

О СОВЕЩЕНСТВОВАНИИ НОРМ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Абаканов Миркен Сейткасымович,
доктор технических наук, с.н.с., член-корр. МИА и НИА РК

НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Действующая

Обязательное применение

**ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ РК «ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ, СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ»**
(ПП РК от 17 ноября 2010 года №1202)



Новая

Обязательное применение



НОВАЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В июле 2015г. введены в действие новые нормативно-технические документы, разработанные в рамках программы **ГПФИИР**, утвержденной Указом Президента РК №958, от 19.03. 2010 года и **Концепцией по реформированию нормативной базы в строительной сфере Республики Казахстан**, принятой Постановлением Правительства РК (№ 1509, от 31.12.2013г.), в число которых входят 10 комплектов СП РК EN, идентичные Еврокодам, состоящие из 58 частей с 57 Национальными приложениями, Нормативно-техническими пособиями.

Новые нормы применяются параллельно с действующей в период их **«существования»** по 2020г. С 2021 года после анализа результатов применения на практике новых НТД и их корректировки будут отменяться устаревшие нормы.

Технический регламент Республики Казахстан
(17.11.2010)

Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий (базовые требования):

- 1) механическая прочность и устойчивость;
- 2) пожарная безопасность;
- 3) безопасность для здоровья (людей и животных) и окружающей среды;
- 4) безопасность в процессе эксплуатации (использования);
- 5) защита от шума;
- 6) экономия энергии и сохранение тепла.

СП РК EN, идентичные ЕВРОКОДАМ

выполняются три базовых требования технического регламента по безопасности зданий и сооружений:

- *механическая прочность и устойчивость;*
- *пожарная безопасность (в части огнестойкости несущих конструкций);*
- *безопасность в процессе эксплуатации (в части деформативности и трещиностойкости несущих конструкций).*

Расчет:

- ❖ оснований, фундаментов зданий и сооружений;
- ❖ несущих конструкций зданий и сооружений и их эксплуатационной пригодности, включая аспекты долговечности и экономичности



СН РК, РДС и СП РК

выполняются требования технического регламента

- Градостроительство
- Изыскания
- Проектная документация (архитектурные и строительные решения, объемно-планировочные решения и др.)
- Тепловая защита
- Шумоизоляция
- Доступность среды
- Система энергосбережения
- Система водоснабжения и канализации
- Система отопления, вентиляции и кондиционирования
- Система газоснабжения
- Сети связи
- Благоустройство территории
- Альтернативные источники энергии
- Охрана окружающей среды и др.

остальные требования технического регламента

По сейсмостойкому строительству параллельно действуют СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах» и СП РК EN 1998-1:2004/2012, идентичные Еврокодам, «Проектирование сейсмостойких конструкций», состоящие из 6 частей с Национальными приложениями.

Это - EN 1998-1 «Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий»; EN 1998-2 «Мосты»; EN 1998-3 «Оценка сейсмостойкости и реконструкция существующих зданий»; EN 1998-4 «Силосы, резервуары и трубопроводы»; EN 1998-5 «Фундаменты, подпорные стенки и геотехнические аспекты»; EN 1998-6 «Башни, мачты и дымовые трубы».

Разработаны нормативно-технические пособия с примерами расчетов в развитие СП РК EN 1998-1 «Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий», это – «Общие положения. Сейсмические воздействия»; «Проектирование гражданских зданий. Общие требования»; «Здания из монолитного железобетона»; «Здания из стальных конструкций»; «Каменные здания»; «Сейсмоизолирующие фундаменты. Общие положения».

В разработанных Национальных приложениях, Пособиях отражены результаты собственных экспериментальных исследований и накопленного опыта в проектировании, анализа зарубежных нормативов и последствий ряда разрушительных землетрясений. Это касается принятых спектров упругих реакций, регулярностей зданий в плане и по высоте, коэффициентов ответственностей зданий, коэффициентов поведения или редукции, сейсмоизолирующих фундаментов, конструктивных требований и решений по типам зданий и др.

Разработаны новые карты общего сейсмического зонирования (ОСЗ) территории Республики Казахстан в пиковых ускорениях и в баллах макросейсмической шкалы интенсивности MSK-64 (периодом повторяемости **475 лет** с вероятностью превышения сейсмической интенсивности **10%** за **50 лет** и **2475 лет** с вероятностью превышения сейсмической интенсивности **2%** за **50 лет**).

КАРТА ОБЩЕГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ (ОСЗ)

ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

для периода повторяемости 475 лет

(вероятность превышения сейсмической интенсивности 10% в ближайшие 50 лет)
в пиковых ускорениях грунта

2015

Составили: Мбайлиев Т., Дилан, Салиева Н.В., Сарыжаев А.Б.

Сейсмогенерующие зоны и их M_{max}



- 1 - Чимансай 1; 2 - Далай-Буржунсай 1; 3 - Равнинная 3а; 4 - Талдысай 4; 5 - Талдысай 5; 6 - Сарыарка 6; 7 - Сарыарка 7; 8 - Сарыарка 8; 9 - Сарыарка 9; 10 - Сарыарка 10; 11 - Сарыарка 11; 12 - Сарыарка 12; 13 - Сарыарка 13; 14 - Сарыарка 14; 15 - Сарыарка 15; 16 - Сарыарка 16; 17 - Сарыарка 17; 18 - Сарыарка 18; 19 - Сарыарка 19; 20 - Сарыарка 20; 21 - Сарыарка 21; 22 - Сарыарка 22; 23 - Сарыарка 23; 24 - Сарыарка 24; 25 - Сарыарка 25; 26 - Сарыарка 26; 27 - Сарыарка 27; 28 - Сарыарка 28; 29 - Сарыарка 29; 30 - Сарыарка 30; 31 - Сарыарка 31; 32 - Сарыарка 32; 33 - Сарыарка 33; 34 - Сарыарка 34; 35 - Сарыарка 35; 36 - Сарыарка 36; 37 - Сарыарка 37; 38 - Сарыарка 38; 39 - Сарыарка 39; 40 - Сарыарка 40; 41 - Сарыарка 41; 42 - Сарыарка 42; 43 - Сарыарка 43; 44 - Сарыарка 44; 45 - Сарыарка 45; 46 - Сарыарка 46; 47 - Сарыарка 47; 48 - Сарыарка 48; 49 - Сарыарка 49; 50 - Сарыарка 50; 51 - Сарыарка 51; 52 - Сарыарка 52; 53 - Сарыарка 53; 54 - Сарыарка 54; 55 - Сарыарка 55; 56 - Сарыарка 56; 57 - Сарыарка 57; 58 - Сарыарка 58; 59 - Сарыарка 59; 60 - Сарыарка 60; 61 - Сарыарка 61; 62 - Сарыарка 62; 63 - Сарыарка 63; 64 - Сарыарка 64; 65 - Сарыарка 65; 66 - Сарыарка 66; 67 - Сарыарка 67; 68 - Сарыарка 68; 69 - Сарыарка 69; 70 - Сарыарка 70; 71 - Сарыарка 71; 72 - Сарыарка 72; 73 - Сарыарка 73; 74 - Сарыарка 74; 75 - Сарыарка 75; 76 - Сарыарка 76; 77 - Сарыарка 77; 78 - Сарыарка 78; 79 - Сарыарка 79; 80 - Сарыарка 80; 81 - Сарыарка 81; 82 - Сарыарка 82; 83 - Сарыарка 83; 84 - Сарыарка 84; 85 - Сарыарка 85; 86 - Сарыарка 86; 87 - Сарыарка 87; 88 - Сарыарка 88; 89 - Сарыарка 89; 90 - Сарыарка 90; 91 - Сарыарка 91; 92 - Сарыарка 92; 93 - Сарыарка 93; 94 - Сарыарка 94; 95 - Сарыарка 95; 96 - Сарыарка 96; 97 - Сарыарка 97; 98 - Сарыарка 98; 99 - Сарыарка 99; 100 - Сарыарка 100.

Масштаб 1:200 000
1:10 000 000

Активные тектонические разломы
в зависимости от протяженности

— длина	— ширина
— ширина в разломе-потоке	— без разломов

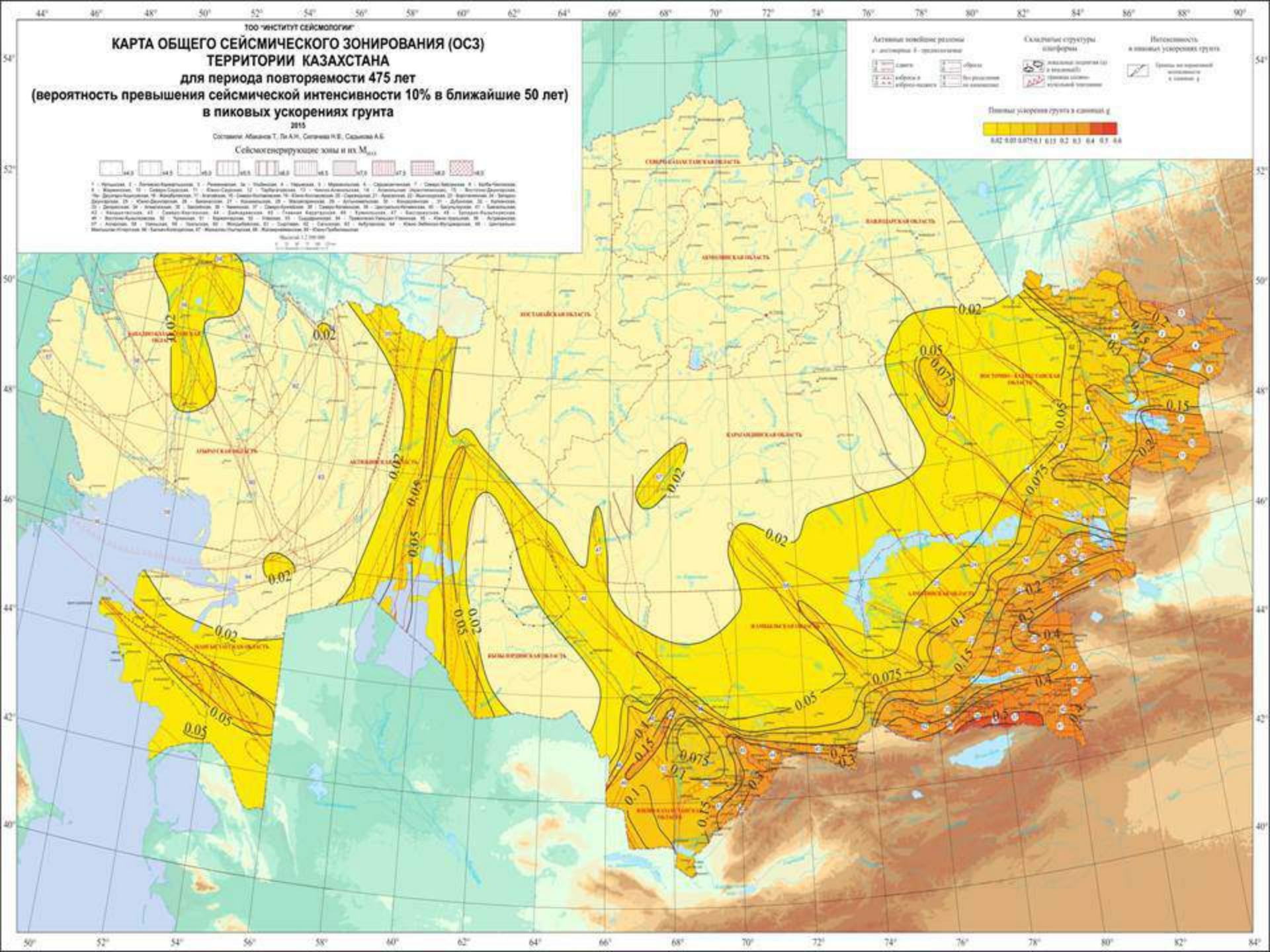
Складчатые структуры
интерформы

— инверсионная складчатость	— складчатость в направлении
— складчатость в направлении	— складчатость в направлении

Интенсивность
в пиковых ускорениях грунта

— границы по сейсмическим наблюдениям	— границы по сейсмическим наблюдениям
---------------------------------------	---------------------------------------

Пиковые ускорения грунта в сантиметрах g



КАРТА ОБЩЕГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ (ОСЗ)
 ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА
 для периода повторяемости 2475 лет
 (вероятность превышения сейсмической интенсивности 2% за 50 лет)
 в пиковых ускорениях грунта

2015
 Составил: Мамалин Т., Дюпин С., Сегинич Н.В., Садыков А.В.

Сейсмогенеруионные зоны и их M_{max}



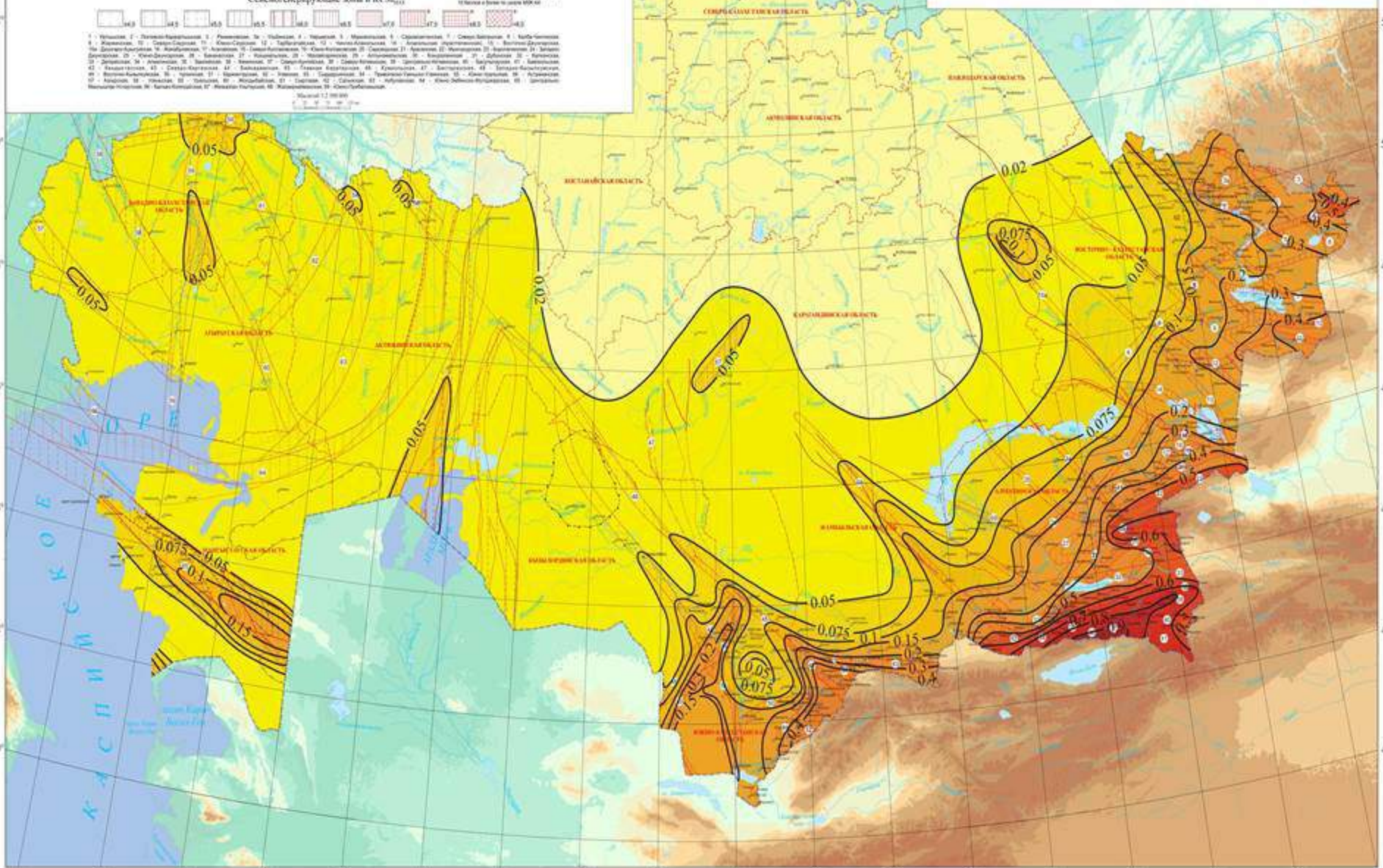
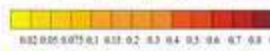
- 1 - Ущелье; 2 - Дельта-барражменты; 3 - Равнинная; 4 - Таласская; 5 - Чуйская; 6 - Музталасская; 7 - Сарыарка; 8 - Северо-Каспийская; 9 - Каспийская
 10 - Балхашская; 11 - Северо-Сарыарка; 12 - Каспийская; 13 - Чуйская; 14 - Чарын-Алтынская; 15 - Заманская; 16 - Северо-Каспийская; 17 - Северо-Каспийская; 18 - Северо-Каспийская
 19 - Северо-Каспийская; 20 - Северо-Каспийская; 21 - Северо-Каспийская; 22 - Северо-Каспийская; 23 - Северо-Каспийская; 24 - Северо-Каспийская; 25 - Северо-Каспийская
 26 - Северо-Каспийская; 27 - Северо-Каспийская; 28 - Северо-Каспийская; 29 - Северо-Каспийская; 30 - Северо-Каспийская; 31 - Северо-Каспийская; 32 - Северо-Каспийская
 33 - Северо-Каспийская; 34 - Северо-Каспийская; 35 - Северо-Каспийская; 36 - Северо-Каспийская; 37 - Северо-Каспийская; 38 - Северо-Каспийская; 39 - Северо-Каспийская
 40 - Северо-Каспийская; 41 - Северо-Каспийская; 42 - Северо-Каспийская; 43 - Северо-Каспийская; 44 - Северо-Каспийская; 45 - Северо-Каспийская; 46 - Северо-Каспийская
 47 - Северо-Каспийская; 48 - Северо-Каспийская; 49 - Северо-Каспийская; 50 - Северо-Каспийская; 51 - Северо-Каспийская; 52 - Северо-Каспийская
 53 - Северо-Каспийская; 54 - Северо-Каспийская; 55 - Северо-Каспийская; 56 - Северо-Каспийская; 57 - Северо-Каспийская; 58 - Северо-Каспийская; 59 - Северо-Каспийская
 60 - Северо-Каспийская; 61 - Северо-Каспийская; 62 - Северо-Каспийская; 63 - Северо-Каспийская; 64 - Северо-Каспийская; 65 - Северо-Каспийская; 66 - Северо-Каспийская
 67 - Северо-Каспийская; 68 - Северо-Каспийская; 69 - Северо-Каспийская; 70 - Северо-Каспийская; 71 - Северо-Каспийская; 72 - Северо-Каспийская
 73 - Северо-Каспийская; 74 - Северо-Каспийская; 75 - Северо-Каспийская; 76 - Северо-Каспийская; 77 - Северо-Каспийская; 78 - Северо-Каспийская; 79 - Северо-Каспийская
 80 - Северо-Каспийская; 81 - Северо-Каспийская; 82 - Северо-Каспийская; 83 - Северо-Каспийская; 84 - Северо-Каспийская; 85 - Северо-Каспийская; 86 - Северо-Каспийская
 87 - Северо-Каспийская; 88 - Северо-Каспийская; 89 - Северо-Каспийская; 90 - Северо-Каспийская; 91 - Северо-Каспийская; 92 - Северо-Каспийская; 93 - Северо-Каспийская
 94 - Северо-Каспийская; 95 - Северо-Каспийская; 96 - Северо-Каспийская; 97 - Северо-Каспийская; 98 - Северо-Каспийская; 99 - Северо-Каспийская; 100 - Северо-Каспийская

Включены активные сейсмические участки и сейсмогенеруионные зоны в зоне с глубиной до 10 км

Активные тектонические разломы
 - активные - пассивные

Складчатые структуры платформ

Интенсивность в пиковых ускорениях грунта



Учет неупругой работы конструкций в нормах разных стран

- ▶ В СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах» коэффициент редукции K_2 принят в пределах **0,2–0,4** в зависимости от конструктивных типов зданий.
- ▶ В своде правил России СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» коэффициент K_1 , учитывающий допустимые повреждения сооружений в зависимости от их типов принят в пределах **0,12–0,4**.
- ▶ В нормах Украины коэффициент K_1 , учитывающий неупругие деформации и локальные повреждения элементов сооружений, принят дифференцированно по типам зданий в зависимости от сейсмичности площадки; **для 6 баллов 0,2–0,25, для элементов (заполнение каркасов, перегородки) – 0,4; для 7–8 баллов 0,2–0,4, для элементов 0,5; и для 9 баллов 0,3–0,45, для элементов 0,55.**
- ▶ В Ерокоде 8 для конструктивных и неконструктивных элементов из разных материалов и типов зданий в зависимости от класса пластичности (средняя и высокая) для горизонтальных и вертикальных направлений принят соответствующий коэффициент поведения α предназначенный для приближенного учета соотношений сейсмических нагрузок между упругой реакцией и неупругой.

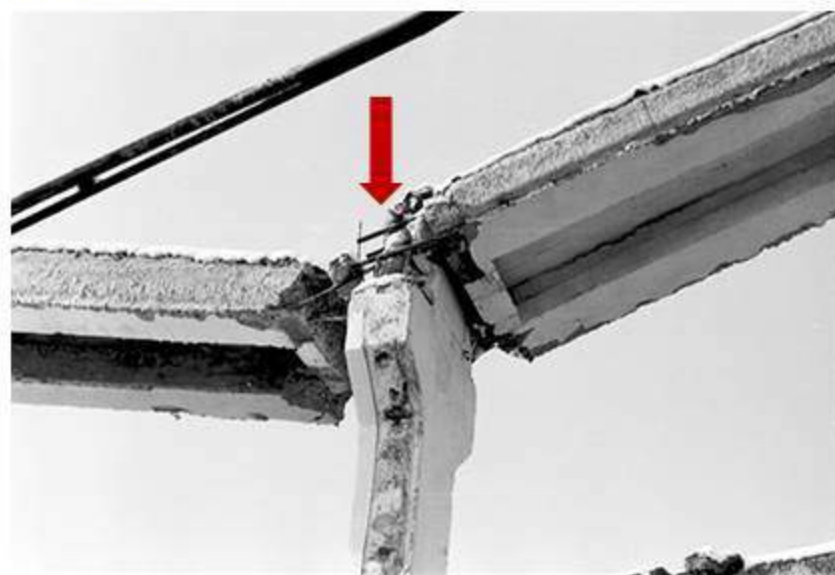
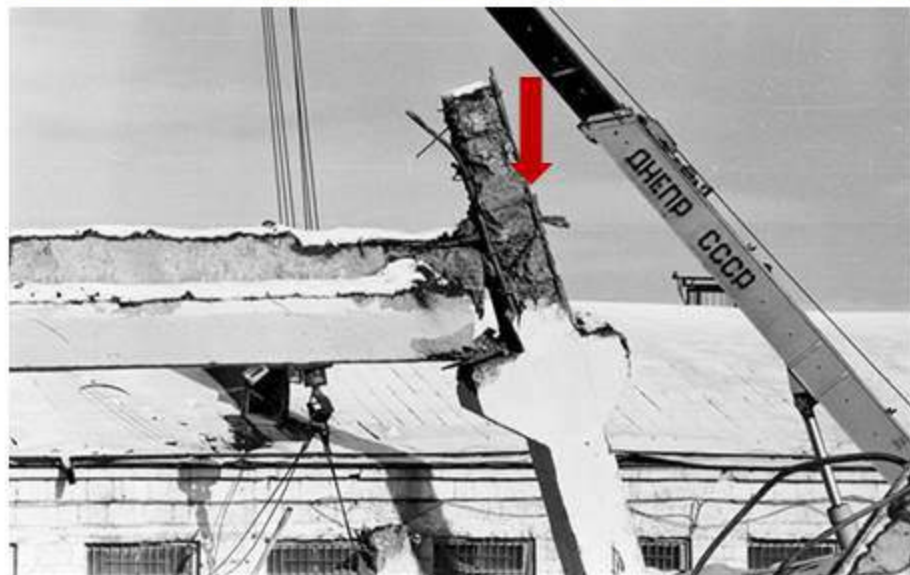
- ▶ В целом во многих странах в инженерных расчетах, чтобы запроектировать здания в сейсмических районах с приемлемой безопасностью и экономичностью с учетом проявления неупругих деформаций конструкций по линейно-спектральному методу, применяется коэффициент редукции или поведения, в принципе у всех аналогичный подход.
- ▶ Коэффициент редукции зависит от пластических свойств критических участков конструкций, пределов их проявления в зависимости от уровня и характера сейсмического воздействия, динамических характеристик здания и не учитываемого в явном виде существенного влияния малоциклового усталости.
- ▶ Вопрос о влиянии малоциклового усталости на пластический ресурс конструкций, характере накопления повреждений при пиковых и повторных сейсмических воздействиях разной интенсивности, остается актуальным и экспериментально малоизученным, в частности железобетонных конструкций.

**КАРКАС МНОГОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ
серии ИИС-20 (г. Ленинанкан, 1988г., фото автора)**



РАЗРУШЕНИЕ УЗЛОВ, КОНСТРУКЦИЙ (фото автора)

а) многоэтажного производственного здания



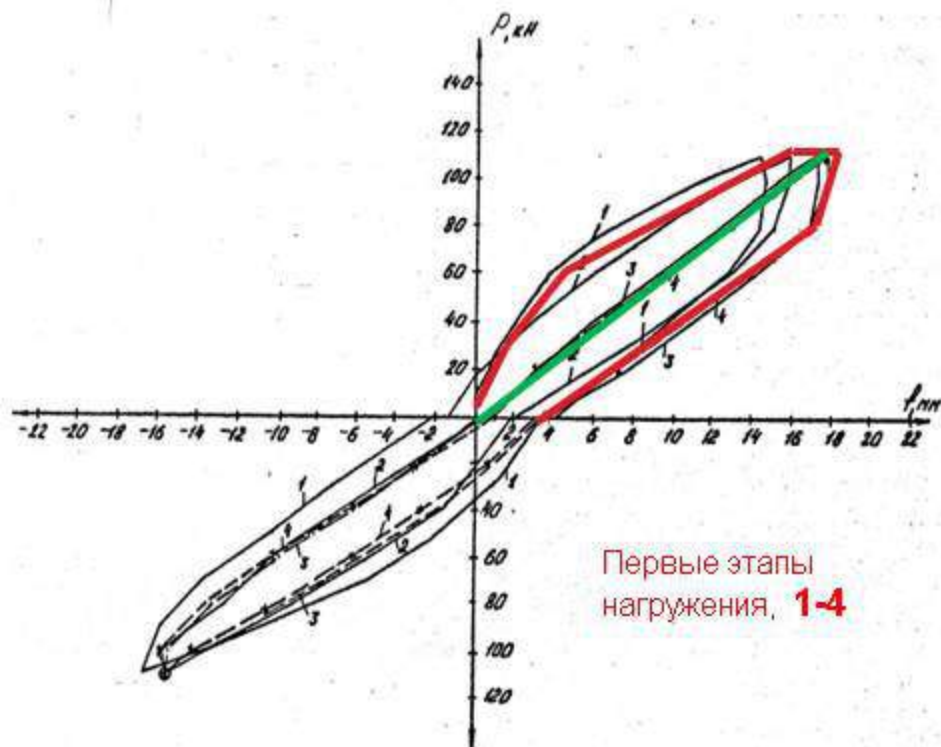
б) одноэтажного производственного здания



Изгибаемые железобетонные элементы

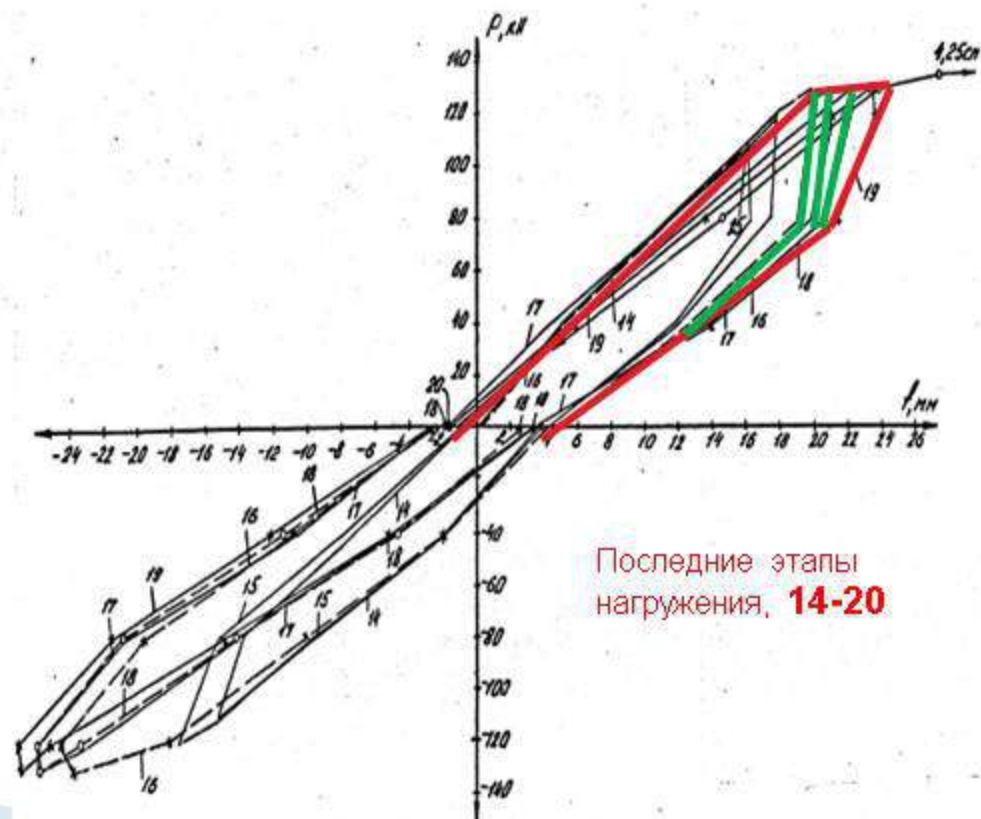
- ▶ Были испытаны знакопеременной малоцикловой нагрузкой высокого уровня статически определимые и неопределимые обычные и преднапряженные 30 балок, при степени армирования $0,45-0,9\xi_R$.
- ▶ Часть балок была испытана **11** циклами при уровне нагружения **0,9** и часть **50** циклами при уровне **0,8**.
- ▶ В пластических шарнирах обычных балок при уровне малоцикловых нагрузок **0,9** деформации арматуры достигали **2,4%**, при уровне **0,8** – **0,65%**, а при разрушении соответственно - **4,43%** и **3,17%**.
- ▶ В преднапряженных образцах при уровне **0,9** деформации арматуры достигали **1,1%** и при уровне **0,8** – **0,5%**, а при разрушении соответственно – **3,47%** и **2,88%**.
- ▶ Относительные предельные деформации бетона крайних волокон сжатой зоны бетона в обычных балках достигали **0,45%** и в преднапряженных - **0,38%**.

Гистерезисная диаграмма деформирования статически неопределимой балки



Первые этапы
нагружения, **1-4**

Уровень малоциклового нагружения **0,78-0,89**;
Коэффициент пластичности **4-12**;
Коэффициент поглощения энергии **$\Psi = 0,4-0,5$**

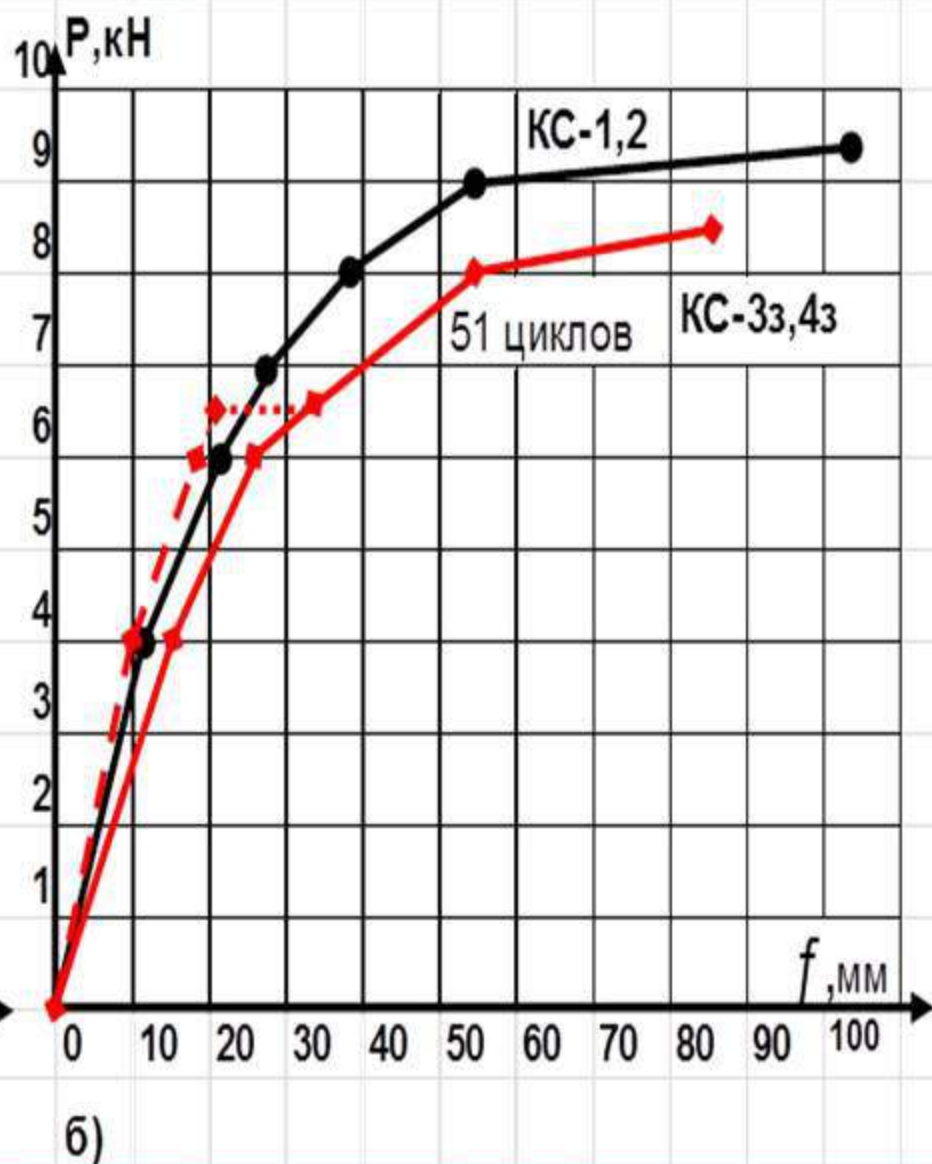
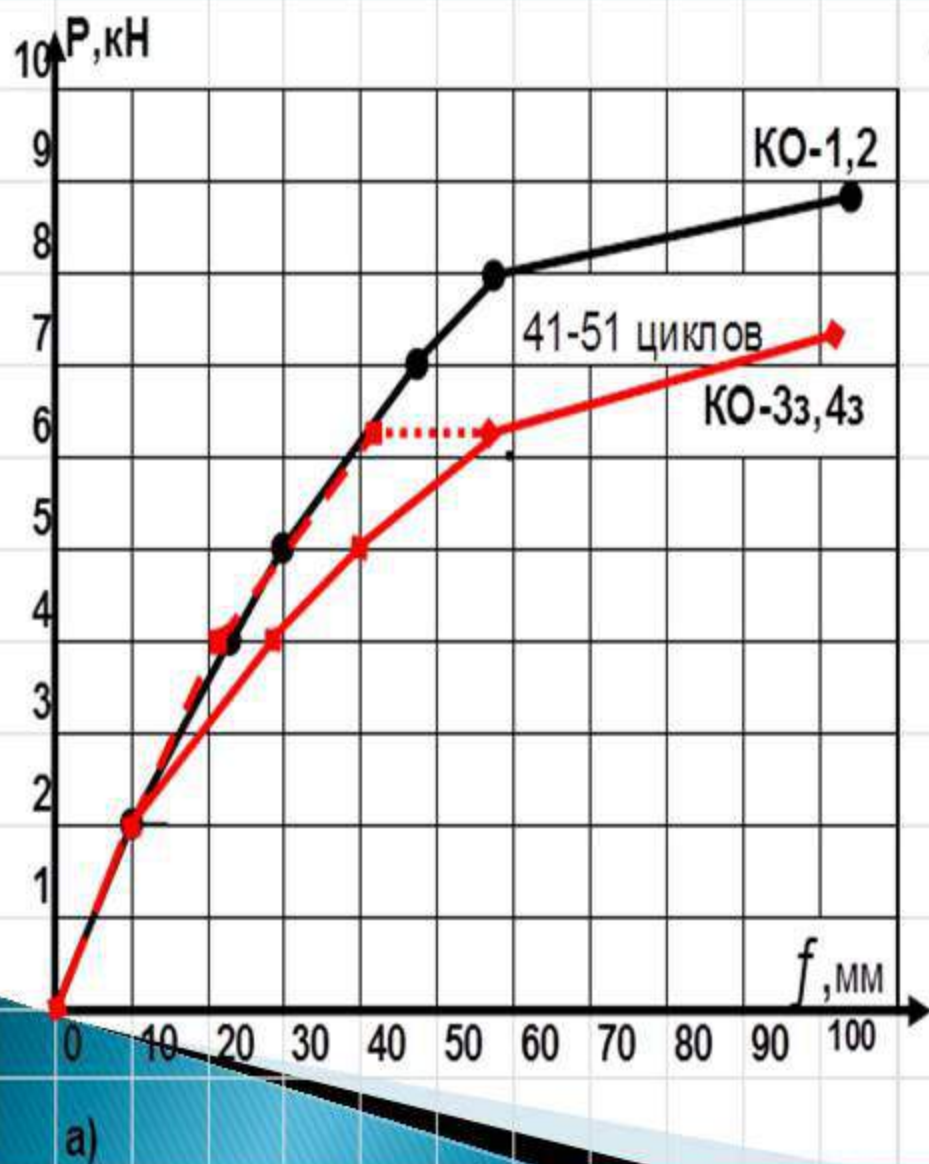


Последние этапы
нагружения, **14-20**

Железобетонные колонны

- ▶ Приведены средние значения зависимостей горизонтальная нагрузка – перемещение верха колонн при постоянно приложенной вертикальной нагрузке **50** кН, испытанных статической односторонней в качестве эталонных образцов и знакопеременной малоцикловой нагрузкой при уровне нагружения **0,7** от разрушающей с доведением до исчерпания несущей способности на **51** цикле.
- ▶ На рис. **а)** представлены графики колонн с обычным армированием, **б)** – со смешанным армированием при одинаковых характеристиках опытных образцов.
- ▶ Малоцикловая несущая способность колонн со смешанным армированием была выше, чем колонн с обычным армированием, а жесткость в **1,7** раза.
- ▶ Коэффициент пластичности при уровне малоциклового нагружения **0,7** в обычных колоннах составил **2** и при предельной разрушающей нагрузке **3**, в колоннах со смешанным армированием соответственно – **2** и **3,5**.

Железобетонные колонны



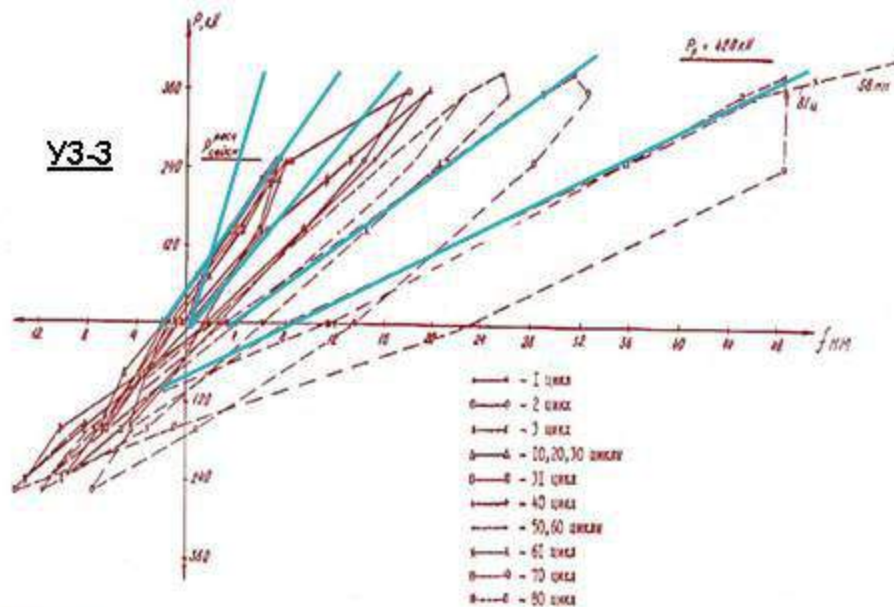
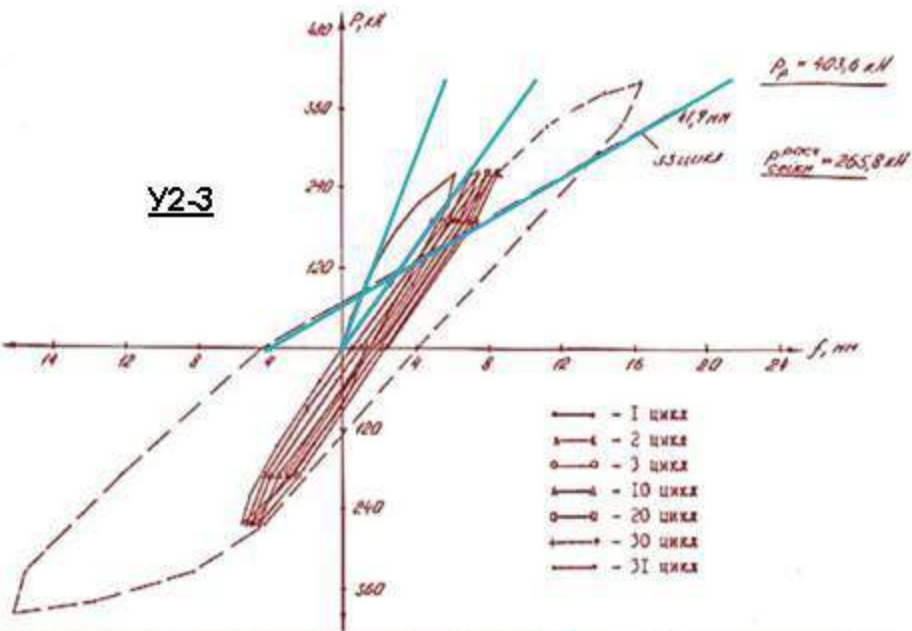
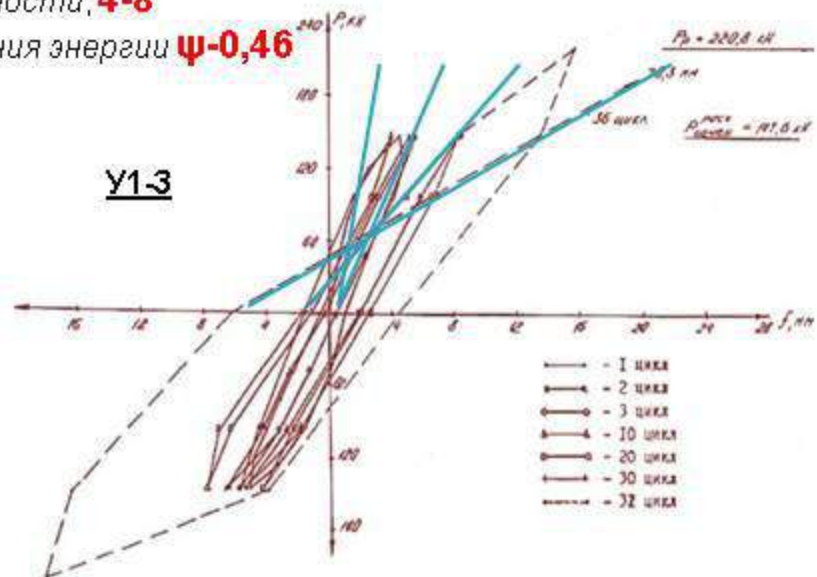
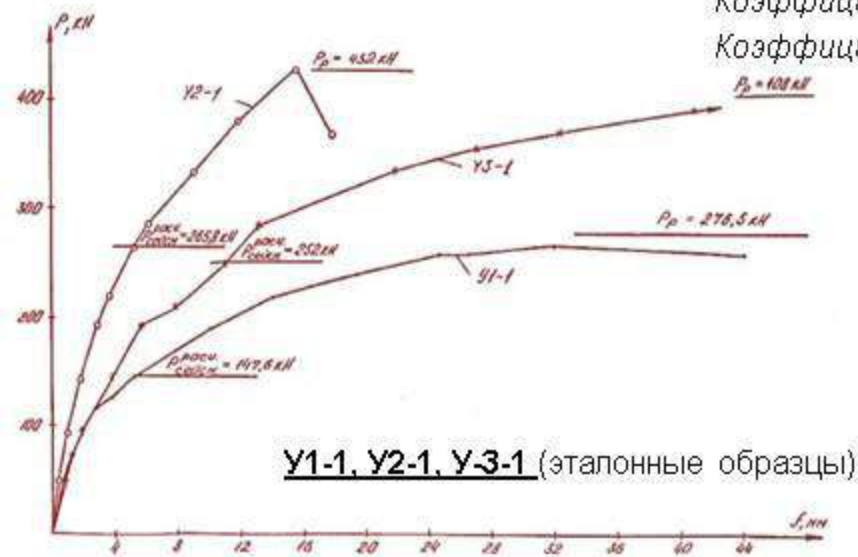
Железобетонные узлы

- ▶ Были испытаны три серии узлов, отличающихся типоразмерами ветви и армированием перемычек двухветвевых колонн высотой от 15,6 до 18 м.
- ▶ Снижение несущей способности опытных образцов, испытанных малоцикловым знакопеременным нагружением, в образцах первой серии составило **20%**, а во второй и третьей сериях узлов составило до **10%** в сравнении с однократным нагружением.
- ▶ Разрушающие нагрузки, испытанных, как однократным, так и малоцикловым знакопеременным нагружением, превышали расчетные значения сейсмических нагрузок на **50-67%**.
- ▶ Коэффициент поглощения энергии ψ составил в среднем **0,46** при расчетном уровне нагрузок по СНИП и **30**-циклах знакопеременного малоциклового нагружения.
- ▶ Коэффициент пластичности от первого до последних циклов изменялся в пределах **4-8**.

Железобетонные узлы

Коэффициент пластичности, **4-8**

Коэффициент поглощения энергии **$\psi=0,46$**



- ❖ Коэффициент редукиции является важным параметром, учитывающим неупругую работу конструкций. Его значение принимается разным в разных странах, исходя из накопленного опыта, в которых, как представляется, не раскрыта сущность влияния малоциклового усталости на пластический ресурс и прочность конструкций. Вопрос нуждается в экспериментальных исследованиях по единой методике испытаний, максимально имитирующих реальные сейсмические воздействия и их повторность, с установлением картины и пределов пластических свойств и др. параметров.
- ❖ Развитие теории и практики сейсмостойкого строительства и соответственно норм остается актуальной проблемой для стран ЕАЭС и СНГ. В этих целях было бы целесообразным и эффективным объединение имеющихся возможностей, людских и финансовых ресурсов, с выработкой и принятием целей, задач по направлениям теоретических и экспериментальных исследований, с созданием:
 - координационного центра;
 - научного совета;
 - испытательных центров и полигонов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ