

Таблица 2.

Макросейсмические сведения о землетрясении 25 сентября в 8 ч 25 м

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
6-7 баллов								
1	Новое Село	1	24	Дунковца	8	56	Нижний Ко-ропец	15
2	Нижние Ре-меты	2	25	Доробратово	10		2-3 балла	
			26	Негрово	12			
			27	Свек	14	57	Велькая Бугань	19
3	Верхние Ре-меты	3	28	Лемаковца	18	58	Лужанка	21
4	Хмельник	4	29	Вербовец	13	59	Залужье	16
5	Горбок	6	30	Черный Поток	11	60	Брод	16
				3-4 балла		61	Вильхивка	18
			31	Берегово	15	62	Широкое	22
			32	Ивановка	15	63	Мукачэво	20
6	Квасы	10	33	Перекрестье	15		Не ошуща-лось	
7	Махарево	6	34	Виноградно	21			
			35	Мочола	20			
			36	Лалово	14	64	Малая Бугань	18
8	Шаланки	7	37	Зубовка	12	65	Фанчиково	20
9	М.Кометы	10	38	Яблунново	13	66	Верхний Ко-ропец	17
10	Каминское	9	39	Гацеровица	15	67	Ведкий Ра-ковец	24
11	Богаревца	7	40	Дрисна	13			
12	Воловица	6		3 балла		68	Вилек	19
12a	В.Коматы, западная часть	12	41	Гать	15	69	Иршава	16
			42	Змишка	12	70	Дидово	20
			43	Добросилля	13	71	Геча	20
			44	Мужине	14	72	Теково	26
13	Пушкино	11	45	Лесково	11	73	Климовина	18
14	Верхние Ко-меты	13	46	Форнош	14	74	Локоть	20
			47	Иршава	14	75	Колодно	15
15	Заренье	12	48	ул.Украинская	16	76	Дешковина	15
16	Бородишка	8	49	Опешник	16	77	Велькая Ко-пань	24
17	Меденица	11		Подвиногра-дов	18	78	Малая Колпана	23
				4 балла		79	Дубровка	19
18	Береги	8	50	Матиево	17	80	Имстичево	27
19	Ороснево	12	51	Беревишка	16	81	Хлятино	19
20	Силье	12	52	София	13	82	Боголов	23
21	Пистряково	10	53	Завидово	14	83	Бары	19
22	Зелуж	9	54	Лоса	17			
23	Ардамово	11	55	Гребля	16			

появились трещины в потолке и стенах, обвалились большие куски штукатурки, с потолка сыпалась известь. В здании детского сада разошлась связка потолка с рушеце. Падала и разбивалась стеклянная посуда, в одном доме перевернулся шкаф. Люди в панике выбегали из домов, выли собаки.

В с. Нижние Реметы повреждено десять дымоходов. Кирпичи, падавшие с дымоходов, проламывали черепицу. В одном доме разрушилась печь. Кудахтали куры, люди в панике выбегали из домов. Один из жителей села собрал в лесу грибы и почувствовал, как его подбросило. Почти во всех домах поврежде-на штукатурка.

Силой 6 баллов землетрясение ошущалось в селах Верхние Реметы, Хмель-ник и Горбок. В с. Горбок жители слышали сильный гул. Почти во всех домах повреждена штукатурка. Люди, находившиеся на улице, держались за забор, чтобы не упасть.

Изосейсты землетрясения 25.IX имеют в плане овальную форму, вытянутую вдоль простирания основных структурных элементов; с северо-востока изосей-сты поджаты Выгорлат-Гутинским вулканическим хребтом. Западная часть 4-

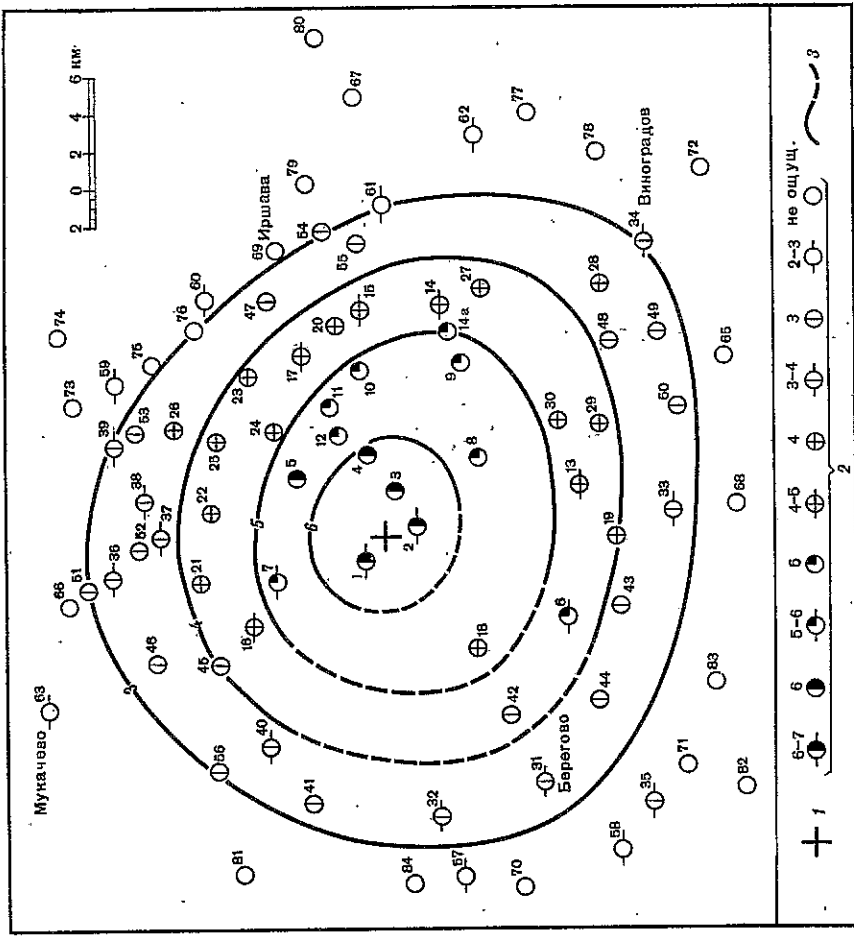


Рис. 2. Схема изосейст Карпатского землетрясения 25 сентября 1977 г. в 8 ч 25 м

1 - эпицентр; 2 - балльность; 3 - изосейсты

5- и 6-балльных изосейст проведена неуверенно, так как в этой местности вследствие сильной заболоченности отсутствуют населенные пункты. В южной части, где протекает р. Тиса, изосейсты вытянуты вдоль реки, что объясня-ется сильной обводненностью местности. Так, в селах Мочола (20 км от эпицентра), Перекрестье (15 км) и Виноградно (21 км) землетрясение воо-принималось многими как 3-4-балльное, в то время как в северной части на этих же расстояниях от эпицентра оно воспринималось как 2-3-балльное или вообще не ошущалось.

Район Вранча. Здесь сосредоточены эпицентры 14 землетрясений, из них 7 - на изгибе Карпатской дуги. Самое сильное землетрясение с $m = 7,1$ произошло 4.II в 19 ч 21 м на территории Румьнии, сопровождавшееся большими разрушениями и ошущавшееся на большой территории. Оно охватило почти всю европейскую часть СССР, достигнув Ленинграда, Москвы и Петро-заводска. В Молдавии землетрясение ошущалось силой 6-7 баллов. Большая часть Украины (северо-западная и северо-восточная) подверглась 4-5- и 4-балльному воздействию, остальная часть территории - 5,5-6- и 3,3-4-балльному воздействию. Пятибалльная изосейста проходит в районе городов Сторожинца, Заставны, Горючка, Хмельницкого, Хмельника, Каватина, Схвирны, Городища, Кировограда, Долинского, Березнеговатого, Скадовска.

Восточная часть Белоруссии подверглась в основном 4-, 3-4-балльному воздействию, западная - 3-балльному, юго-западная часть Евразийской терри-тории РСФСР, прилегающая к территории Украины и Белоруссии, - 4-балльно-му [5] (см. след. статью наст. сборника).

Остальные землетрясения района Вранча произошли после основного толчка 4.III в 19 ч 21 м. Для их пространственного анализа мы руководствовались исследованиями, сделанными Е.А. Сагаловой [6]. Эпицентры шести глубоких землетрясений попадают в узкую полосу фокальной зоны Вранча для глубоких землетрясений, а эпицентры поверхностных — в фанальную зону Вранча для коровых землетрясений.

Землетрясения 5.VI в 12 ч 05 м и 13.III в 18 ч 48 м не связаны с зоной подготовки землетрясения 4.III. Их эпицентры размещены соответственно южнее г. Текуч и юго-восточнее г. Бузеу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Раутман Т.Г. Затухание сейсмических волн и энергия землетрясений. — Тр. Ин-та сейсмостойкого стр-ва и сейсмологии. Душанбе, 1960, т. 7, с. 41-96.
2. Меламуд А.С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений. — В кн.: Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. М.: ИФЗ АН СССР, 1974, т. 2, с. 180-192.
3. Медведев С.В., Шлонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Наука, 1965.
4. Гофштейн И.Д. Неогектоника Карпат. Киев: Изд-во АН УССР, 1964.
5. Карпатское землетрясение 1977 г. М.: Наука, 1980.
6. Сагалова Е.А. Характер сейсмического процесса в период подготовки Карпатского землетрясения 4.III 1977 г. — В кн.: Геофизический сборник АН УССР. Киев: Наук. думка, 1978, вып. 81, с. 3-9.

УДК 550.341-550.34:91

И.В. Анянтин

Макросейсмические проявления Карпатского землетрясения 4 марта 1977 г. на европейской части территории СССР

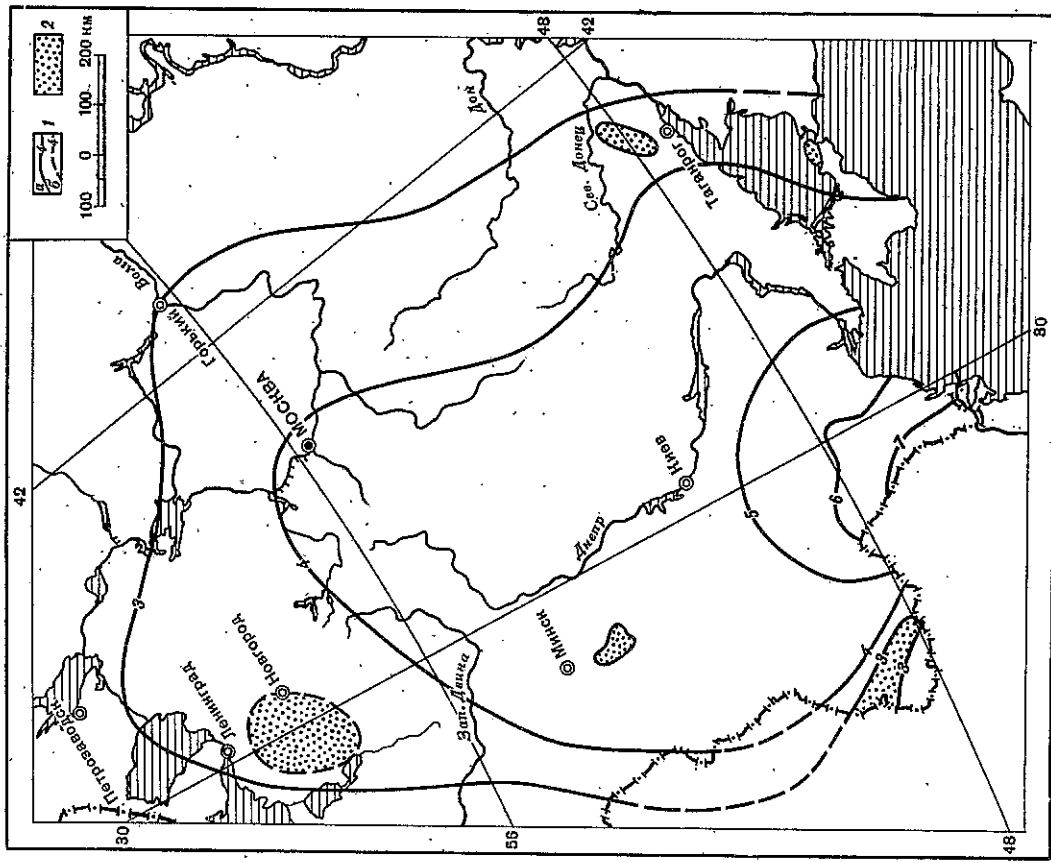
Землетрясение 4 марта 1977 г. ощущалось на значительной территории Восточной и Южной Европы, в Италии, Греции и Турции. На территории Советского Союза землетрясение проявилось неодинаково: на северо-восток от эпицентра оно ощущалось на расстоянии до 1800 км (в Петрозаводске), на юго-восток — до 700 км; на северо-западе на расстоянии 300 км землетрясение уже не ощущалось.

Организация сбора и обработка макросейсмических данных

В соответствии с решением Совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при Президиуме Академии наук СССР сбор макросейсмических сведений о проявлении данного землетрясения был организован во всех республиках на Европейской территории СССР.

Макросейсмические данные собирались по единой, согласованной между всеми участниками схеме-вопроснику, составленной на основе шкалы MSK-64, с некоторыми дополнительными вопросами, касающимися особенностей проявления данного землетрясения. Например, включен вопрос о появлении у людей тошноты или головокружения, которые вызываются длиннопериодными колебаниями с периодами 1-3 с и достаточно большой амплитудой. В связи с тем, что в многоэтажных зданиях эффект проявления землетрясения заметно возрастает с высотой, были включены вопросы о степени и характере проявления землетрясения в зависимости от этажа здания.

10



Карта изосейсты Карпатского землетрясения 4 марта

1 — изосейсты (а — уверенные; б — предполагаемые); 2 — районы, в которых землетрясение не ощущалось

Так как для определения балльности в одном населенном пункте должны использоваться сопоставимые эффекты, желательно в однотипных зданиях (например, кирпичных или панельных и т.п.) приводить все проявления землетрясения в многоэтажных зданиях к первым этажам.

Ранее при обследовании ряда сильных землетрясений с $M = 5,5 \div 7,2$ в городах Дербент, Петропавловск-Камчатский, Волгоград, Улан-Батор и др. автором было установлено, что в панельных и кирпичных зданиях приращение балльности практически не зависит от количества этажей в 4-9-этажных зданиях. Во всех случаях приращение балльности между первым и последним этажами равно одному баллу. Эффект нарастания балльности между первым и последним этажами является равномерным. В гибких каркасных железобетонных зданиях башенного типа и панельных зданиях, имеющих более десяти этажей, разность между эффектами на первом и последнем этажах достигает 1,5-2 баллов, но нарастание балльности с этажностью, особенно в многоэтажных зданиях башенного типа (порядка 20 этажей), происходит не равномерно, а по более сложным законам. В большинстве современных двухэтажных зда-

ниях (панельных, блочных, кирпичных и т.д. — жестких конструкций), за исключением деревянных, разницы в балльности между первым и вторым этажами практически не наблюдается. Указанные поправки были рекомендованы и использованы при обработке макросейсмических данных.

С учетом перечисленных дополнений были составлены два типа анкет-вопросников. Первый применялся в районах, где землетрясение ощущалось с силой 5 баллов и меньше, т.е. там, где повреждения зданий отсутствуют и балльность определяется только по поведению предметов и ощущению людей. Второй использовался в районах, где имелись повреждения зданий, т.е. землетрясение ощущалось с силой 6 баллов и более.

Каждая республика и регион внесли в анкету отдельные элементы, характерные только для их региона (типы местных построек и др.).

Вся территория европейской части СССР была разделена на шесть регионов, в которых отдельные группы исследователей собирали макросейсмические данные, как правило, двумя способами: непосредственным обследованием зданий в населенных пунктах и рассылкой анкет-вопросников.

Институтом геологии и геофизики АН МССР было собрано около 25 тыс. отдельных наблюдений, из которых 5 тыс. получены непосредственным обследованием, проведенным силами крупной экспедиции, и 20 тыс. — по разосланным анкетам. Обследовано около 270 населенных пунктов, в том числе детально (поквартирно) пять городов (руководитель — член-корреспондент АН МССР А.В. Друмя) [1]. Геофизический институт АН УССР (руководитель — доктор физико-математических наук И.И. Попов) разделил территорию Украины на три региона: Крым, юг Украины и остальная часть Украины. В каждом регионе собрано соответственно 4000, 3600 и 3600 наблюдений, по которым определена балльность в 113, 56 и 540 населенных пунктах соответственно [2-4]. Институтом геологии и геофизики АН БССР (руководитель — кандидат геолого-минералогических наук Е.П. Хотько) собрано на территории Белоруссии 1200 наблюдений из 138 населенных пунктов. Институтом физики Земли АН СССР (руководитель — кандидат физико-математических наук И.В. Анашкин) собрано по европейской части территории РСФСР, Латвии, Литвы, ГССР около 500 наблюдений из 64 городов. Кроме того, в сборе макросейсмических сведений принимали участие различные государственные учреждения (Госстрой УССР — руководитель О.Б. Петров) и институты Москвы, Ленинграда и др. Всего о Карпатском землетрясении собрано 37 900 наблюдений из 1186 населенных пунктов. Все данные совместно обработаны представителями всех регионов и согласованы между собой. На основании балльности, полученной для каждого населенного пункта, получена карта изосейст, приведенная на рисунке.

Проявление землетрясения на Русской платформе и связь его со строением земной коры

Анализ геолого-геофизических данных и карт изосейст на европейской части СССР (на Русской платформе) показывает, что земная кора и верхняя мантия на этой территории неоднородны.

Некоторые особенности пространственного проявления как медленных вертикальных движений [5-7], так и сейсмичности указывают на существование в земной коре и верхней мантии в пределах Русской платформы крупных неоднородностей, которые оказывают заметное влияние на распространение сотрясений от очагов землетрясений, расположенных в пределах соседних горно-складчатых сооружений.

Так, почти все сильные карпатские землетрясения района Вранча (с очагами в верхней мантии 100-200 км) ощущаются на значительных территориях к северо-востоку вплоть до Ленинграда и Петрозаводска, тогда как в юго-восточном направлении они ощущаются лишь на незначительных расстояниях немногим далее Крыма. Подобная закономерность наблюдалась для карпатских

землетрясений 1802, 1829, 1838, 1940, 1977 гг. В то же время сотрясения разрушительных кавказских землетрясений распространялись далеко на северо-восток и север, быстро затухая в северо-западном направлении. Следует предполагать, что от Азовского моря до Среднего Урала протягивается крупная зона неоднородностей земной коры, которая интенсивно поглощает и отражает сейсмическую энергию, не давая ей проникать к юго-востоку от Карпат и к северо-западу от Кавказа [8-10].

В макросейсмическом поле Карпатского землетрясения 1977 г. выявляются и другие особенности. Так, на карте изосейст заметны крупные районы с большим числом населенных пунктов, в которых землетрясение не ощущалось: район севернее г. Жданова, северо-восточная часть Керченского полуострова, район южнее г. Минска, район между Чудским озером и Новгородом и район Закарпатья между Раховым, Ужгородом и Бориславом. Существование таких районов не может быть объяснено влиянием грунтовых условий или другими инженерно-геологическими факторами. Причиной их появления могут быть только крупные неоднородности в земной коре, влияющие на распространение сейсмических волн. Как было показано в работах [6, 8, 9], за такими неоднородностями, которые, как правило, являются "живущими" зонами разломов, образуются зоны сейсмической тени.

Совместный анализ геологического строения, сейсмичности и современных движений в этих районах показал следующее. В Закарпатье имеется глубокая сейсмоактивная зона разломов, с которой связано большое количество эпицентров с $M = 4-5$. Данная "живущая" зона разломов дала не только зону тени шириной около 50 км, но и оказала существенное влияние на форму изосейст 3, 4, 5 и 6 баллов (см. рисунок).

Зону севернее г. Жданова, вероятно, можно также считать зоной тени, так как этот район находится за сейсмоактивной зоной с контрастными вертикальными движениями по тектоническим разрывам.

Проявлением неоднородностей в земной коре можно объяснить и существование остальных зон, в которых не ощущалось Карпатское землетрясение (между Чудским озером и Новгородом, южнее Минска и к северо-востоку от Керченского полуострова).

Изосейста третьего балла Карпатского землетрясения резко ограничена с северо-востока линией, протягивающейся вдоль Волги от Горького к Рыбинскому водохранилищу и далее к Ладожскому озеру, а с северо-запада — линией Ленинград-Брест. Возможно, это говорит о существовании здесь зон затухания, с которыми связан ряд эпицентров слабых землетрясений, происшедших в основном в течение последних 100-150 лет.

Таким образом, между морфоструктурами, глубинным строением земной коры, зонами поглощения сейсмической энергии, расположением эпицентров слабых землетрясений, пространственной дифференциацией современных вертикальных движений и картой изосейст Карпатского землетрясения на Русской платформе существует определенная взаимосвязь. Наличие такой взаимосвязи указывает на значительную динамичность земной коры Русской платформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москаленко Т.Л., Роман А.А. Макросейсмический эффект землетрясения 4. III 1977 г. на территории Молдавии. — В кн.: Карпатское землетрясение 1977 г. М.: Наука, 1980.
2. Анашкин И.В., Попов И.И., Пустовитенко А.Н. О карте распределения интенсивности сотрясений на территории Крымского полуострова, выведенных Карпатским землетрясением 4. III 1977 г. — Там же.
3. Кармазин П.С., Князев В.С., Скляр А.М. Макросейсмический эффект в Северном Причерноморье. — Там же.
4. Костюк О.И., Пронишин Р.С., Карнив Т.С. Макросейсмический эффект от Карпатского землетрясения 4. III 1977 г. на территории Украинны. — Там же.