

КАРПАТЫ

С.Т. Вербицкий, А.Ф. Стасюк, М.В. Чуба, Р.С. Пронишин, И.Н. Келеман,

И.А. Гаранджа, Ю.Т. Вербицкий

Отдел сейсмичности Карпатского региона ИГ НАН Украины, г. Львов,
roman@seism.lviv.ua, pronrom@gmail.com

Сейсмические наблюдения в Карпатском регионе в 2008 г., как и в предыдущие годы [1, 2], проводились Карпатской опытно-методической сейсмологической партией (КОМСП) Института геофизики НАН Украины. В регионе функционировала сейсмологическая сеть инструментальных наблюдений, состоящая из девятнадцати стационарных сейсмических станций и двух временных станций, данные о которых приведены в табл. 1.

С 17 августа, после ремонта, возобновил свою работу сейсмический павильон «Оноковцы» уже в качестве цифровой станции с использованием DAS-03 и датчика СКМ-3. Таким образом, с 17.08.2008 г. на всех сейсмических станциях инструментальные наблюдения проводились с использованием цифровой аппаратуры, созданной в Отделе сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины. Основные параметры регистрирующей аппаратуры приведены в табл. 1 и 2.

Для получения динамических характеристик на сейсмических станциях «Львов», «Ужгород», «Косов», «Рахов» и «Новоднестровск» использовались амплитудно-частотные характеристики каналов в формате PAZ. При комплексной обработке землетрясений на этих станциях определялись энергетические параметры зарегистрированных сейсмических событий – K_p и MSH .

На остальных сейсмических станциях, для которых на данное время нет надежных амплитудно-частотных характеристик, в качестве энергетических параметров сейсмических событий определялась магнитуда M_d по длительности τ колебаний на записи по формуле из [3]:

$$M_d = 1.65 + 2.67 \lg(\tau, \text{мин}) \quad (1)$$

с последующим пересчетом в энергетический класс K_d по уравнению Т.Г. Раутиан из [4]:

$$K=4 + 1.8 M. \quad (2)$$

Кроме того, для определения основных параметров землетрясений Карпатского региона использовались данные Крымской сети и зарубежных сейсмических сетей Карпато-Балканского региона с $\Delta \leq 1000$ км.

Таблица 1. Цифровые сейсмические станции Карпат (в хронологии их открытия), работавшие в 2008 г.

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код		φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Композента	Сейсмическая станция	
		межд.	рег.							
1	Львов	LVV	Лвв	05.06.1899	49.82	24.03	320			
				08.10.1999				СД-1	N, E, Z	DAS-04
				19.05.2003					N, E, Z	Guralp
2	Черновцы	CHR	Чрн	01.01.1907						
				01.09.1992	48.30	25.92	300	СКД	N, E, Z	DAS-03
3	Ужгород	UZH	Ужг	01.01.1934	48.63	22.29	160			
				27.08.2002				СКД	N, E, Z	DAS-04
4	Рахов	RAK	Рах	21.01.1956						
				01.07.2004	48.04	24.17	460	СКД	N, E, Z	DAS-04
5	Межгорье	MEZ	Мжг	08.04.1961						
				18.08.2002	48.54	23.50	420	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура		
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Комп-нента	Сейсмическая станция
		межд.	рег.							
6	Косов	KSV	Кос	23.05.1961	48.31	25.07	450			
				17.08.2002				СКД	N, E, Z	DAS-04
7	Оноковцы	ONO	Ужг (п)	10.11.1963	48.66	22.33	168	СКМ-3	N, E, Z	DAS-03
				17.08.2008						
8	Моршин	MORS MORU	Мрш	01.01.1978	49.14	23.90	260			
				31.05.2004	49.12	23.88	260	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
9	Тросник	TRSU	Трс	25.05.1987	48.09	22.96	120			
				1998				СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
10	Нижнее Селище	NSLU	Нсл	16.08.1987	48.20	23.46	250			
				1998				СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
11	Городок	HORU	Гор	19.02.2001	49.21	26.43	340	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
12	Мукачево	MUKU	Мук	14.08.1996	48.45	22.69	125	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
13	Королёво	KORU	Кор	15.07.1998	48.16	23.14	160	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
14	Брид	BRIU	Брд	03.06.2000	48.34	23.02	160	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
15	Берегово	BERU	Брг	12.07.2000	48.23	22.65	160	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
16	Каменец-Подольский	KMPU	Кмп	20.07.2005	48.56	26.46	121	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-04
17	Новоднестровск	NDNU	Ндн	временная – с 12.10.2005 по 27.07.2006	48.61	27.48	120	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-04
				с 27.07.2006	48.60	27.37	242	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-04
18	Южноукраинск (временная)	PUGU	Пду	21.06.2006	47.78	31.18	60	СМ-3-КВ	N, E, Z	DAS-03
19	Схидныця	SHIU	Схд	14.11.2006	49.22	23.36	600	СМ-3	N, E, Z	DAS-03
20	Шуцкое (временная)	PDIU	Шцк	1.08.2007	47.71	31.15	420	СМ-3	N, E, Z	DAS-03
21	Старуня	STNU	Стр	30.08.2007	48.71	24.50	391	СМ-3	N, E, Z	DAS-05

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Карпат в 2008 г.

Название станции	Тип сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Львов	СД-1	BL (N, E, Z) v	0.05–20	50	120
		ML (N, E, Z) v	0.05–1.5	5	120
		CMG-40T	MH (N, E, Z) v	0.03–50.0	25
Нижнее Селище*	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Тросник*	СМ-3-КВ	EH (N, E, Z) v	0.2–15	100	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Берегово*	СМ-3-КВ	EH (N, E, Z) v	0.2–15	100	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Мукачево*	СМ-3-КВ	EH (N, E, Z) v	0.2–15	100	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Королево	СМ-3-КВ	EH (N, E, Z) v	0.2–15	100	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Городок	СМ-3-КВ	MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	10	100
Межгорье	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Косов	СКД	BH (N, E, Z) v	0.05–18	50	120
		MH (N, E, Z) v	0.05–1.5	5	120
Ужгород	СКД	HH (N, E, Z) v	0.05–18	100	120
		MH (N, E, Z) v	0.05–1.5	5	120
Оноковцы	СКМ-3	BH (N, E, Z) v	0.05–18	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.05–1.5	5	100
Черновцы	СКД	BH (N, E, Z) v	0.2–18	50	120
		MH (N, E, Z) v	0.05–1.5	5	120

Название станции	Тип сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Рахов	СКД	BH (N, E, Z) v	0.2–18	50	120
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	120
Моршин	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Брид*	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Каменец-Подольский	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Новоднестровск	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Схидныця	СМ-3	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Старуня	СМ-3	SH (N, E, Z) v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z) v	0.2–1.5	5	100
Южноукраинск	СМ-3-КВ	SH (N, E, Z)v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Щуцкое	СМ-3	SH (N, E, Z)v	0.2–15	50	100
		MH (N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100

Примечание. Символом «v» обозначен велосигграф; знаком * помечены пять станций другого подчинения (Карпатской опытно-методической геофизической партии Института геофизики НАН Украины).

Производство и обработка наблюдений на сейсмических станциях проводились согласно Инструкции [5]. Результаты обработки сейсмических событий представлены в каталоге землетрясений Карпат [6]. Всего в 2008 г. сейсмическими станциями Карпатского региона Украины зарегистрировано 92 землетрясения с $K_p=6.2-11.7$. Для всех событий определены основные параметры: время возникновения, координаты и глубина очагов, ошибки определений и динамические характеристики. Максимальное ($K_p=11.7$) из них произошло 6 сентября в $19^{\text{h}}47^{\text{m}}$ на глубине $h=21.9\pm 0.7$ км. Ощутимых землетрясений в регионе не было. Но макроэффекты от удаленного землетрясения, произошедшего 7 мая 2008 г. в акватории Черного моря в районе о. Змеиный [7], все же были отмечены во входящих в регион юго-западных и центральных областях Молдовы.

Сведения о распределении землетрясений по районам, энергетическим классам и величине выделившейся сейсмической энергии приведены в табл. 3.

Таблица 3. Распределение землетрясений Карпат за 2008 г. по энергетическим классам K_p , K_d и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам

№	Район	Энергетический класс							N_{Σ}	ΣE , Дж
		6	7	8	9	10	11	12		
1	Северо-Западный	6	26	8					40	$8.38 \cdot 10^8$
2	Вранча				10	14	4	1	29	$8.91 \cdot 10^{11}$
3	Южные Карпаты				1				1	$1.00 \cdot 10^9$
4	Банат				1				1	$3.98 \cdot 10^8$
5	Буковина			1	1				2	$4.48 \cdot 10^8$
6	Кришана				1				1	$1.00 \cdot 10^9$
7	Трансильвания									0
8	Бакэу			1					1	$1.58 \cdot 10^8$
	Всего внутри районов	6	26	10	14	14	4	1	75	$9.14 \cdot 10^{11}$
	Всего вне районов			3	12	2			17	$2.77 \cdot 10^{10}$
	Сумма								92	$9.42 \cdot 10^{11}$

Примечание. Термин «вне районов» относится к территориям Польши, Словакии, Венгрии, Молдовы и на северо-востоке региона – Украины.

Как следует из табл. 3, суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в Карпатском регионе в 2008 г., составила $\Sigma E=9.05 \cdot 10^{11}$ Дж, что немного выше уровня энергии в 2007 г. ($\Sigma E=5.55 \cdot 10^{11}$ Дж) [8]. Характер активности сейсмических процессов на протяжении года по месяцам в виде диаграмм представлен на рис. 1. Наименьшее число землетрясений произошло в декабре – 2, а наибольшее в октябре – 16. Район Вранча был активным на протяжении года, кроме июня и ноября.

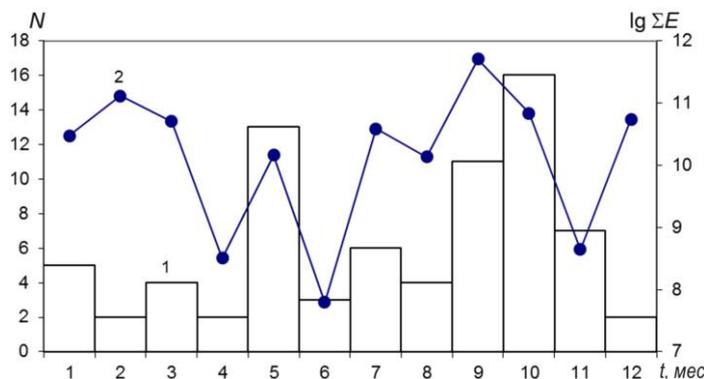


Рис. 1. Распределение числа землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии (2) в регионе по месяцам за 2008 г.

Карта эпицентров всех локализованных группой обработки землетрясений региона в 2008 г. дана на рис. 2.

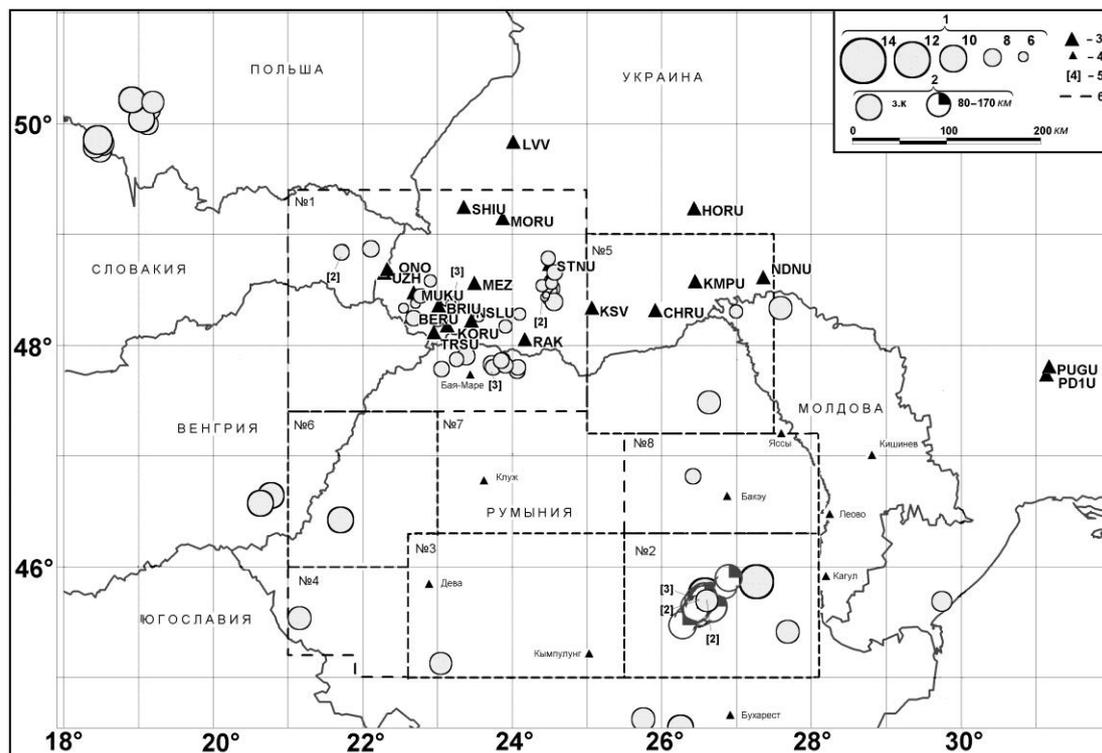


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2008 г.

1 – энергетический класс K_p, K_d [6]; 2 – глубина очага h , км; 3, 4 – сейсмическая станция Карпатского региона и прилегающих территорий соответственно; 5 – число землетрясений с одинаковым эпицентром; 6 – граница сейсмоактивного района (1 – Северо-Западный; 2 – Вранча; 3 – Южные Карпаты; 4 – Банат; 5 – Буковина; 6 – Кришана; 7 – Трансильвания; 8 – Бакэу).

Рассмотрим сейсмичность каждого из восьми районов в отдельности.

Северо-Западный (№ 1). В этом сейсмоактивном районе зарегистрировано 40 землетрясений с $K_p=6.2-8.2$ [6]. Сейсмическая энергия в Северо-Западном районе составила

$\Sigma E=8.64 \cdot 10^8$ Дж (табл. 3), т.е. на уровне одного землетрясения 9-го класса. Ниже описаны отдельные детали сейсмичности этого района.

В Закарпатье в 2008 г. наблюдался спад сейсмической активности. Всего отмечено 12 землетрясений с $K_p=6.1-7.6$, эпицентры которых размещены в пределах ранее выделенных сейсмоактивных зон и приурочены к Закарпатскому и Припаннонскому глубинным разломам, расположенным вдоль Выгорлат-Гутинского вулканического хребта. Два землетрясения (29 мая в 23^h11^m и 14 октября в 21^h31^m) зарегистрированы сейсмическими станциями Закарпатья вблизи г. Мукачево с $Kd=6.2$ и $K_p=6.5$. Их координаты совпадают с ощутимыми землетрясениями 2006 г. [9].

Три сейсмических события, произошедшие в районе с. Кушница 18 мая в 20^h38^m, 23^h53^m и в 23^h56^m, имеют практически одинаковые координаты и близки по энергии ($Kd=6.7, 6.7$ и 6.1 соответственно). Еще два землетрясения зарегистрировано в пределах Закарпатской низменности: одно – вблизи г. Берегово 1 июня в 01^h09^m с $Kd=7.4$, другое – вблизи с. Страбичево – 16 октября в 20^h33^m с $K_p=6.2$. Наибольший в этой группе класс равен $K_p=7.6$ и характеризует землетрясение 27 октября в 23^h02^m в районе г. Рахов.

Сейсмическая активность Предкарпатья представлена 13 землетрясениями: четыре – в районе г. Делятин, пять – в районе г. Надворная, одно – в районе г. Богородчаны (31 января в 15^h31^m с $K_p=7.0$) и три события – в районе г. Яремча (29 мая в 14^h13^m с $K_p=6.8$), 9 сентября в 13^h28^m с $K_p=6.2$ и в 13^h52^m с $K_p=6.2$ [6].

В северной части Румынии (Мармарошский массив) зафиксировано 12 землетрясений с суммарной энергией $\Sigma E=4.61 \cdot 10^8$ Дж. Эпицентры девяти из них находятся в восточной части Мармароша в районе Сигет, два – в районе г. Бая-Маре (20 марта в 15^h21^m с $Kd=7.9$ и 19 сентября в 18^h10^m с $Kd=7.0$) и одно возникло 3 ноября в 09^h37^m в районе Сату-Маре с $K_p=7.0$.

В Восточной Словакии зарегистрировано три землетрясения. Два из них (20 октября в 18^h17^m с $K_p=7.3$ и 1 ноября в 09^h06^m с $Kd=6.7$) произошли в том же районе, где было зарегистрировано землетрясение 22.09.1992 г. с $K_p=8.9$ [10]. Координаты события 19 августа в 17^h15^m с $K_p=7.0$ совпадают с координатами ощутимого в 2002 г. землетрясения 22 января [11].

Район Вранча (№ 2). В 2008 г. сейсмоактивный район Вранча в Румынии характеризуется слабой сейсмичной активностью. Здесь сетью сейсмических станций Украины зарегистрировано 29 землетрясений с $K_p=8.5-11.7$, суммарная сейсмическая энергия которых составляет $\Sigma E=9.01 \cdot 10^{11}$ Дж (табл. 3). Это также выше уровня высвобожденной энергии в этом районе в 2007 г. При определении координат очагов этих землетрясений были использованы данные сейсмических станций Румынии, Словакии, Венгрии, Польши, Молдовы и Крыма.

Район Вранча был активным на протяжении года, кроме июня и ноября (рис. 3). Непосредственно в горах Вранча отмечено 27 землетрясений. Из них 5 зарегистрировано в земной коре, 22 – под корой на глубинах $h=90-160$ км, очаги которых сосредоточены в горном массиве Вранча [6]. Эпицентры землетрясений сориентированы по линии с северо-востока на юго-запад (рис. 2). Наиболее сильным ($K_p=11.7, Md=4.3$) в районе является землетрясение (3) с очагом в земной коре $h=21.9 \pm 0.7$ км, возникшее 6 сентября в 19^h48^m. Оно же, как отмечено выше, наиболее сильное в регионе. Предкарпатский прогиб представлен неглубокими землетрясениями, отмеченными в районе г. Текуч 21 марта в 16^h18^m с $K_p=10.7$ и вблизи г. Галац – 23 сентября в 16^h33^m с $K_p=8.7$.

Традиционное сравнение сейсмической энергии в обоих районах, рассмотренных выше, дано на рис. 3.

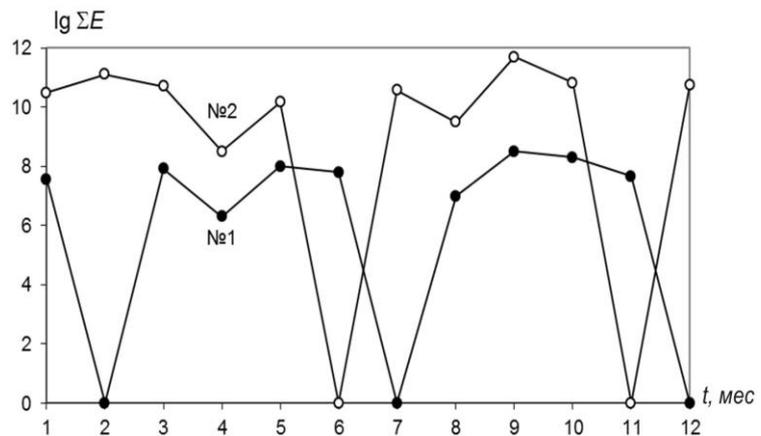


Рис. 3. Распределение логарифма выделенной энергии по месяцам за 2008 г. в Северо-Западном районе (№ 1) и Вранча (№ 2)

Как видим, наблюдается некоторая синхронность тенденций в изменении сейсмической энергии в марте–июне, в июле–ноябре, хотя есть запаздывание на месяц резкого спада высвобожденной энергии (в июне-июле и в ноябре-декабре) в районе № 1 относительно этого же параметра в районе № 2.

В Южных Карпатах (№ 3) зарегистрировано одно событие 10 июля в 16^h13^m с $K_p=9.0$.

В районе Банат, Румыния (№ 4) локализовано также лишь одно событие. Оно произошло 17 августа в 05^h00^m с $K_p=8.6$ [6].

Буковина (№ 5). Здесь зарегистрированы землетрясения на двух участках.

Молдова. На северо-западе Молдовы в районе Молдовского плато 23 октября в 10^h07^m зафиксировано одно землетрясение с $K_p=7.7$, координаты эпицентра которого совпадают с координатами событий 1994 и 2006 гг. [9, 12].

Румыния–Сучава. В этом районе отмечено одно событие 13 ноября в 13^h20^m с $K_p=8.6$.

Кришана (Румыния) (№ 6). В этом районе зарегистрировано одно приповерхностное ($h=2$ км) событие 30.09 в 07^h46^m с $K_p=9.0$.

Бакэу (Румыния) (№ 8). В данном районе произошло одно коровое землетрясение 4 октября в 09^h33^m с $K_p=8.2$, $h=10$ км.

Кроме того, зарегистрировано 17 землетрясений за пределами отмеченных выше восьми районов.

Так в Мунтении (Румыния), которая находится за пределами района № 2, зарегистрировано два землетрясения: 26 января в 04^h04^m с $K_d=9.2$ и 2 августа в 09^h03^m с $K_p=9.2$.

В Венгрии, вблизи района № 6, зарегистрировано два землетрясения – 13 ноября в 07^h47^m с $K_p=9.3$ и в 12^h50^m с $K_p=9.0$.

На территории Польши в районе Силезии Карпатской сетью зарегистрировано семь землетрясений с $K_p=8.5–9.2$: 7 января в 22^h44^m с $K_p=8.7$, $h=4.7\pm 0.1$ км; 14 февраля в 15^h49^m с $K_p=8.8$, $h=3.7\pm 0.1$ км; 23 февраля в 18^h32^m с $K_p=8.9$, $h=4.3\pm 0.1$ км; 7 мая в 20^h51^m с $K_d=8.2$, $h=3.5\pm 0.2$ км; 19 ноября в 00^h45^m с $K_p=9.2$, $h=5.0$ км; 21 ноября в 21^h06^m с $K_p=9.2$, $h=8.0\pm 0.5$ км; 27 ноября в 17^h07^m с $K_p=8.5$, $h=4.3$ км. Все очаги залегают в поверхностном слое $h=3.5–8.0$ км.

Четыре землетрясения зафиксировано в Словакии вблизи границы с Польшей с $K_p=8.5–10.2$: 6 февраля в 01^h55^m с $K_p=9.3$, $h=8.0\pm 0.5$ км; 5 июня в 23^h39^m с $K_p=9.0$, $h=9.9\pm 0.4$ км; 26 августа в 17^h10^m с $K_p=8.5$, $h=3.4\pm 0.7$ км; и 22 ноября в 22^h27^m с $K_p=10.2$, $h=17.6\pm 0.9$ км. Нижний уровень глубин очагов этой группы, по сравнению с предыдущей, снизился почти в два раза, до 17.6 км, а максимальный класс повысился на порядок.

На территории Молдовы в 15 км от границы с Украиной 2 июня в 03^h29^m зарегистрировано одно землетрясение с энергетическим классом $K_p=9.7$ на глубине $h=7$ км. Данное землетрясение возникло практически в том же районе, что и в 2007 г. [8]. По всей вероятности, проявленная сейсмическая активность приурочена к линии тектонического разлома вдоль р. Днестр и, возможно, провоцируется гидростатическим давлением водохранилища Днестровской ГЭС-1.

На территории Украины вблизи г. Татарбунары Одесской области также зарегистрировано одно мелкое ($h=6$ км) землетрясение 10 апреля в 19^h40^m с $K_p=9.0$.

Подводя итоги за 2008 г., рассмотрим длительный ряд наблюдений, начиная с 1992 г. (рис. 4).

Как видим, заметный рост числа землетрясений начался с 2001 г. в связи с развитием цифровой сети станций. Абсолютный максимум был отмечен в 2006 г. В 2006 и 2008 гг. происходило уменьшение числа землетрясений. Два максимума энергии наблюдались в 1999 и 2004 гг. Наблюдавшийся спад энергии за 2004–2007 гг. сменился в 2008 г. небольшим ее ростом.

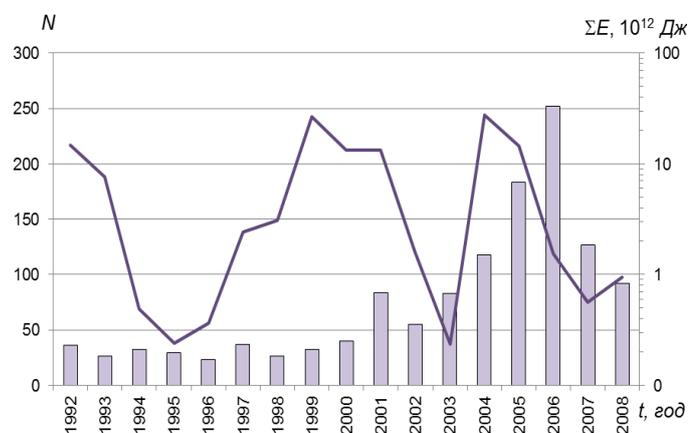


Рис. 4. Распределение числа землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии (2) в регионе за 1992–2008 гг.

Л и т е р а т у р а

1. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В. Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 50–58.
2. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В. Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 64–72.
3. Маламуд А.С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. II. – М.: Наука, 1974. – С. 180–192.
4. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
5. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
6. Чуба М.В. (отв. сост.), Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Щепиль О.И., Плишко С.М., Добротвир Х.В., Вербицкая О.С., Герасименюк Г.А., Симонова Н.А., Бурлуцкая А.М., Евдокимова О.В. (сост.). Каталог землетрясений Карпат за 2008 г. (N=92). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. Симонова Н.А., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Карданец В. Ощутимое 7 мая 2008 г. в Молдове землетрясение с $M_w=4.8$. (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
8. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.М., Паранджа И.А., Вербицкий Ю.Т. Сейсмичность Карпат в 2007 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2007 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2009. – С. 23–31.
9. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.М., Паранджа И.А., Вербицкий Ю.Т. Сейсмичность Карпат в 2006 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2006 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2008. – С. 31–41.
10. Руденская И.М., Паранджа И.А., Келеман И.М., Чуба М.В., Черная И.М. Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 1992 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 1992 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 1995. – С. 39–83.
11. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Билок Н.Т., Чуба М.В., Келеман И.М., Паранджа И.А. Сейсмичность Карпат в 2002 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2002 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2004. – С. 33–39.
12. Руденская И.М., Паранджа И.А., Келеман И.М., Чуба М.В., Симонова Н.А., Вербицкий С.Т., Вербицкий Ю.Т., Стародуб Г.Р. Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 1994 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 1994 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 1996. – С. 23–58.