

БЕЛАРУСЬ

А.Г. Аронов, Р.Р. Сероглазов, Т.И. Аронова, О.Н. Ацута, В.А. Аронов

Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, *centr@cgm.org.by*

Сейсмологические наблюдения на территории Беларуси в 2009 г. проводились на станциях «Минск» (МК), «Нарочь» (NAR), «Солигорск» (SOL), «Полоцк» (PLTS), «Могилёв» (MGL) (рис. 1), расположение которых осталось прежним [1]. Параметры сейсмических станций по состоянию на 2009 г. приведены в табл. 1 и 2 Приложения к наст. сб. на CD [2].

В течение 2009 г. сейсмичность на территории Беларуси проявилась, как и ранее [1], в южной ее части, включая Солигорский горно-промышленный район. Методика определения основных параметров регистрируемых толчков, по сравнению с таковой в [1], не изменилась. Локализация местных сейсмических событий производилась по данным одной станции – «Солигорск». Эпицентральные расстояния определялись по разнице времен ($t_S - t_P$) вступлений S - и P - волн с использованием регионального годографа [3]. Расчеты по определению азимутов на эпицентры проводились на основе полярности первых вступлений [4]. Для определения энергетического класса K_p сейсмических событий использовалась номограмма Т.Г. Раутиан [5], а их магнитуды получены пересчетом из энергетических классов K_p по формуле Т.Г. Раутиан [6]:

$$K_p = 4 + 1.8 M.$$

Общее число зарегистрированных событий составило $N=31$ [7]. Из них наименьшее имеет $K_p=4.8$, наибольшее – 8.4. Самое слабое землетрясение зафиксировано 10 апреля в 04^h54^m, наибольшее ($K_p=8.4$) значение энергетического класса отмечено 28 октября в 03^h05^m. Карта эпицентров всех событий показана на рис. 1.

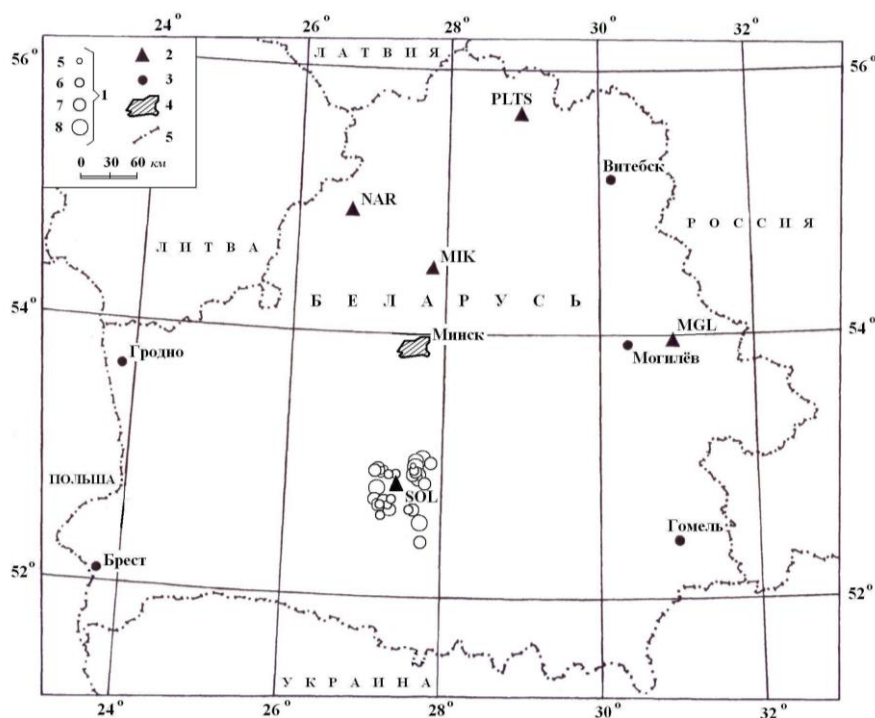


Рис. 1. Сеть сейсмических станций Беларуси и карта эпицентров сейсмических событий за 2009 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 – город; 4 – г. Минск; 5 – государственная граница.

Распределение числа сейсмических событий по энергетическим классам и суммарной выделившейся сейсмической энергии по месяцам представлено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE за январь–декабрь 2009 г.

Месяц	K_p				N_Σ	$\Sigma E,$ 10^9 Дж	Месяц	K_p				N_Σ	$\Sigma E,$ 10^9 Дж
	5	6	7	8				5	6	7	8		
I		1	2	1	4	0.0639	VIII			1	1	2	0.0601
II		2	1		3	0.0348	IX			1	1	2	0.1784
III			1		1	0.0100	X		1	1	2	4	0.3558
IV	1		1		2	0.0101	XI			3		3	0.0354
V		1	2		3	0.0095	XII		2	2		4	0.0221
VI		1	1		2	0.0063	Всего					31	0.7964
VII			1		1	0.0100							

Рассматривая на рис. 2 ход сейсмического процесса в течение года, можно отметить, что максимумы высвобождения сейсмической энергии приходятся на сентябрь–октябрь (диапазон энергетических классов $K_p=6-8$), а максимумы числа событий N – на январь, октябрь и декабрь. Минимальные значения выделившейся энергии приходятся на май–июнь, а для числа событий – март и июль.

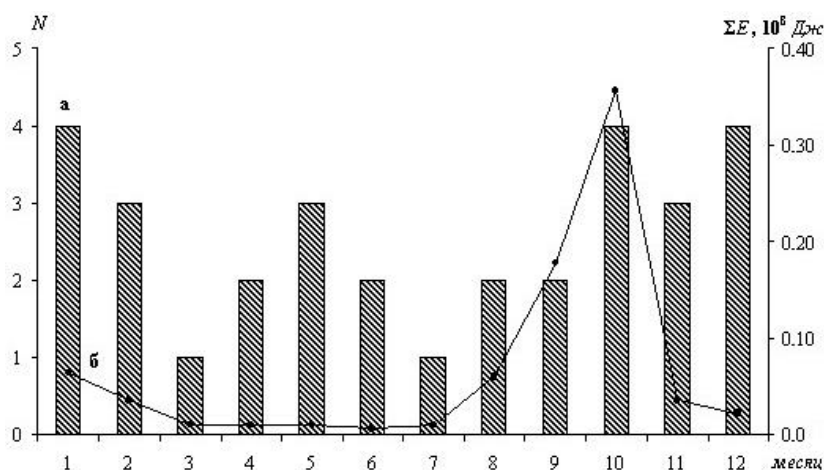


Рис. 2. Распределение числа сейсмических событий (а) и выделившейся энергии (б) за 2009 г.

Сопоставление данных 2009 г. с долговременными средними оценками N и ΣE за период 1983–2008 гг. (табл. 2) показало, что уровень выделившейся в 2009 г. сейсмической энергии, равный $0.796 \cdot 10^9 \text{ Дж}$, выше такового ($0.428 \cdot 10^9 \text{ Дж}$) в 2008 г. в 1.9 раза, но в 3.4 раза ниже среднего его значения ($\bar{\Sigma E} = 2.717 \cdot 10^9 \text{ Дж}$) за 26 лет. Число событий в 2009 г. ($N_\Sigma = 31$) меньше в 1.13 раза, чем в 2008 г. ($N_\Sigma = 35$ [1]), а относительно его среднего долговременного значения ($\bar{N}_\Sigma = 46$) – меньше в 1.48 раза. В целом по региону наблюдается спад сейсмической активности, наметившийся с 2000 г., с небольшим увеличением в 2005, 2007 и 2009 гг. (рис. 3).

Таблица 2. Годовые значения числа событий разных энергетических классов K_p и их суммарной сейсмической энергии на территории Беларуси за 1983–2008 гг. и 2009 г.

Год	K_p						N_Σ	$\Sigma E,$ 10^9 Дж
	4	5	6	7	8	9		
1983			8	4	10	1	23	2.238
1984		2	10	21	12		45	2.487
1985			1	9	12	1	23	4.975
1986			3	13	29		45	5.281
1987			5	10	5		20	0.969

Год	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^9 Дж
	4	5	6	7	8	9		
1988		7	8	9	2		26	0.518
1989		2	1	2	7		12	1.580
1990		2	17	25	45		89	7.680
1991			6	11	13		30	2.990
1992		1		2	10		13	1.754
1993			2	10	20		32	4.806
1994		1	4	15	16		36	2.709
1995		1	6	12	25		44	4.217
1996		1	4	23	45		73	8.080
1997		17	22	31	11		81	2.254
1998		14	22	25	18		79	2.434
1999			15	25	39		79	7.227
2000			5	11	9		25	1.701
2001		6	22	20	2		50	0.651
2002	2	13	37	32	6		90	1.112
2003		8	16	26	8		58	1.087
2004		22	16	14	4		56	0.847
2005	3	9	14	5	1	1	33	1.390
2006		13	24	14	3		54	0.422
2007		3	12	12	7		34	0.815
2008		15	11	7	2		35	0.428
Сумма	5	137	291	388	361	3	1185	70.652
Среднее за 26 лет	0.19	5.27	11.19	14.92	13.88	0.12	45.6	2.717
2009		1	8	17	5		31	0.796

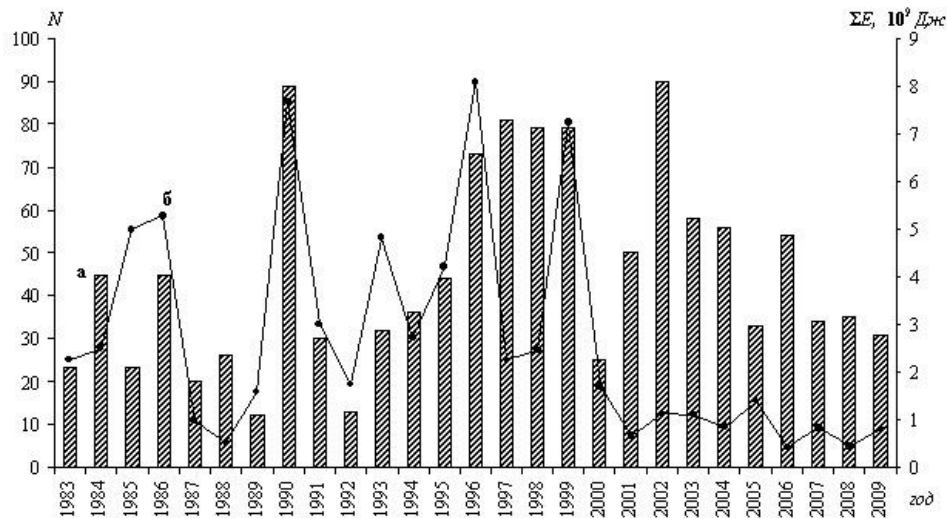


Рис. 3. Распределение числа сейсмических событий (а) и суммарной выделившейся энергии (б) по годам – с 1983 г. по 2009 г.

В реальном времени 31 событие за 2009 г. развернуто по временной оси на рис. 4, на котором видны два периода затишья со второй декады апреля по вторую декаду мая и с третьей декады июня по вторую декаду июля. Два периода активности наблюдались с января до середины февраля с наибольшим ($K_p=7.6$) землетрясением (1) за 6 января в $15^{\text{h}}05^{\text{m}}$ и с августа по ноябрь, когда произошли наибольшие события, зарегистрированные 4 августа в $09^{\text{h}}18^{\text{m}}$ с $K_p=7.7$ (2), 16 сентября в $00^{\text{h}}23^{\text{m}}$ с $K_p=8.2$ (3), 25 октября в $00^{\text{h}}48^{\text{m}}$ с $K_p=8.0$ (4), и 28 октября в $03^{\text{h}}05^{\text{m}}$ с $K_p=8.4$ (2) [7].

Распределение всех сейсмических событий за 2009 г. по часовым интервалам за сутки показано на рис. 5. На графике видны периоды повышения числа событий в ночное время – 00^{h} , в дневное время – 08^{h} и 17^{h} .

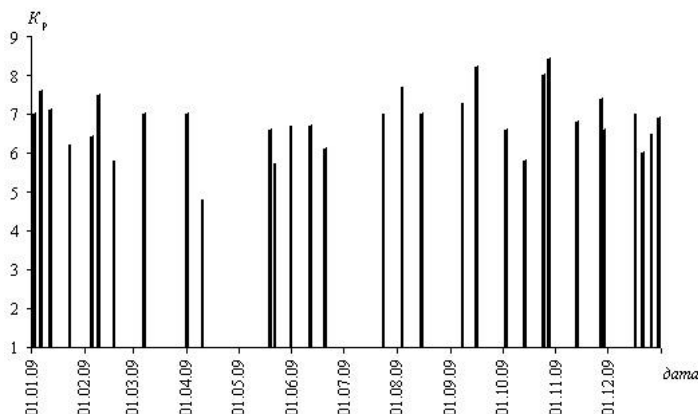


Рис. 4. Распределение во времени сейсмических событий разных классов K_p в 2009 г.

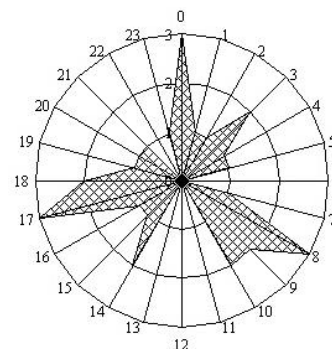


Рис. 5. Распределение сейсмических событий по часам суток в 2009 г.

Л и т е р а т у р а

1. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А. Беларусь // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 231–235.
2. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А. (сост.). Сейсмические станции Беларуси в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. Аронов А.Г. Региональные годографы сейсмических волн запада Восточно-Европейской платформы // Сейсмологический бюллетень. – Минск: ОКЖИОП, 1996. – С. 136–149.
4. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
5. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
6. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Труды ИФЗ АН СССР, № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
7. Аронова Т.И. (отв. сост.), Ацута О.Н., Аронов В.А. (сост.). Каталог землетрясений Беларуси за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).