

КАРПАТЫ

А.Ф. Стасюк¹, Р.С. Пронишин¹, М.В. Чуба¹, Н.А. Симонова², Н.Я. Степаненко²

¹Институт геофизики НАН Украины, г. Львов

²Институт геологии и геофизики АН Молдовы, г. Кишинев

Сейсмологические наблюдения в Карпатском регионе в 1999 г. из-за отсутствия стабильного финансирования проводились еще в меньшем объеме, чем в 1998 г. Из ранее [1] работавших десяти станций («Львов», «Ужгород», «Рахов», «Косов», «Межгорье», «Ужгород» (павильон), «Моршин», «Нижнее Селище», «Тросник», «Городок») три станции («Рахов», «Косов» и «Городок») были законсервированы еще в первой половине 1998 г. [2]. В 1999 г. на трех других станциях («Моршин», «Нижнее Селище», «Тросник») запись сейсмических событий проводилась только на вертикальной составляющей, и то с перерывами (табл. 1). Кроме того, для экономии фотоматериалов на сейсмических станциях, оборудованных высокочувствительной аппаратурой (табл. 1), была установлена развертка 60 мм/мин.

Таблица 1. Сейсмические станции Карпат (в хронологии их открытия), работавшие в 1999 г., и их параметры

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Компю- нента	V _{max}	ΔT _{max} , с	Раз- вертка, мм/мин
		межд.	рег.									
1	Львов	LVV	Лвв	05.06.1899	49.820	24.031	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	1934	48.631	22.293	160	СКД	N, E, Z	940	0.20–20	30
								СКД, КПЧ	Z	70	0.20–20	30
								ВБП-3	N, Z	11.5	0.1–0.8	360
3	Межгорье	MEZ	Мжг	01.06.1961	48.514	23.514	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	48.664	22.338	168	СКМ-3	N, E, Z	38000	0.50–0.80	60
								СКМ-3, КПЧ	N, E, Z	4100	0.3–0.8	60
5	Моршин (не работала с 17.08 по 26.09)	MORS	Мрш	01.01.1978	49.137	23.898	262	СМ-3	Z	14200	0.50–1.00	60
6	Нижнее Селище (не работала с 01.06 по 21.06., с 01.09 по 01.12., с 10.12 по 31.12.)	HSL	Нсл	01.03.1987	48.198	23.457	250	СКМ-3	Z	31900	0.50–0.90	60
7	Тросник (не работала с 23.03 по 25.04., с 01.05 по 01.08., с 25.08 по 10.11)	TRS	Трс	01.08.1988	48.095	22.960	126	СМ-3КВ	Z	13800	0.50–0.80	60

Методика обработки и схема деления региона на отдельные сейсмоактивные районы остались прежними [3]. При обработке землетрясений с промежуточной глубиной очага $h=90-160$ км из сейсмоактивного района Вранча, наряду с записями сейсмических станций

региональной сети (табл. 1), использовались записи станции «Кишинев» Молдовы, а также данные станций «Севастополь», «Симферополь», «Ялта», «Алушта», «Судак», «Феодосия» сети Крыма [4]. Для определения координат эпицентров землетрясений необходимы данные не менее трех сейсмических станций. Однако в большинстве случаев землетрясения регистрировались лишь одной или двумя станциями, поэтому для этих землетрясений определялся только район эпицентра и энергетические характеристики.

Общее число зарегистрированных за год землетрясений составило 99 в диапазоне $K_p=4.0-13.4$ [5]. Их распределение по энергетическим классам в каждом районе или подрайоне дано в табл. 2. Но координаты очагов определены лишь для 32 толчков, приведенных в каталоге [6]. Карта их эпицентров показана на рис. 1.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам по [5]

№	Район	K_p									N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{10}$, Дж
		4-5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Северо-Западный											
	– Закарпатье	0(4)	1(13)	6(6)	4(1)	1	–	–	–	–	12(24)	0.007
	– Словакия	0(1)	0(1)	0(3)	1(1)	–	–	–	–	–	1(6)	0.002
	– Венгрия	–	–	–	0(2)	0(1)	–	–	–	–	0(3)	0.005
	– Румыния, Мармарош	–	–	1(2)	0(1)	1	1	–	–	–	3(3)	3.240
	– Румыния, Сигет	–	–	1	0(1)	0(2)	–	–	–	1(3)	0.185	
2	Вранча											
	– горы Вранча	–	–	–	–	3(9)	6(11)	3(1)	2	1	15(21)	2670.000
	– Предкарпатский прогиб	–	–	–	–	0(3)	0(1)	–	–	–	0(3)	3.220
3	Южные Карпаты	–	–	–	0(1)	–	–	–	–	–	0(1)	0.002
4	Банат*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Буковина	–	–	–	0(1)	–	–	–	–	–	0(1)	0.002
6	Кришана	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	Трансильвания	–	–	–	0(1)	–	–	–	–	–	0(1)	0.002
8	Бакэу											
	Всего	0(5)	1(14)	8(11)	5(9)	5(15)	6(11)	4(2)	2	1	32(67)	2676.665

Примечание. Деление районов №1, №2 на подрайоны, по сравнению с таковым в [2], изменилось; в скобках приведено число землетрясений, для которых определен только район эпицентра; знаком * отмечен район вне границ территории, для которой обрабатываются землетрясения.

Выделившаяся за 1999 г. суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=2.68 \cdot 10^{13}$ Дж, что в 8.6 раза выше соответствующего ее уровня в 1998 г. и более чем на два порядка выше такового уровня в 1995 г. (табл. 3), когда наблюдался минимум энергии, начиная с 1970 г. [7].

Таблица 3. Число землетрясений разных классов K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE в Карпатском регионе за 1992–1998 гг.

№	Год	K_p								N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{11}$, Дж	Источник
		6	7	8	9	10	11	12	13			
1	1992	–	2	5	10	7	6	5	1	36	146.060	[8]
2	1993	1	2	2	6	10	2	2	1	26	83.108	[3]
3	1994	1	3	2	12	11	3	–	–	32	4.899	[9]
4	1995	3	4	8	3	9	2	–	–	29	2.397	[7]
5	1996	1	3	4	6	6	3	–	–	23	3.630	[1]
6	1997	1	3	5	10	12	3	3	–	37	24.320	[10]
7	1998	2	7	2	5	7	1	2	–	26	31.088	[2]

Выделение сейсмической энергии в Карпатском регионе в течение года было неравномерным: максимумы наблюдались в апреле и ноябре, минимум – в сентябре, когда число землетрясений также было минимальным (рис. 2). В остальные месяцы уровень $\lg \Sigma E$ примерно одинаковый.

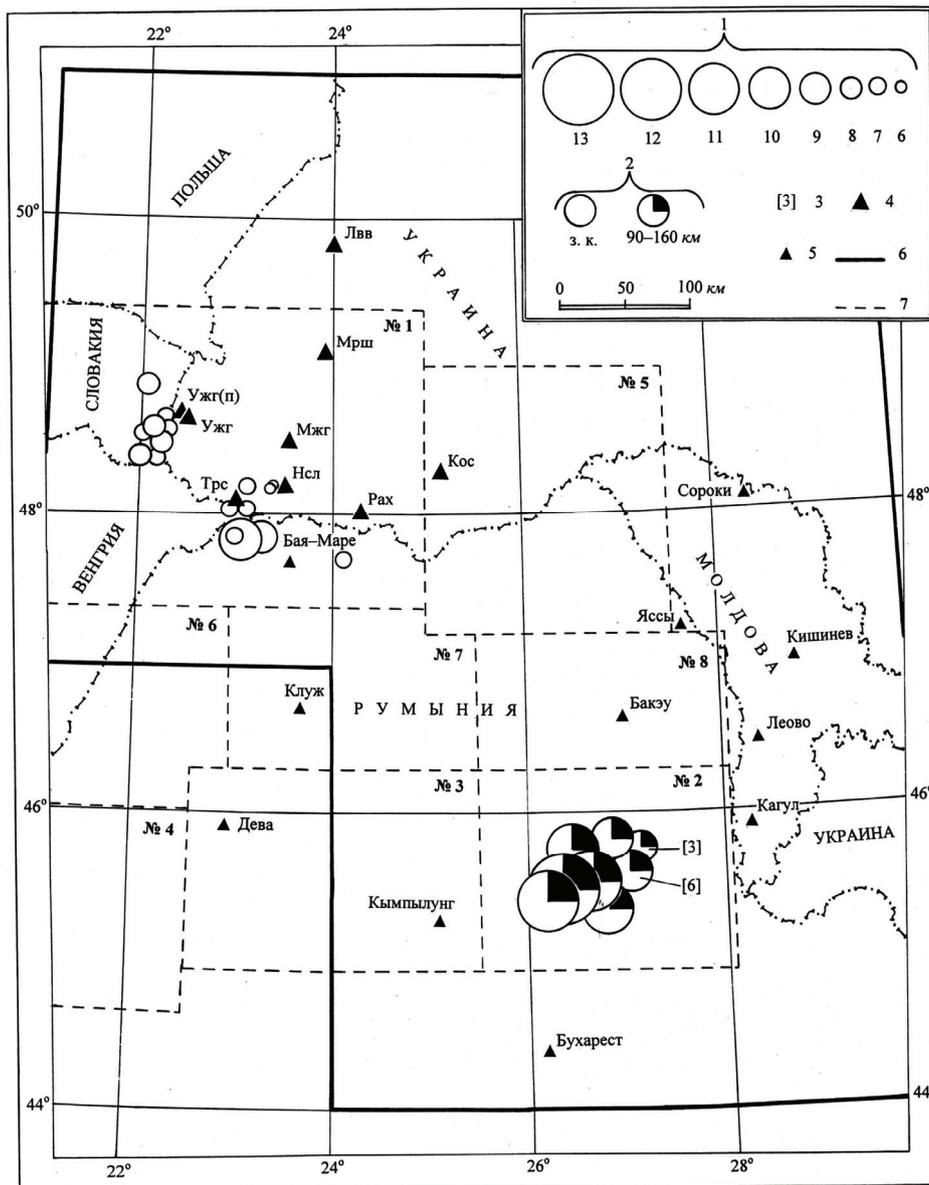


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 1999 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра: з/к и 90–160 км[6]; 3 – число землетрясений с одинаковым эпицентром; 4, 5 – сейсмическая станция Карпатского региона и прилегающих территорий соответственно; 6, 7 – граница региона и района соответственно.

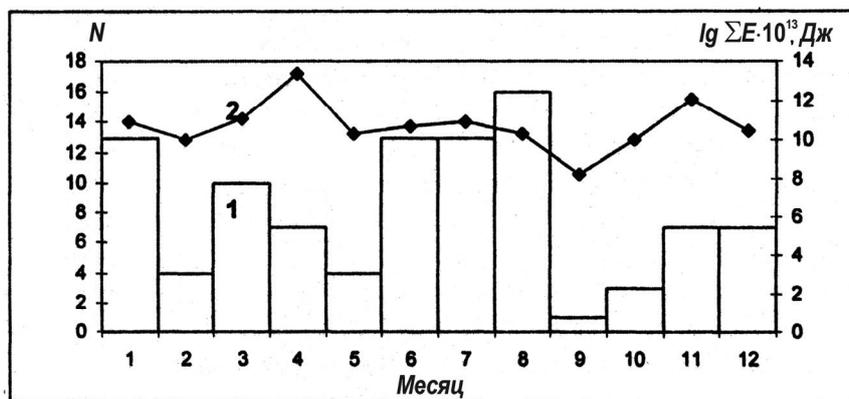


Рис. 2. Распределение числа N землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии ΣE (2) по месяцам в Карпатском регионе за 1999 г. по [5]

В Северо-Западном районе (№ 1) общее число толчков, согласно табл. 2, составило 56, но эпицентры определены лишь для 17 из них, распределившихся следующим образом: одно – в Словакии, четыре – в Румынии и двенадцать – в Закарпатье.

Самый сильный ($K_p=10.5$) из них реализовался 4 января в 00^h30^m в Румынии, вблизи г. Халмэу, в 15 км от границы с Украиной и Венгрией (рис. 1). Он ощущался во всем Закарпатье. Наибольшая интенсивность сотрясений была отмечена в сс. Заболотье и Дьяково, на расстояниях 16 и 18 км от эпицентра. Люди проснулись от сильного гула. Сотрясались здания, звенели стекла окон, посуда, дрожала мебель. В некоторых домах в штукатурке образовались тонкие трещины, кое-где осыпалась побелка, отвалились куски штукатурки.

В табл. 4 помещены собранные сведения об интенсивности сотрясений в одиннадцати населенных пунктах, а на рис. 3 приведена карта макросейсмических проявлений этого землетрясения, где показано возможное положение пятибалльной изосейсты. Энергетический класс $K_p=10.5$ и магнитуа $MLH=3.5$, определенные по сети сейсмических станций, указывают, что, согласно уравнению макросейсмического поля:

$$I_0=1.5 M - 3.5 \lg h + 3.0 \text{ [11]},$$

при глубине очага $h=4-5$ км интенсивность сотрясений в эпицентре I_0 не менее 6 баллов по шкале MSK-64 [12]. Следует особо отметить, что последние ощутимые землетрясения в этом районе произошли более 100 лет назад: в 1893 г. возле г. Халмэу (Румыния) с интенсивностью в эпицентре 7 баллов и в 1901 г. возле г. Ливады (Румыния) с $I_0=6$ баллов. В последующие годы тут наблюдалось сейсмическое затишье вплоть до описываемого землетрясения 4 января (табл. 5).

Таблица 4. Макросейсмические сведения о землетрясении 4 января в 00^h30^m с $MLH=3.5$, $K_p=10.5$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
1	<u>5–6 баллов</u>	16	5	Тросник	29
	Заболотье		6	Фанчиково	31
	Дьяково		7	Новое Село	32
3	<u>5 баллов</u>	32	8	Хижа	32
	Теково		9	Виноградов	34
4	<u>4–5 баллов</u>	27	10	Королёво	35
	Сасово		11	Олешник	36

Таблица 5. Ощутимые землетрясения в очаговой зоне землетрясения 4 января

Дата, д м	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_0$	Код	Эпицентр			Глубина очага			$M \pm \delta M$	Код, п. изм.	Интенсивность в эпицентре		Примечания	Ист.
			$\varphi^\circ, N \pm \delta \varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E \pm \delta \lambda^\circ$	Код	h , км $\pm \delta h$	Код	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$			Код, п. пункт.			
11.03.1893	09 25 ± 10 мин	6	47.98 ± 0.05	23.05 ± 0.05	2	3 1.5–6	5	3.9 ± 0.5	3	7 ± 0.5	5 44	Халмеу; 7–0.5(1); 6–5(3); 5–12(8); 4–24(19); 3–42(13)	[13]	
12.12.1901	10 28 ± 10 мин	6	47.9 ± 0.20	23.1 ± 0.20	4	4 2–8	5	3.4 ± 0.7	4	6 ± 1	1 2	Ливады; 3–4–30(1)	[13]	
04.01.1999	00 30 34.8 ± 0.5 с	1	47.84 ± 0.10	23.02 ± 0.10	3	4–5 ± 1		3.5 ± 0.5	3 2	6 ± 0.5	1 11	Халмеу; 5–6–17(2); 4–5–32(8)		

Все 12 эпицентров землетрясений Закарпатья (табл. 2) размещены в его юго-западной части (рис. 1). К Тячев-Сигетской сейсмоактивной зоне (Солотвинская впадина) относятся два слабых землетрясения вблизи г. Хуст (18 января в 13^h14^m с $K_p=6.2$ и 14 декабря в 10^h31^m с $K_p=6.5$). Вблизи г. Виноградов (Чоп-Мукачевская впадина) произошло три землетрясения: 19 января в 10^h26^m с $K_p=7.0$, 10 марта в 11^h11^m с $K_p=7.2$ и 5 мая в 12^h50^m с $K_p=6.6$. Первое из

них ощущалось в ближайшем населенном пункте с. Тросник с интенсивностью 3 балла [6]. Наибольшее число ($N=7$) закарпатских землетрясений отмечено в западной части Чоп-Мукачевской впадины, вблизи г. Чоп. Активизация сейсмического процесса началась 29 июня и продолжалась до 2 июля. Выделившаяся суммарная сейсмическая энергия Чопских землетрясений составила $\Sigma E=5.59 \cdot 10^8$ Дж.

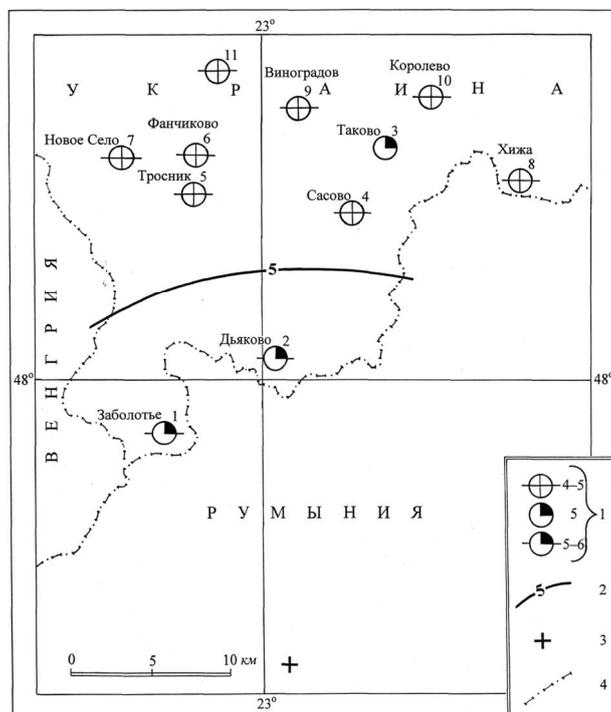


Рис. 3. Карта макросейсмических проявлений землетрясения 4 января на территории Виноградовского района Закарпатской области

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [12]; 2 – изосейста; 3 – инструментальный эпицентр; 4 – государственная граница. Цифрами на рисунке указаны населенные пункты, согласно табл. 4.

В районе **Вранча (№ 2)** зарегистрировано 40 землетрясений с $K_p=8.5-13.4$. Из них очаги 36-ти можно по виду записи отнести к верхней мантии ($h=90-160$ км). Координаты очагов определены только для 15. Шесть глубокофокусных землетрясений ощущались на территории Молдовы: 22 марта в 19^h25^m , 28 апреля в 08^h47^m , 29 апреля в 18^h44^m , 29 июня в 20^h04^m , 8 ноября в 19^h22^m и 14 ноября в 09^h05^m [6]:

Землетрясение 22 марта ($K_p=11.0$, $h=140$ км) ощущалось в Кишиневе и Кагуле с интенсивностью в 2–3 балла на верхних этажах зданий немногими людьми, находящимися в спокойном состоянии.

Землетрясение 28 апреля ($K_p=13.4$, $h=150$ км), как наиболее сильное, детально описано ниже.

Землетрясение 29 апреля ($K_p=10.3$, $h=140$ км) отмечено в Кишиневе отдельными людьми с интенсивностью 2 балла.

Землетрясение 29 июня ($K_p=10.5$, $h=130$ км) ощущалось в Кишиневе отдельными людьми в многоэтажных и одноэтажных домах. Чувствовался легкий толчок интенсивностью 3 балла.

Землетрясение 8 ноября ($K_p=11.7$, $h=135$ км) отмечено в Кишиневе многими людьми на верхних этажах зданий и немногими – на первых этажах. Чувствовался толчок, покачивание, отдельные люди испугались. Слышался звон посуды, стекол в серванте, гул. Интенсивность сотрясений 3–4 балла.

Землетрясение 14 ноября ($K_p=11.9$, $h=130$ км) в Кишиневе ощущалось немногими на всех этажах зданий. Люди почувствовали 1–2 толчка и легкие колебания. Упали книги (1 сообщение). Интенсивность – около трех баллов.

Наиболее ощутимым было землетрясение 28 апреля не только в районе Вранча, но и во всем регионе в 1999 г. Разброс в оценке его энергетического класса K_p , согласно [4], значительный: по записям станции «Кишинев» $K_p=15.6$, в то время как по записям четырех станций Крыма – ниже почти на порядок («Симферополь» – 14.4, «Алушта» – 14.0, «Судак» – 14.3, «Феодосия» – 14.0), а по записям пяти региональных станций – на 3–4 порядка ниже («Нижнее Селище» – 12.0, «Тросник» – 12.3, «Ужгород» – 12.5, «Ужгород» (павильон) – 12.5, «Львов» – 12.8). По-видимому, это в большей степени может быть следствием неравномерного излучения сейсмической энергии в разных азимутах, нежели значительных станционных особенностей. Среднее значение K_p в каталоге [6] определено на уровне $K_p=13.4$. В табл. 6 приведены кинематические и динамические параметры этого землетрясения по данным разных агентств. Согласно этим данным, разброс значений магнитуды по объемным волнам составляет 5.1–5.5, моментная магнитуда $M_w=5.4$. Данное землетрясение было сильнейшим после двух землетрясений 1990 г. (30 мая ($MLH=6.8$, $MSM=6.7$, $K_p=16.0$) и 31 мая ($MLH=5.9$, $MSM=5.8$, $K_p=15.6$) [14, 15]).

Таблица 6. Основные параметры землетрясения 28 апреля в 08^h47^m с $M_w=5.4$ по региональным сведениям и других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	Эпицентр				h , км	δh , км	Магнитуда	Ист.
		φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$				
Карпаты	08 47 56.9	45.47	0.10	26.32	0.10	150	10	$MLH=5.7/2$, $MSM=5.9/1$, $MSHA=4.7/3$, $K_p=12.9$	[3]
MOS	08 47 55.4	45.47	0.04	26.22	0.04	154		$MPSP=5.4/21$	[16]
ISC	08 47 55.2	45.49	0.02	26.22	0.02	150	2	$m_b=5.1/111$	[17]
EIDS	08 47 56.3	45.53		26.07		151	5	$M_s=4.0$	[17]
ВЛ	08 47 54.0	45.66		25.5		181		$M_b=5.5$	[17]
NEIC	08 47 55.5	45.46		26.18		156	2	$m_b=5.1/118$	[17]
HRVD	08 47 58.0	45.51	0.10	26.08	0.10	144	2	$M_w=5.4$, $M_0=1.4 \cdot 10^{17}$ H·м	[17]

Движение в очаге землетрясения 28 апреля произошло под действием сжимающих напряжений, ориентированных близгоризонтально [18]. Обе нодальные плоскости имеют практически одно и то же близмеридиональное простирание и наклонены к горизонту под близкими углами. При этом падение обеих плоскостей достаточно крутое – $DP=36-54^\circ$. Тип движения по обеим плоскостям – взброс (рис. 4).

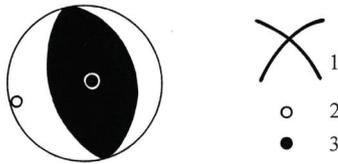


Рис. 4. Механизм очага землетрясения 28 апреля в 08^h47^m с $M_w=5.4$, $K_p=13.4$

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

Макросейсмические сведения о землетрясении, собранные анкетным способом от постоянных сейсмокорреспондентов, а также методом опроса, приведены в табл. 7, карта макросейсмических проявлений на территории Молдовы – на рис. 5.

Таблица 7. Макросейсмические сведения о землетрясении 28 апреля в 08^h47^m с $M_w=5.4$, $K_p=13.4$

№	Пункт	Δ , км	AZM°	№	Пункт	Δ , км	AZM°
	5 баллов				4 балла		
1	г. Комрат	210	63	7	с. Джурджулешты	160	89.5
	4–5 баллов			8	с. Паику	170	68
2	г. Кагул	170	72	9	с. Гаваноаса	180	78
3	с. Котиганы	170	71.5	10	с. Этулия	180	88
4	с. Лебеденко	175	74	11	пгт Вулканешты	180	81.5
5	с. Сатул Ноу	240	57.5	12	с. Албота де Сус	190	72
6	г. Кишинев	260	48.5	13	с. Кортен	210	71
				14	с. Ковурулуй	215	53.5

№	Пункт	Δ, км	AZM°	№	Пункт	Δ, км	AZM°
15	с. Дезгинже	215	60.5				
16	с. Валя Пержий	220	72				
17	с. Липовены	240	53.5				
18	с. Батыр	250	60				
19	с. Кицканы	300	61				
	<u>3–4 балла</u>						
20	с. Корнешты	260	29				
21	г. Тирасполь	305	59.5				
	<u>3 балла</u>						
22	пгт Григориополь	305	52				
23	г. Бельцы	290	27				
24	г. Штефан-Водэ	298	66				
	<u>2–3 балла</u>						
25	с. Марамоновка	325	21				
26	г. Резина	330	39.5				
	<u>2 балла</u>						
27	с. Штефанешты	305	33				
	<u>Не ощущалось</u>						
28	с. Буздугаший де Жос	225	35				
29	с. Кэлинешть	245	23.5				
30	с. Сарата Веке	255	28				
31	с. Глодень	280	27				
32	с. Яблona	280	23				
33	с. Чинешеуцы	315	38				
34	с. Халахоры де Сус	330	12				

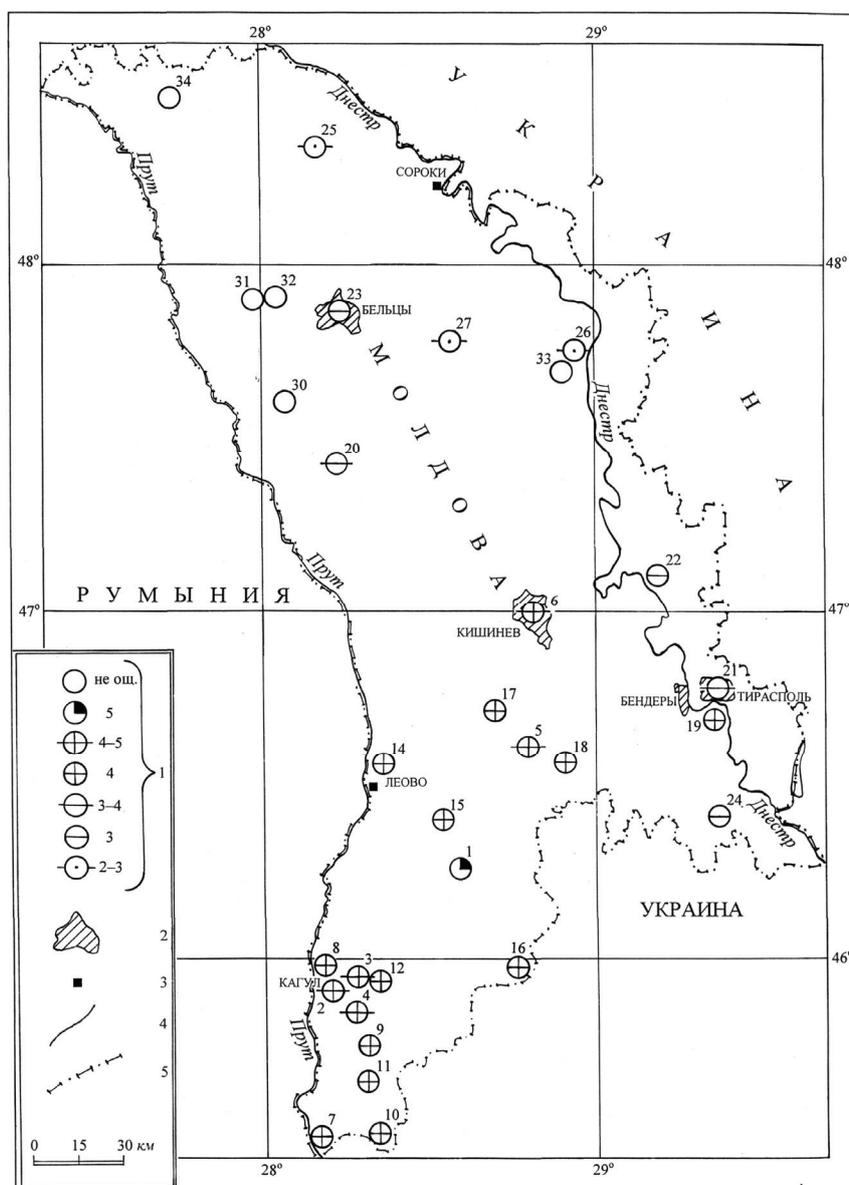


Рис. 5. Карта макросейсмических проявлений землетрясения 28 апреля на территории Молдовы
 1 – интенсивность сотрясений в баллах; 2 – город; 3 – населенный пункт; 4 – река; 5 – государственная граница.

Наибольшая интенсивность сотрясений в 5 баллов отмечена в г. Комрат большинством людей. Все опрошенные говорили, что вначале они почувствовали горизонтальное движение, затем резкий толчок снизу вверх. Некоторые говорили о двух–трех толчках. Продавцы, сидящие на улице вдоль дороги, ощутили сильные толчки, видели, как качнулись деревья, очень испугались. В домах дребезжали стекла, легкие предметы сдвигались с места, в некоторых случаях падали, колебалась вода в сосудах, распахивались закрытые форточки, а открытые – колебались. Водители, сидевшие в машинах возле автосалона лицом к западу, рассказали, что их тряхнуло так, как будто был совершен наезд сзади. В поликлинике началась паника, все люди выбежали на улицу. Большинство людей в домах и под открытым небом слышали прерывистый гул, похожий на гул от проезжающего транспорта с тяжелым грузом. Отмечено также беспокойство животных. Вот как описывает их поведение сейсмокорреспондент из г. Комрат Ирма Петровна Кузнецова: «У одного человека шесть молоденьких поросят накануне и всю ночь перед землетрясением визжали. У другого собака, ротвейлер, выла всю ночь и весь день вплоть до момента землетрясения. У соседки кошка была беременна и накануне она очень сильно крутилась, мяукала, бегала, а ночью родила малышей, собрала их в кучку и продолжала мяукать. Многие заметили, что куры взлетали на деревья, а мыши и крысы повыскакивали из своих нор».

В Кишиневе большинство людей, находящихся в зданиях, ощутили два толчка: вертикальный и горизонтальный. Многие испугались, выбежали на улицу. Ощущалось покачивание зданий, колебались люстры, дребезжали окна, дергались двери, трещали стены, сдвигались легкие предметы. Почувствовали колебания и некоторые люди, находящиеся под открытым небом. В автомашинах срабатывала сигнализация. Те, кто в это время спал, проснулись. На сейсмическую станцию «Кишинев» в течение первых часов после землетрясения позвонили 40 человек с сообщениями о проявлениях этого события, по которым можно оценить интенсивность сотрясений в 4–5 баллов.

В г. Кагул до толчка был слышен гул. Землетрясение ощутили большинство людей в зданиях, многие испугались, некоторые почувствовали его на улице. Отмечено два толчка, слышался звон посуды, дребезжали стекла, раскачивались висящие предметы, дрожала мебель, падали книги, колебалась вода в сосудах. Во время землетрясения беспокоились животные, суммарная оценка интенсивности сотрясений соответствует уровню в 4–5 баллов.

В г. Тирасполь землетрясение ощущалось многими людьми, находящимися в помещении, некоторые испугались. Колебания чувствовали в течение нескольких секунд. Людям показалось, что на улице проезжает тяжело груженный транспорт ($I=3-4$ балла).

В г. Бельцы ощущались вертикальные толчки и затем горизонтальные колебания, направленные с юго-запада на северо-восток. Слабо качались люстры, колебалась вода в сосудах ($I=3$ балла).

Л и т е р а т у р а

1. Костюк О.П., Пронишин Р.С., Руденская И.М., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 13–17.
2. 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: ФООП, 2004. – С. 30–35.
3. Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М. Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИА-Природа, 1999. – С. 10–14.
4. Руденская И.М., Гаранджа И.А., Келеман И.М., Чуба М.В., Симонова Н.А., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Стародуб Г.Р., Пронишин М.Р. Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 1999 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 1999 год. – Симферополь: НПЦ Экокси-Гидрофизика, 2001. – С. 32–62.
5. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Сейсмичность Карпат в 1999 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 1999 год. – Симферополь: НПЦ Экокси-Гидрофизика, 2001. – С. 25–31.

6. Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Чуба М.В., Симонова Н.А., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Стародуб Г.Р., Пронишин М.Р. Карпаты (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
7. Костюк О.П., Руденская И.М., Пронишин Р.С., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 12–14.
8. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – М.: Геоинформмарк, 1997. – С. 10–15.
9. Костюк О.П., Руденская И.М. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 7–8.
10. Руденская И.М., Пронишин Р.С., Бень Я.А., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФООП, 2003. – С. 30–32.
11. Шебалин Н.В. Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.
12. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
13. Костюк О.П., Москаленко Т.П. (отв. сост.), Евсеев С.В., Роман А.А., Сагалова Е.А., Шебалин Н.В. I. Карпаты (1091–1974 гг.; $M \geq 4.5$, $I_0 \geq 5$ (неглубокие землетрясения); $m_{pV} \geq 5.5$, $I_0 \geq 6$ (глубокие землетрясения)) // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 36–54.
14. Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Чуба М.В., Черная И.М. Региональный каталог Карпат за 1990 г. Землетрясения в СССР в 1990 г. – М.: ИФЗ РАН, 1996. – С. 138.
15. Друмя А.В., Князева В.С., Королев В.А., Москаленко Т.П., Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г., Скляр А.М., Костюк О.П. Землетрясения Вранча 30 и 31 мая (макросейсмические данные). – М.: ИФЗ РАН, 1996. – С. 12–19.
16. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
17. Bulletin of the International Seismological Centre for 1999. – Berkshire: ISC, 2001.
18. Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.). Карпаты (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).