

## КАРПАТЫ

*Р.С. Пронишин<sup>1</sup>, А.Ф. Стасюк<sup>1</sup>, М.В. Чуба<sup>1</sup>, И.А. Гаранджа<sup>1</sup>, И.Н. Келеман<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*

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики АН Молдовы, г. Кишинев, *kis-seismo@mail.ru*

Сейсмические исследования в Карпатском регионе в 2002 г., как и в [1], проводились сетью, состоящей из десяти стационарных сейсмических станций: «Львов», «Ужгород», «Ужгород (павильон)», «Межгорье», «Косов», «Моршин», «Тросник», «Нижнее Селище», «Городок» и «Черновцы». Продолжалось оснащение региональных сейсмических станций цифровыми автоматическими комплексами DAS-03 [2]. С 18 августа 2002 г. полностью на автоматическую регистрацию перешла станция «Межгорье», на которой в качестве сейсмоприемника использовался комплект С-5-С с собственным периодом  $T_s=0.5$  с, ранее используемый в ждущем режиме. На сейсмической станции «Косов» цифровая аппаратура установлена с 17 августа 2002 г. с сейсмоприемником СКД с  $T_s=25$  с и параллельно продолжалась гальванометрическая регистрация только на Z-составляющей СКМ-3 (канал КПЧ был снят полностью). На станции «Ужгород» цифровая регистрация реализована с 27 августа 2002 г. с сейсмоприемником СМ-3КВ и в прежнем объеме проводилась фотогальванометрическая регистрация. Сейсмическая станция «Рахов» в 2002 г. не работала в связи с передислокацией в другое помещение.

Цифровая станция «Черновцы» с 2002 г. принадлежит отделу сейсмичности Карпатского региона ИГ НАНУ. Она размещена по договоренности в арендованном помещении Черновицкого университета. Хотя эта станция существовала и ранее (с 1992 г.), однако она была вне ведения отдела сейсмичности Карпатского региона, к тому же, в силу разных причин, станция больше не работала, чем работала (постоянно были разного рода неполадки или с аппаратурой, которая к тому же менялась, или со службой времени). В любом случае до 2002 г. данные этой станции в обработке землетрясений региона не использовались. Благодаря модернизации аппаратного комплекса этой станции и применению «почтового робота» в 2002 г. была получена возможность автоматического доступа к ее базе данных и отслеживания сейсмических событий, зарегистрированных всей Карпатской сетью.

Дополнительно при обработке землетрясений юго-западной части Северо-Западного района привлекались, как и в 2001 г. [1], данные режимных геофизических цифровых автоматических станций «Мукачево», «Берегово», «Королево» Карпатской Опытной-методической геофизической партии отдела сейсмичности Карпатского региона. Основные параметры регистрирующей аппаратуры приведены в табл. 1, 2.

**Таблица 1.** Сейсмические станции Карпат (в хронологии их открытия), работавшие в 2002 г., и параметры аналоговых станций

№	Станция			Год открытия	Координаты			Аппаратура					
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, с$	Раз-вертка, мм/мин	
		межд.	рег.										
1	Львов	LVV	Льв	05.06.1899	49.82	24.03	320	СКД	N, E	1050	0.20–20	30	
									Z	1050	0.20–20	30	
									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
							08.10.1999				СКД	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция

№	Станция		Год открытия	Координаты			Аппаратура											
	Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, m$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, c$	Раз-вертка, мм/мин							
межд.		рег.																
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	с 01.06.1961 по 16.08.2002	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						
															C-5-C	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция	
4	Косов	KOV	Кос	с 1961 по 17.08.2002	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						
															Z	25000	0.30–0.80	60
															СКД	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция	
5	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						
								C-5-C	N, E, Z	20	0.10–0.80							
6	Моршин	MORS	Мрш	01.01.1978	49.14	23.90	262	*СМ-3КВ	Z	14200	0.50–1.00	60						
7	Нижнее	HSL	Нсл	01.03.1987	48.20	23.46	250	СКМ-3										
	Селище			1998	48.20	23.46	250	СМ-3 КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция								
8	Тросник	TRS	Трс	01.08.1988	48.09	22.96	126	СМ-3КВ										
				1998	48.09	22.96	126	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция								
9	Городок	HOR	Гор	1991	49.18	26.50	250											
				12.10.2001	49.18	26.50	250	СКМ-3	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция								
10	Черновцы	CHR	Чрн	с 1992	48.28	25.93	150		N, E, Z	цифровая станция								
				01.01.2002	48.28	25.93	150	СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция								
	Берегово	BRG	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								
	Микулинцы (временная)			с 27.03.2002 по 29.05.2002	49.40	25.61		СМ-3КВ	N, E, Z	DAS-03 – цифровая станция								

Примечание. \*В [1] для этой станции ошибочно указано СМ-3.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Карпат в 2002 г.

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Львов	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Нижнее Селище	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Тросник	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Берегово*	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Мукачево*	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Королево*	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Городок	DAS+СКМ-3	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Межгорье	DAS+C-5-C	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Косов	DAS+СКД	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100
Ужгород	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v	0.05–18	100	100
		МН(N, E, Z)v	0.05–1.5	5	100

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Динамический диапазон, дБ
Черновцы	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v МН(N, E, Z)v	0.05–18 0.05–1.5	100 5	100 100
Микулинцы (временная)	DAS+СМ-3КВ	ЕН(N, E, Z)v МН(N, E, Z)v	0.05–18 0.05–1.5	100 5	100 100

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

Увеличение объема сейсмической информации, получаемой в цифровом виде, дало возможность полностью применить для ее анализа и обработки современную вычислительную технику. Методика определения кинематических и динамических параметров землетрясений Карпатского региона осталась прежней [1].

В 2002 г. в Карпатском регионе Украины зарегистрировано 79 землетрясений с  $K_p=3.6-11.7$ , из них локализовано лишь 46 [3]. Карта эпицентров изображена на рис. 1 для землетрясений с  $K_p=6.2-11.7$ .

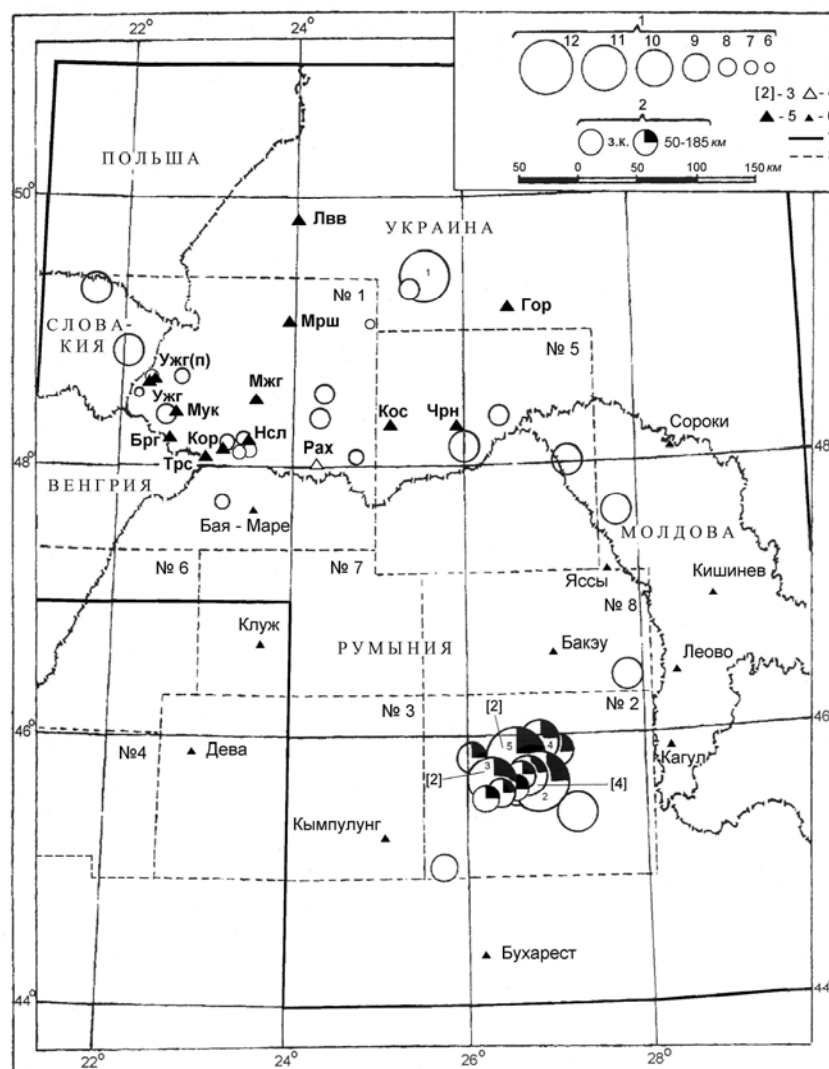


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2002 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра: з/к и 50–185 км; 3 – в квадратных скобках указано число эпицентров с одинаковыми координатами; 4 – станция не работала; 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 [3].

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

**Таблица 3.** Распределение землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_p$							$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ <i>Дж</i>
		4–6	7	8	9	10	11	12		
1	Северо-Западный:									
	а) Закарпатье	1(19)	4(2)	4	–	–	–	–	9(21)	$0.037 \cdot 10^{10}$
	б) Предкарпатье	–	2	2	–	–	1	–	5	$6.340 \cdot 10^{10}$
	в) Словакия	–	(1)	–	2	–	–	–	2(1)	$0.130 \cdot 10^{10}$
	д) Румыния, Мармарош	–	1	1(2)	–	–	–	–	2(2)	$0.046 \cdot 10^{10}$
2	Вранча:									
	а) горы Вранча	–	–	(1)	5	6(3)	2	3	16(4)	$138.000 \cdot 10^{10}$
	б) Предкарпатский прогиб	–	–	–	–	1(1)	–	–	1(1)	$1.580 \cdot 10^{10}$
	в) Плоешти	–	–	–	–	1	–	–	1	$0.316 \cdot 10^{10}$
3	Южные Карпаты	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Банат	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Буковина и Молдова	–	–	1(1)	3	–	–	–	4(1)	$0.321 \cdot 10^{10}$
6	Кришана	–	–	(1)	–	–	–	–	(1)	$0.006 \cdot 10^{10}$
7	Трансильвания	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	Бакэу	–	–	–	–	1	–	–	1	$0.050 \cdot 10^{10}$
	Вне региона (Венгрия)	–	(1)	1(1)	2	2	–	–	5(2)	$1.140 \cdot 10^{10}$
	Всего	1(19)	7(4)	9(6)	12	11(4)	3	3	46(33)	$148.145 \cdot 10^{10}$

Примечание. Деление районов №1, №2, №5 на подрайоны, по сравнению с таковым в [1], изменилось; в скобках приведено число землетрясений без координат (в районах № 3, 4, 7 в 2002 г. землетрясения не зарегистрированы).

Выделившаяся сейсмическая энергия в Карпатском регионе в 2002 г. составила  $\Sigma E = 1.48 \cdot 10^{12}$  Дж (табл. 1), что более чем в 17 раз ниже уровня энергии в 2001 г. ( $\Sigma E = 2.58 \cdot 10^{13}$  Дж [1]). Как всегда наиболее активным был район Вранча – 93% всей сейсмической энергии Карпатского региона. Относительно высокий уровень сейсмической энергии в Северо-Западном районе (№ 1), по сравнению с предыдущим 19-летним периодом инструментальных наблюдений, обусловлен активизацией сейсмических процессов в Предкарпатье. Сейсмичность остальных районов можно считать фоновой.

Высвобождение сейсмической энергии на протяжении года было неравномерным (рис. 2). Повышенный уровень энергии в мае, августе–сентябре и ноябре обусловлен сильными землетрясениями в районе Вранча, а в январе – вспышкой сейсмической активности в Предкарпатье. Наибольшее число землетрясений зарегистрировано в сентябре.

Максимальным в земной коре в 2002 г. было землетрясение 1 (рис. 1), зарегистрированное 3 января в  $17^{\text{h}}43^{\text{m}}$  с  $K_p = 10.8$ , а в промежуточном слое – землетрясение 6, произошедшее 30 ноября в  $08^{\text{h}}15^{\text{m}}$  с  $K_p = 11.7$  и  $h = 185$  км.

Наиболее интересное первое из них, Микулинецкое, локализованное в Предкарпатье, в 115 км к юго-востоку от Львова, в 70 км от ближайшей станции – «Городок» – и ощущавшееся в эпицентре с интенсивностью  $I_0 = 6$  баллов. Оно обследовано и подробно описано в отдельной статье [4] наст. сб. На станции «Городок» в первый месяц после основного толчка зарегистрировано 16 афтершоков с  $K_p = 5.8–8.8$  и один форшок 1 января в  $04^{\text{h}}34^{\text{m}}$  с  $K_p = 6.6$ , которые, к сожалению, не локализованы. С 27 марта по 29 мая в эпицентральной зоне этого землетрясения, в пос. Микулинцы Тернопольской области, был установлена цифровая станция «Микулинцы» (табл. 1). За время ее работы зарегистрировано 16 местных землетрясений с  $K_p = 5.2–6.8$ , расположенных на расстоянии 4–40 км от пункта регистрации. К сожалению, из-за удаленности ближайших станций («Городок» ( $\Delta = 70$  км), «Косов» ( $\Delta = 120$  км), «Львов» ( $\Delta = 120$  км)) эти толчки также не локализованы. Землетрясение 30 ноября в  $08^{\text{h}}15^{\text{m}}$  с  $K_p = 11.7$  также ощутимо и детально описано ниже.

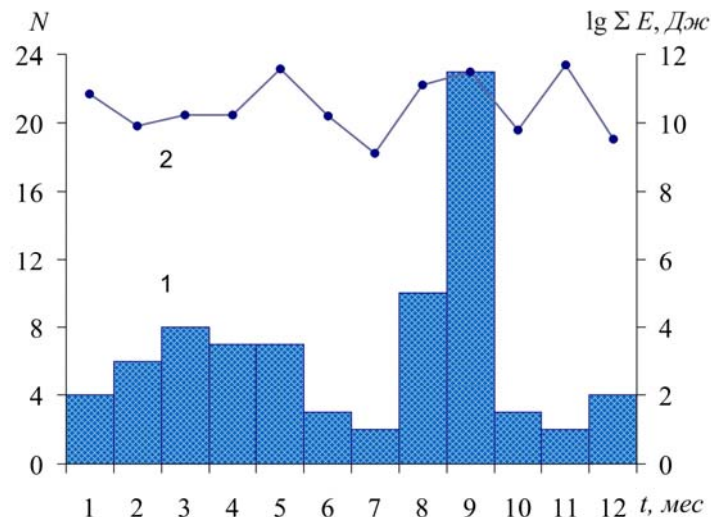


Рис. 2. Распределение числа землетрясений  $N$  (1) и логарифма выделенной сейсмической энергии  $\lg \Sigma E$  (2) по месяцам за 2002 г.

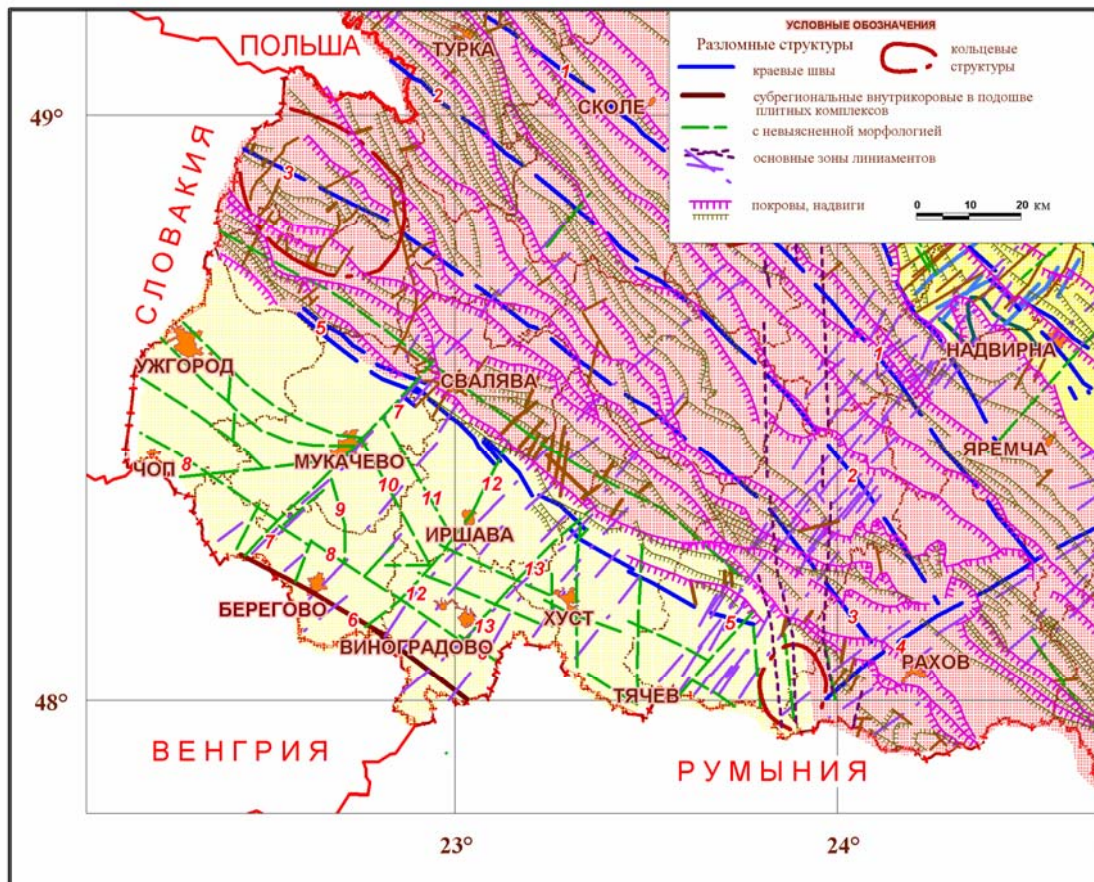
Рассматривая на карте эпицентров коровые землетрясения в совокупности, без разрыва по районам, можно отметить весьма протяженную полосу эпицентров небольшой ширины, которая в Словакии и приграничных с Венгрией районах Украины имеет северо–северо-западное простираие, затем широтное простираие по границе с Северной Румынией и почти меридиональное – на границе Румынии и Молдовы.

Первая часть этой полосы представлена толчками 22 января в 08<sup>h</sup>07<sup>m</sup> с  $K_p=8.9$  и 23 июня в 15<sup>h</sup>11<sup>m</sup> с  $K_p=8.7$  на территории Словакии, на продолжение линии Сигет–Свалява, связанной с сейсмогенными зонами Закарпатья, и группой событий в Закарпатье возле станций «Ужгород» и «Мукачево» с максимальным толчком 9 августа в 17<sup>h</sup>28<sup>m</sup> с  $K_p=8.2$ . Активизация в Закарпатье наблюдалась вдоль линии Ужгород–Мукачево–Берегово. Это зона миоценовых разломов и вулканизма, ограничивающих Закарпатский прогиб с юга. К этой зоне относятся эффузивные породы Береговского холмогорья, возвышенностей Косино и Запсонь. Структурная самостоятельность этой зоны определяется прежде всего тем, что в ее пределах фундамент прогиба высоко поднят. Это поднятие на всем протяжении совпадает с осью максимума силы тяжести [5]. Эпицентры землетрясений обнаруживают связь с наиболее молодыми (четвертичными) разрывными нарушениями Закарпатского прогиба (рис. 3).

Здесь, в районе Ужгорода, на протяжении двух дней, с 10 сентября с 04<sup>h</sup>38<sup>m</sup> до 15<sup>h</sup>09<sup>m</sup> и 13 сентября с 15<sup>h</sup>00<sup>m</sup> по 14 сентября в 02<sup>h</sup>03<sup>m</sup>, отмечен рой из 18 землетрясений с  $K_p=3.6-7.5$ , зарегистрированных преимущественно одной станцией «Ужгород» (только пять из них записаны двумя и более станциями). Координаты очагов были определены лишь для трех толчков (10 сентября в 04<sup>h</sup>38<sup>m</sup> с  $K_p=6.7$ , 13 сентября в 23<sup>h</sup>10<sup>m</sup> с  $K_p=7.5$  и 14 сентября в 01<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=6.2$ ). Землетрясение 13 сентября ощущалось населением в с. Ориховец с интенсивностью  $I=3$  балла. Люди, которые в это время не спали, ощущали толчок. Ранее, еще до начала инструментальных наблюдений, здесь происходили землетрясения с интенсивностью в эпицентре до 6–7 баллов: 31.01.1797 г. с  $I_0=6$  баллов в с. Ракошино; 02.08.1936 г. с  $I_0=6-7$  баллов в с. Антоновка. Более сильное землетрясение 2002 г., произошедшее 9 августа в 17<sup>h</sup>28<sup>m</sup> с  $K_p=8.2$ , локализовано в южной части описываемого разлома в районе с. Страбичево, где 18.01.1924 г. произошло землетрясение с  $I_0=5-6$  баллов [7, 8].

Участок полосы эпицентров близширотного простираия сформирован тремя группами толчков: между станциями «Тросник» и «Нижнее Селище», вблизи станции «Рахов» и станции «Черновцы». К первой из них относятся четыре события почти равной энергии (7 февраля в 22<sup>h</sup>31<sup>m</sup> с  $K_p=7.4$ , 14 февраля в 06<sup>h</sup>30<sup>m</sup> с  $K_p=7.4$ , 13 марта в 12<sup>h</sup>36<sup>m</sup> с  $K_p=7.5$ , 21 августа в 11<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=7.4$ ), ко второй – три (17 апреля в 13<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=8.3$ , 27 апреля в 17<sup>h</sup>00<sup>m</sup> с  $K_p=7.1$ , 19 сентября в 13<sup>h</sup>56<sup>m</sup> с  $K_p=7.6$ ), к третьей – два (26 марта в 18<sup>h</sup>06<sup>m</sup> с  $K_p=8.0$ , 26 апреля в 12<sup>h</sup>14<sup>m</sup> с  $K_p=9.1$ ). Два землетрясения с  $K_p=7.4$ , произошедшие 14 февраля и 21 августа с очагами в районе Нижнего Селища, приурочены к Перипенинскому глубинному разлому, главной сеймотек-

тонической линии Закарпатья, разграничивающей Карпаты и Закарпатский внутренний прогиб (рис. 3). По историческим данным, именно в этой зоне сосредоточены эпицентры сильнейших карпатских землетрясений, но в 2002 г. здесь наблюдался спад сейсмической активности. Эпицентры землетрясений 7 февраля, 13 марта и 19 сентября с близкими классами  $K_p=7.4-7.6$  совпадают с разломом, являющимся северной границей миоценовых разломов, на которую накладывается зона более молодых плиоценовых разломов [5]. Этот район характеризуется блоковой структурой, высокой подвижностью и активной магматической деятельностью (эффузивной и интрузивной). Разрывные нарушения разного возраста происходят преимущественно в северо-восточном квадранте. Северной границей района является разлом, заложенный в нижнем сармате. Это – важная сеймотектоническая линия Закарпатья. Указанная линия является осью района, повышенная сейсмичность которого давно обратила на себя внимание. Она объединяет группу эпицентров, в том числе – эпицентры частых землетрясений в Хусте, Терессе, Сигете, проявившихся в прошлом с интенсивностью до 6–7 баллов [5].



**Рис. 3.** Карта разломов (1–13) Закарпатья по [6]: 1 – Сколевский; 2 – Боринский; 3 – Черноголовский; 4 – Гуцульский; 5 – Пенинский; 6 – Паннонский; 7 – Латорицкий; 8 – Иванковский; 9 – Гатский; 10 – Мукачевский; 11 – Кольчинский; 12 – Боржавский; 13 – Виноградовский

Третий участок рассматриваемой полосы эпицентров образован тремя толчками: 30 марта в  $08^h35^m$  с  $K_p=9.0$ , 29 июля в  $14^h48^m$  с  $K_p=8.9$ , 16 августа в  $12^h18^m$  с  $K_p=8.7$ . Такие события в этой части исследуемой территории происходят крайне редко.

Глубокие землетрясения характеризуют устойчивую во времени и пространстве область **Вранча** (район № 2), в Румынии. Здесь сетью сейсмических станций Украины и Молдовы зарегистрировано 23 землетрясения с  $K_p=7.9-11.7$ . Очаги 20 из них размещены в верхней мантии на глубинах 50–185 км [3]. Координаты очагов определены для 16 глубокофокусных землетрясений, одного – в Предкарпатском прогибе, в районе Рымникул–Сэрат (6 августа в  $06^h19^m$  с  $K_p=10.1$ ) и одного – в юго-западной части сейсмоактивного района, в районе Плоешты (11 марта в  $08^h05^m$  с  $K_p=9.5$ ), а остальные 14 землетрясений локализованы во Вранче.



В 2002 г. на территории Молдовы отмечено шесть ощутимых землетрясений из области Вранча с промежуточной глубиной очага: 25 января, 16 марта, 3 мая, 3 августа, 6 сентября и 30 ноября (табл. 4). Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений не превышала четырех баллов по шкале MSK-64. Для пяти землетрясений с  $MSM=4.0-4.6$  макросейсмические сведения собраны только по г. Кишиневу. Исходя из телефонных сообщений на сейсмическую станцию «Кишинев», вышеперечисленные землетрясения проявились в столице Молдовы с интенсивностью  $I_k$  (табл. 4.) Кроме того, в данной таблице приведены  $M_w$  из каталога ROMPLUS [9].

**Таблица 4.** Интенсивность сотрясений в г. Кишиневе в 2002 г. от землетрясений зоны Вранча и параметры очагов по данным [9]

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин	$MSM$	$M_w$	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км	$I_k$ , MSK-64	$\Delta$ , км	$AZM$
1	25.01	10 06	4.0	4.0	45.63	26.71	128	2	225	46
2	16.03	22 39	3.9	4.3	45.55	26.46	142	2	240	48
3	03.05	18 31	4.6	4.6	45.58	26.33	162	3	250	50
4	03.08	12 40	4.0	4.4	45.67	26.63	141	2	225	48
5	06.09	05 04	4.3	4.1	45.64	26.43	105	2	230	50
6	30.11	08 15	4.5	4.7	45.62	26.55	166	3–4	220	50

Для последнего, наиболее сильного в этом году, землетрясения 30 ноября есть данные по республике. С целью выявления его макросейсмического эффекта были разосланы 30 анкет постоянным сейсмокорреспондентам. Ответ получен из 22 населенных пунктов, причем в 13 из них опрошенные люди и сами корреспонденты не заметили каких-либо признаков колебаний почвы.

*Село Джурджулешты Вулканештского района, ( $\Delta=130$  км).* Сейсмокорреспондент Д.З. Никулесяну, находясь в момент землетрясения в стоящей машине, ощутил медленное горизонтальное колебание, услышал вой собаки.

*Село Паику Кагульского района, ( $\Delta=130$  км).* Отдельные люди, находящиеся в помещении и в спокойном состоянии, ощутили колебания в направлении с севера на юг, почувствовали легкую вибрацию пола, слышали слабое дребезжание окна.

*Город Кишинев, ( $\Delta=220$  км).* На сейсмической станции зарегистрировано множество телефонных звонков, в основном с верхних этажей зданий. На нижних этажах землетрясение проявилось слабее, колебания ощущали люди, которые находились в спокойном состоянии. В некоторых районах слышался гул, отдельные люди пугались (третий этаж).

*Село Кицканы Слободзейского района, ( $\Delta=260$  км).* Некоторые люди ощутили слабый толчок, слышался гул.

*Город Тирасполь, ( $\Delta=265$  км).* Ощущалось многими людьми, находящимися в спокойном состоянии. Почувствовали два толчка в направлении с юга на север. Слабо качались электрические лампочки, листья цветов.

В табл. 5 представлены пункты–баллы, а на рис. 4 показано распределение интенсивности землетрясения 30 ноября на территории Молдовы.

**Таблица 5.** Макросейсмические сведения о землетрясении 30 ноября в  $08^h15^m$  с  $K_p=11.7$  и  $h=185$  км

№	Пункт	$\Delta$ , км	$AZM^\circ$	№	Пункт	$\Delta$ , км	$AZM^\circ$
	<u>4 балла</u>				<u>3 балла</u>		
1	с. Джурджулешты	130	103	5	с. Батыр	210	64
	<u>3–4 балла</u>			6	г. Бендеры	250	62
2	г. Кагул	125	82	7	с. Кицканы	260	64
3	с. Паику	125	78	8	г. Тирасполь	260	63
4	г. Кишинев	220	50		<u>2–3 балла</u>		
				9	с. Липовены	200	55

№	Пункт	$\Delta$ , км	$AZM^\circ$	№	Пункт	$\Delta$ , км	$AZM^\circ$
	<u>Не ощущалось</u>			16	с. Князевка	175	55
11	с. Гаваносы	140	88	17	с. Балаурешты	175	42
12	с. Ковурлуй	170	56	18	с. Коштангалия	195	59
13	г. Комрат	170	68	19	г. Калараш	210	37
14	с. Дезгинже	170	64	20	г. Бельцы	245	24
15	г. Чадыр-Лунга	175	78	21	с. Кырнацены	245	65
				22	г. Штефан Водэ	250	68

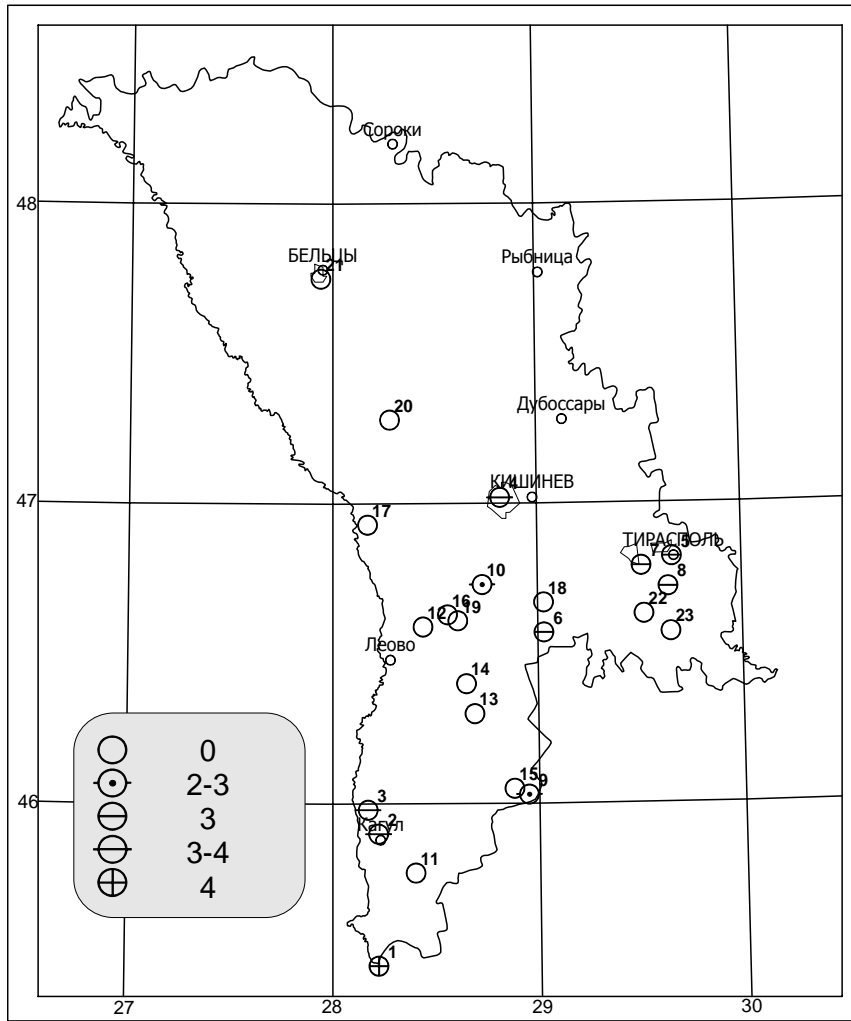


Рис. 4. Распределение интенсивности сотрясений при землетрясении 30 ноября 2002 г. в 08<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=11.7$  и  $h=185$  км

Решение механизма очага этого землетрясения получено в четырех агентствах – MOLD, SED, ZUR, MED (табл. 6, рис. 4).

Таблица 6. Параметры механизма очага землетрясения 30 ноября в 08<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=11.7$  и  $h=185$  км

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$M$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$		
				$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$
SED	08 15 47	156	4.7 $m_b$	31	256	16	156	55	43	153	77	-106	56	20	-39
ZUR	08 15 46	156	4.8 $M_w$	29	248	9	153	59	47	151	75	-100	3	18	-59
MED	08 15 46.8	171	4.8 $M_w$	42	251	14	148	45	43	147	88	-104	51	14	-7
MOLD	08 15 46.8	165	5.0 $m_b$	50	257	35	41	18	145	27	70	53	275	42	150



Как видно из табл. 6, три первых решения, построенные по методу тензора момента, практически совпадают. Согласно им, напряжения сжатия и растяжения наклонны к горизонту. Напряжение сжатия ориентировано на северо-восток, напряжение растяжения субширотно. Подвижка в очаге по плоскости  $NP1$  – сброс с компонентами сдвига, по  $NP2$  – сдвиг с компонентами сброса. Четвертый вариант механизма MOLD получен на основе данных о знаках первых вступлений  $P$ -волн (общее число знаков  $n=63$ , из них 9 – не согласованы с принятым решением). Ось растяжения, как и в первых случаях, субширотна, но наклонена к горизонту под углом  $PL_T=50^\circ$ , превышающим таковой ( $PL_P=18^\circ$ ) для оси сжатия. Направление оси сжатия – юго-восточное. В соответствии с этим решением подвижки в очаге по  $NP1$  – взброс с компонентами сдвига, а по  $NP2$  – сдвиг с компонентами взброса, что не согласуется с типом подвижек с определениями механизма очага по тензору момента. Положение нодальных плоскостей по простиранию также различаются (рис. 5). Противоречивые результаты определения механизма очага различными методами могут свидетельствовать о сложном характере разрыва в очаге землетрясения. Если учесть, что определение тензора момента производится по всей сейсмограмме, а первые вступления относятся к началу записи, то, возможно, сначала в очаге наблюдалось взбросовое движение, сменившееся в процессе вспарывания сбросом.

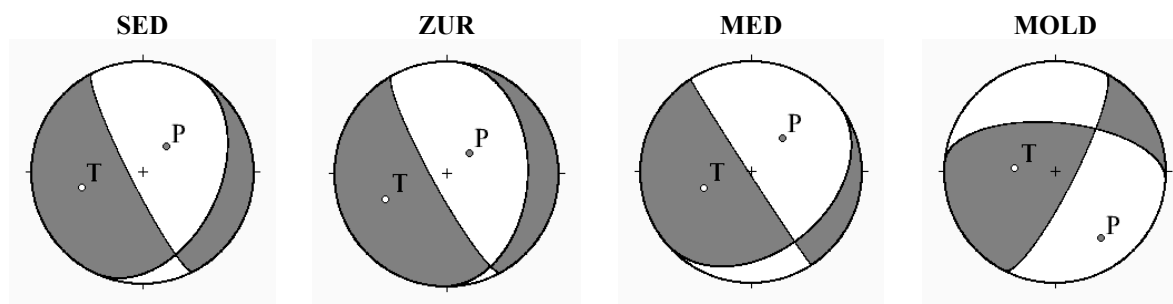


Рис. 5. Возможные решения механизма очага землетрясения 30 ноября 2002 г. с  $K_p=11.7$

В слабом сейсмоактивном районе **Буковина (№ 5)** произошло пять землетрясений с  $K_p=7.8-9.1$ . Очаги трех землетрясений расположены в районе г. Черновцы. Одно из них, произошедшее 26 апреля в  $12^h14^m$  с  $K_p=9.1$  [3], сопровождалось афтершоком с  $K_p=7.8$ , зарегистрированным в тот же день в  $20^h24^m$  [10].

Очаги двух Буковинских землетрясений локализованы на территории Молдовы. Эпицентр землетрясения 30 марта в  $08^h15^m$  с  $K_p=9.0$  расположен на Средне-Прутской равнине, а 29 июля в  $14^h48^m$  с  $K_p=8.9$  – в районе Костешты-Стинкского водохранилища. В прошлом, 02.04.1988 г., здесь произошло довольно сильное землетрясение, которое проявилось на территории Молдовы с интенсивностью  $I_0=5$  баллов в эпицентре [11].

На карте эпицентров не нанесены пять землетрясений с  $K_p=9-10$ : 11 февраля в  $16^h41^m$  с  $K_p=9.5$ , 11 февраля в  $20^h24^m$  с  $K_p=9.2$ , 12 октября в  $18^h49^m$  с  $K_p=9.1$ , 23 августа с  $K_p=8.2$ , 23 октября в  $02^h52^m$  с  $K_p=9.7$ , эпицентры которых находятся в Венгрии. Они ощущались в эпицентральной зоне с интенсивностью  $I$  до 5 баллов. Их эпицентры находятся на расстоянии 140 и 190 км от государственной границы с Украиной. Еще для двух землетрясений в пределах Венгрии (8 мая в  $14^h56^m$  с  $K_p=8.2$ , 19 сентября в  $14^h47^m$  с  $K_p=7.2$ ) эпицентры определить не удалось [11].

#### Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. 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.
3. Руденская И.М. (отв. сост.), Чуба М.В., Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербийский Ю.Т., Нищенко И.М., Пронишин М.Р., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Карпаты. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).

4. **Пронишин Р.С., Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф.** Микулинецкое землетрясение 3 января 2002 года с  $MLH=3.7$ ,  $K_p=10.8$ ,  $I_0=6$  (Украина). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
5. **Гофштейн И.Д.** Неотектоника Карпат – Киев: АН УССР, 1964. – С. 174–175.
6. **Карта разрывных нарушений и основных зон линиamentos юго-запада СССР** (4 листа; М: 1:1 000 000). – М.: Мингео СССР, 1988.
7. **Костюк О.П., Москаленко Т.П. (отв. сост.), Евсеев С.В., Роман А.А., Сагалова Е.А., Шеба-лин 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.
8. **Костюк О.П.** Землетрясения Восточных Карпат // Proceedings of the Symposium on the Analysis of Seismicity and on Seismic Risk, Liblice, 17–22 October 1977. – Prague, 1978. – P. 115–125.
9. Romplus catalogue RoNet analog seismogramс Hypo/Hypoplus program (ROMPLUS). – [www.infp.ro/catal/catal.html](http://www.infp.ro/catal/catal.html)
10. **Руденская И.М., Чуба М.В., Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Пронишин М.Р.** Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 2002 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 2002 год. – Симферополь: ОС ИГиГ НАНУ, 2004. – С. 40–74.
11. **Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П., Пронишин Р.С.** Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1988 году. – М.: Наука, 1991. – С. 22–32.