

КАРПАТЫ

Р.С. Пронишин¹, А.Ф. Стасюк¹, М.В. Чуба¹, Н.А. Симонова², Н.Я. Степаненко²¹Институт геофизики НАН Украины, г. Львов, e-mail: roman@seism.lviv.ua²Институт геологии и геофизики АН Молдовы, г. Кишинев, e-mail: kis-seismo@mail.ru

Сейсмические исследования в Карпатском регионе в 2000 г. проводились сетью, состоящей из девяти стационарных сейсмических станций: «Львов», «Ужгород», «Ужгород» (павильон в Оноковцы), «Межгорье», «Косов», «Рахов», «Моршин», «Тросник», «Нижнее Селище» (табл. 1). Сейсмическая станция «Городок» была законсервирована в начале года. Как указано в [1], на трех станциях («Львов», «Тросник» и «Нижнее Селище») установлены разработанные и изготовленные в Институте геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины (ИГФ НАНУ) опытные образцы цифрового автоматического сейсмометра DAS-03 (табл. 2). Этот прибор обеспечивает регистрацию полного вектора сейсмических колебаний в динамическом диапазоне не меньше 140 дБ разными типами сейсмоприемников. Частота регистрации измеряемой информации колеблется в пределах 0.01–200 Гц. Цифровой автоматический комплекс (DAS-03 + СМ-3-КВ) по своим техническим параметрам позволяет с большой степенью надежности регистрировать как слабые сейсмические события, так и максимальные колебания в широком частотном диапазоне. В результате существенно повысилась оперативность обработки информации.

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

№	Станция			Год открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	КомпONENTА	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$	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
								СД-1, КПЧ	Z	55	18–42	15
2	Ужгород	UZH	Ужг	08.10.1999	48.63	22.29	160	СКД	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
									N, E, Z	940	0.20–20	30
				1934	48.63	22.29	160	СКД, КПЧ	Z	70	0.20–20	30
								ВВП-3	N, Z	11.5	0.01–0.80	360
3	Межгорье	MEZ	Мжг	01.06.1961	48.51	23.51	440	СКМ-3	N, E, Z	31100	0.50–0.80	60
								СКМ-3, КПЧ	N, E, Z	2050	0.30–0.70	60
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, E, Z	4100	0.30–0.80	60
								С-5-С	N, E, Z	20	0.10–0.80	60
5	Моршин	MORS	Мрш	01.01.1978	49.14	23.90	262	СМ-3	Z	14200	0.50–1.00	60
6	Нижнее Селище	HSL	Нсл	01.03.1987	48.20	23.45	250	СКМ-3	Z	31900	0.50–0.90	60
7	Тросник	TRS	Трс	23.09.1995	48.82	24.03	320	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
									Z	13800	0.50–0.80	60
				16.03.1994	49.90	24.03	320	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция		
8	Косов	KOV	Кос	1961	48.31	25.07	450	СКД	N, E, Z	1050	0.20–19	30
								СКМ-3	N, E, Z	25000	0.30–0.80	60
								СКМ-3, КПЧ	N, E, Z	2100	0.30–0.70	60

№	Станция			Год открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компо- нента	V_{max}	$\Delta T_{max},$ с	Раз- вертка, мм/мин
		межд.	рег.									
9	Рахов	RAK	Рах	1956	48.05	24.20	495	СКМ-3 СКМ-3, КПЧ	N, E, Z Z	32800 3000	0.50–0.80 0.40–0.70	60 60
10	Городок (в 2000 г. не работала)	HOR	Гор	1991	49.18	26.50		СКМ-3	Z	27400	0.50–0.90	60
	Берегово*	BRG	Брг	12.07.2000	48.18	36.50	200	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		

Примечание. Знаком * помечены три станции другого подчинения.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Карпат в 2000 г.

Название станции	Тип датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП
Львов	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24
Нижнее Селище	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24
Тросник	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24
Берегово	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24
Мукачево	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24
Королево	СМ-3КВ	ЕН(N,E,Z)v	0.05–18	100	24
		МН(N,E,Z)v	0.05–1.5	5	24

Дополнительно при обработке землетрясений юга Закарпатья привлекались данные режимных геофизических цифровых станций «Мукачево», «Королево», «Берегово» (табл. 2), находящиеся в ведении Карпатской опытно-методической геофизической партии отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины. Основные параметры аналоговой и цифровой регистрирующей аппаратуры приведены в табл. 1 и 2.

Для определения параметров очагов местных землетрясений, кроме традиционных методов [2, 3] концентрических окружностей и засечек, использовалась программа FAST HYPO [4], по которой определялось время землетрясения в очаге, положение эллипса невязок, среднеквадратичная ошибка вычислений. Для учета влияния ошибок определений времен вступления сейсмических волн на результаты вычислений вводились соответствующие весовые коэффициенты.

В 2000 г. в Карпатском регионе зарегистрировано 67 землетрясений с $K_p=4.8-12.9$. Для 39 землетрясений определены координаты гипоцентров и другие сейсмические параметры [5]. Положение их эпицентров показано на рис. 1. Сведения о распределении землетрясений по районам, энергетическим классам и величине выделившейся сейсмической энергии приведены в табл. 4.

Каталог землетрясений за 2000 г. дополнен значениями магнитуд M_d по общей длительности записи по методике А.С. Маламуда [7]. Расчет магнитуды по длительности записи (в минутах) для глубокофокусных землетрясений с $M>4$ производится по формуле:

$$M_d=2.40 \lg \tau + 1.65,$$

а для землетрясений с $M \leq 4$ – по формуле:

$$M_d=2.67 \lg \tau + 1.65.$$

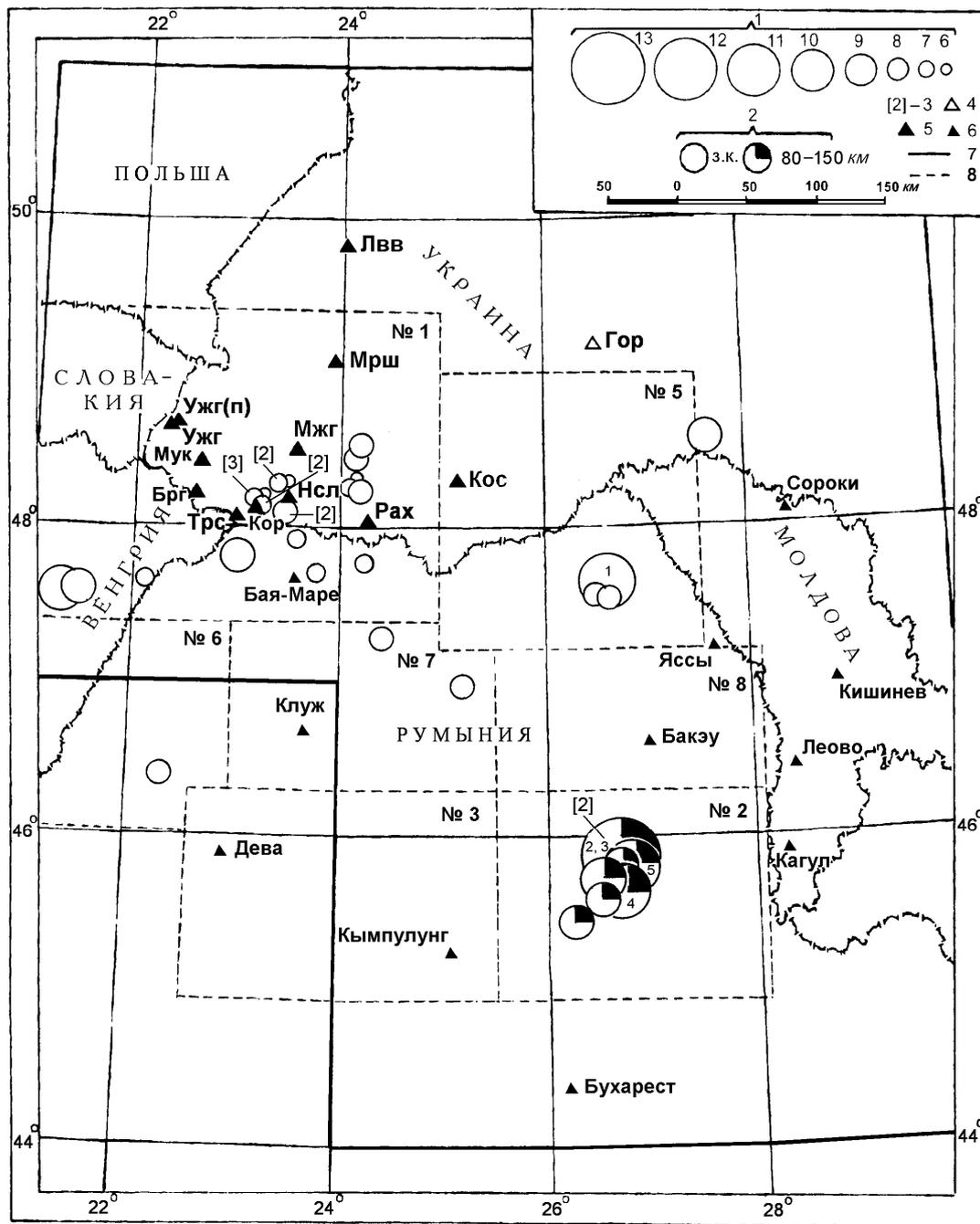


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2000 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра: z/k и 80–150 км; 3 – число землетрясений с одинаковым эпицентром; 4 – законсервированная станция; 5, 6 – сейсмическая станция Карпатского региона и прилегающих территорий соответственно; 7, 8 – граница региона и района соответственно. Номера сильных ($K_p \geq 10.6$) землетрясений даны в соответствии с первой графой регионального каталога [5].

Графики изменения во времени (по месяцам) числа землетрясений и выделенной сейсмической энергии показаны на рис. 2, откуда видно, что по числу землетрясений выделяются май, август, декабрь, по количеству сейсмической энергии – март и апрель. Рассмотрим проявления сейсмичности 2000 г. в отдельных районах.

Северо-Западный район (№ 1), кроме Закарпатья, включает в себя части территории Польши, Словакии, Венгрии, Румынии (рис. 1). Здесь зарегистрировано 39 землетрясений с $K_p=4.8-9.8$ (табл. 4), но локализованы лишь 23: 16 – в Закарпатья, 3 – в Венгрии и 4 – в Северной Румынии.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам за 2000 г.

№	Район	K_p								N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{10}$, Дж
		6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Северо-Западный										
	– Закарпатье	3(6)	8(3)	5		–	–	–	–	16(9)	0.053
	– Польша	–	–		(1)	–	–	–	–	(1)	0.040
	– Словакия	–	–	(2)	–	–	–	–	–	(2)	0.008
	– Венгрия	–	1	–	1	1	–	–	–	3	0.759
	– Румыния, Мармарош	–	3(4)	–	1	–	–	–	–	4(4)	0.054
	– Румыния, Сигет	–	1	–	–	–	–	–	–	1	0.001
2	Вранча										
	– горы Вранча	–	–	–	3(2)	1(6)	2(2)		2	8(10)	1320.000
	– Предкарпатский прогиб	–	–	–	–	(1)	–	–	–	(1)	0.501
3	Южные Карпаты	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Банат*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Буковина	–	–	2(1)	1	–	1	–	–	4(1)	12.900
6	Кришана	–	–	1	1	–	–	–	–	2	0.134
7	Трансильвания	–	–	2	–	–	–	–	–	2	0.026
8	Бакэу	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Всего	3(6)	12(7)	10(3)	7(3)	2(7)	3(2)	–	2	39(28)	1334.76

Примечание. Деление районов №1, №2 на подрайоны, по сравнению с таковым в [6], изменилось; в скобках приведено число землетрясений без координат, для которых определен только район эпицентра; знаком * отмечен район вне границ территории, для которой обрабатываются землетрясения. Целые значения классов $K_p=6-13$ соответствуют интервалам 5.6–6.5; 6.6–7.5 и т.д. Суммарная энергия ΣE рассчитана по классам K_p без округления.

Таблица 4. Сводные данные о годовых числах землетрясений и суммарной энергии в регионе за 1992–2000 г.

№	Год	K_p								N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{10}$, Дж
		6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1992	–	2	5	10	7	6	5	1	36	1460.60
2	1993	1	2	2	6	10	2	2	1	26	831.08
3	1994	1	3	2	12	11	3	–	–	32	48.99
4	1995	3	4	8	3	9	2	–	–	29	23.97
5	1996	1	3	4	6	6	3	–	–	23	36.30
6	1997	1	3	5	10	12	3	3	–	37	243.20
7	1998	2	7	2	5	7	1	2	–	26	310.88
8	1999	1	8	5	5	6	4	2	1	32	2676.66
	Среднее за 8 лет	1.25	4.00	4.12	7.12	8.50	3.00	1.75	0.37	30.12	703.96
	2000	3	12	10	7	2	3	–	2	39	

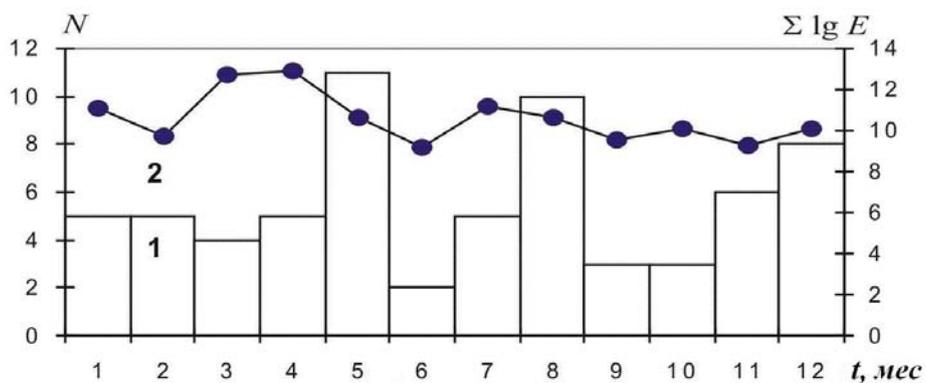


Рис. 2. Распределение числа N землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии ΣE (2) по месяцам в Карпатском регионе за 2000 г.

В Закарпатье отмечены лишь слабые землетрясения с $K_p \leq 8$. Их эпицентры размещены в его южной части. Очаги четырех землетрясений (24 июля в $14^{\text{h}}06^{\text{m}}$ с $K_p=7.4$, 22 августа в $12^{\text{h}}10^{\text{m}}$ с $K_p=6.4$, 26 ноября в $09^{\text{h}}34^{\text{m}}$ с $K_p=6.8$, 3 декабря в $16^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $K_p=7.8$), произошедших в окрестности пос. Нижнее Селище, и одного землетрясения (13 ноября в $02^{\text{h}}52^{\text{m}}$ с $K_p=7.5$) вблизи г. Уголь, приурочены к Перепеннинскому глубинному разлому [8]. К Тячево-Сигетской сейсмоактивной зоне (Солотвинская впадина) относятся два землетрясения недалеко от г. Хуст (16 мая в $11^{\text{h}}01^{\text{m}}$ с $K_p=7.0$ и 7 августа в $12^{\text{h}}28^{\text{m}}$ с $K_p=6.7$). Землетрясение 25 апреля в $10^{\text{h}}48^{\text{m}}$ с $K_p=7.3$ локализовано на территории Румынии, в пяти километрах от государственной границы с Украиной. Оно проявилось в г. Тячев (15 км) с интенсивностью $I=3$ балла по шкале MSK-64 [9]. Его ощущали люди, находящиеся в зданиях в спокойном состоянии. Чувствовался легкий толчок, слабое покачивание. Вблизи г. Виноградов, в Чоп-Мукачевской впадине, произошло четыре землетрясения (18 февраля в $14^{\text{h}}33^{\text{m}}$ с $K_p=6.3$, 16 августа в $12^{\text{h}}57^{\text{m}}$ с $K_p=7.2$, 7 сентября в $13^{\text{h}}52^{\text{m}}$ с $K_p=7.1$, 23 октября в $14^{\text{h}}16^{\text{m}}$ с $K_p=6.9$). В восточной части Закарпатья, наиболее высокогорной и малозаселенной, отмечено пять землетрясений (25 апреля в $13^{\text{h}}02^{\text{m}}$ с $K_p=7.5$, 9 мая в $02^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $K_p=8.1$, 9 мая в $02^{\text{h}}46^{\text{m}}$ с $K_p=6.7$, 13 мая в $20^{\text{h}}54^{\text{m}}$ с $K_p=6.3$; 13 июля в $13^{\text{h}}55^{\text{m}}$ с $K_p=8.3$). По величине выделившейся энергии эта часть Закарпатья в 2000 г. была самой активной. Здесь выделилось $3.65 \cdot 10^8$ Дж энергии, что составляет почти 70% от всей энергии, выделившейся в Закарпатье.

На севере Румынии зарегистрировано девять землетрясений. Координаты очагов определены для четырех из них. Очаги трех землетрясений размещены в северо-западной части Мармароша и один – в восточной, называемой Сигет (табл. 3). Наибольшее значение энергетического класса $K_p=8.7$ относится к землетрясению 8 сентября в $19^{\text{h}}40^{\text{m}}$. Его очаг расположен в 15 км восточнее г. Сату-Марэ и в 6 км юго-восточнее очага самого сильного землетрясения Северо-Западного района 04.01.1999 г. с $K_p=10.5$, которое ощущалось на юге Закарпатья с интенсивностью до 5–6 баллов [6], и является, возможно, его поздним афтершоком.

На территории Венгрии, в пределах Паннонской впадины, зарегистрировано три землетрясения. Наиболее сильное из них произошло 2 марта в $06^{\text{h}}15^{\text{m}}$ с $K_p=9.8$ и сопровождалось одним толчком с $K_p=9.1$ через 9 минут после главного толчка [5]. Энергетическая ступень между ними составляет всего лишь

$$\Delta K_a = 9.8 - 9.1 = 0.9.$$

следовательно можно считать, что это группа из двух толчков близкой энергии.

В сейсмоактивном районе **Вранча (№ 2)** (целиком на территории Румынии) сеть карпатских сейсмических станций Украины и Молдовы зарегистрировано 19 землетрясений в широком диапазоне энергетических классов $K_p=8.5-12.9$. Очаги 18 землетрясений размещены в верхней мантии на глубинах $h=80-160$ км, координаты очагов определены для восьми (табл. 3). Одно землетрясение, произошедшее в Предкарпатском прогибе, не локализовано, поскольку зарегистрировано только сейсмической станцией «Кишинев».

Два глубокофокусных ощутимых землетрясения с $K_p \div 13$ произошли 8 марта в $22^{\text{h}}11^{\text{m}}$ ($MLH=5.2$, $K_p=12.7$, $h=80$ км) и 6 апреля в $00^{\text{h}}10^{\text{m}}$ ($MLH=5.3$, $K_p=12.9$, $h=150$ км). Первое ощущалось в Кишиневе и в Кагуле немногими людьми, находящимися в спокойном состоянии. В Кагуле отмечены слабые колебания мебели, звон посуды. Интенсивность сотрясений в Кагуле равна 3–4, в Кишиневе – 2 баллам. Второе землетрясение произошло ночью, в городах Кишинев и Кагул некоторые спящие проснулись. В Кагуле слышалось дребезжание окон, звенела посуда, дрожала мебель. Колебания были схожи с колебаниями, создаваемыми проезжающим тяжело нагруженным транспортом. Интенсивность землетрясения в этом городе оценена в 4 балла, в Кишиневе – 3–4 балла. Для землетрясения 6 апреля имеется решение механизма очага [10], согласно которому подвижка произошла под действием как сжимающих, так и растягивающих напряжений, ориентированных в северо-западном–юго-восточном направлении. Нодальная плоскость $NP1$ залегает полого и ориентирована близмеридионально (рис. 3). Смещение по ней представлено надвигом с элементами левостороннего сдвига. Нодальная плоскость $NP2$ имеет крутое падение и северо-восточное–юго-западное простирание, смещение – типа взброс.

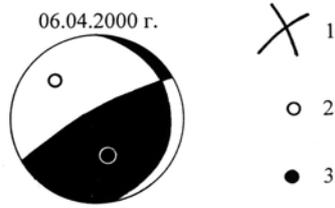


Рис. 3. Стереограмма механизм очага землетрясения 6 апреля с $K_p=12.9$ в проекции нижней полусферы

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернены области волн сжатия.

В очагах землетрясений **Буковины (№ 5)** в 2000 г. количество выделившейся энергии, равное $\Sigma E=1.29 \cdot 10^{11}$ Дж, превысило таковую в соседнем Северо-Западном районе ($\Sigma E=1.74 \cdot 10^9$ Дж) почти на порядок, но на два порядка ниже, чем в сейсмоактивном районе Вранча. Самым сильным сейсмическим событием этого района было осязательное землетрясение с очагом в земной коре, произошедшее 19 января в 23^h09^m с $K_p=11.1$ [5] на северо-востоке Румынии в пограничном с Молдовой районе (рис. 1). Оно сопровождалось двумя афтершоками с $K_p=8.3$ и 8.4, произошедшими в 23^h19^m и в 23^h23^m соответственно. Макросейсмические данные были собраны по северо-западу Республики Молдовы. Ответы на разосланные опросные анкеты получены из 10 населенных пунктов (табл. 5). В связи с тем, что численная оценка интенсивности сотрясений по имеющимся макросейсмическим данным затруднена, балльность приводится не для всех пунктов. По данным инструментальных наблюдений прошлых лет здесь 11.07.1986 г. [11] было зарегистрировано также довольно сильное ($K_p=10.4$) землетрясение.

Таблица 5. Макросейсмические данные о землетрясении 19 января в 23^h09^m с $K_p=11.1$

№	Пункт	Δ , км	AZM°	I , балл	Макросейсмическое описание
1	с. Безеда	22	45		Многие проснулись от сильного гула, толчков не почувствовали.
2	с. Верхние Хологоры	37	45		Жители села отметили в это время необычно сильный лай собак, колебаний почвы не ощутили.
3	с. Костешты	39	117		В селе расположена электростанция, с которой во время землетрясения автоматически отключилась подача электроэнергии.
4	г. Единцы	43	67	0	Проявления землетрясения не отмечены.
5	г. Рышканы	59	100	0	Проявления землетрясения не отмечены
6	г. Глодяны	62	116	0	Проявления землетрясения не отмечены.
7	с. Марамоновка	75	74	2	Один человек из опрошенных почувствовал толчок с северо-запада.
8	с. Кэлинешты	75	34	2–3	Отдельные люди ощутили толчок в направлении с северо-запада, некоторые слышали шум (казалось, что работает множество сильных двигателей). Беспokoились куры.
9	г. Бельцы	89	108	2	Некоторые люди на верхних этажах почувствовали быстрое колебание.
10	с. Сэрата Веке	89	127	0	Проявления землетрясения не отмечены.

Примечание. AZM – азимут от эпицентра.

Следует отметить еще одно буковинское землетрясение 25 октября в 14^h27^m с $K_p=9.4$, локализованное юго-восточнее станции «Городок» (рис. 1). Его очаг размещен в районе Ново-днестровской ГЭС, севернее Могилев-Подольска, где в конце февраля 1984 г. [12, 13] произошла серия землетрясений, проявившихся с интенсивностью до 5 баллов.

Сейсмичность района **Кришана (№ 6)** в 2000 г. проявилась двумя землетрясениями (рис. 1): одно – в Румынии (24 мая в 08^h45^m с $K_p=7.9$), другое – в Венгрии (18 декабря в 03^h11^m с $K_p=9.1$) [5]. В последние годы землетрясения из этого района не регистрировались.

В районе **Трансильвания (№ 7)** произошло два землетрясения 8-го класса: 28 марта в 12^h39^m с $K_p=8.2$ и 23 августа в 07^h53^m с $K_p=8.0$.

В районе **Бакзу (№ 8)** в 2000 г. землетрясения не отмечены.

Л и т е р а т у р а

1. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Сейсмичность Карпат в 2000 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2000 год. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2002. – С. 24–29.
2. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 48–53.
3. Костюк О.П., Руденская И.М. Сейсмичность Карпат в 1993 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 1993 год. – Симферополь: Институт геофизики НАН Украины, 1996. – С. 19–21.
4. Herrmann R.B. FAST HYPO - A hypocenter location program // Earthquake Notes. – 1979. – 50. – № 2. – P. 25–37.
5. Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Пронишин М.Р., Симонова Н.А. Карпаты. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
6. 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.
7. Маламуд А.С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений / Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. – М.: Наука. – 1974. – 2. – С. 180–192.
8. Гофштейн И.Д. Неотектоника Карпат. – Киев: АН УССР, 1964. – 184 с.
9. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
10. Чепкунас Л.С. (сост.). Карпаты. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
11. Руденская И.М. (отв. сост), Чуба М.В., Гаранджа И.А., Хивренко З.С., Черная И.М. Региональный каталог Карпат за 1986 г. // Землетрясения в СССР в 1986 году. – М.: Наука, 1989. – С. 224–225.
12. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 7–10.
13. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат в 1984 году // Сейсмологический бюллетень ЗТЗ ЕССН СССР (Крым–Карпаты, 1984 г.). – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 181–186.