

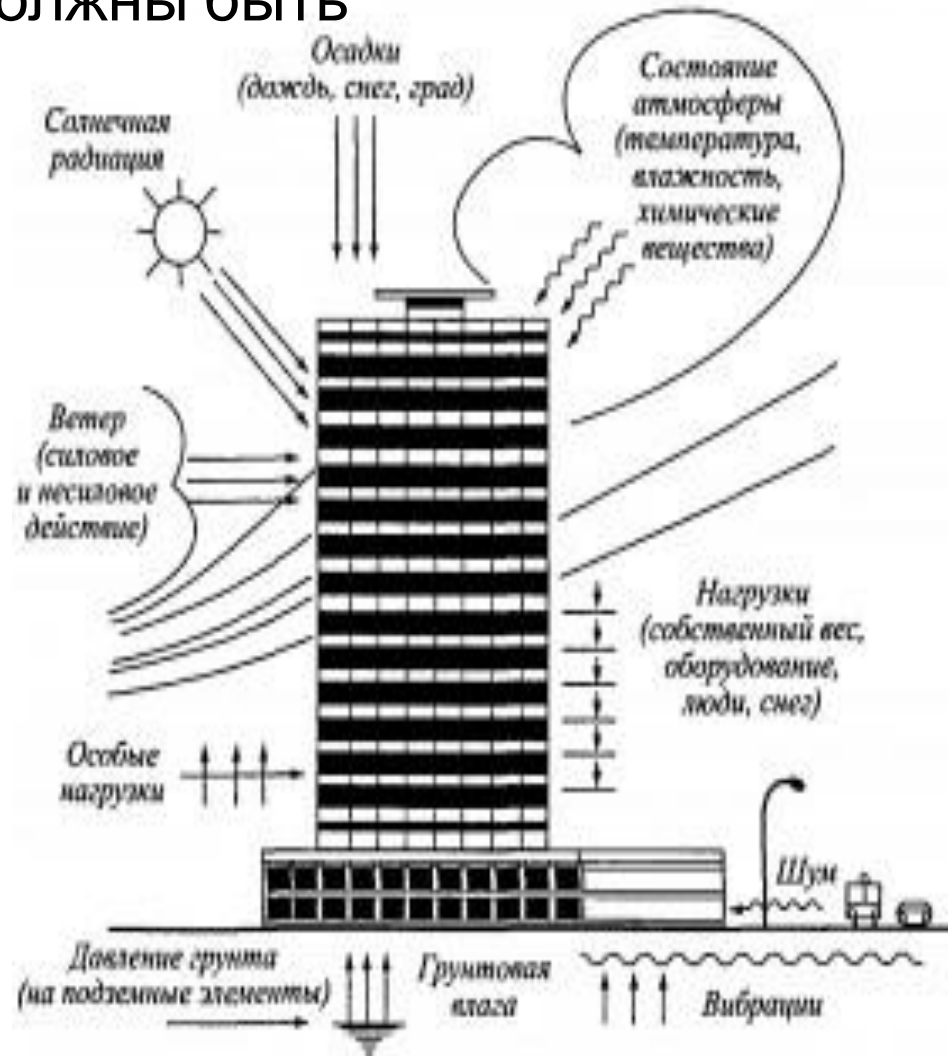
# Требования, предъявляемые к строительным конструкциям

- 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.)

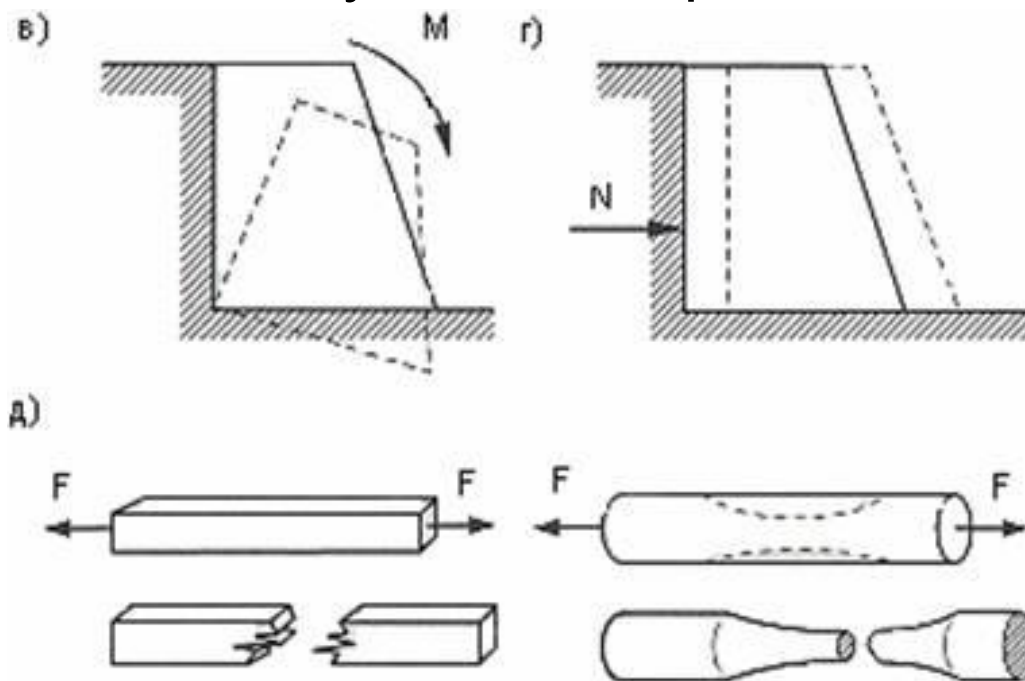
**Предельным состоянием конструкций** называются состояния, при которых конструкции перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям и требованиям, заданным при возведении.



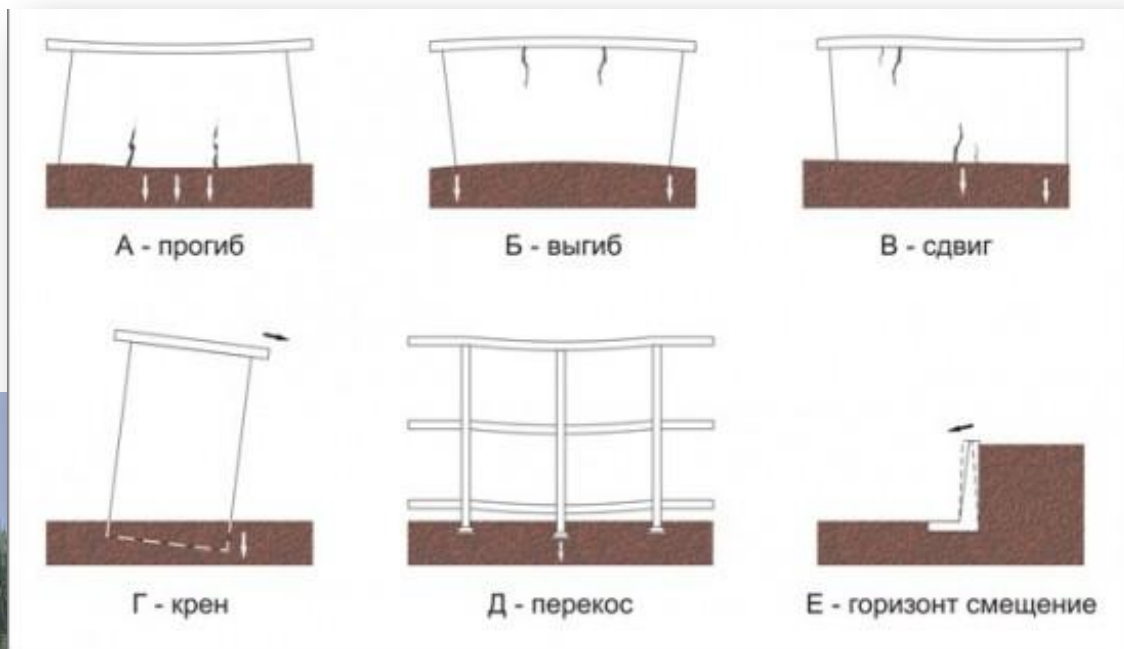
Предельные состояния делятся на две группы.

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



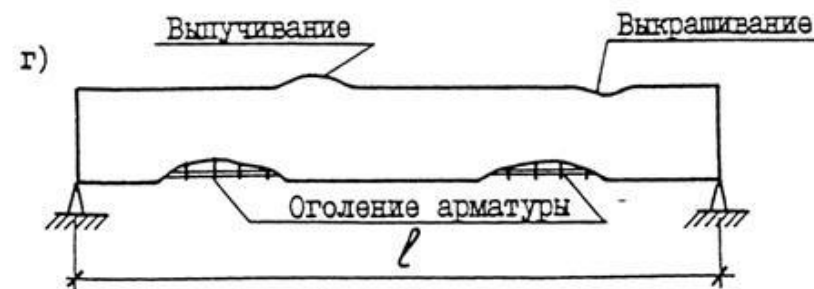
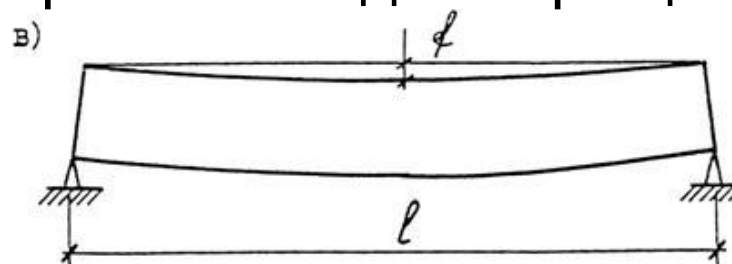
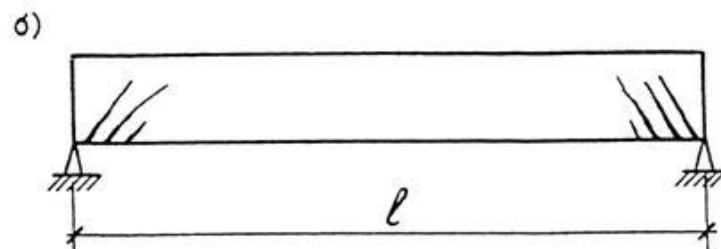
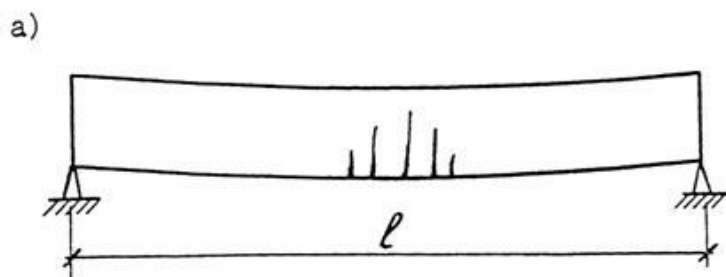


Разрушение металлического  
каркаса зданий



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

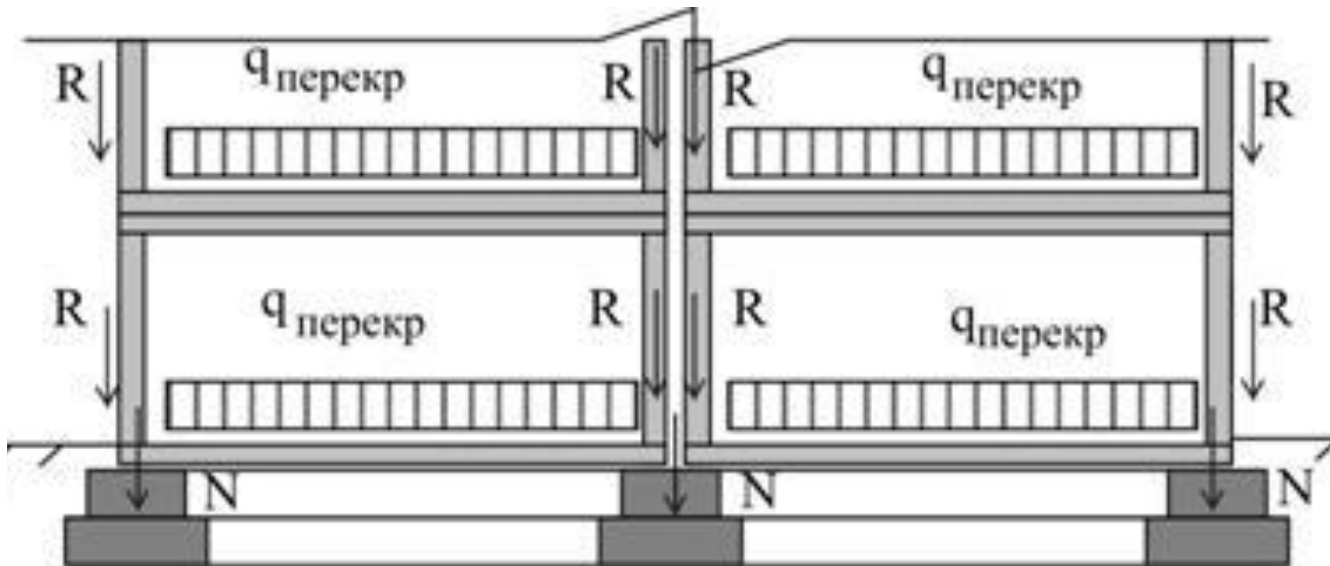


и несущих элементов  
железобетонного  
каркаса

# 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).

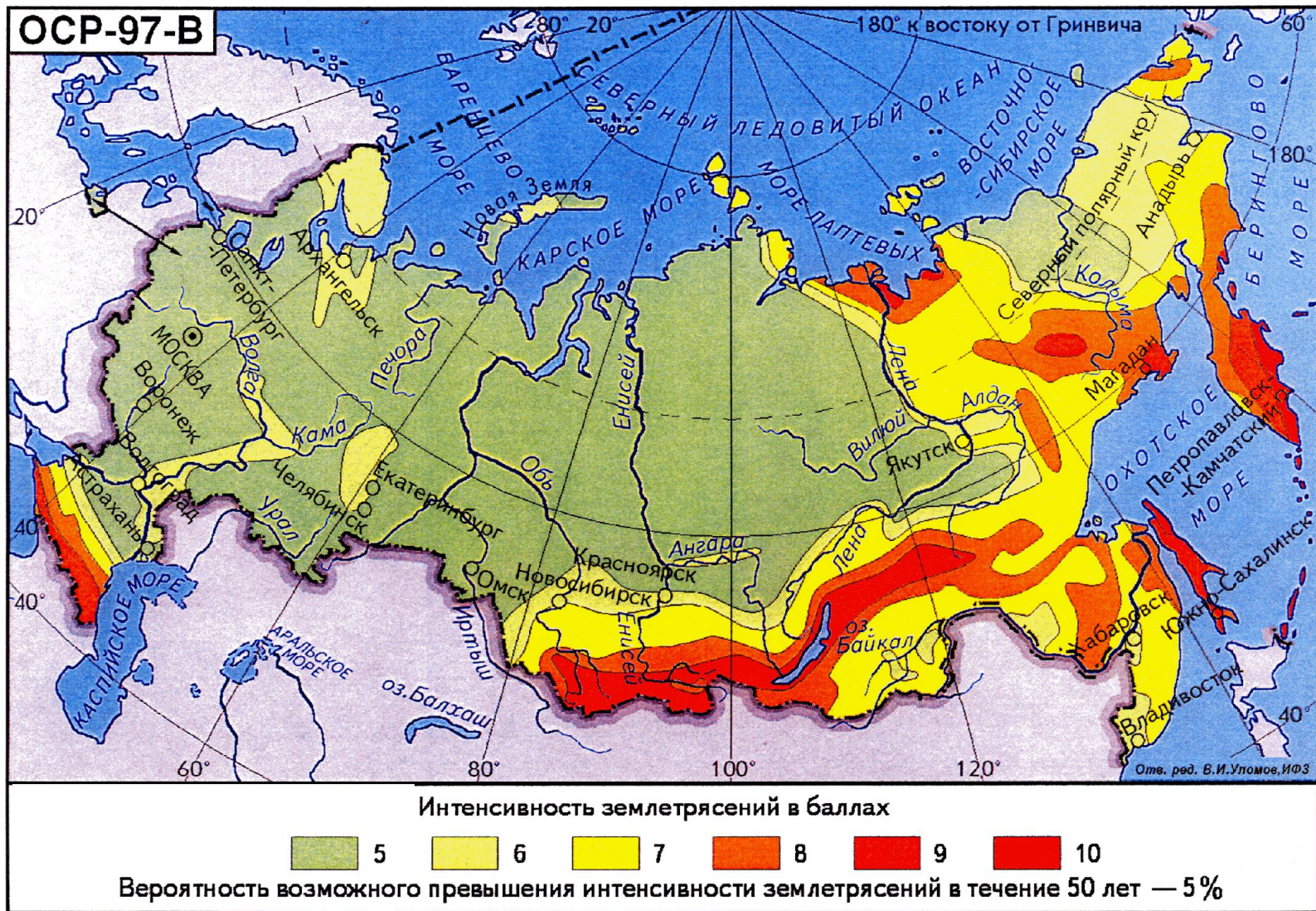


Ветровая нагрузка на здания и сооружения возникает при действии воздушных потоков, которые двигаются в горизонтальном направлении.

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

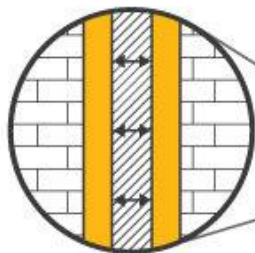


Равномерное  
распределение жесткости  
конструкции и масс



Однородность и монолитность  
конструкций за счет применения  
укрепленных сборных элементов

## Особенности строительства



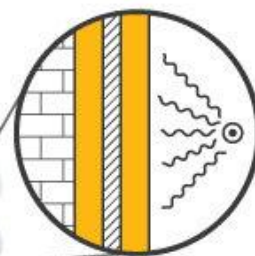
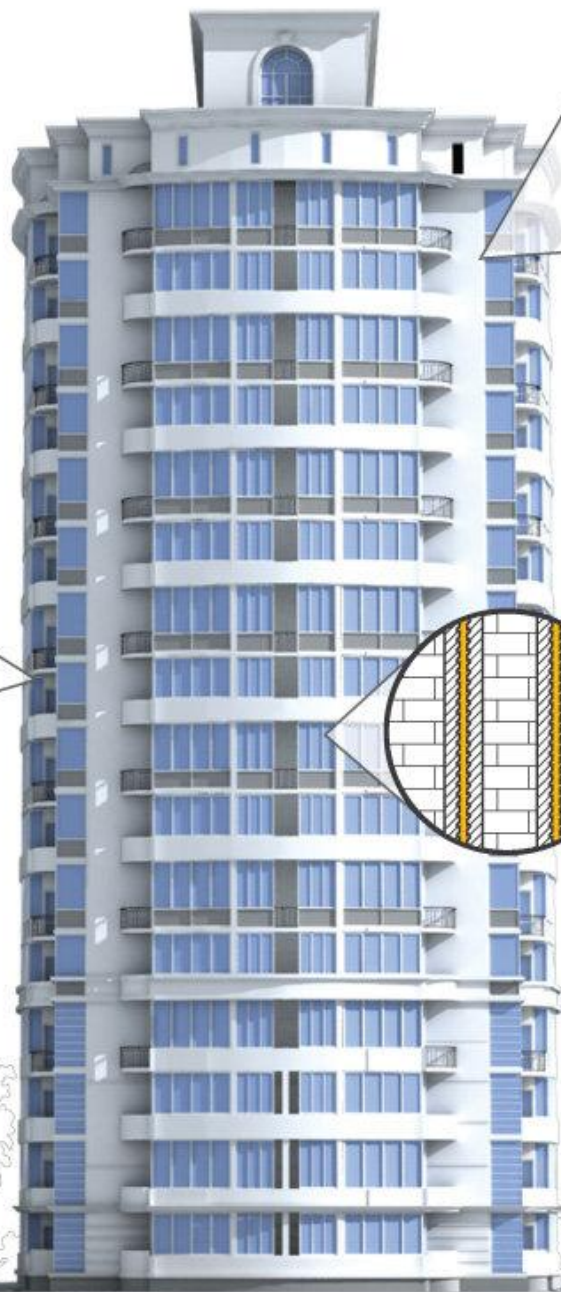
### Антисейсмические швы

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



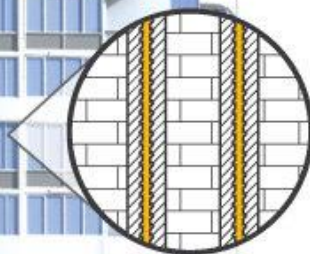
### Не допускается

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



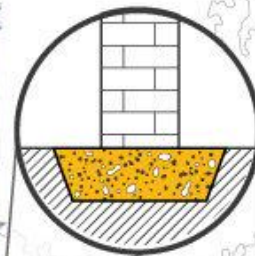
### Материалы

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



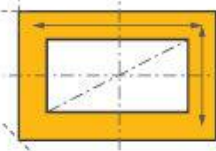
### Фундамент

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

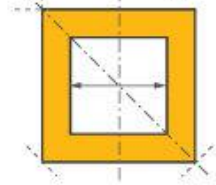
## Предпочтительные формы сооружений:

### прямоугольник

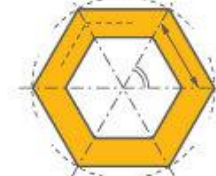
(самая распространенная)



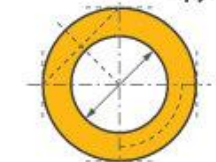
### квадрат



### многоугольник

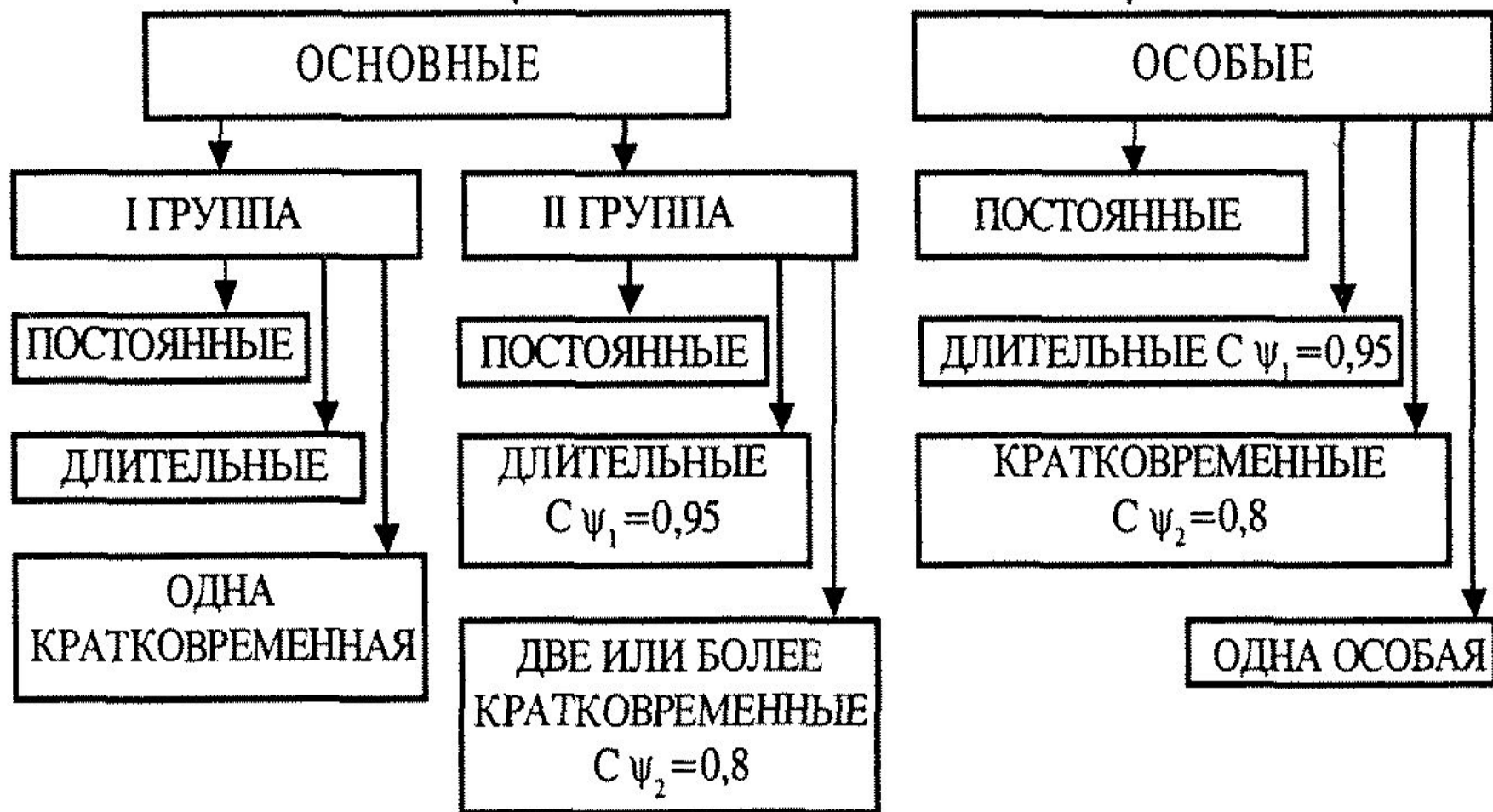


### круг



# 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  $\gamma_f$ , который учитывает возможные отклонения нагрузок в неблагоприятную сторону от нормативных значений.

Конструкции сооружений	$\gamma_f$
Металлические конструкции	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м <sup>3</sup> ), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м <sup>3</sup> ), 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  $\gamma_n$ , 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



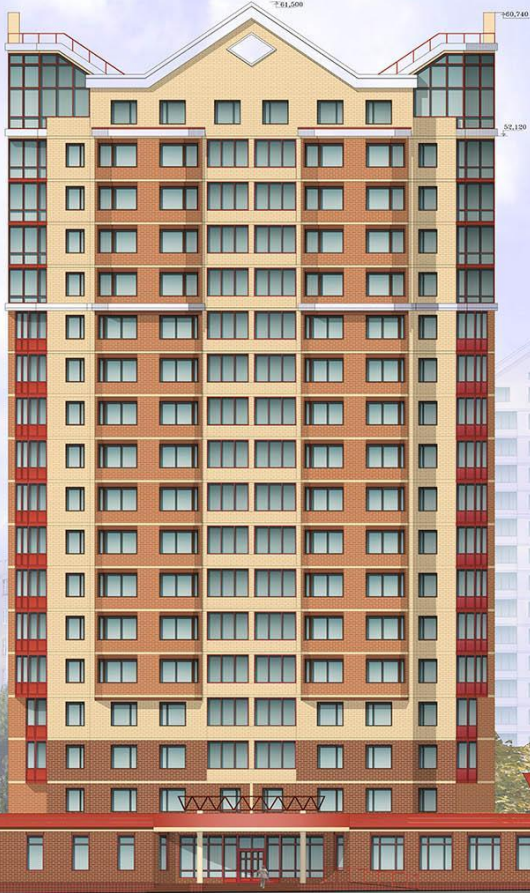
Республиканский велотрек  
г. Астана. Пролет 105 метров



«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