

**ШКАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ MSK-64 (К)**

СН РК 2.03-28-2004

**Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные положения.
2. Оценка интенсивности землетрясений на основании данных о состоянии зданий, перенесших сейсмические воздействия.
3. Оценка интенсивности землетрясений на основании реакции людей, их окружения и природных явлений (по MSK-64) .
4. Оценка интенсивности в баллах по магнитуде землетрясений и расстоянию до очага (по MMSK-84) .
5. Оценка интенсивности землетрясений на основании инструментальных данных .

**ШКАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
MSK-64 (К)**

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая шкала предназначена для оценки интенсивности проявления землетрясений на обследуемых территориях в пределах от 3 до 10 баллов включительно.

Шкалой следует руководствоваться при оценке интенсивности и изучении последствий имевших место землетрясений. Положения шкалы должны учитываться при составлении карт общего и детального сейсмического районирования, микрорайонирования, а также при составлении нормативных документов по проектированию и строительству зданий и сооружений в сейсмических районах.

1.2. Оценка интенсивности имевших место землетрясений осуществляется путем комплексного анализа:

макросейсмических данных о состоянии зданий и сооружений после землетрясений;

данных об остаточных деформациях в грунтах;

данных о воздействии землетрясений на людей и предметы быта;

инструментальных данных о колебаниях поверхности Земли и зданий.

В условиях неполноты информации (например, при отсутствии инструментальных данных) оценку имевших место землетрясений следует осуществлять по имеющимся источникам.

**2. ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ
ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ЗДАНИЙ, ПЕРЕНЕСШИХ
СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

2.1. Определение интенсивности землетрясений в баллах на основании визуального изучения состояний зданий, перенесших сейсмические воздействия, следует выполнять с использованием данных в подразделе 2.5.

Обследуемые здания должны быть классифицированы по следующим признакам:

по типам, в зависимости от их способности сопротивляться сейсмическим воздействиям;

по степеням, в зависимости от повреждений их конструкций после сейсмических воздействий.

2.2. Классификация типов зданий

2.2.1. Типы зданий, возведенных без антисейсмических мероприятий

Тип А. Здания со стенами из рваного камня, кирпича-сырца и малопрочных тяжелых материалов (из самана, с кладкой из природного камня, выполненной на малопрочных растворах из глины, и им подобные).

Тип Б. Здания со стенами из кирпичной кладки, тесаного камня и бетонных блоков (в том числе из легких бетонов). Здания смешанных конструктивных схем с внутренним (не полным) каркасом и наружными несущими стенами из кирпича, мелких или средних блоков. Здания с деревянным каркасом и заполнением из грунтовых материалов (глина, саман).

Тип В. Здания: каркасные, крупнопанельные, объемно-блочные и со стенами из монолитного железобетона. Деревянные здания: каркасные с диагональными связями и легким заполнением, сборные щитовые (с соединениями на болтах, скобах и металлических накладках), деревянные рубленые.

2.2.2. Здания, возведенные с антисейсмическими мероприятиями

Тип Бс. Здания типа Б с антисейсмическими мероприятиями.

Тип Вс. Здания типа В с антисейсмическими мероприятиями.

Примечание. В зданиях типов Бс и Вс антисейсмические мероприятия при проектировании разрабатываются для площадок с сейсмичностью 7, 8, 9 и 10 баллов. В данных подраздела 3.5 информация о степенях повреждений этих типов зданий приводится для случаев, когда уровень их антисейсмического усиления соответствует интенсивности проявления землетрясения. В тех случаях, когда интенсивность проявления землетрясения на площадке превышает разработанный в проекте уровень антисейсмического усиления здания на один балл, степени повреждений этих зданий необходимо принимать, как правило, на одну степень выше.

2.3. Классификация повреждений зданий по степеням

0 степень - отсутствие видимых повреждений.

1 степень - незначительные повреждения. Тонкие (малозаметные) трещины в **отдельных** конструктивных элементах или соединениях между ними. Тонкие (малозаметные) трещины в **отдельных** самонесущих и несущих элементах (перегородках, заполнении каркасов, в самонесущих стенах, навесных панелях и т.п.), соединениях между ними и с конструктивными элементами; трещины во фронтонах, парапетах и дымовых трубах, выполненных без антисейсмического усиления; осыпание штукатурки на отдельных участках стен и потолков.

2 степень - умеренные повреждения. Небольшие (хорошо заметные) трещины в **отдельных** конструктивных элементах и соединениях между ними. Небольшие (хорошо заметные) трещины во **многих** несущих и самонесущих элементах и их соединениях между собой и с конструктивными элементами; сквозные трещины в **отдельных** несущих и самонесущих элементах; частичное обрушение отдельных фронтонов, парапетов и **большинства** дымовых труб, выполненных без антисейсмического усиления.

3 степень - значительные повреждения. Хорошо видимые сквозные трещины в **довольно многих** конструктивных элементах и соединениях между ними; разрушения **отдельных** конструктивных элементов и связей между ними. Возможно частичное или полное обрушение **отдельных** несущих и самонесущих элементов; в

пределах некоторых этажей возможно обрушение **многих** несущих и самонесущих элементов; обрушение **большинства** фронтонов, парапетов и дымовых труб, выполненных без антисейсмического усиления.

4 степень - тяжелые повреждения. Разрушение в здании **большинства** конструктивных элементов и связей между ними; обрушения довольно **многих** элементов или участков стен; обрушения отдельных частей зданий. Обрушения и значительные повреждения **многих** несущих и самонесущих элементов; в пределах отдельных этажей возможны обрушения **большинства** несущих элементов (например, перегородок).

5 степень - катастрофические повреждения. Полное обрушение зданий.

Примечание. В зданиях каркасных и каркасных с диафрагмами или ядрами жесткости степени повреждений после сейсмических воздействий устанавливаются для конструктивной системы здания в целом и для его второстепенных элементов (несущих и самонесущих конструкций) независимо.

2.4. Количественные характеристики, принятые при описании степеней повреждения зданий, реакции людей, их окружения и природных явлений
отдельные - до 5% от общего количества обследованных объектов (зданий, их конструктивных элементов, людей и предметов);
довольно многие - примерно 15% от общего количества;
многие - примерно 40% от общего количества;
большинство - примерно 60% от общего количества;
абсолютное большинство - примерно 90% от общего количества.

2.5. Оценка интенсивности на основании состояния зданий после землетрясения

6 баллов. В **отдельных** зданиях типа А повреждения 2 степени. Во **многих** зданиях типа А и в **отдельных** зданиях типа Б повреждения 1 степени.

7 баллов. Во **многих** зданиях типа А повреждения 3 степени, в **отдельных** - 4 степени. В **довольно многих** зданиях типа Б повреждения 2 степени. В **довольно многих** зданиях типа В повреждения 1 степени. В **довольно многих** зданиях типа Бс повреждения 1 степени, в **отдельных** зданиях типа Вс повреждения 1 степени.

8 баллов. Во **многих** зданиях типа А повреждения 4 степени, в **довольно многих** - 5 степени. В **большинстве** зданий типа Б повреждения 3 степени, в **отдельных** - 4 степени. В **большинстве** зданий типа В повреждения 2 степени, в **отдельных** - 3 степени. Во **многих** зданиях типа Бс повреждения 1 степени, в **довольно многих** зданиях типа Вс повреждения 1 степени.

9 баллов. В **абсолютном большинстве** зданий типа А повреждения 5 степени. В **большинстве** зданий типа Б повреждения 4 степени, в **отдельных** - 5 степени. В **большинстве** зданий типа В повреждения 3 степени, в **отдельных** - 4 степени. В **большинстве** зданий типа Бс повреждения 2 степени и в **довольно многих** - 3 степени, в **большинстве** зданий типа Вс повреждения 1 степени, во **многих** - 2 степени и в **довольно многих** - 3 степени.

10 баллов. В **абсолютном большинстве** зданий типа Б повреждения 5 степени. В **большинстве** зданий типа В повреждения 4 степени, во **многих** - 5 степени. В **большинстве** зданий типа Бс повреждения 3 степени, в **большинстве** зданий типа Вс повреждения 2 степени и в **довольно многих** - 3 степени.

Примечание. Для каждой группы зданий, классифицированной в соответствии с положениями подраздела 2.2, интенсивность проявления землетрясения следует

оценивать независимо. Для обследуемой площадки интенсивность проявления землетрясения следует принимать равной максимальной интенсивности, установленной по крайней мере для одной из групп зданий.

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ РЕАКЦИИ ЛЮДЕЙ, ИХ ОКРУЖЕНИЯ И ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ (ПО MSK-64)

1 балл. Неощутимое землетрясение.

Интенсивность колебаний лежит ниже предела чувствительности людей; сотрясение почвы обнаруживаются и регистрируются только специальными приборами.

2 балла. Едва ощутимое землетрясение.

Колебания ощущаются только **отдельными** людьми, находящимися в покое внутри помещений, особенно на верхних этажах.

3 балла. Слабое землетрясение.

Землетрясение ощущается **довольно многими** людьми, находящимися внутри помещений. Колебания схожи с сотрясением, создаваемым проезжающим легким грузовиком. Внимательные наблюдатели замечают легкое раскачивание висячих предметов, несколько более сильное на верхних этажах.

4 балла. Заметное сотрясение.

Землетрясение ощущается внутри зданий **довольно многими** людьми; под открытым небом (вне помещений) – **отдельными**. **Отдельные** спящие просыпаются, но никто не пугается. Колебания схожи с сотрясением, создаваемым проезжающим тяжело нагруженным грузовиком. Дребезжание окон, дверей, посуды. Скрип полов и стен. Начинается дрожание мебели. Висячие предметы слегка раскачиваются. Жидкость в открытых сосудах слегка колеблется. В стоящих на месте автомашинах толчки заметны.

5 баллов. Пробуждение.

Землетрясение ощущается **большинством** людей внутри помещения, под открытым небом (вне помещений) – **многими**. **Большинство** спящих просыпаются. **Отдельные** лица выбегают из помещений. Животные беспокоятся. Ощущается **большинством** людей сотрясение зданий в целом. Висячие предметы сильно качаются. Картины сдвигаются с места. В редких случаях останавливаются маятниковые часы. Некоторые неустойчивые предметы опрокидываются или сдвигаются. Незапертые двери и окна распахиваются и снова захлопываются. Из наполненных открытых сосудов в небольших количествах выплескивается жидкость. Ощущаемые колебания схожи с колебаниями, создаваемыми падением тяжелых предметов внутри здания.

В некоторых случаях меняется дебит источников воды.

6 баллов. Испуг.

Землетрясение ощущается **абсолютным большинством** людей внутри помещений и **большинством** под открытым небом (вне помещений). Многие люди, находящиеся в зданиях, пугаются и выбегают на улицу. **Отдельные** лица теряют равновесие. Домашние животные выбегают из укрытий. В немногих случаях может разбиться посуда и другие стеклянные изделия, падают книги с полок и из шкафов. Возможно движение тяжелой мебели, может быть слышен звон малых колоколов на колокольнях.

В немногих случаях в увлажненных грунтах возможны трещины шириной до 1 см, в горных районах отдельные случаи оползней. Могут наблюдаться изменения дебита источников и уровня воды в колодцах.

7 баллов. Повреждение зданий.

Большинство людей испуганы и выбегают из помещений. **Многие** люди с трудом удерживаются на ногах. Колебания отмечаются лицами, ведущими автомашины. Звонят большие колокола.

На поверхности водоемов образуются волны, вода становится мутной вследствие поднятия ила. Изменяется уровень воды в колодцах и дебит источников. В немногих случаях возникают новые или пропадают существующие источники воды. Отдельные случаи оползней на песчаных или гравелистых берегах рек.

В отдельных случаях появляются трещины в покрытии дорог и оползни на участках с крутыми склонами, где расположены проезжие части дорог.

Возможны повреждения в стыках трубопроводов и трещины в каменных (кирпичных) оградах.

8 баллов. Сильные повреждения зданий. Испуг и паника.

Абсолютное большинство людей испуганы (возможны панические реакции). Испытывают беспокойство даже лица, ведущие автомашины. Кое-где обламываются ветви деревьев. Сдвигается и иногда опрокидывается тяжелая мебель. Повреждается часть стеклянных плафонов висячих светильников, люстр и ламп.

Памятники и статуи сдвигаются. Надгробные камни опрокидываются. Каменные (кирпичные) ограды разрушаются.

Наблюдаются **отдельные** случаи разрыва в стыках трубопроводов.

Небольшие оползни на крутых откосах выемок и насыпей дорог; трещины в грунтах достигают нескольких сантиметров. Возникают новые водоемы на площадках с высоким уровнем грунтовых вод. Иногда пересохшие колодцы наполняются водой или существующие колодцы иссыкают. В **довольно многих** случаях изменяется дебит источников и уровень воды в колодцах.

9 баллов. Всеобщие повреждения зданий. Всеобщая паника.

Абсолютное большинство людей подвержены панике, мебель повреждается. Животные мечутся и издают звуки.

Памятники и отдельно стоящие колонны опрокидываются. Значительные повреждения берегов искусственных водоемов; разрывы части подземных трубопроводов. В отдельных случаях - искривление железнодорожных рельсов и повреждение проезжих частей дорог.

На равнинах наводнения, часто заметны наносы песка и ила. Трещины в грунтах достигают ширины 10 см, а по склонам и берегам рек - свыше 10 см. Возможно появление большого количества тонких трещин в грунтах. Скалы обваливаются; частые оползни и осыпания грунта в горной местности. На поверхности водоемов наблюдаются большие волны.

10 баллов. Всеобщие разрушения зданий.

Опасные повреждения плотин и дамб, серьезные повреждения мостов. Легкие искривления железнодорожных рельсов. Разрывы или искривления подземных трубопроводов. Дорожные покрытия и асфальт образуют волнообразную поверхность.

Трещины в грунтах шириной несколько дециметров и в некоторых случаях достигают 1 м. Параллельно руслам водных потоков появляются широкие разрывы. Осыпание рыхлых пород с крутых склонов. Возможны большие оползни на берегах рек и крутых морских побережьях. В прибрежных районах перемещаются песчаные и илистые массы; может наблюдаться выплескивание воды в каналах, озерах, реках и т.д. Возникают новые озера.

11 баллов. Катастрофа.

Серьезные повреждения даже сейсмостойких зданий, мостов, плотин и железнодорожных путей; шоссейные дороги приходят в негодность; разрушение подземных трубопроводов.

Значительные деформации почвы в виде широких трещин, разрывов и перемещений в вертикальном и горизонтальном направлениях; многочисленные горные обвалы. Определение интенсивности сотрясений (балльности) требует специального исследования.

12 баллов. Изменения рельефа.

Сильное повреждение или разрушение практически всех надземных и подземных сооружений.

Радикальные изменения земной поверхности. Наблюдаются значительные трещины в грунтах с обширными вертикальными и горизонтальными перемещениями. Горные обвалы и обвалы берегов рек на больших площадях. Возникают озера, образуются водопады, изменяются русла рек.

Определение интенсивности сотрясений (балльности) требует специального исследования.

4. ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ В БАЛЛАХ ПО МАГНИТУДЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И РАССТОЯНИЮ ДО ОЧАГА (ПО MMSK-84)

Оценка интенсивности в баллах по магнитуде землетрясений и расстоянию до очага выполняется по формуле:

$$I_i^{(P)} = 1,5M_{LN} - 4 \lg \sqrt{(h^2 + \Delta_i^2)} + 4,$$

где $I_i^{(P)}$ - расчетная интенсивность в баллах в точке i (при расчетах округляется до 0,5 балла);

M_{LN} - магнитуда по поверхностным волнам (определяется по данным сейсмических станций);

h - глубина очага в км;

Δ_i - расстояние от эпицентра землетрясения до точки i в км.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработанной шкале для оценки интенсивности землетрясений в основном сохранены структура и терминология, принятые в международной шкале сейсмической интенсивности MSK-64.

В отличие от шкалы MSK-64 в разработанную внесены изменения в количественные характеристики, принятые при описании степеней повреждения зданий, реакции людей, их окружения и природных явлений. В классификацию типов зданий введены два новых типа зданий с антисейсмическими мероприятиями. В определенной мере введение в стандарт группы зданий с антисейсмическими мероприятиями является компромиссом. По мере накопления информации эта часть стандарта будет совершенствоваться.

Оценка интенсивности землетрясений на основании реакции людей, их окружения и природных явлений соответствует принятой в шкале MSK-64.

5. ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Примечание. Указанная часть шкалы аутентична СН РК 2.03-03-2002 (СН РК В.1.3-98) «Стандарт для оценки сейсмической интенсивности по инструментальным данным».

5.1. Основные положения

5.1.1. Настоящий стандарт устанавливает инструментальную шкалу для определения сейсмической интенсивности проявления землетрясений на поверхности Земли.

5.1.2. Шкала предназначена для использования при оценке сейсмической интенсивности в пределах от 5 до 10 баллов включительно.

Примечание. При оценке сейсмической интенсивности имевших место землетрясений, кроме инструментальной шкалы, должны учитываться результаты комплексного анализа:

макросейсмических данных о состоянии зданий и сооружений после землетрясений;

данных об остаточных деформациях в грунтах;

данных о воздействии землетрясений на людей и предметы быта.

5.1.3. Положения стандарта должны учитываться при составлении карт общего и детального сейсмического районирования, микрорайонирования, а также при составлении нормативных документов по проектированию и строительству зданий и сооружений в сейсмических районах.

5.1.4. При оценке интенсивности землетрясений на основании инструментальных данных следует руководствоваться количественными показателями, приведенными в разделе 5.2.

5.2. Оценка сейсмической интенсивности на основании инструментальных данных о параметрах колебаний грунтов и зданий

5.2.1. Оценка сейсмической интенсивности может осуществляться на основании инструментальных данных:

- о параметрах колебаний грунтов на поверхности Земли;
- о реакциях зданий (сооружений) на сейсмические воздействия.

5.2.2. Инструментальные данные могут представлять собой записи ускорений, скоростей и смещений, полученные на грунтах, и записи ускорений, полученные на зданиях.

5.2.3. При оценке сейсмической интенсивности на основании данных о параметрах колебаний грунтов на поверхности Земли следует пользоваться табл. 5.1.

В табл. 5.1 указаны количественные характеристики сейсмических воздействий в значениях ускорений, скоростей и смещений для землетрясений интенсивностью от 5 до 10 баллов включительно.

5.2.4. При оценке сейсмической интенсивности на основании инструментальных данных о реакциях зданий на сейсмические воздействия следует пользоваться графиками, представленными на рис. 5.1.

Графики указывают верхние и нижние границы интервалов максимальных значений реакции (в ускорениях) зданий, колеблющихся при сейсмических воздействиях преимущественно по основному тону, в зависимости от:

интенсивности землетрясений в баллах,
периодов собственных колебаний зданий, рассматриваемых как квазилинейные осцилляторы.

Таблица 5.1

I, баллы	Ускорения, см/с/с		Скорости, см/с		Смещения, см	
	Интервал значений	Медиана	Интервал значений	Медиана	Интервал значений	Медиана
10	>900		>180		>80	
9	400-900	600	55-180	100	20-80	40
8	180-400	270	18-55	32	5-20	10
7	80-180	120	5,5-18	10	1,25-5	2,5
6	35-80	55	1,8-5,5	3,2	0,32-1,25	0,63
5	16-35	25	0,55-1,8	1	0,08-0,32	0,16

Примечания:

1. Приведенные в таблице данные относятся к наиболее интенсивной горизонтальной компоненте колебаний свободной поверхности грунта.

2. Нижняя граница интервала ускорений, скоростей и смещений соответствует вероятности непревышения их амплитуд $P_n = 0,25$, а верхняя - $P_v = 0,75$.

3. Данные, приведенные в таблице, распространяются на случаи, когда в грунтах отсутствуют заметные остаточные деформации (разжижение, просадки и т.п.).

5.2.5. Под максимальным значением реакции здания по основному тону колебаний в настоящем стандарте понимается значение отношения

$$\ddot{A}/\eta,$$

где \ddot{A} - максимальное значение ускорения в уровне покрытия здания, соответствующее колебаниям этого здания по основному тону;

η - значение коэффициента формы колебаний здания в уровне покрытия (в точке регистрации), соответствующее колебаниям здания по основному тону.

Примечания:

1. При необходимости запись колебаний здания в уровне покрытия должна быть предварительно отфильтрована от составляющих, обусловленных вкладом высших форм колебаний здания (в т.ч. крутильных).

2. Величины коэффициентов формы колебаний по основному тону в уровне покрытий, при отсутствии их экспериментально обоснованных значений, допускается принимать равными: для одноэтажных зданий - 1,1, для зданий высотой от 2 до 9 этажей включительно - 1,3, для зданий высотой более девяти этажей - 1,5.

5.2.6. В качестве периодов собственных колебаний рассматриваемых зданий можно принимать периоды их свободных затухающих колебаний по основному тону или периоды, установленные на основании анализа записей колебаний зданий при сейсмических воздействиях.

5.2.7. При оценке интенсивности землетрясений по п.5.2.4 рекомендуется использовать инструментальные записи, полученные на зданиях:

с симметричным и регулярным расположением масс и жесткостей в плане и по высоте;

с междуэтажными перекрытиями и покрытиями, которые могут рассматриваться как жесткие диски;

не получивших в результате имевших место сейсмических воздействий значительных повреждений.

Примечание. К значительным повреждениям зданий относятся повреждения в виде: разрушений отдельных конструктивных элементов или связей между ними; больших и сквозных трещин в стенах и соединениях между различными участками стен; частичного или полного обрушения довольно многих ненесущих и самонесущих элементов; визуально наблюдаемых остаточных деформаций.

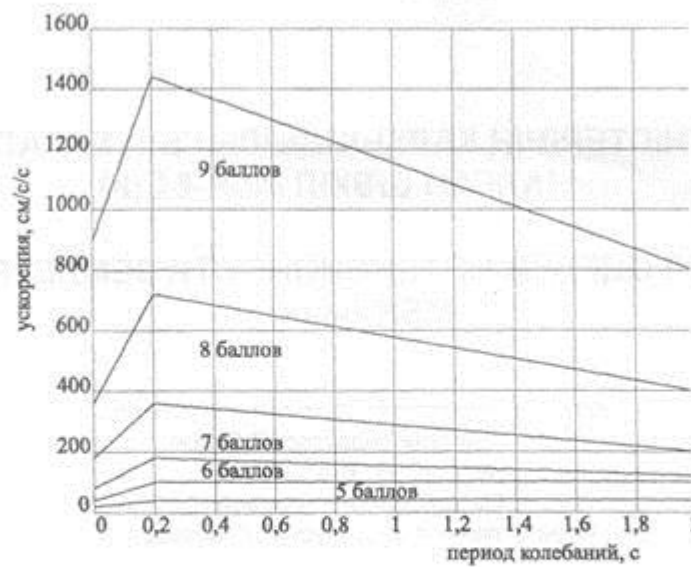


Рис. 5.1

Примечания:

1. Данные, показанные на рисунке 5.1, относятся к наиболее интенсивной горизонтальной компоненте колебаний здания.
2. Нижняя граница интервалов реакций (в ускорениях) зданий соответствует вероятности непревышения их амплитуд $P_n = 0,25$, а верхняя – $P_v = 0,75$.