

Л. А. СКОРИК, З. А. ОСЬМАКОВА

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

В статье дан обзор инструментальных работ по сейсмическому микрорайонированию, проводимых в Институте сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Таджикской ССР в течение ряда лет.

Инструментальные исследования являются одним из методов решения задачи микрорайонирования и в настоящее время находят все более широкое применение, так как они дают представление об относительной количественной стороне сейсмического воздействия.

Материалом для исследования служили записи слабых и ощущимых землетрясений, записи микросейм и акустические (сейсмические) жестокости.

Для получения исходных данных были использованы следующая аппаратура и приспособления: высокочувствительные сейсмографы типа ВЭГИК; частотно-избирательная сейсмическая станция (ЧИСС); многомаятниковые сейсмометры типа АИС-2; ударная установка для определения скорости распространения упругих волн.

По записям слабых землетрясений были найдены зависимости:

$$N = f_1(T), \quad (1)$$

$$A_{\max} = f_2(T), \quad (2)$$

где T — период колебаний грунта;

N — частота повторяемости определенного периода при сейсмическом колебании грунта;

A_{\max} — максимальная амплитуда колебаний грунта на данном периоде,

могущие служить характеристиками инженерно-геологических особенностей грунтов. Выяснена зависимость спектров типа (1) и (2) от грунтовых условий в точке наблюдения [3, 4].

Дальнейшее изучение этих зависимостей, наряду с изучением характера собственных и вынужденных колебаний зданий, поможет решить ряд вопросов сейсмического микрорайонирования.

В последнее время нами была предпринята попытка использовать высокочастотные микросеймы как один из инструментальных методов сейсмического районирования. Остановимся на этом несколько подробнее.

Регистрация микросейм осуществлялась частотно-избирательной станцией ЧИСС. Станция располагает шестью измерительными каналами, работающими в диапазоне периодов 0,02—1,7 сек., и фиксирует скорости колебаний поверхности грунта. Сейсмоприемником служил сейсмограф типа ВЭГИК с собственным периодом колебаний 2,5 сек. Сигналы сейсмоприемника усиливались трехкаскадным усилителем, на выходе которого были включены блок Т-образных фильтров и гальваномет-

ры. При регистрации микросейсм использован осциллограф СН-700. Частотные характеристики каналов усилитель—гальванометр для диапазона периодов 0,02—1,7 сек. приведены на фиг. 1.

Для оценки увеличения, на каждый канал подавался контрольный сигнал МГПА. По формуле:

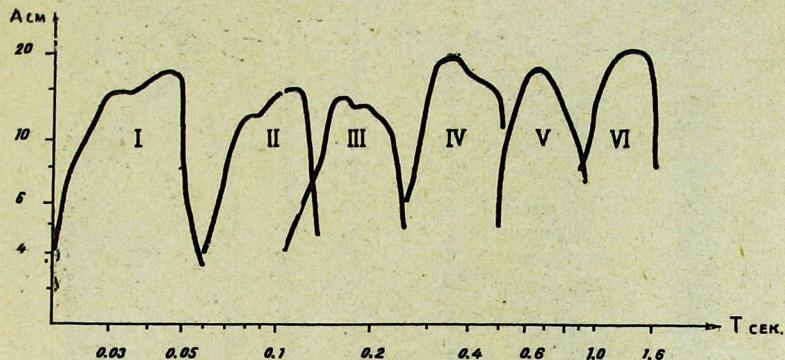
$$V = \frac{A_{MC} \cdot \text{ЭДС}_{MGP\AA}}{A_{MGP\AA}},$$

где A_{MC} —амплитуда записи микросейсм в микронах;

$A_{MGP\AA}$ —амплитуда контрольного сигнала МГПА в микронах;

ЭДС_{MGP\AA}—сигнал МГПА в микровольтах.

находились скорости колебаний частиц грунта в микровольтах.



Фиг. 1. Частотные характеристики каналов усилитель-гальванометр.

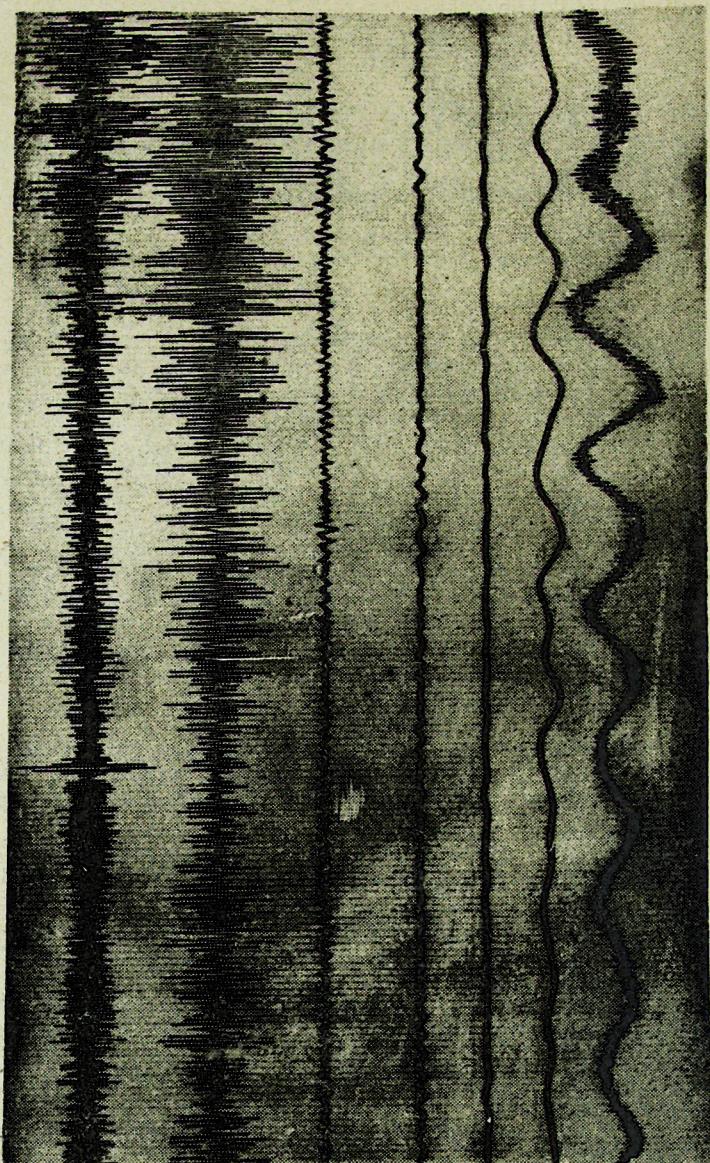
Наблюдения проводились в различных инженерно-геологических условиях городов Душанбе и Ленинабад, причем, во избежание помех индустриального типа, регистрация микросейсм велась в ночное время, в течение 2—2,5 мин.

Пример записи микросейсм в периодных интервалах 0,03—0,05 сек; 0,07—0,13 сек; 0,14—0,23 сек; 0,30—0,50 сек; 0,60—0,90 сек; 1,20—1,60 сек представлен на фиг. 2.

Полученные значения скоростей микроколебаний грунта наносились на графики, где по оси ординат откладывались скорости V в мкв, а по оси абсцисс — периоды T в сек.

Как уже было сказано, микросейсмы были зарегистрированы в некоторых зонах с различными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями. На фиг. 3 приведены спектры микросейсм для одного микрорайона. Здесь различные кривые соответствуют записи микросейсм в отдельных точках данного района. Отклонение уровня микросейсм в каждой точке от некоторого среднего значения всего микрорайона составляет около 40 %.

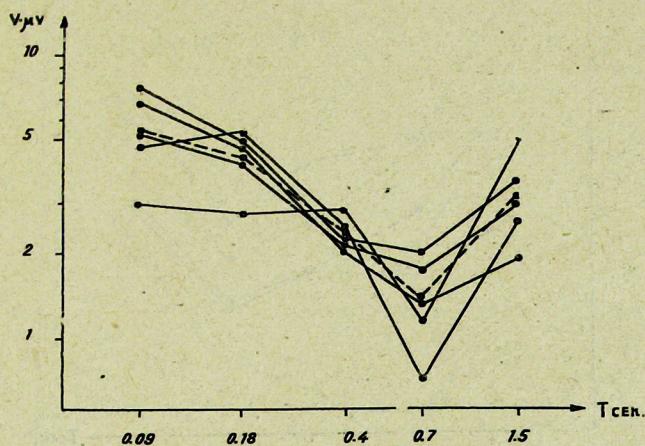
Во всех точках для контроля наблюдение интенсивности микросейсм проводилось дважды, с некоторым промежутком времени. Различие уровня микросейсм в этом случае укладывается в 20 %. Данные обработки двухкратной записи с интервалом времени в одну неделю показан на фиг. 4.



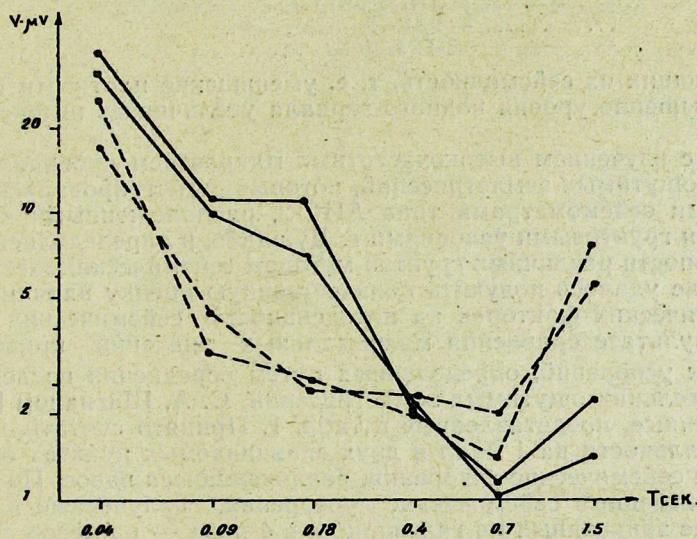
Фиг. 2. Пример записи микросейсм.

Как видно из графиков, частотное распределение микросейсм таково, что их уровень понижается в сторону длинных периодов, а на периоде $T=1,5$ сек. заметно повышение.

В результате исследования микросейсм обнаружено влияние инженерно-геологических условий на интенсивность микролебаний грунта.



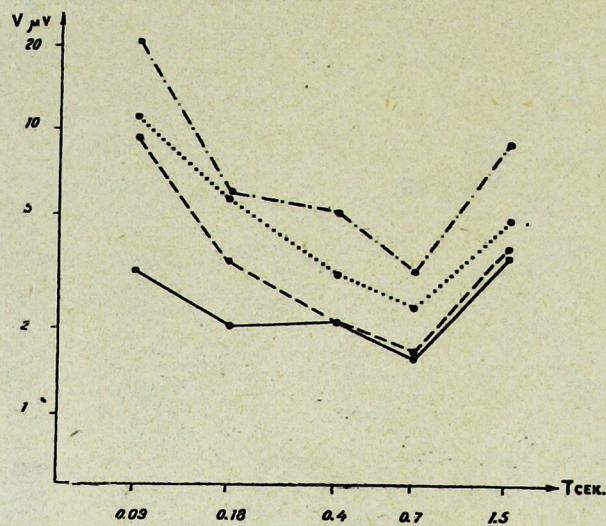
Фиг. 3. Спектры микросейсм в отдельных точках одного микрорайона.
— Среднее значение.



Фиг. 4. Двукратная запись микросейсм в пунктах:
— № 5
- - - № 40.

В Душанбе и Ленинабаде были зарегистрированы микросейсмические колебания на лессовых, галечниковых и скальных грунтах. Фиг. 5

и 6 показывают зависимость уровня микросейсм от грунтовых условий. На фиг. 7 представлены спектры, полученные для лёссовидных суглинков с различным уровнем стояния грунтовых вод. Из графиков видно, что общий фон микросейсм возрастает с ухудшением свойств грунтов,



Фиг. 5. Средние уровни микросейсм на грунтах с различной глубиной залегания галечника (ГЗГ) в г. Ленинграде.

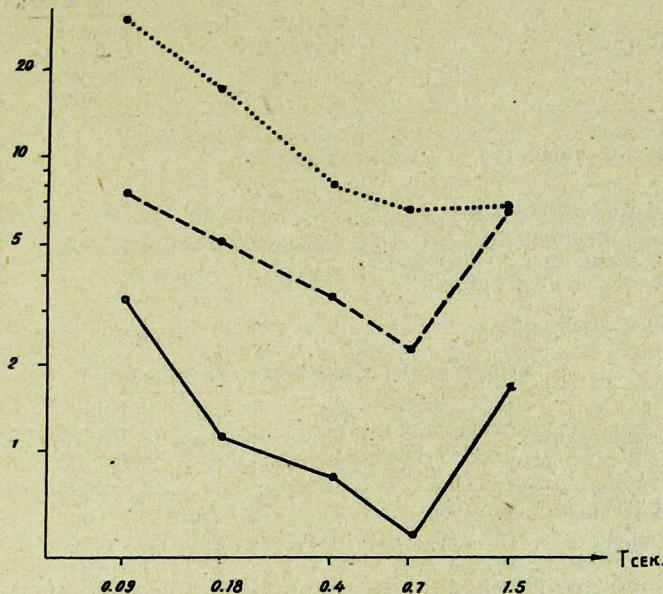
— ГЗГ=5-15 м;
···· ГЗГ=2-5 м;
— ГЗГ=0-2 м;

характеризующих их сейсмичность, т. е. уменьшение плотности грунтов, а также повышение уровня водного зеркала увеличивает интенсивность колебаний.

Наряду с изучением высокочастотных микросейсм проводился анализ записей ощущимых землетрясений, которые регистрировались многомаятниковыми сейсмометрами типа АИС-2, расположенными в точках с различными грунтовыми условиями г. Душанбе, и определялись приращения балльности различных грунтов методом сейсмических жесткостей. В этом случае удалось получить количественную оценку влияния инженерно-геологических факторов на интенсивность сейсмических воздействий. В результате сравнения максимальных значений приведенных сейсмических ускорений, определенных путем осреднения последних по записям нескольких ощущимых землетрясений, С. А. Шагиным [2] были получены данные, представленные в табл. 1. Принято считать, что приращению балльности на 1 балл в двух сравниваемых пунктах отвечают приведенные сейсмические ускорения, различающиеся вдвое. По данным табл. 1, приведенные сейсмические ускорения, полученные на скале, вдвое меньше записанных на галечнике и в 4 раза — на лёссе, т. е. худшим грунтом в сейсмическом отношении является лёсс и лучшим — коренные породы (скала).

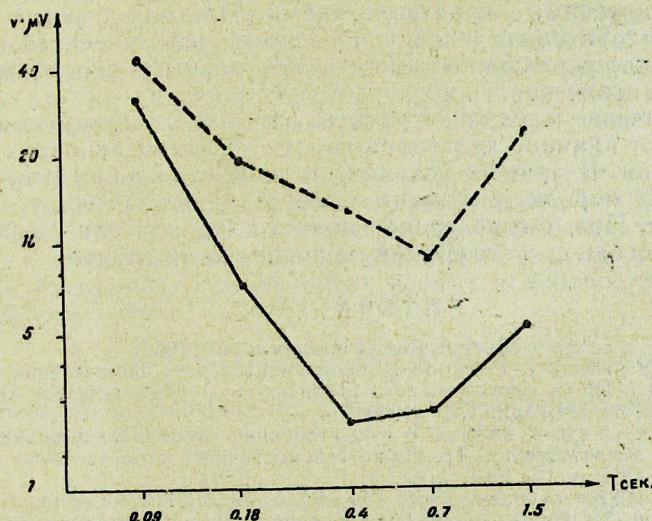
Анализ сейсмических жесткостей, определенных в различных грунтовых условиях г. Душанбе, показал, что лёссовидные суглиники дают приращение балльности, равное 0,8 (округленно 1 балл), относительно галечника (табл. 2), что согласуется с литературными данными [1].

Как следует из вышеприведенного, приращение балльности, определенное для этих же грунтов методом сравнения приведенных сейсмических ускорений, также равно 1 баллу.



Фиг. 6. Средние уровни микросейсм для различных грунтовых условий г. Душанбе.

— лёсс мощностью 30 м;
— галечник;
— коренные породы.



Фиг. 7. Средние уровни микросейсм на грунтах (ГЗГ-5-15 м) с различными уровнями грунтовых вод (УГВ).

— УГВ > 15 м;
— УГВ 0-5 м.

Таблица 1

Приращение сейсмической балльности для различных грунтовых условий

Вид грунта	Уровень стояния грунтовых вод в м	Относительные величины	
		приведенные сейсмиче- ские ускоре- ния	сейсмич- ность в баллах
Плотный известняк	Глубокий (ниже 15)	1	n
Галечник большой мощности	Нижне 15	2	n+1
	15-7,5	4	n+2
	7,5-0	8	n+3
Лесс мощностью до 3,5 м над галечниками большой мощности	Глубокий (ниже 15)	2	n+1
Лесс большой мощности (17 м) над галечниками большой мощности	То же	4	n+2

Таблица 2

Сейсмические характеристики грунтов

Вид грунта	Скорость распростра- нения волн V в м/сек.	Плот- ность ρ в $\text{г}/\text{см}^3$	Жест- кость $V \cdot \rho$	Прира- щение балльно- сти
Галечник	980	2	1960	0
Лесс	411	1,6	658	0,8

Вопрос сопоставления данных микросейсм, слабых и ощутимых землетрясений и сейсмических жесткостей, представляющий несомненный интерес, находится в процессе исследования, так как еще не все из указанных методов доведены до уровня количественной оценки влияния грунтовых условий на интенсивность проявления сейсмических колебаний. В частности, изучение микросейсм в настоящее время позволяет иметь только качественное представление об относительных уровнях микроколебаний, зарегистрированных на грунтах с различными инженерно-геологическими характеристиками. Поэтому строгое сопоставление влияния грунтовых условий на эффект сейсмического воздействия, зафиксированного различными инструментальными способами, в настоящее время не возможно.

В заключение следует отметить, что все использованные методы подтверждают влияние характера грунта на интенсивность сейсмического воздействия. В лучших условиях в этом отношении находятся плотные, скальные породы, в худших — лессовидные суглиники, между ними — галечники. Повышение уровня водного зеркала влечет за собой увеличение интенсивности колебаний на поверхности грунта.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Медведев. Инженерная сейсмология, М., 1962.
2. С. А. Шагинян. Результаты инструментального определения коэффициента динамичности. Тр. Ин-та сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Таджикской ССР, т. VIII, Изд-во АН Тадж. ССР, 1960.
3. Л. А. Скорик. К вопросу о существовании преобладающего периода колебаний грунта при землетрясении. Тр. Ин-та сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Таджикской ССР, т. IX, 1961.
4. Л. А. Скорик. Определение относительной сейсмичности некоторых районов бассейна р. Вахш. Тр. Ин-та сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Таджикской ССР, т. XI, 1962.

Институт сейсмостойкого строительства и сейсмологии
АН Таджикской ССР