

## Расчет показателей риска при ЧС природного характера

### Пример решения

#### Условие задачи:

Город имеет четыре района и располагается в сейсмоопасной зоне  $8_2$  согласно карте общего сейсмического районирования территории России (ОСР-97).

I. Район застроен 100 глинобитными одноэтажными зданиями с численностью жителей в каждом - 6 человек.

II. Район застроен 50 кирпичными трехэтажными домами с численностью жителей в каждом - 98 человек.

III. Район застроен 30 девяти этажными панельными домами с численностью жителей в каждом - 432 человека.

IV Район застроен 460 сейсмоустойчивыми зданиями типа «С<sub>9</sub>», не нуждающимися в увеличении сейсмоустойчивости.

Расчитать показатели индивидуального и социального риска для жителей города населением 410280 человек, а также выполнить выбор целесообразного инженерно-технических мероприятий повышения сейсмоустойчивости, при условии, что на перевод одного здания на один тип выше затрачивается 100 тыс. руб.

#### Решение:

1. **Определение вероятности** формирования источника ЧС природного характера:

$$P_{\text{ИЧС}} = \frac{1}{t}$$

где  $t$  - повторяемость землетрясений возможной интенсивности (раз в **500, 1000 и 10000** лет).

Вероятность наступления события - землетрясения интенсивностью 8 баллов в год, исходя из заданной сейсмоопасной зоны  $8_2$ :

$$P_{\text{ИЧС}} = \frac{1}{1000} = 0,001$$

2. **Определение количество пораженного населения** для каждой из трех групп застройки домов города:

$$N_{\text{ПОР}} = \sum N_{\text{ЗД}} \cdot C_{ij} \cdot N_{\text{ЖИТ}} \cdot P_{\text{ПОР}}$$

где  $N_{зд}$  - количество зданий в группе;

$C_{ij}$  - вероятности повреждения различных типов зданий (табл. 1. прил. 3.);

$N_{ЖИТ}$  - количество жителей в здании. чел;

$P_{ПОР}$  - вероятность гибели населения при различных степенях повреждения зданий определяем (табл. 2 прил. 3).

### ***Расчёт количества пораженного населения:***

**Первая группа** (население, проживающее в 100 глинобитных одноэтажных зданиях по 6 человек в каждом):

$$N_{ПОР1} = 100 \cdot 0,02 \cdot 6 \cdot 0,13 + 100 \cdot 0,14 \cdot 6 \cdot 0,3 + 100 \cdot 0,34 \cdot 6 \cdot 0,6 + 100 \cdot 0,5 \cdot 6 \cdot 1 = 1,56 + 25,2 + 122,4 + 300 = 449 \text{ чел.}$$

**Вторая группа** (население, проживающее в 50 кирпичных трехэтажных домах по 98 человек в каждом):

$$N_{ПОР2} = 50 \cdot 0,01 \cdot 98 \cdot 0 + 50 \cdot 0,15 \cdot 98 \cdot 0,13 + 50 \cdot 0,34 \cdot 98 \cdot 0,3 + 50 \cdot 0,34 \cdot 98 \cdot 0,6 + 50 \cdot 0,16 \cdot 98 \cdot 1 = 0 + 95,5 + 500 + 1000 + 784 = 2380 \text{ чел.}$$

**Третья группа** (население проживающее в 30 панельных девяти этажных домах по 432 человека в каждом):

$$N_{ПОР3} = 30 \cdot 0,13 \cdot 432 \cdot 0 + 30 \cdot 0,37 \cdot 432 \cdot 0,13 + 30 \cdot 0,34 \cdot 432 \cdot 0,3 + 30 \cdot 0,13 \cdot 432 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0,03 \cdot 432 \cdot 1 = 0 + 623 + 1322 + 1011 + 389 = 3345 \text{ чел.}$$

**3. Определение показателя социального риска  $R_S$**  для населения города, проживающих в трех районах с несейсмоустойчивыми зданиями:

$$R_S = P_{ИЧС} (N_{ПОР1} + N_{ПОР2} + N_{ПОР3}) = 0,001 \cdot (449 + 2380 + 3345) = 0,001 \cdot 6174 = 6,174 \text{ чел/год.}$$

**4. Определение показателя индивидуального риска при землетрясении для жителя города:**

$$R_{EI} = \frac{R_S}{N_{ГОР}} \cdot \frac{6,174}{410280} \approx 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ чел/год}$$

### ***5. Оценка полученного значения показателя риска согласно таблице:***

Качественные значения риска	Количественные значения критерия индивидуального риска чел/год	Вид применяемых мер администрацией территории
-----------------------------	--	---

Приемлемый риск	$R_{ei} < 10^{-5}$	Нет необходимости в мероприятиях по уменьшению риска.
Пренебрежимый риск	$10^{-5} < R_{ei} < 10^{-3}$	Зона жесткого контроля, необходима оценка целесообразности мер по уменьшению риска
Неприемлемый риск	$R_{ei} > 10^{-3}$	Необходимы неотложные меры

**Вывод:** показатель индивидуального риска  $R'_{EI}=1,5 \cdot 10^{-5} > 1,0 \cdot 10^{-5}$ , это зона пренебрежимого индивидуального риска для жителей города. Необходима оценка целесообразности мер по снижению риска при проведении ИТМ.

### Инженерно-техническое мероприятие № 1

Рассмотрим изменение показателя индивидуального риска при усилении с точки зрения сейсмоустойчивости зданий II группы и переводением их тем самым с типа «Б» в тип «В». В результате выполнения этого ИТМ, определим изменение количества пораженных жителей в зданиях II группы:

$$N'_{ПОР2} = 50 \cdot 0,13 \cdot 98 \cdot 0 + 50 \cdot 0,37 \cdot 98 \cdot 0,13 + 50 \cdot 0,34 \cdot 98 \cdot 0,3 + 50 \cdot 0,13 \cdot 98 \cdot 0,6 + 50 \cdot 0,03 \cdot 98 \cdot 1 = 0 + 236 + 500 + 382 + 147 = 1265 \text{ чел.}$$

Тогда показатель социального риска для населения города:

$$R'_S = P_{\text{ичс}} \cdot (N_{ПОР1} + N_{ПОР2} + N_{ПОР3}) = 0,001 \cdot (449 + 1265 + 3345) = 0,001 \cdot 5059 = 5,059 \text{ чел/год.}$$

Определим показатель индивидуального риска

$$R'_{EI} = \frac{R_S}{N_{\text{ГОР}}} \cdot \frac{5,059}{410280} = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ чел/год}$$

Эффективность ИТМ № 1:

$$W = \frac{C}{\Delta R_{ei}} = \frac{C}{R_{ei} - R'_{ei}} = \frac{100 \cdot 50}{0,0000015 - 0,00000123} = \frac{5000}{0,0000027} \approx 1,8 \cdot 10^9 \text{ тыс. } \frac{\text{руб}}{\text{ед}} \cdot R_{ei}$$

### Вывод по целесообразности ИТМ № 1:

Показатель индивидуального риска после выполнения ИТМ № 1 снизился незначительно, по-прежнему относится к зоне пренебрежимого риска, выполнение мероприятия нецелесообразно.

### Инженерно-технические мероприятия № 2

Рассмотрим изменение показателя индивидуального риска при усилении с точки зрения сейсмоустойчивости зданий третьей группы и переводом их с типа «В» в тип

«С<sub>9</sub>».

Определение количество пораженных в них:

$$N'_{\text{ПОР3}} = 30 \cdot 0,4 \cdot 432 \cdot 0 + 30 \cdot 0,34 \cdot 432 \cdot 0,13 + 30 \cdot 0,13 \cdot 432 \cdot 0,3 + 30 \cdot 0,03 \cdot 432 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0 \cdot 432 \cdot 1 = 573 + 505 + 233 = 1311 \text{ чел.}$$

Тогда показатель социального риска для населения города:

$$R'_S = P_{\text{ичс}} \cdot (N_{\text{ПОР1}} + N_{\text{ПОР2}} + N_{\text{ПОР3}}) = 0,001 \cdot (449 + 2380 + 1311) = 0,001 \cdot 4140 = 4,14 \text{ чел/год.}$$

Показатель индивидуального риска

$$R'_{EI} = \frac{R_S}{N_{\text{ГОР}}} \cdot \frac{4,14}{410280} = 1,009 \cdot 10^{-5} \text{ чел/год}$$

Показатель индивидуального риска после выполнения ИТМ № 2 снизился до приемлемого риска. Это показывает, что ИТМ № 2 целесообразно с точки зрения снижения индивидуального риска для жителя города.

Оценка эффективность ИТМ № 2:

$$W = \frac{C}{\Delta R_{ei}} = \frac{C}{R_{ei} - R'_{ei}} = \frac{100 \cdot 30}{0,000015 - 0,00001} = \frac{3000}{0,000005} \approx 600 \text{ млн.} \frac{\text{руб}}{\text{ед}} \cdot R_{ei}$$

**Вывод:** *Выполнение ИТМ № 2 приводит к снижению индивидуального риска до приемлемого, поэтому его проведение является целесообразным. Также выполнение ИТМ №2 связано с меньшими экономическими затратами, поэтому по сравнению с ИТМ №1 оно является более эффективным.*

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

## КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ

При проведении расчетов по определению последствий землетрясения целесообразно пользоваться классификацией зданий, приведенной в сейсмической шкале ММСК–86.

В соответствии с этой шкалой здания разделяются на две группы: здания и типовые сооружения без антисейсмических мероприятий; здания и типовые сооружения с антисейсмическими мероприятиями.

Здания и типовые сооружения без антисейсмических мероприятий разделяются на типы:

**A1 - Местные здания.** Здания со стенами из местных строительных материалов: глинобитные без каркаса; саманные или из сырцового кирпича без фундамента; выполненные из окатанного или рваного камня на глиняном растворе и без регулярной (из кирпича или камня правильной формы) кладки в углах и т.п.

**A2 - Местные здания.** Здания из самана или сырцового кирпича, с каменными, кирпичными или бетонными фундаментами; выполненные из рваного камня на известковом, цементном или сложном растворе с регулярной кладкой в углах; выполненные из пластового камня на известковом, цементном или сложном растворе; выполненные из кладки типа «мидис»; здания с деревянным каркасом с заполнением самана или глины, с тяжелыми земляными или глиняными крышами; сплошные массивные ограды из самана или сырцового кирпича и т. п.

**Б - Местные здания.** Здания с деревянными каркасами с заполнителями из самана или глины и легкими перекрытиями.

**Б1 - Типовые здания.** Здания из жженого кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе; деревянные щитовые дома.

**Б2 - Сооружения** из жженого кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе; сплошные ограды и стенки, трансформаторные киоски, силосные и водонапорные башни.

**В - Местные здания.** Деревянные дома, рубленные в «лапу» или в «обло».

**В1 - Типовые здания.** Железобетонные, каркасные крупнопанельные и

армированные крупноблочные дома.

**В2 - Сооружения.** Железобетонные сооружения: силосные и водонапорные башни, маяки, подпорные стенки, бассейны и т.п.

Здания и типовые сооружения с антисейсмическими мероприятиями разделяются на типы:

**С7 - Типовые здания и сооружения** всех видов (кирпичные, блочные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7 баллов.

**С8 - Типовые здания и сооружения** всех видов с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 8 баллов.

**С9 - Типовые здания и сооружения** всех видов с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 9 баллов.

При сочетании в одном здании двух или трех типов здание в целом следует относить к слабейшему из них.

## Приложение 2

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ

При землетрясениях принято рассматривать пять степеней разрушения зданий. В международной модифицированной сейсмической шкале ММСК-86 предлагается следующая классификация степеней повреждения:

***d=1*** – **слабые повреждения**. Слабые повреждения материала и неконструктивных элементов здания: тонкие трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; тонкие трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса, между панелями, в разделке печей и дверных коробок; тонкие трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов отсутствуют. Для ликвидации повреждений достаточно текущего ремонта зданий;

***d=2*** – **умеренные повреждения**. Значительные повреждения материала и неконструктивных элементов здания, падение пластов штукатурки, сквозные трещины в перегородках, глубокие трещины в карнизах и фронтонах, выпадение кирпичей из дымовых труб, падение отдельных черепиц. Слабые повреждения несущих конструкций: тонкие трещины в несущих стенах, незначительные деформации и небольшие отколы бетона или раствора в узлах каркаса и в стыках панелей. Для ликвидации повреждений необходим капитальный ремонт зданий;

***d=3*** – **тяжелые повреждения**. Разрушения неконструктивных элементов здания: обвалы частей перегородок, карнизов фронтонов, дымовых труб. Значительные повреждения несущих конструкций: сквозные трещины в несущих стенах, значительные деформации каркаса, заметные сдвиги панелей, выкрашивание бетона в узлах каркаса. Возможен восстановительный ремонт здания;

***d=4*** – **частичные разрушения** несущих конструкций: проломы и вывалы в несущих стенах; развалы стыков и узлов каркаса; нарушение связей между частями здания; обрушение отдельных панелей перекрытия;

обрушение крупных частей здания. Здание подлежит сносу;

***d=5*** – **обвалы**. Обрушение несущих стен и перекрытия, полное обрушение здания с потерей его формы.

Характер разрушения зданий в значительной степени зависит от конструктивной схемы этих зданий.

Приложение 3

**Справочные данные по расчету показателей риска при ЧС  
техногенного характера**

Таблица 1

**Вероятности  $C_{ij}$  повреждения различных типов зданий**

Типы зданий	Степень разрушения	Вероятности разрушения зданий при интенсивности разрушения в баллах						
		6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	1	0,36	0,13	0	0	0	0	0
	2	0,12	0,37	0,02	0	0	0	0
	3	0,02	0,34	0,14	0	0	0	0
	4	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	5	0	0,13	0,50	0,98	1	1	1
Б	1	0,09	0,4	0,01	0	0	0	0
	2	0,01	0,34	0,15	0	0	0	0
	3	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	4	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	5	0	0	0,16	0,84	1	1	1
В	1	0,01	0,36	0,13	0	0	0	0
	2	0	0,11	0,37	0,02	0	0	0
	3	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	4	0	0	0,13	0,34	0,03	0	0
	5	0	0	0,03	0,50	0,97	1	1
С8	1	0	0,01	0,36	0,13	0	0	0
	2	0	0	0,1	0,37	0,02	0	0
	3	0	0	0,02	0,34	0,14	0	0
	4	0	0	0	0,13	0,34	0,02	0
	5	0	0	0	0,03	0,50	0,98	1
С9	1	0	0	0,09	0,4	0	0	0
	2	0	0	0,01	0,34	0	0	0
	3	0	0	0	0,13	0	0	0
	4	0	0	0	0,03	0	0	0
	5	0	0	0	0	1	1	1

*Примечание:* степень разрушения 1- слабые разрушения; 2- умеренные повреждения; 3 – тяжелые повреждения; 4 – частичные разрушения; 5 – обвалы.

Таблица 2

**Вероятности  $C_i$  о потерь людей при различных типах повреждений зданий**

Типы повреждений зданий	Вероятность поражения людей
Слабые	0
Умеренные	0,13
Тяжелые	0,3
Частичные разрушения	0,6
Обвалы	1.0

### Исходные данные на курсовую работу (для первой группы в нумерации потока)

№ п/п	Вид землет.	Здания типа А						Здания типа Б						Здания типа В						Стоимость ИТМ 1	Стоимость ИТМ 2
		Nзд	Nжит	Nзд	Sзд	Ф	d	Nзд	Nжит	Nзд	Sзд	Ф	d	Nзд	Nжит	Nзд	Sзд	Ф	d		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
2.	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
3.	9 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
4.	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
5.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
6.	8 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
7.	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
8.	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
9.	8 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
10.	8 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
11.	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
12.	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
13.	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
14.	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
15.	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
16.	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
17.	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
18.	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
19.	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
20.	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
21.	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
22.	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
23.	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
24.	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
25.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа В; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>8</sub>

В сейсмоустойчивых зданиях четвертой группы города проживают 350620 человек

**Исходны данные на курсовую работу (для второй группы в нумерации потока)**

№ п/п	Вид земл. ет.	Район I здания типа А						Район II здания типа Б						Район III здания типа В						Стоимость ИТМ 1 усл. ед.	Стоимость ИТМ 2 усл. ед.
		N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d		
1	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
2	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
3	9 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
4	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
5	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
6	8 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
7	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
8	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
9	8 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
10	8 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
11	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
12	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
13	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
14	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
15	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
16	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
17	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
18	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
19	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
20	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
21	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
22	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
23	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
24	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
25	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
26	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
27	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа В; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>9</sub>

В сейсмостойчивых зданиях четвёртой группы города проживают 374560 человек

**Исходные данные на курсовую работу (для третьей группы в нумерации потока)**

№ варианта	Интенсивность землет.	Район I здания типа А						Район II здания типа Б						Район III здания типа В						Стоимость ИТМ 1 усл. ед.	Стоимость ИТМ 2 усл. ед.
		N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d		
1.	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
2.	8 <sub>2</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
3.	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
4.	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
5.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
6.	8 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
7.	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
8.	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
9.	8 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
10.	8 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
11.	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
12.	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
13.	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
14.	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
15.	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
16.	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
17.	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
18.	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
19.	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
20.	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
21.	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
22.	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
23.	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
24.	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
25.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
26.	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
27.	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа С<sub>8</sub>; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>9</sub>

В сейсмостойчивых зданиях четвертой группы города проживают 244160 человек

**Исходные данные на курсовую работу (для четвертой группы в нумерации потока)**

№ п/п	Интенсивн. землет	здания типа А						здания типа Б						здания типа В						Стоимость ИТМ 1	Стоимость ИТМ 2
		Нзд	Нжит	Нзд	Сзд	Ф	d	Нзд	Нжит	Нзд	Сзд	Ф	d	Нзд	Нжит	Нзд	Сзд	Ф	d		
1.	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
2.	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
3.	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
4.	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
5.	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
6.	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
7.	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
8.	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
9.	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
10.	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
11.	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
12.	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
13.	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
14.	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
15.	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
16.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
17.	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
18.	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
19.	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
20.	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
21.	8 <sub>2</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
22.	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
23.	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
24.	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
25.	8 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа С<sub>8</sub>; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>9</sub>

В сейсмостойчивых зданиях четвертой группы города проживают 146860 человек

**Исходны данные на курсовую работу (для пятой группы в нумерации потока)**

№ варианта,	Интенсивность земель	Район I здания типа А						Район II здания типа Б						Район III здания типа В						Стоимость ИТМ 1 усл. ед.	Стоимость ИТМ 2 усл. ед.
		N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d	N <sub>зд</sub>	N <sub>жит</sub>	H <sub>зд</sub>	S <sub>зд</sub>	Ф	d		
1	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
2	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
3	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
4	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
5	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
6	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
7	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
8	8 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
9	8 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	90	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
10	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
11	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
12	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
13	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
14	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
15	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
16	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
17	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
18	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
19	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
20	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
21	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
22	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
23	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
24	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
25	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
26	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
27	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа В; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>8</sub>

В сейсмостойчивых зданиях четвертой группы города проживают 198160 человек

**Исходные данные на курсовую работу (для шестой группы в нумерации потока)**

№ варианта	Интенсивн землет	Район I здания типа А						Район II здания типа Б						Район III здания типа В						Стоимость ИТМ 1 усл. ед.	Стоимость ИТМ 2 усл. ед.
		Nзд	Nжит	Hзд	Sзд	Ф	d	Nзд	Nжит	Hзд	Sзд	Ф	d	Nзд	Nжит	Hзд	Sзд	Ф	d		
1	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
2	8 <sub>2</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
3	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
4	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
5	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
6	8 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
7	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
8	9 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
9	8 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
10	8 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
11	9 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
12	9 <sub>2</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
13	8 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
14	8 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
15	9 <sub>1</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
16	9 <sub>2</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
17	8 <sub>1</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
18	8 <sub>2</sub>	55	9	6	60	100	0,1	115	45	12	500	60	0,1	250	450	27	1150	50	0,1	250 000	700 000
19	9 <sub>1</sub>	53	15	7	50	100	0,1	95	50	15	550	60	0,1	240	570	30	1200	50	0,1	350 000	700 000
20	9 <sub>2</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	150	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
21	8 <sub>1</sub>	50	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
22	8 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
23	9 <sub>1</sub>	70	10	5	60	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
24	9 <sub>2</sub>	60	15	5,5	70	100	0,1	90	25	9,5	400	60	0,1	225	550	30	1150	50	0,1	200 000	700 000
25	8 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	40	10	500	60	0,1	100	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000
26	8 <sub>2</sub>	50	10	5	80	100	0,1	100	30	9	450	60	0,1	200	500	27	1000	50	0,1	100 000	500 000
27	9 <sub>1</sub>	45	12	6	65	100	0,1	110	35	10	500	60	0,1	130	600	39	1300	50	0,1	300 000	800 000

Номер задания выбирается согласно слушателя в списке группы

ИТМ 1 – перевод зданий типа Б в здания типа В; ИТМ 2 – перевод зданий типа В в здания типа С<sub>8</sub>

В сейсмостойчивых зданиях четвертой группы города проживают 350620 человек

### Характеристика степеней разрушения зданий

Степени разрушения	Характеристика разрушения
Слабые	Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт.
Средние	Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций (стен), однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено.
Сильные	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. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно.
Полные	Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит.