

**БЕРЕГОВСКОЕ-III ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 15 ноября с $K_p=8.8$, $I_0=4-5$; БЕРЕГОВСКОЕ-IV
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 23 ноября 2006 г. с $K_p=12.1$, $I_0=6$ (Украина, Закарпатье)**

**Р.С. Пронишин¹, А.Ф. Стасюк¹, Ю.Т. Вербицкий¹, А.А. Пустовитенко²,
Е.Е. Корниенко¹, И.И. Ярема¹, М.М. Наривна¹**

¹Отдел сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины,
г. Львов, roman@seism.lviv.ua
²Отдел сейсмологии Института геофизики НАН Украины,
г. Симферополь, seismosilver@mail.ru

Сочетание «Береговское землетрясение» не ново в сейсмической истории Закарпатья. Оно уже присутствует в [1] для двух землетрясений, произошедших 07.04.1931 г. с $M=3.9$, $I_0=6$ баллов, $h=7$ км [$\varphi=48.22^\circ\text{N}$; $\lambda=22.69^\circ\text{E}$] и 24.10.1965 г. с $M=3.7$, $I_0=(7)$ баллов, $h=2.5$ км [$\varphi=48.22^\circ\text{N}$; $\lambda=22.66^\circ\text{E}$]. К сожалению, в [1] им не были присвоены номера, что создает некоторую сложность при описании сейсмического процесса данного района за длительный период времени. Если, следуя традиции, землетрясения 1931 г. и 1965 г. обозначить как Береговское-I и Береговское-II, то произошедшие в 2006 г. станут Береговским-III и Береговским-IV. Все они с очень близкими координатами (рис. 1, 2). Еще два ощутимых землетрясения 1977 г. – 14 апреля с $K_p=8.6$, $I_0=4$ балла и 25 сентября с $K_p=10.5$, $I_0=6-7$ баллов – произошли близко к описываемым [2]. Второе из них было обследовано и построена карта изосейст [3]. Береговское-III землетрясение было зарегистрировано 15 ноября в $18^{\text{h}}09^{\text{m}}$ 17 сейсмическими станциями Карпатского региона Украины [4] и 55 зарубежными станциями [5] до эпицентрального расстояния свыше 650 км. Эпицентр землетрясения находился между населенными пунктами Большая Бигань и г. Берегово. Его основные параметры даны в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Основные параметры очага Береговского-III землетрясения 15 ноября 2006 г. в $18^{\text{h}}09^{\text{m}}$ с $K_p=8.8$ по данным Карпатской опытно-методической сейсмологической партии (КОМСП) в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
КОМСП	18 09 38.8	0.1	48.24 _и	0.01	22.59 _и	0.01	9	0.8	$Md=2.6/16$, $K_p=8.8/4$, $Kd=8.6/16$	[4, 6]
КОМСП			48.23 _м		22.61 _м				– " –	настоящая статья
MOS	18 09 39.1	1.4	48.29		22.52		10 f		$MPSP=4.1/1$	[7]
ISC	18 09 39.5	0.4	48.20	0.02	22.57	0.02	12	3	$m_b=3.5/1$	[5]
NEIC	18 09 37.1	0.5	48.09		22.76		10 f			– " –
CSEM	18 09 40.0	0.1	48.17		22.69		10 f		$m_b=4.1$	– " –
IDC	18 09 37.5	0.8	48.20		22.59		0 f		$m_b=3.5/1$, $ML=3.5/6$	– " –
PRU	18 09 40.2		48.37		22.53		0 f			– " –
IPEC	18 09 42.0	0.4	48.23		22.53		33	5	$ML=2.2/2$	– " –

Примечание. Индексами «и» и «м» отмечены инструментальный и макросейсмический эпицентр.

Через восемь дней, 23 ноября в $07^{\text{h}}15^{\text{m}}$ – произошел более сильный ($K_p=12.1$) главный толчок [6]. Его зарегистрировали все сейсмические станции Карпатской сети Украины [4], а также 387 станций мировой сети до эпицентральных расстояний 9788 км [5] (координаты, магнитуда, энергетический класс, глубина и балльность в эпицентре указаны в табл. 2). Разные решения незначительно отличаются по широте и больше – по долготе (рис. 2), что можно объяснить отсутствием в зарубежных решениях данных сейсмических станций Карпатского

региона Украины, близких к очагу. Макросейсмический эпицентр практически совпал с инструментальным (табл. 2).

Таблица 2. Основные параметры очага Береговского-IV землетрясения 23 ноября 2006 г. в 07^h15^m с $K_p=12.1$ по данным КОМСП в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр				h , км	δh , км	Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$				
КОМСП	07 15 20.3	0.1	48.23 _н	0.01	22.62 _н	0.01	9	0.6	$MSM=3.9/1$; $ML=4.1$; $Md=4.2/18$, $Mw=4.4$, $K_p=12.1/7$, $Kd=11.6/15$, $I_0=6$ MSK	[4, 6]
КОМСП			48.23 _м		22.61 _м		8–10		– " –	настоящая статья
MOS	07 15 18.5	1.0	48.24		22.56		9		$MPSP=4.8/24$	[7]
ISC	07 15 20.6	0.4	48.35	0.02	22.59	0.02	13 14*	2 1.4*	$M_s=3.7/20$, $m_b=4.6/40$	[5]
NEIC	07 15 20.6		48.20		22.46		10f		$m_b=4.8/13$	– " –
CSEM	07 15 20.1	0.1	48.20		22.52		20		$M_s=3.1$	– " –
IDC	07 15 19.1	0.5	48.21		22.59		0f		$m_b=4.3/16$, $ML=4.2/9$	– " –
BUD	07 15 21.06		48.22		22.58		10f		$ML=4.5$, $I=5-6$ MSK	– " –
BUC	07 15 20.57		48.20		22.46		10f		$ML=4.6$	– " –
EMSC	07 15 18.4		48.27		22.61		10f		$m_b=4.6$	– " –
PRU	07 15 19.6		48.16		22.56		0f		$M=4.8$	– " –
IPEC	07 15 21.9	0.3	48.27		22.59		27	2	$ML=4.4/4$	– " –

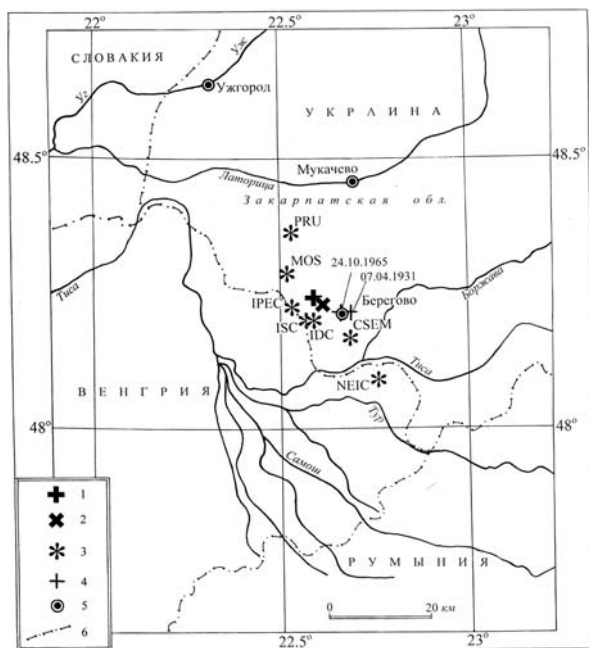


Рис. 1. Сопоставление решения эпицентра Береговского-III землетрясения 15 ноября 2006 г. по данным близких станций сети КОМСП с решениями других агентств

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентр по данным КОМСП соответственно; 3 – решения по данным других сейсмологических служб; 4 – инструментальный эпицентр землетрясений 07.04.1931 г. и 24.10.1965 г. [1]; 5 – населенный пункт; 6 – государственная граница.

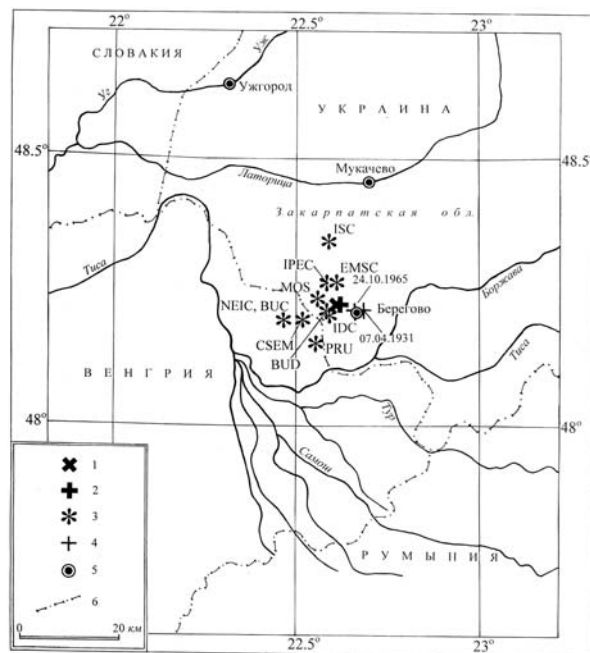


Рис. 2. Сопоставление решения эпицентра Береговского-IV землетрясения 23 ноября 2006 г. по данным близких станций сети КОМСП с решениями других агентств

Условные обозначения те же, что на рис. 1.

Сейсмический момент землетрясения 23 ноября был рассчитан по формуле Р.С. Пронишина и Б.Г. Пустовитенко [8]:

$$\lg M_0 (\text{дн}\cdot\text{см}) = 0.6K + 15.5.$$

Для $K_p=12.1$ расчет дает $M_0=5.75\cdot 10^{22}$ дн·см ($5.75\cdot 10^{15}$ Н·м). С использованием расчетного значения M_0 по формуле Канамори [9]:

$$M_w = 2/3 \lg M_0 - 10.7$$

оценена моментная магнитуда $M_w=4.4$.

Оба землетрясения принадлежат одной очаговой зоне и связаны в последовательность форшок–главный толчок. Об этом свидетельствуют как координаты очагов, их глубина, так и характер записи землетрясений на сейсмических станциях Карпатского региона. Запись Береговского-IV землетрясения показана на рис. 3.

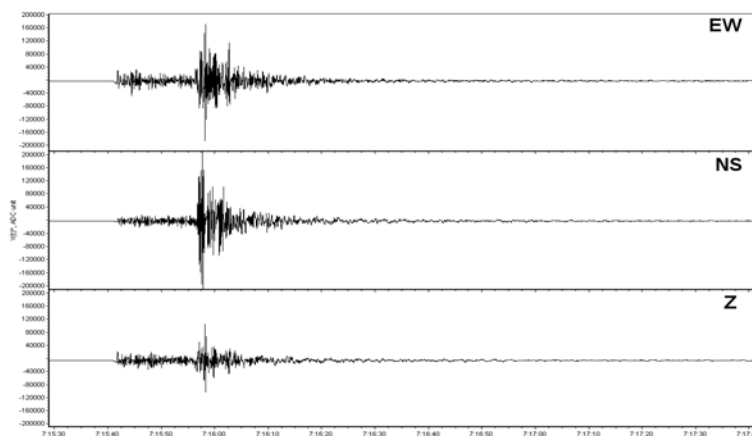


Рис. 3. Запись Береговского-IV землетрясения 23.11.2006 г. на сейсмической станции «Рахов» ($\Delta=120$ км) цифровым автоматическим комплексом DAS-04 + СК-Д

Макросейсмические данные для Береговского-III землетрясения были собраны сейсмологической экспедицией в 41 населенном пункте Береговского, Мукачевского и Иршавского районов (табл. 3). В эпицентральной зоне землетрясение ощущалось с интенсивностью $I=4-5$ баллов в девяти пунктах. Четырехбалльные сотрясения были отмечены в 19 населенных пунктах Береговского района и частично в населенных пунктах Мукачевского района. Площадь, охваченная четырехбалльными сотрясениями, составляет около $S_4=600$ км². В ее пределах жители одноэтажных домов заметили звон посуды, оконных стекол, дрожание зданий, дверей и мебели, легкое раскачивание люстр, колебание цветов в вазонах. В некоторых домах заметили движение незакрытых дверей. Большинство опрошенных жителей слышали подземный гул, который напоминал гром или звук, как от тяжело нагруженной машины или танка, отдельные люди сравнивали его со взрывом или выстрелом. В некоторых домах осыпалась побелка, образовались тонкие трещины в штукатурке и откалывались небольшие куски штукатурки. Во дворах волновались и лаяли собаки. Некоторые жители ощутили головокружение, испугались и выходили из помещений на улицу.

Таблица 3. Макросейсмические данные о Береговском-III землетрясении 15 ноября 2006 г. в 18^h09^m с $K_p=8.8$

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
<u>4–5 баллов</u>					5	Малая Бигань	5.8	48.27	22.58
1	Балажер	2.4	48.25	22.61	6	Змеевка	6.3	48.22	22.70
2	Яноши	3.0	48.25	22.63	7	Мужиево	8.5	48.18	22.70
3	Дыйда (Дедово)	3.1	48.22	22.57	8	Великие Береги	10.0	48.23	22.75
4	Великая Бигань	3.8	48.25	22.57	9	Нижние Реметы	16.6	48.26	22.83

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
4 балла				
10	Берегово	3.3	48.20	22.64
11	Затишное	4.4	48.23	22.67
12	Лужанка	6.4	48.17	22.60
13	Чикош	6.9	48.28	22.66
14	Гут	9.8	48.31	22.58
15	Гать	10.5	48.31	22.64
16	Боржава	11.1	48.16	22.72
17	Запсонь	11.6	48.28	22.48
18	Косонь	12.0	48.26	22.46
19	Бене	12.5	48.17	22.76
20	Вариево	13.5	48.12	22.71
21	Дерцен (Дрисина)	13.5	48.34	22.68
22	Берегуйфолу (Новое Село)	15.7	48.28	22.81
23	Макарево	18.0	48.33	22.80
24	Форнош (Лискове)	18.2	48.36	22.74
25	Верхние Реметы	19.0	48.27	22.86
26	Шенборн	19.8	48.39	22.71
27	Пестрялово	21.1	48.36	22.80

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
28	Горбок	21.8	48.31	22.88
3–4 балла				
29	Хмельник	22.5	48.28	22.90
3 балла				
30	Залуж	23.0	48.36	22.85
2 балла				
31	Нижний Коропец	15.6	48.36	22.66
Не ощущалось				
32	Жнятино	14.1	48.35	22.59
33	Попово	14.7	48.27	22.43
34	Шом	14.8	48.29	22.44
35	Горонда	17.4	48.38	22.57
36	Ривне	19.6	48.37	22.45
37	Ключарки	21.7	48.42	22.64
38	Великие Лучки	21.8	48.42	22.56
39	Павшино	22.1	48.42	22.69
40	Березинка	23.0	48.42	22.80
41	Каменское	25.5	48.28	22.94

Примечание. Здесь и в табл. 4 в скобках указаны старые названия населенных пунктов.

Построенная на основе табл. 3 карта изосейст Береговского-III землетрясения 15.11.2006 г. изображена на рис. 4. На карте цифрами указаны номера населенных пунктов согласно табл. 3.

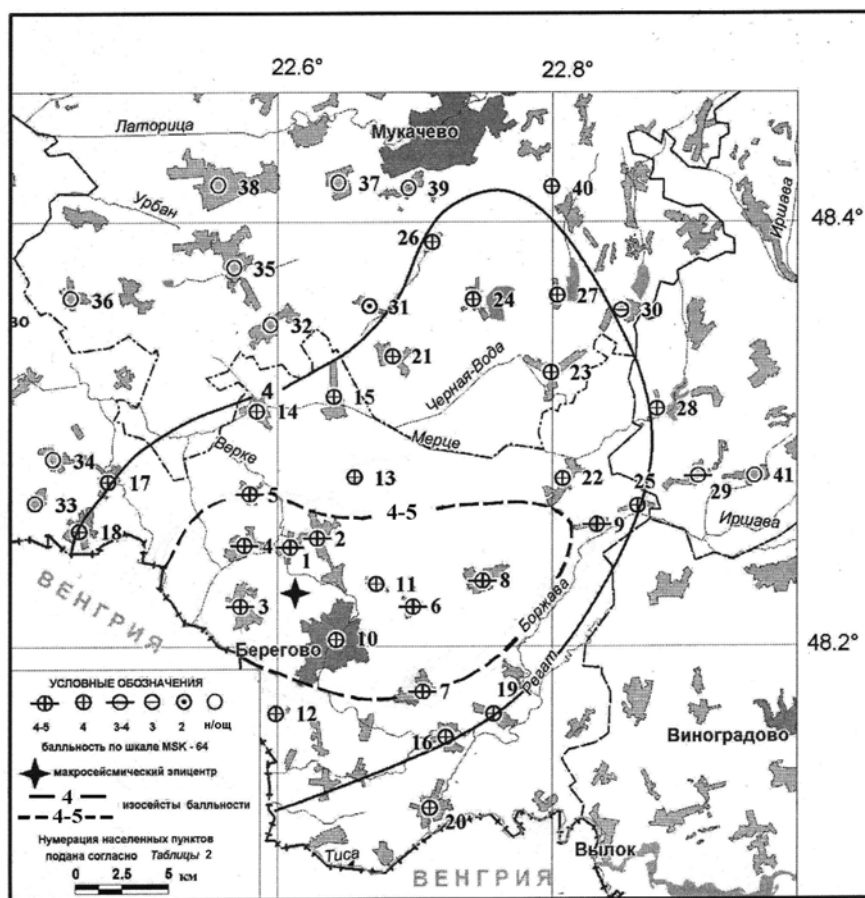


Рис. 4. Карта изосейст Береговского-III землетрясения 15.11.2006 г. в $18^{h}09^{m}$ с $K_P=8.8$

Макросейсмические данные для Береговского-IV были собраны в 184 населенных пунктах от Ужгорода до Рахова (табл. 4). Сразу после землетрясения в Закарпатье выехала сейсмологическая экспедиция. Как известно, подавляющее большинство очагов землетрясений Закарпатья находится на глубинах около 5 км. Поэтому макросейсмический эффект от них всегда распространялся на меньшие площади. Но при Береговском-IV землетрясении 23.11.2006 г. глубина очага по региональным данным равна $h=9$ км [6] и еще глубже по обменным pP -волнам по данным ISC – $h=14*\pm 1.4*$ км [5], что возможно ближе к истине. В результате за счет большей глубины очага сотрясения от Береговского-IV землетрясения охватили практически все Закарпатье.

Интенсивность I_0 данного землетрясения в эпицентральной зоне составила $I_0=6$ баллов. С такой интенсивностью землетрясение ощущалось в населенных пунктах *Берегово, Дыйда, Малая Бигань, Великая Бигань* и др. (табл. 4). Площадь, которую охватили шестибалльные сотрясения, составляет около $S_6=90$ км². В этой зоне во многих домах появились тонкие трещины в штукатурке и в стенах, как внутри помещений, так и на внешней стороне, трещины и отпадание кусков штукатурки на стыке потолка и стен. В некоторых домах повреждены дымовые трубы (выпадали кирпичи и разбивали черепицу). На крышах, покрытых черепицей, сдвигалась или выпадала черепица. Жители пугались и выбегали на улицу. Закрылись некоторые учреждения, особенно детские сады и школы. Всех детей сразу после землетрясения отпустили домой. Большинство опрошенных жителей слышали сначала сильный подземный гул, который напоминал или взрыв, или движение у дома тяжелой машины или трактора, а потом сотрясение. Наблюдалось дрожание дома и мебели, звон посуды в сервантах, дрожание оконных стекол, раскачивание люстр, цветов. Кое-где падали книги с полок и вазоны с цветами. Кто стоял на улице, видел колебание телеграфных столбов. Некоторые жители, стоявшие на улице, заметили, как шоссеиной дорогой прошла волна. Кое-где в колодцах помутнела вода. Фотографии замеченных повреждений зданий даны в конце статьи.

Сотрясения с $I=5-6$ баллов были отмечены в 12 населенных пунктах. Такие же сотрясения зафиксированы венгерскими сейсмологами на территории Венгрии в пограничных районах с Закарпатьем. Из государственных учреждений во время землетрясения пострадала венгерская гимназия в г. Берегово, детский сад в с. Балажер, школы в с. Малая Бигань и в с. Мужиево.

Сотрясения с $I=5-6$ и $I=5$ баллов охватили площадь около $S_{5-6}+S_5=400$ км². В этой зоне землетрясение ощущалось всеми жителями, которые находились внутри зданий, и некоторыми на улице. Большинство опрошенных жителей слышали подземный гул, выходили из помещений. Во время землетрясения раскачивались люстры, скрипели перекрытия, дребезжали стекла окон и посуда. Колебались вазоны с цветами, падали легкие игрушки. В домах образовались тонкие трещины в штукатурке на стыке стен с потолком и поперек стен. Осыпалась побелка, кое-где откалывались небольшие куски штукатурки, в некоторых домах повреждены дымовые трубы. Стоявшие на улице люди заметили раскачивание электрических проводов на столбах. Сотрясения с $I=4-5$ и $I=4$ балла охватили намного большую площадь, чем при сотрясениях 5–6 баллов. Они распространились на расстояние до 80 км от эпицентра. Землетрясение в населенных пунктах, которые попали в эту зону, ощущалось большинством населения, преимущественно внутри помещений. Звенела посуда, стекла окон, дрожала мебель, слабо раскачивались люстры. В некоторых домах образовались тонкие трещины в штукатурке.

Трехбалльные сотрясения дошли на западе Закарпатья до г. Ужгорода, на севере – к населенным пунктам Сияк, Поляна, Межгорье, а на востоке – к пункту Великий Бычков. Двухбалльную изосейсту, а также границу зоны, где не ощущалось землетрясение, не удалось провести из-за недостатка макросейсмического материала в дальней зоне. Известно только, что на востоке Закарпатья землетрясение не ощущалось в районе г. Рахов.

По данным румынских сейсмологов, землетрясение ощущалось на севере Румынии в городах Сату-Маре, Бая-Маре и в окружающих населенных пунктах. В настоящее время нет конкретных данных об интенсивности сотрясений в населенных пунктах Венгрии и Румынии. Поэтому изосейсты на пограничной территории, возможно, будут иметь некоторые погрешности.

По результатам обследования оценена балльность в каждом населенном пункте (табл. 4).

Таблица 4. Макросейсмические данные о Береговском-IV землетрясении 23 ноября 2006 г.
в 07^h15^m с $K_p=12.1$

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
	<u>6 баллов</u>				46	Дротинцы	31.3	48.10	22.99
1	Балажер	1.7	48.25	22.61	47	Боржавское	32.1	48.25	23.04
2	Яноши	2.8	48.25	22.63	48	Ильница	33.8	48.36	23.08
3	Дыйда (Дедово)	3.2	48.22	22.57		<u>4 балла</u>			
4	Великая Бигань	3.3	48.25	22.57	49	Попово	14.4	48.27	22.43
5	Берегово	3.9	48.20	22.64	50	Баркасово	17.3	48.37	22.49
6	Малая Бигань	5.1	48.27	22.58	51	Батево	21.5	48.36	22.39
	<u>5–6 баллов</u>				52	Вилок	21.7	48.11	22.84
8	Затышне	4.4	48.23	22.67	53	Вербовец	23.2	48.17	22.91
	Змиевка	6.7	48.22	22.70	54	Русская Долина	24.5	48.13	22.94
11	Гут	9.8	48.31	22.58	55	Новоселица	24.9	48.13	23.21
		9.0			56	Великая Добронь	25.9	48.42	22.39
	Мужиево	9.1	48.18	22.70	57	Олешник	26.9	48.17	22.97
	Береги	10.4	48.23	22.75	58	Вел. Комяты	27.0	48.24	22.98
14	Запсонь	11.6	48.28	22.48	59	Петрово	27.4	48.07	22.93
		11.2			60	Фанчиково	28.3	48.11	22.94
13	Боржава	11.8	48.16	22.72	61	Завидово	28.3	48.40	22.90
	Квасово	13.0	48.19	22.77	62	Тросник	29.3	48.10	22.95
16	Бене	13.2	48.17	22.76	63	Иршава	29.4	48.32	23.04
17	Вариево (Вары)	14.2	48.12	22.71	64	Онок	29.5	48.22	23.00
	Барбово	16.9	48.33	22.77	65	Гребля	31.5	48.28	23.05
	Макарево	17.8	48.32	22.80	66	Загатья	31.5	48.40	22.95
	<u>5 баллов</u>				67	Брид	31.8	48.34	23.01
19	Лужанка	7.1	48.17	22.60	68	Чепа	32.0	48.07	23.02
20	Мочола	8.4	48.16	22.63	69	Демковица	32.4	48.36	23.00
21	Великая Бакта	8.8	48.16	22.66	70	Чинадиево	32.4	48.48	22.83
22	Гать	9.6	48.31	22.64	71	Виноградово	32.7	48.14	23.04
23	Рафайлово	13.9	48.33	22.49	72	Великая Паладь	32.8	48.00	22.88
24	Берегуйфолу (Новое Село)	15.5	48.28	22.81	73	Буковое	33.3	48.18	23.07
25	Нижние Реметы	16.8	48.26	22.83	74	Великая Копаня	35.0	48.19	23.13
26	Верхние Реметы	19.1	48.27	22.86	75	Чинадиево	36.8	48.52	22.84
27	Хмельник	22.0	48.28	22.90	76	Билкы	36.9	48.33	23.14
28	Карачин	22.2	48.13	22.87	77	Осий	37.1	48.36	23.12
29	Чорний Поток	22.6	48.43	23.00	78	Дяково	37.6	48.02	23.00
30	Дунковица	24.6	48.32	22.91	79	Сасово	37.8	48.09	23.08
	<u>4–5 баллов</u>				80	Теково	38.2	48.12	23.10
31	Чикош	6.3	48.28	22.66	81	Пасека	38.5	48.53	22.91
32	Чом	10.8	48.14	22.63	82	санаторий «Синяк»	41.0	48.57	22.84
33	Косонь	11.7	48.26	22.46	83	Дюла (Юливцы)	41.2	48.03	48.32
34	Бадалово	13.7	48.11	22.64	84	Луково	42.0	48.32	23.21
35	Каштаново	13.9	48.30	22.46	85	Стройное	42.6	48.52	23.04
36	Шом	14.1	48.29	22.44	86	Приборжавское	43.8	48.34	23.22
37	Галабор	15.4	48.10	22.68	87	Черна	44.3	48.14	23.19
38	Батрадь	17.7	48.32	22.42	88	Плавые	46.8	48.50	23.11
39	Четово	18.0	48.13	22.79	89	Малая Мартинка	47.0	48.53	23.08
40	Пушкино	19.7	48.18	22.86	90	Дусино	47.3	48.51	23.10
41	Перехрестье	19.9	48.14	22.84	91	Новоселица	47.9	48.41	22.84
42	Шаланки	20.6	48.23	22.88	92	Долгое	48.5	48.37	23.28
43	Горбок	21.6	48.31	22.88	93	Росош	48.6	48.50	23.14
44	Залуж	22.5	48.36	22.85	94	Хуст	51.4	48.17	23.30
45	Каменское	25.4	48.28	22.94	95	Керецки	52.3	48.48	23.22
					96	Иза	53.1	48.21	23.33
					97	Велятин	53.3	48.11	23.32
					98	Кошелево	53.9	48.24	23.33
					99	Липецкая Поляна	56.7	48.33	23.36

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
100	Липча	57.3	48.26	23.39	141	Великие Лазы	39.3	48.56	22.38
101	Шаян	57.8	48.06	23.34	142	Королево	39.8	48.16	23.14
102	Нижнее Селище	58.8	48.20	23.45	143	Гудя	40.8	48.11	23.11
103	Нанково	59.1	48.12	23.39	144	Холмовец	40.9	48.06	23.10
104	Сокирница	59.8	48.12	23.40	145	Драчино	41.2	48.54	22.94
105	Ракош	61.5	48.04	23.39	146	Ратовцы	41.7	41.7	22.26
106	Крайниково	62.2	48.12	23.44	147	Свалява	43.9	48.54	23.00
107	Данилово	62.7	48.15	23.46	148	Хижа	46.4	48.11	23.21
108	Вишково	62.9	48.05	23.42	149	Галоч	47.4	48.55	22.20
109	Копашнево	64.6	48.22	23.48	150	Модьорош	57.3	48.09	23.36
110	Жовтнево	65.8	48.22	23.55	151	Забродь	71.6	48.29	23.58
111	Драгово	66.0	48.24	23.55		<u>3 балла</u>			
112	Золотарево	66.1	48.18	23.50	152	Росвигово	22.8	48.45	22.70
113	Кичерелы	67.8	48.25	23.57	153	Кольчино	27.3	47.47	22.76
114	Вонигово	69.3	48.07	23.53	154	Бобовое	27.6	48.07	22.90
115	Становец	69.9	48.26	23.55	155	Среднее	33.4	48.54	22.51
116	Дулово	72.5	48.14	23.59	156	Холмец	34.6	48.52	22.39
117	Угля	72.8	48.15	23.63	157	Верхняя Визница	36.8	48.54	22.74
118	Теребля	73.3	48.11	23.59	158	Новое Клинове	39.8	48.02	23.04
119	Колодно	73.4	48.16	23.60	159	Ужгород	46.8	48.62	22.30
120	Тячево	74.6	48.01	23.57	160	Оноковцы	49.3	48.66	22.34
121	Груники	77.5	48.14	23.65	161	Буштыно	66.9	48.05	23.48
122	Нересница	86.5	48.12	23.77	162	Межгорье	73.4	48.53	23.50
	<u>3–4 балла</u>				163	Вел. Бычков	104.5	47.97	24.01
123	Дерцен (Дрисина)	13.1	48.34	22.68		<u>2–3 балла</u>			
124	Жнятино	13.6	48.35	22.59	164	Худлово	38.7	48.59	22.48
125	Нижний Коропец	14.8	48.36	22.67	165	Кибляры	39.9	48.60	22.55
126	Горонда	16.6	48.38	22.57	166	Анталовцы	42.8	48.63	22.52
127	Форнош (Лисковое)	17.7	48.36	22.74	167	Розовка	46.6	48.58	22.28
128	Негрово	22.8	48.37	22.8	168	Ореховица	47.2	48.65	22.40
129	Мукачево	23.5	48.45	22.72	169	Поляна	49.5	48.62	22.97
130	Дубровка	28.8	48.50	22.51		<u>2 балла</u>			
131	Подвиноградов	29.8	48.14	22.99	170	Ярок	45.6	48.64	22.44
132	Есень	29.8	48.39	22.27		<u>Не ощущалось</u>			
133	Кальник	30.8	48.52	22.60	171	Сусково	40.3	48.54	22.92
134	Р.Комаровцы	32.7	48.52	22.44	172	Камьяница	51.6	48.69	22.41
135	Чоп	34.7	48.43	22.21	173	Чумалево	68.8	48.19	23.54
136	Великие Геевцы	35.2	48.51	22.33	174	Ганычи	90.8	48.12	23.83
137	Чорнотисов	37.0	48.08	23.05	175	Рахов	119.2	48.06	24.21
138	Часловцы	37.2	48.54	22.31	176	Богдан	129.8	48.04	24.35
139	Пацканево	37.6	48.58	22.61					
140	Коритняны	38.2	48.55	22.30					

Примечание. В скобках указаны старые названия населенных пунктов.

По данным табл. 4 построена карта изосейст (рис. 5). Номера населенных пунктов на карте соответствуют таковым в табл. 4.

Из карты изосейст на рис. 5 видно, что затухание интенсивности в разных направлениях разное. Наибольшее затухание балльности наблюдается от эпицентра в направлении на Мукачево. В направлении на Чоп и Ужгород затухание интенсивности было меньше. Намного меньше затухание интенсивности отмечено в направлении на Рахов, т.е. вдоль Закарпатского прогиба. Расстояние между изосейстами с $I=5$ и $I=4$ баллов здесь достигает 60 км, тогда как в направлении на Чоп только 16 км, а в направлении на Мукачево – 10 км. Такое различие в затухании интенсивности по разным направлениям можно объяснить сложным геологическим и тектоническим строением Закарпатья на представленном ниже рис. 9, согласно которому эпицентр Береговского-III землетрясения находился вблизи Припаннонского глубинного разлома

(обозначен розовым цветом с числом 10), поэтому определить однозначно макросейсмическую глубину h_m очага по карте изосейст весьма затруднительно. В направлении на Ужгород для затухания $\nu=3.5$ глубина очага по номограмме Н.В. Шебалина [10] получается равной $h_m=8-10$ км. По остальным направлениям значение глубины очень завышено. Эпицентр Береговского-IV землетрясения близок к эпицентру Береговского-III землетрясения и приурочен также к Припаннонскому разлому северо-западного простирания.

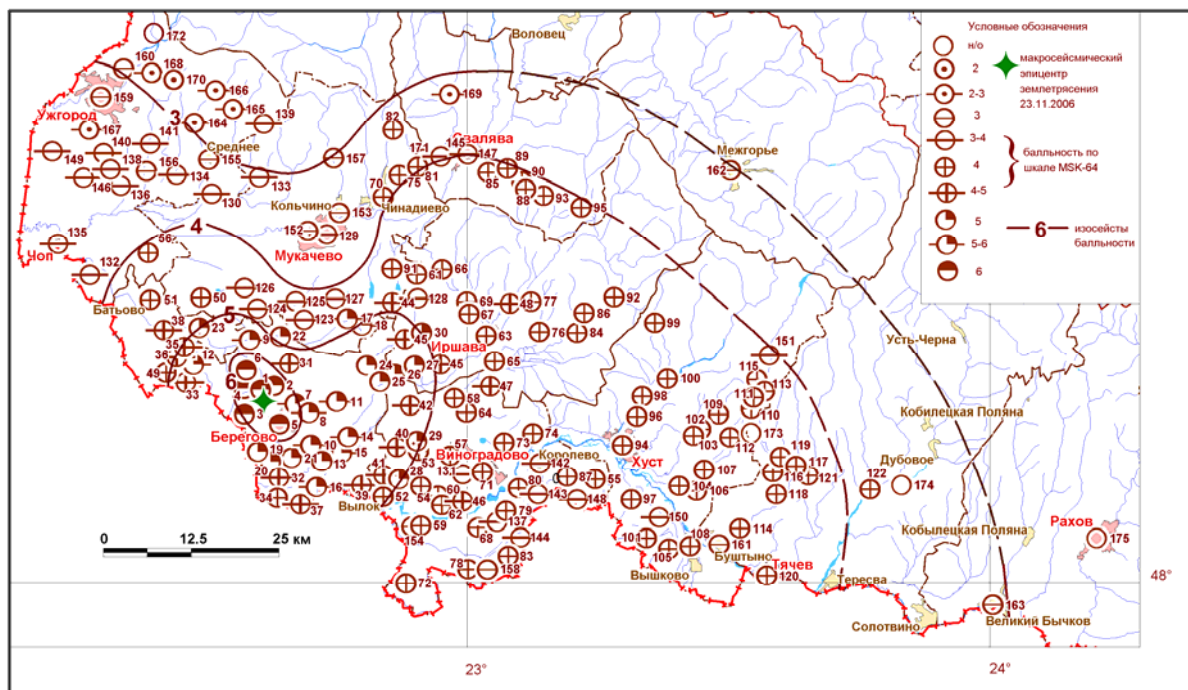


Рис. 5. Карта изосейст Береговского-IV землетрясения 23 ноября в 07^h15^m с $K_p=12.1$

Линейные размеры плейстосейстовой области Береговского-IV землетрясения 23 ноября по макросейсмическим данным равны 7.5×15 км, простирание большой оси эллипса первой изосейсты с юго-востока на северо-запад имеет азимут $AZM=324^\circ$. Расчетная максимальная длина разрыва в его очаге по эмпирической формуле для Закарпатья:

$$\lg(L_{\max}) = 0.11 K_p - 0.07 \quad [10]$$

составляет 18 км, что близко к размерам по карте изосейст ($L=15$ км).

Механизм очага Береговского-IV землетрясения удалось построить благодаря тому, что сейсмические колебания от этого события были зарегистрированы всеми сейсмическими станциями Украины и мировой сетью [5], что позволило впервые собрать необходимую информацию для оценки очаговых параметров [11].

Для решения механизма очага (рис. 6) использовано 69 определений знаков первых вступлений продольных волн, полученных по записям станций, окружающих очаг в широком азимутальном створе. В анализе в основном использованы первичные записи сейсмограмм, взятые из архивов международных сейсмологических агентств, а также частично опубликованные данные сводной обработки. Определение двух возможных положений поверхности разрыва и осей главных напряжений, действующих в очаге, проведено по стандартной методике [12]. Углы выхода сейсмических волн определены для удаленных станций по годографу «ak135» [13], а для близких – по региональному годографу [14].

Решения механизма очага (табл. 5) приведено из [11]. В соответствии с этим решением землетрясение произошло под действием горизонтальных ($PL_p=1^\circ$) сил сжатия, ориентированных близшироотно ($AZM=252^\circ$), и близгоризонтальных ($PL_T=34^\circ$) сил растяжения близмеридионального направления ($AZM=342^\circ$). Подвижка по обеим нодальным плоскостям практически чистый сдвиг, левосторонний – по $NP1$, правосторонний – по $NP2$. Компоненты взброса присутствуют, но они незначительные (рис. 6).

Таблица 5. Параметры механизма очага землетрясения 23 ноября в 07^h15^m с $K_p=12.1$

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	m_b	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						T		N		P		$NP1$			$NP2$		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
1	23 11	07 15 20	9	4.6	12.1	34	342	57	162	1	72	122	67	25	22	67	155

Простираание одной из нодальных плоскостей диагональное ($STK=122^\circ$), а другой – суб-меридиональное ($STK=22^\circ$). Обе нодальные плоскости крутые ($DP_1=DP_2=67^\circ$), с падением $NP1$ на юго-запад, $NP2$ – на юго-восток–восток.

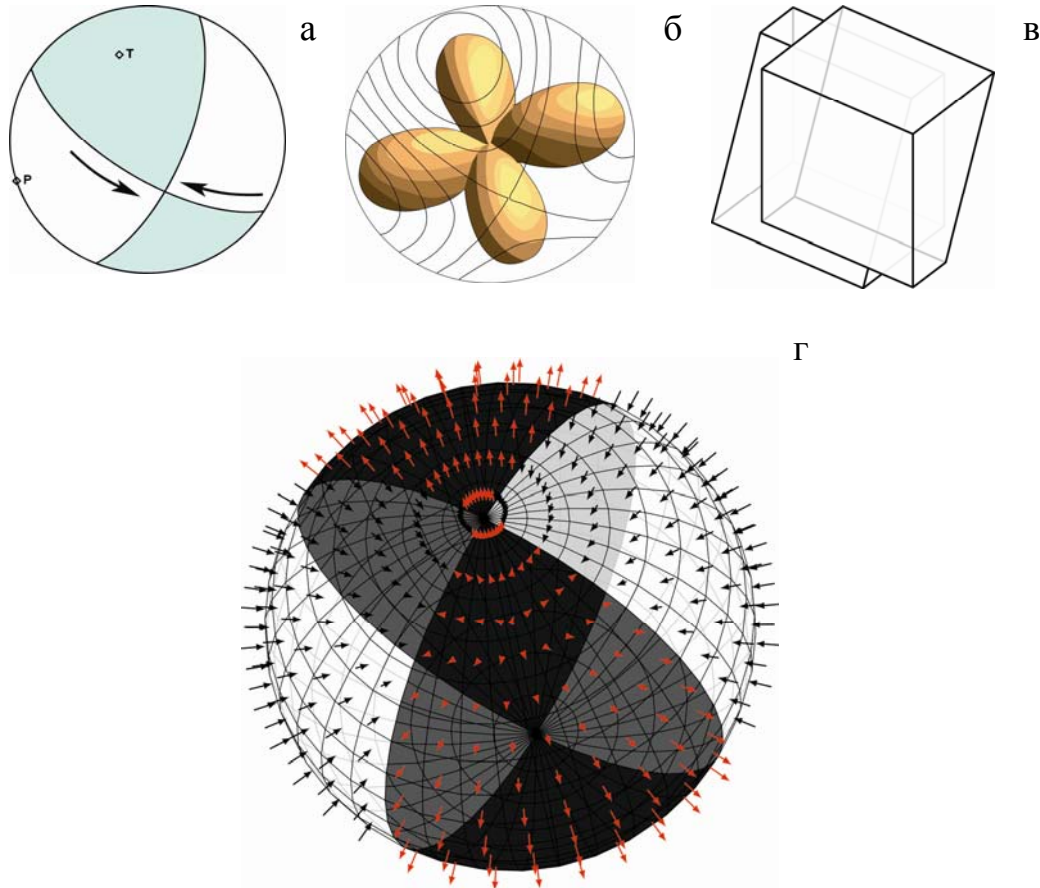


Рис. 6. Механизм очага Берегового-IV землетрясения 23 ноября 2006 г.

а – стереограмма по данным первых движений в продольных волнах (нижняя полусфера); б – направленность излучения P -волн для данного решения механизма (нижняя полусфера); в – положение тектонических блоков в результате левостороннего сдвига по простираанию плоскости разрыва с небольшим взросом; г – объемное представление механизма очага (стрелками показаны направления сжимающих и растягивающих напряжений в верхней полусфере).

С использованием данных о параметрах механизма очага и модуля сейсмического момента $M_0=5.75 \cdot 10^{22}$ дн·см, вычисленного по средней долговременной зависимости $M_0=f(K)$ [8], рассчитаны значения компонент тензора сейсмического момента, приведенные на рис. 7.

След тензора (сумма диагональных элементов) равен 0.01, т.е. приблизительно 0, что в соответствии с моделью двойного диполя говорит о том, что поверхность разрыва представляет собой плоскость, по которой произошел чистый сдвиг. Собственные значения тензора сейсмического момента равны: -1.0021 , -0.0025 , 1.0047 . Центральное собственное значение -0.0025 близко к нулю, при близких по модулю граничных значениях, коэффициент Луде-Надаи $\mu=-0.0038$, что также согласуется с определением модели чистого сдвига по плоскости в начальной стадии процесса в очаге [15].

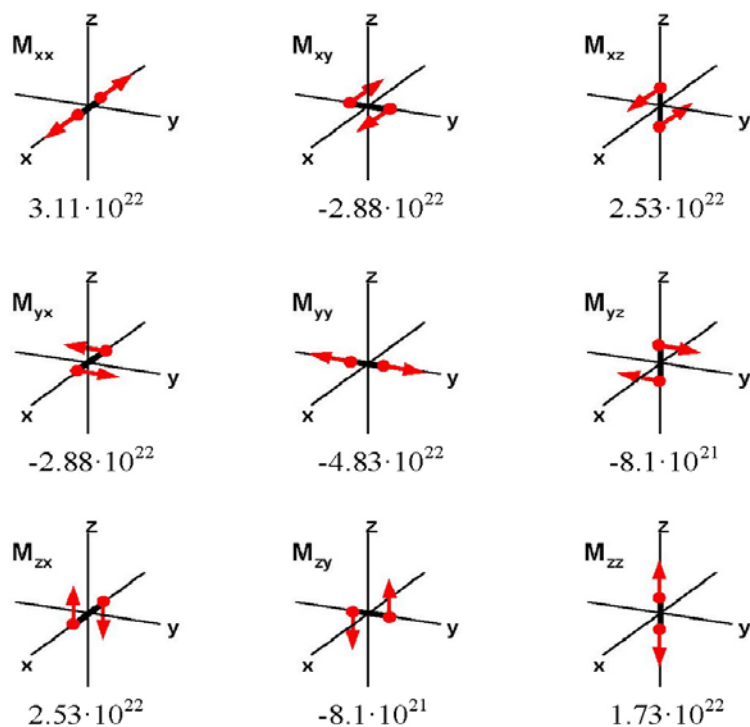


Рис. 7. Компоненты тензора сейсмического момента в единицах $дн \cdot см$

Тектоническая позиция очагов Береговского-III и Береговского-IV землетрясений. Причин возникновения землетрясений в Береговском сейсмогенном узле может быть несколько.

Во-первых – это высокая раздробленность фундамента в зоне Закарпатского прогиба. Передвижение отдельных блоков по вертикали достигает 2 км, а амплитуда горизонтальных передвижений надвигов достигает нескольких километров [16]. Кроме этого, отдельные блоки резко отличаются мощностью отложений осадочного чехла, которые накопились в период неогеновых блоковых движений [16]. К примеру, блоки Чоп-Мукачевской впадины, граница между которыми проходит вдоль субмеридиональной линии Берегово–Мукачево–Сусково, существенно отличаются глубиной залегания фундамента. Фундамент восточного блока опущен глубже, а пannonские эффузивы, соответственно, имеют большую мощность [17, 18].

Во-вторых, в зоне Перипенинского глубинного разлома проходит сопряжение блоков с разной толщиной земной коры (30 км – к югу от разлома, 50–55 км – к северу, под Карпатами) [18], а уступ, отделяющий Береговскую зону от Паннонской впадины, достигает 600 м [16].

В третьих, зона Припаннонского разлома – это зона миоценовых разломов и разрывных нарушений в основном сбросового типа – является третьей сеймотектонической линией Закарпатья [19, 20]. Инструментальные исследования свидетельствуют о неравномерном поднятии в районе Береговского сейсмогенного узла, где, как уже упоминалось, сопряжены два блока земной коры, и выравнивание напряжений тут происходит в результате смещения юго-восточного блока (Берегово–Вилок) вверх по отношению к северо-западному блоку (Берегово–Батьово). Сохранение установленной тенденции перемещений сопряженных блоков приводит к накоплению упругих напряжений, которые были, кстати, причиной Береговского-I землетрясения 07.04.1931 г. с $M=3.9$, $I_0=6$, Береговского-II – 24.10.1965 г. с $M=3.7$, $I_0=(7)$ [1], и 1977 гг. [21], а также, возможно, и землетрясений Береговского-III 15.11 и Береговского-IV 23.11.2006 г.

Береговское-IV землетрясение 23 ноября взбросо-сдвигового типа произошло в зоне Припаннонского разлома (6 на рис. 8) под действием горизонтальных напряжений сжатия и близгоризонтальных – растяжения (табл. 5).

Движение активных блоков в очаге происходило как левосторонний сдвиг по главной плоскости разрыва, ориентированной по простиранию Припаннонского разлома диагональной ориентации и вытянутости первой изосейсты землетрясения. Таким образом за наиболее вероятную действующую плоскость разрыва можно принять диагональную плоскость $NP1$ ($STK=122^\circ$), направление которой согласуется с простиранием крупного регионального внут-

рикового Припаннонского разлома (6 на рис. 8) и ориентацией первой (высшей) изосейсты (рис. 5). При этом сжимающие P и растягивающие T напряжения были направлены под углом около 45° к простиранию разлома. Разрыв по второй вспомогательной субмеридиональной нодальной плоскости $NP2$ ориентирован вдоль разрывной структуры 9 с невыясненной морфологией (9 на рис. 8) и потому маловероятен.



Рис. 8. Сейсотектоническая позиция очага Береговского-IV землетрясения на фрагменте тектонической карты Чоп-Мукачевской зоны по [16]

Разрывные нарушения (разломы): 6 – Припаннонский; 8 – Иванковский; 9 – Гатский; 10 – Мукачевский; 11 – Кольчинский; 12 – Боржавский; 13 – Виноградский. На врезке: 1 – описываемый фрагмент карты; 2 – стереограмма механизма очага; 3 – простирание и падение по нодальным плоскостям; 4 – направления главных напряжений.

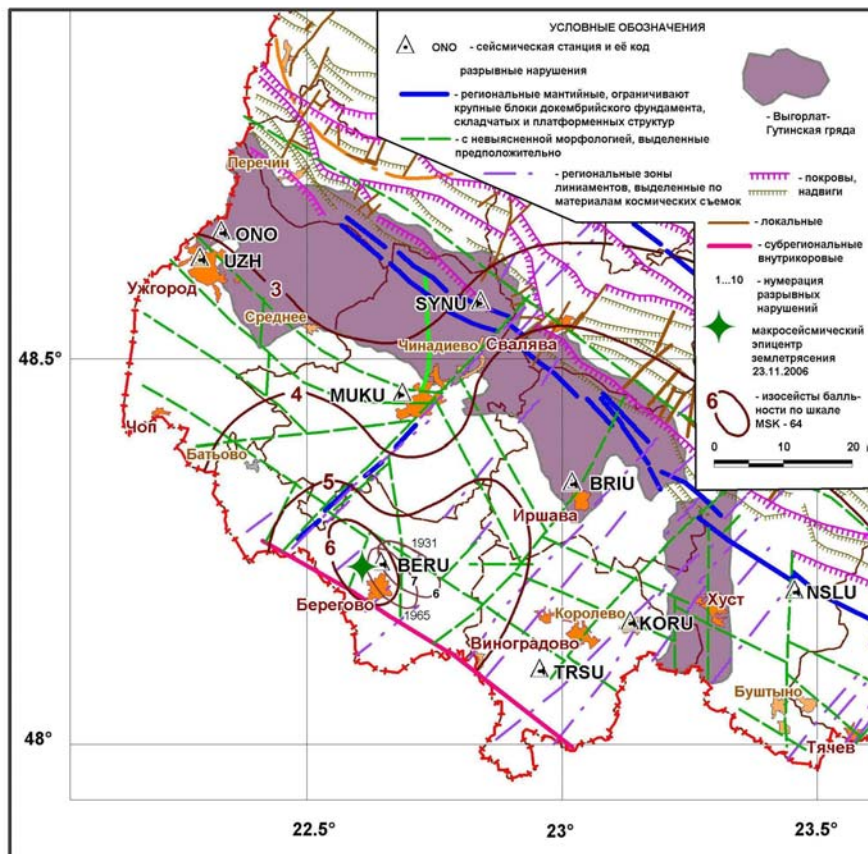


Рис. 9. Изосейсты Береговского-IV землетрясения 23.11.2006 г. в сопоставлении с простиранием Припаннонского разлома

Что касается факторов, обусловивших сложную форму удаленных изосейст Береговского-IV землетрясения, то среди них нужно назвать следующие: неоднородность физико-механических свойств пород осадочного чехла, а также сложный рисунок и генезис разрывных

нарушений не только в зоне Припаннонского разлома, но и в центральной зоне Закарпатского прогиба, примыкающей к Береговской зоне с севера.

Общие сведения о сейсмичности района очагов Береговских землетрясений. Территория Закарпатья, согласно карте сейсмического районирования Украины ОСР-2004-А [22], относится к семибалльной зоне.

Пространственно-временной анализ сейсмичности и сейсмического режима Закарпатья показал, что землетрясения концентрируются здесь в основном в двух зонах: Чоп-Мукачевской и Тячево-Сигетской [23]. 35% от всей сейсмической энергии, которая выделилась в Закарпатье за последние 40 лет, приходится на Чоп-Мукачевскую зону, с наибольшим числом землетрясений. На общую сейсмическую опасность Закарпатья также оказывают влияние сильные землетрясения северной части Румынии (район г. Пишкольта: Пишкольтское-II 15.10.1834 г. с $M=6.8$, $I_0=8$ [1]), которые на территории Чоп-Мукачевской зоны ощущались с интенсивностью до 7 баллов, и сильные глубокофокусные ($h=100-170$ км) землетрясения зоны Вранча с наблюдаемой интенсивностью $I=3-4$ балла [24-26].

Ежегодно сетью сейсмических станций Карпатского региона Украины регистрируется значительное число слабых землетрясений, которые неощутимы. Их очаги расположены по всей территории Закарпатья преимущественно на глубинах $h=2-10$ км.

В Чоп-Мукачевской зоне сильные землетрясения возникают сравнительно редко и в большинстве случаев не сопровождаются афтершоками [23]. За исторический и инструментальный периоды здесь было отмечено свыше 20 ощутимых землетрясений с $I_0 \geq 5$ баллов, собранных в табл. 6.

Таблица 6. Параметры землетрясений с $I_0 \geq 5$ в районе Чоп-Мукачевской зоны за 1797–2006 гг.

Дата, д м год	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_{0,c}$	Эпицентр		h , км $\pm \delta h$	M $\pm \delta M$	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$	Примечания	Источ- ник
		φ°, N $\pm \delta \varphi^\circ$	λ°, E $\pm \delta \lambda^\circ$					
31.01.1797	00 00 ± 6 час	48.50 ± 0.5	22.60 ± 0.5	5 2–15	3.6 ± 1.0	6 ± 1	Ракошинское	[1, 24, 27]
20.02.1863	07 15 ± 10 мин	48.40 ± 0.2	22.70 ± 0.2	10 5–20	3.5 ± 0.7	5 ± 1	Мукачевское: 3–30(1)	[1, 24, 27]
15.06.1880	\pm сутки	48.90 ± 0.2	22.50 ± 0.2	13 6–26	3.9 ± 0.7	5 ± 1	Великий Березный: 4–25(1)	[1, 24, 27]
11.03.1893	09 25 ± 10 мин	47.98 ± 0.05	23.05 ± 0.05	3 1.5–6	3.9 ± 0.5	7 ± 0.5	Холмеу: 7–0.5(1); 6–5(3); 5–12(8); 4–24(19); 3–42(13)	[1, 24, 27]
30.01.1895	09 18 ± 10 мин	48.44 ± 0.05	22.20 ± 0.05	2 1–4	2.4 ± 0.7	5–6 ± 1	Чопское: 4–4(3)	[1, 24, 27]
12.12.1901	10 28 ± 10 мин	47.90 ± 0.2	23.00 ± 0.2	4 2–8	3.4 ± 0.7	6 ± 1	Холмеу: 3–4–30(1)	[1, 24, 27]
29.07.1907	20 10 ± 10 мин	48.37 ± 0.05	22.85 ± 0.05	5 3–7	3.0 ± 0.5	5 ± 0.5	Залужское: 56–Залуж, 46–Дорогобратово	[24, 27]
05.01.1908	14 40 ± 10 мин	48.57 ± 0.05	23.05 ± 0.05	5 3–7	4.7 ± 0.5	7 ± 0.5	Свалявское: 6–5(5); 3–30(4)	[1, 24, 27]
18.01.1924	01 30 ± 10 мин	48.41 ± 0.05	22.58 ± 0.05	4 2.5–6	3.2 ± 0.5	5–6 ± 0.5	Страбичевское: 5–2.5(1); 4–7(6); 3–13(3)	[1, 24, 27]
07.04.1931	01 42 ± 10 мин	48.22 ± 0.05	22.69 ± 0.05	7 5–10	3.9 ± 0.5	6 ± 0.5	Береговское-I: 6–3(1); 5–12(7); 4–25(14)	[1, 24, 27, 28]
29.01.1935	06 25 ± 10 мин	48.62 ± 0.05	22.93 ± 0.05	4 2.5–6	2.9 ± 0.5	5 ± 0.5	Свалявское: 4–11(7); 3–22(3)	[1, 24, 27, 28]
29.07.1936	06 00 ± 10 мин	48.62 ± 0.05	22.46 ± 0.05	5 3–7	3.0 ± 0.5	5 ± 0.5	Худлово: 5–4(2); 4–8(7); 3–17(11)	[1, 24, 27, 28]
02.08.1936	20 27 ± 10 мин	48.61 ± 0.05	22.53 ± 0.05	6 4–9	4.1 ± 0.5	6–7 ± 0.5	Антоновское: 6–7(7); 5–13(21); 4–23(36)	[1, 24, 27, 28]
24.10.1965	06 26 51 ± 1 с	48.22 ± 0.02	22.66 ± 0.02	2.5 1.7–3.8	3.7 ± 0.5	7 ± 0.5	Береговское-II: 6–4,5(9); 5–8(15); 4–12(9); 3–17(11)	[1, 27, 28, 29]
25.02.1974	01 59 04 ± 1 с	48.40 ± 0.05	22.98 ± 0.05	3 2–5	2.3 ± 0.5	5 ± 0.5	Иршавское: 5–3(4); 4–7(10); 3–13(11)	[1, 27, 28, 30]

Дата, д м год	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_0, с$	Эпицентр		h , км $\pm \delta h$	M $\pm \delta M$	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$	Примечания	Источ- ник
		φ°, N $\pm \delta \varphi^\circ$	λ°, E $\pm \delta \lambda^\circ$					
25.09.1977	08 25 04.4 $\pm 1 с$	48.25 ± 0.05	22.74 ± 0.05	2.5 2–4	3.6 ± 0.5	6–7 ± 0.5	Новое Село: 6–4(3); 5–9(6); 4–11(13); 3–17(16)	[27, 28, 30]
08.03.1978	14 09 01.8 $\pm 1 с$	48.16 ± 0.02	22.98 ± 0.02	5 3–7	3.5 ± 0.5	6 ± 0.5	Виноградовское: 6–2,5(3); 5–7(2); 4–12(15); 3–19(10)	[27, 28, 30]
01.07.1982	05 50 01.4 $\pm 1 с$	48.23 ± 0.02	22.20 ± 0.02	10 7–12	4.0 ± 0.5	6 ± 0.5	Венгерское: 6–6(3); 5–17(9); 4–30(8); 3–62(21)	[27, 30]
04.10.1983	22 17 41 $\pm 1 с$	48.12 ± 0.02	23.00 ± 0.02	9 8–10	3.2 ± 0.5	5 ± 0.5	Виноградовское-I: 4–15(36); 3–25(15)	[27, 30]
05.10.1983	04 57 20 $\pm 1 с$	48.15 ± 0.02	23.01 ± 0.02	9 8–10	3.2 ± 0.5	5 ± 0.5	Виноградовское-II: 4–17(49); 3–26(12)	[27, 30]
10.01.1988	07 07 59 $\pm 1 с$	48.10 ± 0.05	23.02 ± 0.05	5 4–6	2.7 ± 0.5	5 ± 0.5	Виноградовское-III: 5–3.5(3); 4–10(25); 3–16(3)	[27, 31]
04.12.1988	22 19 23 $\pm 1 с$	48.07 ± 0.05	23.08 ± 0.05	5 4–6	3.3 ± 0.5	5 ± 0.5	Виноградовское-IV: 5–3.5(3); 4–5–5.5(9); 4–15(25); 3–24(9)	[27, 31]
15.11.2006	18 09 38.8	48.24 ± 0.01	22.59 ± 0.01	9 ± 0.6	2.6 ± 0.5	4–5 ± 0.5	Береговское-III: 4–5–6.6(9); 4–13(19); 3–22.5(2)	настоящая статья
23.11.2006	07 15 20.3 ± 0.1	48.23 ± 0.01	22.62 ± 0.01	9 ± 0.6	4.2 ± 0.5	6 ± 0.5	Береговское-IV: 6–3.34(6); 5–6–11.5(12); 5–16(12); 4–5–19(18); 4–46(74); 3–4–35(29); 3–47(12); 2–3–44(6); 2–46(1)	настоящая статья

Эпицентры землетрясений из табл. 6 показаны на рис. 10.

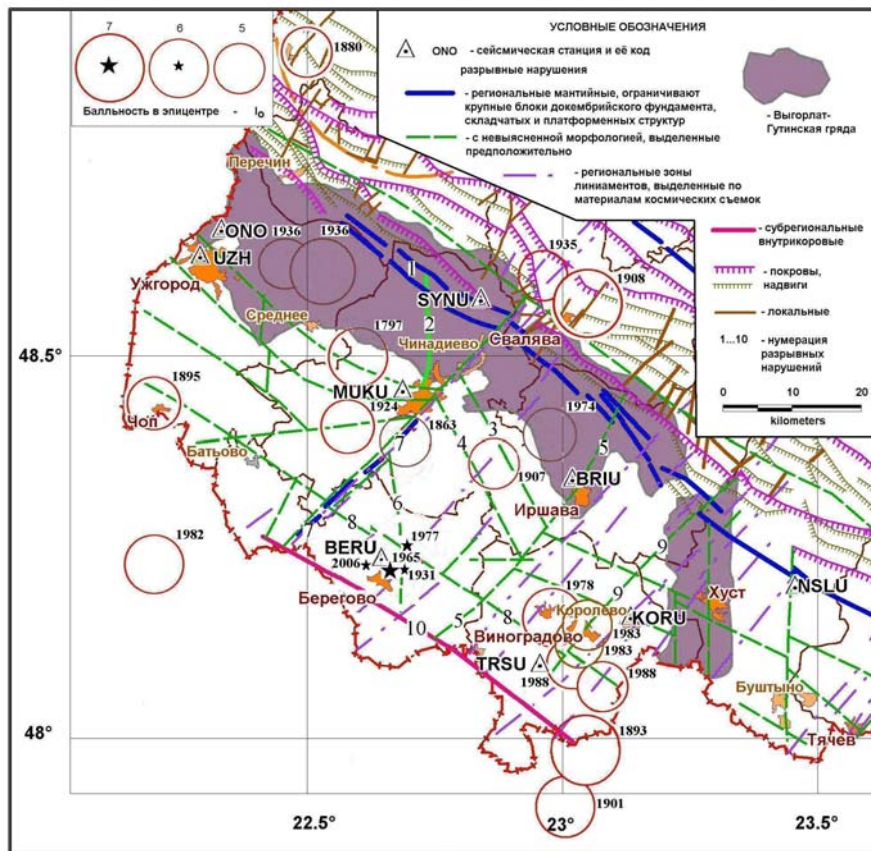


Рис. 10. Карта эпицентров ощутимых землетрясений Чоп-Мукачевской зоны с $I_0 \geq 5$ баллов за 1893–2006 гг. по данным [27,30–35] (тектоническая основа по данным [17, 36])

Нумерация разрывных нарушений (разломов): 1 – Перипенинский; 2 – Визницкий; 3 – Кольчинский; 4 – Мукачевский; 5 – Боржавский; 6 – Гатский; 7 – Латорицкий; 8 – Иванковский; 9 – Виноградовский; 10 – Припаннонский.

В последние 20 лет (до 25 марта 2005 г.) в Чоп-Мукачевской зоне наблюдалось практически сейсмическое затишье. В этот период здесь в основном происходили слабые одиночные толчки с $K_p \leq 8.5$. Активизация данной зоны началась 25 марта 2005 г. в районе пгт Кольчино, которая продолжалась до 31 октября 2005 г. [37] и возобновилась в 2006 г., с февраля по 31 октября. В 2005 г. здесь произошло 9 землетрясений с $K_p = 5.4-7.7$, а в 2006 г. – 33 события почти в том же энергетическом диапазоне ($K_p = 5.0-7.8$) [6]. Два из них – 25.03.2005 г. [37] и 06.02.2006 г. [38] – вызвали сотрясения с $I = 4-5$ баллов.

После серии Кольчинских землетрясений активизация в Чоп-Мукачевской зоне мигрировала в Береговский район около г. Берегово, где в ноябре 2006 г. произошли два описанных выше ощутимых землетрясения. Ранее здесь имели место три упомянутые выше сильные землетрясения с интенсивностью сотрясений $I_0 = 6-7$ баллов: 7.04.1931 г. – 6 баллов, 24.10.1965 г. – 7 баллов [1], 25.09.1977 г. – 6-7 баллов [21, 26] (рис. 10). Все эти землетрясения расположены в зоне со сложной тектоникой, которая характеризуется блоковой структурой (рис. 10).

Основание Чоп-Мукачевской впадины, имеющее надвиговое строение, разбито системой разломов северо-восточного и северо-западного, реже – субширотного и субмеридионального направлений. Здесь преобладают пологие, осложненные сбросами, брахиантиклинальные складки с углами падения крыльев $10-45^\circ$. Иногда такие структуры обнаруживают непосредственную связь с подвижками блоков фундамента.

Резюмируя все факты, можно утверждать о некотором постоянстве сейсмического режима локального очага Береговских землетрясений, с проявлением достаточно сильных ощутимых землетрясений в 1931, 1965 и 2006 гг., т.е. через 34 и 41 год. Экстраполируя на будущее, можно осторожно высказать предположение о времени следующей активизации этого очага через 35-40 лет.

Ниже приведены для примера лишь шесть фотографий с некоторыми характерными повреждениями зданий.



Село Малая Бигань,
одноэтажное здание школы (трещины на стыке потолка и стен в одном из классов)



Город Берегово, ул. Виноградная, 25,
Венгерская гимназия (трещина в стене,
на стыке с потолком)



Село Балажер, ул. Шевченко, 90
(трещины в стене)



Село Вары (трещины в стенах)



Город Берегово, ул. Виноградная, 9
(трещина в фундаменте)



Село Затишное, здание детского сада (повреждена дымовая труба)

Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. Костюк О.П. (отв. сост.), Руденская И.М., Слука Н.Т. Региональный каталог землетрясений Карпат // Землетрясения в СССР в 1977 году. – М.: Наука, 1981. – С. 149–150.
3. Костюк О.П., Руденская И.М. Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1977 году. – М.: Наука, 1981. – С. 6–10.
4. Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.), Антонюк Г.П., Сухарина Л.И., Горячун Ю.Г., Курьянова И.В., Ткаченко А.И. Каталог и подробные данные о землетрясениях Крымско-Черноморского региона за 2006 г. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2008. – С. 112–276.
5. Bulletin of the International Seismological Centre for 2006. – Berkshire: ISC, 2008. – [Электронный ресурс]. – <http://www.isc.ac.uk/search/bulletin/2006>.
6. Чуба М.В. (отв. сост.), Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Щепиль О.И., Плишко С.М., Добротвир Х.В., Вербицкая О.С., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2006 г. ($N=252$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2006 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2006–2007. – [Электронный ресурс]. – ftp://ftp.gsr.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2006.
8. Pronishin R.S., Pustovitenco B.G. Study of source parameters of the earthquakes of Transcarpatian region // Proceedings of the 3-rd International Symposium on the analysis of the seismicity and seismic risk. – Prague: Czechoslovak Academy, 1986. – P. 225–231.
9. Kanamori H. Quantification of great earthquake // Tectonophysics. – 1978. – 49, N 3/4. – P. 207–210.
10. 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.
11. Пустовитенко А.А. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Карпат (Береговское-IV землетрясение) за 2006 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. Балакина Л.А., Введенская А.В., Голубева Н.В., Мишарина Л.А., Широкова Е.И. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. – М.: Наука, 1972. – 198 с.
13. Kennet V.L.N. Seismological Tables: ak135 // Research School of earth Sciences Australian national University. Australia, Canberra, ACT0200. – 2005. – 80 с.
14. Кутас В.В., Руденская И.М., Калитова И.А. Карпатский годограф P - и S -волн и неоднородности литосферы // Геофизический журнал – 1999. – 21, № 3. – С. 45–54.
15. Юнга С. Л. О классификации тензоров сейсмических моментов на основе их изометрического отображения на сферу // Доклады РАН. – 1997. – 352, № 2. – С. 253–255.
16. Тектоника Украины / Под ред. С.С. Круглова, А.К. Цыпко. – М.: Недра, 1988. – Вып. XXXVI. – 254 с.

17. **Круглякова Г.И.** Магнитные аномалии Закарпатья и их геологическая интерпретация // Геомагнетизм и аэрономия. – 1962. – II, № 5. – С. 976–994.
18. **Соллогуб В.Б.** Литосфера Украины. – Киев: Наукова думка, 1986. – 184 с.
19. **Геофизические исследования литосферы.** – Киев: Наукова думка, 1993. – 156 с.
20. **Гофштейн И.Д.** Неотектоника Карпат. – Киев: АН УССР, 1964. – 176 с.
21. **Костюк О.П., Руденская И.М., Пронишин Р.С., Москаленко Т.П., Подымова И.С.** Особенности карпатских землетрясений в 1977 г. // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны Единой системы сейсмических наблюдений СССР (Крым–Карпаты за 1977 г.). – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 49–58.
22. **Государственные строительные нормы ДБН В.1.1–12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины».** – Киев: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006. – 96 с.
23. **Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г.** Некоторые аспекты сейсмического климата и погоды в Закарпатье. – Физика Земли. – 1982. – № 10. – С. 74–81.
24. **Евсеев С.В.** Интенсивность землетрясений Украины // Сейсмичность Украины. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 32–55.
25. **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 // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996 – С. 12–19.
26. **Москаленко Т.П.** Карты изосейт землетрясений Карпатского региона // Карпатское землетрясение 4 марта 1977 г. и его последствия. – М.: Наука, 1980. – С. 86–105.
27. **Костюк О., Сагалова Є., Пронишин Р., Руденська І., Кендзера О.** Каталог землетрусів Карпатського регіону за 1091 – 1990 рр. // – Львів, Праці НТШ, 1997. – С. 121–137.
28. **Atlas of Seismological Maps Central and Eastern Europe /** Geophysical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, 1980. – 49 p.
29. **Сейсмичность Украины** – Киев: Наукова думка, 1969. – 120 с.
30. **Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР. Крым – Карпаты, 1970–1974 гг., 1975–1976 гг., 1977 г., 1978–1979 гг., 1980 г., 1981–1982 гг., 1983, 1984, 1985 г.** / Ред. И.И. Попов, Б.Г. Пустовитенко. – Киев: Наукова думка, 1980, 1982, 1983, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988. – 192 с., 164 с., 104 с., 160 с., 116 с., 192 с., 112 с., 216 с., 124 с.
31. **Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны Единой системы сейсмических наблюдений СССР, 1986, 1987, 1988, 1989 г.** / Ред. Б.Г. Пустовитенко. – Киев: Наукова думка, 1989, 1992, 1991, 1992. – 136 с., 158 с., 156 с., 144 с.
32. **Каталог Карпатських землетрусів за 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961–1962, 1963–1965, 1966–1967, 1968–1969 р.р. (№ 1–15)** / ред. С.В. Євсєєв, О.І. Юркевич. – Киев: Наукова думка, 1958, 1959, 1959, 1960, 1961, 1962, 1964, 1968, 1970, 1975. – 44 с., 42 с., 40 с., 54 с., 52 с., 58 с., 120 с., 96 с., 108 с., 56 с.
33. **Сейсмологический бюллетень западной зоны системы сейсмических наблюдений Украины и Молдовы за 1990 год** / Под ред. Б.Г. Пустовитенко. – Киев: Наукова думка, 1994. – 194 с.
34. **Землетрясения Украины в 1991 г.** / Под ред. Б.Г. Пустовитенко – Киев: Наукова думка, 1995. – 94 с.
35. **Сейсмологический бюллетень Украины за 1992, 1993, 1994 год, 1995–1996 гг., 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 год** / Под ред. Б.Г. Пустовитенко. – Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Симферополь, 1995, 1996, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007. – 132 с., 94 с., 84 с., 148 с., 160 с., 120 с., 114 с., 106 с., 136 с., 132 с., 132 с., 143 с., 152 с.
36. **Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР, М 1:1000000.** – Мингео СССР, 1988, 4 листа.
37. **Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А.** Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 63–70.
38. **Пронишин Р.С., Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Вербицкий Ю.Т., Корниенко В.В.** Рой Кольчинских землетрясений 2006 г. (Украина, Закарпатье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).