

Л. А. СКОРИК

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ МИКРОСЕЙСМ ВО ВРЕМЕНИ

Настоящая работа является частью методических исследований, проведенных на территории г. Душанбе в связи с необходимостью микрорайонирования строительных площадок крупных промышленных объектов и створа плотины Нурекской ГЭС на территории Таджикистана. Ранее было установлено, что высокочастотные микросейсмы могут быть использованы для проведения сейсмического микрорайонирования [8, 9, 3].

Изучение микросейсм, как средства, дающего ряд характеристик инженерно-сейсмологического плана, было начато в Японии К. Канаи [8, 9], затем продолжено в Советском Союзе М. Казанли и Э. М. Антоненко и др. [3, 7].

Как в Японии, так и в отечественных работах было установлено, что некоторые существенные признаки сейсмических характеристик грунтов являются общими для сильных землетрясений и микросейсм [8, 3]. Практическая ценность такого вывода очевидна, как и его ответственность. Поэтому особенно возрастает значение разнообразия методических исследований полей высокочастотных микросейсм. Целесообразно изучить следующие особенности микросейсмических колебаний поверхности грунтов:

1. Устойчивость во времени в период одного эксперимента;
2. Устойчивость при многократных замерах в одной точке наблюдения и в разных точках с одинаковыми грунтовыми условиями;
3. Зависимость от изменения времени наблюдения (суток, времени года, лет) и т. д.

К сожалению, в перечисленных выше работах методическим исследованиям было уделено чрезвычайно мало внимания. Ниже излагаются результаты длительных наблюдений за уровнем высокочастотных микросейсм, проведенных на территории г. Душанбе в разное время года. Наблюдения были осуществлены в декабре 1962 г. и июле и сентябре 1963 г. в различных грунтовых условиях.

Пунктами наблюдения являлись точки сейсмометрической сети, организованной на территории г. Душанбе в 1957 г. под руководством и при участии академика АН Армянской ССР А. Г. Назарова. В точках сети были установлены сейсмометры типа АИС-2 [5], регистрирующие ощутимые землетрясения силой 3 балла и выше. За период работы сети под контролем одного из основных ее организаторов — к. т. н. наук С. А. Шагиняна, здесь с 1957 г. по 1962 г. было зарегистрировано около 20 сильных землетрясений.

Естественно, что большой интерес представляло проведение методических работ по микросейсмам в толчках, где был получен уникальный материал по сильным землетрясениям. Это давало возможность

вследствии сравнить результаты надежно обработанных микросейсмических колебаний с данными разрушительных толчков.

Рассмотрены два типа грунтовых условий:

1) толща лессовидных суглинков мощностью 30—40 м, подстилаемая галечником;

2) мощная толща галечников.

Первая разновидность грунтов охватывала 3 пункта наблюдения, вторая—2.

Регистрация микросейсм проводилась частотно-избирательной сейсмической станцией ЧИСС конструкции К. К. Запольского, позволяющей фиксировать интенсивности микросейсмических колебаний в узких частотных диапазонах.

Частотные характеристики фильтров каналов ЧИСС показаны

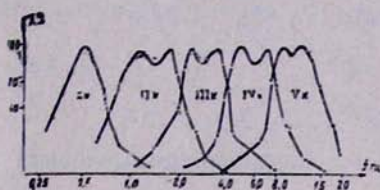


Рис. 1. Частотные характеристики каналов ЧИСС

рис. 1.

Обработка записей велась по выработанной нами методике, подробно изложенной ранее [6, 7].

Основные положения этой методики сводятся к следующему. Велограмма разбивалась на три равновременных интервала, в каждом из которых: а) исключались участки нерегулярно увеличенных амплитуд, выступающие на относительно однородном фоне всей записи как показатели присутствия помех;

б) промерялась максимальная амплитуда A_i и затем находилось среднее значение $A = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 A_i$ индивидуального эксперимента.

Величина интенсивности микросейсмического поля для данного диапазона частот определялась в микровольтах по формуле:

$$V = \frac{EA}{A_0},$$

E —э. д. сигнала МГПА в μV , подаваемого на запись для контроля увеличения каналов; A_0 —амплитуда контрольного сигнала МГПА (мм).

Основной трудностью при проведении эксперимента является по-прежнему существующая большая вероятность присутствия помех самого различного происхождения. Цели исключения этих помех служило следующее:

1. Регистрация микросейсм в ночное время, когда часть помех (наименее, транспортные) сведена к минимуму.

2. Десятикратная регистрация микросейсм в течение ночи с полуночным интервалом между экспериментами. Анализ всех десяти записей с последующим нахождением среднего уровня позволяет исключить большую ошибку, что было бы невозможно при однократной регистрации.

3. Методика обработки записей высокочастотных микросейсм специально предусматривает исключение участков, осложненных помехами. Далее, за характеристику спектров микросейсмических колебаний приняты форма спектра и положение его экстремальной точки в области частот.

Так как в настоящем исследовании ведется относительная оценка микросейсм, в определении абсолютных величин интенсивно-

стей нет необходимости, и значения возмущений микросейсмического поля даны на графиках в микровольтах (в шкале напряжений, возникающих в катушке сейсмографа).

Однако для суждения о порядке интенсивности микросейсмических колебаний ниже приводится расчет увеличения каналов и дается примерное значение скорости колебаний поверхности грунта, фиксируемой каждым каналом.

Увеличение и любого из каналов ЧИСС при регистрации скорости колебания грунта рассчитывается по формуле:

$$u = \frac{1}{1,4} \frac{c_1 A_c}{V_c I_0}, \quad (1)$$

где c_1 — электродинамическая постоянная сейсмографа в $\frac{\text{вб}}{\text{рад}}$;

A_c — амплитуда записи сигнала МГПА в м;

V_c — напряжение в, возникающее при подаче колеброванного сигнала от МГПА;

I_0 — приведенная длина маятника сейсмографа в м;

1,4 — коэффициент перевода амплитуды в эффективное значение.

В нашем случае $c_1 = 3,3 \text{ вб/рад}$, $A_c \approx 0,01 \text{ м}$, $V_c = 25 \cdot 10^{-3} \text{ в}$, $I_0 = 0,094 \text{ м}$.

Подставляя эти данные в (1), получаем

$$u = 10^4.$$

Если на записи микросейсм имеем амплитуду порядка $A' = 1 \text{ см}$, то абсолютное значение скорости колебаний поверхности грунта в этом случае будет равно

$$\frac{A'}{u} = \frac{1 \text{ см}}{10^4} = 10^{-4} \text{ см} = 1 \mu.$$

На рис. 2 изображены средние спектры микросейсм, полученные в различные периоды на галечниковых грунтах, на рис. 3 — аналогичные спектры для лессовидных суглинков.

Рис. 2. Спектры микросейсм, полученные в различное время на галечниковых грунтах: 1 — декабрь 1962 г.; 2 — июль 1963 г.; 3 — сентябрь 1963 г.

Как показывают рис. 2 и 3, уровень спектров меняется от месяца к месяцу. При этом формы спектров, полученных в сентябре и декабре, совпадают, в июле характер спектра несколько иной — обращает на себя внимание некоторое повышение интенсивности колебаний на периоде 0,4 сек.

Как видно из рис. 4, в каждом из рассмотренных периодов форма спектра для галечника и мощной толщи лессовидных суглинков одинакова.

Уровень спектров, полученных для лессовидных суглинков, неизменно лежит выше аналогичного уровня, полученного для галечников.

В табл. 1 даны отношения интенсивностей микросейсмических колебаний по каналам, полученные при наблюдениях, проведенных в декабре, июле и сентябре. Здесь величины амплитуд, зафиксированные

По всем каналам для лессовидных грунтов, отнесены к соответствующим значениям, полученным для галечников.

Таблица 1

Частотные характеристики фильтров каналов ЧИСС

Амплитуда, мм	Месяц	Каналы				
		I	II	III	IV	V
	Сентябрь (1963)	1,8	1,6	2,5	3,0	3,4
	Июль (1963)	2,6	2,2	2,2	3,5	3,5
	Декабрь (1962)	1,8	2,6	2,8	2,2	2,3

Ниже дается статистическая оценка устойчивости результатов многократной регистрации высокочастотных микросейсм в различное время года.

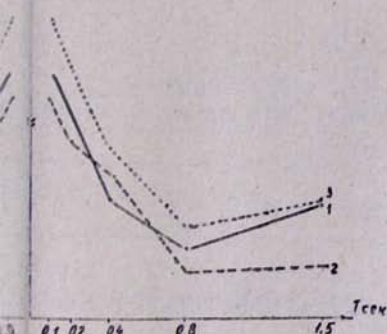


Рис. 3. Спектры микросейсм, полученные в различное время на лессовых грунтах: 1—декабрь 1962 г.; 2—июль 1963 г.; 3—сентябрь 1963 г.

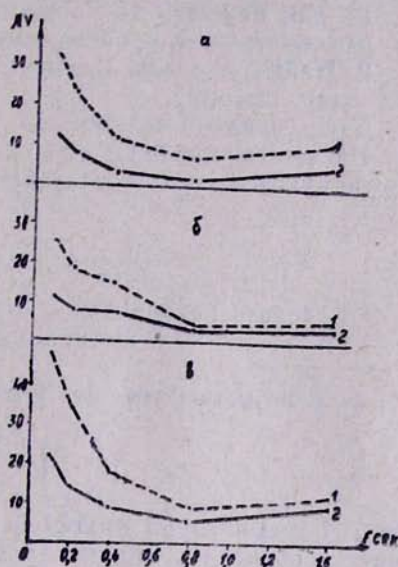


Рис. 4. Спектры микросейсм для гальки (1) и лесса (2), полученные в разное время: а—декабрь 1962 г.; б—июль 1963 г.; в—сентябрь 1963 г.

В основу приводимых здесь несложных расчетов положено следующее рассуждение. При регистрации микросейсм мы всегда имеем дело с двумя видами причин изменения интенсивности микросейсмических колебаний:

1. Трудно поддающиеся контролю и исключению кратковременные причины (например, удаленное движение транспорта).

2. Сравнительно продолжительно действующие причины изменения характеристик микросейсмического поля (например, изменение атмосферного давления). Многочисленные эксперименты, проведенные в данной точке наблюдения, позволили бы вполне надежно определить частотные характеристики обследуемого пункта. Например, амплитуду A микросейсмических колебаний на данном периоде, которую можно считать как среднюю из полученного множества фиксированных амплитуд. Будем ее называть в дальнейшем истинной средней. В практике же мы всегда имеем дело с выборкой из этого множества, причем

стей нет необходимости, и значения возмущений, возникающих в катушке сейсмографа).

Однако для суждения о порядке интенсивности микросейсмических колебаний ниже приводится расчет увеличения каналов и дается примерное значение скорости колебаний поверхности грунта, фиксируемой каждым каналом.

Увеличение u любого из каналов ЧИСС при регистрации скорости колебания грунта рассчитывается по формуле:

$$u = \frac{1}{1,4} \frac{c_1 A_c}{V_c I_0}, \quad (1)$$

где c_1 — электродинамическая постоянная сейсмографа в $\frac{\text{вб}}{\text{рад}}$;

A_c — амплитуда записи сигнала МГПА в м;

V_c — напряжение в, возникающее при подаче колебаванного сигнала от МГПА;

I_0 — приведенная длина маятника сейсмографа в м;

1,4 — коэффициент перевода амплитуды в эффективное значение.

В нашем случае $c_1 = 3,3 \text{ вб/рад}$, $A_c \approx 0,01 \text{ м}$, $V_c = 25 \cdot 10^{-3} \text{ в}$, $I_0 = 0,094 \text{ м}$.

Подставляя эти данные в (1), получаем

$$u = 10^4.$$

Если на записи микросейсм имеем амплитуду порядка $A' = 1 \text{ см}$, то абсолютное значение скорости колебаний поверхности грунта в этом случае будет равно

$$\frac{A'}{u} = \frac{1 \text{ см}}{10^4} = 10^{-4} \text{ см} = 1 \mu.$$

На рис. 2 изображены средние спектры микросейсм, полученные в различные периоды на галечниковых грунтах, на рис. 3 — аналогичные спектры для лессовидных суглинков.

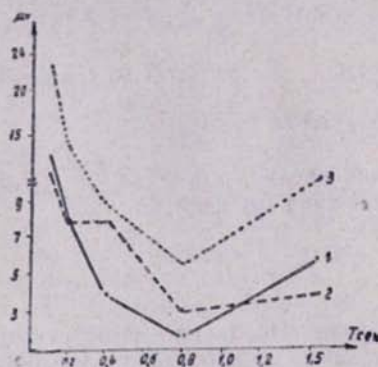


Рис. 2. Спектры микросейсм, полученные в различные периоды на галечниковых грунтах: 1 — декабрь 1962 г.; 2 — июль 1963 г.; 3 — сентябрь 1963 г.

Как показывают рис. 2 и 3, уровень спектров меняется от месяца к месяцу. При этом формы спектров, полученных в сентябре и декабре, совпадают, в июле характер спектра несколько иной — обращает на себя внимание некоторое повышение интенсивности колебаний на периоде 0,4 сек.

Как видно из рис. 4, в каждом из рассмотренных периодов форма спектра для галечника и мощной толщи лессовидных суглинков одинакова.

Уровень спектров, полученных для лессовидных суглинков, неизменно лежит выше аналогичного уровня, полученного для галечников.

В табл. 1 даны отношения интенсивностей микросейсмических колебаний по каналам, полученные при наблюдениях, проведенных в декабре, июле и сентябре. Здесь величины амплитуд, зафиксированные

по всем каналам для лессовидных грунтов, отнесены к соответствующим значениям, полученным для галечников.

Таблица 1

Частотные характеристики фильтров каналов ЧИСС

№ п.п.	Месяц	Каналы				
		I	II	III	IV	V
11	Сентябрь (1963)	1,8	1,6	2,5	3,0	3,4
22	Июль (1963)	2,6	2,2	2,2	3,5	3,5
63	Декабрь (1962)	1,8	2,6	2,8	2,2	2,3

Ниже дается статистическая оценка устойчивости результатов многократной регистрации высокочастотных микросейсм в различное время года.

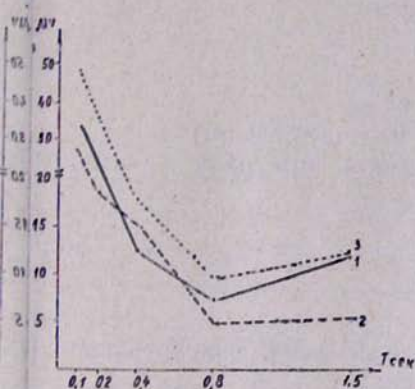


Рис. 3. Спектры микросейсм, полученные в различное время на лессовых грунтах: 1—декабрь 1962 г.; 2—июль 1963 г.; 3—сентябрь 1963 г.

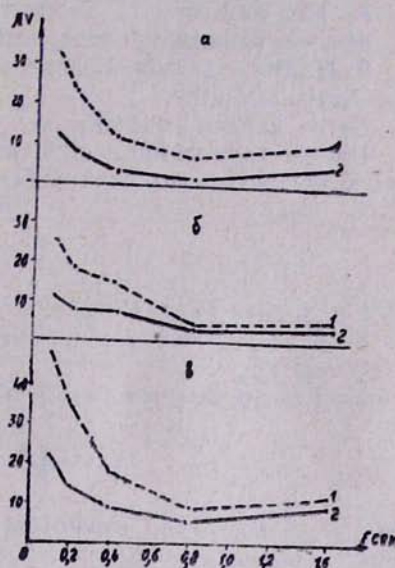


Рис. 4. Спектры микросейсм для гальки (1) и лесса (2), полученные в разное время: а—декабрь 1962 г.; б—июль 1963 г.; в—сентябрь 1963 г.

В основу приводимых здесь несложных расчетов положено следующее рассуждение. При регистрации микросейсм мы всегда имеем дело с двумя видами причин изменения интенсивности микросейсмических колебаний:

1. Трудно поддающиеся контролю и исключению кратковременные помехи (например, удаленное движение транспорта).

2. Сравнительно продолжительно действующие причины изменения характеристик микросейсмического поля (например, изменение атмосферного давления). Многочисленные эксперименты, проведенные в данной точке наблюдения, позволили бы вполне надежно определить основные характеристики обследуемого пункта. Например, амплитуду A микросейсмических колебаний на данном периоде, которую можно считать как среднюю из полученного множества фиксированных амплитуд. Будем ее называть в дальнейшем истинной средней. В практике же мы всегда имеем дело с выборкой из этого множества, причем

стей нет необходимости, и значения возмущения микросейсмических колебаний даны на графиках в микровольтах (в шкале напряжений, возникающих в катушке сейсмографа).

Однако для суждения о порядке интенсивности микросейсмических колебаний ниже приводится расчет увеличения каналов и дается примерное значение скорости колебаний поверхности грунта, фиксируемой каждым каналом.

Увеличение n любого из каналов ЧИСС при регистрации скорости колебания грунта рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1}{1,4} \frac{c_1 A_c}{V_c I_0}, \quad (1)$$

где c_1 — электродинамическая постоянная сейсмографа в $\frac{\text{сб}}{\text{рад}}$;

A_c — амплитуда записи сигнала МГПА в м;

V_c — напряжение в, возникающее при подаче колебаванного сигнала от МГПА;

I_0 — приведенная длина маятника сейсмографа в м;

1,4 — коэффициент перевода амплитуды в эффективное значение.

В нашем случае $c_1 = 3,3 \text{ сб/рад}$, $A_c \approx 0,01 \text{ м}$, $V_c = 25 \cdot 10^{-3} \text{ в}$, $I_0 = 0,094 \text{ м}$.

Подставляя эти данные в (1), получаем

$$n = 10^4.$$

Если на записи микросейсм имеем амплитуду порядка $A' = 1 \text{ см}$, то абсолютное значение скорости колебаний поверхности грунта в этом случае будет равно

$$\frac{A'}{n} = \frac{1 \text{ см}}{10^4} = 10^{-4} \text{ см} = 1 \mu.$$

На рис. 2 изображены средние спектры микросейсм, полученные в различные периоды на галечниковых грунтах, на рис. 3 — аналогичные спектры для лессовидных суглинков.

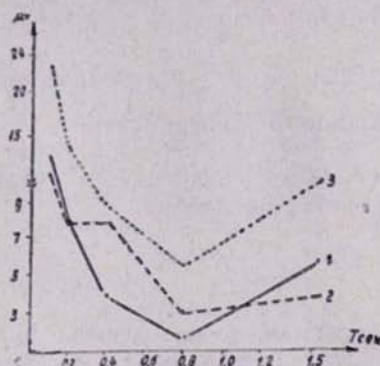


Рис. 2. Спектры микросейсм, полученные в различные периоды на галечниковых грунтах: 1 — декабрь 1962 г.; 2 — июль 1963 г.; 3 — сентябрь 1963 г.

Как показывают рис. 2 и 3, уровень спектров меняется от месяца к месяцу. При этом формы спектров, полученных в сентябре и декабре, совпадают, в июле характер спектра несколько иной — обращает на себя внимание некоторое повышение интенсивности колебаний на периоде 0,4 сек.

Как видно из рис. 4, в каждом из рассмотренных периодов форма спектра для галечника и мощной толщи лессовидных суглинков одинакова.

Уровень спектров, полученных для лессовидных суглинков, неизменно лежит выше аналогичного уровня, полученного для галечников.

В табл. 1 даны отношения интенсивностей микросейсмических колебаний по каналам, полученные при наблюдениях, проведенных в декабре, июле и сентябре. Здесь величины амплитуд, зафиксированные

Частотные характеристики фильтров каналов ЧИСС

п.п.	№ п.п.	Месяц	К а н а л ы				
			I	II	III	IV	V
1	1	Сентябрь (1963)	1,8	1,6	2,5	3,0	3,4
2	2	Июль (1963)	2,6	2,2	2,2	3,5	3,5
3	3	Декабрь (1962)	1,8	2,6	2,8	2,2	2,3

Ниже дается статистическая оценка устойчивости результатов многократной регистрации высокочастотных микросейсм в различное время года.

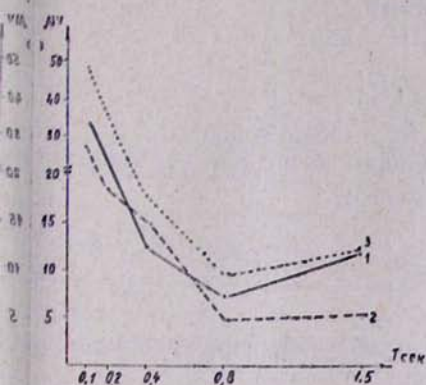


Рис. 3. Спектры микросейсм, полученные в различное время на лессовых грунтах: 1—декабрь 1962 г.; 2—июль 1963 г.; 3—сентябрь 1963 г.

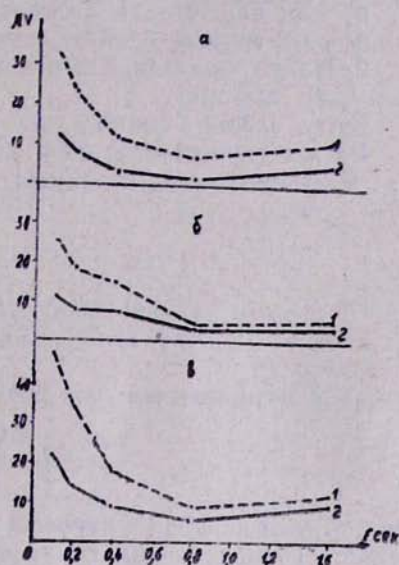


Рис. 4. Спектры микросейсм для гальки (1) и лесса (2), полученные в разное время: а—декабрь 1962 г.; б—июль 1963 г.; в—сентябрь 1963 г.

В основу приводимых здесь несложных расчетов положено следующее рассуждение. При регистрации микросейсм мы всегда имеем дело с двумя видами причин изменения интенсивности микросейсмических колебаний:

1. Трудно поддающиеся контролю и исключению кратковременные помехи (например, удаленное движение транспорта).

2. Сравнительно продолжительно действующие причины изменения характеристик микросейсмического поля (например, изменение атмосферного давления). Многочисленные эксперименты, проведенные в данной точке наблюдения, позволили бы вполне надежно определить нужные характеристики обследуемого пункта. Например, амплитуду A микросейсмических колебаний на данном периоде, которую можно найти как среднюю из полученного множества фиксированных амплитуд. Будем ее называть в дальнейшем истинной средней. В практике же мы всегда имеем дело с выборкой из этого множества, причем

выборка в данном случае произвольна. Во-первых, оптимального числа стоянии исследования мы не знаем, во-вторых, достаточно надежного определения экспериментов, необходимых для достаточно надежного определения характеристики грунта, во-вторых, — закона изменения микросейсмической поля во времени, и какому периоду года следовало бы отдать предпочтение при проведении эксперимента.

То, что в разное время года имеет место разный уровень микросейсмических колебаний, иллюстрируют рис. 2 и 3. Следовательно, практически мы всегда имеем дело не с A , а с A_{cp} , которую будем называть средней выборки.

При проведении изложенных ниже вычислений ставились следующие задачи: 1. Найти так называемую «гарантийную ошибку» m для каждой из 3 выборок, т. е. для экспериментов, проведенных в декабре, июле и сентябре. Такая ошибка найдена:

- а) для каждого из рассмотренных пунктов;
 - б) для группы пунктов, имеющих одинаковые грунтовые условия.
2. Найти « m » для 3 экспериментов, рассматривая их совокупность как одну выборку.

Здесь найдена ошибка для указанного в разделе I случая.

Расчет гарантийной ошибки проводится по следующим известным в ряде руководств и пособий [1, 4] формулам.

$$m = \frac{t\sigma}{n}, \quad (2)$$

где σ — среднее квадратичное отклонение при числе испытаний n ,
 t — коэффициент, выбираемый по таблицам интеграла вероятности от P .

σ рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (A_i - A_{cp})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где A_i — амплитуда микросейсмических колебаний, фиксированная на данном периоде в индивидуальной записи;

A_{cp} — средняя амплитуда на том же периоде, найденная как среднее арифметическое по данным n записей.

Коэффициент t в (2) может принимать ряд значений.

Например,	$t=1$ при	$p=68,3\%$
	$t=2$ при	$p=95,4\%$
	$t=3$ при	$p=99,7\%$

Величина t показывает вероятность того, что значения истинной средней A находятся в пределах ошибки m . Так, при $t=1$ в 68,3 случаях из 100 найденное среднее значение выборки A_{cp} отличается от истинной средней A на величину, не превосходящую $\pm m$,

т. е.
$$A_{cp} - m \leq A \leq A_{cp} + m.$$

В данном рассмотрении мы приняли $t=3$.

Такой подход позволяет найти истинную среднюю по средней выборке.

В табл. 2 приведены значения A_{cp} , σ и m по пунктам наблюдения для экспериментов, выполненных в разное время. Расчет произведен для периодов 0,4 и 0,8 сек.

Грунт	№ камер	T=0,4 сек.				T=0,08 сек.			
		A _{ср}	Σ	σ	m	A _{ср}	Σ	σ	m
Галька	22	3,82	20,59	2,03	2,52	2,45	7,948	1,253	1,53
	23	4,01	2,3562	0,767	0,984	0,94	0,5052	0,4009	0,601
Лесс	28	—	—	—	—	—	—	—	—
	32(19XII)	15,69	119,38	4,123	4,38	8,9	55,93	2,364	2,14
	32(22XII)	8,87	63,168	3,245	3,7	5,16	80,85	3,398	3,6
Июль 1963 года									
Грунт	№ камер	T=0,4 сек				T=0,8 сек			
		A _{ср}	Σ	σ	m	A _{ср}	Σ	σ	m
Галька	22	7,13	22,403	1,673	1,673	2,21	0,06766	0,2898	0,23
	23	9,07	15,895	1,261	1,14	3,77	5,35	0,768	0,73
Лесс	28	6,07	12,45	1,33	1,41	3,9	11,01	1,253	1,33
	29	17,99	101,036	3,35	3,17	5,48	12,61	1,18	1,12
	32	21,15	31,36	1,98	1,98	3,73	11,05	1,17	1,17
Сентябрь 1963 года									
Грунт	№ камер	T=0,4 сек				T=0,8 сек			
		A _{ср}	Σ	σ	m	A _{ср}	Σ	σ	m
Галька	22	7,15	60,2	2,74	2,74	5,37	20,59	1,6	1,6
	23	10,5	26,29	1,703	1,61	5,6	5,89	0,809	0,75
Лесс	28	10,5	87,64	3,12	2,96	7,28	18,73	1,53	1,53
	29	11,23	41,22	2,43	2,57	8,82	32,53	2,16	2,28
	32	32,36	227,06	5,02	4,75	11,8	90,39	3,36	3,36

В настоящем исследовании фигурируют две разновидности грунтов — галечники (камеры № 22, 23) и толща лессовидных суглинков мощностью 40 м (камеры № 28, 29, 32). Здесь сохранена нумерация точек сейсмометрической сети, принятая при ее организации и уже использованная различными авторами в опубликованных работах.

В связи с этим в табл. 3 приведены данные, аналогичные приведенным в табл. 2, но для двух указанных грунтовых групп по каждому месяцу отдельно, в табл. 4 — то же для совокупности всех трех экспериментов, рассмотренных как одно целое.

Сопоставление величин $A_{ср}$ и m , приведенных в указанных таблицах, говорит о том, что точность эксперимента вполне приемлема для задач сейсмического микрорайонирования.

Из последней таблицы следует, что для галечников имеем истинное значение амплитуд микросейсмических колебаний:

$$A_{T=0,4}=7,5 \pm 3,2,$$

$$A_{T=0,8}=3,8 \pm 1,5.$$

Для лессовых грунтов:

$$A_{T=0.4} = 18.9 \pm 3.2,$$

$$A_{T=0.8} = 7.1 \pm 1.1.$$

Таблица 3

Значения A_{cp} , Σ и m по каждому месяцу
Сентябрь 1963 года

Грунт	№ камер	$T=0.4 \text{ сек}$				$T=0.8 \text{ сек}$			
		A_{cp}	Σ	σ	m	A_{cp}	Σ	σ	m
Галька	22 23	8.9	139.072	2.7803	1.85	5.5	26.635	1.2124	0.83
Лесс	28 29 32	21.6	3636.14	10.9	6.3	9.35	300.73	3.4641	1.8

Декабрь 1962 года

Грунт	№ камер	$T=0.4 \text{ сек}$				$T=0.8 \text{ сек}$			
		A_{cp}	Σ	σ	m	A_{cp}	Σ	σ	m
Галька	22 23	3.99	23.61	1.5362	1.39	1.85	7.83	0.9327	0.88
Лесс	32.19 32.22	12.5	362.29	5.089	3.9	7.3	158.82	2.9715	1.81

Июль 1963 года

Грунт	№ камер	$T=0.4 \text{ сек}$				$T=0.8$			
		A_{cp}	Σ	σ	m	A_{cp}	Σ	σ	m
Галька	22 24	8.2	65.018	1.8547	1.24	3.08	18.271	1.005	0.69
Лесс	28 29 32	15.9	1252.86	6.943	4.08	4.76	162.21	2.493	1.25

Таблица 4

Результаты по суммарным экспериментам
Сентябрь, июль, декабрь.

Грунт	№ камер	$T=0.4 \text{ сек}$				$T=0.8 \text{ сек}$			
		A_{cp}	Σ	σ	m	A_{cp}	Σ	σ	m
Галька	22, 23	7.54	366.1	7.48	3.17	3.73	159.76	3.39	1.49
Лесс	28, 29 32	18.9	5481.1	8.9	3.2	7.09	510.5	3.22	1.13

Анализ данных трех циклов наблюдений, проведенных в декабре 1961 г., в июле и сентябре 1963 г. позволяет сделать следующие выводы:

1. Средний уровень интенсивности микросейсмических колебаний, зарегистрированных в одних и тех же грунтовых условиях, меняется от месяца к месяцу.

При этом относительная интенсивность колебаний, полученная для двух различных видов грунтов по циклу наблюдений, проведенных в течение одного месяца, остается постоянной.

Перечисленные факты на первый взгляд позволяют сделать вывод о необходимости проведения подобного эксперимента в возможно короткий срок, например в течение одного месяца.

2. Совместное рассмотрение ряда циклов наблюдений и статистическая обработка результатов показывают, что отклонения от среднего данных различных экспериментов не выходят за пределы ошибки, по видимому, допустимой в задачах инженерной сейсмологии (30—40%). Следовательно, проведение цикла наблюдений может охватывать любой промежуток времени, так как нет фактов, противопоставляющих произвольный выбор времени проведения эксперимента.

3. По имеющимся в нашем распоряжении данным микросейсмическое поле достаточно устойчиво для требований, предъявляемых настоящей задачей. Однако в силу, во-первых, недостаточной изученности причин, влияющих на устойчивость поля микросейсм, во-вторых, оттого обстоятельства, что флуктуации этих помех достигают порядка ошибки, допустимой в задачах, которым призван служить рассматриваемый здесь метод микрорайонирования.

4. Цикл наблюдений, т. е. регистрацию микросейсм на всех подлежащих обследованию грунтах районируемой площадки, следует проводить в возможно более сжатые сроки, не выходящие за пределы 1—2 месяцев. При этом для каждого вида грунта должно быть выбрано не менее 3 точек наблюдения, по данным которых находится средняя характеристика определенной грунтовой разновидности, так как характеристика, полученная по отдельным пунктам наблюдения, может быть недостаточно устойчивой.

Одновременная регистрация возмущений микросейсмического поля во всех обследуемых точках, несомненно, повысила бы точность эксперимента. Однако если считать оцененную в данном изложении грубость проводимого нами эксперимента допустимой, то работу можно проводить по принятой нами методике, так как это значительно упрощает практическое выполнение задачи.

ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей, М., 1969.
2. Горячев А. В., Ершов И. А. и др. О сейсмическом микрорайонировании территории Петропавловска-Камчатского. Тр. Ин-та физики Земли АН СССР, № 20 (195), 1963.
3. Казанли Д. М., Антоненко Э. М. Инструментальное микрорайонирование по высокочастотным микросейсам. Изв. АН Казах. ССР, вып. 2 (29), 1960.
4. Карасев А. И. Теория вероятностей и математическая статистика, М., 1970.
5. Назаров А. Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил, Ереван 1959.

6. Скорик Л. А. Исследование спектров микросейсмических колебаний в грунтовой среде. Тр. Ин-та физики Земли АН СССР. № 33 (200), вып. 9, 1964.
7. Скорик Л. А. Результаты наблюдений над высокочастотными микросейсмическими колебаниями в районе строительства Нурекской ГЭС. «Тр. координационных совещаний по гидротехнике, ВНИИГ, вып. 47, 1969.
8. Kanai K., Tanaka T., Osada K. Measurement of the Microtremor II-III, Bull. Earthq. Res. Inst., vol. 35, part 2, 1957.
9. Kanai K. On the spectrum of strong Earthquake Motion. Bull. Earthq. Res. Inst. vol. 40, part 1, 1962.