



# ВТОРОЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАСТРОЙКИ И БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ»

13 – 14 июня 2024 года Казахстан

## **К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ КАЗАХСТАНА ГАРМОНИЗИРОВАННЫХ С ЕВРОКОДОМ 8**

**Абаканов Миркен Сейткасымович,**

*д.т.н., с.н.с., член-корр. МИА и НИА РК, вице-президент  
EASA, почетный строитель Казахстана, профессор  
КазННТУ им.К.И.Сатпаева*



SATBAYEV  
UNIVERSITY



# РАЗВИТИЕ НОРМ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ РК

- СНиП РК В.1.2-4-98 «Строительство в сейсмических районах»
- СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах»
- СП РК EN 1998, идентичные Еврокодам, «Проектирование сейсмостойких конструкций», состоящие из 6 частей с Национальными приложениями:
  - ❖ СП РК EN 1998-1 «Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»;
  - ❖ СП РК EN 1998-2 «Мосты»;
  - ❖ СП РК EN 1998-3 «Оценка сейсмостойкости и реконструкция существующих зданий»;
  - ❖ СП РК EN 1998-4 «Силосы, резервуары и трубопроводы»;
  - ❖ СП РК EN 1998-5 «Фундаменты, подпорные стенки и геотехнические аспекты»;
  - ❖ СП РК EN 1998-6 «Башни, мачты и дымовые трубы».
- СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических зонах» частично гармонизирован с Еврокодом 1998 (параллельно)

**I - СП РК EN 1998-1:2004/2012 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ. Часть 1. Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий, с НП.**



- ❖ НТП РК 08-01.1-2012. Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть. Общие положения. Сейсмические воздействия.
- ❖ НТП РК 08-01.2-2012. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть. Проектирование гражданских зданий. Общие требования.
- ❖ НТП РК 08-01.3-2012. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть. Здания из монолитного железобетона.
- ❖ НТП РК 08-01.4-2012. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть. Каменные здания.
- ❖ НТП РК 08-01.5-2013. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть 1. Проектирование зданий из стальных конструкций.
- ❖ НТП РК 08-01.6-2013. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть 1. Проектирование гражданских зданий. **Сейсмоизолирующие фундаменты.** Общие положения.
- ❖ НТП РК 08-01.7-2014. Проектирование сейсмостойких зданий. Часть. Высотные здания.

**II - СП РК EN 1998-5:2004/2012 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ. Часть 5: Фундаменты, подпорные стенки и геотехнические аспекты, с НП.**



- ❖ НТП РК 08-05.1-013 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ.  
**ВСЕГО: ДЕВЯТЬ НТП, К ТРЕМ ЧАСТЯМ СП РК EN 1998**

**III - СП РК EN 1998-:2005+A1:2009/2011 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ. Часть 2. Мосты, с НП.**



- ❖ НТП РК 08-02.1-2013. Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 2. **Мосты. Проектирование мостов с сейсмоизолирующими устройствами**

**Параллельно действует:**  
**СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических зонах» частично гармонизированный с Еврокодом 1998-1 с учетом новых карт ОСЗ. 3**

## Грунтовые условия

- ❖ Типы грунтовых условий приняты аналогично Еврокоду, но с существенными отличиями по описанию стратиграфического профиля, характеризующимся одним параметром  $v_s$  вместо трех ( $v_{s,30}$ , и  $N_{spt}$ ,  $c_u$  физико-механических характеристик грунтов) и меньшему количеству типов грунтовых условий.
- ❖ Принято **четыре типа грунтовых условий**, в отличие от EN 8 (**пять основных и два слабых типов грунтов**).

# Сравнение характеристик типов грунтов

EN 1998 - 1				НТП РК 08-01.-2017 к СП РК EN 1998-1	
Тип	$V_{s,30}$ в м/с	$N_{spt}$ , ударов/30см	$C_u$ , кПа	Тип	$V_{s,10}; V_{s,30}$ , м/с
A	> 800	-	-	IA	$V_{s,30} \geq 800$
B	360 - 800	> 50	>250	IB	$V_{s,10} \geq 350$ ; $550 \leq V_{s,30} \leq 800$
C	180 - 360	15 - 50	70 - 250	II	$230 \leq V_{s,10} \leq 350$ ; $550 \leq V_{s,30} \leq 800$
D	< 180	<15	<70	III	$V_{s,10} < 230$ ; $V_{s,30} < 270$
E	V из C или D	-	-	-	-
$S_1$	<100 (ориент-чно)	-	10 - 20		
$S_2$					

# Сейсмическая опасность территории Республики Казахстан

- Характеризуется картой сейсмогенерирующих зон, на которой приведены возможные очаги землетрясений с максимальными величинами *магнитуд от  $\leq 4.0$  до  $> 8.0$  с градацией через 0.5*, и комплектами карт общего сейсмического зонирования территории Республики Казахстан (*ОСЗ*) в *пиковых ускорениях и целочисленных баллах*.
- Приведен список населенных пунктов, расположенных в сейсмических зонах, с указанием сейсмической опасности в *баллах и ускорениях, а также в расчетных ускорениях для площадок строительства с типами грунтовых условий*.

## Предложение

- **увеличить типы грунтовых условий с уточнением на сейсмоактивных территориях страны, поскольку принятая классификация грунтов в действительности не в полной мере охватывает более широкую разновидность грунтов, включая мягкие и просадочные;**
- **включить в таблицу по определению типов грунтов по сейсмическим свойствам параметры по пенетрационным испытаниям и сопротивлению сдвигу.**

Такие параметры, безусловно, повысят достоверность устанавливаемых типов грунтовых условий, учитывая, что на площадках строительства обязательно проводятся инженерно-геологические изыскания для установления физико-механических свойств.

- **соответственно пересмотреть значения коэффициентов грунтовых условий площадки строительства в зависимости от типов грунтов и величин пиковых ускорений.**

# Сейсмическая опасность территории Республики Казахстан

- Характеризуется картой сейсмогенерирующих зон, на которой приведены возможные очаги землетрясений с максимальными величинами *магнитуд от  $\leq 4.0$  до  $> 8.0$  с градацией через 0.5*, и комплектами карт общего сейсмического зонирования территории Республики Казахстан (*ОСЗ*) в *пиковых ускорениях и целочисленных баллах*.
- Приведен список населенных пунктов, расположенных в сейсмических зонах, с указанием сейсмической опасности в *баллах и ускорениях, а также в расчетных ускорениях для площадок строительства с типами грунтовых условий*.



## Карты общего сейсмозонирования (ОСЗ)

- ❖ Действуют четыре вероятностные карты **ОСЗ** характеризующие сейсмическую опасность соответствующих зон территории Казахстана в пиковых ускорениях и целочисленных баллах в отличие от **EN 8**, в которой принята одна карта в пиковых ускорениях с повторяемостью **475** лет:
- Карты **ОСЗ-1<sub>475</sub>** и **ОСЗ-1<sub>2475</sub>** в пиковых ускорениях соответствующих двум периодам повторяемости землетрясений **475** и **2475** лет при возможном превышении сейсмической интенсивности в течение **50**-летних интервалов времени, относящийся к грунтовым условиям **типа IA** :
  - на  $P_{NCR}=10\%$  при периоде повторяемости  $T_{NCR}=475$  лет;
  - на  $P_{NCR}=2\%$  при периоде повторяемости  $T_{NCR}=2475$  лет.

❖ Карты **ОСЗ-2<sub>475</sub>** и **ОСЗ-2<sub>2475</sub>** в целочисленных баллах по шкале **MSK-64(K)**, относящимся к «средним» грунтовым условиям типа II, аналогично **СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах»**.

### Предложение

- **Необходимы карты ДСР, первоначально разработать для территории г.Алматы в радиусе вокруг не менее 150 км с полной характеристикой наиболее опасных зон ВОЗ.**
- **Карты СМЗ г.Алматы дополнить информацией о влиянии активных разломов на интенсивность сейсмических воздействий на близлежащие площадки строительства.**

## Спектры реакций

- ❖ Аналогично EN 8 форма спектра принята одинаковой для двух уровней сейсмического воздействия – для требования по предотвращению разрушения и ограничению ущерба.
- ❖ В отличие от EN 8 принят один тип спектра вместо двух, как для горизонтальных, так и вертикальных компонент сейсмического воздействия.

### Предложение:

- *принять два типа спектров упругих реакций аналогично EN 8, с целью учета усиления упругой и снижения нелинейной реакций мягких грунтов относительно скальных в зависимости от параметров магнитуды сейсмических воздействий, влияющих на поправочные коэффициенты грунтовых условий.*

# СПЕКТРЫ УПРУГИХ РЕАКЦИЙ по ЕВРОКОДУ 8

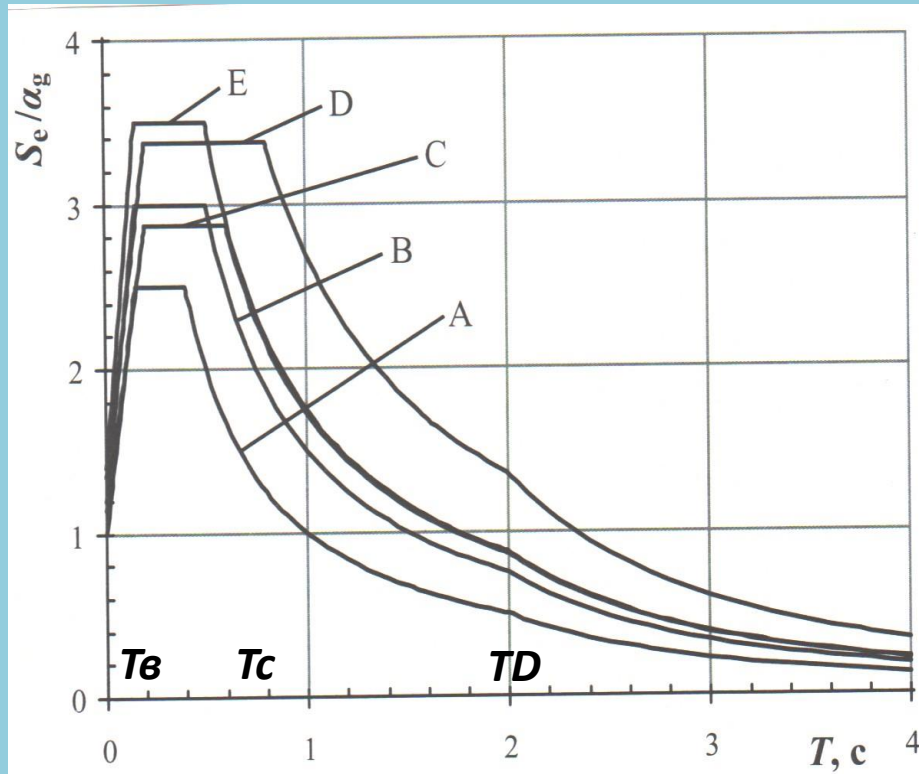


Рис.2 Тип 1 спектра для грунтовых условий А –Е (демпфирование 5%)

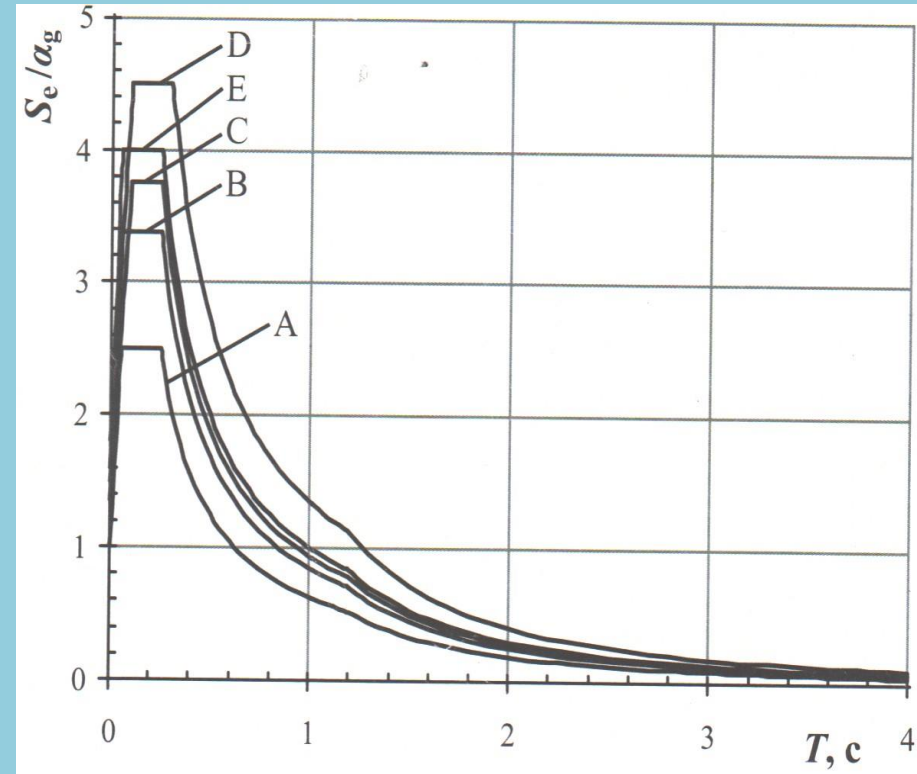
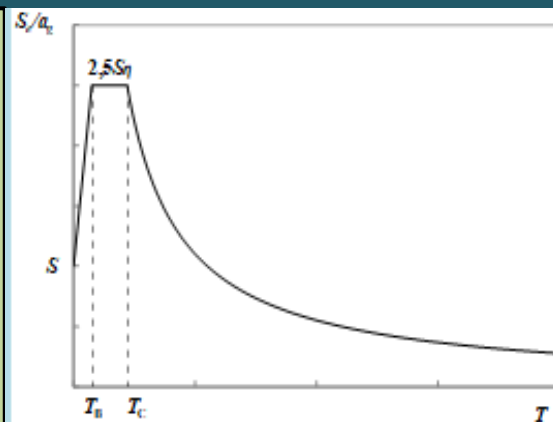


Рис.3 Тип 2 спектра для грунтовых условий А –Е (демпфирование 5%)

**Согласно EN 8, если землетрясения, создающие наибольшую сейсмическую опасность, определенные для площадки в целях вероятностной оценки, имеют магнитуду более 5,5, то рекомендуется спектр Типа 1, рис.1, а менее 5,5 спектр Типа 2, рис.2.**

# Рекомендуемые типы спектров упругих реакций EN8

Типы гр.усл.	S	Тип спектра I		
		T <sub>B</sub> , с	T <sub>C</sub> , с	T <sub>D</sub> , с
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	<u>1,2</u>	0,15	0,5	2,0
C	<u>1,15</u>	0,20	0,6	2,0
D	<u>1,35</u>	0,20	0,8	2,0
E	<u>1,4</u>	0,15	0,5	2,0



**По НТП к СП РК EN  
1998-1:2004/2012**  
Спектр упругих  
реакций для  
горизонтальных  
компонент  
сейсмических  
воздействий

Значения T<sub>B</sub> и T<sub>C</sub>

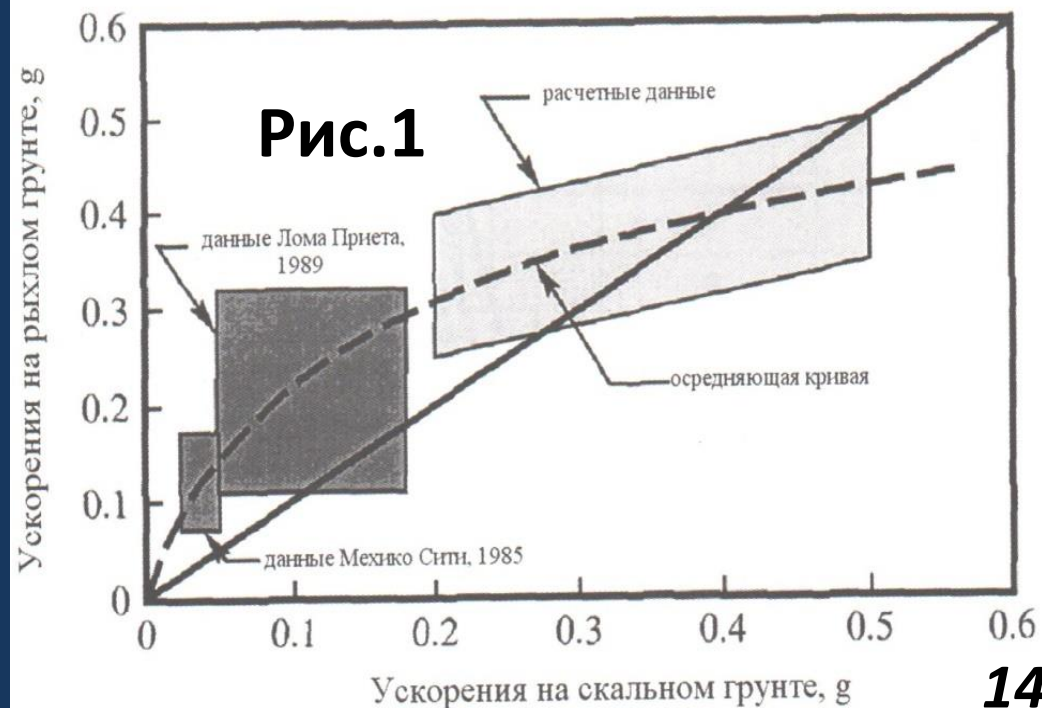
Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	T <sub>B</sub> , с	T <sub>C</sub> , с
IA	0,15	0,48
IB	0,15	0,48
II	0,20	0,72
III	0,25	0,96

Типы гр.усл.	S	Тип спектра II		
		T <sub>B</sub> , с	T <sub>C</sub> , с	T <sub>D</sub> , с
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	<u>1,35</u>	0,05	0,25	1,2
C	<u>1,5</u>	0,10	0,25	1,2
D	<u>1,8</u>	0,10	0,30	1,2
E	<u>1,6</u>	0,05	0,25	1,2

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	Значения коэффициентов S(a <sub>gR(475)</sub> ) и S(a <sub>gR(2475)</sub> ) в зависимости a <sub>gR(475)</sub> и a <sub>gR(2475)</sub> соответственно
IA	1,0
IB	1,0 ≤ (1,4 - a <sub>gR/g</sub> ) ≤ 1,2
II	1,1 ≤ (2,0 - 2,5 · a <sub>gR/g</sub> ) ≤ 1,6
III	1,3 ≤ (2,5 - 3,0 · a <sub>gR/g</sub> ) ≤ 2,4

❖ Например, во время землетрясений в Мехико Сити 1985 г. или в Лома Приета 1989 г. (рис. 1), на рыхлых грунтах в сравнении со скальными при воздействиях до 0,1g происходило увеличение амплитуды колебаний ускорений, а при возрастании входных воздействий более 0,1g заметно снижалась, приближаясь к ускорениям скального грунта. С ускорения 0,4g вследствие проявления нелинейной реакции становилось меньше ускорений на скальном грунте.

Большая часть сейсмоопасных территорий Казахстана относится к мягким грунтам, на которых происходят частые слабые и нередко умеренные землетрясения, в связи с чем строения подвергаются многократным воздействиям, приводящим к повреждениям разной степени и их накоплению



# Коэффициенты редукиции

*В нормах разных стран по сейсмостойкому строительству значения коэффициентов редукиции существенно отличаются между собой.*

Нормы по сейсмостойкому строительству	Типы конструктивных систем							
	Железобетонные каркасы с моментными рамами		Система железобетонных стен и моментных рам		Система связанных железобетонных стен		Стальные каркасы с моментными рамами	
	DCM	DCH	DCM	DCH	DCM	DCH	DCM	DCH
EN1998-1:2004	3.9	5.85	3.6	5.85	3.6	5.4	4.0	6.5
ASCE/SEI 7-10	5.0	8.0	5.5	7.0	4.0	5.0	4.5	8.0
BCLJ (2004)	2.5	3.33	2.0	2.5	2.0	2.5	2.86	4.0
NZS 1170.5 (2005)	4.29	8.57	4.29	7.14	4.29	7.14	4.29	8.57
НТП РК (2014)	3.9	-	4.25	-	4.25	-	4.0	-

## Предложение

➤ Обоснованное уточнение или принятие в нормах значений коэффициентов редукиций или поведения «**g**» для применяемых типов конструктивных систем, в том числе учитывая, что в последние десятилетия в сейсмических зонах возводятся здания повышенной и высотной этажности с использованием современных строительных материалов и изделий.

В нормах коэффициенты приняты с использованием параметров предыдущих отечественных и анализа зарубежных норм для конструктивных систем **низкой и средней пластичности**, без проведения экспериментально-теоретических исследований.



# Актуальными остаются вопросы

- Установления или уточнения характеристик **активных разломов** в высокосейсмичных зонах, их влияние на интенсивность сейсмических воздействий (**горизонтальных и вертикальных составляющих**) на близлежащих площадках строительства в зависимости от эпицентрального расстояния, магнитуды и глубины очагов сильных землетрясений.
- Разработки методики по учету **ротационных** (вращательных) составляющих движения грунтов в зависимости от расстояния до эпицентров и интенсивности землетрясений, первоначально для близлежащих территорий крупных городов и в последующем для других зон, используя имеющиеся инструментальные данные по сейсмическим событиям вблизи разломов.

- При совершенствовании карт СМЗ территорий городов, населенных пунктов и для изученных зон по картам ОСЗ предлагается привести параметры по **длительности эффективной части** и **преобладающие периоды** сейсмических воздействий.
- Разработки методики по учету **малоцикловой усталости элементов** конструктивных систем, приводящей впоследствии к **прогрессирующему разрушению** при повторных воздействиях (**афтершоках**) землетрясений, не учитываемые в нормах по сейсмостойкому строительству на основе целенаправленных экспериментально-теоретических исследований.
- Определение коэффициентов поведения «**g**» для конструктивных систем с учетом **малоцикловой усталости** элементов конструкций и конструктивных систем. **Значимость** данного фактора показывают последствия Спитакского, недавнего Турецкого и др. землетрясений.

***БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ***



ВТОРОЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАСТРОЙКИ И БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ»