МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

СБОРНИК МЕТОДИК

ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ, КАТАСТРОФ, СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В РСЧС

(КНИГА 1)

МОСКВА 1994

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

СБОРНИК МЕТОДИК

ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ, КАТАСТРОФ, СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В РСЧС

(КНИГА 1)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

ЭКСПРЕСС – МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

МОСКВА 1994

Аннотация

Методика предназначена для оценки и прогнозирования последствий землетрясений на территории городов и регионов. В качестве последствий землетрясений рассматриваются разрушения жилых, общественных и промышленных зданий, сооружений подземного пространства городов и защитных сооружений, а также коммунально-энергетических сетей на территории населенного пункта.

Документ содержит перечень необходимых данных, материалы по определению параметров поражающих факторов землетрясений для наземных и заглубленных зданий и сооружений, а также данные по характеру и степеням разрушения жилых, общественных и промышленных зданий, сооружений подземного пространства и коммунально-энергетических сетей, состав результатов оценки последствий землетрясений.

Методика разработана во ВНИИ ГОЧС. В разработке методики принимали участие к.т.н., с.н.с. Митрофанов В.Ф. (научный руководитель), д.т.н., с.н.с. Елохин А.Н. (ответственный исполнитель), к.т.н. Ульянов С.В., к.т.н. Коряжин С.П., инж. Губин А.Л.

Содержание

1 Назначение методики. 3

2 Общие положения. 3

3 Состав и содержание исходных данных. 4

4 Определение параметров поражающих факторов землетрясений. 4

5 Оценка характера и степеней разрушения зданий и сооружений. 5
- 5.1 Точечные объекты. 5
- 5.2 Площадные объекты. 6
- 5.3 Протяженные объекты. 9
- 5.4 Учет динамики разрушения зданий и сооружений. 9

6 Состав и содержание результатов оценки последствий землетрясений. 12

7 Пример оценки последствий землетрясения на территории города. 12

8 Приложение 1. Справочные данные по степеням разрушения зданий и сооружений при землетрясениях. 15

9 Приложение 2. Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений. 26

10 Приложение 3. Форма представления результатов оценки последствий землетрясения. 29

11 Список рекомендуемой литературы. 31

1 Назначение методики.

Методика предназначена для решения следующих задач:

- оценка и прогнозирование разрушений зданий и сооружений на территории населенного пункта;
- определение характеристик степеней разрушения;
- оперативное построение изосейст в т.ч. на основе сейсмического микрорайонирования;
- определение зоны средней балльности и балльности для различных зданий и сооружений.

Методика предназначена для работников РСЧС и гражданской обороны.

2 Общие положения.

Воздействие землетрясений на здания и сооружения выливается интенсивными колебаниями грунтов. В качестве обобщенной характеристики сейсмического воздействия землетрясения на здания и сооружения в данной методике принята интенсивность землетрясения, выраженная в баллах.

Степень разрушения зданий и сооружений определяется превышением фактической интенсивности землетрясения (в баллах) над расчетной в месте их расположения. Под расчетной сейсмостойкостью понимается максимальная интенсивность сейсмического воздействия землетрясения, при котором здания и сооружения не получают разрушений, либо получают допускаемые повреждения, сохраняя при этом свои эксплуатационные качества и обеспечивая безопасность людей и сохранность оборудования.

При оценке и прогнозировании характера и степеней разрушения зданий и сооружений рассматриваются три типа объектов - элементов застройки населенного пункта: точечные, площадные и протяженные.

Точечные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), каждый из которых меньше по сравнению с шириной зоны средней балльности.

Площадные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), каждый из которых превышает ширину зоны средней балльности.

Протяженные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), один из которых значительно превышает другой и превышает ширину зоны средней балльности.

Сейсмическое микрорайонирование - количественная оценка изменения (увеличения или уменьшения) сейсмической балльности по сравнению с ее исходной величиной на основе комплексного изучения сейсмических свойств грунтов, инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей площадок строительства.

При выборе типа наземного здания используется следующая классификация зданий по этажности:

- малоэтажные (высотой до 4-х этажей);
- многоэтажные (от 5 до 8 этажей);
- повышенной этажности (от 9 до 25 этажей);
- высотные (более 25 этажей).

Здания и сооружения с сейсмической защитой отличаются от аналогичных зданий и сооружений, расположенных в несейсмических зонах, тем, что в них применены инженерные мероприятия и технические решения, позволяющие повысить расчетную сейсмостойкость до 7-9 баллов.

3 Состав и содержание исходных данных.

Для оценки последствий землетрясений требуются следующие исходные данные:

- план или карта местности (населенного пункта, объекта) с нанесенными изосейстами прогнозируемых землетрясений с учетом сейсмического микрорайонирования;
- детальная характеристика застройки с указанием типов и конструктивных особенностей зданий и сооружений.

В случае отсутствия плана или карты местности с нанесенными изосейстами прогнозируемых землетрясений вместо них должны быть следующие исходные данные:

- план или карта местности (населенного пункта, объекта) с нанесенным прогнозируемым эпицентром землетрясения;
- мощность очага землетрясения, характеризуемая магнитудой;
- глубина очага землетрясения (км).

При возникновении необходимости построения изосейст на основе микрорайонирования к указанным исходным данным добавляются инженерно-геологические условия местности (населенного пункта, объекта).

4 Определение параметров поражающих факторов землетрясений.

Интенсивность землетрясения, выраженная в баллах, определяется по формуле:

$$I_\epsilon = 1.5M - 3.5lg\sqrt{R^2 + h^2} + 3 \quad (1)$$

где I_ϵ - интенсивность землетрясения, баллы (балльность базисной изосейсты);
M - магнитуда;
R - эпицентральное расстояние, км;
h - глубина очага, км.

Для определения расстояния от эпицентра, где возможно возникновение определенной интенсивности землетрясения в баллах, используется зависимость следующего вида:

$$R = h\sqrt{10^{0.57(I_0 - I_\epsilon)} - 1}, \quad (2)$$

где I_0 – максимальная интенсивность землетрясения (в эпицентре).

Максимальная интенсивность может быть получена на основании следующего выражения:

$$I_0 = 1.5M - 3.5lgh + 3. \quad (3)$$

В случаях отсутствия изосейст, полученных на основе микрорайонирования, или уточнения полученных результатов путем учета инженерно-геологических условий территории застройки населенного пункта (объекта) недостающие изосейсты, а также балльность для

конкретных зданий и сооружений, находящихся в зонах с инженерно-геологическими условиями, отличающимися от окружающей местности, могут быть получены путем вычисления по формуле:

$$I = I_б - (\Delta I_б - \Delta I), \qquad (4)$$

где I - искомая балльность изосейсты или местонахождения здания или сооружения;

$I_б$ - балльность базисной изосейсты, проходящей по территории с известными инженерно-геологическими условиями;

$\Delta I_б$ - приращение балльности в известных инженерно-геологических условиях по сравнению с гранитом;

ΔI - приращение балльности по сравнению с гранитом за счет изменения инженерно-геологических условий местности, по которой проходят недостающие изосейсты или, где находятся конкретные здания или сооружения.

Величины ΔI и $\Delta I_б$ определяются по таблице 1.

Таблица 1: Величина приращений ΔI и $\Delta I_б$

Тип инженерно-геологических условий	ΔI и $\Delta I_б$
1. Гранит	0
2. Известняк и песчаники	0.52
3. Полускальный грунт (гипс, мергель)	0.92
4. Крупнообломочные (щебень, гравий, галька)	1.36
5. Песчаные	1.6
6. Глинистые (глины, суглинки, супеси)	1.61
7. Насыпные рыхлые	2.6

5 Оценка характера и степеней разрушения зданий и сооружений.

5.1 Точечные объекты.

Оценка степеней разрушения зданий и сооружений, представляющих собой точечные объекты, проводится следующим образом.

Первоначально по плану или карте населенного пункта (объекта) для каждого здания или сооружения на участке населенного пункта (объекта) определяется максимально возможная или ожидаемая интенсивность землетрясения, выраженная в баллах. Для этого необходимо определить в какой зоне (по балльности землетрясения) окажется конкретное здание или сооружение. С этой целью на плане или карте населенного пункта (объекта) для указанных изосейст строятся зоны балльности в пределах границы застройки. Построение зон балльности осуществляется путем выделения полосы шириной равной сумме половины расстояний от указанной изосейсты до ближних прилегающих изосейст (Рис. 5.1.). При этом балльность зоны соответствует балльности изосейсты, проходящей в этой зоне.

Более точное определение максимально возможной интенсивности землетрясения (макс. $\pm$ 0.5 балла) для указанного здания или сооружения может быть осуществлено по формуле:

$$I_3 = I_6 + \frac{(I_1 - I_6)R_3}{R_1}. \qquad (5)$$

где I_3 – интенсивность землетрясения для здания или сооружения;

I_1 – изосейста наибольшей балльности, ограничивающая зону, в которой находится здание или сооружение;

R_3 – величина привязки здания или сооружения к изосейсте наименьшей балльности, ограничивающей зону, в которой находится здание или сооружение;

R_1 – расстояние между изосейстами наибольшей и наименьшей балльности, ограничивающими зону,в которой находится здание или сооружение (Рис. 5.1).

При расположении здания или сооружения справа от базисной изосейсты (I_6) в формуле (5.1.) вместо R_1 подставляется величина R_2, а вместо $I_1 - I_2$.

После построения всех необходимых зон балльности и определения возможной балльности для каждого здания и сооружения указанными данными заполняется формализованный бланк N1 (Приложение 3).

Затем на основании этой информации с учетом справочных данных по степеням разрушения зданий и сооружений при землетрясениях (Приложение 1) определяются фактические степени разрушения зданий и сооружений существующей застройки населенного пункта (объекта).

С целью получения качественного описания разрушения зданий и сооружений в зависимости от полученной степени разрушения определяется характеристика разрушения здания и сооружения (Приложение 2). Кроме того, благодаря этим данным может быть решена обратная задача, связанная с оценкой степени разрушения здания и сооружения по фактическим характеристикам разрушения.

5.2 Площадные объекты.

Оценка степеней разрушения зданий и сооружений, представляющих собой площадные объекты выполняется в следующей очередности.

По плану или карте населенного пункта (объекта) для каждого здания или сооружения определяются возможные зоны (по балльности землетрясения), в которых расположены указанные здания и сооружения. Построение зон балльности осуществляется в последовательности аналогичной точечным объектам. После выполнения указанной процедуры определяются части здания и сооружения, которым соответствует определенная балльность землетрясения по формуле:

$$\alpha_i = \frac{S_i}{S_0}, \qquad (6)$$

где α_i – коэффициент, показывающий, какая часть здания или сооружения в какой оказалась зоне балльности землетрясения;

S_i – площадь здания или сооружения, расположенного в определенной зоне балльности землетрясения;

S_0 – общая площадь здания или сооружения;

i – соответствует величине балльности зон, в которых расположено здание или сооружение (Рис. 5.2.).

Наряду с указанными для таких типов зданий или сооружений может быть определена средняя балльность по зависимости вида:

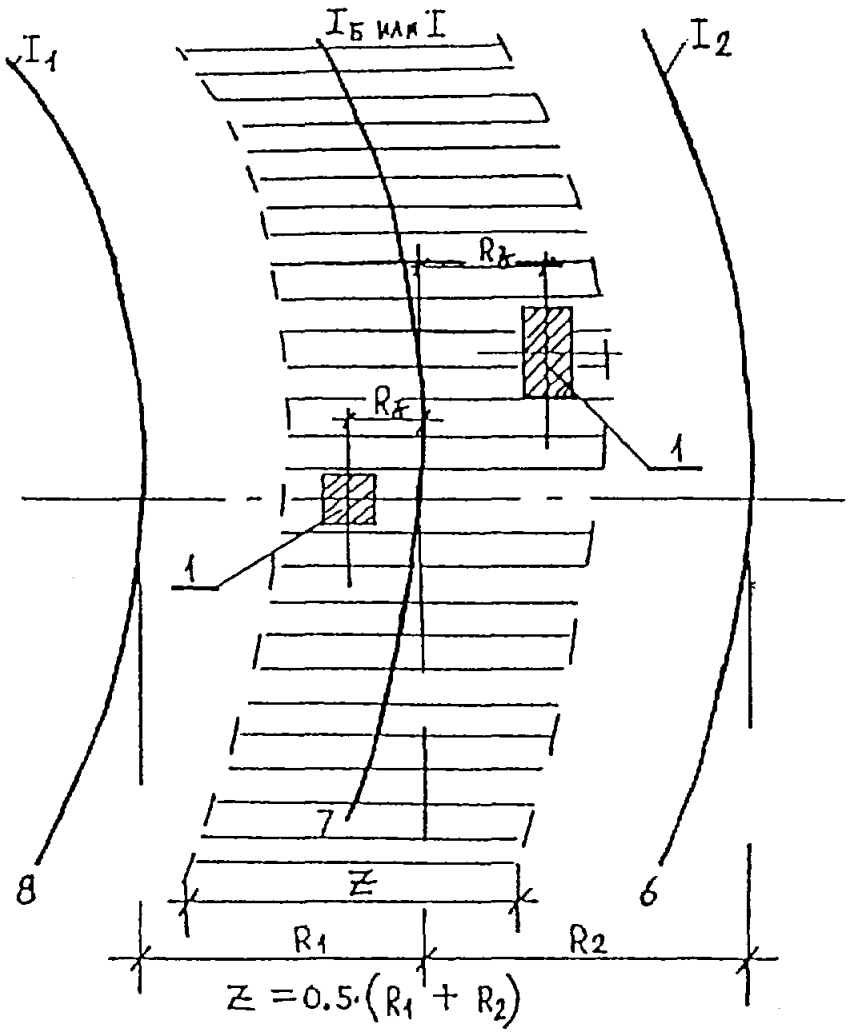

Рис 5.1 Схема определения зоны средней балльности

1 – здания и сооружения

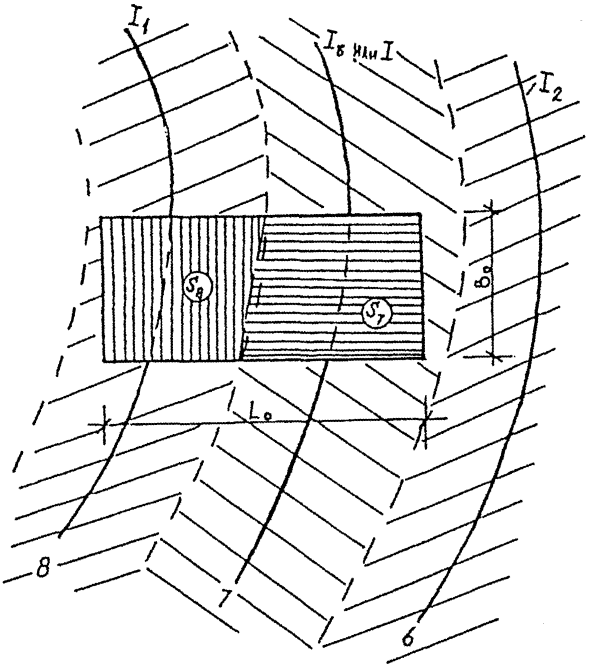

Рис. 5.2. Схема определения балльности для зданий или сооружений в виде площадных объектов.

S_7 и S_8 – части здания или сооружения, расположенные в 7-ми или 8-ми балльных зонах.

$$I_{cp} = \frac{\Sigma S_i \cdot i}{\Sigma S_i} \qquad (7)$$

Определение характеристик степеней разрушения аналогично точечным объектам.

5.3 Протяженные объекты.

Оценка степеней разрушения зданий и сооружений, представляющих собой протяженные объекты, выполняется следующим образом.

По плану или карте населенного пункта (объекта) для протяженных зданий или сооружений определяются возможные зоны (по балльности землетрясения), которые пересекают указанные здания или сооружения. Подходы к построению зон балльности осуществляются в той же последовательности, которая изложена применительно к точечным объектам. После построения зон балльности определяются части здания или сооружения, пересекающие соответствующие зоны балльности землетрясения на основе следующей зависимости:

$$\beta_i = \frac{L_i}{L_0}, \qquad (8)$$

где β_i – коэффициент, показывающий, какая часть здания или сооружения пересекает определенную зону балльности;

L_i – длина здания или сооружения, пересекающая определенную зону балльности землетрясения (Рис. 5.3.);

L_0 – общая длина протяженного здания или сооружения;

i – соответствует величине балльности зон, которые пересекают протяженное здание или сооружение (Рис. 5.3.).

Вместе с тем, для указанных типов зданий или сооружений может быть определена средняя балльность на основании следующего выражения:

$$I_{cp} = \frac{\Sigma L_i \cdot i}{\Sigma L_i} \qquad (9)$$

Определение характеристик степеней разрушения аналогично точечным объектам.

5.4 Учет динамики разрушения зданий и сооружений.

5.4.1. В случае учета динамики разрушения зданий и сооружений при воздействии землетрясения необходимо определить времена наступления первой и главной фазы землетрясения, а также интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до наступления главной фазы землетрясения.

5.4.2. Время наступления первой фазы землетрясения (прихода продольных гипоцентральных сейсмических волн), при которой возможно незначительное разрушение зданий и сооружений, определяется по формуле :

$$t_1 = \frac{(R^2 + h^2)^{0.5}}{V_{pm}}, \qquad (10)$$

где V_{pm} – средняя скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн.

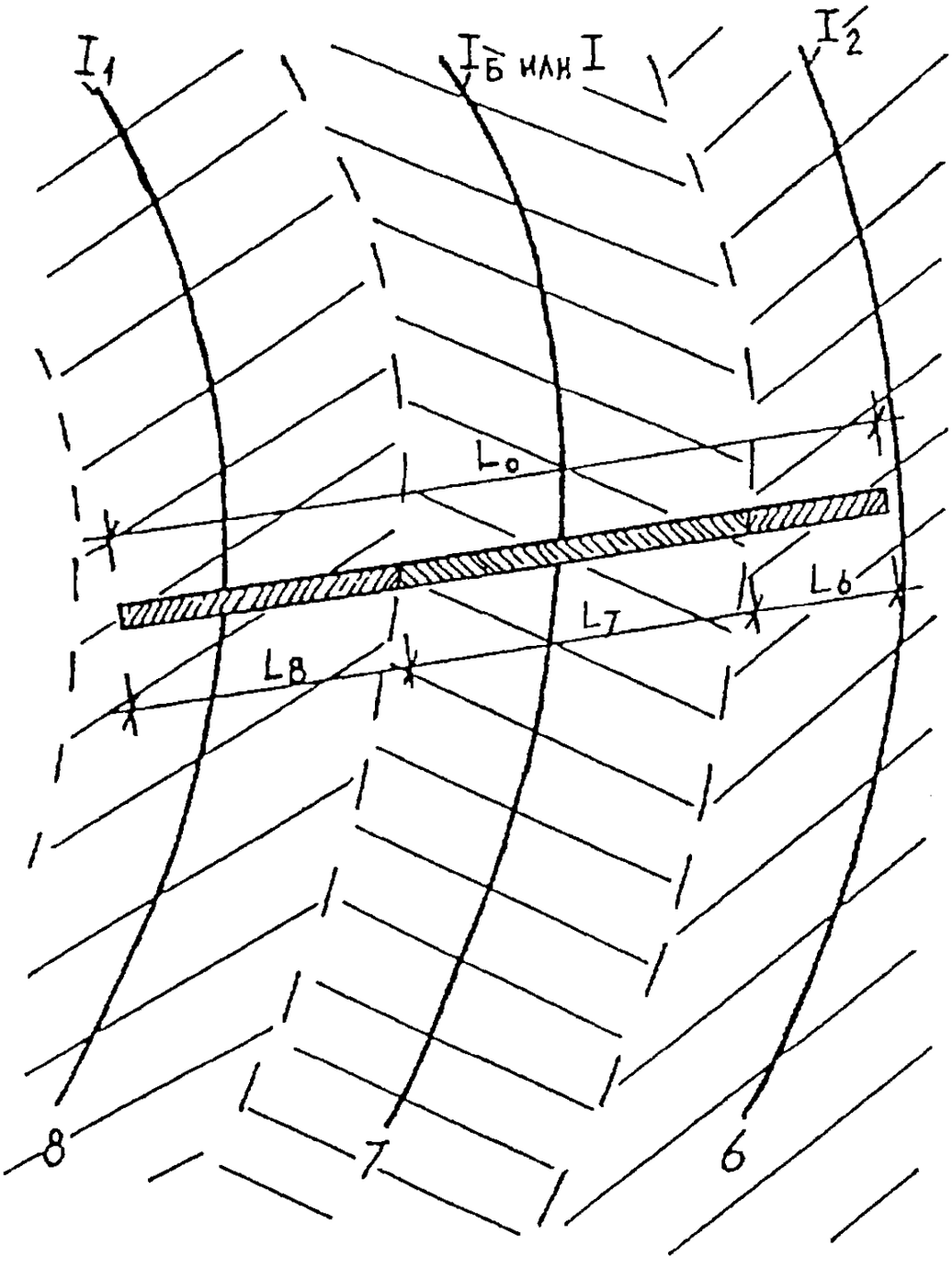

Рис. 5.3. Схема определения балльности для протяженных зданий или сооружений.

L_6, L_7 и L_8 – участки длины зданий или сооружений, пересекающих соответствующие им 6-ти, 7-ми и 8-ми балльные зоны.

При определении времени наступления первой фазы землетрясения в эпицентре в формуле (5.6.) принимается $R = 0$.

Средняя скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн при расположении очага землетрясения на границе слоев вычисляется на основании зависимости вида:

$$V_{pm} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i V_{pi}}{\sum_{i=1}^{n} h_i}, \tag{11}$$

где h_i и V_{pi} – мощность i-го слоя элемента структуры земного шара и скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн в пределах данного слоя.

Средняя скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн при расположении очага землетрясения в пределах n-го слоя вычисляется по следующей зависимости

$$V_{pm} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} h_i V_{pi} + h_f V_{pn}}{\sum_{i=1}^{n-1} h_i + h_f}, \tag{12}$$

где h_f и V_{pn} – глубина очага землетрясения и скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн в пределах n-го слоя

$$(h_f = h - \sum_{i=1}^{n-1} h_i).$$

Мощности слоев элементов структуры земного шара и скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн в них указаны в табл. 2.

5.4.3. Время наступления главной фазы землетрясения (прихода поверхностных сейсмических волн), при которой здания и сооружения получают определенные степени разрушения, вычисляется по формуле:

$$t_f = \frac{h}{V_{pm}} + \frac{R}{V_{rm}} \tag{13}$$

где V_{rm} – средняя скорость распространения поверхностных сейсмических волн.

Средняя скорость распространения поверхностных сейсмических волн определяется на основании зависимости вида:

$$V_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^{n} l_i V_{ri}}{\sum_{i=1}^{n} l_i}, \tag{14}$$

где l_i и V_{ri} – протяженность и скорость распространения поверхностных сейсмических волн на i-м участке с одинаковым типом грунта.

Скорость распространения поверхностных сейсмических волн,в зависимости от типа грунта, приведена в табл. 3.

5.4.4. Интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до наступления главной фазы землетрясения определяется по формуле:

$$\Delta t = t_f - t_1 \tag{15}$$

Таблица 2: Строение земного шара

Элемент структуры земного шара	N п/п	Тип слоя	Мощность слоя (h_i), км			Скорость распространения гипоцентральных сейсмических волн, км/с	
			материк		океан		
			горы	равнина		продольных V_{pi}	поперечных V_{si}
Кора	1	Осадочные породы	-	5.0	1.0	6.1	3.5
	2	Гранит	40.0	10.0	-	6.9	3.9
	3	Базальт	20.0	25.0	6.0	8.0	4.5
Мантия	4	Верхняя мантия	400			8.1	4.6
	5	Средняя мантия	560			9.8	5.6
	5	Нижняя мантия	1700			12.5	7.0
Ядро	7	Внешняя оболочка ядра	2200			9.3	-
	8	Субядро	1250			11.2	-

5.4.5. Для учета местных инженерно-геологических условий, при определении скоростей распространения продольных и поперечных гипоцентральных, а также поверхностных сейсмических волн, целесообразно применять годограф,представляющий собой графические зависимости времени от расстояния пройденного указанными типами сейсмических волн.

Учет динамики разрушения зданий и сооружений при воздействии землетрясения целесообразно также использовать для разработки рекомендаций по проведению мероприятий по обеспечению защиты и снижению тяжести поражения людей,находящихся в зданиях и сооружениях на момент землетрясения.

6 Состав и содержание результатов оценки последствий землетрясений.

Результаты оценки последствий землетрясений содержат сведения о количестве зданий и сооружений определенного типа, получивших различные степени разрушения.

Для автоматизации обработки полученной информации перечисленные сведения представляются в виде формализованных бланков, содержащих информацию по перечисленным вопросам.

Образец рекомендуемых формализованных бланков для указанной информации представлен в Приложении 3 (формализованный бланк N2).

7 Пример оценки последствий землетрясения на территории города.

Дано: жилое здание (по плану или карте города) - кирпичное с железобетонными пере-

крытиями, многоэтажное – находится в 7-ми балльной зоне (между 8-ми и 7-ми балльными изосейстами) (Рис 5.1.).

Расстояние между изосейстами: 8-ми и 7-ми балльной – 2000 м ($R_1 = 2000м$); 7-ми и 6-ти балльной – 1000 м ($R_2 = 1000м$).

Привязка здания к 7-ми балльной изосейсте составляет 300 м ($R_3 = 300м$).

Здание находится в 1-м квартале города "N".

Требуется: оценить последствия землетрясения для данного здания.

Решение:

Определение максимально возможной балльности землетрясения для указанного здания.

Вариант А.

Изосейсты построены с учетом данных по микрорайонированию. Зона средней балльности имеет ширину равную:

$Z = 0.5(R_1 + R_2) = 0.5(2000 + 1000) = 1500м$;

$R_3 = 300м < 0.5R_1 = 1000$ – следовательно, здание находится в 7-ми балльной зоне.

Более точная величина балльности может быть получена по формуле (1), в этом случае балльность здания составит:

$$I_3 = I_6 + \frac{(I_1 - I_6)R_3}{R_1} = 7 + \frac{(8 - 7) \cdot 300}{2000} = 7.15$$

Вывод по варианту А: указанное здание находится в 7-ми балльной зоне.

Вариант Б.

Изосейсты построены без учета данных по микрорайонированию. Для учета данных по микрорайонированию требуются инженерно-геологические условия месторасположения здания и окружающей местности.

На основании данных по инженерно-геологическим условиям было выявлено, что здание построено на насыпных грунтах, а окружающий грунт – песок.

В этом случае балльность возможного землетрясения определяется по формуле (4).

В результате этого I_6 – балльность ближней базисной изосейсты или местонахождения здания – соответственно равна 7 и 7.15 баллов.

ΔI_6 и ΔI определяются по Табл. 1. и составляют: $\Delta I_6 = 1.6$ – для песка; $\Delta I = 2.6$ – для насыпного грунта.

На основании приведенных результатов балльность составляет: в первом случае $I = 7 - (1.6 - 2.6) = 8$ баллов; во втором случае $I = 7.15 - (1.6 - 2.6) = 8.15$ баллов.

Вывод по варианту Б: Указанное здание находится в 8-ми балльной зоне.

Далее в зависимости от типа здания и балльности зон (7 и 8 баллов) по Приложению 1 определяется степень разрушения указанного здания:

для 7 баллов – сильные разрушения;

для 8 баллов – полные разрушения.

Вывод: жилое кирпичное с железобетонными перекрытиями многоэтажное здание получает сильное разрушение, а с учетом данных по сейсмическому микрорайонированию – полное разрушение.

Таблица 3: Скорость распространения поверхностных сейсмических волн

N п/п	Тип грунта	Скорость поверхностных сейсмических волн (V_R), км/с
1	2	3
	Скальные грунты	
1	Граниты	3.60
2	Известняки,сланцы и гнейсы плотные	4.00
3	Песчаники плотные	2.60
4	Известняки,сланцы и песчаники нарушенные	1.90
	Полускальные грунты	
5	Гнейсы	2.70
6	Мергели	2.30
7	Сцементированные пески	1.65
	Крупнообломочные грунты	
8	Щебнистые и галечниковые	1.70
9	Гравийные из кристаллических пород	1.55
10	Гравийные из осадочных пород	1.40
	Песчаные грунты	
11	Пески гравелистые и крупные	1.35
12	Пески средней крупности	1.20
13	Пески мелкие и пылеватые	0.95
	Глинистые грунты	
14	Глины	1.20
15	Суглинки	1.10
16	Супеси	0.95
17	Суглинки и супеси рыхлые	0.65
18	Насыпные и почвенные грунты	0.35
19	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажности более 0.8 ; супеси, суглинки и глины с консистенцией более 1.0)	1.75
20	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажности менее 0.8; супеси, суглинки и глины с консистенцией менее 1.0)	0.60

8 Приложение 1. Справочные данные по степеням разрушения зданий и сооружений при землетрясениях.

№	Конструктивное решение здания или сооружения	Интенсивность землетрясения в баллах, приводящего к различным степеням разрушения зданий или сооружений			
		слабые разрушения	средние разрушения	сильные разрушения	полные разрушения
1	2	3	4	5	6
	ЖИЛЫЕ, ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ				
1.	Кирпичные и каменные с несущими наружными и внутренними продольными стенами и железобетонными перекрытиями:				
	малоэтажные	6.0 ... 7.0	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
	многоэтажные	5.0 ... 6.0	6.0 ... 7.0	7.0 ... 7.5	> 7.5
2.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
3.	Малоэтажные здания со стенами из туфа	5.0 ... 5.5	5.5 ... 6.0	6.5 ... 7.0	> 7.0
4.	Каркасно-кирпичные (каменные) с железобетонными перекрытиями:				
	малоэтажные	6.5 ... 7.5	7.5... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	5.5 ... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
5.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	7.0 ... 8.0	8.0... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	многоэтажные	6.0 ... 7.0	7.0... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5

1	2	3	4	5	6
6.	Бетонные или железобетонные крупноблочные:				
	малоэтажные	6.5 ... 7.0	7.0... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
	многоэтажные	6.0 ... 6.5	6.5... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
7.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	6.5 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
8.	Железобетонные крупнопанельные:				
	малоэтажные	6.0 ... 7.0	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
	многоэтажные	5.0 ... 6.0	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
	повышенной этажности	5.5 ... 6.0	6.0 ... 7.0	7.0 ... 7.5	> 7.5
9.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	5.5 ... 7.0	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	> 8.5
	повышенной этажности	6.0 ... 6.5	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
10.	Железобетонные крупнопанельные с несущими наружными стенами и внутренним продольным каркасом:				
	малоэтажные	6.0 ... 6.5	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	5.5 ... 6.0	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
	повышенной этажности	5.0 ... 6.0	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	> 8.0
11.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	6.5 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
	многоэтажные	6.0 ... 6.5	6.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	повышенной этажности	5.5 ... 6.5	6.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5

1	2	3	4	5	6
12.	Железобетонные крупнопанельные с *полным продольным* каркасом:				
	многоэтажные	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
	повышенной этажности	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	высотные	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
13.	То же с антисейсмической защитой:				
	многоэтажные	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	повышенной этажности	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	высотные	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
14.	Железобетонные объемно-блочные:				
	малоэтажные	6.0 ... 6.5	6.5 ... 7.0	7.0 ... 8.5	> 8.5
	многоэтажные	5.5 ... 6.0	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
15.	То же с антисейсмической защитой:				
	малоэтажные	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
	многоэтажные	5.5 ... 6.5	6.5 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
16.	Железобетонные монолитные бескаркасные:				
	многоэтажные	7.5 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
	повышенной этажности	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
	высотные	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
17.	То же с антисейсмической защитой:				
	многоэтажные	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	9.5 ... 10.0	> 10.0
	повышенной этажности	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
	высотные	7.5 ... 8.0	8.0 ... 9.5	9.5 ... 10.0	> 10.0

1	2	3	4	5	6
18.	Железобетонные каркасные зального типа (здания каркасные зального типа - здания с большими пролетами и шагами опор, образующими помещения большой площади)	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
19.	То же с антисейсмической защитой	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
20.	Железобетонные большепролетные	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
21.	То же с антисейсмической защитой:	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
22.	Железобетонные каркасные зального типа с покрытием в виде железобетонных оболочек и складок	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
23.	То же с антисейсмической защитой:	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
24.	Железобетонные каркасные купольные	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
25.	То же с антисейсмической защитой:	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
26.	Железобетонные зального типа с покрытием в виде висячих конструкций	6.5 ... 7.0	7.0 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5

1	2	3	4	5	6
27.	То же с антисейсмической защитой	7.0 ... 7.5	7.5 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
28.	Железобетонные крупнопанельные с железобетонным и металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью в тоннах:				
	до 50	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
	от 50 до 100	6.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
29.	То же с антисейсмической защитой:				
	до 50	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
	от 50 до 100	6.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
30.	С металлическими стойками и легким покрытием из монопанелей по металлическим структурным или пространственным решетчатым конструкциям со стенами из панелей типа "сендвич" и крановым оборудованием грузоподъемностью до 20 тонн (панель типа " сендвич " - трехслойная панель с обшивками из стальных профилированных листов с расположенным между ними слоем утеплителя из пенополиуретана)	6.5 ...6.5	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.0	> 8.0
31.	То же с антисейсмической защитой	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5

1	2	3	4	5	6
32.	Малоэтажные с металлическим каркасом, покрытием и стенами из листового металла	5.0 ... 6.0	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	> 8.0
33.	То же с антисейсмической защитой	5.0 ... 6.5	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	> 8.5
34.	Малоэтажные с деревянным каркасом и трехслойным клеефанерным каркасом, панелями покрытия и стен	5.0 ... 6.0	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.5	> 8.5
35.	То же с антисейсмической защитой	5.5 ... 6.5	6.5 ... 7.5	7.5 ... 9.0	> 9.0
36.	Здания атомных, тепловых и гидроэлектростанций обычной конструкции	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
37.	То же с антисейсмической защитой	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
	СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА				
	Подвалы зданий и сооружений (неусиленные):				
1.	стены и покрытия из ребристых железобетонных плит	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 12.0	
2.	стены из ребристых плит, покрытие из плоских плит	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 11.0	> 11.0
3.	стены из железобетонных панелей, покрытие из плоских плит	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 11.0	> 11.0

1	2	3	4	5	6
4.	стены из фундаментных блоков, покрытие из ребристых плит	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 10.5	> 10.5
5.	стены из фундаментных блоков, покрытие из плоских плит	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 10.0	> 10.0
6.	Автомобильные гаражи железобетонные одноэтажные	8.5 ... 9.5	9.5 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
7.	Автомобильные гаражи железобетонные многоэтажные	7.5 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 12.0	
8.	Пешеходные тоннели с применением уголковых стеновых элементов	8.5 ... 9.5	9.5 ... 10.5	10.5 ... 11.0	> 11.0
9.	Пешеходные тоннели из объемных элементов	9.0 ...10.0	10.0 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
10.	Автотранспортные тоннели прямоугольного типа	9.0 ...10.5	10.5 ... 11.5	11.5 ... 12.0	
	ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ				
	Отдельностоящие убежища с классом защиты:				
1.	I	12.0			
2.	II	12.0			
3.	III	12.0			
4.	IV	9.0 ...11.0	11.0 ... 12.0		
5.	V	9.0 ...10.0	10.0 ... 11.0	11.0 ... 12.0	

1	2		4	5	6
	Встроенные убежища классом защиты:				
6.	I	11.0...12.0			
7.	II	11.0...12.0			
8.	III	10.0 ...11.0	11.0 ... 12.0		
9.	IV	8.5 ...10.5	10.5 ... 11.5	> 11.5	
10.	V	9.0 ...10.5	10.5 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
	Быстровозводимые убежища, выполненные из:				
11.	безнапорных железобетонных труб диаметром 2.0 м	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	9.5 ... 12.0	
12.	тоже диаметром 1.5 м	8.5 ... 9.5	9.5 ... 10.5	10.5 ... 12.0	
13	объемных секций коллекторов с применением железобетонных труб	9.0 ...10.0	10.0 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
14.	объемных секций магистральных коллекторов	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 12.0	
15.	блоков сухих коллекторов	8.5 ... 9.5	9.5 ... 11.5	> 11.5	
	Противорадиационные укрытия, выполненные из:				
16.	железобетонных конструкций	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	9.5 ... 10.5	> 10.5
17.	непроходных каналов теплотрасс	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 11.0
18.	встроенные противорадиационные укрытия	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
19.	простейшие противорадиационные укрытия	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 11.0	> 11.0

1	2	3	4	5	6
	КОММУНАЛЬНО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ				
1.	Подземные стальные трубопроводы на сварке диаметром 350 мм	10.0...11.0	11.0 ... 12.0		
2.	Тоже, диаметром свыше 350 мм	9.0 ...10.0	10.0 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
3.	Подземные чугунные керамические трубопроводы, соединенные при помощи раструбов и асбоцементные на муфтах	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 12.0	
4.	Трубопроводы на металлических или железобетонных эстакадах	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
5.	Подземные сети (водопровод, канализация, теплотрасса) в каналах	9.0 ...11.0	11.0 ... 12.0		
6.	Трубопроводы, проложенные по земле (настилам, низким опорам и т.д.)	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9 .0
7.	Обсадочные трубы скважин	9.0 ...10.0	10.0 ... 12.0		
8.	Смотровые колодцы и задвижка на коммунально-энергетических сетях	9.0 ...10.5	10.5 ... 12.0		
9.	Непроходные каналы теплотрасс	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
10.	Коллектор из объемных блоков	9.0 ...10.0	10.0 ... 11.0	11.0 ... 12.0	
11.	Водопроводные башни	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0

1	2	3	4	5	6
12.	Тепловые камеры	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	10.0 ... 12.0	
13.	Наземные насосные станции	6.5 ... 7.0	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	> 8.5
14.	Заглубленные насосные станции	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	9.0 ... 10.0	> 10.0
15.	Наземные металлические резервуары и емкости (газгольдеры)	7.0 ... 7.5	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.5	
16.	Подземные металлические и железобетонные резервуары	7.5 ... 8.5	8.5 ... 9.0	9.0 ... 10.0	
17.	Подземные кабельные линии	10.0 ...12.0			
18.	Подземные кабельные линии, проложенные в железобетонных каналах или трубах	11.0 ...12.0			
19.	Воздушные ЛЭП высокого напряжения	7.0 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.0	> 9.0
20.	Тоже низкого напряжения на деревянных опорах	6.5 ... 7.5	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	> 8.5
21.	Силовые линии электрофицированных железных дорог	7.5 ... 8.0	8.0 ... 8.5	8.5 ... 9.5	> 9.5
22.	Антенные устройства	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0

1	2	3	4	5	6
23.	Галереи энергетических коммуникаций на металлических или железобетонных эстакадах	6.0 ... 7.0	7.0 ... 8.0	8.0 ... 9.0	> 9.0
24.	Водо-, газо-, электро- и канализационные сети и арматура к ним, проложенные и установленные внутри зданий и сооружений	Степени разрушения определяются с учетом степени разрушения зданий и сооружений			

9 Приложение 2. Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений.

Степень разрушения зданий и сооружений			
Слабая	**Средняя**	**Сильная**	**Полная**
1	2	3	4
1. Жилые и общественные здания			
Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких пристроек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт.	Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраниться часть ограждающих конструкций стен, однако, при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено.	Разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно.	Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Восстановление здания невозможно.

1	2	3	4
2. Сооружения подземного пространства городов и защитные сооружения			
Незначительные деформации основных конструктивных элементов. В растянутой зоне бетона появляются трещины, которые не нарушают герметичности сооружений. Незначительные сдвиги и трещины в соединениях конструктивных элементов. Возможно частичное разрушение выходов и образование в них завалов.	Деформация и смещение стен, покрытий, рам, дверей, разрушение примыкающего к сооружению участка входа. Разрушению подвержены менее 50% несущих конструкций. Начало разрушений сжатой зоны бетона, в элементах появление трещин, которые могут нарушать герметичность. Для восстановления сооружений требуется капитальный ремонт.	Значительные деформации основных конструктивных элементов, разрушение защитных дверей и внутреннего оборудования, завал входов грунтом. Входы и воздухозаборные устройства, как правило, разрушаются. В конструкциях образуются сквозные трещины с частичным проникновением через них грунта в сооружение, конструкции теряют первоначальную несущую способность, но не обрушиваются. Разрушениям подвержены 50% несущих конструкций, обрушения отдельных несущих конструкций. Восстановление сооружений невозможно.	Обрушение перекрытий, стен, разрушение входов, защитных дверей и элементов внутреннего оборудования. Большинство или все несущие конструкции полностью утрачивают свою несущую способность. Восстановление невозможно.

1	2	3	4
3. Коммунально - энергетические сети			
Частичное повреждение стыков труб, оборудования контрольно-измерительных приборов. Незначительная деформация опор линий электропередач. Частичное повреждение верхней части смотровых колодцев, незначительные повреждения запорной арматуры. Небольшие вмятины на оболочках газгольдеров, резервуаров и емкостей. При восстановлении меняются поврежденные элементы.	Разрыв и деформация труб в отдельных местах, повреждение стыков, фильтров, отстойников и др. оборудования, выход из строя контрольно-измерительных приборов. Деформация и разрушение отдельных опор линий электропередач, схлестывание и обрыв проводов. Смещение на опорах, деформация оболочек резервуаров и подводящих трубопроводов. Появление трещин и пробоин в смотровых колодцах. При восстановлении выполняется капитальный ремонт с заменой поврежденных элементов.	Разрушение и деформация большей части труб, кабелей; сдвиг трубопроводов в поперечном направлении, повреждение отстойников, насосного и др. оборудования. Деформация и падение линий электропередач, обрыв проводов. Срыв с опор, опрокидывание и деформация оболочек резервуаров и емкостей. Обрыв подводящих трубопроводов и запорной арматуры. Восстановление невозможно.	Разрушения и разрывы на значительных участках трубопроводов, кабельных линий и воздушных ЛЭП. Возможно затопление местности в результате прорыва трубопроводов, а также загазованность отдельных участков территории жилых кварталов и промышленных объектов.

10 Приложение 3. Форма представления результатов оценки последствий землетрясения.

Форма N1

населенный пункт (город, объект)

N участка населенного пункта (объекта, квартала, города)	Конструктивное решение и назначение здания и сооружения	Этажность	Количество зданий или сооружений	Количество зданий и сооружений в зонах с балльностью:							
				5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	* - " Ж "	...	...	...	...	...	...	—	—	—	—
	* - " О "	...	...	...	...	—	—	—	—	—	—
	* - " П "	...	...	...	...	—	—	—	—	—	—
	* - "СППГ"	...	...	...	—	—	—	—	—	—	—
	* - " ЗС "	...	...	...	—	—	—	—	—	—	—
	* - " КЭС"	...	...	—	—	—	—	—	—	—	—

Форма N2

_____

населенный пункт (город, объект)

N участка населенного пункта (объекта, квартала, города)	Конструктивное решение и назначение здания и сооружения	Этажность	Количество зданий или сооружений	Количество зданий и сооружений, получивших разрушения:			
				Слабой степени	Средней степени	Сильной степени	Полной степени
1	2	3	4	5	6	7	8
	* - " Ж " * - " О " * - " П " * - "СППГ" * - " ЗС " * - " КЭС"	... ...	... ...	... ... —	... — — — — —	— — — — — —	— — — — — —

Примечание: 1. " - конструктивное решение здания и сооружения (Приложение 1) 2. "Ж", "О", "П","СППГ", "ЗС", "КЭС" - назначение здания или сооружения (жилое, общественное, промышленное, сооружение подземного пространства городов, защитные сооружения, коммунально-энергетические сети). 3. Для коммунально-энергетических сетей указывается протяженность (колонка N4)

11 Список рекомендуемой литературы.

1. Уроки и выводы ликвидации последствий разрушительных землетрясений для Гражданской обороны СССР. - М.: ШГО СССР, 1989, 146 с.

2. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. - М.: Стройиздат, 1978, 310с.

3. Курмаев А.М. Сейсмостойкие конструкции зданий. Справочник. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989, 453 с.

4. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. - М.: Атомиздат, 1979. 287 с.

5. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. (Под ред. Назарова А.Г., Шебалина Н.В.) - М.: Наука, 1975, 279 с.

6. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического происхождения. Ч. 1, 2, 1990.

Список таблиц

1 Величина приращений ΔI и ΔI_t 5
2 Строение земного шара 12
3 Скорость распространения поверхностных сейсмических волн 11

gost.e-ecolog.ru