

Требования, предъявляемые к строительным конструкциям

- снижение трудоемкости и сметной стоимости (снижение затрат на заводах и строительной площадке, затрат транспортных средств и т.д.);
- применение эффективных строительных материалов с полным использованием их физико-механических свойств;
- снижение веса;
- использование прочностных и деформационных характеристик грунтов основания;
- обеспечение гармоничного соответствия архитектурных и объемно-планировочных решений, функционального назначения, удобства и безопасности при эксплуатации.

Основы расчета строительных конструкций по предельным состояниям

Строительные конструкции должны быть запроектированы с учетом следующих воздействий:

- внешние нагрузки;
- смещение опор;
- изменение температуры и других климатических факторов;
- усадка и другие природные явления.



Основным свойством определяющим безотказность работы строительных конструкций или здания в целом является :

Надежность – способность сохранять заданные эксплуатационные качества в течение определенного срока службы.

Строительные конструкции должны быть запроектированы так, чтобы они обладали достаточной надежностью при возведении и эксплуатации с учетом необходимости особых воздействий (землетрясения, наводнения, взрыва и т.д.)

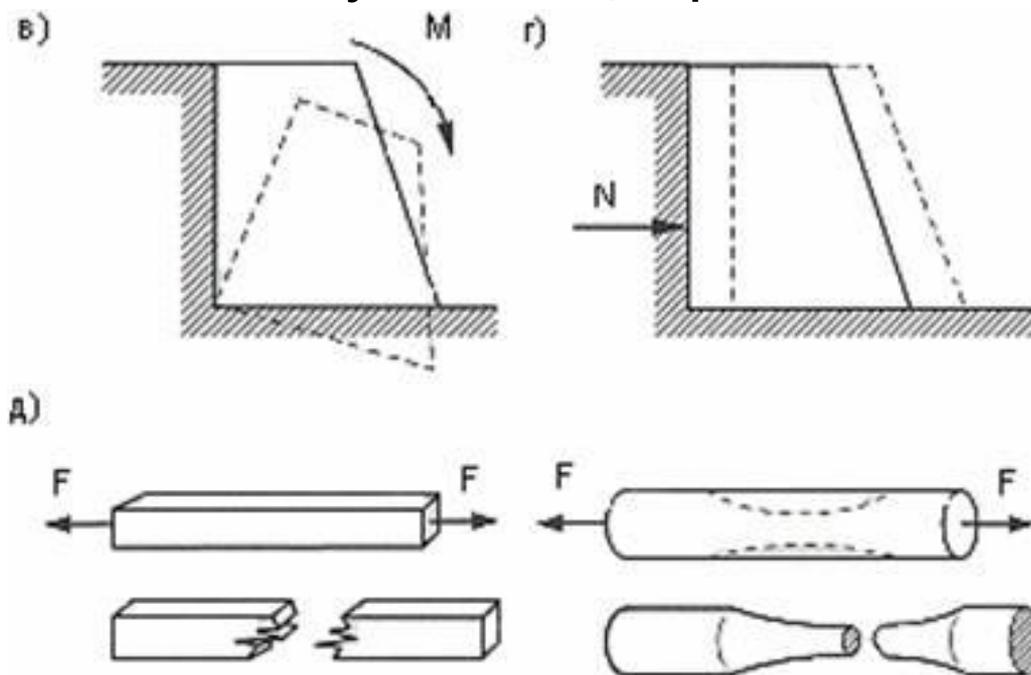
Предельным состоянием конструкций называются состояния, при которых конструкции перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям и требованиям, заданным при возведении.



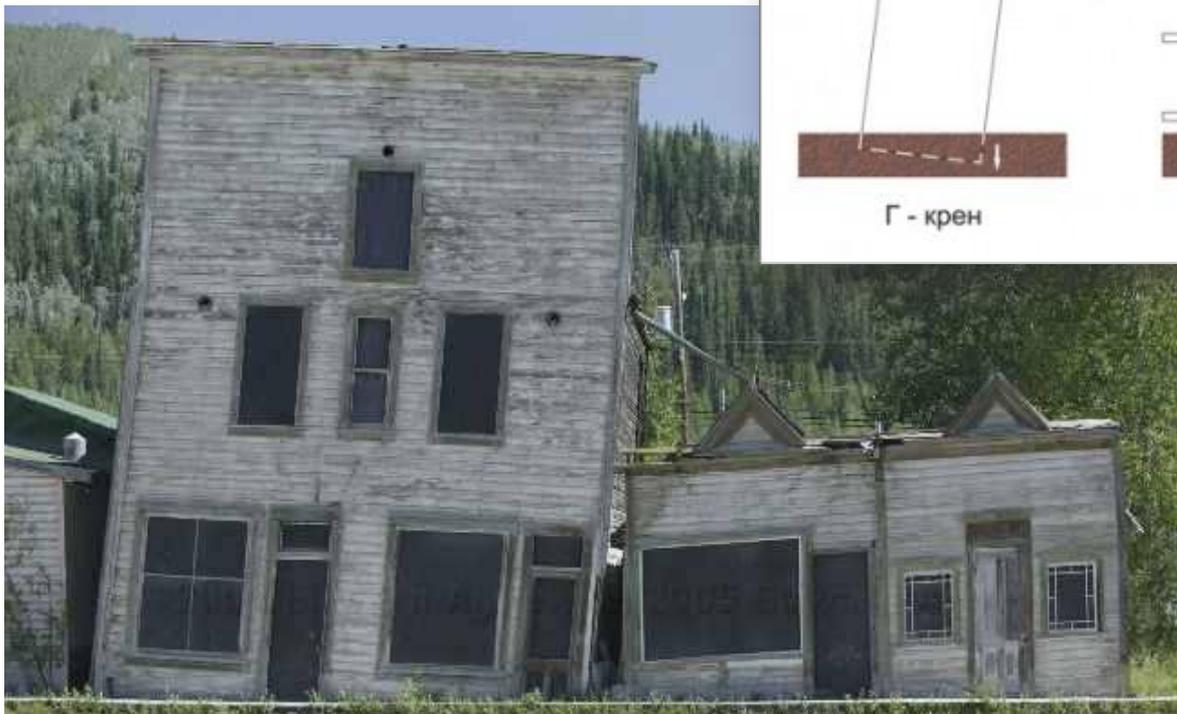
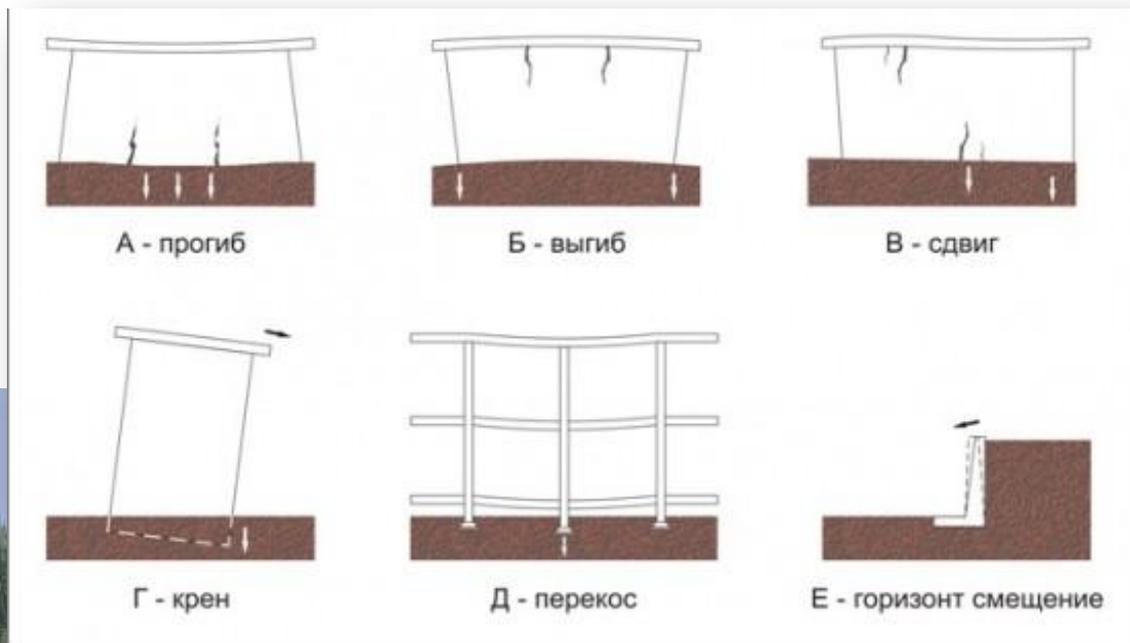
Предельные состояния делятся на две группы.

К предельным состояниям первой группы относятся:

- разрушение любого характера (пластическое, хрупкое);
- потеря устойчивости формы, приводящей к полной непригодности к эксплуатации (опрокидывание и сдвиг);



- потеря устойчивости положения (изгиб);
- переход в изменяемую систему.



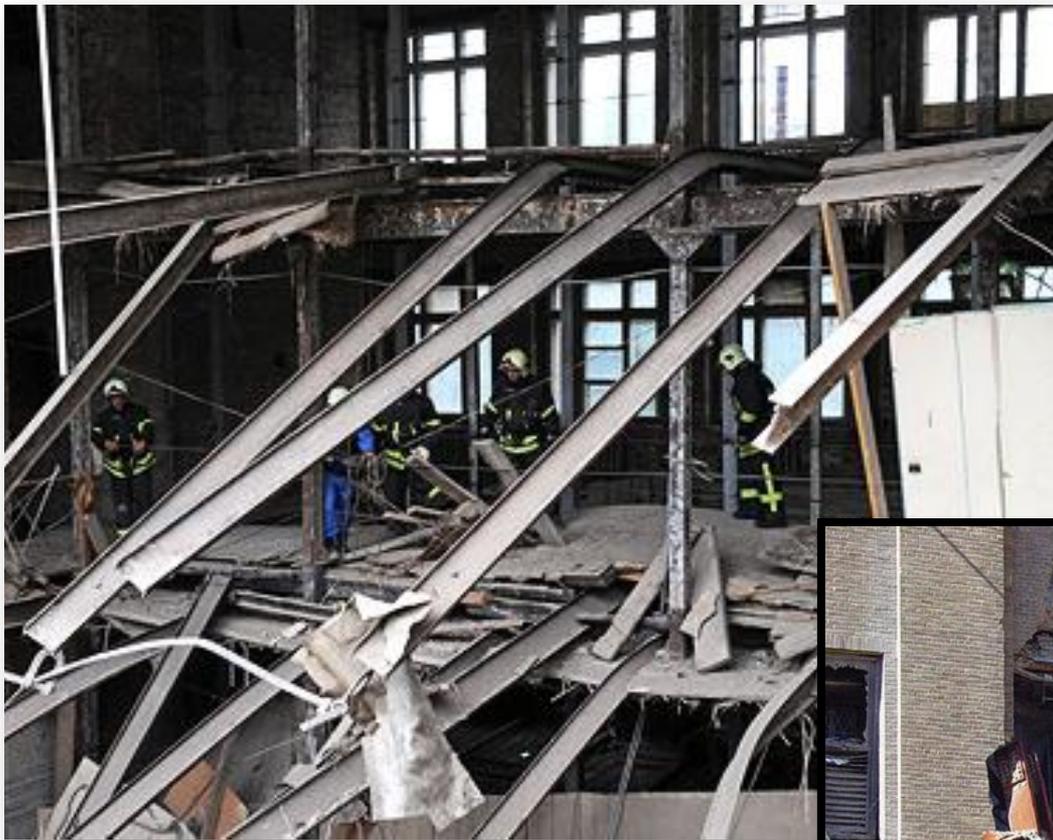
При достижении конструкции предельного состояния I группы ее дальнейшая эксплуатация невозможна.



Разрушение зданий и сооружений



Обрушение монолитного перекрытия

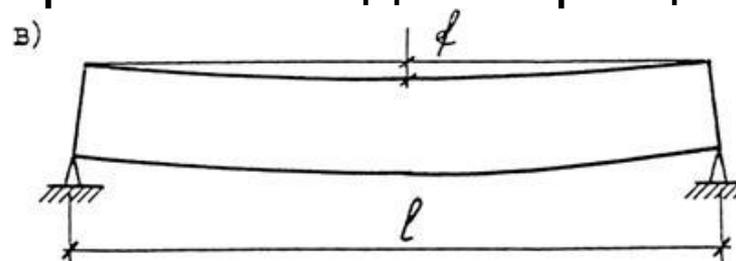
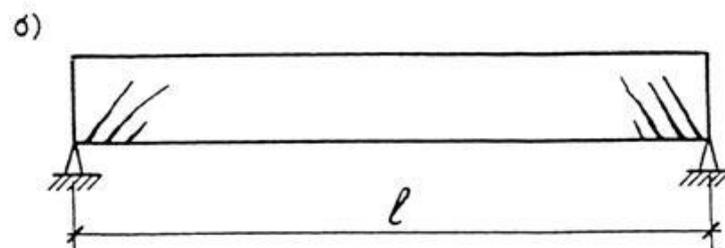
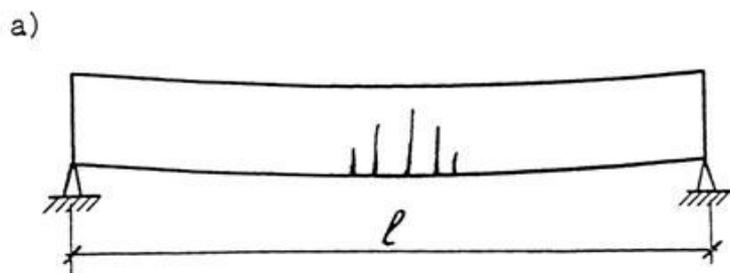


Разрушение металлического
каркаса зданий



К предельным состояниям второй группы относятся:

- достижение предельных деформаций конструкций (прогибов, поворотов);
- достижение предельных уровней колебания;
- образованием трещин;
- достижение предельных раскрытий или длин трещин.



Основы расчета строительных конструкций по предельным состояниям

Предельные прогибы (табл.19 СНиП 2.01.07-85*)

Элементы конструкций	Предъявляемые требования	Предельные прогибы
1. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы покрытий и перекрытий, открытых для обзора при пролете l , м: - $l \leq 1$ - $l = 3$ - $l = 6$ - $l = 24$ - $l \geq 36$	Эстетико-психологические	$l / 120$ $l / 150$ $l / 200$ $l / 250$ $l / 300$
2. Элементы лестниц (марши и площадки, косоуры), балконов, лоджий	Эстетико-психологические, физиологические	0,7 мм
3. Перемычки и навесные стеновые панели над оконными и дверными проемами (ригели и прогоны остекления)	Конструктивные	$l / 200$

При достижении конструкции предельного состояния II группы ее дальнейшая эксплуатация возможна, но с ограничением.





Примеры частичного
разрушения
кирпичной кладки

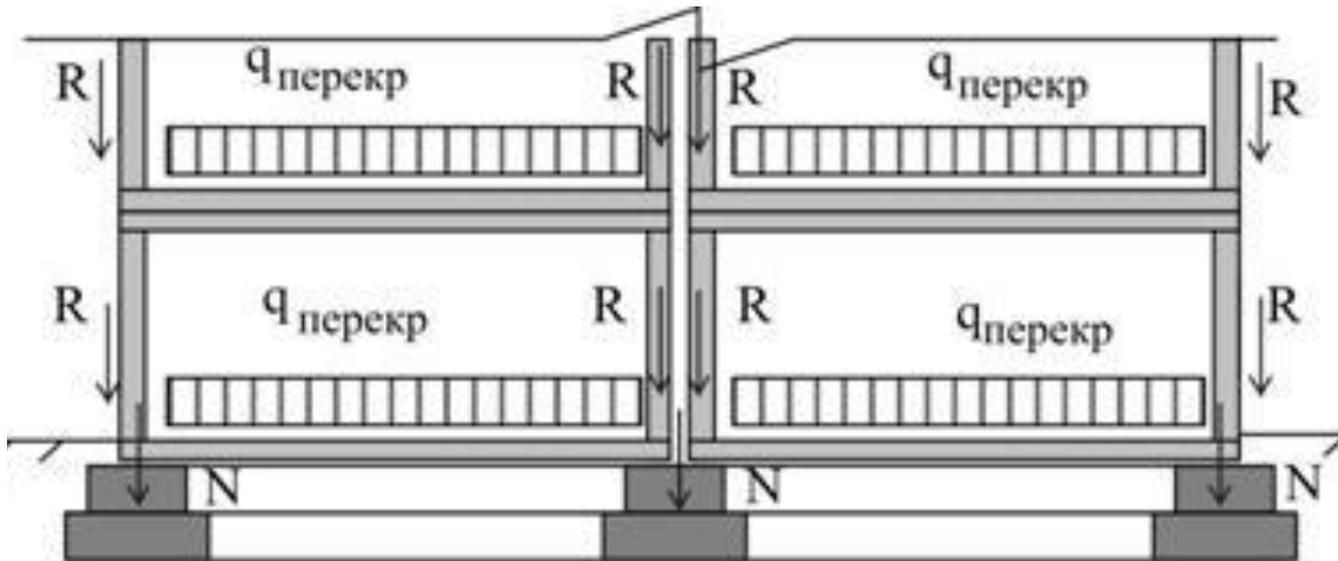


и несущих элементов
железобетонного
каркаса

Нагрузки и воздействия

По продолжительности действия нагрузки разделяются на: постоянные и временные.

- **Постоянная нагрузка** – это нагрузка, величина и расположение которой не изменяются в процессе эксплуатации (вес частей здания, вес и давление грунтов и др.). Обозначается – g .



- **Временная нагрузка** – это нагрузка, величина и расположение которой меняются в процессе эксплуатации. Обозначается – v .

Временные нагрузки подразделяются на:

- - длительно действующие (вес временных перегородок, вес стационарного оборудования, нагрузки на перекрытия от складироваемых материалов, стеллажей, вес людей, вес слоя воды на водонаполненных покрытиях, снеговая нагрузка (S)).

Виды временных длительно действующих нагрузок



Медицинское оборудование



Производственное оборудование

Виды временных длительно действующих нагрузок



Стеллажи и складированные материалы
в зданиях различного назначения

Виды временных длительно действующих нагрузок



Виды временной нагрузки
многофункционального здания

Виды временных длительно действующих нагрузок

Пример водонаполненного
покрытия 55-этажной гостиницы
Marina Bay Sands
в Сингапуре



Виды временных длительно действующих нагрузок



Вода с покрытия попадает в специально установленные водосборники и через фильтры поступает обратно в бассейн

Виды временных длительно действующих нагрузок



Снег и наледи на крышах являются источником серьезной опасности как для окружающих, так и для самой конструкции покрытия, превращаясь за зиму в значительную снеговую нагрузку

Виды временных длительно действующих нагрузок



Обрушение конструкций крыш
под действием снеговой нагрузки



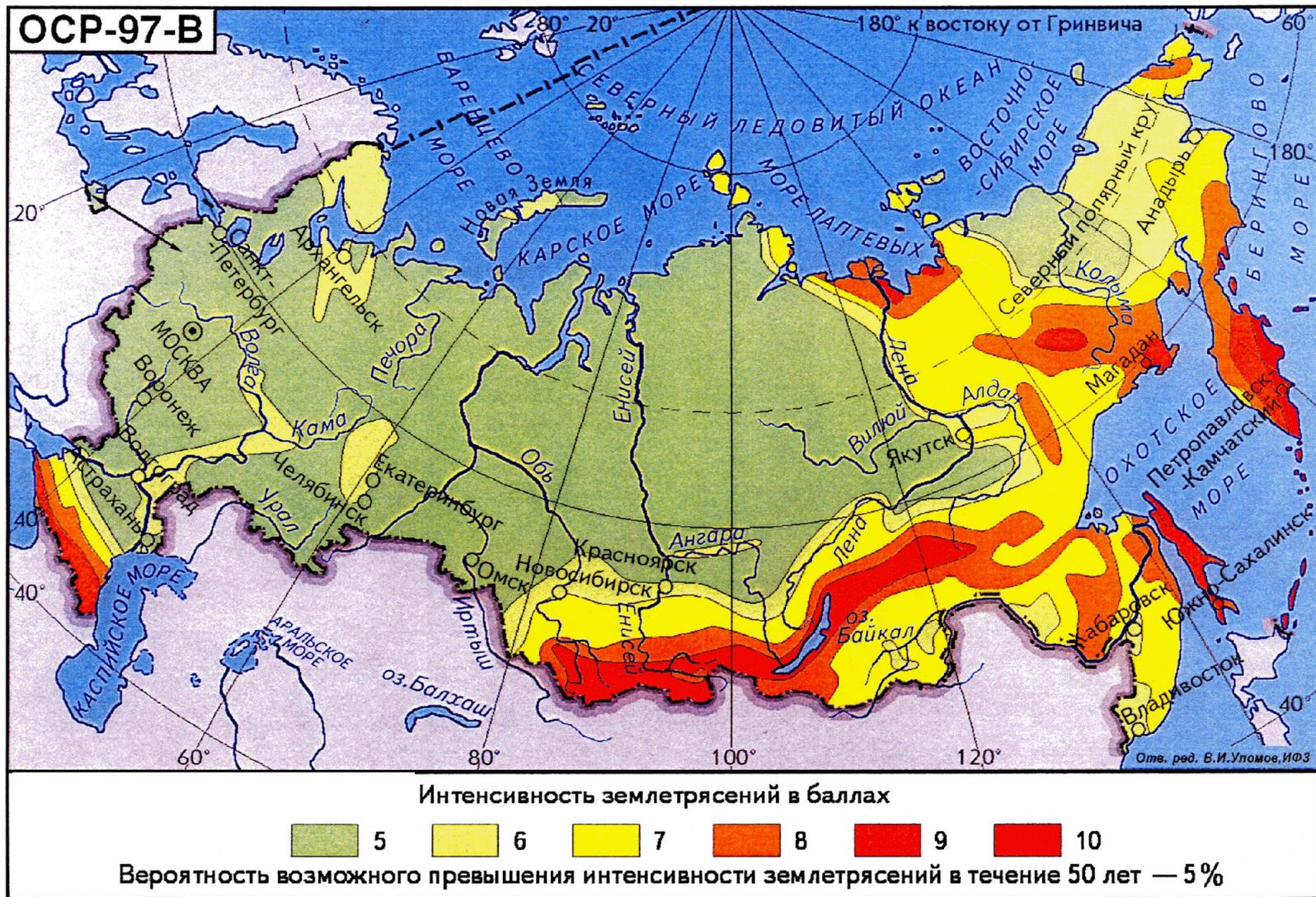
- кратковременные (нагрузки от оборудования при его перестановке или замене, часть нагрузки от людей, от подвижного подъемно-транспортного оборудования, часть снеговой нагрузки, ветровые и гололедные).



Ветровая нагрузка на здания и сооружения возникает при действии воздушных потоков, которые двигаются в горизонтальном направлении.

Достигая большой скорости, нередко выше 30 м/с, ветер вызывает большие разрушения.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИИ



- особые (сейсмические и взрывные воздействия, нагрузки, вызываемые резким нарушением технологического процесса, деформация основания).

Основные требования

к строительству зданий и сооружений
в сейсмоопасных зонах



Симметричные
конструктивные
схемы

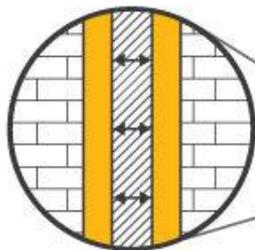


Равномерное
распределение жесткости
конструкции и масс



Однородность и монолитность
конструкций за счет применения
укрепленных сборных элементов

Особенности строительства



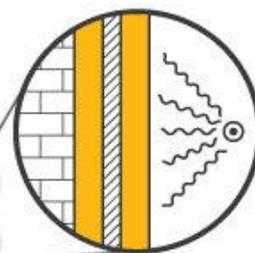
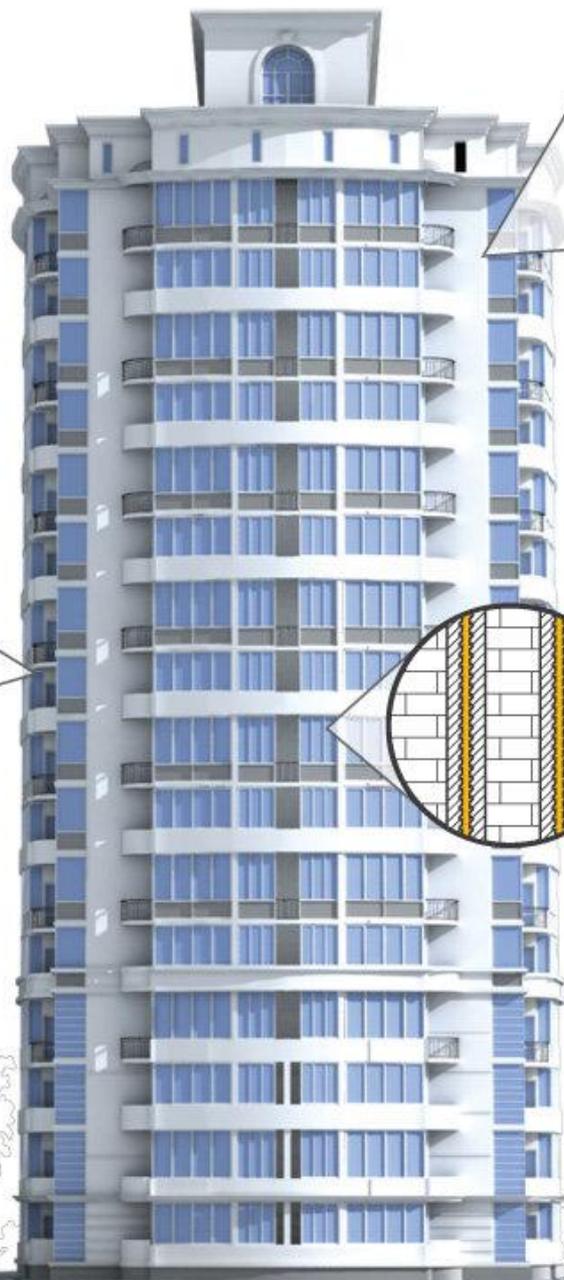
Антисейсмические швы

Это двойные стены или двойные ряды
несущих стоек. Они разрезают здание
на самостоятельные, независимые друг
от друга устойчивые отсеки



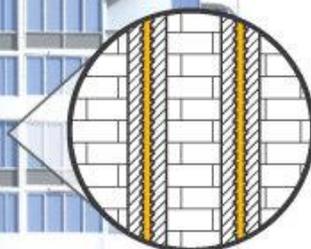
Не допускается

Применение перегородок из кирпичной
кладки, выполненной
вручную в зданиях
более пяти этажей



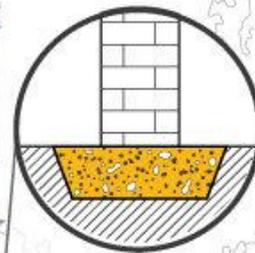
Материалы

Возведение несущих стен из
каменных панелей, блоков,
изготавливаемых в заводских
условиях с применением
вибрации, а также из кирпичной
или каменной кладки на
растворах со специальными
добавками, повышающими
сцепление раствора со строи-
тельными материалами



Армирование

Кирпичные или каменные
перегородки армируются
по всей длине



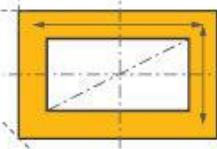
Фундамент

Создание «подушек» из бетона
или полимерных материалов,
благодаря которым здание
скользит или «плавает» во время
землетрясения и не разламывается
по тем линиям, где создается
наибольшее напряжение

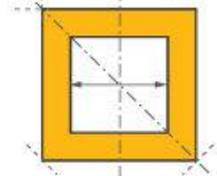
Предпочтительные формы сооружений:

прямоугольник

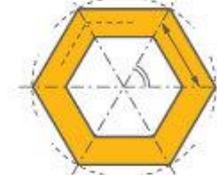
(самая распространенная)



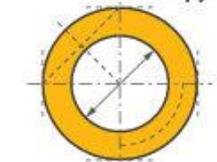
квадрат



многоугольник

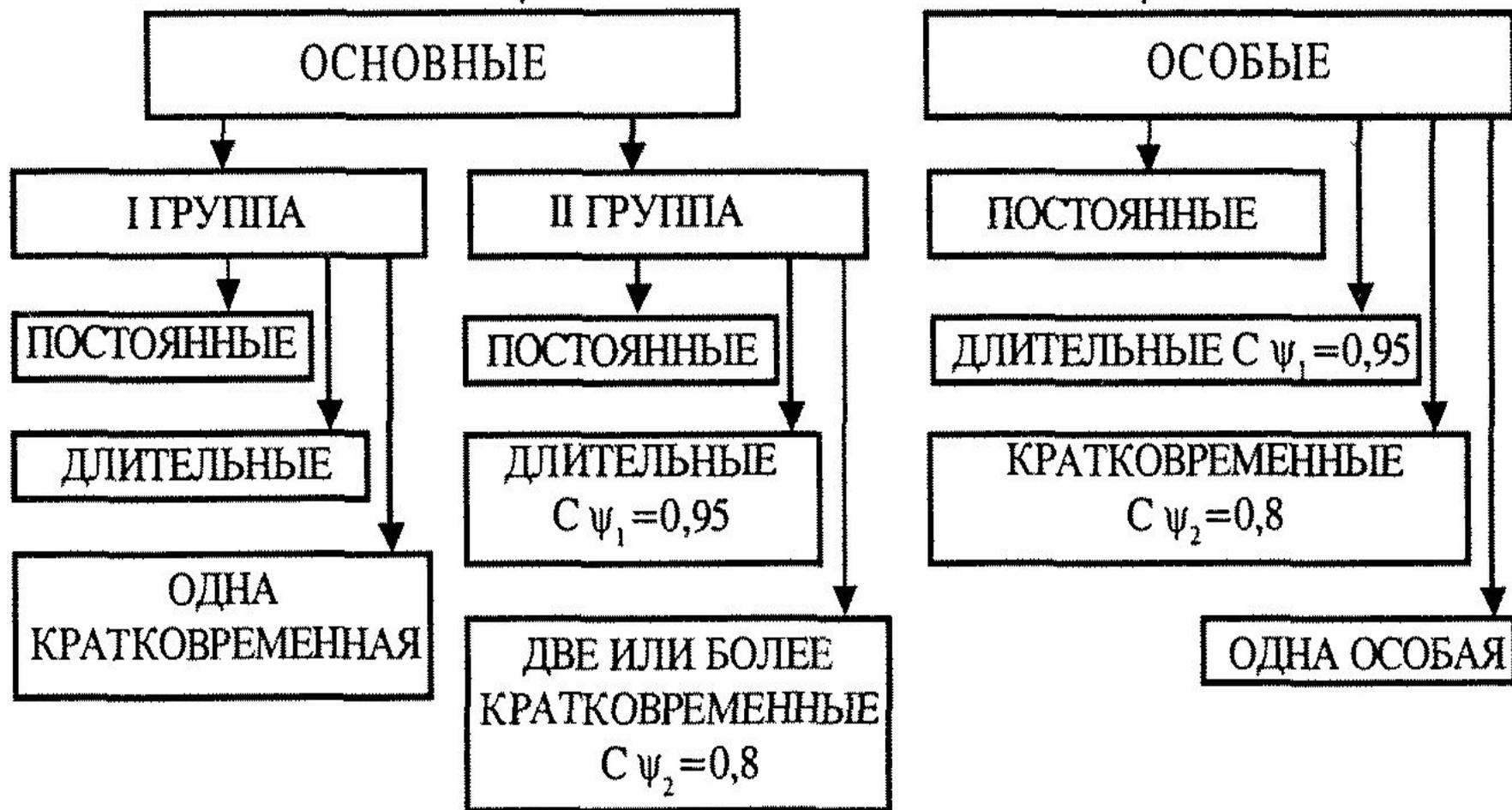


круг



Особенности строительства сейсмоустойчивых зданий

Нагрузки, как правило, действуют не отдельно, а в сочетании друг с другом. Различают следующие сочетания:



Все перечисленные нагрузки могут принимать следующие значения:

– **нормативные** – установлены нормами наибольшие нагрузки, которые могут действовать на конструкцию при ее нормальной эксплуатации.

Постоянные нагрузки определяются по проектным размерам конструкций и по нормативным значениям их объемных плотностей, для сборных конструкций определяются по данным заводов-изготовителей, или по установленным для них стандартам.

Временные равномерно распределенные нагрузки для помещений некоторых гражданских и производственных зданий приведены в СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

– **расчетные** – определяются произведением нормативной нагрузки на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , который учитывает возможные отклонения нагрузок в неблагоприятную сторону от нормативных значений.

Конструкции сооружений	γ_f
Металлические конструкции	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
- в заводских условиях	1,2
- на строительной площадке	1,3

При расчете несущих конструкций также учитывается уровень ответственности зданий и сооружений. Для этого в расчетные формулы вводится коэффициент надежности по уровню ответственности γ_n , который учитывается при сборе нагрузок.

I уровень ответственности (повышенный) – для зданий и сооружений, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям (резервуары, трубопроводы, гражданские и производственные здания высотой более 100 м или пролетами более 100 м), $0,95 \geq \gamma_n \geq 1,2$;

Здания и сооружения I уровня ответственности



Городские очистные сооружения

Здания и сооружения I уровня ответственности



Резервуар хранения жидкостей



Водозаборные сооружения

Здания и сооружения I уровня ответственности

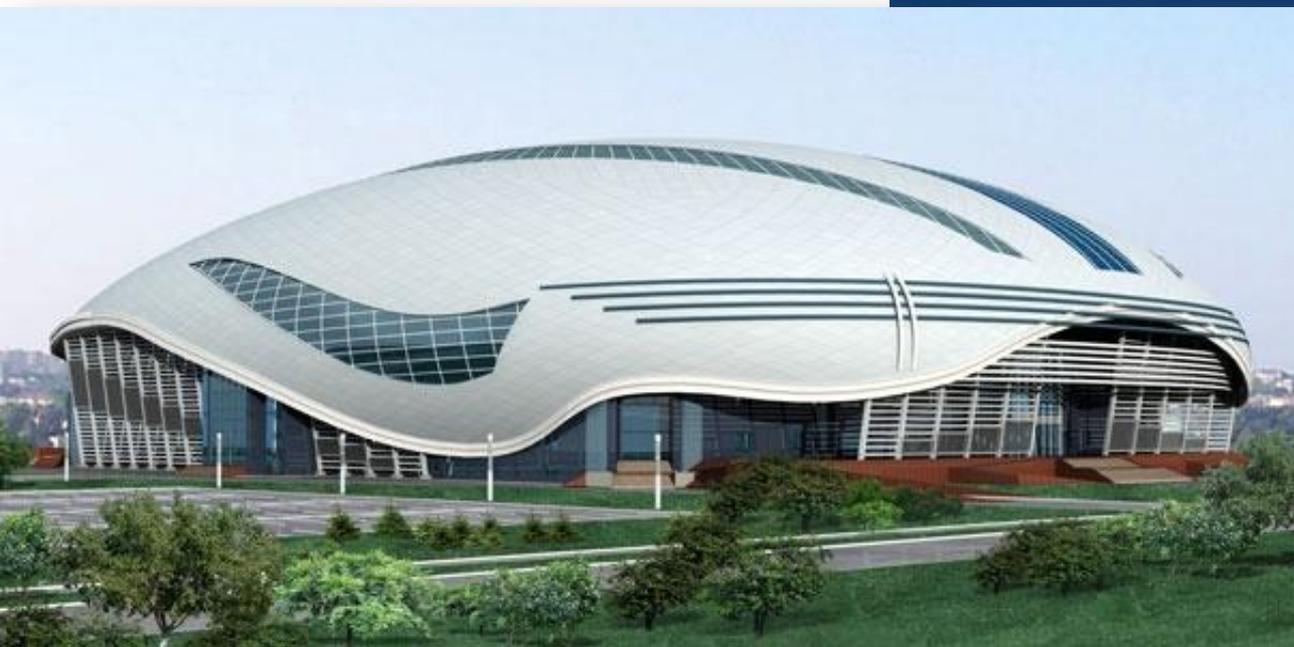


Дымовые заводские трубы



Сооружение трубопровода
пара и горячей воды

Здания и сооружения I уровня ответственности



Республиканский велотрек
г. Астана. Пролет 105 метров



«Лакта-центр» (проект)
г. С-Петербург. Высота 470 метров

Здания и сооружения II уровня ответственности

- II уровень ответственности (нормальный) – для зданий и сооружений массового строительства (жилые, общественные, сельскохозяйственные), $\gamma_n = 0,95$;



Здание детского сада

Здания и сооружения II уровня ответственности



Животноводческая
ферма



Здание зернохранилища

Здания и сооружения III уровня ответственности

- **III уровень ответственности (пониженный)** – для сооружений сезонного или вспомогательного назначения (парники, теплицы, летние павильоны, небольшие склады), $0,8 \geq \gamma_n > 0,95$;



Здания и сооружения III уровня ответственности



Здание склада



Торговый павильон