

БЕЛАРУСЬ

А.Г. Аронов, Р.Р. Сероглазов, Т.И. Аронова, В.М. Колковский,

В.А. Аронов, О.Н. Ацута

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

Сейсмологические наблюдения на территории Беларуси в 2010 г. проводились на станциях «Минск» (МК), «Нарочь» (NAR), «Солигорск» (SOL), «Полоцк» (PLTS), «Могилёв» (MGL) (рис. 1), расположение которых осталось прежним [1]. На станции «Солигорск» (SOL) 1 июня произведена замена оборудования, была снята сейсмическая станция CSD-20 и установлена станция UGRA. Параметры сейсмических станций по состоянию на 2010 г. приведены в [2].

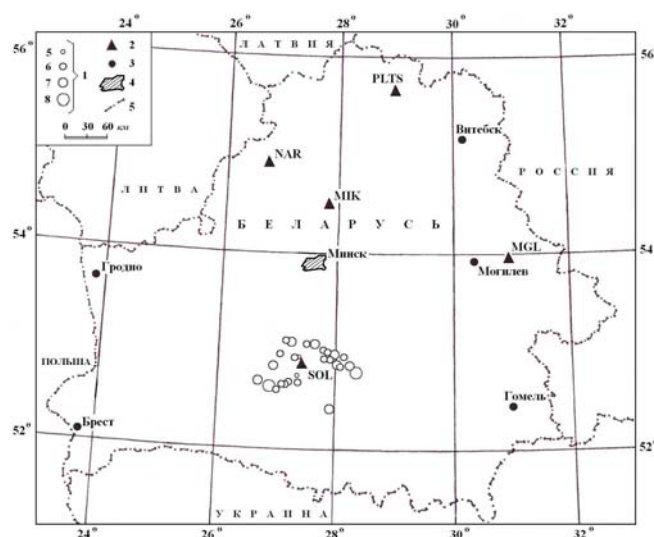


Рис. 1. Сеть сейсмических станций Беларуси и область эпицентров сейсмических событий за 2010 г.

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

В течение 2010 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 землетрясений 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 $N=27$ [7]. Из них наименьшее имеет $K_p=5.0$, наибольшее – 8.0. Самое слабое землетрясение зафиксировано 14 августа в 01^h21^m, наибольшее значение энергетического класса отмечено 20 апреля в 07^h05^m. Карта эпицентров всех событий показана выше на рис. 1.

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

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE за январь–декабрь 2010 г.

| Месяц | K_p | | | | N_{Σ} | $\Sigma E,$ 10^9 Дж |
|-------|-------|----|---|---|--------------|----------------------------------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| I | | | 1 | | 1 | 0.0316 |
| II | | 1 | | | 1 | 0.0020 |
| III | 1 | | | | 1 | 0.0001 |
| IV | | | | 1 | 1 | 0.1000 |
| V | | 1 | 1 | | 2 | 0.0215 |
| VI | | 2 | 1 | | 3 | 0.0177 |
| VII | | 3 | 1 | | 4 | 0.0113 |
| VIII | 1 | | | | 1 | 0.0001 |
| IX | | | 1 | 1 | 2 | 0.0541 |
| X | | 3 | 1 | | 4 | 0.0155 |
| XI | | 3 | 1 | | 4 | 0.0112 |
| XII | | 2 | 1 | | 3 | 0.0216 |
| Всего | 2 | 15 | 8 | 2 | 27 | 0.2867 |

Рассматривая на рис. 2 ход сейсмического процесса в течение года, можно отметить, что максимумы высвобождения сейсмической энергии приходятся на апрель и сентябрь (диапазон энергетических классов $K_p=7-8$), а максимумы числа событий N – на июль, октябрь–ноябрь. Минимальные значения выделившейся энергии приходятся на март и август, а для числа событий – январь–апрель и август.

Сопоставление данных 2010 г. с долговременными средними оценками N и ΣE за период 1983–2009 гг. в табл. 4 показало, что уровень выделившейся в 2010 г. сейсмической энергии, равный $\Sigma E=2.87 \cdot 10^8 \text{ Дж}$, ниже такового ($\Sigma E=7.96 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ [1]) в 2009 г. в 2.8 раза, и в 9.2 раза ниже среднего его значения ($\Sigma E_{\text{ср}} \sim 2.65 \cdot 10^9 \text{ Дж}$) за 27 лет. Число событий 2010 г., равное $N=27$, чуть меньше, чем в 2009 г. ($\Sigma N=31$ [1]), а относительно его среднего долговременного значения ($N_{\text{ср}}=45$) меньше в 1.67 раза.

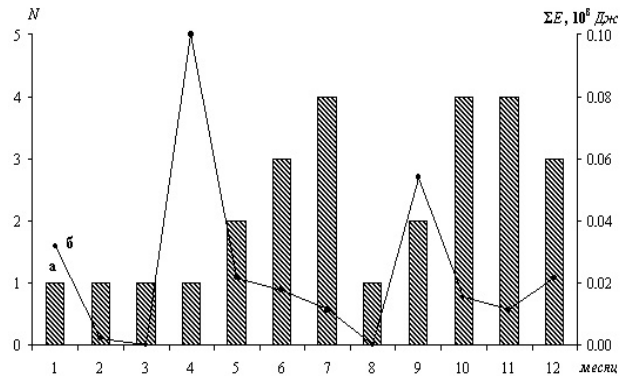


Рис. 2. Распределение числа сейсмических событий (а) и выделившейся энергии (б) за 2010 г.

Таблица 4. Годовые значения числа событий разных энергетических классов K_p и их суммарной сейсмической энергии на территории Беларуси за 1983–2009 гг. и 2010 г.

| Год | K_p | | | | | | N_{Σ} | $\Sigma E,$ 10^9 Дж | Год | K_p | | | | | | N_{Σ} | $\Sigma E,$ 10^9 Дж |
|------|-------|----|----|----|----|---|--------------|----------------------------------|-------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|--------------|----------------------------------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1983 | | | 8 | 4 | 10 | 1 | 23 | 2.238 | 1999 | | | 15 | 25 | 39 | | 79 | 7.227 |
| 1984 | | 2 | 10 | 21 | 12 | | 45 | 2.487 | 2000 | | | 5 | 11 | 9 | | 25 | 1.701 |
| 1985 | | | 1 | 9 | 12 | 1 | 23 | 4.975 | 2001 | | 6 | 22 | 20 | 2 | | 50 | 0.651 |
| 1986 | | | 3 | 13 | 29 | | 45 | 5.281 | 2002 | 2 | 13 | 37 | 32 | 6 | | 90 | 1.112 |
| 1987 | | | 5 | 10 | 5 | | 20 | 0.969 | 2003 | | 8 | 16 | 26 | 8 | | 58 | 1.087 |
| 1988 | | 7 | 8 | 9 | 2 | | 26 | 0.518 | 2004 | | 22 | 16 | 14 | 4 | | 56 | 0.847 |
| 1989 | | 2 | 1 | 2 | 7 | | 12 | 1.580 | 2005 | 3 | 9 | 14 | 5 | 1 | 1 | 33 | 1.390 |
| 1990 | | 2 | 17 | 25 | 45 | | 89 | 7.680 | 2006 | | 13 | 24 | 14 | 3 | | 54 | 0.422 |
| 1991 | | | 6 | 11 | 13 | | 30 | 2.990 | 2007 | | 3 | 12 | 12 | 7 | | 34 | 0.815 |
| 1992 | | 1 | | 2 | 10 | | 13 | 1.754 | 2008 | | 15 | 11 | 7 | 2 | | 35 | 0.428 |
| 1993 | | | 2 | 10 | 20 | | 32 | 4.806 | 2009 | | 1 | 8 | 17 | 5 | | 31 | 0.796 |
| 1994 | | 1 | 4 | 15 | 16 | | 36 | 2.709 | Сумма | 5 | 138 | 299 | 405 | 366 | 3 | 1216 | 71.448 |
| 1995 | | 1 | 6 | 12 | 25 | | 44 | 4.217 | Среднее за 27 лет | 0.19 | 5.11 | 11.07 | 15.00 | 13.56 | 0.11 | 45.04 | 2.646 |
| 1996 | | 1 | 4 | 23 | 45 | | 73 | 8.080 | 2010 | | 2 | 15 | 8 | 2 | | 27 | 0.287 |
| 1997 | | 17 | 22 | 31 | 11 | | 81 | 2.254 | | | | | | | | | |
| 1998 | | 14 | 22 | 25 | 18 | | 79 | 2.434 | | | | | | | | | |

В целом по региону, как следует из рис. 3, наблюдается спад сейсмической активности, наметившийся с 2000 г. с небольшим увеличением в 2005, 2007 и 2009 гг.

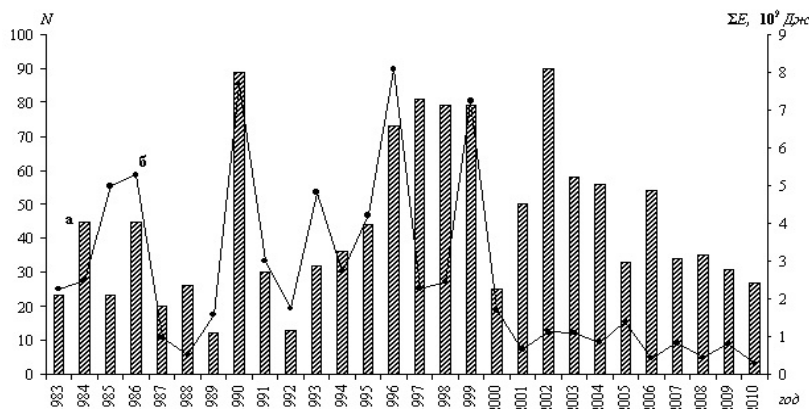


Рис. 3. Распределение числа сейсмических событий (а) и суммарной выделившейся энергии (б) по годам с 1983 по 2010 г.

В реальном времени 27 событий за 2010 г. развернуты по временной оси на рис. 4, на котором видны два периода затишья со второй декады января по первую декаду апреля и в августе. Два периода активности наблюдались со второй декады апреля до конца июля, с наибольшим ($K_p=8.0$) землетрясением (1) за 20 апреля в 07^h05^m , и с сентября по декабрь, с наибольшим ($K_p=7.7$) событием (2), зарегистрированным 3 сентября в 15^h13^m [7].

Распределение всех сейсмических событий за 2010 г. по часовым интервалам за сутки показано на рис. 5. На графике видны периоды повышения числа событий в ночное время – 00^h и 02^h , в дневное время – 07^h , 09^h-10^h и 14^h .

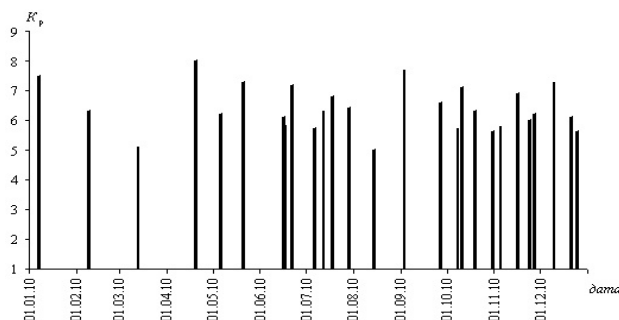


Рис. 4. Распределение во времени сейсмических событий разных классов K_p в 2010 г

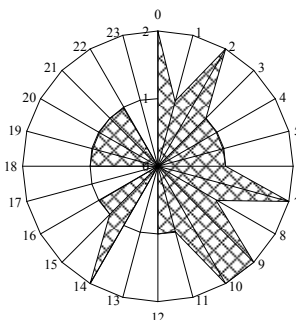


Рис. 5. Распределение сейсмических событий по часам суток в 2010 г.

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, 2009. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 213–216.
2. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Колковский В.М. (сост.). Сейсмические станции Беларуси в 2010 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 (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
6. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Тр. 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 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).