

**РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НОВЫХ НОРМ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН СП РК 2.03-30-2017 «СТРОИТЕЛЬСТВО В
СЕЙСМИЧЕСКИХ ЗОНАХ»**

И.Е. Ицков ⁽¹⁾

(1) Зав. лабораторией сейсмостойкости зданий повышенной этажности, АО «КазНИИСА». Алматы, Республика Казахстан, kazniissa@mail.ru

***Аннотация:** В докладе рассматриваются некоторые особенности определения расчетных сейсмических воздействий и нагрузок на здания и сооружения, проектируемые в соответствии с положениями новых норм Республики Казахстан.*

**DESIGN PROVISIONS OF THE NEW NORMS OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN SEISMIC DESIGN CODE RK 2.03-30-2017
"CONSTRUCTION IN SEISMIC ZONES"**

I.E. Itskov ⁽¹⁾

(1) Head of "Seismic Resistance of High-Rise Buildings" Laboratory, JSC "KazNIISA", Almaty, Republic of Kazakhstan, kazniissa@mail.ru

***Abstract:** The report considers some features for determining the designed (estimated) seismic impacts and loads on buildings and structures designed in accordance with the provisions of the new norms of the Republic of Kazakhstan.*

**КАЗАХСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СП РК 2.03-30-2017
«СЕЙСМИКАЛЫҚ АЙМАҚТАРДАҒЫ ҚУРУЛУШ» ЖАҢЫ
НОРМАЛАРЫНЫҢ ЭСЕПТИК ЖОБОЛОРУ**

И.Е. Ицков ⁽¹⁾

(1) Кабатуулугу жогорулатылган имараттардын сейсматуруштуулугу лабораториясынын башчысы, «КазНИИСА» АК. Алматы, Казахстан РеспубликаСЫ, kazniissa@mail.ru

***Аннотация:** Баяндамада Казакстан Республикасынын жаңы ченемдик укуктук жоболоруна ылайык долбоорлонгон Имараттарга жана курулмаларга сейсмикалык таасири этүүнүн жана жүктөрдүн эсебин аныктоонун кээ бир өзгөчөлүктөрү каралат.*

Особенности определения сейсмических воздействий на здания и сооружения

Сейсмическая опасность территории РК характеризуется в СП РК 2.03-30-2017 комплектом карт общего сейсмического зонирования (ОСЗ), имеющих вероятностную основу. Разработка комплекта карт ОСЗ выполнена ТОО «Институт сейсмологии» по техническому заданию и при сопровождении АО «КазНИИСА». Правила применения карт ОСЗ при проектировании зданий и сооружений разработаны АО «КазНИИСА».

Комплект карт общего сейсмического зонирования территории РК содержит:

– карты ОСЗ-1₄₇₅ и ОСЗ-2₄₇₅, отражающие 10 % вероятность возможного превышения в течение 50 лет указанных на них значений сейсмической интенсивности (средний период повторяемости таких сотрясений 475 лет);

– карты ОСЗ-1₂₄₇₅ и ОСЗ-2₂₄₇₅, отражающие 2 % вероятность возможного превышения в течение 50 лет указанных на них значений сейсмической интенсивности (средний период повторяемости таких сотрясений 2475 лет).

На картах ОСЗ-1₄₇₅ и ОСЗ-2₄₇₅ сейсмическая опасность территории характеризуется изолиниями с референтными значениями (в долях g) горизонтальных пиковых ускорений $a_{gR(475)}$ и $a_{gR(2475)}$, относящимися к скальным геологическим формациям.

На картах ОСЗ-2₄₇₅ и ОСЗ-2₂₄₇₅ выделены зоны, в пределах которых сейсмическая опасность условно принята постоянной и характеризуется целочисленными баллами по СН РК 2.03-28-2004 «Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64 (К)». Показатели сейсмической опасности в баллах, приведенные на картах ОСЗ-2, относятся к «средним» грунтовым условиям по сейсмическим свойствам.

При отсутствии карт микросейсмического зонирования карты ОСЗ-1 и ОСЗ-2 могут применяться для определения сейсмической опасности площадок строительства в ускорениях и баллах соответственно.

Сейсмическая опасность площадки строительства в ускорениях $a_{g(475)}$ и $a_{g(2475)}$ может быть определена с помощью следующих выражений:

$$a_{g(475)} = a_{gR(475)} \cdot S(a_{gR(475)}) \cdot S_T \quad (1)$$

$$a_{g(2475)} = a_{gR(2475)} \cdot S(a_{gR(2475)}) \cdot S_T \quad (2)$$

где $S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$ – коэффициенты, характеризующие влияние грунтовых условий площадки на интенсивность сейсмических воздействий (см. табл. 1);

S_T – коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления сейсмических воздействий на площадке строительства.

Таблица 1 – Значения коэффициентов $S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	Значения коэффициентов $S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$ в зависимости от величин $a_{gR(475)}$ и $a_{gR(2475)}$ соответственно
IA ($v_{s,30} \geq 800$ м/с)	1,0
IB ($v_{s,10} \geq 350$ м/с, $550 \leq v_{s,30} < 800$ м/с)	$1,0 \leq (1,4 - a_{gR}/g) \leq 1,2$
II ($230 \leq v_{s,10} < 350$ м/с, $270 \leq v_{s,30} < 550$)	$1,1 \leq (2,0 - 2,5 \cdot a_{gR}/g) \leq 1,6$
III ($v_{s,10} < 230$ м/с, $v_{s,30} < 270$ м/с)	$1,3 \leq (2,5 - 3,0 \cdot a_{gR}/g) \leq 2,4$

Расчетное значение ускорения a_g на площадке определяется из выражения (3):

$$a_g = \max \left| a_{g(475)} \text{ или } \frac{2}{3} a_{g(2475)} \right| \quad (3)$$

Сейсмические воздействия на площадке строительства характеризуются спектрами реакций в ускорениях. Формы спектров реакций нормированы для разных типов грунтовых условий и косвенно отражают соотношения между пиковыми значениями трех кинематических параметров движений грунтов (ускорений, скоростей, перемещений).

Для горизонтальных компонент сейсмического воздействия спектр расчетных реакций $S_d(T)$ следует определять с помощью выражений (4) и (5):

$$0 \leq T \leq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \quad (4)$$

$$T > T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \text{ но не менее } 0,2 \cdot a_g \quad (5)$$

где T_C – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений $S_d(T)$, принимаемое в соответствии с данными таблицы 1;

T – период колебаний линейного осциллятора в горизонтальном направлении;

q – коэффициент поведения (значения коэффициента q являются обратными значениями коэффициента редукции k_2 , принятого в ранее действовавших нормах; $q=1/k_2$).

Для вертикальных компонент сейсмических воздействий спектр расчетных реакций $S_{dv}(T)$ следует определять с помощью выражений (6) и (7):

$$0 \leq T_v \leq T_{Cv}: \quad S_{dv}(T) = a_{gv} \cdot \frac{2,25}{q} \quad (6)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq 2,0 \text{ сек:} \quad S_{dv}(T) = a_{gv} \cdot \frac{2,25}{q} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k \quad (7)$$

где T_{Cv} – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений $S_{dv}(T)$, принимаемое 0,2 секунды;

T_v – период колебаний линейного осциллятора в вертикальном направлении;

k – показатель степени, принимаемый в соответствии с данными таблицы 2;

a_{gv} – расчетное вертикальное ускорение на площадке строительства;

q – коэффициент поведения, значение которого вне зависимости от конструктивного типа сооружений и материала конструкций следует принимать 1,5.

Таблица 1 – Значения периодов T_C

Типы грунтовых условий	Значения T_C , с
IA и IB	0,48
II	0,72
III	0,96

Таблица 2 – Значения показателя степени k

Типы грунтовых условий	Значения k
IA и IB	0,60
II	0,45
III	0,35

Общие виды спектров расчетных реакций для горизонтальных и вертикальных компонент сейсмических воздействий показаны на рисунках 1 и 2 соответственно.

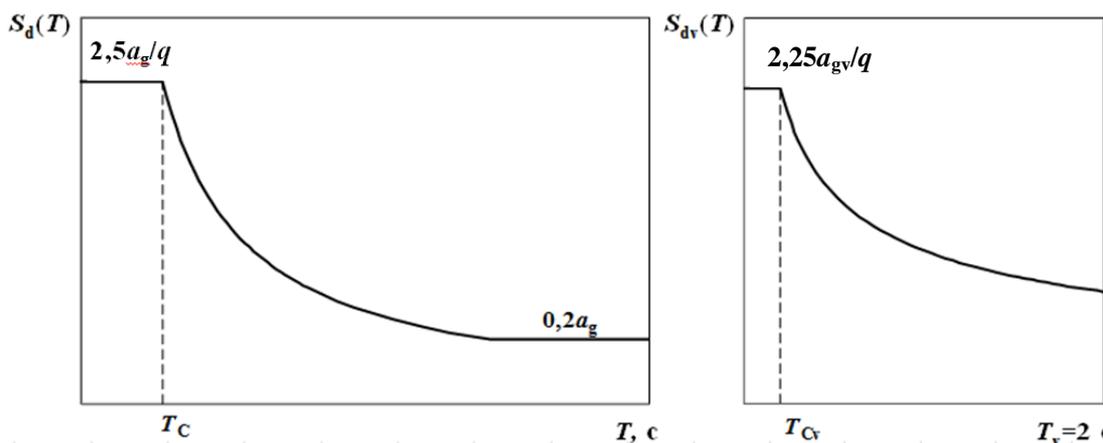


Рисунок 1

Рисунок 2

Оценки сейсмической опасности строительных площадок в баллах не принимаются во внимание при определении величин расчетных сейсмических воздействий и нагрузок. Эти оценки следует учитывать только при назначении конструктивных мероприятий, соблюдение которых предусматривается нормами вне зависимости от результатов расчетов проектируемых объектов.

Особенности определения расчетных сейсмических нагрузок

В соответствии с положениями СП РК 2.03-30-2017 расчетные сейсмические нагрузки на проектируемые объекты следует определять с учетом ответственности этих объектов и с учетом регулярности их конструктивных схем в плане и по высоте.

В СП РК 2.03-30-2017 здания подразделяются по ответственности: в зависимости от функционального назначения – на четыре класса; в зависимости от этажности – на пять классов. Каждому сочетанию классов ответственности зданий по назначению и этажности в СП РК 2.03-30-2017 присвоены значения коэффициентов ответственности, учитываемые при определении расчетных горизонтальных и вертикальных сейсмических нагрузок.

Конструктивные схемы классифицированы в СП РК 2.03-30-2017 по регулярности на три типа: регулярные, умеренно нерегулярные и чрезмерно нерегулярные. Принятая система классификации основывается на совокупности признаков, количественно характеризующих конструктивные системы:

- по особенностям конфигураций в плане и/или по высоте;
- по сбалансированности распределения масс и жесткостей в плане;
- по особенностям распределения масс и жесткостей по высоте;
- по способности перекрытий выполнять функции горизонтальных диафрагм жесткости.

Различия между регулярными, умеренно нерегулярными и чрезмерно

нерегулярными конструктивными системами имеют значение для аспектов проектирования, связанных с выбором значений:

а) коэффициента f_{vk} , повышающего расчетные эффекты горизонтальных сейсмических воздействий в конструкциях тех этажей, которые, из-за резкого увеличения массы или уменьшения жесткостей, нарушают однородность конструктивной схемы по высоте;

б) случайных эксцентриситетов e_{ak} , учитываемых при определении эффектов кручения здания в плане, обусловленного пространственными вариациями сейсмического движения, а также неопределенностями в расположении масс и в последствиях проявлений различного рода нелинейных эффектов;

в) коэффициента поведения (редукции) q для крутильно-податливых в плане конструктивных систем, под которыми понимаются системы, у которых первая форма колебаний является крутильной в плане.

Значения коэффициента f_{vk} следует определять с помощью выражения (8):

$$1,0 \leq f_{vk} = 1,2 \cdot r_{ek} - 0,5 < q, \quad (8)$$

в котором:

$$r_{ek} = \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \geq 1,25; \quad (9)$$

$d_{e,k}$ и $d_{e,k+1}$ – разности средних горизонтальных перемещений верхнего и нижнего перекрытий этажа k и этажа $k+1$ соответственно, отвечающие расчетным сейсмическим нагрузкам;

h_k и h_{k+1} – высоты этажей k и $k+1$;

q – коэффициент поведения.

Значения случайных эксцентриситетов e_{ak} , обусловленные вышеперечисленными факторами, следует определять с помощью выражения (10):

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek}, \quad (10)$$

где: e_{ak} – случайный эксцентриситет массы k -го этажа, принимаемый в одинаковом направлении на всех этажах здания;

L_k – размер перекрытия над k -м этажом в направлении, перпендикулярном к направлению действия сейсмических сил;

f_{ek} – коэффициент, учитывающий нерегулярность здания в плане в уровне k -го этажа, определяемый с помощью выражения (11):

$$f_{ek} = \rho \cdot \left(\frac{\delta_{k\max}}{1,1\delta_{k\text{ав}}} \right)^4, \quad \text{где } \rho \leq f_{ek} \leq 3,0. \quad (11)$$

где $\delta_{k\max}$ – максимальное перемещение верхнего перекрытия k -го этажа;

$\delta_{k\text{ав}}$ – среднеарифметическое перемещение верхнего перекрытия k -го этажа;

ρ – коэффициент, значение которого следует принимать:

- для регулярных в плане конструктивных систем – 1,0;
- для умеренно нерегулярных в плане конструктивных систем – 1,2;
- для чрезмерно нерегулярных в плане конструктивных систем – 1,3;
- для крутильно-податливых в плане конструктивных систем – 2,5.

Перемещения δ_{kmax} и δ_{kav} перекрытия показаны на рисунке 3.

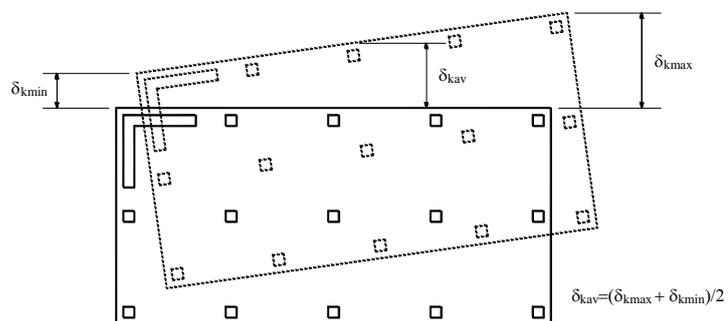


Рисунок 3