

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ПО РЕГИОНАМ

УДК 550.348.436

О.П. Костюк, И.М. Руденская, Т.П. Москаленко.
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАРПАТ

Параметры очагов карпатских землетрясений определяются по материалам карпатских станций УССР, станций Крымской сети, Молдавской ССР и зарубежных станций Румынии, Чехословакии, Венгрии, Болгарии, Польши, удаленных от очаговых зон на расстоянии $\Delta < 1000$ км. При обработке землетрясений с $K_p \geq 10$ исходные материалы дополняются данными международного бюллетеня USCGS.

Координаты эпицентров землетрясений определяются графическим способом эпицентралей [1], не требующим для своего применения предварительного знания скоростей распространения сейсмических волн. Метод основан на предположении о линейности годографа.

Одностороннее расположение сейсмических станций по отношению к эпицентральной зоне района, разнотипность отмеченных волн, трудности в уверенной интерпретации вступлений волн типа \bar{S} , отсутствие регионального годографа предопределили способы определения параметров гипоцентров этих землетрясений. Из многих графических способов был выбран способ окружностей по вступлениям прямых волн \bar{P} и заданной скорости их распространения $V_{\bar{P}} = 5,75$ км [2, с. 32–34]. В отдельных случаях способ окружностей дополняется способом засечек по разности $\bar{S}-\bar{P}$ с использованием кавказского годографа, который больше всего подходит к Северо-Западному району [2, с. 22–23; 3, с. 82–83]. Для отождествления всех имеющихся вступлений, проверки правильности определения положения эпицентра строились годографы всех волн, отмеченных на записи.

При классификации землетрясений по точности определения координат эпицентров принимается также во внимание расположение станций по отношению к эпицентру.

Глубина очагов коровых землетрясений при существующей сети сейсмических станций не может быть определена достаточно точно. Отсутствие станций, расположенных от коровых до эпицентров сравнимы с глубиной очага, одностороннее расположение ближайших станций не позволяют применять методы, основанные на наблюдениях прямых волн \bar{P} и \bar{S} (метод Вадати и его модификации). Глубины очагов глубоких землетрясений и моменты их возникновения определялись по годографу Джеффриса–Буллена [4].

По точности определения координат эпицентров землетрясения разделены на четыре класса: классу "а" соответствует величина области ошибок ± 5 км, классу "б" — ± 10 км, классу "в" — ± 25 км, классу "г" — ± 50 км. При этом, кроме оценок погрешности определения координат эпицентра, принимается во внимание расположение станций по отношению к эпицентру землетрясения.

Энергетическая классификация землетрясений, как и в прошлые годы, базировалась на использовании максимальных амплитуд в продольной и поперечной волнах по номограмме Т.Г. Раутиан [5, 6].

Магнитуда определяется по максимальным смещениям в объемных волнах отдельно

48

по записям приборов СКД и СКМ-3 по формуле

$$M = \lg A_{\max} + 1,32 \lg \Delta.$$

Для глубоких землетрясений учитывается поправка +0,8 [7, с. 13–14].

Магнитуда по данным сейсмической станции Кишинев определяется по методике, разработанной в Молдавской ОМСП для землетрясений Карпат [8], по формуле

$$M_{SM} = 0,82 \lg A_{SM} + 3,34.$$

С целью выявления региональных различий в сейсмическом режиме вся территория Карпатского региона была разделена нами на восемь сейсмоактивных районов, отличающихся геологическим строением, сеймотектоническими условиями и географическим расположением [9]. Их контуры указаны на карте эпицентров (рис. 1). Северо-Западный район (№ 1) — Предкарпатье, Карпаты и Закарпатье Украинской ССР, прилегающие территории северной Румынии (эпицентральной зоны Турулунг и Мармарош-Сигет), северо-восточной Венгрии и восточной Чехословакии; Вранча (№ 2) — изгиб Карпатской дуги (горы Вранча) и прилегающая к нему часть Предкарпатского прогиба; Южные Карпаты (№ 3) — юго-западная часть Карпатской дуги; Банат (№ 4) — юго-западная часть Румынии; Буковина (№ 5) — Черновицкая область УССР и северо-восточная Румыния; Кришана (№ 6) — зоны Криш и Сэжуены Румынской НР, юго-восточная Венгрия; Трансильвания (№ 7) — центральная Румыния; Баксу (№ 8) — шлага Бырлад и прилегающая к нему часть Карпатской дуги.

Региональный каталог содержит сведения о 33 землетрясениях энергетического класса $K_p = 6,9-13,1$ (рис. 1, табл. 1).

Землетрясения региона расположены в основном в двух сейсмоактивных районах: Северо-Западном и Вранча, и только одно землетрясение отмечено в Кришане. Наибольшая сейсмическая активность, как и в прошлые годы, наблюдалась в районе Вранча на территории Румынии. Выделившаяся здесь суммарная сейсмическая энергия в 2500 раз превышала количество энергии, выделившейся в остальных районах (табл. 1).

С е в е р о - з а п а д н ы й р а й о н (№ 1). Сохранился низкий уровень сейсмичности, сравнимый с уровнем прошлого года. Очаги закарпатских землетрясений — 10 февраля с ($K_p = 6,9$), 3 июля ($K_p = 8,5$) в районе Межгорье и 11 июля ($K_p = 8,8$) в районе Угля — расположены в пределах сейсмогенного Перипиенского глубинного разлома в зоне сочленения складчатых Карпат и Закарпатского внутреннего прогиба. Землетрясение 11 июля ощущалось населением. Максимально, с силой 5 баллов, землетрясение проявилось в сел. Колодное ($\Delta = 2$ км). В сел. Дулово ($\Delta = 2$ км) его интенсивность была несколько меньше — 4–5 баллов. В селениях Угля ($\Delta = 4$ км) и Александровка ($\Delta = 6$ км) землетрясение ощущалось с силой 4 балла, в сел. Кричево ($\Delta = 4$ км) — 3–4 балла. Данных о 3-балльном эффекте не было, так как в это время люди спали.

В Предкарпатье, юго-западнее г. Косов, Ивано-Франковской области, отмечено землетрясение 5 марта в 22 ч 55 мин ($K_p = 9,3$). Оно было зарегистрировано всеми станциями Карпатской сети УССР и МССР и румынскими станциями Яссы и Вранча на расстоянии 300 км от эпицентра. Сведения об ощущаемости не поступило, так как очаг землетрясения находился в горах (Покутские Карпаты) в незаселенной местности. В районе Косова примерно такой же силы в прошлом было зарегистрировано три землетрясения: 26 мая 1976 г. ($K_p = 8,0$), 3 июля 1982 г. ($K_p = 7,2$) и 4 июля 1982 г. ($K_p = 8,6$). В тектоническом отношении очаг описываемого землетрясения расположен во внутренней зоне Предкарпатского прогиба. Сложное геологическое строение зоны, наличие разломов и линий надвигов подтверждает тектонический характер землетрясения.

В районе зоны глубоких землетрясений Вранча эпицентры расположены в виде узкой полосы (длина 60 км, ширина 10 км), вытянутой в северо-восточном направлении. На краю этой полосы 1 августа произошли два сильных землетрясения ($K_p = 12,5$ и $K_p = 13,1$). Всего в горах Вранча отмечено 16 землетрясений. Их очаги расположены на глубинах 90–160 км. На территории Молдавской ССР и на юго-западе Украины ощущались четыре землетрясения.

4, Зак. 451

49

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам

№ п/п	Район	Кр											ΣЕ, Дж
		7	8	9	10	11	12	13					
1	Северо-Западный												$5,26 \cdot 10^9$
	а) Закарпатье	1	1	1									$9,55 \cdot 10^8$
	б) Предкарпатье				1								$2,0 \cdot 10^9$
2	в) северо-восточная Венгрия	1	2										$1,91 \cdot 10^8$
	г) Румыния, Сигет			1	3								$2,11 \cdot 10^9$
	Вранча					1	4	5	3	2	1		$1,68 \cdot 10^{13}$
	а) горы Вранча					1	1	2					$1,68 \cdot 10^{13}$
	б) Предкарпатский прогиб					1	1						$3,46 \cdot 10^9$
6	в) горы Бодок					1							$5,01 \cdot 10^8$
	г) Брэила					1							$6,31 \cdot 10^9$
	Кришана					1							$1,26 \cdot 10^9$
	Всего	2	5	12	8	3	2	1				$1,69 \cdot 10^{13}$	

*В районах 3-5, 7, 8 землетрясения не зарегистрированы.

Таблица 2

Макросейсмические сведения о землетрясении 1 августа в 11 ч 17 мин

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	Пункт	Δ, км
1	5 баллов	122	15	Котиганы	122	32	Ермоклия	231	3-4 балла	
2	Слободзея-Маре	122	16	Лебедеенко	128	33	Волонтировка	234		
	Кымпень	135	17	Рени	132	34	Тирасполь	249		
	4-5 баллов		18	Чишмицкой	137					
3	Кагул	117	19	Суворово	142				3 балла	
4	Валены	120	20	Верхняя Албота	142	35	Киселия	137		
5	Гаванюса	134	21	Яргара	148	36	Тараклия	155		
6	Вулканешты	139	22	Орак	160	37	Корнешты	196		
7	Комрат	162	23	Князевка	162	38	Бахмут	207		
8	Измаил	180	24	Немцены	162	39	Фалешты	226		
9	Килия	207	25	Каракуй	168	40	Брезоя	252		
10	Вилково	234	26	Лозово	188	41	Слободзея	268		
	4 балла		27	Калараш	199	42	Кобыляны			
			28	Арциз	219		Не ощущалось			
11	Манга	116	29	Бакчалыя	223	43	Глодяны	224		
12	Рошу	119	30	Новые Анены	224	44	Приморское	232		
13	Колбаш	120	31	Раскаевцы	254	45	Паланка	274		
14	Готешты	122				46	Окниша	287		
						47	Колбасна	289		

Слабо качались лампочки, колебались деревья. Наблюдалось падение неустойчивых предметов. Многие жители села выбегали из домов на улицу. Также отмечено беспокойство домашних животных. С интенсивностью 4 балла землетрясение проявилось в пос. Булканешты (Δ = 147 км). Его ощущали многие жители. Дребезжали окна, открывались двери. Землетрясение сопровождалось гулом. Интенсивность 3-4 балла

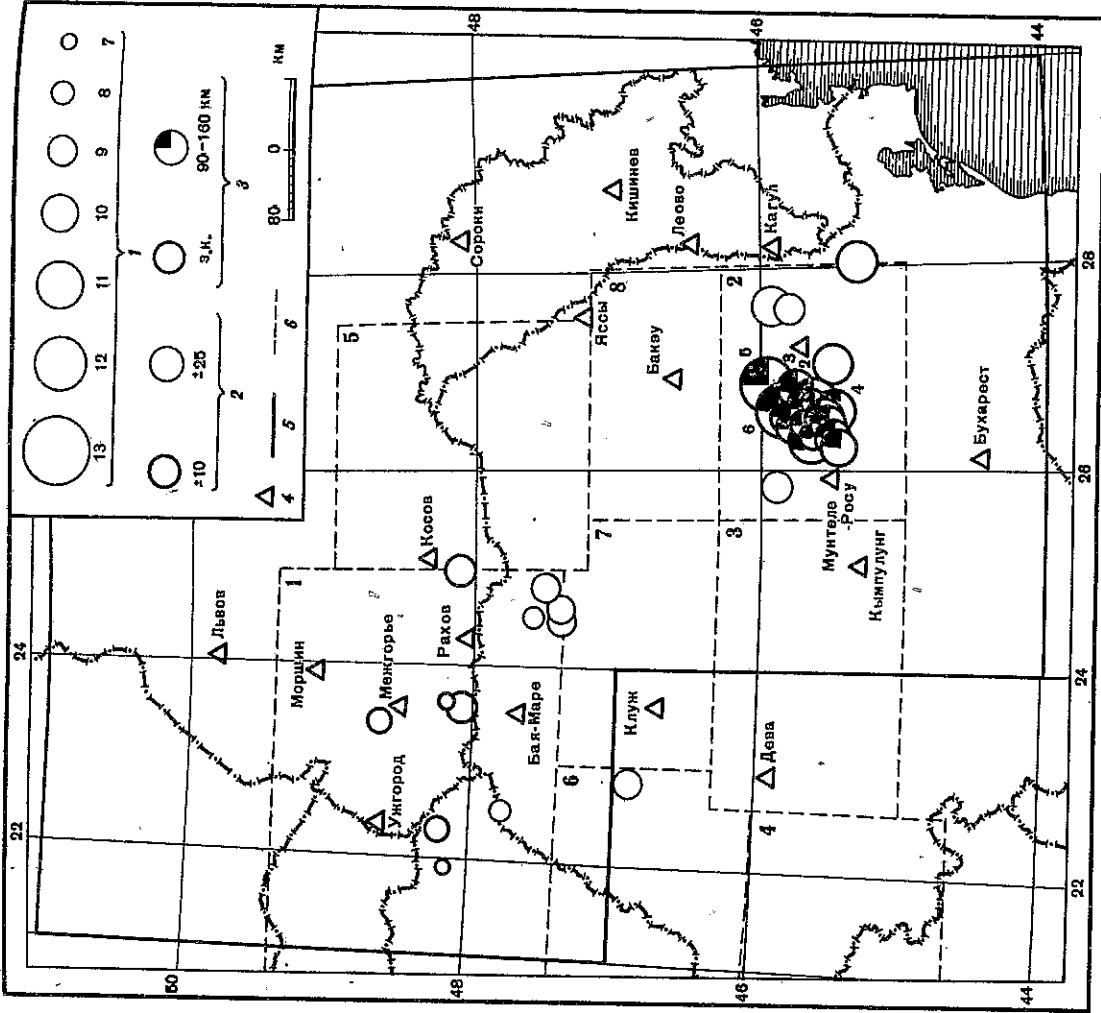


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат
 1 - энергетический класс Кр; 2 - класс точности определения эпицентра; 3 - глубина очага, км; 4 - сейсмическая станция; 5 - граница региона; 6 - сейсмоактивные районы: Северо-Западный (1), Вранча (2), Южные Карпаты (3), Банат (4), Буковина (5), Кришана (6), Трансильвания (7), Басзу (8)

Землетрясение 28 января ощущалось в семи населенных пунктах. В городах Рени (Δ = 146 км), Измаил (Δ = 194 км), селениях Валя Пержей (Δ = 203 км), Сиготены (Δ = 230 км) и пос. Корнешты (Δ = 230 км) в саманных и кирпичных зданиях на 1-3 этажах некоторые жители ощущали колебания. Дребезжали окна, раскачивались всякие предметы, слабо качались цветы в вазах. В сел. Сиготены и в г. Измаиле несколько человек слышали гул. В Измаиле отмечалось беспокоество животных - 3 балла. В Кишиневе (Δ = 239 км) и Тирасполе (Δ = 279 км) немногие, в основном находящиеся на верхних этажах, ощущали слабый толчок - 2-3 балла.

Землетрясение 26 марта ощущалось на юго-западе республики, в сел. Чишмицкой (Δ = 144 км) с интенсивностью 4-5 баллов. Землетрясение сопровождалось гулом.

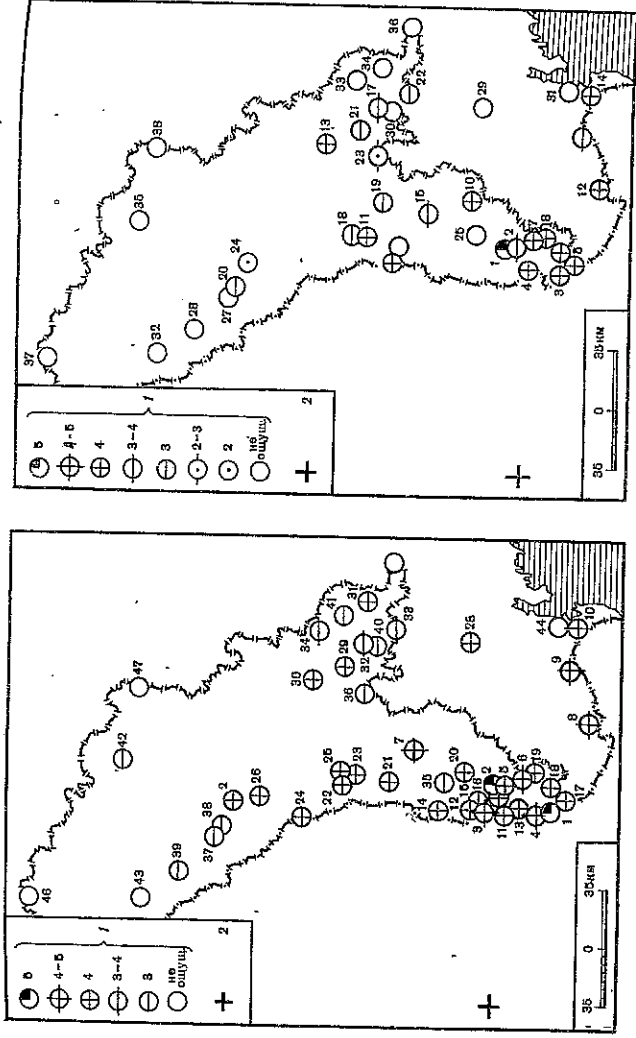


Рис. 2. Карта ощущаемости землетрясения 1 августа в 11 ч 17 мин

1 - балльность; 2 - инструментальный эпицентр

Рис. 3. Карта ощущаемости землетрясения 1 августа в 14 ч 35 мин

Обозначения те же, что и на рис. 2

отмечена в г. Кагуле ($\Delta = 130$ км), где многие сидящие ощутили толчок, услышали дребезжание стекол и звон посуды. На третьем этаже открылась дверка серванта. В селах Рошу ($\Delta = 132$ км), Котигены ($\Delta = 135$ км) и в г. Измаиле ($\Delta = 186$ км) отмечена интенсивность 3 балла. Сидящие ощутили незначительные колебания.

Таблица 3

Макросейсмические сведения о землетрясении 1 августа в 14 ч 35 мин

№ п/п	Пункт	Δ , км	№ п/п	Пункт	Δ , км	Пункт	Δ , км
1	5 баллов	140	14	Вилково	237	Не ощущалось	
	Кымиень		25	Верхняя Албота	150		
	4-5 баллов		26	Ягфара	159		
2	Гаванова	139	27	Корнешты	210		
	4 балла		28	Фалешты	221		
	Слободзея-Маре	124	29	Аршиз	226		
3	Колибаш	125	30	Брезоая	236		
4	Рени	134	31	Приморское	236		
5	Чимшиккой	140	32	Глодяны	237		
6	Вулканешты	143	33	Слободзея	262		
7	Суворово	146	34	Раскавцы	263		
8	Леово	151	35	Кобыля	282		
9	Кирютыя	170	36	Паланка	282		
10	Князевка	173	37	Охница	301		
11	Измаил	182	38	Колбасна	302		
12	Новые Анены	235					
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							

Для двух сильных землетрясений — 1 августа в 11 ч 17 мин и 14 ч 35 мин — по территории Молдавской ССР и Одесской области Украинской ССР был собран обширный макросейсмический материал (табл. 2, 3; рис. 2, 3).

Землетрясение 1 августа в 11 ч 17 мин с максимальной силой 5 баллов проявилось в селах Слободзея-Маре и Кымиень. Оно ощущалось большинством жителей. Дребезжали окна, двери, посуда. Качались люстры, лампочки, распахивались окна, форточки. Колебалась вода в сосудах, цветы в вазах. Землетрясение сопровождалось гулом. Немногие в страхе выбегали из помещений. Кое-где в шпукатурке появились тонкие трещины.

Для землетрясения 1 августа в 14 ч 35 мин максимальная интенсивность 5 баллов на территории Молдавии отмечена только в одном пункте — сел. Кымиень. Землетрясение ощущалось большинством жителей. Многие испытывали страх. Некоторые выбегали из помещений. Дребезжали окна, двери, посуда. Падали небольшие предметы. До землетрясения отмечалось беспокойство животных, слышался гул.

Эпицентры трех неглубоких землетрясений района Врапча приурочены к Предкарпатскому прогибу и находятся на линии Рымникул—Сэрат—Текуч. Одно землетрясение произошло в северной части Добруджи, в низовьях р. Сирет ($K_p = 9,8$). Раньше здесь было отмечено землетрясение (2 сентября 1980 г., $K_p = 12,5$), ощущавшееся на территории Молдавии.

ЛИТЕРАТУРА

- Есеев С.В. К вопросу об определении элементов близких землетрясений // Тр. Геофиз. ин-та АН СССР. 1954. Т. 22. С. 95-101.
- Архангельский В.Т., Введенская Н.А., Гайский В.Н. и др. Руководство по производству и обработке наблюдений на сейсмических станциях СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Ч. 2. 183 с.
- Сейсмологические таблицы. М.: Наука, 1962. 94 с.
- Jeffreys H., Bullen R.E. Seismological tables. L., 1940. 52 p.
- Раутиан Т.Г. Затухание сейсмических волн и энергия землетрясений // Тр. ТИССС. 1960. Т. 7. С. 41-96.
- Каток А.П. Об использовании номограммы Т.Г. Раутиан для энергетической классификации глубоких напорно-гидротектонических землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. М.: Наука, 1974. Т. 2. С. 139-143.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР (с древнейших времен до 1975 г.) / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977. 535 с.
- Дружия А.В., Степаненко Н.Я. Определение магнитуд подкорковых землетрясений области Врапча на сейсмической станции Кишинев // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССР СССР (Крым—Карпаты) за 1977 г. Киев: Наук. думка, 1983. С. 81-85.
- Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П. Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1983. С. 12-17.

УДК 550.348.436 (477.5)

Б.Г. Лустовитенко, В.Б. Кульчицкий, И.Б. Дубинский ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КРЫМА

Регион условно разделен на девять районов. Для расчета координат гипоцентров землетрясений используется комплекс программ, реализованных на языке Фортран-IV. Ниже приводятся основные алгоритмы.

А. При известных временах вступления прямых волн \bar{P} и \bar{S} на группу из $n \geq 4$ станций находится решение системы уравнений вида

$$t_{mi} - t_0 = \frac{1}{V_m} \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 + Z_0^2} \quad (1)$$