

Природная сейсмичность Карелии по инструментальным данным

Зуева И.А.

Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, ek92wa@mail.ru

Аннотация. Постоянные сейсмические наблюдения на территории Карелии начались в 1999 г. Детальное изучение территории Карелии актуально в связи с наличием в регионе крупных промышленных комплексов, газопроводов и гидротехнических сооружений. В настоящее время действующие станции Карелии расположены в четырех районах республики: в Прионежском, Питкярантском, Лоухском и Костомукшском. Карельская сейсмическая сеть оснащена современной цифровой широкополосной аппаратурой. Станции регистрируют локальные очаги, события в соседних регионах и телесеизмические землетрясения. Ежегодно сотрудники Института геологии КарНЦ составляют сводный каталог сейсмических событий, который содержит информацию о землетрясениях, зарегистрированных на территории республики. Землетрясения, которые происходят в Карелии, можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, основные черты движений новейшего тектонического этапа Фенноскандии, начиная с позднего докембрия связывают с преобладанием поднятий над опусканиями. Вторая особенность тектонического режима — проявление гляциоизостатических компенсационных движений во время активной дегляциации ледникового покрова. Воздымание щита происходит и по причине горизонтального сжатия под влиянием Срединно - Атлантического рифта. На основе полученных региональных данных составлен каталог землетрясений Карелии, которые произошли в 2000–2019 гг. Природная сейсмическая активность наблюдается в северных районах (Лоухский, Калевальский). Зарегистрированы единичные случаи на западе Карелии. Максимальная магнитуда достигает значения 3.2. Землетрясения происходят в земной коре на глубине от 1–30 км. В год насчитывается от 1–6 событий. Анализ полученных инструментальных данных указывает на достаточно высокий уровень проявления слабых землетрясений в регионе.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическая станция, землетрясение, эпицентр, глубина, время в очаге.

Natural seismicity of Karelia according to instrumental data

Zueva I.A.

Institute of Geology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, ek92wa@mail.ru

Abstract. Permanent seismic observations on the territory of Karelia began in 1999. A detailed study of the Karelian territory is relevant due to the presence of large industrial complexes, gas pipelines and hydraulic structures in the region. Currently, operating stations of Karelia are located in four districts of the republic: in the Prionezhsky, Pitkarantsky, Loukhsky and Kostomuksha. The Karelian seismic network is equipped with modern digital broadband equipment. Stations register local epicenters, events in neighbor regions and teleseismic earthquakes. Annually, employees of the Institute of Geology of the Karelian Research Centre compile a consolidated catalog of seismic events, which contains information about earthquakes registered on the territory of the republic. Earthquakes that occur in Karelia can be explained by several reasons. First, the main features of the movements of the latest tectonic stage of Fennoscandia, starting from the Late Precambrian, are associated with the predominance of uplifts over subsidences. The second feature of the tectonic regime is the manifestation of glacioisostatic compensatory movements during active deglaciation of the ice sheet. The uplift of the shield also occurs due to horizontal compression under the influence of the Mid-Atlantic Rift. A catalog of earthquakes in Karelia that occurred in 2000–2019 was compiled. Natural seismic activity is observed in the northern regions (Lukhsy, Kalevalsky). Individual events have been registered in the west of Karelia. The maximum magnitude reaches 3.2. Earthquakes occur in the Earth's crust. There are 1–6 events per year. An analysis of the obtained instrumental data indicates a rather high level of earthquake manifestation in the region.

Keywords: seismicity, seismic station, earthquake, epicenter, depth, time in source.

Введение

С 1999 г. на территории Республики Карелии ведутся постоянные сейсмические наблюдения. Сотрудниками Института геологии КарНЦ под руководством д.г.-м.н. Шарова Н.В. создана сеть сейсмических станций, которая оснащена современным цифровым широкополосным оборудованием и позволяет проводить мониторинг на всей территории республики (Шаров и др., 2007). В настоящее время действующие станции расположены в четырех районах республики: Костомукшский, Питкярантский, Лоухский и Прионежский. Пункты стационарных сейсмических наблюдений состоят из сейсмического сооружения (бункер или подвальное помещение), в котором располагается регистрирующая аппаратура и центра сбора данных (локального компьютера). Сейсмостанции Карелии обеспечивают регистрацию сейсмических событий в широком диапазоне частот от 0.033 до 50 Гц. Он позволяет выделять в записи не только телесеизмические землетрясения, но и события регионального и локального масштаба при применении полосовой фильтрации определенных частот.

Территория Карелии характеризуется проявлениями слабой современной сейсмичности. Интенсивность землетрясений не превышает 2–3 балла по шкале MSK-64. Макросейсмические данные свидетельствуют о проявлении в восточной части Фенноскандии землетрясений с интенсивностью 4–5 баллов, а по историческим данным отмечена интенсивность землетрясений 7–8 баллов (Шаров и др., 2007). Землетрясения, которые происходят в Карелии, можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, основные черты движений новейшего тектонического этапа Фенноскандии, начиная с позднего докембрия связывают с преобладанием поднятий над опусканиями. Вторая особенность тектонического режима – проявление гляциоизостатических компенсационных движений во время активной дегляциации ледникового покрова. Воздымание щита происходит и по причине горизонтального сжатия под влиянием Срединно - Атлантического рифта (Адушкин и др., 2013).

Карелия слабосейсмичный регион, однако проведение исследований в данном направлении представляет большой интерес для изучения строения литосферы, а также для понимания геодинамических процессов в земной коре. Детальное изучение территории Карелии актуально и в связи с наличием в регионе крупных промышленных комплексов, газопроводов и гидротехнических сооружений.

Методика измерений

Обработка сейсмических данных осуществляется посредством ручной локации. Для интерпретации применяется программный комплекс ELRESS, созданный сотрудником Кольского научного центра (КоФ ФИЦ ЕГС РАН) Асмингом В.Э. (Асминг, 1997).

Результаты

Ежегодно сотрудники Института геологии создают сводный сейсмический каталог, который содержит информацию о землетрясениях на территории Карелии (Асминг и др., 2019). Для проверки и уточнения полученных результатов используются каталоги соседних сейсмических служб (NORSAR...; The Institute of Seismology...). На основе полученных региональных данных (карельской и финской сети), а также работ, проводимых по изучению сейсмичности на севере Европейской части России (Шаров, 2004; Mогозов et. Al, 2020), составлен каталог землетрясений Карелии в 2000–2019 гг. (табл. 1).

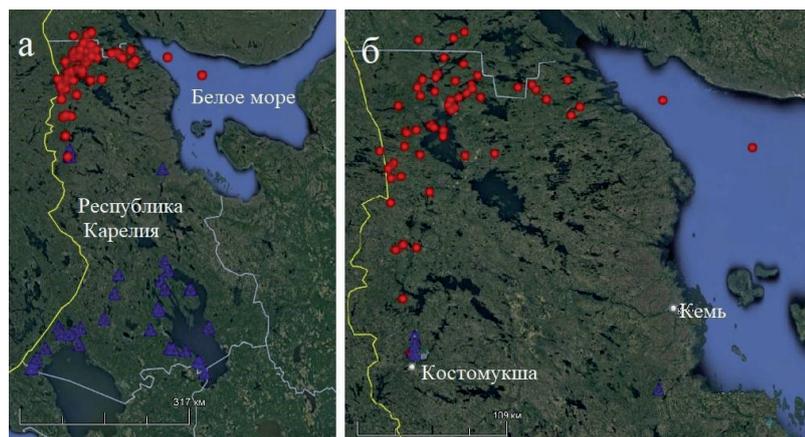
Таблица 1. Землетрясения в Карелии, которые произошли за период 2000-2019 гг.

Table 1. Earthquakes in Karelia that occurred in the period 2000-2019.

Дата (ч.м.г)	Время в очаге (ч:мин:сек)	Широта (град)	Долгота (град)	Глубина. км; F=Fixed depth	Магнитуда. Мl
08.09.2000	12:37:28	65.03	30.47	1	1.2
26.01.2001	13:48:37	65.96	36.02	10F	2.2
14.02.2001	20:57:45	66.09	31	10	1
19.02.2001	07:18:26.7	66.79	31.277	10F	1.6
19.02.2001	20:54:58	66.29	30.22	10	1.9
18.04.2001	00:24:48.9	65.81	30.177	10F	0.8

22.10.2001	09:47:34.1	66.46	33.04	10F	3.2
13.01.2002	06:03:46.2	66.28	33.24	6	2.1
14.01.2002	06:33:03.3	65.91	30.21	7.6	1.5
08.02.2002	09:12:34.6	66.11	30.4	10F	1.6
06.12.2002	02:16:52.2	66.262	31.114	7.6	3.1
13.01.2003	10:04:47.6	66.749	31.096	7.6	1.6
19.01.2004	06:58:45.1	66.459	31.244	23	2.8
15.12.2004	05:14:01.2	66.734	30.496	11.2	1.9
22.08.2005	02:42:41.1	66.388	30.825	11.2	0.8
13.01.2006	21:35:01.6	66.63	31.061	8.7	0.9
02.02.2006	12:29:10.4	66.621	29.484	12.6	1.1
04.04.2006	01:47:02.7	66.25	31.024	12.8	1.1
13.03.2007	14:31:28.2	66.282	31.175	27.1	1.9
29.03.2007	22:53:21.0	66.131	30.547	15	0.8
01.08.2007	04:31:57.1	66.58	31.28	10	1.3
23.11.2007	04:22:30.3	66.334	32.693	10.7	1.4
27.09.2008	02:20:11.9	65.987	29.963	18	2.4
31.08.2009	15:17:50.5	66.296	31.059	30.5	1.5
28.11.2009	14:32:23.6	66.26	33.00	1	1.6
03.12.2009	19:55:45.2	66.349	31.227	12.3	0.8
25.10.2010	01:42:14.0	66.414	30.524	11.8	0.7
05.09.2010	05:17:32.5	66.15	30.836	10.4	1.4
20.01.2011	14:36:59.0	65.361	30.648	5.6	0.9
11.10.2011	20:04:59.6	66.467	30.605	19.4	1.2
27.03.2012	07:13:12.4	66.114	30.365	10.1	0.9
30.04.2012	08:48:27.1	65.774	30.819	10F	0.8
27.08.2012	07:29:45.3	66.16	30.77	12	1
11.10.2012	15:00:48.9	65.823	30.342	26.3	0.5
04.12.2012	07:13:09.0	65.89	30.15	5	1.1
01.05.2013	22:52:21.3	66.483	30.826	24	1.3
26.11.2013	20:39:07.1	66.44	30.85	15	0.5
25.02.2014	18:53:06.6	66.432	32.449	10F	1.7
08.04.2014	00:45:38.5	65.965	31.373	10F	0.6
12.09.2014	22:09:43.3	66.32	31.51	26	0.6
02.10.2014	12:19:24.0	66.399	32.515	10F	1.4
23.11.2014	23:20:11.6	66.5	31.53	9	1.1
13.12.2014	21:10:40.2	66.332	31.093	13.1	1.2
04.04.2015	20:23:38.9	66.17	30.74	5	0.6
29.06.2015	13:05:09	65.977	31.854	16.8	1.9
12.07.2015	11:31:57.1	66.435	31.432	11.3	0.8
01.08.2015	04:31:04.4	66.21	30.55	13	0.7
11.09.2015	19:23:51.7	66.38	31.362	18.7	2.4
03.08.2016	15:49:55.9	66.357	30.589	13.6	1.6
07.08.2016	19:42:10.8	66.407	31.456	13.2	1.1
15.11.2016	19:20:23.6	65.648	30.195	10.3	0.6
03.01.2017	10:40:03.6	66.131	31.001	11.8	1.8
8.03.2017	01:41:34.3	65.871	30.121	20	1.4
04.08.2018	00:14:07.5	64.682	30.623	1.5F	1.4
18.11.2018	12:01:23.5	66.305	34.604	0F	1.9
29.12.2018	01:53:43.5	65.345	30.321	34.5	1.6
27.01.2019	02:35:13.4	65.337	30.433	5F	1.5
21.05.2019	16:50:39.3	65.967	30.635	15	1.6

В (табл. 1) показано, что современная сейсмичность Карелии проявляется в виде землетрясений небольшой магнитуды. Максимальная магнитуда имеет значение 3.2. Это событие, которое произошло в Лоухском районе 22 октября 2001. Координаты эпицентра: 66.46 градусов северной широты



▲ - действующий карьер, на котором производят массовый взрыв
● - землетрясения на территории Карелии, которые произошли за период 2000 - 2019 гг.

Рис. 1. Распределение землетрясений, произошедших на территории Карелии за период 2000–2019 гг. а – территория Республики Карелии; б – северные районы Карелии.

Fig. 1. Distribution of earthquakes that occurred on the territory of Karelia in the period 2000–2019; a – the Republic of Karelia territory; b – northern regions of Karelia.

ты, 33.04 градуса восточной долготы. Эпицентры большинства землетрясений располагаются в северных районах (Лоухском и Калевальском). Единичные случаи зарегистрированы на западе Карелии, в Костомукшском районе. Наиболее сейсмически активным является Лоухский район (рис. 1).

В год насчитывается от 1-6 событий. Для всех землетрясений региона характерны значения глубин очагов в пределах земной коры (от 1-30 км).

Вывод

Анализ полученных результатов указывает на достаточно высокий уровень проявления слабых землетрясений на территории Карелии. Максимальная магнитуда достигала значения 3,2. Землетрясения происходят на севере республики. Гипоцентры событий располагаются в земной коре на глубине от 1–30 км.

Исследование проведено в рамках государственного задания Института геологии КарНЦ РАН (темы НИР АААА-А18-118020290086-1).

Литература

1. Адушкин В.В., Маловичко А.А. Взрывы и землетрясения на территории Европейской части России. М. Изд-во: ГЕОС. 2013. 384 с.
2. Асминг В.Э. Программный комплекс для автоматизированной обработки сейсмических записей «EL» // Приборы и методика геофизического эксперимента. Мурманск. Изд-во: ООО «МИП-999». 1997. С. 125–132.
3. Асминг В.Э., Мещерякова В.А., Мунирова Л.М., Петров С.И., Алёничева А.О., Бакунович Л.И., Баранов С.В., Герасимова А.А., Зуева И.А., Карпинская О.В., Коломиец О.А., Лебедев А.А., Панас Н.М. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2017 году. Ежегодник. Обнинск. Изд-во: ФИЦ Единая геофизическая служба Российской академии наук. 2019. С. 184.
4. Шаров Н.В. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления. Петрозаводск. Изд-во: Кар.НЦ РАН. 2004. 353 с.
5. Шаров Н.В., Маловичко А.А., Щукин Ю.К. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы // Землетрясения. Кн. 1. Петрозаводск. Изд-во: Кар.НЦ РАН. 2007. 381 с.
6. Morozov A.N., Assinovskaya V.A., Panas N.M., Vaganova N.V., Konechnaya Y.V., Zueva I.A., Sharov N.V., Asming V.E., Evtugina Z.A., Noskova N.N. Recent in Northern European Russia // Journal of Seismology. 2020. V. 24.№ 1. P. 37–53. DOI:10.1007/s10950-019-09883-6.
7. ORSAR Reviewed Regional Seismic Bulletin [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.norsar.no/extranet/bulletins> (дата обращения: 10.03.2022).
8. The Institute of Seismology of the University of Helsinki Seismic Bulletins [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.helsinki.fi/en/institute-seismology/research/seismic-bulletins> (дата обращения: 11.03.2022).