РЕСПУБЛИКАНСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

РСН 65-87

Госстрой РСФСР

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РСФСР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

gost.e-ecolog.ru

РСН 65-87. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1987. – 26 с.

РАЗРАБОТАНЫ производственным объединением по инженерно-строительным изысканиям ("Стройизыскания") Госстроя РСФСР (руководитель темы – канд. геол.-минерал. наук Ю.И.Баулин (МосЦТИСИЗ).

Исполнители: канд. геол.-минерал. наук Ю.И.Баулин, инж. Л.В.Заботкина и И.И.Лидмен (МосЦТИСИЗ), с участием инж. И.Н.Фитисова и Ю.Н.Нетребко (СевкавТИСИЗ), канд. геол.-минерал. наук В.Г.Шарапова и инж. В.В.Морозова (СтавропольТИСИЗ), инж. А.М.Титова (ВостсибТИСИЗ).

ВНЕСЕНЫ ПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением новой техники, технического нормирования и типового проектирования Госстроя РСФСР (исполнитель – инж. С.П.Климова).

Государственный комитет РСФСР по делам строительства (Госстрой РСФСР)	Республиканские строительные нормы	РСН 65-87 Госстрой РСФСР
	Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ	Вводятся впервые

Настоящие Нормы устанавливают технические требования к производству работ по сейсмическому микрорайонированию территорий городов, поселков и сельских населенных пунктов, а также территорий проектирования и строительства новых, реконструкции и расширения действующих промышленных предприятий, зданий, сооружений и объектов сельскохозяйственного назначения, расположенных в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, согласно СНиП II-7-81 (приложения I и 2).

Требования настоящих Норм не распространяются на сейсмическое микрорайонирование территорий, предназначенных для размещения объектов гидротехнического, энергетического и транспортного строительства (высотных плотин, атомных электростанций, тоннелей и т.п.), а также предприятий и объектов специального назначения.

Особенности методики сейсмического микрорайонирования территорий указанных объектов должны регламентироваться ведомственными строительными нормами (ВСН), разрабатываемыми и утверждаемыми соответствующими министерствами и ведомствами, согласно требованиям СНиП I.01.01-82[X].

Внесены ПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР	Утверждены постановлением Государственного комитета РСФСР по делам строительства от 30 июля 1987 г. № 125	Срок введения в действие I января 1988 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. В соответствии с требованиями РСН 60-86 "Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ" карты сейсмического микрорайонирования должны составляться на основе материалов инженерно-геологических исследований, инструментальных наблюдений и теоретических расчетов, а также специальных работ по выбору эталонных грунтов.

I.2. При построении вспомогательных карт, необходимых для составления инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования, следует руководствоваться нормативными и методическими документами, устанавливающими требования к содержанию и оформлению соответствующих крупномасштабных геологических карт.

I.3. Материалы инструментальных исследований должны содержать информацию, необходимую и достаточную для количественной оценки приращения сейсмической интенсивности в пределах всех таксономических единиц, выделенных на карте инженерно-геологического районирования.

Расхождение количественных оценок, полученных различными методами для одной таксономической единицы, не должно превышать 0,5 балла.

I.4. Материалы теоретических расчетов должны содержать данные о спектральном составе колебаний исследуемых грунтов при возможных сильных землетрясениях в диапазоне периодов от 0,I до 2 с.

I.5. Выбор эталонного (среднего) грунта следует проводить на основании комплексной оценки инженерно-геологических, макросейсмических и инструментальных данных.

2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.I. Инженерно-геологические исследования для целей сейсмического микрорайонирования включают следующие этапы:

сбор и систематизацию материалов изысканий прошлых лет;

инженерно-геологическую съемку;

составление инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования.

2.2. Материалы изысканий прошлых лет необходимо использовать при составлении программы работ, схемы инженерно-геологической изученности территории и карты фактического материала.

2.3. Размещение горных выработок в пределах территории инженерно-геологической съемки следует, как правило, производить по створам, ориентированным по нормали к границам основных геоморфологических элементов, с учетом условий залегания грунтов и грунтовых вод. Максимальная густота выработок должна быть на участках, характеризующихся сложным геологическим строением.

2.4. При производстве инженерно-геологической съемки грунты следует подразделять по составу и состоянию на основе классификации ГОСТ 25100-82 и номенклатуры грунтов по СНиП 2.02.01-83. Разделение грунтов по возрасту должно осуществляться в соответствии с единой стратиграфической схемой или местными стратиграфическими схемами. Генезис грунтов должен устанавливаться по совокупности геологических признаков на основе имеющихся генетических классификаций.

2.5. Изменчивость свойств грунтов в результате опробования должна устанавливаться по следующим показателям:

для скальных грунтов - по петрографическому составу и степени выветрелости;

для крупнообломочных грунтов - по гранулометрическому и петрографическому составу, количеству песчано-глинистого заполнителя, степени влажности и плотности;

для песчаных грунтов - по гранулометрическому составу, плотности сложения и степени влажности;

для глинистых грунтов - по гранулометрическому составу (числу пластичности), показателю консистенции, коэффициенту пористости и плотности.

2.6. В процессе инженерно-геологической съемки необходимо выделять динамически неустойчивые разновидности грунтов (просадочные грунты, илы, обводненные пески и др.), в которых при сильных землетрясениях наиболее вероятны сейсмические просадки, тиксотропное разжижение и т.п.

Следует также выделять искусственные насыпные и намывные грунты, сейсмические свойства которых часто оказываются неблагоприятными и требуют специального изучения.

Примечания: 1. Изменчивость свойств просадочных, набухающих, засоленных, заторфованных, насыпных, а также закрепленных или уплотненных различными методами грунтов может дополнительно характеризоваться специальными показателями и классифицироваться в соответствии со СНиП 2.02.01-83. Оценка сейсмических свойств этих грунтов, как правило, должна производиться на основе данных инструментальных наблюдений.

2. Изменчивость свойств просадочных (лёссовых) грунтов может дополнительно характеризоваться суммарной величиной просадки толщи при природном давлении.

3. При оценке свойств вечномерзлых грунтов необходимо учитывать их температуру и льдистость.

2.7. Физико-геологические процессы и явления, возникновение или активизация которых при сейсмических воздействиях представляет непосредственную опасность для существующих или проектируемых зданий и сооружений (обвалы, оползни, оседанке поверхности и провалы над карстовыми пустотами, подземными выработками), подлежат особо тщательному изучению.

2.8. Геоморфологические наблюдения следует проводить для решения следующих задач:

выявления и оконтуривания различных элементов рельефа;

определения взаимосвязи элементов рельефа с литогенетическими типами отложений;

установления приуроченности к определенным элементам рельефа (прежде всего к склонам различной крутизны) оползней, обвалов и других процессов, развитие которых может резко активизироваться при сейсмических воздействиях;

выделения участков, неблагоприятных для строительства по условиям рельефа.

2.9. В процессе инженерно-геологических изысканий необходимо устанавливать положение максимального уровня грунтовых вод.

В условиях нарушенного или слабонарушенного режима грунтовых вод при наличии длительных (не менее 10-15 лет) режимных наблюдений или достоверного поста-аналога в пределах изучаемой территории максимальный уровень приводится к 10% обеспеченности, либо определяется средний многолетний уровень.

При отсутствии указанных данных необходима постановка кратковременных наблюдений за уровенным режимом грунтовых вод в характерных точках изучаемой территории в целях приведения уровня к максимальному на период проведения работ.

Продолжительность режимных наблюдений, необходимая для обеспечения достоверного определения максимального положения уровня, относящегося к моменту исследований, может быть ограничена периодом подъема уровня, оцениваемого по региональным гидрогеологическим ежегодникам.

Необходимо также дать оценку возможного изменения (повышения или понижения) уровня грунтовых вод в результате хозяйственного освоения территории.

2.10. Для установления мощности нескальных грунтов, перекрывающих коренные породы, расчленения разреза на литологические слои и определения положения уровня грунтовых вод следует использовать комплекс сейсморазведочных и электроразведочных методов (корреляционный метод преломленных волн, вертикальное сейсмическое профилирование, сейсмокаротаж, вертикальное электрическое зондирование симметричными, двусторонними трехэлектродными и дипольными установками).

2.11. Для прослеживания погребенных тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости следует использовать электропрофилирование различными установками, вертикальное электрическое зондирование трехэлектродными уста-

новками, в том числе ВЭЗ по методу двух составляющих, круговые КЭЗ, эманационную съемку, методы инженерной сейсморазведки (наземные и скважинные сейсморазведочные и акустические наблюдения), магниторазведку.

2.12. Для оценки физико-механических свойств грунтов рекомендуется привлекать методы инженерной сейсморазведки, а для определения плотности и влажности - радиоизотопные методы в специально оборудованных скважинах в соответствии с ГОСТ 23061-78 и ГОСТ 5180-84.

2.13. Для уточнения границ инженерно-геологических элементов, определения показателей состояния и физико-механических характеристик грунтов в условиях естественного залегания следует использовать динамическое и статическое зондирование.

2.14. Результаты инженерно-геологических исследований предоставляются в виде карт, инженерно-геологических разрезов, таблиц и других текстовых и графических материалов, содержащих информацию, необходимую и достаточную для построения инженерно-геологической основы карты сейсмического микрорайонирования.

2.15. В качестве инженерно-геологической основы используется специальная карта инженерно-геологического районирования, позволяющая по совокупности инженерно-геологических данных разделить территорию сейсмического микрорайонирования на однородные в сейсмическом отношении таксономические единицы, отвечающие требованиям РСН 60-86.

2.16. Карта инженерно-геологического районирования строится на основании вспомогательных аналитических карт, отображающих закономерности пространственного распределения и изменения инженерно-геологических факторов, оказывающих влияние на сейсмические условия территории.

2.17. В общем случае в набор вспомогательных карт входят следующие карты:

о с н о в н ы е

фактического материала;

геоморфологическая;

геолого-литологическая четвертичных отложений;
геолого-литологическая коренных пород;
тектоническая (карта или схема);
глубин залегания уровня грунтовых вод с элементами прогноза гидрогеологических условий;
экзогенных геологических процессов;
инженерно-геологических условий;
д о п о л н и т е л ь н ы е
морфометрическая;
мощности рыхлых отложений;
изогипс кровли коренных пород;
распространения просадочных грунтов;
распространения оползней;
распространения карстующихся пород;
мерзлотных условий.

2.18. Оптимальный набор вспомогательных карт определяется исполнителем в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий территории сейсмического микрорайонирования и обосновывается в программе работ.

Категория сложности устанавливается по таблице настоящих Норм.

П р и м е ч а н и я : 1. Для территорий I категории сложности вместо частных аналитических карт допускается построение одной комплексной карты инженерно-геологических условий.

2. Для территорий II и III категории сложности карта инженерно-геологических условий может не составляться.

3. Для территорий с преобладающим развитием (более 30-40% всей площади) какого-либо одного экзогенного геологического процесса вместо основной карты экзогенных геологических процессов составляется дополнительная карта данного процесса. Вся информация о других процессах отображается на геоморфологической карте.

Категории сложности
инженерно-геологических условий территории
сейсмического микрорайонирования

Группы факторов	Категории сложности и их характеристики		
	I (простая)	II (средняя)	III (сложная)
I	2	3	4
Геоморфологические	Рельеф слаборасчлененный с немногочисленными мезоформами, преимущественно одного генезиса	Рельеф средней расчлененности с многочисленными мезоформами различного генезиса	Рельеф сильно расчлененный с большим разнообразием мезоформ различного генезиса
Тектонические	Горизонтальное или пологое залегание слоев; наличие единичных разрывных нарушений, не имеющих признаков обновления в четвертичном периоде	Выраженная складчатость; наличие немногочисленных разрывных нарушений различного порядка, для которых не установлено признаков обновления в четвертичном периоде	Сложная складчатость; наличие многочисленных разрывных нарушений различного порядка; наличие признаков обновления в четвертичном периоде хотя бы для одного разрывного нарушения
Геолого-литологические	Скальные породы залегают с поверхности или перекрыты маломощным чехлом (менее 10 м) рыхлых отложений, однородных по составу и физико-механическим характеристикам	Скальные породы залегают на глубине более 10 м; состав и физико-механические характеристики закономерно изменяются в покрывающей толще в плане и по глубине	Скальные породы имеют сильно расчлененную кровлю; мощность покрывающего чехла более 20 м; грунты в покрывающей толще значительно различаются по составу и физико-механическим характеристикам

Продолжение таблицы

I	2	3	4
Гидрогеологические	Грунтовые воды залегают на глубине более I0 м	Грунтовые воды залегают на глубине от 5 до I0 м	Грунтовые воды залегают на глубине до 5 м; возможно техногенное подтопление территории
Экзогенные геологические процессы, неблагоприятные в сейсмическом отношении	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение	Имеют широкое распространение. При хозяйственном освоении территории возможна существенная активизация оползневых и просадочных процессов, деградация вечной мерзлоты и т.п.

Примечания: I. Категория сложности, как правило, устанавливается по совокупности факторов, указанных в таблице.

2. Если какой-либо отдельный фактор, относящийся к более высокой категории сложности, является определяющим в сейсмическом отношении, категорию сложности следует устанавливать по этому фактору.

3. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Методы регистрации землетрясений

3.1.1. Метод регистрации землетрясений малых энергий необходимо применять для количественной оценки относительных изменений сейсмической интенсивности на участках с различными инженерно-геологическими условиями.

3.1.2. Оценку приращения сейсмической интенсивности на сравниваемых участках следует производить по формуле

$$\Delta J \approx 3{,}3 \lg \frac{\bar{A}_1}{\bar{A}_2},$$

где ΔJ – приращение сейсмической интенсивности (в баллах);

$\bar{A}_1$ – средняя амплитуда колебаний на исследуемом участке;

$\bar{A}_2$ – средняя амплитуда колебаний на эталонном участке.

3.1.3. Для регистрации землетрясений следует применять стандартную инженерно-сейсмометрическую аппаратуру с осциллографической или магнитной записью, предназначенную для работы в непрерывном или ждущем режиме. Основным требованием, предъявляемым к аппаратуре, является идентичность каналов регистрации и достаточная их чувствительность.

В зависимости от характеристик применяемой аппаратуры регистрируются амплитуды смещений, скоростей или ускорений грунта.

3.1.4. При использовании гальванометрической регистрации смещений увеличение сейсмографа следует выбирать в пределах 1000–10000; при регистрации скорости колебаний – 100–200. Параллельно рекомендуется использовать также загрубленные каналы с увеличением 10–100 (для смещений) и 1–10 (для скоростей).

Амплитудно-частотные характеристики каналов должны обеспечивать малоискаженную запись в диапазоне периодов от 0,1 до 2 с.

3.1.5. Для установления количественных характеристик колебаний от землетрясений больших и малых энергий рекомен-

дуется параллельно с непрерывной регистрацией слабых землетрясений проводить регистрацию сильных землетрясений в ждущем режиме.

3.I.6. Количество пригодных для обработки записей землетрясений, зарегистрированных на сравниваемых участках, должно быть достаточным для обоснованной оценки приращений сейсмической интенсивности с помощью статистического анализа. Обработке подлежат те землетрясения, при которых расстояние между пунктами регистрации меньше 0,I гипоцентрального.

3.I.7. В процессе предварительной обработки по результатам сплошного промера на записях землетрясений амплитуд и периодов колебаний следует производить оценку приращений сейсмической интенсивности как для всего диапазона периодов от 0,I до 2 с, так и раздельно для коротких (от 0,I до 0,3 с), средних (от 0,3 до 0,5 с) и длинных (от 0,5 до 2 с) периодов.

3.I.8. Частотные характеристики грунтов следует определять по отношениям спектров землетрясений, зарегистрированных на изучаемом и эталонном участках. Расчет приращения на каждой частоте производится по формуле

$$\Delta J(\phi) = 3{,}3 \lg [\Phi_1(\phi) : \Phi_2(\phi)],$$

где $\Phi_1(\phi)$ и $\Phi_2(\phi)$ – спектральные плотности на данной частоте в эффективной полосе спектров (на уровне 0,5 от максимума) соответственно изучаемого и эталонного грунта.

Обобщенная зависимость $\Delta J(\phi)$ получается в результате осреднения индивидуальных зависимостей с оценкой вероятностных показателей.

3.I.9. Следует раздельно оценивать приращения сейсмической интенсивности по записям близких землетрясений, отражающих поведение грунтов при колебаниях с частотой ϕ = 3-5 Гц и удаленных землетрясений – в более низкочастотной области спектра.

3.I.I0. В случае значительных расхождений оценок приращений сейсмической интенсивности в различных частотных

диапазонах спектра необходимо эти данные приводить раздельно, сопровождая подробным анализом возможных причин расхождений.

3.2. Методы регистрации взрывов

3.2.1. Промышленные или специально организованные взрывы следует применять для относительной оценки интенсивности колебаний грунтов в районах с низкой сейсмической активностью, а также на площадках с высоким фоном сейсмических помех.

В случае частичной или полной замены регистрации землетрясений регистрацией промышленных или специальных взрывов необходимо учитывать различие в частотном составе колебаний.

3.2.2. В зависимости от местных условий следует применять следующие способы возбуждения колебаний:

взрывы группированных зарядов в скважинах диаметром 100-150 мм;

взрывы мгновенные с расположением заряда массой 3-8 т в одной скважине большого диаметра (700-1000 мм);

взрывы в водоемах.

3.2.3. Пункты специально организованных взрывов должны располагаться в направлении, близком к направлению распространения сейсмических волн из наиболее опасной для исследуемой территории очаговой зоны.

При наличии нескольких очаговых зон возможных сильных землетрясений, генерирующих опасные для исследуемой территории колебания, следует провести серию взрывов с близкими направлениями прихода волн в пункты наблюдений.

3.2.4. Сопоставимость углов выхода сейсмической радиации при взрывах и землетрясениях должна обеспечиваться путем подбора соответствующих эпицентральных расстояний. Расстояние от пункта взрыва следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить возможность выделения на сейсмограмме участка продолжительностью 2-3 с, не осложненного наложением волн, которые выходят под углами, существенно отличными от углов выхода при землетрясениях.

3.2.5. Расчет выхода углов сейсмической радиации следует производить по формуле

$$R = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{tg\,\ell_i},$$

где R - эпицентральное расстояние;

h_i - мощность i-го слоя;

ℓ_i - угол выхода сейсмического излучения для соответствующего слоя.

3.2.6. Взрывы в одиночной скважине или группе скважин следует производить по возможности в обводненных низкоскоростных грунтах, создающих благоприятные условия для увеличения продолжительности полезного участка записи. При этом глубина заложения заряда должна соответствовать взрыву рыхления.

При линейно-рассредоточенных мгновенных взрывах в водоемах оптимальное количество зарядов в линии и масса единичного заряда выбираются в зависимости от размеров водоема, его протяженности и глубины. В случае малой глубины водоема увеличение заряда не ведет к увеличению сейсмического эффекта.

3.2.7. При использовании передвижных сейсмостанций с осциллографической записью и большой скоростью развертки пункт взрыва и все пункты регистрации необходимо обеспечивать радиосвязью. Включение аппаратуры должно происходить по команде из пункта взрыва за 5-10 с до взрыва в зависимости от скорости развертки. Отметку момента взрыва следует подавать на каждую сейсмостанцию.

3.2.8. В случае проведения взрывов и их регистрации с помощью сигналов точного времени сигналы подаются на дополнительный гальванометр каждого из осциллографов в пунктах регистрации. Одновременно сигналы точного времени и момент взрыва регистрируются также и на пункте взрыва, что позволяет определять времена пробега различных волн.

3.2.9. Обработка записей взрывов аналогична обработке записей землетрясений и выполняется в соответствии с Инструкцией ИФЗ АН СССР, КОСМЭ ИЗК СО АН СССР, 1983.

3.3. Метод регистрации микросейсм

3.3.1. Метод регистрации микросейсм следует применять в качестве вспомогательного в комплексе с другими инструментальными методами для оценки резонансных характеристик грунтов.

3.3.2. Для выбора эффективной методики наблюдений на первом этапе исследований необходимо проведение опытно-методических работ по изучению амплитудно-частотных характеристик местных источников микросейсм и их спектрально-временной изменчивости.

С этой целью в нескольких пунктах с известным инженерно-геологическим строением следует выполнить синхронные круглосуточные наблюдения.

Круглосуточные наблюдения необходимо повторять в различные дни недели и по возможности в различные сезоны года. Регистрируются три компоненты движения грунта - две горизонтальные и вертикальная. Сейсмометры следует устанавливать на твердый грунт и тщательно изолировать от ветровых помех. В радиусе 150 м от пункта записи не должно быть источников помех. Для исследования временных вариаций уровня микросейсм следует применять двухфакторный анализ.

3.3.3. При наличии на изучаемой территории единого локализованного источника микросейсм методика наблюдений должна предусматривать синхронную запись колебаний на эталонном и исследуемом пункте.

В качестве локализованного источника микросейсм рекомендуется использовать железнодорожный транспорт или стационарные промышленные установки.

Для локализации неизвестных источников микросейсм применяется спектрально-поляризационный анализ трехкомпонентных записей.

3.3.4. При использовании в качестве источника микросейсм железнодорожного транспорта предварительно должны быть изучены законы затухания колебаний с расстоянием и амплитудно-частотные характеристики, возбуждаемые этим источником.

По результатам, полученным на первом этапе исследований, определяются тип и характеристики регистрирующей аппаратуры, время регистрации и оптимальное расстояние между источником и пунктами регистрации.

3.3.5. При использовании спектрально-поляризационного анализа регистрацию микросейсм следует проводить синхронно трехкомпонентными идентичными установками, расположенными не менее чем в трех пунктах с различными инженерно-геологическими условиями.

3.3.6. В случае наличия в пределах изучаемой территории нескольких равномерно распределенных источников, сопоставимых по интенсивности, создающих статистически однородное поле микросейсм, следует применять методику наблюдений, разработанную в ИФЗ АН СССР, при которой требование синхронной записи не обязательно.

3.3.7. Для регистрации микросейсм следует использовать стандартную инженерно-сейсмологическую аппаратуру с осциллографической записью (сейсмометры ВЭГИК, СМ-2, С-5-С, УСФ с гальванометрами ГБ-IУ с собственной частотой IO Гц, установленными в осциллографы Н-700, Н-041, Н-044 и др.), а также аппаратуру с аналоговой магнитной записью типа "Регион", АСС-6 "Черепаха", "Земля" и частотно-избирательные станции. Комплекты аппаратуры, предназначенные для записи микросейсм, должны быть тщательно идентифицированы, обладать большим увеличением (не менее IOOOO) и иметь амплитудно-частотные характеристики, позволяющие регистрировать без искажения колебания в диапазоне периодов от 0,I до I с.

3.3.8. По записям микросейсм определяются приращения сейсмической интенсивности и амплитудно-частотные характеристики грунтов.

3.3.9. Для оценки изменения интенсивности сильного землетрясения по максимальной амплитуде микроколебаний на том или ином преобладающем периоде используется формула

$$\Delta J = 2 \ell g \frac{A max_1}{A max_3},$$

где A_{max_1} и A_{max_2} – максимальные амплитуды микроколебаний соответственно на исследуемом и эталонном грунте.

Примечание. Значение коэффициента в формуле может быть различным и по возможности должно обосновываться эмпирически на основании макросейсмических данных или данных других методов сейсмического микрорайонирования.

3.4. Метод сейсмических жесткостей

3.4.1. Метод сейсмических жесткостей следует применять в комплексе с другими инструментальными методами для количественной оценки относительных изменений (приращений) сейсмической интенсивности на участках с различными инженерно-геологическими условиями.

3.4.2. Оценку приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмических жесткостей следует проводить путем сравнения значений сейсмических жесткостей изучаемых и эталонных грунтов с учетом влияния обводненности разреза и возможных резонансных явлений по формуле

$$\Delta J = \Delta Jc + \Delta Ja + \Delta J_{рез},$$

где ΔJ – суммарное приращение сейсмической интенсивности (в баллах) относительно исходной (фоновой) балльности, принимаемой для района исследований в соответствии с РСН 60-86;

ΔJc – приращение сейсмической интенсивности за счет различия сейсмической жесткости грунтов на изучаемом и эталонном участке;

ΔJa – приращение сейсмической интенсивности за счет ухудшения сейсмических свойств грунтов на изучаемом участке при обводнении (водонасыщении);

$\Delta J_{рез}$ – приращение сейсмической интенсивности за счет возможного возникновения резонансных явлений при резком различии сейсмических жесткостей в покрывающей и подстилающей толще пород изучаемого разреза.

3.4.3. Приращение сейсмической интенсивности за счет различия грунтовых условий ΔJc определяется по формуле

$$\Delta Jc = 1{,}67 \lg \frac{\bar{V}_{(p,s)э}\,\bar{\rho}_э}{\bar{V}_{(p,s)I}\,\bar{\rho}_I},$$

где $\bar{V}_{(p,s)э}$ и $\bar{V}_{(p,s)I}$ – средневзвешенные значения скоростей распространения продольных или поперечных волн для расчетной толщи грунтов на эталонном и исследуемом участке;

$\rho_э$ и ρ_I – средневзвешенные значения плотностей грунтов для расчетной толщи на эталонном и исследуемом участке.

Примечание. Мощность расчетной толщи принимается в соответствии с требованиями РСН 60-86.

3.4.4. Значения скоростей распространения продольных и поперечных волн в грунтах определяются с помощью наземных и скважинных сейсморазведочных наблюдений. Аппаратурно-технические и методические особенности сейсморазведочных наблюдений для изучения верхней части разреза определяются требованиями РСН 65-87 "Инженерные изыскания для строительства. Сейсморазведка".

Примечания: 1. Для оценки приращения сейсмической интенсивности неводонасыщенных грунтов используются скорости распространения продольных V_p и поперечных V_s волн. Для водонасыщенных грунтов следует использовать только значения V_s.

2. При отсутствии данных о скоростях распространения поперечных волн допускается приближенная оценка их значений по значениям скоростей распространения поверхностных волн V_R, с использованием соответствующих корреляционных зависимостей вида $V_s = \varphi(V_R)$.

3.4.5. Для разрезов, содержащих несколько слоев, характеризующихся резким различием значений скоростей, средняя скорость вычисляется по формуле

$$\bar{V} = \frac{H}{\sum t_i},$$

где H – мощность расчетной толщи;

t_i – время вертикального пробега упругой волны в каждом слое;

при этом $t_i = \frac{h_i}{V_i}$,

где h_i – мощность i-го слоя;

V_i – пластовая скорость в i-ом слое.

3.4.6. Значения плотности, входящие в расчет сейсмической жесткости, следует получать по данным лабораторных определений в соответствии с ГОСТ 5180-84 или по данным радиоизотопных определений в соответствии с ГОСТ 23061-78. Данные о плотности грунтов в изучаемом районе могут быть получены также из имеющегося банка физических характеристик грунтов или из фондовых инженерно-геологических материалов.

3.4.7. Приращение сейсмической интенсивности за счет ухудшения сейсмических свойств грунтов при водонасыщении $\Delta J_в$ определяется по формуле

$$\Delta J_в = K e^{-0,04 h^2},$$

где К – коэффициент, зависящий от литологического состава грунтов;

h – расчетное положение уровня грунтовых вод.

При этом коэффициент К принимается равным:

1 – для песчаных грунтов, пластичных и текучих супесей, мягкопластичных, текучепластичных и текучих суглинков и глин;

0,5 – для твердых супесей, твердых, полутвердых и тугопластичных суглинков и глин, крупнообломочных грунтов с содержанием песчано-глинистого заполнителя не менее 30% и сильно выветрелых скальных пород;

0 – для плотных крупнообломочных грунтов из магматических пород с содержанием песчано-глинистого заполнителя до 30% и слабо выветрелых скальных и других грунтов.

3.4.8. Приращение сейсмической интенсивности за счет резонансных явлений $\Delta J_{рез}$ рассчитывается при наличии в разрезе однородного слоя песчаных, глинистых или крупнообломочных грунтов с содержанием песчано-глинистого заполнителя более 30%, подстилаемых скальными породами, характеризующимися значительно большими по сравнению с покрывающими отложениями значениями сейсмических жесткостей.

3.4.9. Значения $\Delta J_{рез}$ следует учитывать в суммарном приращении в тех случаях, когда период, на котором проявляется резонанс $T_{рез}$, соответствует периодам интенсивных колебаний сильных землетрясений, ожидаемых в исследуемом районе, в особенности при совпадении периодов собственных колебаний зданий и сооружений с резонансными периодами грунтов.

Значения $T_{рез}$ определяются по данным регистрации землетрясений и взрывов.

3.4.10. При наличии в массиве рыхлых грунтов, залегающих на скальных породах, двух и более слоев с различной сейсмической жесткостью расчет частотных характеристик грунтов и оценка $\Delta J_{рез}$ производятся аналитическими методами в соответствии с разделом 4 настоящих Норм.

4. РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ

4.1. Расчетные методы следует применять для решения задач сейсмического микрорайонирования, связанных с прогнозом поведения грунтов при сильных сейсмических воздействиях. С этой целью производятся расчеты спектральных характеристик и синтетических акселерограмм для различных моделей изучаемой среды.

4.2. Для теоретических расчетов сейсмических воздействий моделей плоскопараллельных слоистых сред следует использовать метод тонкослоистых сред (МТС).

4.3. Для теоретических расчетов модельных сред с границами раздела произвольной геометрической формы следует использовать метод конечных элементов (МКЭ).

4.4. Теоретические расчеты спектральных характеристик среды следует выполнять с использованием ЭВМ на основе подбора реальных или синтетических осциллограмм (акселерограмм, велосиграмм, сейсмограмм) и параметров разреза, определяемых по результатам инженерно-геологических и геофизических исследований.

Подбор расчетных осциллограмм из реальных записей сильных землетрясений проводится по значениям магнитуды, эпицентрального или гипоцентрального расстояния, а также по значениям максимальных ускорений, скоростей колебаний или смещений, соответствующих коренному основанию. Синтетические осциллограммы подбираются только по значению максимальных ускорений, скоростей или смещений.

Примечания: 1. При использовании МТС необходимо учитывать удвоение амплитуды колебаний за счет влияния дневной поверхности, поэтому амплитуда входной осциллограммы, задаваемой в пределах полупространства, должна быть уменьшена в два раза.

2. Подобранные осциллограммы должны контролироваться по соответствию их спектральных особенностей с особенностями спектральных колебаний землетрясений данного региона.

4.5. В МТС в качестве исходных параметров разреза следует задавать:

скорости распространения продольных и поперечных волн в каждом слое и полупространстве (коренной основе);

мощности каждого слоя;

плотности грунта в каждом слое и полупространстве;

декременты поглощения (или добротности) каждого слоя отдельно для продольных и поперечных волн.

Для оценки допустимых пределов вариаций параметров разреза по квазиоднородным участкам следует руководствоваться следующими зависимостями

$$A'/A'' = (V_s''/V_s')^{2/3} \; ; \; f_0'/f_0'' = H''/H' \; ; \; f_0'/f_0'' = V_s'/V_s'' \; ,$$

где A' и A'' – амплитуды частотных характеристик;

V_s' и V_s'' – скорости распространения поперечных волн;

f_0' и f_0'' – частоты максимумов частотных характеристик;

H' и H'' – мощности рыхлой толщи соответственно на сравниваемых разрезах I и II.

Квазиоднородными считаются участки, где изменение амплитуды не превышает 1,5 раза.

4.6. В МКЭ исследуемый разрез в зависимости от геометрии слоев разбивается на конечное число элементов, характеризующихся плотностью, модулем упругости и коэффициентом

Пуассона. Необходимо также задавать затухание всей расчетной модели в долях от критического.

4.7. Выходными данными в МГС являются частотные характеристики рыхлой толщи по горизонтальной и вертикальной компонентам колебаний, пересчитанная с полупространства на дневную поверхность реальная или синтетическая осциллограмма по одной или двум компонентам, графики коэффициента динамичности и спектры реакций.

4.8. Выходными данными в МКЭ являются расчетные осциллограммы по ІС любым заданным точкам разреза, графики коэффициента динамичности и спектры реакций по тем же точкам. Определяются также преобладающий резонансный период колебаний расчетного разреза в целом.

4.9. Расчетные осциллограммы (акселерограммы, велосиграммы, сейсмограммы) следует использовать для оценки сейсмических характеристик инженерно-геологических участков. Для повышения достоверности расчетных данных необходимо пересчитывать несколько реальных осциллограмм с различным спектральным составом, либо использовать синтетические осциллограммы с подходящим спектральным составом колебаний.

Примечание. Расчетные осциллограммы могут использоваться как для расчета приращений сейсмической интенсивности, так и для расчета сейсмических воздействий при проектировании.

4.10. Приращения сейсмической интенсивности по данным теоретических расчетов оцениваются по формуле

$$\Delta J = 3{,}3 \lg A_i / A_э ,$$

где A_i и $A_э$ – значения ординат частотных характеристик на соответствующих частотах максимальных амплитуд, осциллограмм или ординат спектров реакции соответственно на исследуемом и эталонном участках.

Расчеты приращений сейсмической интенсивности необходимо проводить по группам периодов: короткие 0,1–0,3 с, средние 0,3–0,5 с, длинные 0,5–2 с.

4.II. Необходимые для расчетов значения скоростей распространения продольных и поперечных волн в слоях в верхней части разреза следует принимать на основании сейсморазведочных наблюдений. Данные о скоростях в подстилающей толще могут быть взяты из фондовых и литературных источников. Значения декрементов поглощения продольных и поперечных волн в слоях приближенно оцениваются по литературным данным в соответствии с зависимостями

$$\delta_P = \varphi(V_P) \quad \text{и} \quad \delta_P/\delta_S = \varphi(V_P/V_S),$$

где δ_P и δ_S – декременты поглощения соответственно продольных и поперечных волн.

4.I2. Для более точного учета характеристик поглощения в слоях верхней части разреза необходимо проводить регистрацию сигналов на различных расстояниях от источника колебаний с помощью стандартной сейсморазведочной аппаратуры или аппаратуры, состоящей из идентифицированных каналов: сейсмометр СД-3 и гальванометр М.00I с регистрацией на осциллографе типа Н.04I.

4.I3. Оценка коэффициента поглощения производится путем построения графиков проведенных амплитуд или по разностям коэффициентов поглощения на различных частотах.

5. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КАРТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

5.I. На карте сейсмического микрорайонирования следует отображать изменения сейсмической интенсивности в баллах (на дневной поверхности или на уровне планировочной либо иной расчетной отметки).

5.2. Границы участков с различными значениями сейсмической интенсивности, как правило, должны соответствовать границам таксономических единиц, выделенных по инженерно-геологическим данным. Однородный по сейсмическим характеристикам участок может охватывать одну или несколько инженерно-геологических таксономических единиц.

5.3. В легенде карты сейсмического микрорайонирования отображаются сейсмические параметры грунтов, относящиеся к моменту проведения работ, прогнозируемые для территорий активного развития естественных или техногенных процессов, а также вероятностные количественные характеристики колебаний грунтов с указанием глубины, к которой они относятся (дневная поверхность, планировочная или иная расчетная отметка).

5.4. Вся необходимая информация представляется на карте в виде цифровых индексов, цветовой окраски, штриховки и внемасштабных условных знаков.

5.5. Сейсмическая интенсивность в баллах указывается в виде дроби:

в числителе арабскими цифрами слева - относящаяся к моменту проведения работ; справа, в скобках - прогнозируемая;

в знаменателе - расчетная сейсмическая интенсивность (при наличии вариантов вертикального зонирования).

5.6. Количественные характеристики колебаний грунтов указываются арабскими цифрами вверху справа от основного индекса. Каждая цифра соответствует определенному типу количественных характеристик. Типы характеристик приводятся в таблице-врезке на карте сейсмического микрорайонирования или в виде отдельных приложений к карте (спектральные характеристики, графики коэффициентов динамичности и т.п.).

5.7. Повторяемость сотрясений указанной интенсивности обозначается арабскими цифрами внизу справа от основного индекса. Цифры должны соответствовать периодам повторения, установленным для карты сейсмического районирования СССР, либо иным (уточненным) значениям, которые оговариваются в примечаниях к легенде.

5.8. Цветовая окраска, соответствующая цветам карты сейсмического районирования СССР, должна отображать существующую и прогнозируемую сейсмическую интенсивность.

При одинаковой существующей и прогнозной балльности площадь окрашивается в один цвет при различной - цветовая окраска выполняется в виде вертикальных перемежающихся полос соответствующих цветов.

5.9. Для выделения территорий, неблагоприятных в сейсмическом отношении, используется различная штриховка. Специальными знаками наносятся линии тектонических разрывов активных в плейстоцене и голоцене или разрывные зоны с аномальными сейсмическими и физико-механическими свойствами при достаточной ширине. Если разрыв перекрыт чехлом рыхлых отложений, указывается цифрами мощность чехла в метрах.

5.10. Приложения к карте сейсмического микрорайонирования должны содержать данные о количественных характеристиках колебаний грунтов при расчетных сильных землетрясениях (графики коэффициентов динамичности, частотные характеристики, расчетные акселерограммы).

Примечание. Перечисленная информация может быть частично представлена на карте сейсмического микрорайонирования в виде индексов, штриховки и т.п.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения 2
2. Инженерно-геологические исследования 2
3. Инструментальные исследования I0
3.I. Методы регистрации землетрясений I0
3.2. Методы регистрации взрывов I2
3.3. Метод регистрации микросейсм I4
3.4. Метод сейсмических жесткостей I6
4. Расчетные методы I9
5. Содержание и оформление карты сейсмического микрорайонирования 22

Центральный ордена "Знак Почета" трест
инженерно-строительных изысканий

Отдел механизации проектных работ и выпуска проектов
Подписано в печать 5.10.67
Зак. 712 Объем 1,5 п.л. Цена 20 коп. Тир. 500

gost.e-ecolog.ru