

III. СИЛЬНЫЕ И ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348.098.32 (477.8)

МИКУЛИНЕЦКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 3 января 2002 года с $MLH=3.7$, $K_p=10.8$, $I_0=6$ (Украина)

Р.С. Пронишин, С.Т. Вербицкий, А.Ф. Стасюк

Институт геофизики НАН Украины, г. Львов, roman@seism.lviv.ua

По историческими данным в Предкарпатье, на Подолье, были известны только два ощутимых землетрясения [1, 2]. Первое из них отмечено в июне 1721 г. Оно ощущалось в Каменец-Подольском с интенсивностью $I=4$ балла. Второе произошло 20.01.1903 г. в районе г. Залещики и проявилось в эпицентре с интенсивностью $I_0=6$ баллов. Наиболее сильно землетрясение ощущалось в долине р. Днестр. Оба землетрясения имели тектонический характер. Их возникновение связывают с активизацией зоны глубинных нарушений краевой части Восточно-Европейской платформы. Третье ощутимое землетрясение произошло 3 января 2002 г. в районе пгт. Микулинцы Тербовлянского района Тернопольской области с интенсивностью в эпицентре $I_0=6$ баллов.

Сейсмические станции на территории Тернопольской области отсутствовали, т.к. формирование Карпатской сети сейсмических станций в прошлые годы ориентировалось только на изучение Закарпатья, как наиболее сейсмоопасного района западных областей Украины. И хотя за период инструментальных наблюдений сетью сейсмических станций Карпатского региона был зарегистрирован целый ряд сейсмических событий на этой территории, но их координаты невозможно было определить из-за того, что они были зарегистрированы одной или двумя сейсмическими станциями. Исключение составляют лишь пять сравнительно слабых толчков с $K_p=8.0-9.2$, локализованных за период 1963–1997 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Параметры землетрясений, локализованных вблизи Тернополя за 1721–1997 гг.

Дата, д м год	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_0$, с	Эпицентр		h , км Δh	M $\pm \delta M$	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$	Примечания	Источник
		φ° , N $\pm \delta \varphi^\circ$	λ° , E $\pm \delta \lambda^\circ$					
Июнь, 1721	– – – ± 1 мес	(48.7) ± 1.0	(26.7) ± 1.0	(6) 2–18	(3.2) ± 1.0	5 ± 1	Локальное, гул	[1, 2]
20.01.1903	02 04 – ± 10 мин	48.7 ± 0.1	25.7 ± 0.1	9 6–14	4.2 ± 0.5	6 ± 0.5	6–3.5(3); 5–16(17)	[1, 2]
21.12.1963	21 10 15 ± 10 с	48.7 ± 0.2	25.6 ± 0.2	–	2.3 ± 0.5	(5–6) ± 1	$K_p=9$, Предкарпатье, р-н Тернополя	[3]
23.10.1969*	14 33 16 ± 1 с	49.5 ± 0.25	25.6 ± 0.25	–	1.6 ± 0.5		$K_p=8.2$	[4]
19.09.1984	13 07 01 ± 1 с	48.7 ± 0.25	25.7 ± 0.25	27 18–40	1.6 ± 0.5		$K_p=8.0$	[5]
18.07.1995	15 43 09 ± 1 с	49.12 ± 0.10	25.15 ± 0.10	0–20			$MSHA=1.5/3$, $K_p=8.0$	[6]
25.09.1997	21 30 50 ± 3 с	49.1 ± 0.25	25.9 ± 0.25	0–33			$MSHA=1.8/7$, $K_p=8.2/7$	[7]

Примечание. Знаком * отмечено землетрясение, для которого координаты и энергетический класс восстановлены Р.С. Пронишиным по архивным материалам.

На теоретическую возможность возникновения на территории Тернопольской области землетрясений с магнитудами до 5.5 указывалось в статье [8].

На рис. 1 показаны эпицентры землетрясений Тернопольской области, а также эпицентр Микулинецкого землетрясения 3 января. Из рисунка видно, что эпицентры землетрясений предыдущих лет как бы постепенно приближались к очагу будущего сильного Микулинецкого землетрясения.

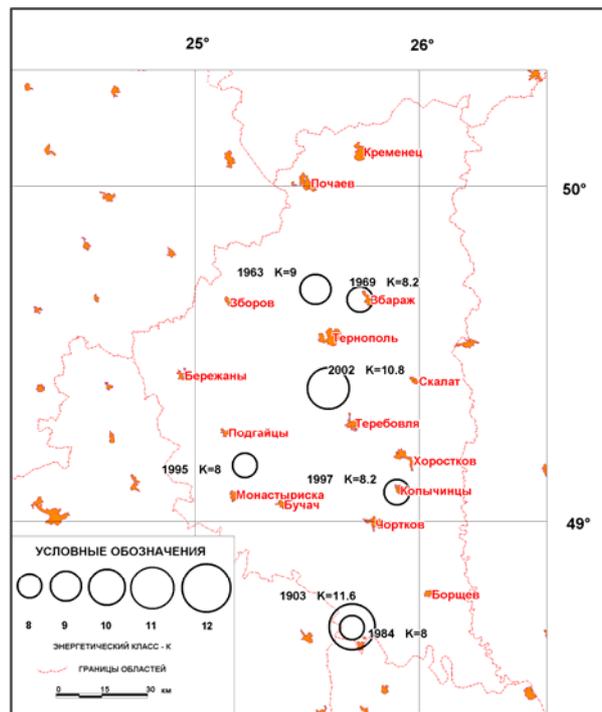


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Тернопольской области за 1721–2002 гг.

Проявления землетрясений в Тернопольской области являются не случайными и свидетельствуют о современной активизации тектонических нарушений на древней Восточно-Европейской платформе, которая ошибочно считалась асейсмичной и территория которой была отнесена на нормативной карте общего сейсмического районирования СР-78 (рис. 2) к сейсмической зоне, где не могут возникать землетрясения с интенсивностью выше 5 баллов [9].

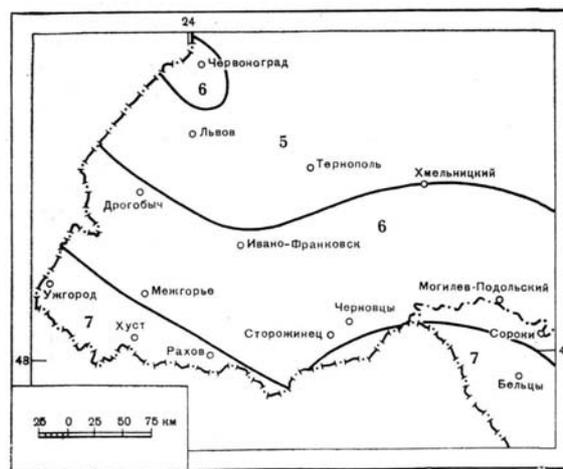


Рис. 2. Карта сейсмического районирования СР-78 для Западной Украины

Свидетельством несовершенства карты СР-78 может служить землетрясение, которое неожиданно произошло 3 января 2002 г. в районе пгт. Микулинцы Теревовлянского района Тернопольской области с интенсивностью в эпицентре 6 баллов. Однако с 1 февраля 2007 г. на Украине введена новая карта (рис. 3) общего сейсмического районирования ОСР-2006 [10]. На этой карте почти вся Тернопольская область отнесена к шестибалльной зоне.

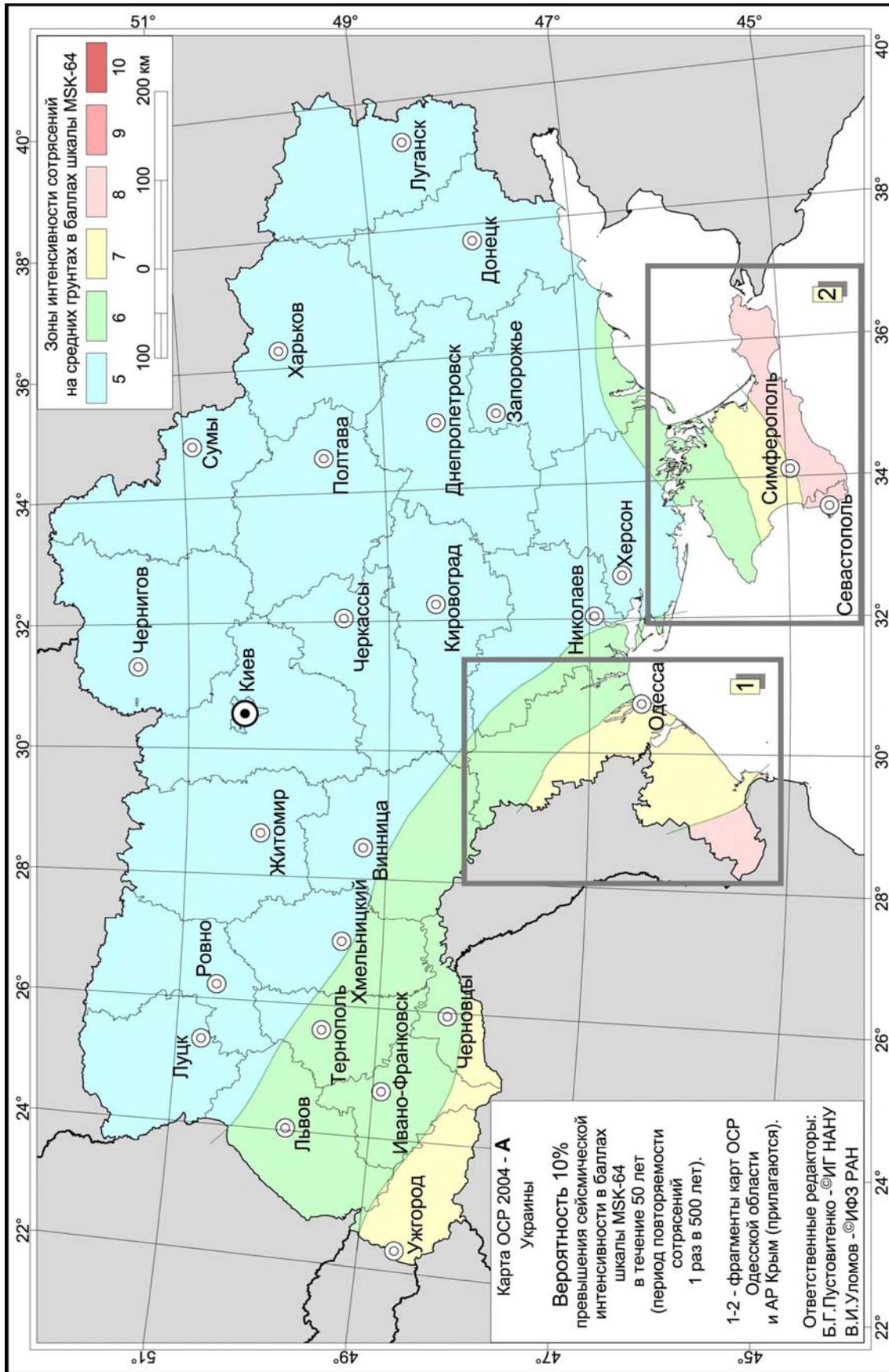


Рис. 3. Новая карта общего сейсмического районирования Украины ОСР-2006

Инструментальные записи землетрясения 3 января были получены всеми сейсмическими станциями Карпатского региона, в том числе и оснащенными современной цифровой аппаратурой: в Центральной Украине – «Киев-ИГФ» (принадлежит ИГ НАН Украины и находится в здании института); в г. Макарево, Киевской области – «Киев-IRIS» (входит в Международную сеть IRIS), в Карпатском регионе – «Львов», «Ужгород», «Косов», «Межгорье», «Тросник», «Городок», «Черновцы» [11]; в Крымском регионе – «Симферополь» и «Ялта» [12]. Оно записано также зарубежными сейсмическими станциями Молдовы («Кишинев»), Польши («Ойцув»), Словакии («Братислава»), России («Обнинск», «Москва», «Ловозеро», «Арти», «Свердловск», «Новосибирск»), Казахстана («Боровое»), рядом румынских сейсмических станций и др.; всего 69 станций мира [13] на расстоянии свыше 1000 км.

Параметры очага землетрясения по данным сводной обработки Карпатского региона (рис. 4) приведены в табл. 2 вместе с определениями других агентств.

Таблица 2. Региональные параметры Микулинецкого землетрясения 3 января 2002 г. в сопоставлении с данными других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км		
Карпаты: инструментальный эпицентр	17 43 17.0	0.6	49.38	4.2	25.58	2.9			$K_p=10.8/8$, $MLH=3.7/1$, $MSHA=3.1/2$, $Md=3.6/4$	[14]
макросейсмический эпицентр			49.40		25.60		3–6			наст. ст., рис. 20
MOS	17 43 17.8		49.62		25.60		33 f		$MPSP=3.8/3$	[15]
ISC	17 43 19	1.4	49.46	2.8	25.62	3.3	29	12	$m_b=4.0/7$	[13]
NEIC	17 43 19.2		49.57		25.63		33 f		$m_b=4.4$	[13]
IDC	17 43 17.6		49.40		25.81		0 f		$ML=3.8/8$, $Mb=4.0/9$	[13]

Примечание. f – фиксированная глубина.

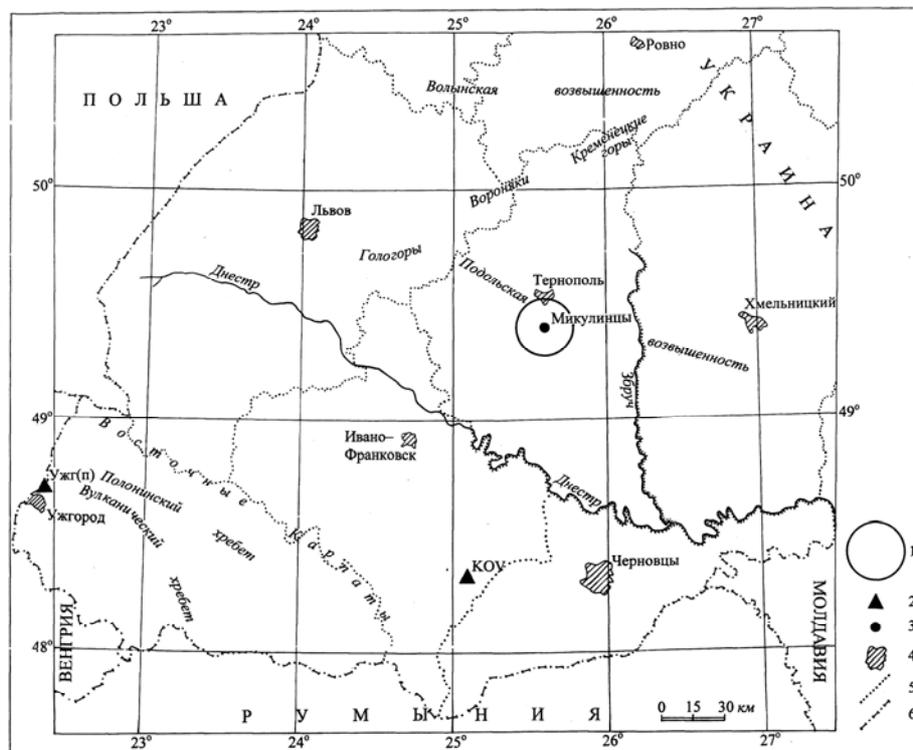


Рис. 4. Положение инструментального эпицентра Микулинецкого землетрясения

1 – региональный эпицентр; 2 – сейсмическая станция; 3 – населенный пункт; 4 – город; 5 – граница области; 6 – государственная граница.

В ночь с 3 на 4 января, после основного толчка, с 19^h45^m вечера до 09^h28^m утра местного времени население эпицентральной зоны ощущало более 20 повторных толчков меньшей интенсивности. Позже ощутимые афтершоки повторялись 5, 6, 11, 14, 17, 21, 31 января и 2, 3, 4, 6, 12, 25, 26 февраля, общее их число превышает 40. Естественно, часть ощутимых афтершоков потеряна, т.к. не все люди во время опроса могли вспомнить точное время их возникновения.

Ближайшая сейсмическая станция «Городок», которая находится на расстоянии $\Delta=70$ км от эпицентра, зарегистрировала 1 января в 04^h34^m один форшок, а с 3 января по 26 февраля – 16 слабых афтершоков (табл. 3). Однако локализовать их нельзя, так как они зарегистрированы только одной станцией. Остальные афтершоки, которые ощущались населением, сейсмическая станция «Городок» не зарегистрировала, поскольку они были намного слабее.

Таблица 3. Список фор- и афтершоков Микулинецкого землетрясения по записям сейсмической станции «Городок» за период с 1 января по 6 февраля 2002 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Δ , км	M_d	K_p
Форшок					
1	01.01	04 34 13.0	65	0.8	6.6
Основной толчок					
	03.01	17 43 17.2	68	3.6	10.8
Афтершоки					
1	03.01	20 09 13.4	67	1.5	7.8
2	04.01	05 12 53.5	65	0.9	6.8
3	04.01	07 21 25.4	66	1.0	7.0
4	04.01	17 11 20.7	77	0.3	5.8
5	04.01	18 26 51.1	68	0.7	6.4

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Δ , км	M_d	K_p
6	04.01	19 43 23.1	68	2.1	8.8
7	04.01	19 57 25.5	69	0.5	6.1
8	05.01	03 54 25.9	66	1.2	7.2
9	05.01	19 31 44.5	64	1.3	7.4
10	30.01	04 59 42.1	67	1.0	6.9
11	04.02	01 38 40.0	73	0.9	6.7
12	04.02	02 57 20.3	63	0.8	6.7
13	05.02	23 26 08.2	67	0.8	6.7
14	06.02	00 11 10.7	71	1.2	7.3
15	06.02	00 30 01.1	64	1.2	7.2
16	06.02	00 43 29.1	62	0.5	6.1

27 марта в пгт. Микулинцы в здании сельсовета была установлена временная цифровая сейсмическая станция «Микулинцы» типа DAS-03 с сейсмометрами СМ-ЗКВ. Она функционировала два периода: с 27 марта по 18 апреля и с 16 мая по 29 мая 2002 г. За время работы этой станцией было зарегистрировано 16 местных землетрясений. Данные об этих толчках приведены в табл. 4.

Таблица 4. Список афтершоков Микулинецкого землетрясения по записям временной станции «Микулинцы» за период с 27 марта по 18 апреля и с 16 по 29 мая 2002 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Δ , км	M_d	K_p
Основной толчок					
	03.01	17 43 17.2	68	3.6	10.8
Афтершоки					
1	03.04	07 37 13.1	27	0.6	6.3
2	03.04	07 42 28.7	36	0.9	6.8
3	03.04	09 00 21.2	41	0.6	6.3
4	03.04	09 02 28.5	37	0.9	6.8
5	03.04	09 04 19.3	31	0.2	5.5
6	03.04	09 18 00.3	18		5.2

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Δ , км	M_d	K_p
7	03.04	09 18 17.5	27	0.4	6.0
8	04.04	08 25 53.0	23	0.5	6.0
9	04.04	08 26 23.0	15		4.2
10	04.04	08 35 22.4	31	0.6	6.2
11	04.04	09 12 23.9	26	0.2	5.5
12	04.04	10 22 05.2	20	0.6	6.3
13	05.04	08 05 18.4	26	0.1	5.2
14	05.04	10 08 43.7	14		5.3
15	05.04	13 12 23.4	19	0.1	5.4
16	05.04	13 16 09.7	14	0.1	5.4

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что разгрузка эпицентральной зоны Микулинецкого землетрясения произошла полностью.

Макросейсмическое обследование этого землетрясения проведено экспедицией отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины. Прямые опросы проводились по общепринятой методике макросейсмического обследования на основании международной шкалы сейсмической интенсивности MSK-64 [16], которая является нормативной для территории Украины.

Заочное анкетирование проводилось параллельно с основным обследованием путем рассылки анкет в сельские, городские и районные органы власти, но, к большому сожалению, число возвращенных анкет оказалось очень малым.

Оценка интенсивности проводилась по степени повреждений зданий и реакции людей, которые находились в помещениях. Ошибка в определении интенсивности во всех случаях не превышала 0.5 балла. Ниже приводится краткое описание характерных макросейсмических эффектов землетрясения и основных результатов обследования для населенных пунктов. Заметим, что в шкале макросейсмической интенсивности MSK-64 не предусмотрено дробных значений балльности. В связи с этим, обозначение 5–6 баллов означает, что интенсивность сейсмических сотрясений по наблюдаемым признакам выше 5, но менее 6 баллов.

Сотрясения интенсивностью в **6 баллов** распространились на площади около 10 км² и охватывают с. Лучка ($\Delta=0.8$ км) и пгт. Микулинцы ($\Delta=1.0$ км), в которых землетрясение нанесло наибольший ущерб. Землетрясение здесь ощущалось большинством людей как внутри помещений, так и под открытым небом. Много людей, которые находились в домах, пугались и выбегали на улицу. Люди ощущали сильный толчок снизу, мощный подземный гул, звенели окна, посуда в сервантах. В некоторых жилищах падала и разбивалась посуда, падали телевизоры, картины со стен, карнизы, на которых висели шторы, отрывались со штукатуркой и падали на пол, опрокидывались статуэтки. Практически во всех домах появились трещины различной ширины в штукатурке на стыках стен с потолком, вдоль и поперек стен. В некоторых домах образовались сквозные трещины в стенах, обвалились большие куски штукатурки со стен и потолка, падали кирпичи с дымовых труб и части дымовых труб.

Среди общественно-культурных сооружений в пгт. Микулинцы больше всего пострадали областная физиотерапевтическая больница, больница № 3, детский сад, дом культуры, дом детского творчества, пожарное депо, здание поселкового совета, архив, филиал Теребовлянского отделения сбербанка, двухэтажный жилой дом коммунальной собственности на 10 квартир, помещение средней школы, музыкальная школа, костел Святой Троицы, замок XVI в., административный дом АТП-16144.

В двухэтажном доме областной физиотерапевтической больницы образовались широкие трещины в штукатурке на стыках стены и потолка, обвалились карнизы. На втором этаже во многих местах обвалилась штукатурка с потолка, а в одном из кабинетов обвал штукатурки достигал около 1 м в диаметре (рис. 5, 6).



Рис. 5. Пгт. Микулинцы, областная физиотерапевтическая больница, второй этаж. Стрелками указаны трещины и отколотая штукатурка на потолке в одном из кабинетов (Фотографии Р.С. Пронишина).

В одноэтажном доме с мансардой, который принадлежит коммунальному предприятию пгт. Микулинцы, в одной из комнат полностью обвалился потолок. В костеле Святой Троицы,

который находится в верхней части пгт. Микулинцы, образовались сквозные трещины в сводах, в стенах, над окнами, в куполе. Рядом с костелом, по ул. Галицкой, 11 (рис. 7–10), находится двухэтажный кирпичный дом, которому уже более ста лет. Толщина стен этого дома от 1.5 до 2.0 м, потолки во всех комнатах имеют вид свода. После землетрясения все своды в каждой комнате претерпели повреждения в виде сквозных трещин. Один из сводов на чердаке обвалился, а кровля крыши прогнулась. Кроме того, откололись и упали части дымовых труб этого дома.



Рис. 6. Пгт. Микулинцы, областная физиотерапевтическая больница, второй этаж. Стрелками указаны трещины и отколотая штукатурка на потолке в одном из кабинетов.



Рис. 7. Пгт. Микулинцы, ул. Галицкая, 11. Стрелкой указана упавшая часть дымовой трубы.



Рис. 7. Пгт. Микулинцы, ул.Галицкая, 11.
Стрелками указаны трещины перекрытия свода на чердаке здания.

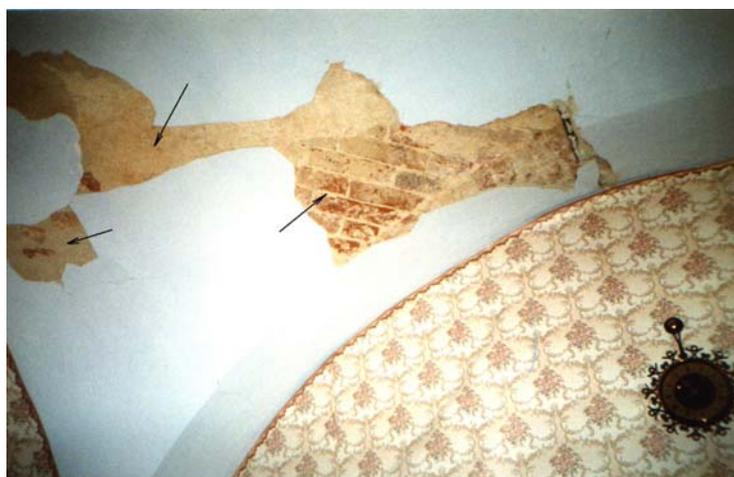


Рис. 9. Пгт. Микулинцы, ул. Галицкая, 11, второй этаж.
Стрелками указаны трещины и отколотая штукатурка на потолке
в одной из квартир, где потолки в виде арки.



Рис. 10. Пгт. Микулинцы, ул. Галицкая, 11, второй этаж.
Стрелками указаны трещины и отколотая штукатурка на потолке
в одной из квартир, где потолки в виде арки.

В двухметровых стенах старинного замка XVI в. после землетрясения появились отдельные трещины. Одна полуразрушенная арка над бойницей в крепостной каменной стене обвалилась (рис. 11). В домике крепостной охраны на втором этаже десятилетний мальчик от толчка упал с табуретки.



Рис. 11. Пгт. Микулинцы, замок XVI в.

Стрелкой указан обвал арки оконного перекрытия в стене, перекрытие правого окна осталось целым.

Во время толчка стропила черепичной крыши ремонтной мастерской АТП-16144 лопнули и часть черепицы вместе со снегом провалилась на чердак (рис. 12).



Рис. 12. Пгт. Микулинцы, мастерская АТП-16144

Стрелкой указано место провала крыши с черепичным покрытием.

Почти во всех жилых домах пгт. Микулинцы появились трещины различной ширины в штукатурке, в стенах. В некоторых жилых домах появились сквозные трещины в стенах. Так, по ул. Тернопольской, 5 в одноэтажном кирпичном доме во всех комнатах на стыке с потолком образовались трещины в стенах шириной 1.0–1.5 см. Трещины сориентированы в направлении север-юг. В одной из комнат на печи от резкого толчка отвалился весь верхний слой кафеля. В доме в некоторых местах упали карнизы, в земле возле дома появились трещины шириной около 1 см, ориентированные в направлении с северо-запада на юго-восток.

Трещины в домах, стоящих по левой стороне р. Серет, имели в основном направление с севера на юг, а по правой стороне речки – с запада на восток. В верхней части пгт. Микулинцы в увлажненном грунте на склоне кладбища появились трещины шириной около 2–3 см, ориентированные в направлении север-юг.

После землетрясения люди были очень напуганы и много дней подряд спали в одежде, ожидая новых толчков. Жители пгт. Микулинцы подали более 500 заявлений о возмещении убытков, нанесенных землетрясением. Однако только 180 домов заявителей оказались застрахованными на случай стихийного бедствия.

Аналогичные повреждения были отмечены в с. Лучка. В церкви Введение Богородицы в храм Господний, построенной в 1901 г., после землетрясения треснули своды, отвалились куски штукатурки с потолка (рис. 13–16). Извне церкви, в верхней ее части, появились трещины в стенах. Наиболее повреждено здание школы, которое после землетрясения стало непригодным к эксплуатации. Во всех школьных комнатах появились широкие сквозные трещины в стенах и на стыках стена–потолок. В некоторых комнатах на потолке образовалось много мозаичных трещин в направлении восток–запад, обвалились большие площади штукатурки, с замурованного окна выпал весь кирпич (рис. 17, 18).



Рис. 13. Село Лучка, церковь Введение Богородицы в храм Господний. Стрелками указаны трещины в наружной стене возле окна.



Рис. 14. Село Лучка, церковь Введение Богородицы в храм Господний. Стрелками указаны трещины внутри церкви на стыке стены и нефа, а также овальный обвал штукатурки с нефа.



Рис. 15. Село Лучка, церковь Введение Богородицы в храм Господний. Стрелками указаны трещины в правой арке и в стене над ней внутри церкви.



Рис. 16. Село Лучка, церковь Введение Богородицы в храм Господний. Стрелками указаны трещины в левой арке и в стене над ней внутри церкви.



Рис. 17. Село Лучка, средняя школа, один из классов. Стрелками указаны трещины в стенах, на стыке потолка и стен, обвал штукатурки из ранее заложеного окна.



Рис. 18. Село Лучка, средняя школа.

В одном из классов образовались сквозные трещины в стенах, обвалы кусков штукатурки.

Жители с. Лучка слышали сильный подземный гул, треск стен, звон посуды, расшатывалась мебель, открывались двери, падала посуда с полок. Много людей в страхе выбегали из домов на улицу. Почти во всех жилых домах появились трещины различной ширины в штукатурке, в стенах. От резкого толчка потолок отрывался от стен, обваливались куски штукатурки (рис. 19, 20). Во время землетрясения в долине р. Серет люди, которые вышли на улицу, наблюдали на небе розово-красное сияние, как при заходе солнца, и ощутили мощный воздушный толчок. Огневые вспышки наблюдались время от времени над холмами, которые окружают пгт. Микулинцы и с. Лучка и во время слабых афтершоков. В некоторых колодцах с. Лучка после землетрясения вода окрасилась в красный цвет.



Рис. 19. Село Лучка, ул. Леси Украинки, 2, одноэтажное здание.
Стрелками указаны трещины на потолке.



Рис. 20. Село Лучка, ул. Леси Украинки, 2, одноэтажное здание.
Обвал штукатурки на потолке.

Сотрясения в **5–6 и 5 баллов** охватили значительную площадь, в которую входят ряд населенных пунктов: Варваринцы, Свобода, Двуречье, Конопкивка, Ладичин, Миролюбивка, Мишковичи, Налужье. Землетрясение в этих населенных пунктах ощущалось всеми жителями, находившимися внутри помещений, и некоторыми – на улице. Большинство людей слышали подземный гул, выбегали из помещений. Во время землетрясения раскачивались люстры, скрипели стены, дрожали окна и посуда, открывались окна и двери. В домах появились тонкие трещины в штукатурке под потолком в направлении восток-запад. В с. Свобода почти во всех домах появились трещины в штукатурке в направлении север-юг. В некоторых домах опрокинулись статуэтки и легкие предметы. Из общественных зданий в с. Миролюбивка повреждения испытали помещение сельского совета и клуб.

Сотрясения в **4–5 и 4 балла** охватили площадь около 450 км^2 , на которой расположены населенные пункты: Боричивка, Буцнив, Дарахив, Драганивка, Заздрить, Кровинка, Лошнив, Настасив, Остальцы, Остров, Островец, Прошова, Серединки, Семикивцы, Скоморохи, Смолянка, Сушин. Землетрясение в этих населенных пунктах ощущалось многими жителями, преимущественно теми, кто находился в помещении. Звенела посуда, окна, скрипели стены, дрожала мебель, легко раскачивались люстры и игрушки на елках, у кое-кого с полок упали пустые бутылки. В некоторых домах появились тонкие трещины в штукатурке.

В Тернополе и Теребовле землетрясение ощущалось большинством людей преимущественно на верхних этажах пяти- и девятиэтажных домов. Наблюдалось сильное раскачивание люстр и цветов в подвесных вазах, дрожание мебели и посуды, шатание елок, в некоторых квартирах появились волосяные трещины в штукатурке. Исходя из этого, можно сделать выводы, что интенсивность сотрясений в данных населенных пунктах достигала **3 и 3–4 баллов**. В селах, находящихся на расстоянии 25–30 км от эпицентра, землетрясение уже не ощущалось. Вся информация об интенсивности сотрясений в разных пунктах дана в табл. 4.

Таблица 4. Макросейсмические данные о Микулинецком землетрясении 3 января 2002 г. в $17^{\text{h}}43^{\text{m}}$ с $K_p=10.8$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	6 баллов		22	с. Борычивка	14.6
1	с. Лучка	0.8		4 балла	
2	пгт. Микулинцы	1.0	23	с. Буцнив	8.2
	5–6 баллов		24	с. Смолянка	8.6
3	с. Воля	1.8	25	с. Остров	9.2
4	с. Конопковка	2.4	26	с. Баворов	9.4
5	с. Миролюбовка	2.6	27	с. Драгановка	13.4
6	с. Ладычын	3.8	28	с. Островец	13.4
7	с. Налужье	5.4	29	с. Дарахив	13.6
8	с. Дворечье	5.8	30	с. Семиковцы	16.8
9	с. Варваринцы	6.2		3–4 балла	
	5 баллов		31	с. Вел. Березовица	10.8
10	с. Мышковычи	4.6	32	с. Товстолуг	12.0
11	с. Дружба	6.4	33	г. Теребовля	14.2
12	с. Струсов	8.0	34	с. Вел. Ходачков	15.2
	4–5 баллов		35	с. Гумниска	15.4
13	с. Прошова	6.0	36	с. Семенив	16.0
14	с. Настасов	7.4	37	с. Магдаловка	16.4
15	с. Остальцы	8.2	38	с. Илавче	18.8
16	с. Заздрость	8.8		3 балла	
17	с. Скоморохи	9.0	39	с. Плебановка	16.4
18	с. Сушин	10.0	40	г. Тернополь	16.4
19	с. Кровинка	10.0	41	г. Вел. Борки	17.0
20	с. Лошнив	10.0	42	с. Залавье	18.4
21	с. Серединки	11.4	43	с. Подгайчики	19.6
			44	с. Золотники	20.4

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
45	с. Золота Слобода	25.4	52	<u>2 балла</u>	41.0
46	г. Хоростов	32.0		г. Бучач	
	<u>2–3 балла</u>			<u>Не ощущалось</u>	
47	с. Хмелевка	20.8	53	с. Мшанец	24.2
48	с. Ивановка	21.4	54	с. Доброполе	26.6
49	с. Романовка	21.4	55	с. Вел. Говилов	28.4
50	с. Дереневка	22.6	56	с. Голгоча	41.0
51	пгт. Гримайлов	31.0			

На рис. 21 приведена карта изосейст данного землетрясения, с которой были сняты координаты макросейсмического эпицентра (центра излучения сейсмической энергии), равные $\varphi=49.40^{\circ}\text{N}$ и $\lambda=25.60^{\circ}\text{E}$.

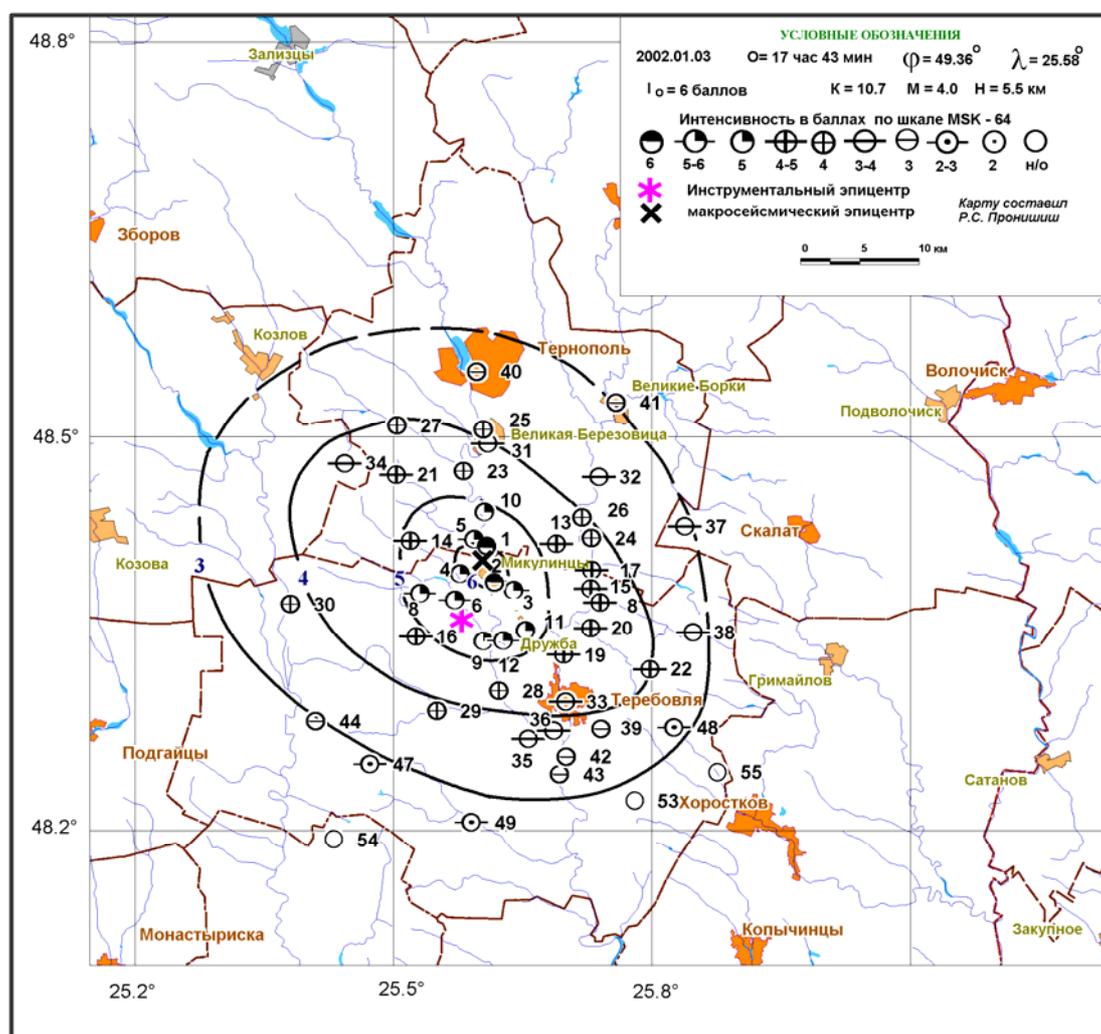


Рис. 21. Карта изосейст Микулинецкого землетрясения 3 января 2002 г. на территории Тернопольской области

Макросейсмический эпицентр вследствие возможного наклона плоскости разрыва находится на расстоянии 4–5 км в северо-восточном направлении от проекции гипоцентра на дневную поверхность. С другой стороны, учитывая погрешность в определении инструментального эпицентра, можно считать, что инструментальный и макросейсмический эпицентры совпадают. Поэтому координаты макросейсмического эпицентра можно принять как окончательные. Макросейсмическая глубина гипоцентра по номограмме [17] находится в пределах 3–6 км.

Эпицентральная область Микулинецкого землетрясения находится на юго-западной окраине Восточно-Европейской платформы. На схеме глубинного строения западного региона Украины [18] можно увидеть сложный узел пересечения нескольких активных глубинных разломов, которые приходятся на исследуемый район: Суцано-Пержанско-Кременецкого, Тетеривского, Тереховлянского, а также Ривненского, что указывает на высокую раздробленность земной коры (рис. 21). Микулинецкое землетрясение в плане тяготеет к Тереховлянскому разлому, который относится к активным в тортонское время, хотя большинство разломов, особенно те, которые пересекают тортонские и сарматские слои, могли быть активными и в плейстоцене, а кое-где и на протяжении голоцена. По данным В.Г. Верховинцева [19], интенсивность позднеплиоцен-четвертичных поднятий в регионе, а также и на данной территории имеет довольно высокие амплитудные показатели (70–100 м).

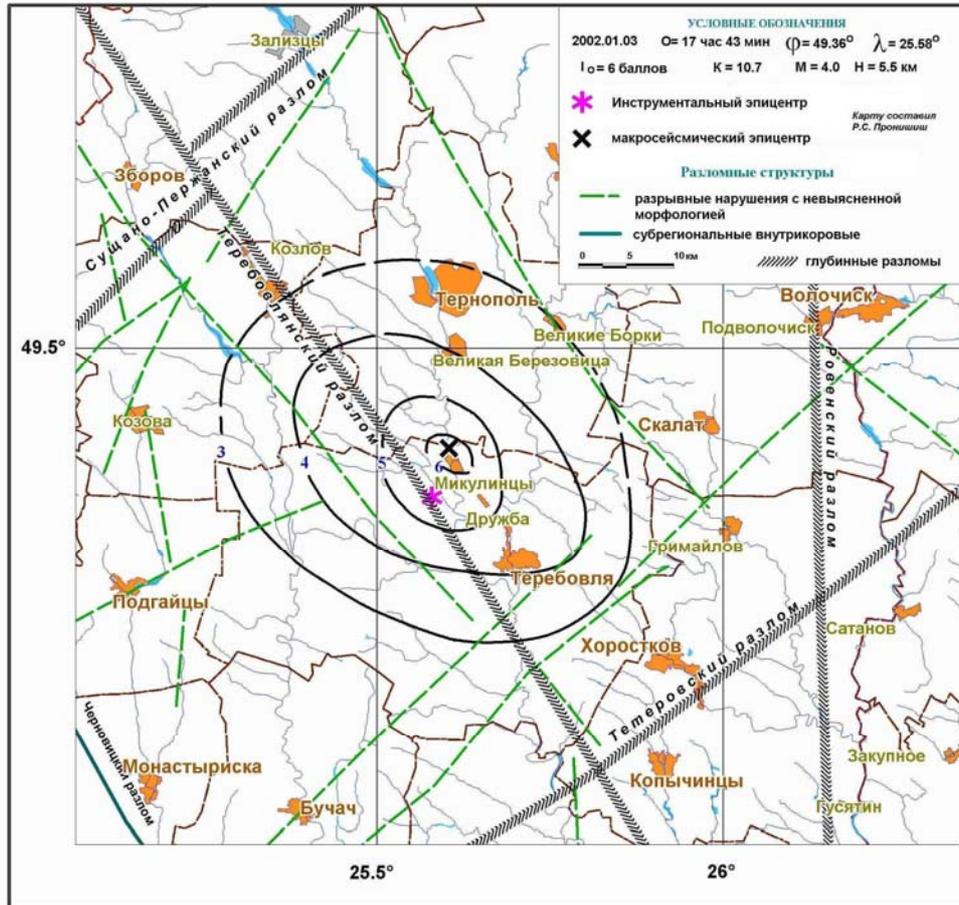


Рис. 22. Карта изосейст Микулинецкого землетрясения 3 января 2002 г. на фоне разломных структур в его очаговой зоне

Подтверждают активность территории, а, соответственно, и присутствие напряжений в земной коре и данные трещиноватости горных пород на территории Тернопольщины [20]. Система взаимноперпендикулярных трещин распространена во всех отложениях Волыно-Подоллии, включая неогеновые, что указывает на новейший возраст тектонической трещиноватости [21].

Землетрясение 3 января 2002 г. представляет собой динамичный процесс быстрого тектонического нарушения сплошности горных пород в геологической среде, которая началась на глубине около 5–6 км. Быстрая деформация среды сопровождалась изменением всех физических полей.

Отдельные блоки грунта в эпицентральной зоне землетрясения находятся под действием разнонаправленных напряжений, что проявилось в характере появления трещин в стенах жилых домов, культовых и общественных зданий.

Л и т е р а т у р а

1. **Евсеев С.В.** Землетрясения Украины (Каталог землетрясений Украины с 1000 по 1940 гг.). – Киев: АН УССР, 1961. – 75 с.
2. **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.
3. **Костюк О.П., Руденская И.М.** Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1963 году. – М.: Наука, 1966. – С. 14–16.
4. **Костюк О.П., Руденська І.М., Червінька Н.Ф.** Сейсмічність Карпат за 1969 г. // Каталог карпатських землетрусів за 1968–1969 гг. – Київ: Наукова думка, 1975. – С. 33–50.
5. **Руденская И.М. (отв. сост.), Карпив Т.С., Хивренко З.С., Гаранджа И.А., Черная И.М.** Карпаты (региональный каталог) // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 188–190.
6. **Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.М., Чуба М.В., Симонова Н.А.** Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ГС РАН, 2001. – С. 205.
7. **Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.М., Чуба М.В., Стародуб Г.Р., Пронишин М.Р., Симонова Н.А.** Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – (На CD).
8. **Сафронов О.Н., Сёмова В.И.** Каталог землетрясений и потенциальные сейсмогенные зоны платформенной части УССР // Сейсмологический бюллетень сейсмических станций «Минск» (Плещеницы), «Гомель» и «Нарочь» за 1986 г. – Минск: ИГГ АН БССР, 1989. – С. 11–125.
9. **Гофштейн И.Д., Костюк О.П., Пронишин Р.С., Сагалова Е.А., Щукин Ю.К., Юркевич О.И.** Карта сейсмического районирования Западной Украины // Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1980. – С. 97–107.
10. **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.
11. **Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А.** Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
12. **Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А.** Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
13. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2002.** – Berkshire: ISC, 2003–2004.
14. **Руденская И.М. (отв. сост.), Чуба М.В., Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Пронишин М.Р., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А.** Карпаты. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
15. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
16. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
17. **Шебалин Н.В.** Стандартная номограмма для определения глубины очага неглубоких землетрясений по макросейсмическим данным // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года. – М.: Наука, 1977. – С. 20–23.
18. **Кутас Р.И., Красовский С.С., Орлюк М.И., Пашкевич И.К.** Модель глубинного строения и тектонического развития литосферы Западной Украины // Геофиз. ж-л. – 1996. – 18. – № 6. – С. 18–30.
19. **Верховинцев В.Г.** Выделение геотектонических элементов Вольно-Подоллии по материалам структурно-геоморфологических и аэрокосмических исследований // Геотектоника Вольно-Подоллии. – Киев: Наукова думка, 1990. – С. 209–215.
20. **Гофштейн И.Д.** Неотектоника Западной Вольно-Подоллии. – Киев: Наукова думка, 1979. – 156 с.
21. **Гофштейн И.Д.** Тектоническая трещиноватость осадочных пород в среднем течении Днестра. – Изв. АН СССР. – Сер. геол. – 1952. – № 6. – С. 108–117.