

УГЛЯНСКОЕ-III ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 14 декабря 2010 г.**с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$, $I_0=5$ (Украина, Закарпатье)****Р.С. Пронишин**

Отдел сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины,
г. Львов, pronrom@gmail.com

Инструментальные данные. 14 декабря 2010 г. в 19^h50^m севернее с. Угля, в районе сел Малая Уголька и Великая Уголька Тячевского района Закарпатской области, на глубине $h=11$ км произошло ощутимое землетрясение с энергетическим классом $K_p=9.7$ и магнитудой $MSHA=3.3$ [1]. Это уже третье обследованное землетрясение в данной очаговой зоне (первые два описаны ниже). Оно обработано по записям 14 сейсмических станций Карпат: «Нижнее Селище», «Межгорье», «Королёво», «Рахов», «Тросник», «Мукачево», «Старуня», «Оноковцы», «Ужгород», «Моршин», «Косов», «Схидныця», «Черновцы», «Львов» и «Новоднестровск» [2], а суммарное число станций, записавших это землетрясение по данным ISC [3] составило 120. Разные решения его параметров даны в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры Углянского-III землетрясения 14 декабря 2010 г. с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$ по данным Карпат (КОМСП) и других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
КОМСП	19 50 13.6	0.1	48.17 _н 48.20 _м	0.01	23.60 _н 23.63 _м	0.01	11	1	$K_p=9.7/5$, $Kd=9.2/16$, $Md=2.9/16$, $MSHA=3.3/5$	[1]
SIGU	19 50 13.6		48.17		23.60		11		$Md=2.9$	[3]
IDC	19 50 12.8	0.8	48.16		23.47		0f		$m_b=3.5/2$	[3]
CSEM	19 50 14.7		48.21		23.51		10f			[3]
PRU	19 50 15.1		48.06		23.44		10			[3]
ISCJB	19 50 14.6	0.3	48.23		23.54		14			[3]
ISC	19 50 13.9	1.1	48.20		23.52		7			[3]

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к наст. сб.; нижними индексами «н», «м» отмечены координаты инструментального и макросейсмического эпицентра.

По данным табл. 1, время в очаге по разным агентствам отличается от регионального значения t_0 в меньшую сторону лишь по данным IDC (на $\delta t_0=-0.8$ с). Все остальные агентства дают плюсовые отклонения от $\delta t_0=0.3$ с до $\delta t_0=1.5$ с. Разброс координат эпицентра в плане изображен на рис. 1.

Как видим, все иные решения смещены к северо-западу, за исключением наиболее удаленного агентства PRU, смещенного к юго-западу. Все другие решения хорошо согласуются между собой и, в общем, недалеко от регионального решения эпицентра Углянского-III землетрясения.

Макросейсмические данные. В эпицентральной зоне Углянского-III землетрясение ощущалось с интенсивностью 5 баллов по шкале MSK-64 [4]. Сразу после землетрясения по почте были разосланы вопросные анкеты в поселковые советы и школы. Ответы были получены на 44 анкеты лишь из 14 населенных пунктов. Кроме того, информация также была собрана по телефонному опросу сотрудниками сейсмических станций «Нижнее Селище» и «Рахов» в населенных пунктах очаговой зоны и других пунктах, удаленных от эпицентра на расстоянии 15–50 км.

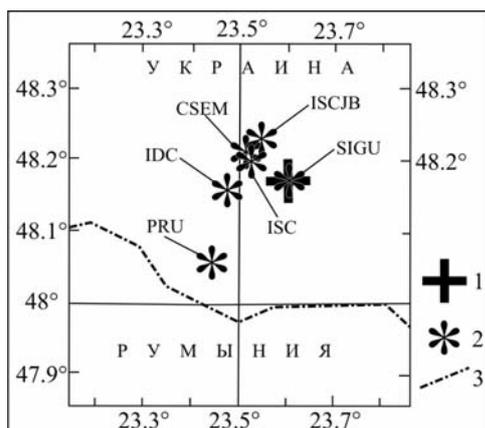


Рис. 1. Сопоставление решения эпицентра Углянского-III землетрясения 14 декабря 2010 г. по данным близких станций сети КОМСП с решениями других агентств

1 – инструментальный эпицентр по данным КОМСП;
 2 – решения по данным других сейсмологических служб; 3 – государственная граница.

В результате обработки данных опроса была получена балльность в 50 населенных пунктах. Пятибалльные сотрясения отмечены в 5 населенных пунктах: Угля, Малая Уголька, Великая Уголька, Колодное и Кичерелы. Большинство жителей заметили колебание или дрожание одноэтажных домов, дрожание мебели, звон посуды, стекол окон, раскачивание люстр. Был слышен сильный подземный гул. Некоторые люди пугались, выходили или выбегали из зданий во двор. Кое-где осыпалась побелка и образовались волосяные трещины в штукатурке.

В населенных пунктах Драгово, Чумалево, Теревля, Копашнево и Хустец землетрясение ощущалось с интенсивностью 4–5 баллов. В 23 пунктах были отмечены 4-балльные сотрясения, а в остальных населенных пунктах отмечены, соответственно, 3–4- и 3-балльные сотрясения.

В табл. 2 приведена балльность в каждом населенном пункте и расстояние от макросейсмического эпицентра.

Таблица 2. Макросейсмические данные об Углянском-III землетрясении 14 декабря 2010 г. в $19^h 50^m$ с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
<u>5 баллов</u>					27	с. Буштыно	20	48.05	23.48
1	с. Малая Уголька	0.5	48.20	23.63	28	с. Бедевля	22	48.00	23.66
2	с. Великая Уголька	1.5	48.20	23.65	29	с. Кошелево	22	48.24	23.33
3	с. Колодное	4.8	48.16	23.60	30	с. Тересва	23	48.00	23.69
4	с. Кичерелы	4.5	48.24	23.62	31	с. Вышково	22	48.06	23.42
5	с. Угля	5.6	48.15	23.63	32	г. Хуст	24	48.18	23.30
<u>4–5 баллов</u>					33	с. Велятин	26	48.11	23.31
6	с. Чумалево	6.6	48.19	23.54	34	с. Липовец	26	48.28	23.30
7	с. Драгово	7.4	48.24	23.55	<u>3–4 балла</u>				
8	с. Теревля	10	48.11	23.59	35	с. Иза	22	48.21	23.33
9	с. Копашнево	11	48.22	23.48	36	с. Грушево	24	48.00	23.76
10	с. Хустец	7.5	48.21	23.53	37	с. Шаян	26	48.06	23.35
<u>4 балла</u>					<u>3 балла</u>				
11	с. Золотарево	10	48.18	23.50	38	с. Солотвино	31	47.97	23.87
12	с. Забродь	11	48.29	23.57	39	с. Приборжавское	33	48.34	23.23
13	с. Малая Лунка	11	48.22	23.49	40	с. Иршава	45	48.32	23.05
14	с. Тисолово	13	48.14	23.78	41	с. Сильце	48	48.29	22.99
15	с. Нересница	14	48.12	23.77	42	с. Медяница	51	48.31	22.96
16	с. Нижнее Селище	13	48.20	23.45	<u>2–3 балла</u>				
17	с. Данилово	12	48.16	23.48	43	с. Залом	24	48.26	23.32
18	с. Березово	15	48.30	23.49	<u>Не ощущалось</u>				
19	с. Терново	16	48.07	23.73	44	с. Красна	23	48.24	23.94
20	с. Вонигово	16	48.07	23.53	45	с. Глубокий поток	25	48.06	23.89
21	с. Горинчево	17	48.27	23.43	46	с. Русская Мокра	26	48.35	23.90
22	с. Вильшаны	17	48.35	23.62	47	с. Колочава	28	48.44	23.73
23	с. Боронява	19	48.16	23.38	48	с. Усть Чорная	26	48.32	23.93
24	с. Нанково	17	48.20	23.40	49	с. Долгое	26	48.37	23.29
25	с. Сокирница	19	48.12	23.40	50	с. Чорный поток	52	48.41	23.00
26	с. Липча	20	48.26	23.38					

Скорректированные *ред.* расстояния в табл. 2 были внесены в каталог землетрясений [1] и в макросейсмические данные [5].

По данным табл. 2 была построена карта изосейст (рис. 2). Как видно из рис. 2, данное землетрясение ощущалось на территории площадью около 600 км^2 .

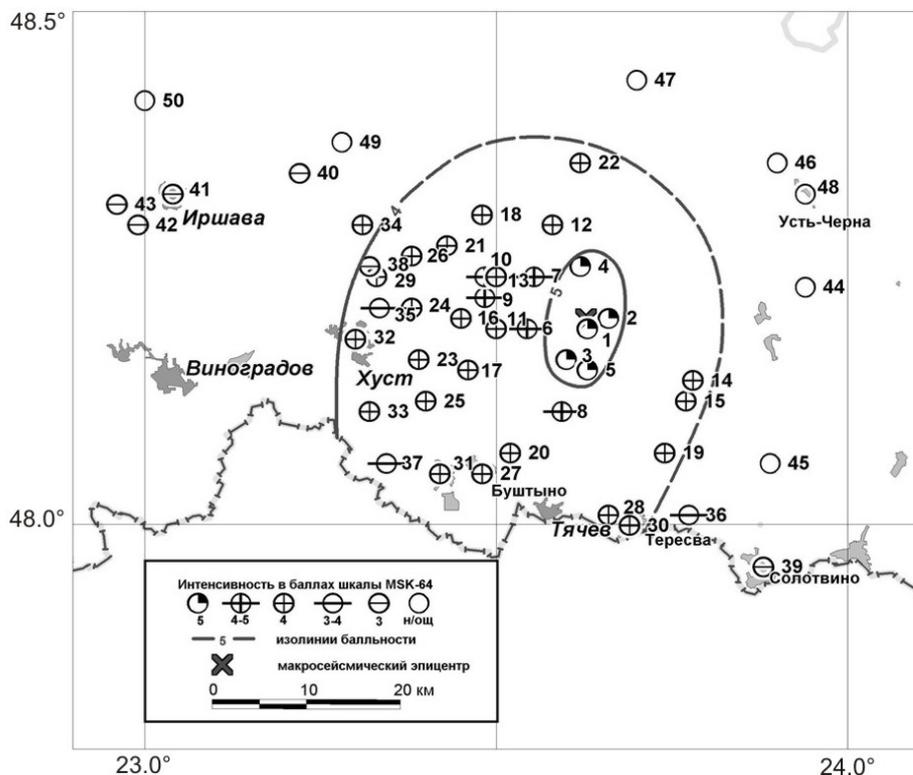


Рис. 2. Карта изосейст Углынского-III землетрясения 14 декабря 2010 г. в $19^{\text{h}}50^{\text{m}}$ с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$ в Тячевском районе Закарпатской области

Согласно карте изосейст, макросейсмический эпицентр находится в районе с. Малая Уголька и имеет координаты $\varphi_{\text{м}}=48.20^\circ\text{N}$, $\lambda_{\text{м}}=23.63^\circ\text{E}$. Он расположен в 4 км на северо-восток от инструментального эпицентра, который, согласно каталога [1], имеет координаты $\varphi=48.17^\circ\text{N}$, $\lambda=23.60^\circ\text{E}$. Такое различие в координатах можно объяснить точностью определения координат эпицентра по инструментальным данным. Если в расчет взять только ближние станции, то инструментальный эпицентр будет иметь координаты $\varphi=48.21^\circ\text{N}$, $\lambda=23.65^\circ\text{E}$ и таким образом максимально приблизится к макросейсмическому эпицентру.

Сеймотектоническая позиция. Как известно, Закарпатье является областью довольно интенсивных современных тектонических движений, которые влияют на ее сейсмичность. Области возникновения землетрясений являются тектонически ослабленные зоны – места, где, скорее всего, можно ожидать нарушения сплошности горных пород. Такими зонами становятся участки между древними, достаточно консолидированными блоками земной коры с различным направлением или скоростью тектонических перемещений. Именно в таких местах накапливается энергия, которая быстро превышает предел упругости пород.

Тектонически эпицентр Углынского-III землетрясения приурочен к северной части Солотвинской впадины к зоне сочленения Складчатых Карпат с Закарпатским прогибом (зона Пеннинского глубинного разлома) [6]. Район между реками Тиссой, Рикой и Теремлей отличается особой подвижностью, тектоника его очень сложна. Здесь отмечено множество разрывов продольных, поперечных и кососекущих. Они образуют блоки почти прямоугольной формы.

Сейсмическая история. Углыньское-III землетрясение произошло в той же зоне, что и Углыньское-I и Углыньское-II [7] в 1979 г., произошедшие 23 августа в $22^{\text{h}}02^{\text{m}}$ с $K_p=10.5$, $I_0=6$ баллов и 22 сентября в $18^{\text{h}}06^{\text{m}}$ с $K_p=11.4$, $I_0=6-7$ баллов. Оба землетрясения сопровождались афтершоками [7, 8–11]. На рис. 3 даны копии их изосейст из [7]. Площади их ощутимости составили 2000 км^2 и 2900 км^2 , тогда как у Углыньского-III землетрясения с $K_p=9.7$ она равна 600 км^2 .

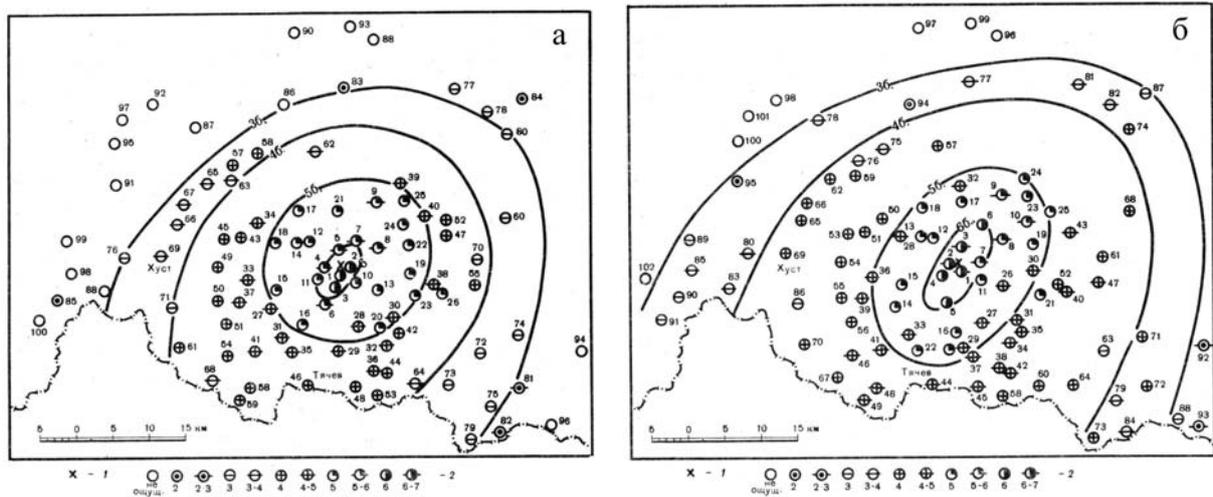


Рис. 3. Карты изосейст Углянского-I землетрясения 23 августа 1979 г. с $K_p=10.5$, $h_1=4$ км, $M_1=3.4$, $I_0=6$ баллов (а) и Углянского-II землетрясения 22 сентября 1979 г. с $K_p=11.5$, $h_1=4$ км, $M_1=3.8$, $I_0=6-7$ баллов (б)

1 – макросейсмический эпицентр; 2 – балльность по шкале MSK-64 [4]; 3 – макросейсмические значения глубины (h_1) и магнитуды (M_1) определены из карт изосейст этих землетрясений по номограммам Н.В. Шебалина [15].

Как видим, имеет место значительное подобие в расположении и ориентировке нынешней карты изосейст Углянского-III землетрясения с картами изосейст 1979 г. Удивительно близки их инструментальные эпицентры: 2010 г. – $\varphi_{и}=48.17^\circ\text{N}$, $\lambda_{и}=23.60^\circ\text{E}$; 1979 г. – $\varphi_{и}=48.14^\circ\text{N}$, $\lambda_{и}=23.58^\circ\text{E}$. Также близки их макросейсмические эпицентры: 2010 г. – $\varphi_{и}=48.20^\circ\text{N}$, $\lambda_{и}=23.63^\circ\text{E}$; 1979 г. – $\varphi_{и}=48.16^\circ\text{N}$, $\lambda_{и}=23.62^\circ\text{E}$. Это подтверждает единую первопричину, связанную со стабильным во времени полем тектонических напряжений в данном локальном очаге системы Карпат.

В 1980 г. продолжилась активизация этой зоны. За одни сутки, с 28 по 29 июля, здесь произошел рой землетрясений. Как отмечено в [12, 13], «землетрясения 1980 г. оказались более слабыми ($K_p=4.9-9.8$), поэтому для их изучения могли использоваться только инструментальные данные». В [14] приведены сведения о 55 землетрясениях этого роя, 53 из которых возникли 28, 29 июля и еще по одному толчку – 1 августа и 28 ноября. Три наиболее сильные события роя с $K_p=9.1$ и 9.8, 9.8 соответственно включены в табл. 3.

В табл. 3 приведено каталог сильных землетрясений в районе Солотвинской впадины Закарпатского прогиба с $I_0 \geq 5$.

Таблица 3. Каталог землетрясений в районе Солотвинской впадины Закарпатского прогиба с $I_0 \geq 5$

Год	Дата д.м	t_0 , ч мин с	Координаты		h , км	K_p	M	I_0 , балл	Источ- ник
			φ° , N	λ° , E					
1926	27.06	15 30	48.00	23.72	2.5–6	9.0	2.8	5	[16, 17]
1926	28.06	20 00	48.02	23.71	2.5–6	10.1	3.4	6	– " –
1926	10.08	01 10	48.02	23.70	3–7	11.2	4.0	7	– " –
1935	22.08	02 10	48.20	23.20	4–9	10.3	3.5	5–6	– " –
1937	14.09	08 58	48.21	23.54	5–10	11.7	4.3	6–7	– " –
1979	23.08	22 02 04	48.14 _и	23.58 _и	4 _м	10.5	3.6	6	[7, 9, 10]
			48.16 _м	23.62 _м					
1979	22.09	18 06 12.3	48.14	23.58	4 _м	11.4	4.1	6–7	– " –
			48.16 _м	23.62 _м					
1980	28.07	09 56 25.3	48.18	23.65	3	9.1	3.3	5	[13, 14]
1980	28.07	15 57 56.7	48.10	23.56	4	9.8	3.2	5	– " –
1980	29.07	02 31 14.4	48.12	23.58	4	9.8	3.2	5	– " –
2010	14.12	19 50 13.6	48.17 _и	23.60 _и	11	9.7	3.3	5	[1, 2]
			48.20 _м	23.63 _м					

Примечание. Нижними индексами «и», «м» отмечены координаты инструментального и макросейсмического эпицентра.

На фрагмент карты разломных структур прогиба и смежных территорий из [18], изображенный на рис. 5, вынесены эпицентры этих землетрясений.

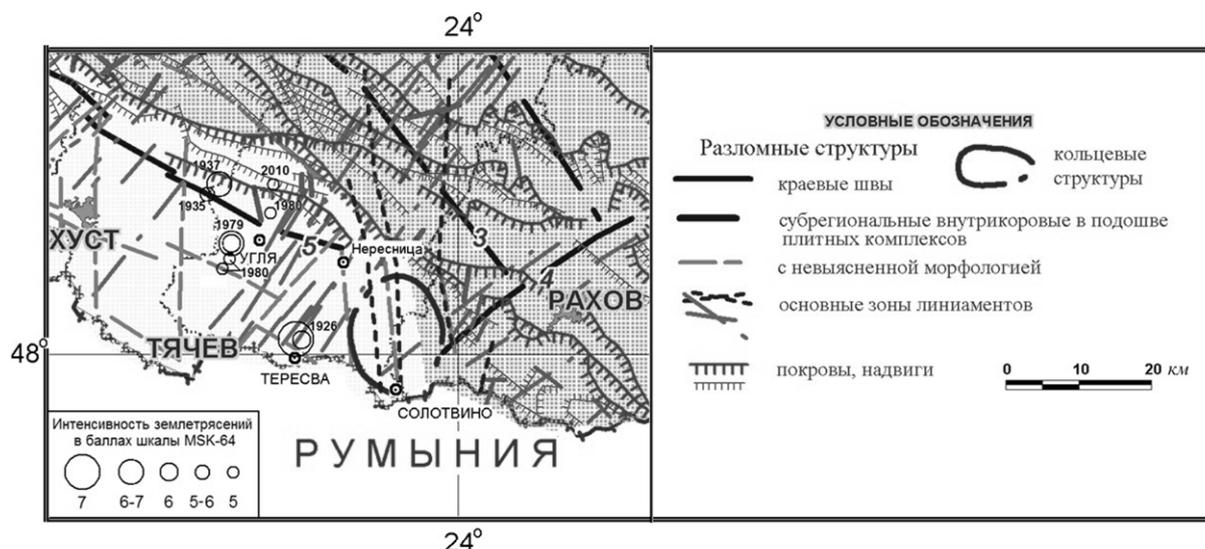


Рис. 5. Фрагмент карты разломных структур Солотвинской впадины Закарпатского прогиба и смежных территорий [18] с указанием эпицентров сильных землетрясений

Разломы: 3 – Черноголовский; 4 – Гуцульский; 5 – Пенинский;

К ним относятся рой Тересвинских землетрясений 1926 г., максимальное ($M=4.0$) из которых произошло 10.08.1926 г. и имело интенсивность в эпицентре $I_0=7$ баллов; Чумаловское землетрясение 22.08.1935 г. с $M=3.5$, $I_0=5-6$ баллов около с. Чумалево; Драговское землетрясение 14.09.1937 г. с $M=4.3$, с $I_0=6-7$ баллов в районе с. Драгова, которое сопровождалось афтершоками, также как Углянские землетрясения в 1979, 1980 и 2010 гг.

Кроме того, за инструментальный период наблюдений после 1980 г. здесь имели место 4-балльные сотрясения при землетрясениях в районе Угли 18.12.1984 г. с $K_p=9.1$ [19] и 12.01.1990 г. с $K_p=9.6$ [20], а также в районе Тячева 24.04.1991 г. с $K_p=9.1$ [21].

Л и т е р а т у р а

1. Чуба М.В. (отв. сост.), Келеман И.Н., Гаранжа И.А., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищенко И.М., Плишко С.М., Вербицкая О.Я., Давыдяк О.Д., Олейник Г.И., Симонова Н.А., Бурлуцкая А.М., Евдокимова О.В. (сост). Каталог землетрясений Карпат за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. Чуба М.В., Келеман И.Н., Паранджа И.А., Стасюк А.Ф., Вербицкий Ю.Т., Нищенко И.М., Лишко С.М., Вербицкая О.Я., Давыдяк О.Д., Олейник Г.И., Симонова Н.А., Бурлуцкая А.М., Евдокимова О.В. Подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 2010 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 2010 год. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. – С. 118–182.
3. International Seismological Centre, On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2013. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
4. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
5. Пронишин Р.С., Симонова Н.А. (отв. сост.), Михайлова Р.С. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Карпат в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. Гофштейн И.Д. Неотектоника Карпат. – Киев: Изд-во АН УССР, 1964. – 176 с.
7. Костюк О.П., Руденская И.М., Пронишин Р.С. Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1979 г. – М.: Наука, 1982. – С. 10–16.

8. **Костюк О.П., Руденская И.М., Подымова И.С., Карпив Т.С., Хивренко З.С.** Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 1979 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР. (Крым – Карпаты за 1978–1979 гг.) / Отв. ред. И.И. Попов. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 48–75.
9. **Пронишин Р.С., Скаржевский В.В., Хивренко З.С.** Углянские землетрясения в 1979 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны Единой системы сейсмических наблюдений СССР (Крым – Карпаты за 1978–1979 гг.) – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 100–125.
10. **Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г.** Особенности процессов в эпицентральной зоне Закарпатских землетрясений в 1979 г. // Геофизический журнал – 1981. – 3. – № 6. – С. 71–85.
11. **Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г.** Некоторые аспекты сейсмического «климата и погоды» в Закарпатье // Изв. АН СССР. – Физика Земли. – 1982. – № 10. – С. 74–81.
12. **Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П.** Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1980 г. – М.: Наука, 1983. – С. 11–16.
13. **Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П., Подымова И.С.** Сейсмичность Карпат в 1980 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР. (Крым–Карпаты, 1980 г.) /Отв. ред. И.И. Попов/ – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 79–87.
14. **Костюк О.П., Руденская И.М., Карпив Т.С., Хивренко З.С., Подымова И.С.** Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 1980 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР. (Крым – Карпаты, 1980 г.) / Отв. ред. И.И. Попов. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 43–79.
15. **Шебалин Н.В.** Опорные землетрясения и уравнения макросейсмического поля // // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 20–30.
16. **Евсеев С.В.** Интенсивность землетрясений Украины // Сейсмичность Украины. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 32–55.
17. **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.
18. **Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР;** М: 1:1000000 (с использованием материалов космической съемки) / Под ред. Н.А. Крылова. – М.: Мингео СССР, 1988. – 4 листа.
19. **Руденская И.М. (отв. сост.), Карпив Т.С., Хивренко З.С., Гаранджа И.А., Чёрная И.М. (сост.).** Региональные каталоги. Карпаты // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: Наука, 1987. – С. 188–190.
20. **Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Чуба М.В., Чёрная И.М. (сост.).** Региональные каталоги. Карпаты // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – С. 138.
21. **Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.А., Чуба М.В., Чёрная И.М. (сост.).** Региональные каталоги. Карпаты // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – С. 108.