

## КАРПАТЫ

*С.Т. Вербицкий<sup>1</sup>, А.Ф. Стасюк<sup>1</sup>, М.В. Чуба<sup>1</sup>, Р.С. Пронишин<sup>1</sup>, Ю.Т. Вербицкий<sup>1</sup>,  
Н.Я. Степаненко<sup>2</sup>, И.В. Алексеев<sup>2</sup>, Н.А. Симонова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт геофизики НАН Украины, г. Львов, [roman@seism.lviv.ua](mailto:roman@seism.lviv.ua)

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики АН Молдовы, г. Кишинев, [kis-seismo@mail.ru](mailto:kis-seismo@mail.ru)

Сейсмические наблюдения в Карпатском регионе проводились в 2003 г., также как и ранее [1–11], силами двух организаций из двух государств: Карпатской опытно-методической сейсмологической партии (КОМСП) Института геофизики НАН Украины и Центра сейсмологии Института геологии и геофизики АН Молдовы. Каждая организация имеет свою сеть наблюдений и центр обработки данных во Львове и Кишиневе. Последующее обобщение всех совместных материалов осуществляется во Львове. Ниже рассматриваются данные о числе сейсмических станций и характеристиках аппаратуры для обеих организаций (табл. 1–3).

На территории Украины функционировала сейсмическая сеть из девяти сейсмических станций: «Львов», «Ужгород», «Межгорье», «Косов», «Моршин», «Тросник», «Нижнее Селище», «Городок», «Черновцы» и сейсмического павильона «Оноковцы» [11]. Сейсмическая станция «Рахов» находилась в стадии реконструкции и участия в инструментальных наблюдениях в 2003 г. не принимала.

Регистрация сейсмических событий проводилась как в цифровом, так и в аналоговом виде. Отрадно отметить тот факт, что продолжается замена аналоговой аппаратуры на цифровую. Так, на сейсмической станции «Львов» введен в эксплуатацию цифровой автоматический сейсмограф фирмы Guralp, который работает параллельно с DAS-03. Прибор CMG-40T является одной из последних разработок английской фирмы Guralp System Limited. Он весит не более 5 кг, компактный, герметический, с хорошим дизайном, стабильный при резких климатических изменениях с изменением температуры от –10 до +60°C. Динамический диапазон регистрации полного вектора колебаний составляет 140 дБ, частотный диапазон  $f=0.03–50$  Гц. Характерной особенностью сейсмографа является то, что все три сейсмоприемника и блок аналогово-цифрового преобразования размещены в одном корпусе. Guralp имеет в своем комплекте систему GPS, которая обеспечивает точную часовую привязку и постоянное определение координат местонахождения.

Благодаря программному обеспечению, разработанному в отделе сейсмичности Карпатского региона, и применению «почтового робота» была получена возможность автоматического доступа к базе данных сейсмических станций «Ужгород», «Черновцы» и «Косов». Дополнительно, как и ранее [11], привлекались цифровые данные режимных геофизических станций «Мукачево», «Берегово», «Королево» Карпатской опытно-методической геофизической партии (КОМП) отдела сейсмичности Карпатского региона. Увеличение объема сейсмической информации, получаемой в цифровом виде, дало возможность полностью применить для ее обработки и анализа современную вычислительную технику. Определение кинематических и динамических параметров землетрясений Карпатского региона по-прежнему проводилось в соответствии с инструкцией [12]. Основные параметры регистрирующей аппаратуры Института геофизики НАН приведены в табл. 1, 2.

В Республике Молдова сейсмические наблюдения обеспечивались в 2003 г. станциями «Кишинёв», «Кагул», «Леово», «Сороки» Центра сейсмологии Института геологии и геофизики АН Молдовы. Каждая организация имеет свою сеть наблюдений и центр обработки данных. Их координаты и данные об аппаратуре приведены в табл. 3. Данные этих станций в основном позволяют локализовать глубокие землетрясения Вранча [14].

Карта эпицентров всех землетрясений дана на рис. 1.

**Таблица 1.** Сейсмические станции Карпат (в хронологии их открытия), работавшие в 2003 г., и параметры аналоговых станций

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, m$	Тип прибора	КомпONENTА	$V_{max}$	$\Delta T_{max, c}$	Раз-вертка, мм/мин
		межд.	рег.									
1	Львов	LVV	Лвв	05.06.1899	49.82	24.03	320	СКД	N, E	1050	0.20–20	30
									Z	1050	0.20–20	30
								СКД, КПЧ	Z	100	0.20–18	30
								СД-1	N, E	85	16–50	15
							Z	850	17–55	15		
				08.10.1999				СКД	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
				19.05.2003					N, E, Z	Guralp – цифровая станция		
2	Ужгород	UZH	Ужг	1934	48.63	22.29	160	СКД	N, E, Z	940	0.20–20	30
								СКД, КПЧ	Z	70	0.20–20	30
								ВБП-3	N, E, Z	11.5	0.01–0.80	360
				27.08.2002				СМ-3 КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
3	Межгорье	MEZ	Мжг	18.08.2002	48.51	23.51	440	С-5-С	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
4	Ужгород (павильон)		Ужг(п)	10.11.1963	48.66	22.34	168	СКМ-3	N, E, Z	38000	0.50–0.80	60
								СКМ-3, КПЧ	N	4100	0.30–0.50	60
									E, Z	4100	0.30–0.80	60
5	Моршин	MORS	Мрш	01.01.1978	49.14	23.90	262	СМ-3 КВ	Z	14200	0.50–1.00	60
6	Нижнее Селище	NSL	Нсл	1998	48.20	23.46	250	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
7	Тросник	TRS	Трс	1998	48.09	22.96	126	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
8	Косов	KSV	Кос	1961	48.31	25.07	450	СКД	Z	1050	0.20–19	30
				17.08.2002				СКД	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
9	Городок	HOR	Гор	12.10.2001	49.18	26.50	250	СКМ-3	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
10	Черновцы	CHR	Чрн	1992	48.28	25.93	150	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
	Берегово	BER	Брг	12.07.2000	48.25	22.57	160	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
	Мукачево	MUK	Мук	14.08.1996	48.45	22.69	152	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
	Королево	KOR	Кор	12.08.1999	48.16	23.14	150	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		

**Таблица 2.** Данные об аппаратуре цифровых станций Карпат типа DAS-03+(СМ-3КВ, СКД и С-5-С) в 2003 г.

Название станции	Тип датчика	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Львов	СКД	ВН(N, E, Z)v	0.05–18	50	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
		Guralp	МН(N, E, Z)v	0.03–50	25
Нижнее Селище	СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Тросник	СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Берегово*	СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Мукачево*	СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Королево*	СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Городок	СКМ-3	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Межгорье	С-5-С	ЕН(N, E, Z)v	0.2–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.2–1.5	5	100
Косов	СКД	ВН(N, E, Z)v	0.05–18	50	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100

Название станции	Тип датчика	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Ужгород	СМ-ЗКВ	EH(N, E, Z)v MH(N, E, Z)v	0.2–18 0.2–1.5	100 5	100 100
Черновцы	СМ-ЗКВ	EH(N, E, Z)v MH(N, E, Z)v	0.2–18 0.2–1.5	100 5	100 100

Примечание. Символом «v» обозначен велосиграф, знаком \* помечены три станции другого подчинения.

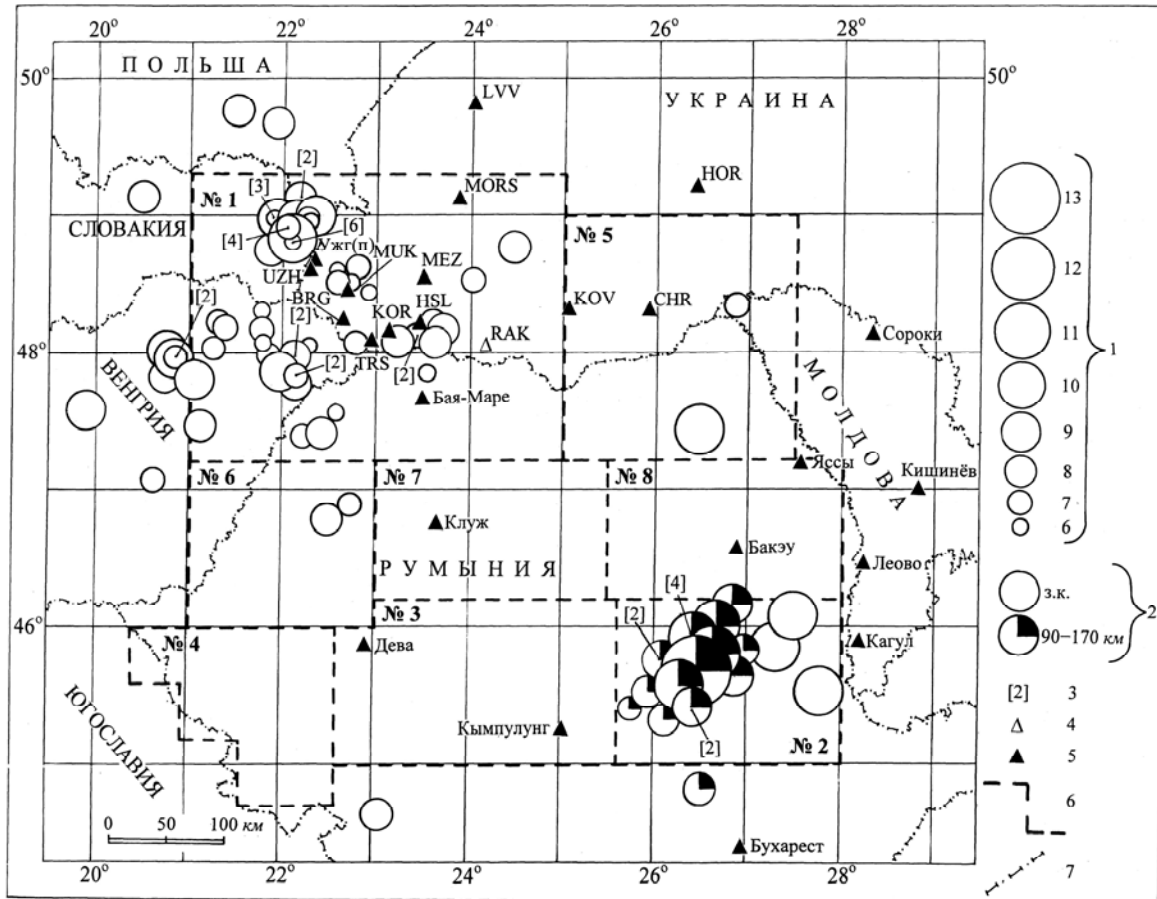


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2003 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра; 3 – в квадратных скобках указано число эпицентров с одинаковыми координатами; 4, 5 – сейсмическая станция, законсервированная и действующая соответственно; 6 – граница района; 7 – государственная граница. Номера сильных ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясений даны в соответствии с первой графой регионального каталога [13].

Таблица 3. Данные о регистрирующей аппаратуре сейсмических станций Молдовы (основные каналы)

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}$	$\Delta T_{max, c}$	Развертка, мм/мин
		межд.	рег.									
1	Кишинёв	KIS	Кшн	1949	47.00	28.82	185	СКМ-3	N	3310	0.8–1.9	60
									E	3180	0.7–1.9	60
									Z	2280	0.9–1.9	60
								СКД	N, E	1020	0.2–19	30
									Z	1080	0.2–19	30
								СКД, КПЧ	N	120	0.2–17	30
									E	100	0.2–16	30

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h <sub>y</sub> , м	Тип прибора	Компо- нента	V <sub>max</sub>	ΔT <sub>max</sub> , с	Развертка, мм/мин
		межд.	рег.									
								Z	100	0.2–15	30	
								Z	1180	16–40	15	
								N	3310	0.8–1.9	60	
2	Кагул	KGL	Кгл	1978	45.90	28.20	48.5	СД-2	1000	0.1–3.5	30	
								С-5-С	50	0.1–4.0	30	
3	Леово	LEOM	Лео	1982	46.47	28.25	20	С-5-С	2000	0.2–1.6	30	
								С-5-С	100	0.4–2.0	30	
4	Сороки	SORM	Срк	1983	48.13	28.34	60	СКМ-3	25000	0.1–1.3	30	
								Z	30000	0.2–0.7	60	
								С-5-С, КПЧ	400	0.1–4.0	60	

На рис. 2 показаны кривые увеличения всех каналов регистрации на станции «Кишинёв».

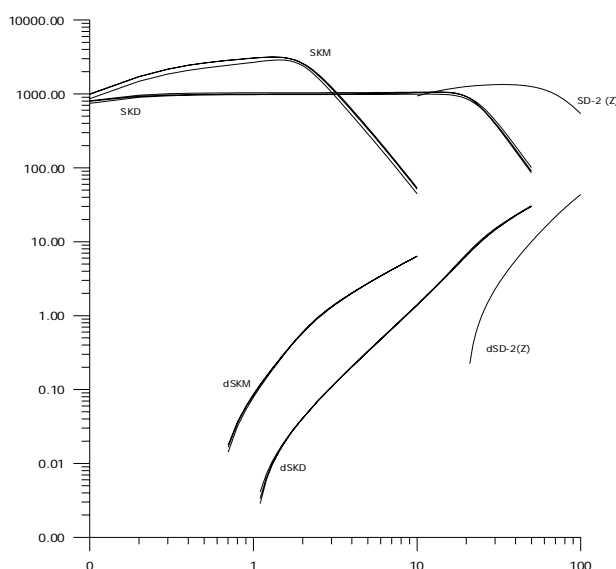


Рис. 2. Частотно-амплитудная характеристика приборов станции «Кишинёв»

В 2003 г. в Карпатском регионе Украины зарегистрировано 152 землетрясения с  $K_p=4.5-12.7$  [14, 15], из которых локализованы лишь 92, приведенных в каталоге [13]. На карте (рис. 1) показаны эпицентры землетрясений с  $K_p=6.0-12.7$ , которые имели место в пяти сейсмоактивных районах Карпатского региона и частично вне границ районов (на территории Польши, Словакии, Венгрии, Румынии).

Сведения о распределении землетрясений по районам, энергетическим классам и величине выделившейся сейсмической энергии приведены в табл. 4.

Выделившаяся сейсмическая энергия в Карпатском регионе в 2003 г. составила  $\Sigma E=5.11 \cdot 10^{12}$  Дж, что в три раза выше таковой в 2002 г. ( $\Sigma E=1.48 \cdot 10^{12}$  Дж) [11]. Наиболее активным, как и за весь период наблюдений, был район Вранча (№ 2), сейсмическая энергия которого составила  $\Sigma E=5.09 \cdot 10^{12}$  Дж, т.е. во всех других районах выделилось лишь около  $0.02 \cdot 10^{12}$  Дж.

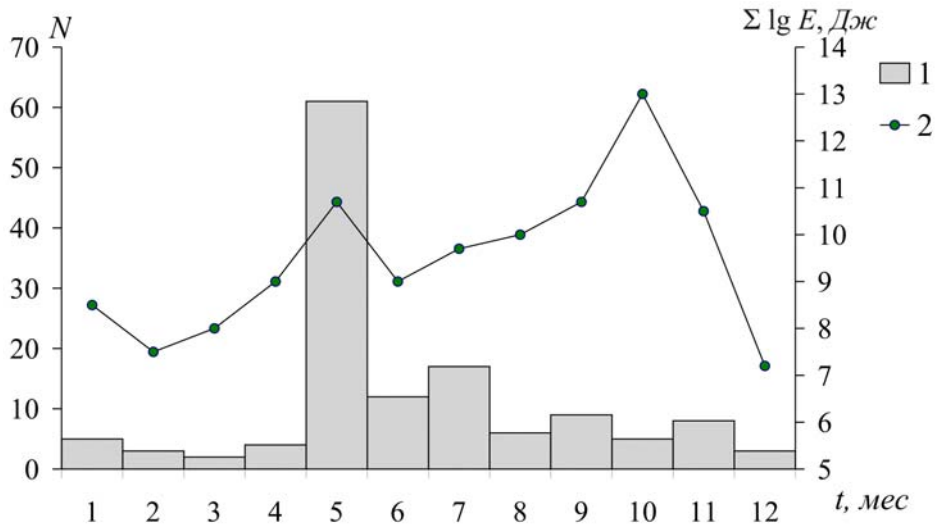
Характер активизации сейсмических процессов на протяжении года по месяцам в виде диаграмм представлен на рис. 3, 4. Наибольшее число землетрясений, зарегистрированных в мае в Северо-Западном районе № 1, было обусловлено всплеском сейсмической активности в Словакии (г. Михаловце), где с 20 мая был отмечен рой землетрясений (табл. 5).

В 2003 г. инструментальные сейсмические наблюдения в Карпатском регионе на большинстве станций проводились с использованием цифровой аппаратуры. В связи с этим в каталоге землетрясений приведены два вида энергетических классов:  $K_p$  и  $K_d$ . Энергетический класс  $K_p$  определен по номограмме Раутиан, а класс  $K_d$  – по длительности цифровой записи.

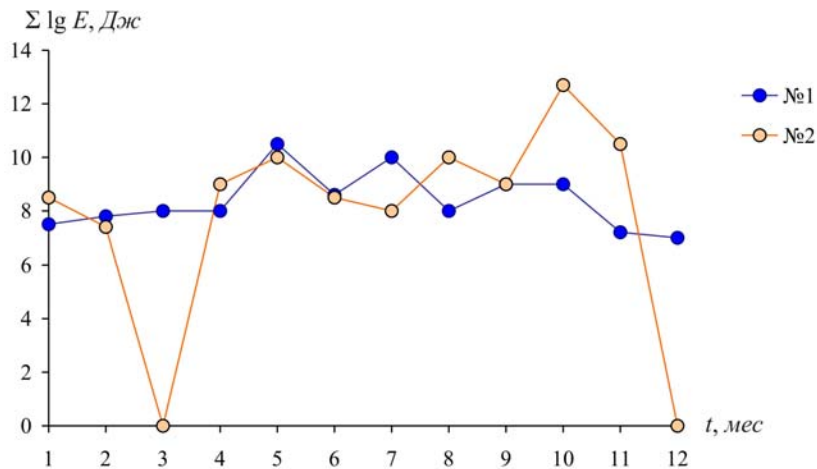
**Таблица 4.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам за 2003 г.

№	Район	$K_p$								$N_\Sigma$	$\Sigma E, 10^9 \text{ Дж}$
		<6	6	7	8	9	10	11	13		
1	Северо-Западный	1	17	20	12	5	2			57	26.42
2	Вранча			1	4	5	9	1	1	21	10195.41
3	Южные Карпаты										0
4	Банат										0
5	Буковина			1						1	0.01
6	Кришана			1	1					2	0.11
7	Трансильвания										0
8	Бакэу										0
Вне границ региона (рис. 1)											
	Польша				2					2	0.2
	Словакия				1					1	0.1
	Венгрия			3	1	3				7	3.13
	Румыния				1					1	0.1
Всего		1	17	26	22	13	11	1	1	92	10225.48

Примечание. Суммарная энергия рассчитана по округленным значениям  $K_p$ .



**Рис. 3.** Распределение числа землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии (2) в регионе по месяцам за 2003 г.



**Рис. 4.** Распределение логарифма выделенной энергии по месяцам за 2003 г. в районах Северо-Западном (№ 1) и Вранча (№ 2)

В павильоне «Оноковцы» в аналоговом виде регистрация сейсмических событий проводилась в полном объеме (СКМ-3, три составляющие), а на станциях «Косов» и «Моршин» – только по Z-составляющей. На основании аналоговых записей этих станций были определены параметры энергетического класса  $K_p$  и  $MSH$ .

**Северо-Западный район (№ 1).** В этом сейсмоактивном районе зарегистрировано 116 землетрясений широкого энергетического диапазона ( $K_p=4.5-10.0$ ). Основные сейсмические параметры были определены для 57 землетрясений, для остальных, зарегистрированных преимущественно одним павильоном «Оноковцы», определен лишь район по расстоянию.

а). В Закарпатье зарегистрировано 12 землетрясений с  $K_p=6.2-8.0$ , суммарная энергия которых  $\Sigma E=3.8 \cdot 10^8$  Дж. Закарпатские землетрясения слабые, их очаги размещены в пределах ранее выделенных сейсмоактивных зон и приурочены к Перипенинскому глубинному разлому – главной сеймотектонической линии, разграничивающей Карпаты и Закарпатский внутренний прогиб [11]. Эпицентры землетрясений в 2003 г. размещены по линии Тячево–Хуст–Мукачево–Среднее–Свалява.

б). В Предкарпатье зарегистрировано два землетрясения, произошедшие 23 сентября в 14<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_p=7.8$  в районе г. Богородчаны и 14 ноября в 10<sup>h</sup>20<sup>m</sup> с  $K_p=6.9$  в районе горы Сивуля. В районе населенных пунктов Надворная, Богородчаны и в предыдущие годы имели место сейсмические события. Глубина залегания очагова этих землетрясений находится в пределах  $h=5-7$  км [11, 16]. Известно также, что в упомянутом районе находятся несколько крупных нефтяных месторождений, интенсивная разработка которых ведется уже более ста лет. Если взять во внимание геодинамическую активность Предкарпатского краевого прогиба и учесть геологическое строение нефтегазоносных залежей, можно предположить, что и в будущем в местах длительной добычи полезных ископаемых будут происходить сейсмические события различной интенсивности [17].

в). Повышенная сейсмическая активность наблюдалась в восточной части Словакии в районе г. Михаловце, где 20 мая произошло пять землетрясений в 20<sup>h</sup>13<sup>m</sup>, 20<sup>h</sup>16<sup>m</sup>, 20<sup>h</sup>28<sup>m</sup>, 22<sup>h</sup>12<sup>m</sup> и 22<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $K_p=10.0, 9.1, 8.7, 6.4$  и  $7.1$  соответственно, которые ощущались в г. Ужгороде с интенсивностью 3–4 балла по шкале MSK-64 [18]. Их эпицентры находились на расстоянии 25–30 км от г. Ужгорода. Там же были зарегистрированы землетрясения в мае, июне и июле. Всего в этом районе зарегистрировано 70 землетрясений с  $K_p=6-10$  (табл. 5), для 22 из них определены координаты и глубина залегания. Остальные толчки этого роя не локализованы, т.к. записаны лишь на сейсмограммах павильона «Оноковцы» и для них определены лишь эпицентральное расстояние  $\Delta$  км,  $K_p$  и  $MSH$ . Эпицентры этих землетрясений расположены на продолжении зоны Перипенинского глубинного разлома. Их суммарная сейсмическая энергия составляет  $\Sigma E=1.4 \cdot 10^{10}$  Дж. В 2002 г. в этом же районе было отмечено землетрясение 22 января с  $K_p=8.9$  [11].

**Таблица 5.** Основные параметры главного толчка роя 20 мая в 20<sup>h</sup>13<sup>m</sup> с  $K_p=10.0$  и последующих за ним событий в Словакии (вблизи г. Михаловце) по [15]

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$MSH$	$K_p$ /n	$Kd$ /n	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$MSH$	$K_p$ /n	$Kd$ /n
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$								$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
1	20.05	20 13 39.7	48.81	22.07	9.5	2.9/3	10.0/3	15	20.05	22 12 50.5	48.96	22.28	6	0.8/1	6.4/1	6.9/4	
2	20.05	20 16 24.0	49.00	22.36	6	2.0/3	9.1/3	7.0/3	16	20.05	22 21 00.9	48.96	22.02	6	1.2/1	7.1/1	7.6/5
3	20.05	20 28 09.4	48.96	22.16	4.8	1.7/2	8.7/2	8.5/7	17	20.05	22 28 23				0.3/1	6.8/1	
4	20.05	20 39 00				0.8/1	8.0/1		18	20.05	22 29 02						4.5/1
5	20.05	20 45 26					5.1/1		19	20.05	23 36 58						5.1/1
6	20.05	20 51 43					5.1/1		20	21.05	00 41 56				0.4/1	5.4/1	
7	20.05	20 57 55				0.3/1	5.7/1		21	21.05	00 58 49				0.6/1	5.8/1	
8	20.05	21 00 03					5.2/1		22	21.05	01 32 47				0.9/1	6.3/1	
9	20.05	21 07 46				0.6/1	5.9/1		23	21.05	02 00 44						4.5/1
10	20.05	21 09 59				0.5/1	5.7/1		24	21.05	02 43 41				0.6/1	5.8/1	
11	20.05	21 11 50					5.2/1		25	21.05	02 45 05				0.6/1	5.8/1	
12	20.05	21 23 19					5.1/1		26	21.05	02 55 17				0.3/1	5.1/1	
13	20.05	21 33 47				0.2/1	5.4/1		27	21.05	03 10 05				0.9/1	6.4/1	
14	20.05	21 58 04					5.1/1		28	21.05	03 14 13				0.3/1	5.4/1	

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$MSH$	$K_p$ /n	$Kd$ /n	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$MSH$	$K_p$ /n	$Kd$ /n
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$								$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
29	21.05	04 23 06				1.0/1	6.2/1		50	27.05	13 08 33				0.4/1	5.4/1	
30	21.05	06 34 45.9	48.89	22.07	5.9	2.0/1	6.8/1	8.4/8	51	27.05	13 46 38				2.0/1	7.8/1	
31	21.05	07 44 04				1.6/1	7.8/1		52	27.05	15 05 52.1	48.85	22.14	3.6	1.8/1	8.1/1	7.8/4
32	21.05	07 47 07				1.7/1	7.7/1		53	28.05	04 02 18				1.0/1	6.6/1	
33	21.05	09 11 41				1.0/1	6.4/1		54	28.05	12 49 44.1	48.92	22.08	6	0.9/1	6.4/1	6.9/4
34	21.05	10 03 59				1.3/1	7.0/1		55	30.05	14 11 26				1.6/1	7.7/1	
35	21.05	12 10 37				0.4/1	5.6/1		56	01.06	07 02 33.2	48.81	22.06	5.4	1.5/2	8.0/2	8.3/5
36	21.05	20 14 19				0.7/1	5.9/1		57	04.06	09 06 45				0.3/1	5.5/1	5.6/2
37	22.05	00 25 04.8	48.89	22.01	8.8	2.9/1	8.8/1	8.4/7	58	07.06	08 11 24.7	48.93	22.13	6	1.0/1	5.7/1	6.1/2
38	22.05	01 18 20				0.7/1	6.2/1		59	27.06	15 49 47.0	48.87	22.20		0.5/1	5.8/1	6.3/2
39	22.05	03 14 08				0.8/1	6.0/1		60	27.06	17 18 43.7	48.80	22.10	6	1.1/1	6.2/1	6.4/5
40	22.05	23 09 59				0.4/1	5.6/1		61	28.06	04 26 40				0.5/1	5.0/1	5.6/2
41	23.05	12 36 04				0.7/1	6.0/1		62	28.06	19 09 07					4.5/1	
42	23.05	14 29 52				0.6/1	5.6/1		63	28.06	22 01 54.5	48.81	22.11	2.4	0.9/1	6.0/1	6.2/5
43	23.05	18 23 54.1	48.93	22.22	1.1	1.6/1	7.5/1	7.8/5	64	29.06	05 44 25.2	48.74	22.06	5	0.5/1	5.5/1	6.4/5
44	24.05	00 27 01				0.4/1	5.6/1		65	30.06	11 14 07				0.7/1	5.6/1	5.7/2
45	24.05	03 11 48				1.1/1	6.8/1		66	04.07	18 14 46				0.6/1	5.2/1	6.0/1
46	24.05	13 02 31.2	48.91	22.09	6	1.6/2	8.1/2	8.4/6	67	14.07	02 42 01.3	48.83	22.14	6			6.7/5
47	24.05	13 16 11				1.3/1	7.2/1		68	14.07	02 57 03.1	48.74	22.16	6			6.2/5
48	24.05	16 18 29.7	48.89	22.08	5.2	1.4/1	7.2/1	7.7/5	69	30.07	13 57 34.7	48.85	22.10	6	1.1/1	6.0/1	5.9/3
49	24.05	19 48 13				1.1/1	6.7/1		70	07.09	05 22 20.8	48.92	22.10	6	1.6/1	7.0/1	8.0/6

Помимо этого, сейсмические станции Карпатского региона зарегистрировали ряд землетрясений, которые произошли вне границ региона, очерченных на рис. 1 (на территории Польши, Словакии, Венгрии (табл. 4)). В Польше, в районе г. Кросно, зарегистрировано два землетрясения, произошедшие 29 мая в 11<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_p=7.6$  и 8 сентября 12<sup>h</sup>07<sup>m</sup> с  $K_p=8.2$ . В Словакии, в Высоких Татрах, локализовано одно землетрясение 19 апреля в 21<sup>h</sup>56<sup>m</sup> с  $K_p=8.3$ . В Венгрии отмечено семь толчков, по одному – в мае (8 мая в 12<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=7.2$ ) и июне (21 июня в 20<sup>h</sup>05<sup>m</sup> с  $K_p=8.6$ ), пять – в июле (7-го в 08<sup>h</sup>19<sup>m</sup>, 8-го в 17<sup>h</sup>04<sup>m</sup>, 13-го в 02<sup>h</sup>29<sup>m</sup>, 16-го в 00<sup>h</sup>22<sup>m</sup> и 19-го в 09<sup>h</sup>12<sup>m</sup> с  $K_p=7.5, 9.0, 9.2, 7.5$  и  $7.9$  соответственно). В Румынии, южнее района № 3, зарегистрировано одно землетрясение 19 июня в 18<sup>h</sup>02<sup>m</sup> девятью сейсмическими станциями с энергетическим классом  $K_p=8.5$  ( $Kd=8.7$ ).

В сейсмоактивном районе Вранча (№ 2) в Румынии сетью сейсмических станций Украины и Молдовы [13, 14] зарегистрировано 21 землетрясение с  $K_p=7.2-12.7$ . При определении координат очагов этих землетрясений были также учтены данные сейсмических станций Румынии. Все очаги размещены в верхней мантии на глубинах 100–170 км. Наиболее сильное землетрясение в районе Вранча произошло 5 октября в 21<sup>h</sup>38<sup>m</sup> с  $K_p=12.7$  и  $Kd=11.3$ , которое ощущалось в г. Кишиневе с интенсивностью 4 балла по шкале MSK-64. Детальное описание этого землетрясения приведено в статье [19] наст. сб.

В районе Буковина (№ 5) произошло также одно землетрясение 19 июля в 11<sup>h</sup>06<sup>m</sup> с  $K_p=7.3$ . Сейсмическая активность района Буковина по суммарной энергии землетрясений и их повторяемости ниже, чем в Закарпатье. Наиболее сильным сейсмическим событием этого района было землетрясение 19.01.2000 г. с  $K_p=11.1$ , очаг которого был расположен в земной коре на северо-востоке Румынии на границе с Молдовой [9].

В районе Кришана (№ 6) зарегистрировано два землетрясения, записанные 20 февраля в 17<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $K_p=7.3$  и 23 июля в 08<sup>h</sup>11<sup>m</sup> с  $K_p=8.1$ .

### Л и т е р а т у р а

1. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – М.: ГС РАН, 1997. – С. 10–15.
2. Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М. Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 10–14.

3. Костюк О.П., Руденская И.М. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 7–8.
4. Костюк О.П., Руденская И.М., Пронишин Р.С., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ГС РАН, 2001. – С. 12–14.
5. Костюк О.П., Пронишин Р.С., Руденская И.М., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ГС РАН, 2002. – С. 13–17.
6. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Бень Я.А., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 30–32.
7. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Чуба М.В., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 30–35.
8. Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Чуба М.В., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 43–51.
9. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 51–57.
10. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 52–63.
11. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 63–72.
12. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
13. 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., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2003 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
14. Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Вранча по наблюдениям сейсмических станций Молдовы. (См. раздел VI (Дополнительные данные) в наст. сб. на CD).
15. Чуба М.В., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Стасюк А.Ф., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Щепиль О.И., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 2003 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 2003 год. – Симферополь: ОС ИГиГ НАНУ, 2005. – С. 51–97.
16. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Сейсмичность Карпат в 2001 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2001 год. – Симферополь, 2003. – С. 32–43.
17. Гофштейн И.Д. Неотектоника Карпат. – Киев: АН УССР, 1964. – С. 74–175.
18. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
19. Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А., Михайлова Р.С. Землетрясение 5 октября 2003 года с  $K_p=12.7$ ,  $MSM=4.8$ ,  $I_0=4-5$  (Карпатский регион). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).