудой 2,8 и 2,5 соответственно зарегистрированы на границе Карельского кратона и Беломорского подвижного пояса [Служба..., Institute...]. По данным сейсмических станций Карелии, в Костомукшском районе в год регистрируются до 90 событий магнитудой 1,5–2,5 (рис. 1).

Сравнительный анализ параметров землетрясений и взрывов, произошедших на севере Карельского кратона

Рассмотрим два события: землетрясение 29.06.2015 и взрыв 10.01.2018. Эпицентр зем-

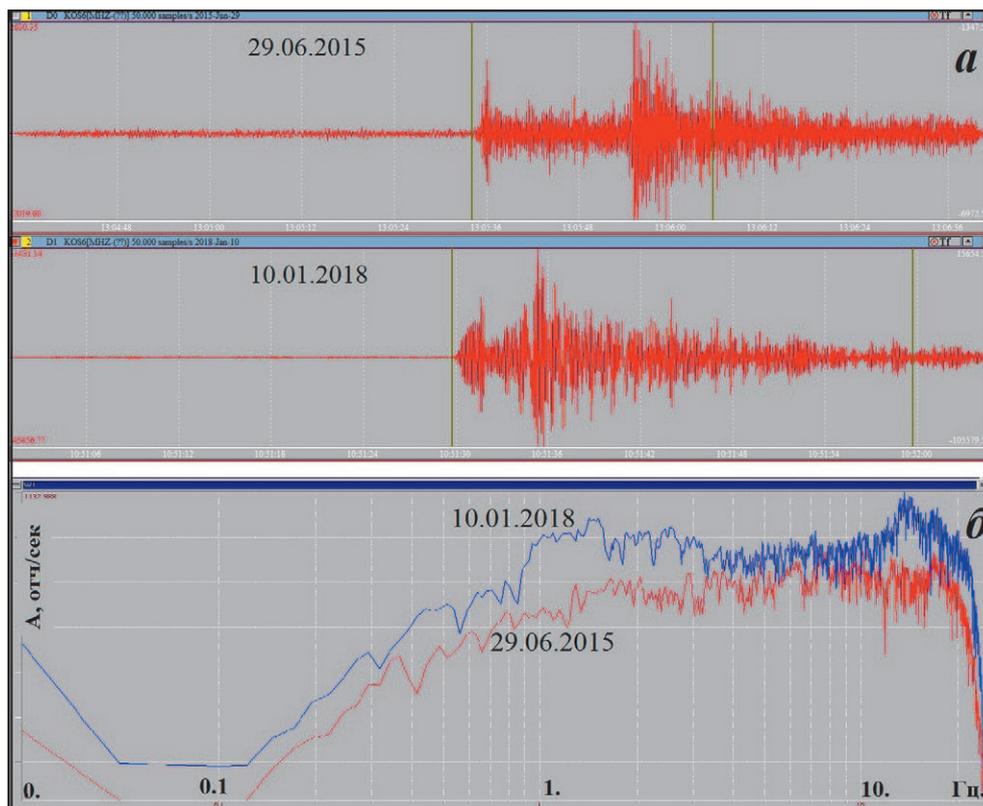


Рис. 2. Волновая картина вертикальной компоненты землетрясения 29.06.2015 и взрыва 10.01.2018 (фильтр 1–20), данные станции KOS6 (а); амплитудные спектры событий (б)

Fig. 2. The wave pattern of the vertical component of the earthquake on June 29, 2015 and the explosion on January 10, 2018 (filter 1–20), the data of the station KOS6 (a); amplitude spectra of the events (b)

летрясения располагается на территории, на которой отсутствуют промышленные карьеры. Землетрясение произошло на глубине 10 км, время в очаге 13:05:06,56. Взрыв производился на поверхности Земли в 10:51:25,92 на карьере «Западный». Оба события имеют схожую магнитуду 2–2,3, характеризуются малой общей длительностью записи и высокочастотным составом (рис. 2). Для построения амплитудных спектров использовались сейсмические данные станции KOS6 и программа WSG, разработанная сотрудниками ЕГС РАН. Из-за различного затухания спектр землетрясения более сглаженный, чем спектр взрыва. Эпицентр землетрясения находится на расстоянии 160 км от сейсмической станции KOS6, карьер «Западный» – в 25 км. Полоса частот взрыва соответствует 2–21 Гц. На частотах 12–21 Гц наблюдаются амплитудные максимумы. В записи землетрясения доминируют частоты 2–21 Гц.

Выводы

По данным сейсмических станций Карельской сети, ЕГС РАН и сети Университета Хель-

синки, за период 2000–2018 гг. в северных районах Карельского кратона регистрируются сейсмические события природного и техногенного характера с максимальной магнитудой 2–3,5.

В Лоухском районе происходят местные землетрясения магнитудой 1–3,2 в земной коре на глубине до нескольких километров. Причиной событий являются современные движения земной коры Фенноскандии. Они определяются тремя главными моментами: горизонтальным сжатием со стороны раздвигающегося Срединно-Атлантического рифта; вертикальным сводообразным изостатическим поднятием щита в целом; остаточным постгляциоизостатическим поднятием [Шаров, 2007].

В Костомукшском районе ведутся работы по добыче железной руды комбинатом АО «Карельский окатыш», поэтому сейсмическими станциями регулярно регистрируются взрывы с магнитудой 1,5–2,5. Глубина техногенных событий не превышает 700 метров.

Для взрывов и местных землетрясений характерен высокочастотный спектр. Полоса частот землетрясения и взрыва соответствует

2–21 Гц. На частотах 12–21 Гц в спектре взрыва наблюдаются амплитудные максимумы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00003.

Литература

Горьковец В. Я., Шаров Н. В. Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерагения). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. 322 с.

Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 296 с.

References

Gor'kovets V. Ya., Sharov N. V. Kostomukshskii rudnyi raion (geologiya, glubinnoe stroenie i minerageniya) [Ore region of Kostomuksha (geology, deep structure and mineralogy)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2015. 322 p.

Sharov N. V. Glubinnoe stroenie i seismichnost' Karel'skogo regiona i ego obramleniya [Deep structure and seismicity of the Karelian region and its surroundings]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2004. 353 p.

Sharov N. V., Malovichko A. A., Shchukin Yu. K. Zemletryaseniya i mikroiseismichnost' v zadachakh sovremennoi geodinamiki Vostochno-Evropeiskoi platformy [Earthquakes and microseismicity in the tasks of modern geodynamics of the East European platform]. B. 1: Zemletryaseniya [Earthquakes]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2007. 381 p.

Служба срочных донесений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gsras.ru/new/public/> (дата обращения: 15.05.18).

Шаров Н. В. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 353 с.

Шаров Н. В., Маловичко А. А., Щукин Ю. К. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. Кн. 1: Землетрясения. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 381 с.

Institute of Seismology (University of Helsinki) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.helsinki.fi/geo/seismo/english/bulletins/> (дата обращения: 15.06.2018).

Поступила в редакцию 27.04.2018

Slabunov A. I. Geologiya i geodinamika arkheiskikh podvzhnykh poyasov (na primere Belomorskoi provintsii Fennoskandinavskogo shchita) [Geology and geodynamics of the Archean mobile belts (on the example of the White Sea province of the Fennoscandian shield)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2008. 296 p.

Sluzhba srochnykh doneseni [Emergency service]. URL: <http://www.gsras.ru/new/public/> (accessed: 15.05.2018)

Institute of Seismology (University of Helsinki). URL: <http://www.helsinki.fi/geo/seismo/english/bulletins/> (accessed: 15.06.18).

Received April 27, 2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зуева Ирина Александровна

младший научный сотрудник
Институт геологии КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр» РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ek92wa@mail.ru
тел.: +79216203750

Бакунович Любовь Игоревна

старший лаборант-исследователь
Институт геологии КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр» РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: luba5_89@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Zueva, Irina

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ek92wa@mail.ru
tel.: +79216203750

Bakunovich, Lyubov

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: luba5_89@mail.ru