

БЕЛАРУСЬ**Т.И. Аронова**

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

Сейсмологические исследования на территории Беларуси в 2000 г. проводились станциями «Минск», «Нарочь», «Солигорск», «Гомель», «Брест» (рис. 1), расположение которых осталось прежним [1], но последняя из них с 21 ноября 2000 г. закрыта в связи с неудовлетворительными условиями регистрации. Параметры сейсмических станций по состоянию на 2000 г. приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Сейсмические станции Беларуси (в хронологии их открытия), работавшие в 2000 г., и их параметры

№	Станция		Дата		Координаты			Аппаратура												
	Название	Код	открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$									
1	Минск (Плещеницы)	MIK	03.01.1963		54.50	27.88	196	ССМ-СКМ	N	10300	0.89–1.5									
									E	10000	0.93–1.5									
									Z	10500	1.04–1.4									
								ССМ-СКД	N	470	2.15–11.9									
									E	470	2.01–12.7									
									Z	570	2.07–12.0									
2	Нарочь	NAR	17.08.1979	30.09.1989	54.92	26.73	167		N	5100	0.72–0.9									
									E	9000	0.71–1.0									
			Z	10900	0.86–1.0															
			ССМ-СКД	N	860	1.52–13.5														
				E	900	1.62–13.5														
				Z	1370	1.89–6.8														
			ССМ-СД	N	130	4.33–55.0														
				E	200	4.97–51.5														
				Z	170	3.71–11.7														
			ССМ-КПЧ	N	130	5.01–49.9														
				E	100	4.80–73.6														
				Z	90	2.25–8.7														
								CSD-20 цифровая												
3	Гомель	GML	02.04.1982	01.02.1989	52.30	31.00	132													
												01.02.1989	31.12.1997	52.60	31.08	159				
											CSD-20 цифровая									
											CSD-20 цифровая									
4	Солигорск	SOL	01.01.1983		52.75	27.78	–436													
												01.01.1998		52.84	27.47	–436	ССМ-СКМ	N	5200	0.57–1.3
																		E	6800	0.79–1.1
									Z	8400	0.77–1.0									
5	Брест	BRT	06.11.1991	31.12.1997	52.53	23.73	170													
												01.01.1998	21.11.2000				CSD-20 цифровая			

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций

Название станции	Тип датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с)
Гомель	CSD-20	VH(N,E,Z)v	0.01–10	20	22	$5.8 \cdot 10^8$
		LH(N,E,Z)v	0.01–10	1	22	$5.8 \cdot 10^8$
Нарочь	CSD-20	VH(N,E,Z)v	0.01–10	20	22	$5.8 \cdot 10^8$
		LH(N,E,Z)v	0.01–10	1	22	$5.8 \cdot 10^8$
Брест	CSD-20	VH(N,E,Z)v	0.01–10	20	22	$5.8 \cdot 10^8$
		LH(N,E,Z)v	0.01–10	1	22	$5.8 \cdot 10^8$

В течение 2000 г. сейсмичность на территории Беларуси проявилась лишь в Солигорском горнопромышленном районе, где находится Старобинское месторождение калийных солей и в его окрестностях.

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 [2]. Расчеты по определению азимутов на эпицентры проводились на основе полярности первых вступлений [3]. Для определения энергетического класса K_p сейсмических событий использовалась номограмма Т.Г. Раутиан [4], а их магнитуды получены пересчетом из энергетических классов K_p по формуле Т.Г. Раутиан [5]:

$$K_p = 4 + 1.8 M.$$

Общее число зарегистрированных событий, интерпретируемые как «возможно землетрясения», составило $N=25$ [6]. Из них наименьшее имеет $K_p=5.7$, отмеченное 7 октября в 03^h28^m . Максимальное значение энергетического класса в каталоге равно $K_p=8.5$ и характеризует три толчка, зарегистрированные 18 января в 12^h29^m , 29 января в 15^h58^m и 24 февраля в 19^h45^m . Карта эпицентров всех событий дана на рис. 1.

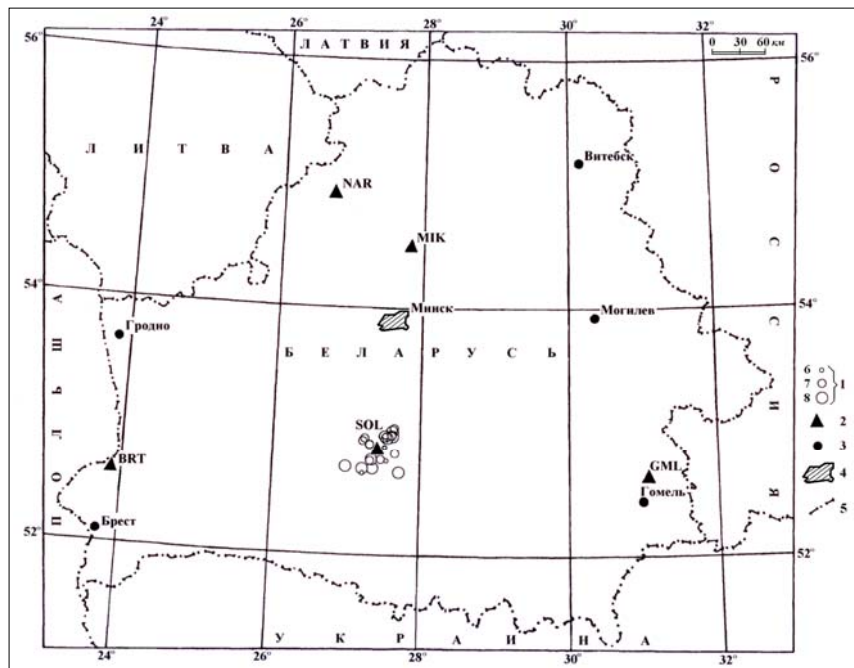


Рис. 1. Сеть сейсмических станций Беларуси и область эпицентров сейсмических событий за 2000 г.

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

Распределение числа сейсмических событий по энергетическим классам и их суммарной энергии представлены в табл. 2 по месяцам.

Таблица 3. Числа землетрясений разных классов K_p и их суммарная сейсмическая энергия ΣE за январь–декабрь 2000 г.

Месяц	K_p			N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^9$, Джс	Месяц	K_p			N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^9$, Джс
	6	7	8				6	7	8		
I	–	–	6	6	0.9809	VIII	–	2	–	2	0.0475
II	1	1	1	3	0.3273	IX	–	2	–	2	0.0567
III	–	3	–	3	0.0289	X	1	–	–	1	0.0005
IV	–	–	–	–	–	XI	1	1	–	2	0.0120
V	1	–	–	1	0.0016	XII	1	1	1	3	0.1329
VI	–	1	–	1	0.0126	Итого	5	11	9	25	1.7009
VII	–	–	1	1	0.1000						

На рис. 2 приведен график изменения во времени суммарного числа и энергии событий, откуда видно, что максимумы энергии приходятся на январь–февраль, июль и декабрь. Максимумы числа событий приходятся на январь–март, август–сентябрь и ноябрь–декабрь. В эти месяцы происходят события в диапазоне энергетических классов $K_p=6-8$ (табл. 3). Минимальные значения выделившейся энергии приходятся на март–июнь и октябрь–ноябрь, а для числа событий – апрель–июль и октябрь.

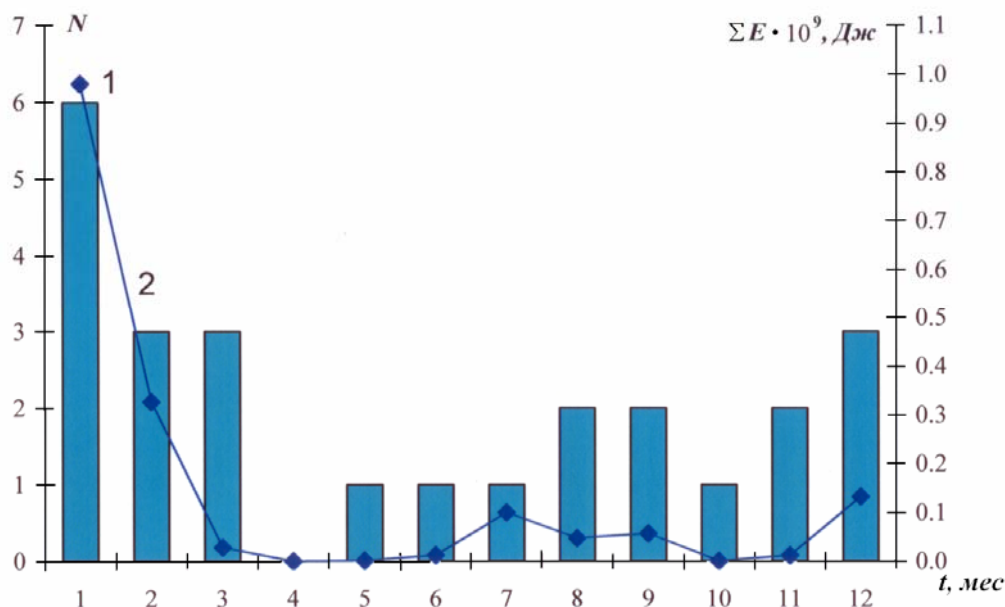


Рис. 2. Месячные значения числа сейсмических событий (1) и величины их суммарной сейсмической энергии (2)

В реальном времени все 25 событий изображены условными масштабными прямыми по временной оси на рис. 3, на котором видны два периода абсолютного затишья в апреле–июне и в октябре–ноябре 2000 г. Частота реализации всех событий в часовых интервалах за сутки показана на рис. 4. На графике видны периоды повышения числа событий днем в 12^h и 16^h, ночью – в 21^h и в 4^h утра.

Представляет интерес провести сопоставление данных за 2000 г. со средними долговременными оценками N_Σ и ΣE за 1983–1999 гг. С этой целью сводная таблица за 1983–1997 гг. из [7] дополнена данными за 1998–1999 гг. из [1, 8] (табл. 4). Значения энергии за четыре последних года были пересчитаны редактором заново непосредственно по каталогам [6, 9–11] по единой программе.

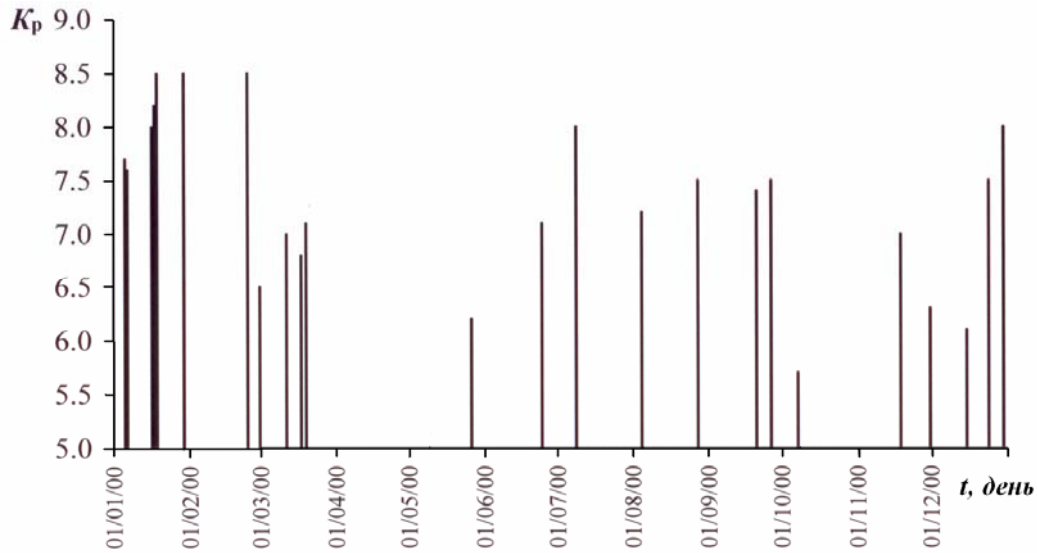


Рис. 3. Распределение во времени сейсмических событий разных классов K_p

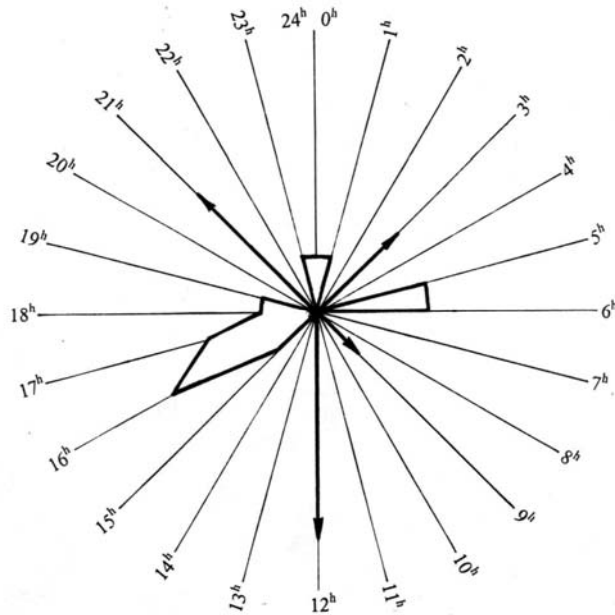


Рис. 4. Распределения сейсмических событий по часам суток

Таблица 4. Годовые значения числа событий разных энергетических классов K_p и их суммарной сейсмической энергии на территории Беларуси за 1983–1999 гг. и 2000 г.

Год	K_p					N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^9$, Дж	Год	K_p					N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^9$, Дж
	5	6	7	8	9				5	6	7	8	9		
1983	–	8	4	10	1	23	2.2	1993	–	2	10	20	–	32	4.8
1984	2	10	21	12	–	45	2.5	1994	1	4	15	16	–	36	2.7
1985	–	1	9	12	1	23	5.0	1995	1	6	12	25	–	44	4.2
1986	–	3	13	29	–	45	5.3	1996	1	4	23	46	–	74	8.2
1987	–	5	10	5	–	20	1.0	1997	17	22	31	14	–	84	2.612
1988	7	8	9	2	–	26	0.5	1998	14	22	25	26	–	87	3.711
1989	2	1	2	7	–	12	1.6	1999	–	15	25	39	–	79	7.227
1990	2	17	25	45	–	89	7.7	Среднее за 17 лет	2.82	8.00	15.00	21.40	1.23	44.82	3.76
1991	–	6	11	13	–	30	3.0	2000	–	5	11	9	–	25	1.701
1992	1	2	10	–	–	13	1.7								

Уровень выделившейся в 2000 г. сейсмической энергии ниже такового в 1999 г. более чем в 4 раза, а также в 2 раза ниже среднего его значения за 17 лет. Основная часть событий, зарегистрированных в 2000 г., приурочена к зонам тектонических нарушений (рис. 5), относящихся к Северо-Припятской сейсмогенной зоне [12, 13].

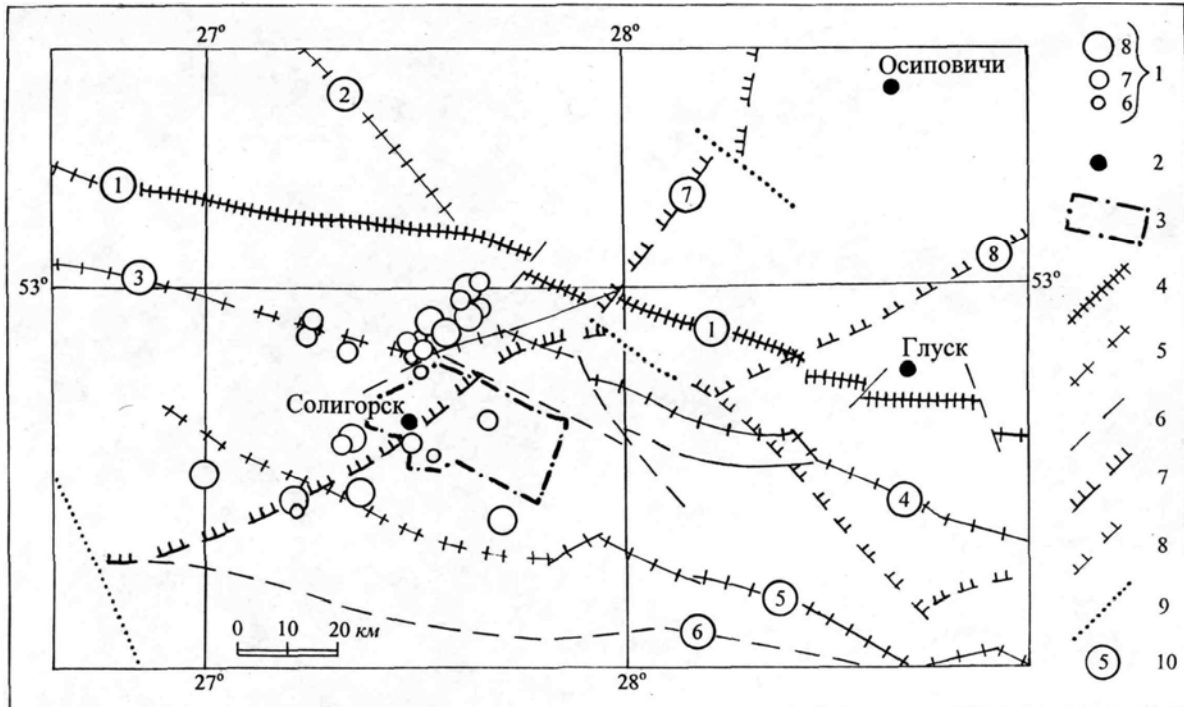


Рис. 5. Система тектонических разломов в пределах Солигорского горнопромышленного района и эпицентры событий за 2000 г.

1 – энергетический класс K_r ; 2 – населенный пункт; 3 – граница шахтных полей; 4–6 – разломы, проникающие в чехол, (суперрегиональные, региональные и локальные соответственно); 7–9 – разломы, не проникающие в чехол (суперрегиональные, региональные и локальные соответственно); 10 – номер разлома (цифры в кружках: 1 – Северо-Припятский, 2 – Налибокский, 3 – Ляховичский, 4 – Речицкий, 5 – Червонослободской-Малодушинский, 6 – Копаткевичский, 7 – Стоходско-Могилевский, 8 – Кричевский.

Частично эпицентры сейсмических событий располагаются в области шахтных полей, а большая их часть – за ее пределами на расстоянии до 30 км (рис. 5). Часть эпицентров тяготеет к суперрегиональному Северо-Припятскому и региональному Ляховичскому разломам. Другая часть сейсмических событий локализуется вдоль регионального Червонослободского-Малодушинского разлома. Некоторые эпицентры приурочены к суперрегиональному Стоходско-Могилевскому разлому.

Л и т е р а т у р а

1. **Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 200–203.
2. **Аронов А.Г.** Региональные годографы сейсмических волн запада Восточно-Европейской платформы // Сейсмологический бюллетень. Минск: ОКЖИОП, 1996. – С. 136–149.
3. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР.** – М.: Наука, 1982. – 273 с.
4. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
5. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Тр. ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.

-
6. **Аронова Т.И. (отв. сост.), Кочеткова О.И.** Беларусь. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
 7. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 172–180.
 8. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ФОР, 2004. – С. 188–194.
 9. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И. (отв. сост.).** Беларусь (1887–1997 гг.) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – (На CD.)
 10. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И. (отв. сост.).** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – (На CD.)
 11. **Аронова Т.И. (отв. сост.), Кочеткова О.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ФОР, 2005. – На CD.
 12. **Айзберг Р.Е., Аронов А.Г., Гарецкий Р.Г., Карабанов А.К., Сафронов О.Н.** Сейсмоструктура Беларуси и Прибалтики // Литосфера. – 1997. – № 7. – С. 5–17.
 13. **Махнач А.С., Гарецкий Р.Г., Матвеев А.В. и др.** Геология Беларуси. Минск: ИГ НАН Беларуси, 2001. – С. 459–573.