

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»



Составитель Н. А. ДЬЯКОВА

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

МАТЕРИАЛ К ЛЕКЦИОННОМУ КУРСУ

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления 08.03.01
«Строительство» в качестве электронного издания для использования
в учебном процессе

Кемерово 2016

Рецензенты:

Хозяинов Б. П. – доцент кафедры строительных конструкций, водоснабжения и водоотведения, кандидат технических наук

Угляница А. В. – председатель учебно-методической комиссии направления 08.03.01 «Строительство»



Дьякова Наталья Александровна

Основы строительных конструкций. Раздел 1. Общие положения проектирования и расчета строительных конструкций : материал к лекционному курсу [Электронный ресурс]: для студентов направления 08.03.01 «Строительство», образовательная программа «Водоснабжение и водоотведение», всех форм обучения / сост. Н. А. Дьякова; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2016. – Систем. требования : Pentium IV; ОЗУ 8 Мб ; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана

Целью работы является оказание помощи студентам при самостоятельном изучении дисциплины «Основы строительных конструкций».

© КузГТУ, 2016

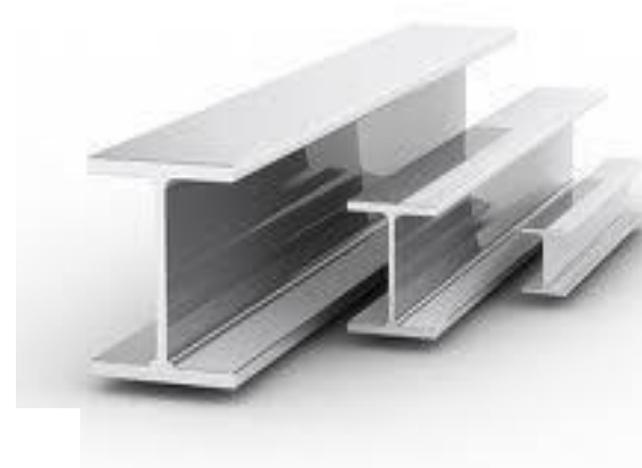
© Дьякова Н. А., составление, 2016



Классификация строительных конструкций



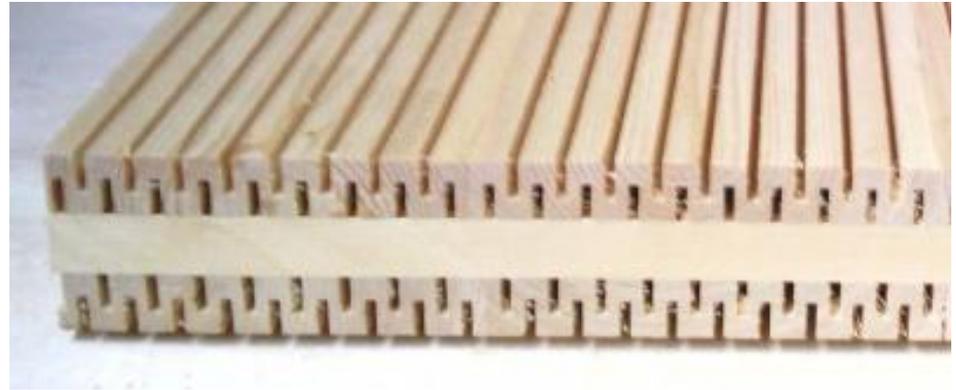
Металлические
Деревянные
Железобетонные



**1. По геометрической форме:
а) балки (стержневые конструкции)**

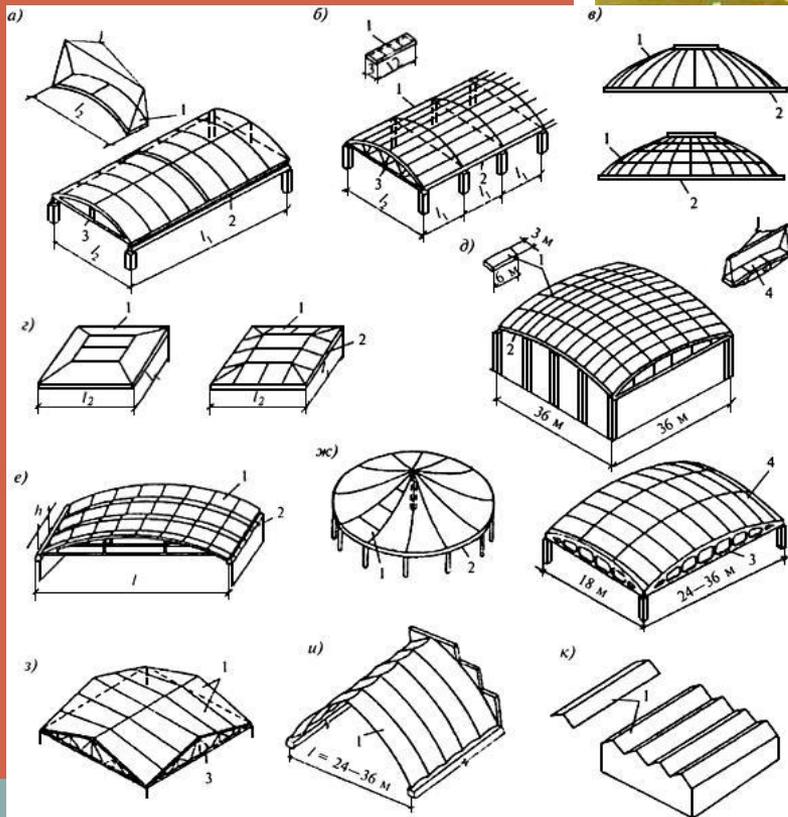


Металлические
Деревянные
Железобетонные



**б) плиты (плоскостные
конструкции)**

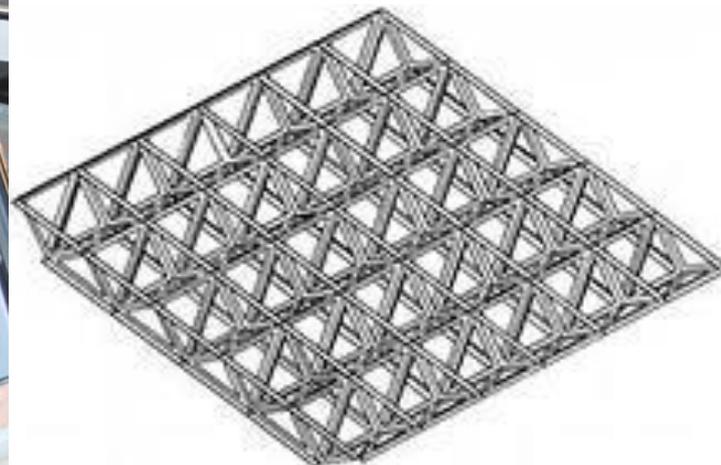
Металлические
Деревянные
Железобетонные



в) оболочки (объемно-пространственные конструкции)



Металлические
Деревянные
Железобетонные

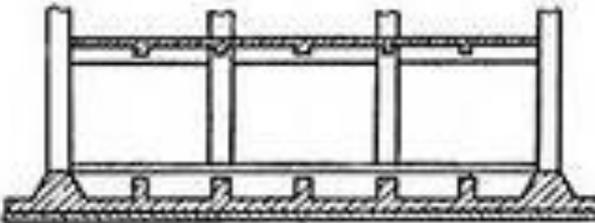
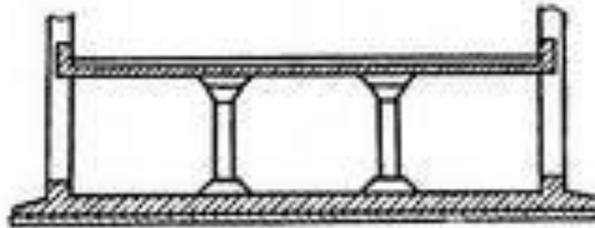


Фиг. 1

**г) стержневые системы
(структуры)**



Металлические
Деревянные
Железобетонные



**д) массивы (сплошные
фундаменты)**

2. По используемому материалу: а) железобетонные (каркасные и бескаркасные здания в сборном и монолитном исполнении)



Бескаркасные здания

Примеры каркасных железобетонных зданий



б) металлические (каркасные общественные и жилые здания, большепролетные покрытия)



Металлическая
конструкция покрытия

Металлический
балочный каркас





Примеры металлических
большепролетных покрытий

в) деревянные (каркасные и бескаркасные жилые, большепролетные общественные здания)



Архитектурный ансамбль Спасо-Кижского погоста,
о. Кижы

Каркасная церковь в Хеддале, Норвегия



Высота здания составляет 26 метров,
построена как и большинство объектов деревянного
зодчества Руси без единого гвоздя

Самый высокий деревянный дом в мире

13-этажный особняк
возведен в г. Архангельске
и до сих пор остается
недостроенным.
Строительство запрещено
Госпожнадзором, так как не
удовлетворяет требованиям
пожарной безопасности.



Бескаркасные деревянные дома усадебного типа



- из бруса



- из бревен

Каркасно-щитовые деревянные дома



Каркас состоит из обработанного соснового бруса и досок, обшивка выполняется из древесно-стружечных плит с утеплением и наружной облицовкой



**Примеры
большепролетных
покрытий из клееной
древесины**

г) каменные (бескаркасные жилые и общественные здания)

**Здания со стенами из
естественных камней**

Собор Парижской
богоматери (Париж) и
Букингемский дворец
(Лондон) возведены
из песчаника



Здания со стенами из естественных камней

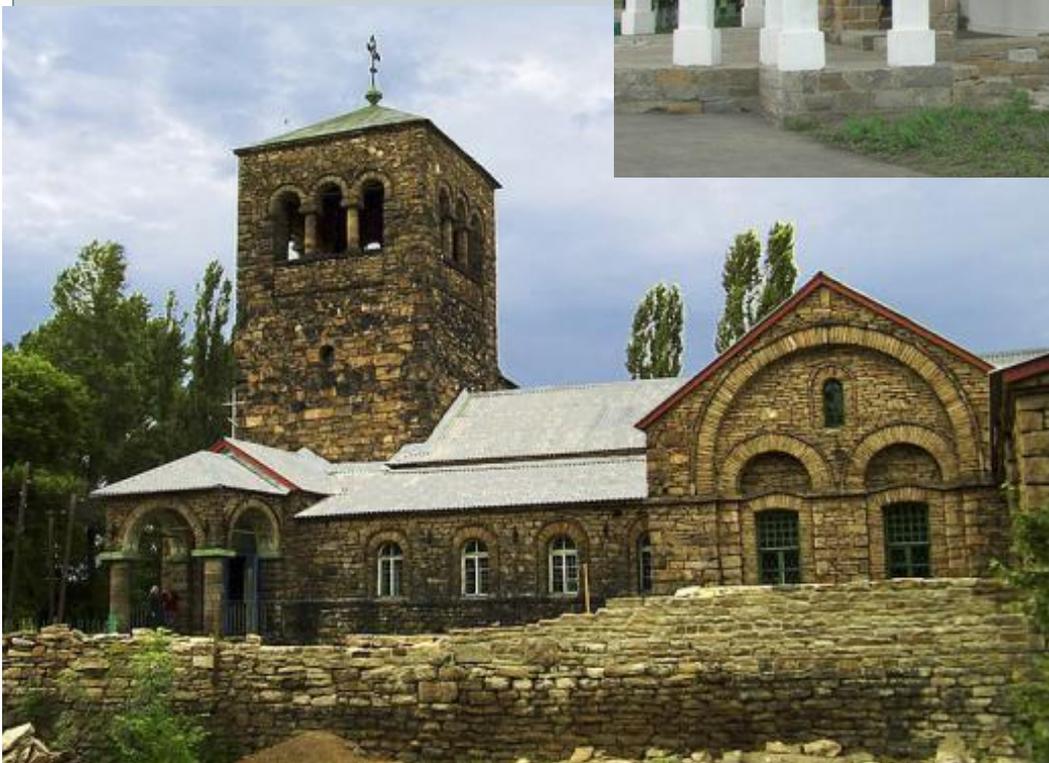
Несколько веков назад
Москву окрестили
белокаменной именно
потому, что большинство
каменных зданий строились
из известняка.



Каменные усадьбы



Дом Себальда Рутгерса,
Кемерово



Усадьба Мсциховского, с. Селезневка
Луганская область

Здания со стенами из искусственных камней



Здания усадебного типа
из полнотелого
кирпича

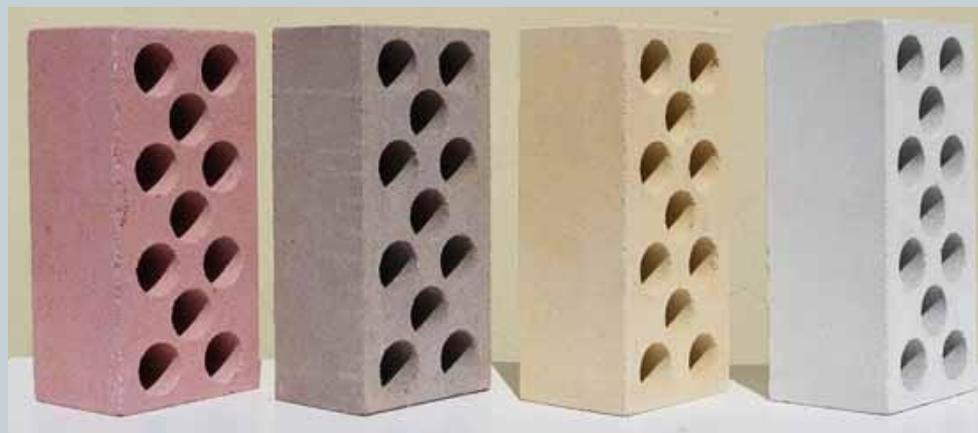


Бизнес-квартал «Мельница Шмидта». Саратов
Реконструкция старой фабрики русских
промышленников, братьев Шмидт

Здания со стенами из искусственных камней



Жилые здания из кирпича в стиле «лофт».



Здания из силикатного кирпича

Здания со стенами из искусственных камней



Жилые здания из
керамических блоков

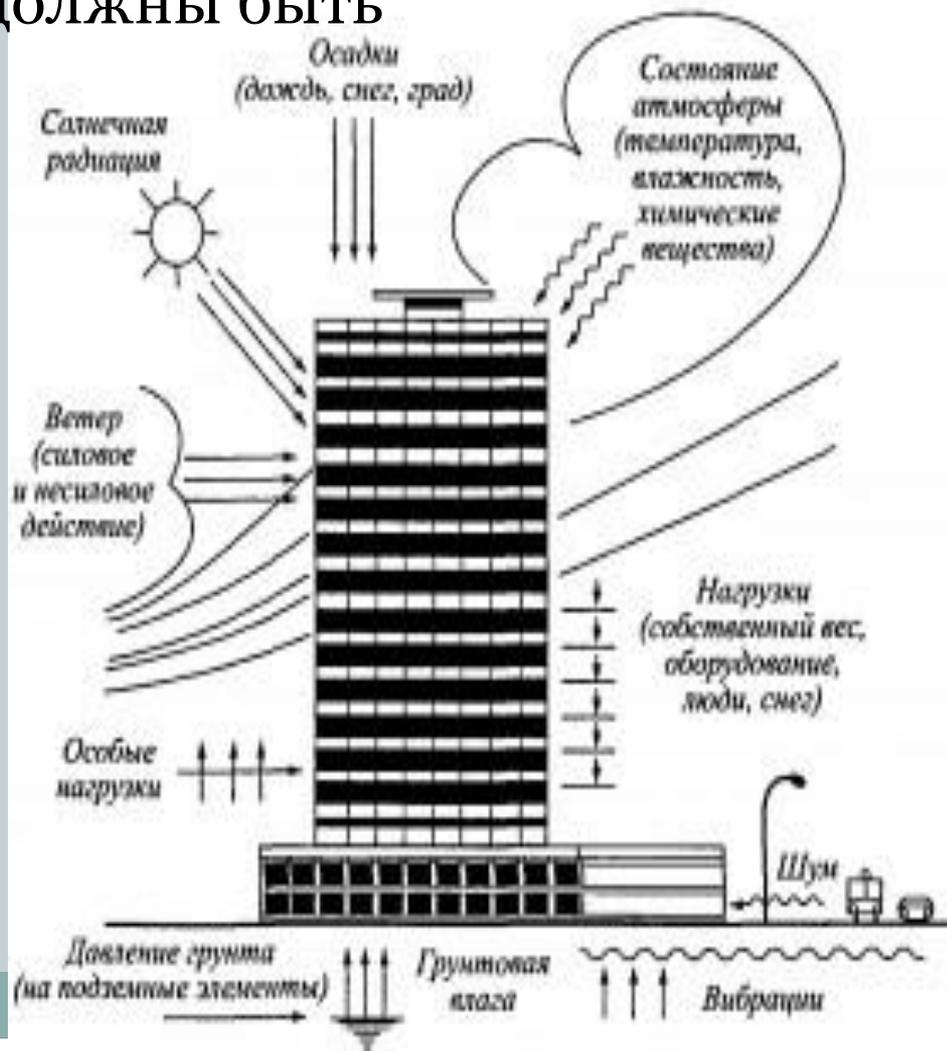
Требования, предъявляемые к строительным конструкциям

- 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.)



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

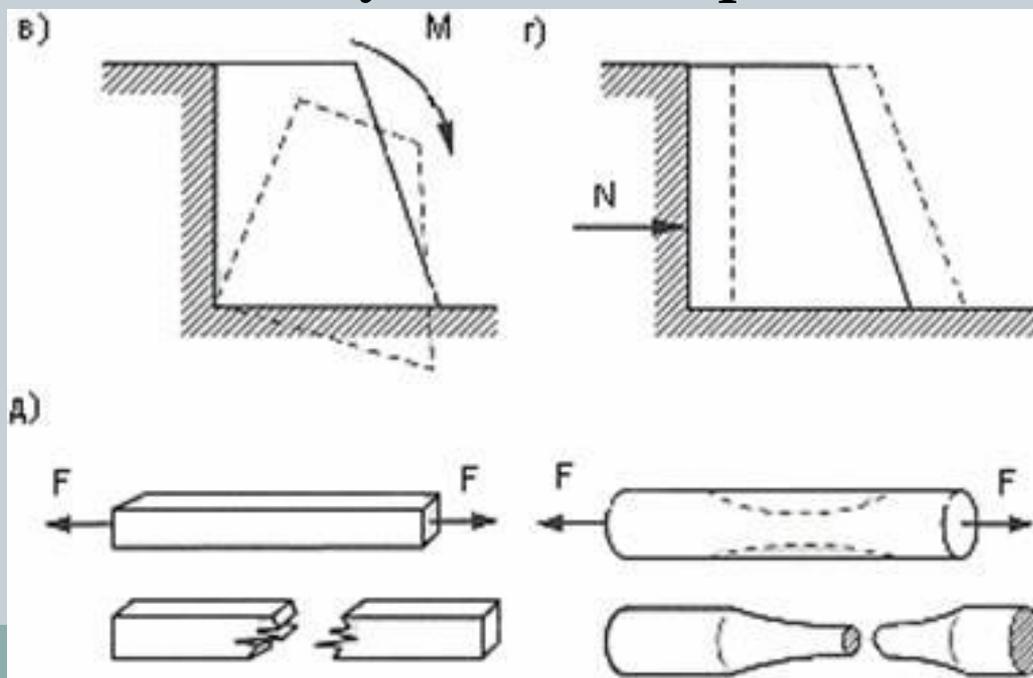




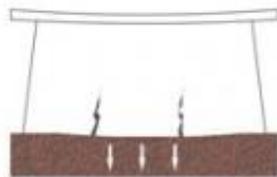
Предельные состояния делятся на две группы.

К предельным состояниям **первой группы** относятся:

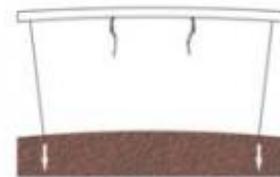
- разрушение любого характера (пластическое, хрупкое);
- потеря устойчивости формы, приводящей к полной непригодности к эксплуатации (опрокидывание и сдвиг);



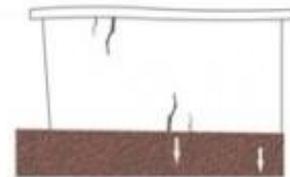
- потеря устойчивости положения (изгиб);
- переход в изменяемую систему.



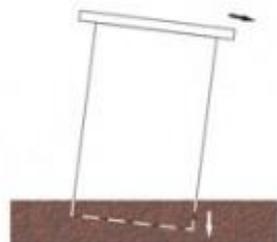
А - прогиб



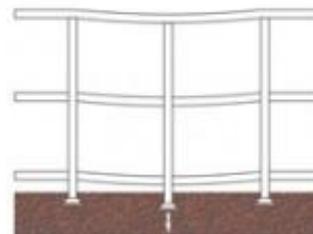
Б - выгиб



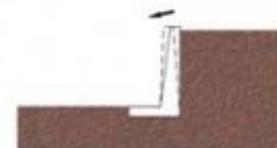
В - сдвиг



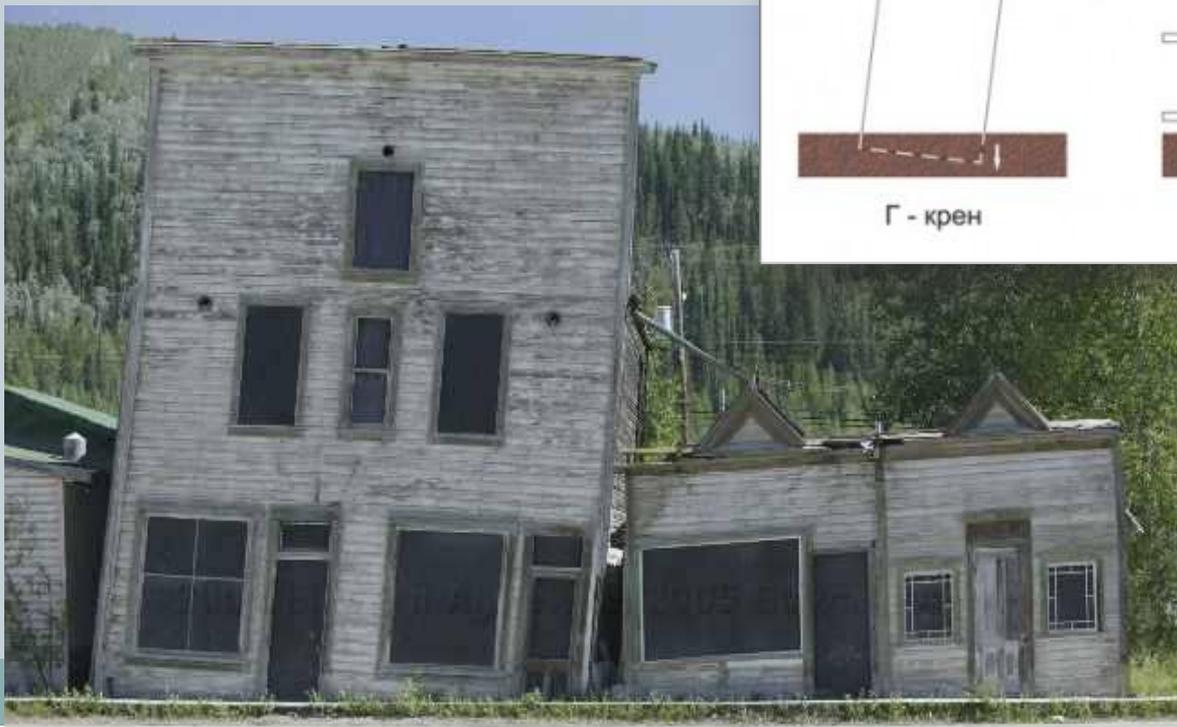
Г - крен



Д - перекос



Е - горизонт смещение



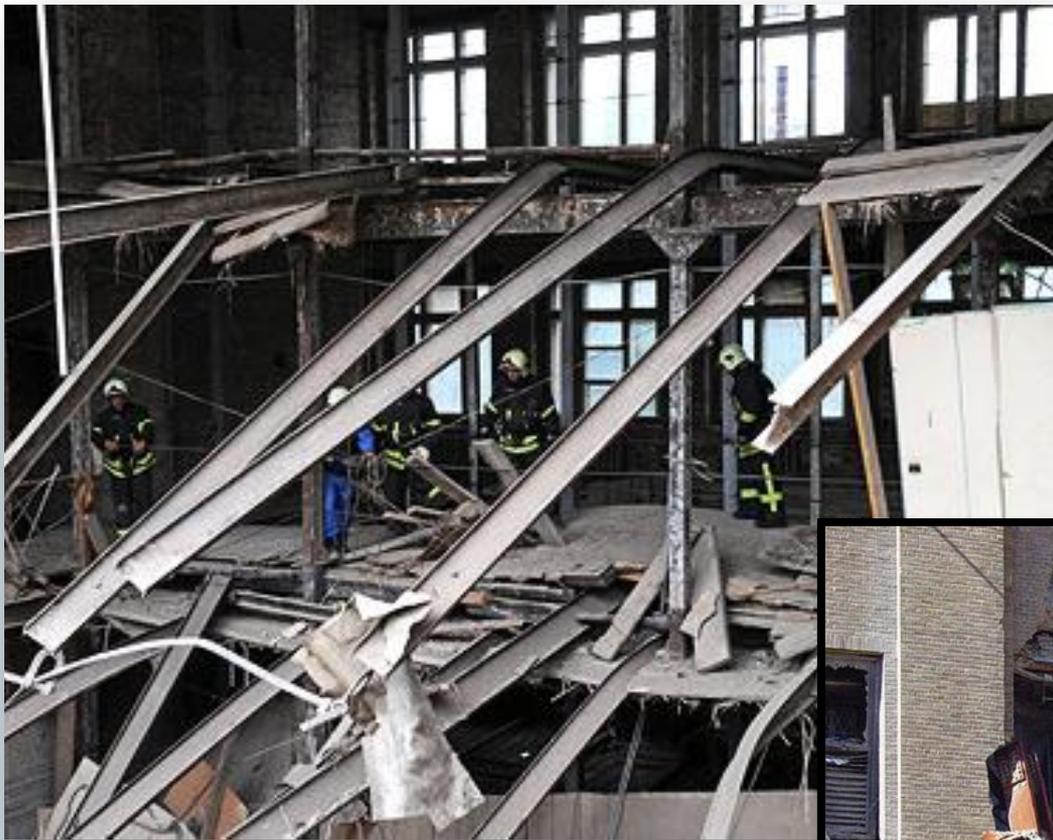
При достижении конструкции предельного состояния I группы ее дальнейшая эксплуатация невозможна.



Разрушение зданий и сооружений



Обрушение монолитного перекрытия



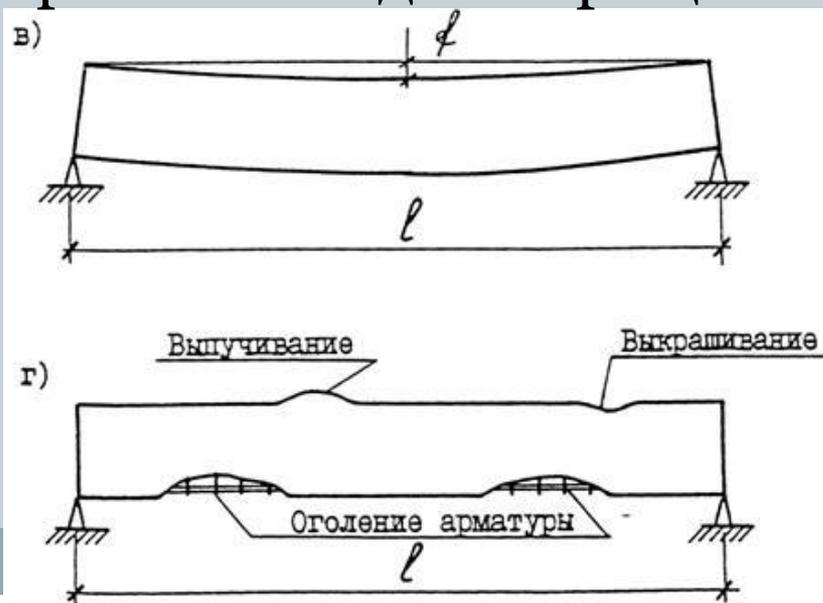
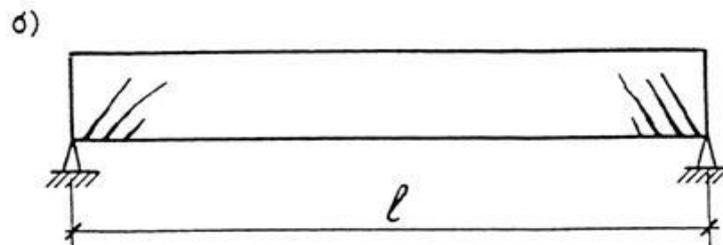
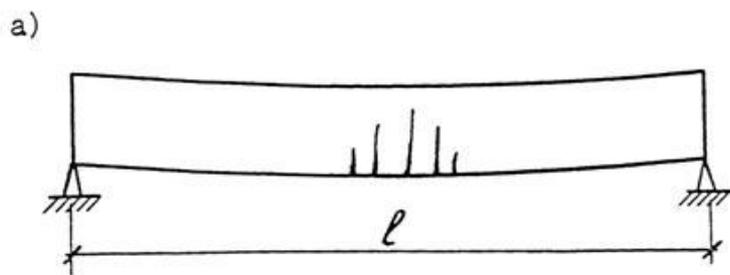
Разрушение
металлического каркаса
зданий





К предельным состояниям **второй группы** относятся:

- достижение предельных деформаций конструкций (прогибов, поворотов);
- достижение предельных уровней колебания;
- образование 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: - $\ell \leq 1$ - $\ell = 3$ - $\ell = 6$ - $\ell = 24$ - $\ell \geq 36$	Эстетико-психологические	$\ell / 120$ $\ell / 150$ $\ell / 200$ $\ell / 250$ $\ell / 300$
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	$\ell / 200$

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





Примеры частичного
разрушения
кирпичной кладки

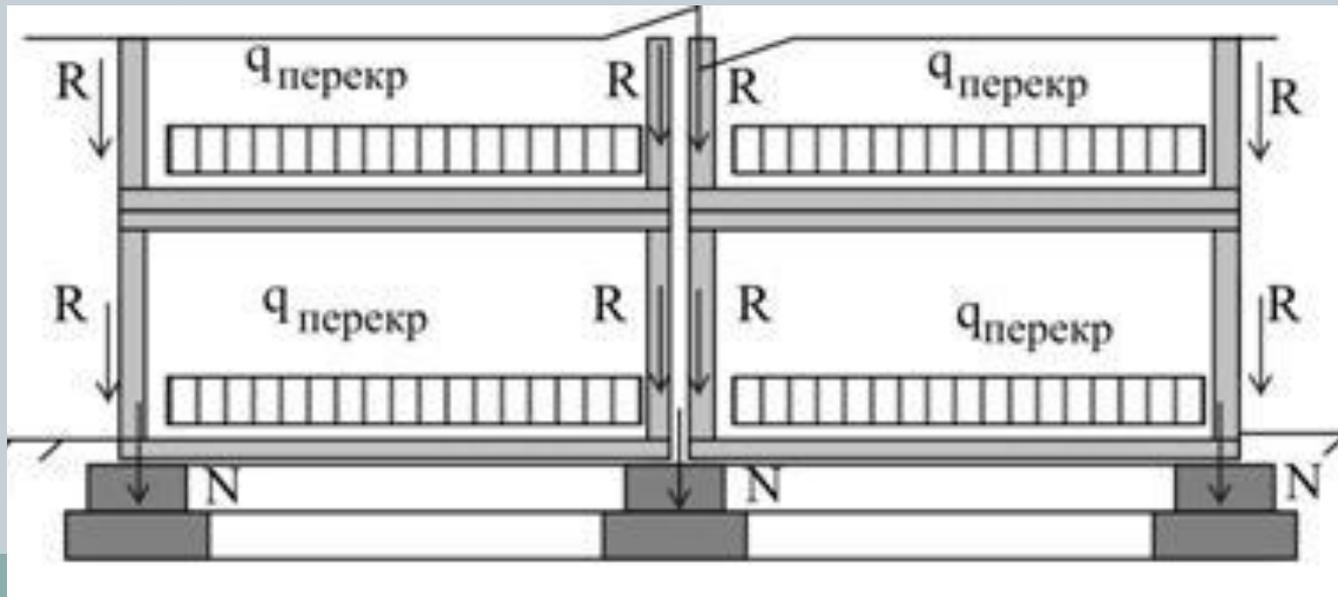


и несущих элементов
железобетонного
каркаса

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



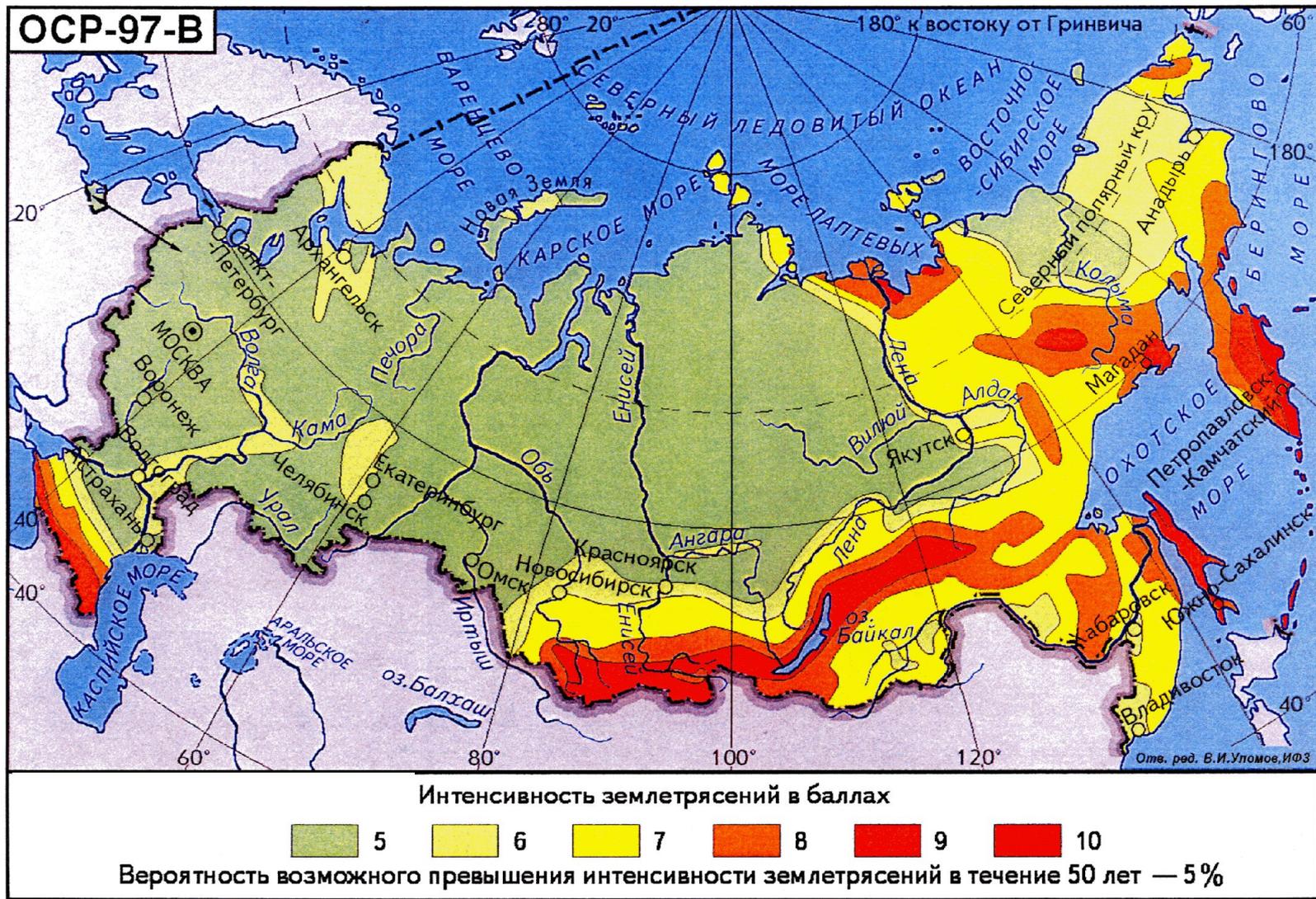
- кратковременные (нагрузки от оборудования при его перестановке или замене, часть нагрузки от людей, от подвижного подъемно-транспортного оборудования, часть снеговой нагрузки, ветровые и гололедные).



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

Достигая большой скорости, нередко свыше 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

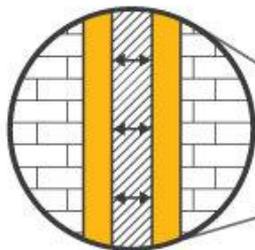


Равномерное
распределение жесткости
конструкции и масс



Однородность и монолитность
конструкций за счет применения
укрепленных сборных элементов

Особенности строительства



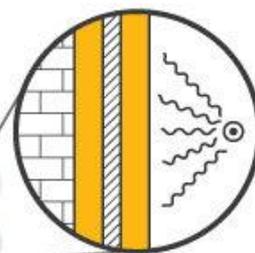
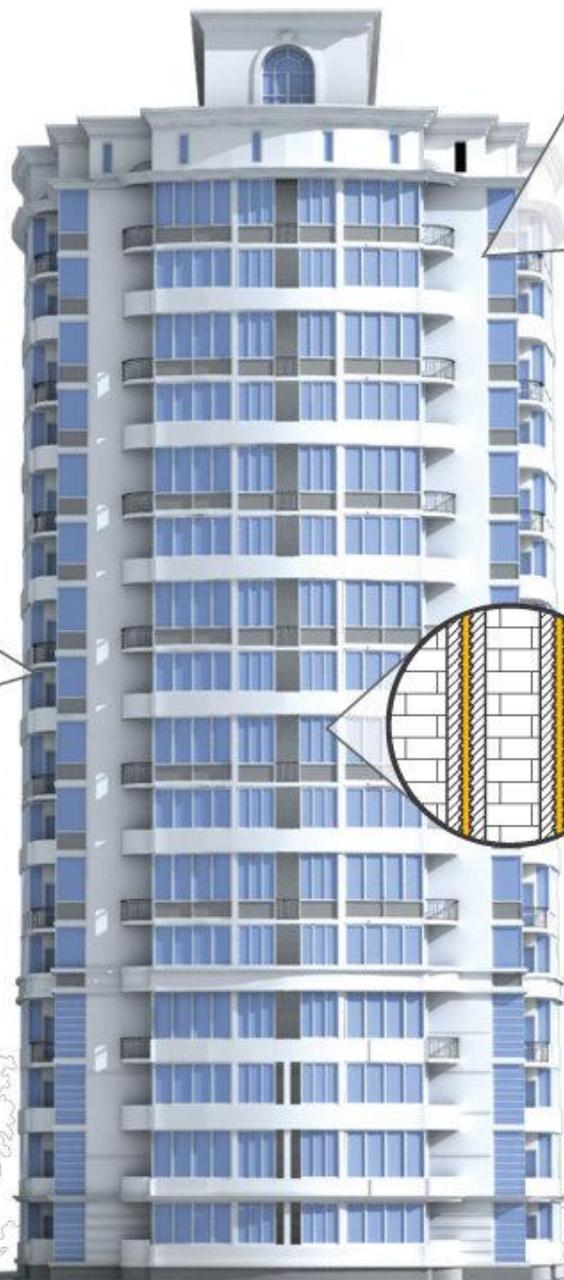
Антисейсмические швы

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



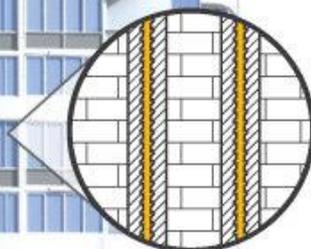
Не допускается

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



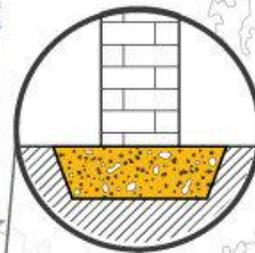
Материалы

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



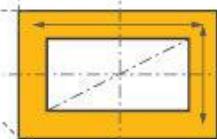
Фундамент

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

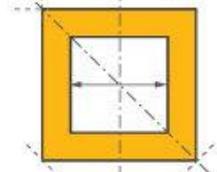
Предпочтительные формы сооружений:

прямоугольник

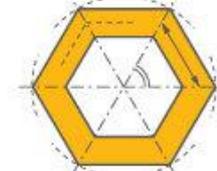
(самая распространенная)



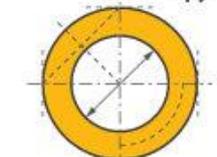
квадрат



многоугольник

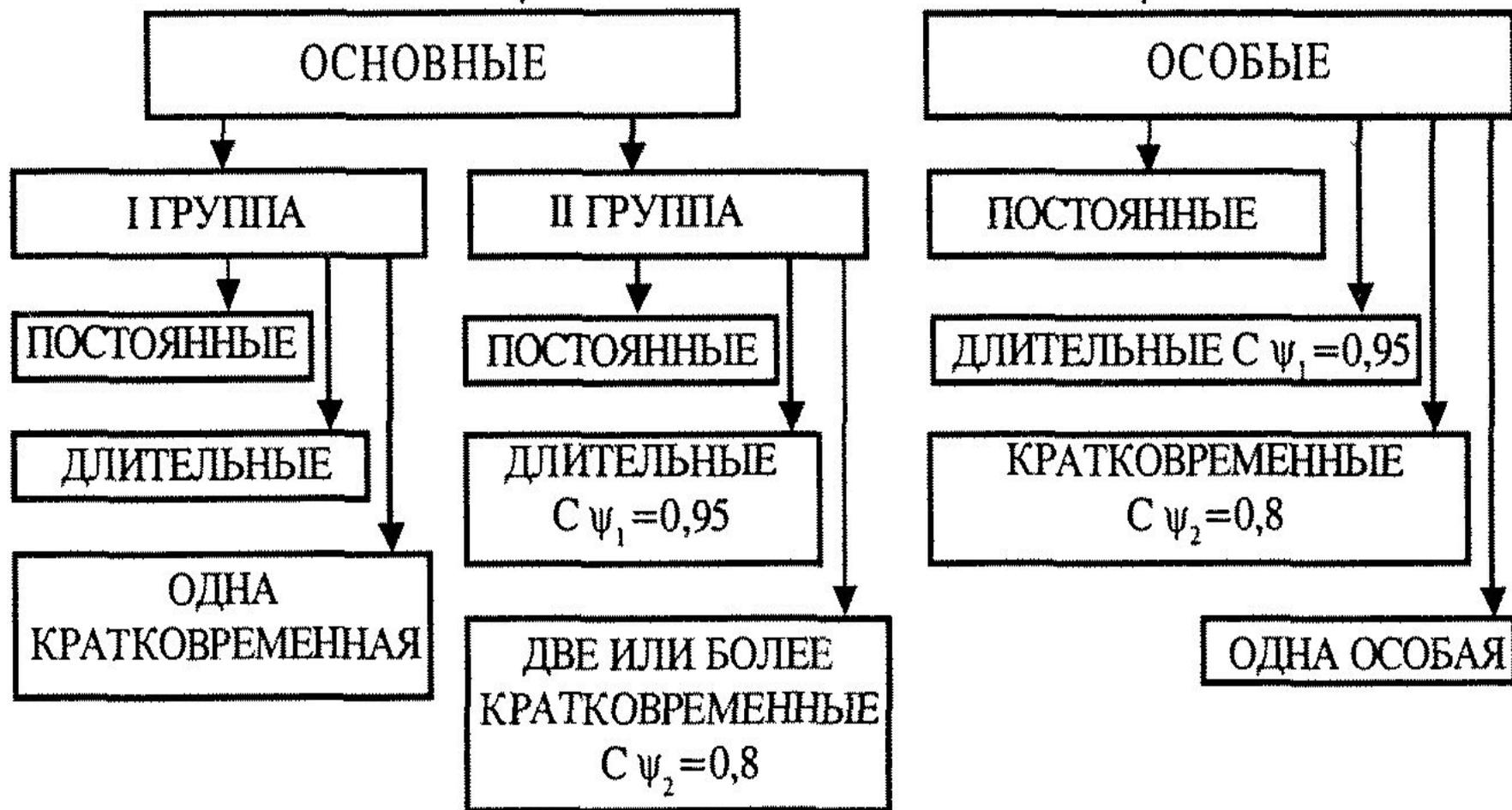


круг



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

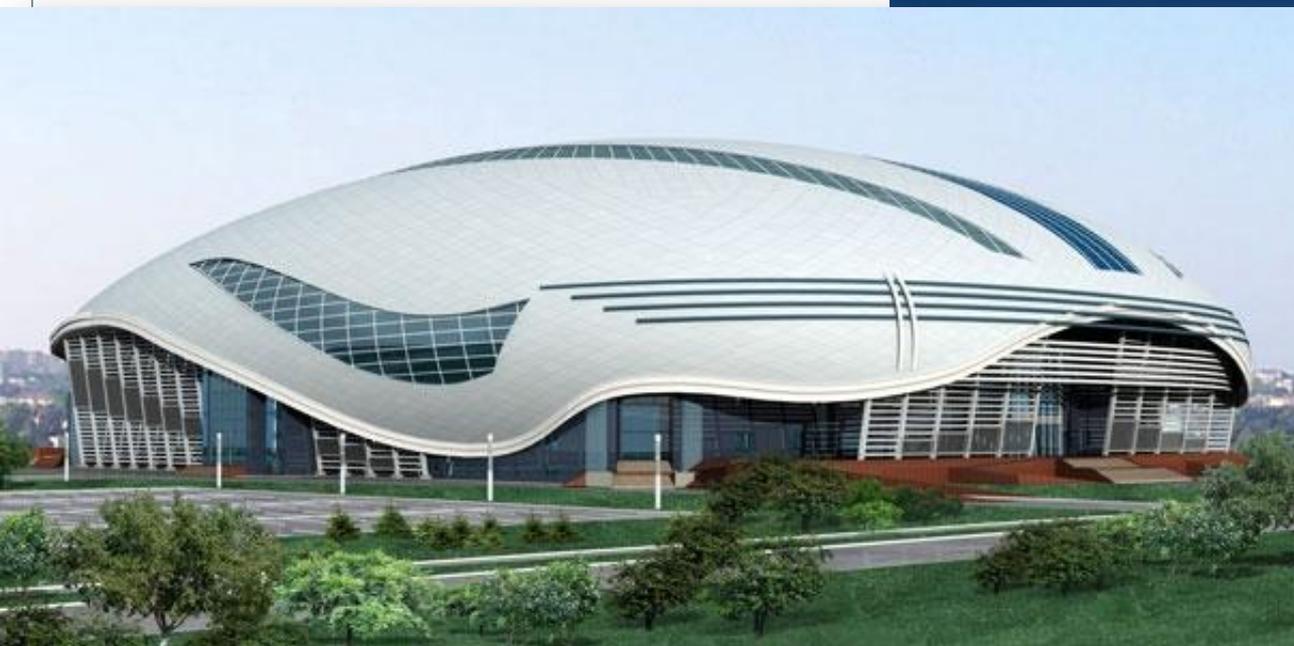


Дымовые заводские трубы



Сооружение трубопровода
пара и горячей воды

Здания и сооружения I уровня ответственности



Республиканский велотрек
г. Астана. Пролет 105 метров



«Лахта-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