

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ

Ю. В. БЫСТРИЦКАЯ, Р. А. ЛЕВКОВИЧ, С. В. МЕДВЕДЕВ,
И. Л. РЕВЕЛИС, Н. В. ШЕБАЛИН

УТОЧНЕНИЕ КАРТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ г. МАХАЧКАЛЫ ПО МАТЕРИАЛАМ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 14 МАЯ 1970 ГОДА

На карте сейсмического микрорайонирования г. Махачкалы, составленной в 1969—1970 гг. [3], авторы выделили районы с возможной интенсивностью сотрясения в 6,7 и 8 баллов при 7-балльном землетрясении. К моменту землетрясения 14 мая 1970 года карта еще не была утверждена и, в связи с этим, появилась редкая возможность экспериментальной проверки результатов микрорайонирования по данным макросейсмических наблюдений. Авторы организовали массовое обследование зданий на территории города с 16 мая 1970 года.

Идея поквартального обследования территории города и составление на этой основе карты микрорайонирования была выдвинута и осуществлена на примере г. Ашхабада С. В. Медведевым [1]. В указанной работе, однако, использовались чрезмерно обобщенные и недостаточно равномерные градации степени повреждения здания (повреждения, разрушения, обвалы). В работе [9] было установлено, что распределение числа поврежденных зданий по степени повреждения с достаточной точностью может считаться нормальным, если пользоваться степенями повреждения, принятыми в новой международной шкале сейсмической интенсивности MSK—1964 [2,12]. На этой основе в работах [8, 9, 10] был предложен метод статистической обработки макросейсмических данных, собранных на территории города, включающий оценку степени повреждения для некоторой представительной выборки зданий с последующим скользящим осреднением величины $\bar{d}$ по площади и переходом от степени повреждения для данного типа зданий к балльности. Впервые этот метод был применен [10] для изучения распределения повреждений на территории г. Скопле (Югославия) и затем при макросейсмическом обследовании территории города Махачкалы [11] с дальнейшим построением схематической карты средних степеней повреждения зданий. При этом авторами преследовалась цель сопоставить полученную информацию с составленной картой сейсмического микрорайонирования (авторы В. В. Попов, Г. Н. Назаров, И. Л. Ревелис) накануне ее утверждения.

Предыдущая работа по составлению схематической карты средних степеней повреждения зданий [11] проводилась ускоренно, поэтому не исключалась возможность недооценки детального анализа сопоставле-

ния карт, а также внесенные изменения. Учитывая названные факторы, авторы средних степеней повреждения. Учитывая названные факторы, авторы посчитали целесообразным провести заново работу как по составлению карты средних степеней повреждения зданий по типам, так и по уточнению карты микрорайонирования.

За основу для построения карты средних степеней повреждения зданий была взята топографическая карта М 1:5000 (в планшетах), на которую ранее в 1970 г. условными знаками наносились данные о типе, этажности зданий и степени их повреждения.

Места расположения зданий, подлежащих обследованию, отмечались заранее на плане таким образом, чтобы они равномерно распределялись по всей площади. В нашем случае обследовались, в зависимости от размеров кварталов, только угловые или (при длинных кварталах) угловые и 1—2 здания, расположенные в середине квартала; при сложной планировке района—каждое десятое здание. Всего по городу было обследовано более 1300 объектов, что составляет примерно 10% от общего числа зданий, находящихся в изучаемых районах города.

Обращает на себя внимание большое разнообразие типов зданий, имеющихся в Махачкале. Они отличаются по материалу стен (бутовый камень, пиленный камень, кирпич, саман, керамзитобетонные панели и др.), этажности (от 1 до 5 этажей), типу перекрытия (деревянные, сборные и монолитные железобетонные), конструктивным особенностям, устройству антисейсмических мероприятий.

При попытке систематизации полученной информации на основе шкалы сейсмической интенсивности MSK—1964 выявились некоторые ее недостатки и, в частности, отсутствие учета этажности зданий, типа междуэтажного перекрытия и кровли, а между тем указанные факторы оказывают значительное влияние на степень повреждения.

В результате землетрясения 14 мая 1970 года в г. Махачкале здания типов А и Б с деревянными перекрытиями пострадали значительно больше, чем аналогичные здания со сборными и монолитными железобетонными перекрытиями [11].

На степень повреждения в домах типов А и Б большое влияние оказала этажность. Если на верхних этажах степень повреждения была в основном 1—2 и доходила до 3-х, то первые-вторые этажи зданий высотой более 3 этажей большей частью не имели повреждений или наблюдались волосные трещины в штукатурке. Таким образом, если оценивать степень повреждения многоэтажных зданий по наблюдавшемуся максимуму (особенно это касается зданий с деревянными перекрытиями), то получается, что в целом они пострадали больше, чем одноэтажные.

Анализ собранного материала не выявил существенной разницы в степени повреждения зданий типов А и Б, расположенных в одинаковых инженерно-геологических условиях. Не наблюдалось также значительной разницы в повреждении зданий, имеющих и не имеющих антисейсмические пояса. По всей вероятности, при проявившейся интенсивности сотрясений антисейсмические пояса в работу не включались.

Определение средней степени повреждения зданий проводилось на квадратных площадках со стороной, равной 200 м (площадь 0,04 км²), и центру площадки приписывалась степень повреждения, полученная как среднее арифметическое. На такую площадку приходилось в среднем около 10 зданий. Поскольку стандартное отклонение единичной оценки близко к 0,75 [9], это обеспечило определение среднего по

площадке значения $\bar{d}$ со стандартным отклонением 0,75. Шаг скользящего осреднения был принят равным 100 м.

В тех случаях, когда на площадке осреднения было более 50% зданий, имеющих $\bar{d}=0$, среднее значение принималось по табл. 1. Отрицательные значения степени повреждения соответствуют средним воздействиям, меньшим тех, которые соответствуют $\bar{d}=0$.

Изолинии средних степеней повреждения проводились путем интерполяции между значениями $\bar{d}$, вычисленными для центров площадок осреднения. Эти изолинии ограничили зоны, в которых значения отличались не более чем на 0,5. На территории города была обследована площадь, равная примерно 14,5 км². Около половины этой площади характеризуется значениями $\bar{d}$ от 0,5 до 1,0 (рис. 1).

Для перехода от средней степени повреждения $\bar{d}$ к балльности I нами был использован график (рис. 2), составленный на основе шкалы

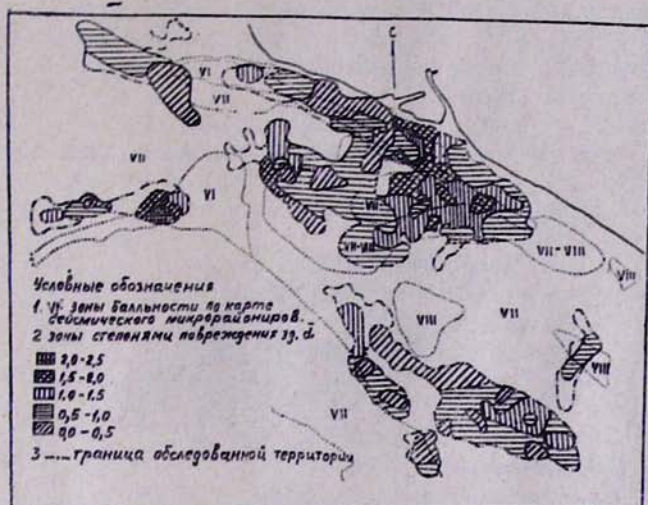


Рис. 1. Схематическая карта средних степеней повреждения

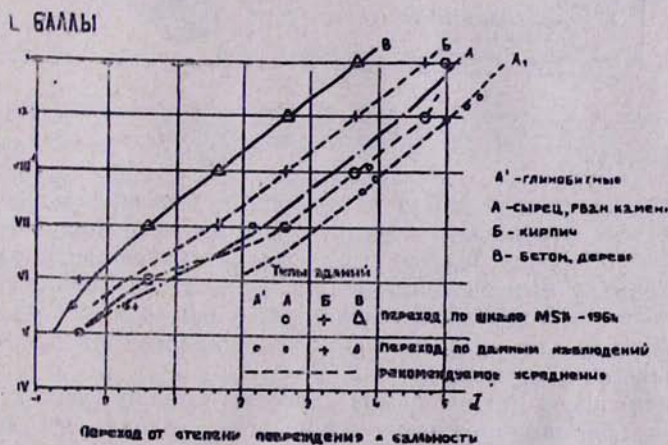


Рис. 2. Графики перехода от степени повреждения к балльности

	Количество зданий, не имеющих повреждений (d=0), в %							
	50	60	70	80	90	95	98	99
Приведенная степень повреждения	0,5	0,3	0,1	-0,1	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0

Таблица 2

Распределение площадей в зависимости от интенсивности

Интервалы интенсивности, в баллах	Площади, соответствующие интервалам интенсивности, в % к общей обследованной площади
5,0—5,5	0,78
5,5—6,0	22,3
6,0—6,5	71,6
6,5—7,0	5,3

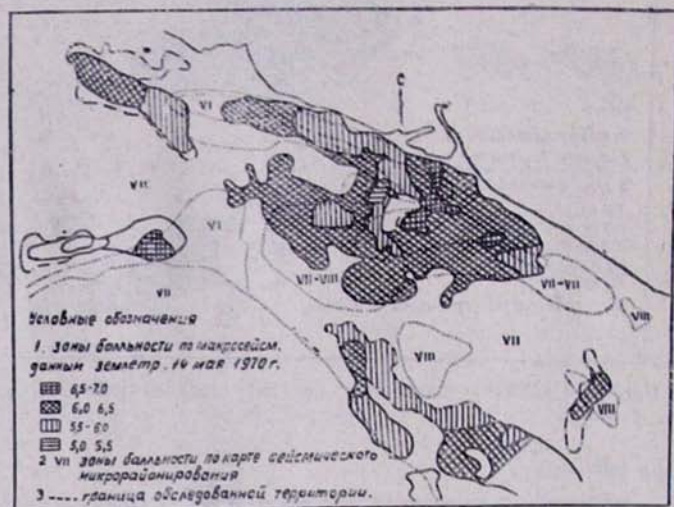


Рис. 3. Схематическая карта интенсивности землетрясения 14 мая 1970 года на территории города Махачкалы

MSK—1964 [6]. В табл. 2 приводятся данные (вычисленные по рис. 3) о процентном соотношении участков с различными значениями в сопоставлении с проявившейся на этих участках интенсивностью сотрясения I. Как видно из этой таблицы, на 71,6% обследованной территории землетрясение проявилось интенсивностью 6,0—6,5 баллов. В среднем для Махачкалы это землетрясение, по макросейсмическим данным, оценивается как 6-балльное.

Сопоставление макросейсмического материала (рис. 1 и рис. 3) с данными микрорайонирования территории города Махачкалы дало возможность сделать некоторые выводы по зонам:

Зона 1. В северо-западной части города (район Махачкала-1) землетрясение проявилось интенсивностью 5,5—6,5 баллов. По карте

сейсмического микрорайонирования это семибалльная зона. Учитывая, что при сейсмическом микрорайонировании расчетный балл округляется до целой цифры и то, что землетрясение 14 мая проявилось 6-балльным, а не 7-балльным, можно говорить о хорошей сходимости результатов макро- и микросейсмических наблюдений.

- Зона 2. Центральная часть гряды Анджиарки, расположенной узкой полосой вдоль берега моря, отнесена по карте к 6-балльной зоне, а склоны к 7-балльной. Макросейсмический эффект проявился здесь от 5,5 до 6,5 баллов почти по всей площади. Здесь, видимо, сказался рельеф местности и геологическое строение (Анджиарка является круто падающим крылом брахиантиклинали), которые в явном виде не учитываются при сейсмическом микрорайонировании. При дальнейшем уточнении карты этот район нужно перевести из 6-балльного в 7-балльный.
- Зона 3. В центральной части города (8-балльный район по карте сейсмического микрорайонирования) землетрясение проявилось, в основном, интенсивностью 6—7 баллов, а на отдельных участках 5,5—6,0 баллов. В 7—8-балльном районе отмечена интенсивность 6,0—6,5 баллов. Частичное снижение балльности на этих участках по сравнению с ожидаемым эффектом связано, по всей вероятности, с уровнем грунтовых вод (в этот период он не был максимальным) и округлением величины расчетного балла до целого числа, поэтому уменьшать балльность в этих районах не целесообразно.
- Зона 4. На большей части территории города, относящейся к 7-балльному району, землетрясение проявилось интенсивностью 5,5—6,5 баллов, что соответствует ожидаемому эффекту.
- Зона 5. Сильная аномалия обнаружена на небольшой территории в юго-западной части города (от автозаправочной станции в направлении завода сепараторов). Здесь макросейсмический эффект достигал 6,5—7,0 баллов в районе, отмеченном 6 и 7 баллами по карте сейсмического микрорайонирования. Причина этого явления пока не ясна.

Ордена Ленина Институт
физики Земли АН СССР

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев С. В. Инженерная сейсмология. Стройиздат, 1962.
2. Медведев С. В. Международная шкала сейсмической интенсивности. В кн. «Сейсмическое районирование территории СССР», «Наука», 1968.
3. Попов В. В., Назаров Г. Н., Ревелис И. Л., Дгебуадзе Н. А. Карта сейсмического микрорайонирования г. Махачкалы. В сб. «Сейсмическое микрорайонирование г. Махачкалы». Махачкала, 1970.
4. Рассказовский В. Т., Рашидов Т. Р., Абдурашидов К. С. Последствия Ташкентского землетрясения. ФАН, Ташкент, 1967.
5. Ризниченко Ю. В. Энергетика макросейсмике. Физика Земли, № 8, М., 1974.
6. Шебакин Н. В. Статистическая интерпретация понятия балльности. Тр. Ленинградской сессии ЕСК, 1968.
7. Шебакин Н. В. О макросейсмической основе сейсмического микрорайонирования. «Вопросы инженерной сейсмологии», вып. 13. Тр. ИФЗ АН СССР, 1970.
8. Шебакин Н. В. Оценка размеров и положения очага Ташкентского землетрясения.

- трясения по макросейсмическим и инструментальным данным. «Сильное землетрясение». ФАН, Ташкент, 1970.
9. Шебалин Н. В., Кулиев Ф. Т. О возможности статистической интерпретации бальности. «Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана», Душанбе, 1970.
 10. Шебалин Н. В. Локальные эффекты интенсивности на территории г. Скопле и очаг землетрясения 26/VI 1963. «Вопросы инженерной сейсмологии», вып. 15, Труды ИФЗ АН СССР.
 11. Шебалин Н. В., Быстрицкая Ю. В., Левкович Р. А., Ревелис И. Л. Землетрясение 14 мая 1970 г. и его проявление на территории г. Махачкалы. В сб. «Сейсмическое микрорайонирование г. Махачкала», Махачкала, 1970.
 12. Шпонхойер В., Карник В., MSK-1964. Межведомственный геофизический комитет при Президиуме АН СССР, М., 1965.