

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ, ИХ СОЧЕТАНИЯ И  
КОМБИНАЦИИ. ПОНЯТИЕ О  
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ НАГРУЗОК И ОСНОВЫ  
СБОРА НАГРУЗОК НА ЭЛЕМЕНТЫ. ЛЕКЦИЯ 5**

**Савин Сергей Юрьевич**  
Доцент кафедры ЖБК, к.т.н.



## ПЛАН ЛЕКЦИОННОГО ЗАНЯТИЯ:

1. Нормативные документы, регламентирующие учет нагрузок и воздействий
2. Классификация нагрузок и воздействий
3. Сочетания нагрузок и их комбинации
4. Сбор нагрузок на несущие элементы

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Воздействия** - Нагрузки, изменения температуры, влияния на строительный объект окружающей среды, действие ветра, осадка оснований, смещение опор, деградация свойств материалов во времени и другие эффекты, вызывающие изменения напряженно-деформированного состояния строительных конструкций. При проведении расчетов воздействия допускается задавать, как эквивалентные нагрузки;

**Коэффициент надежности по нагрузке** - Коэффициент, учитывающий в условиях нормальной эксплуатации сооружений возможное отклонение нагрузок в неблагоприятную (большую или меньшую) сторону от нормативных значений;

коэффициент сочетаний нагрузок - Коэффициент, учитывающий уменьшения вероятности одновременного достижения несколькими нагрузками их расчетных значений;

**Нагрузки** - Внешние механические силы (вес конструкций, оборудования, снегоотложений, людей и т.п.), действующие на строительные объекты;

**Нагрузки длительные** - Нагрузки, изменения расчетных значений которых в течение расчетного срока службы строительного объекта пренебрежимо мало по сравнению с их средними значениями;

Нагрузки кратковременные: Нагрузки, длительность действия расчетных значений которых существенно меньше срока службы сооружения;

**Нормативное (базовое) значение нагрузок** - Основная базовая характеристика, устанавливаемая соответствующими нормами проектирования, техническими условиями или заданием на проектирование;

**Особые нагрузки** - Нагрузки и воздействия (например, взрыв, столкновение транспортных средств с частями сооружений, авария оборудования, пожар, землетрясение, некоторые климатические нагрузки, отказ работы несущего элемента конструкций), создающие аварийные ситуации с возможными катастрофическими последствиями;

**Расчетное значение нагрузки** - Предельное (максимальное или минимальное) значение нагрузки в течение срока эксплуатации объекта;

**Расчетные сочетания нагрузок (РСН)** - Все возможные неблагоприятные комбинации нагрузок, которые необходимо учитывать при проектировании объекта.



## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*  
(с Изменениями N 1, 2, 3)**

**СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменением N 1)**

**СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция  
СНиП II-7-81\* (с Изменением N 1)**

[Изменение N 1 к СП 14.13330.2018](#) отменено [Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29.01.2021 N 27/пр](#), за исключением пунктов СП 14.13330.2018 "СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах" (в редакции [Изменения N 1](#)), включенных в [Перечень национальных стандартов и сводов правил \(частей таких стандартов и сводов правил\), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"](#), утвержденный [постановлением Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. N 985](#), до внесения соответствующих изменений в [Перечень](#).

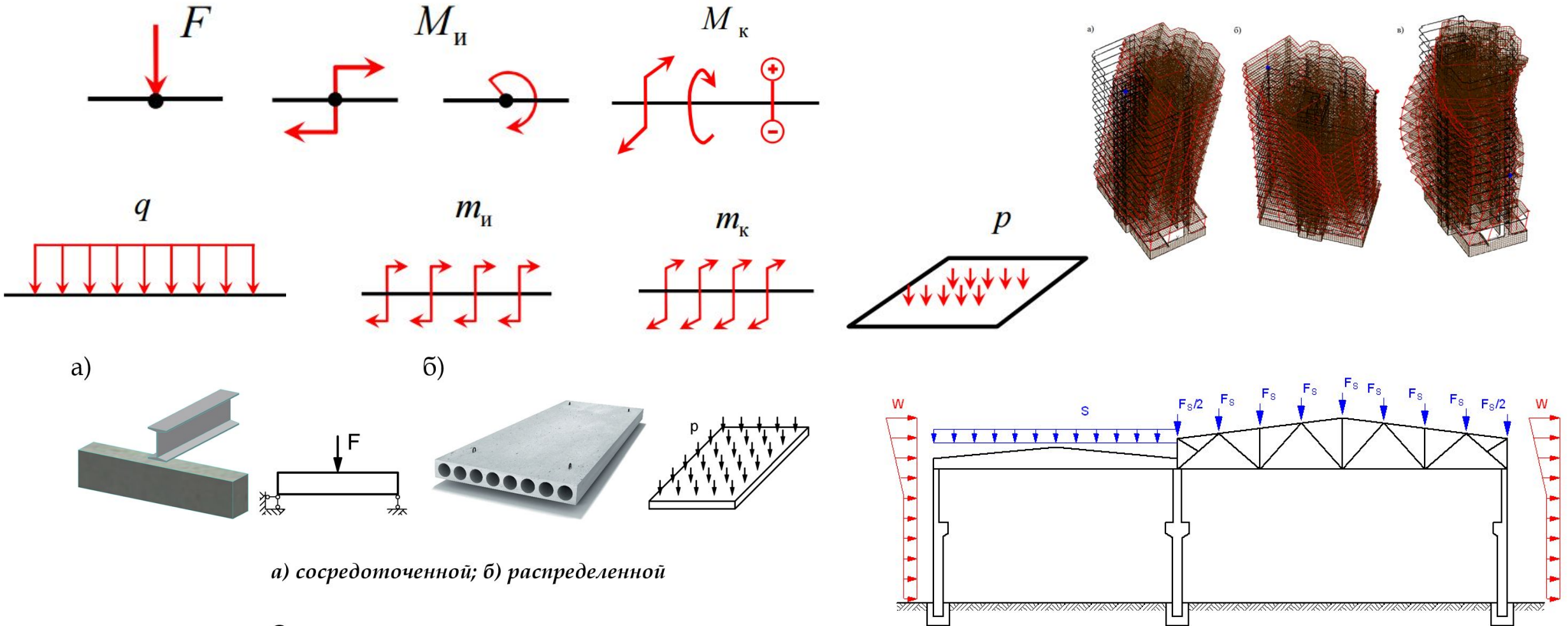
# КЛАССИФИКАЦИЯ НАГРУЗОК И ВОЗДЕЙСТВИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ





# ПО СХЕМЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Все нагрузки можно представить в виде **сил  $F$  и моментов** (изгибающих  $M_{И}$  и крутящих  $M_{К}$ ). И те и другие могут быть как **сосредоточенными**, так и **распределенными по линии  $q$ ,  $m_{И}$ ,  $m_{К}$  или по поверхности**.



а) сосредоточенной; б) распределенной

Схемы приложения нагрузок

## ПО ИЗМЕНЧИВОСТИ ВО ВРЕМЕНИ

**Постоянными** называются такие нагрузки (и воздействия), которые прилагаются к сооружению непрерывно в течение всего срока эксплуатации без изменения величины и направления. К числу таких нагрузок относятся собственный вес элементов сооружения и вес стационарного оборудования. **Временными** называются такие нагрузки (и воздействия), которые прикладываются к сооружению в течение ограниченного промежутка времени, например: нагрузки от технологического транспорта, ветровая и снеговая нагрузки, тепловое воздействие, нагрузки от временного оборудования.

**Статическими** называются такие нагрузки, которые передаются на сооружение настолько медленно, что не вызывают возникновения в его элементах механических колебаний, а следовательно, и сил инерции.

**Динамическими** называются такие нагрузки, которые прикладываются к сооружению с большой скоростью, вызывая возникновение механических колебаний элементов и инерционных сил, существенно влияющих на напряжённо-деформированное состояние конструкций.

**Подвижными** называются такие нагрузки, которые со временем изменяют свое положение на элементах сооружения. К их числу относятся нагрузки от транспорта (поезда, автомобили и т.п.), которые, как правило, являются динамическими. Неподвижными называются такие нагрузки, которые не меняют своего положения в

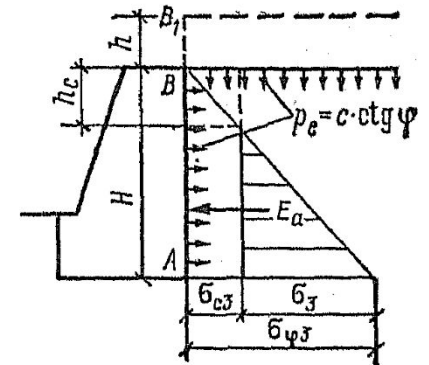
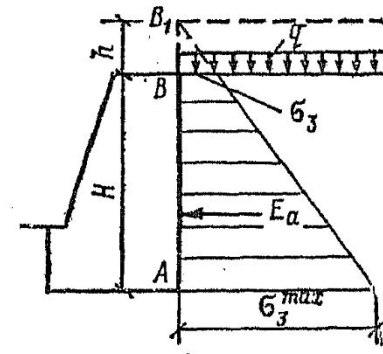
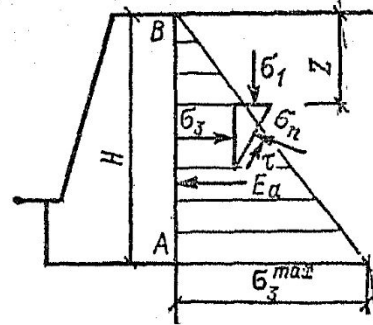
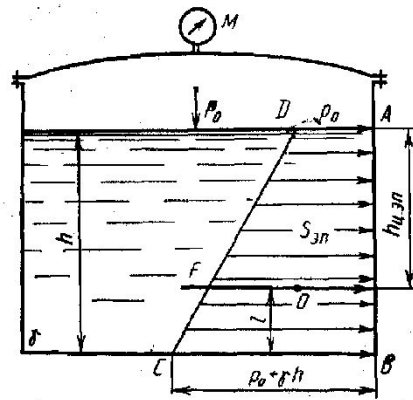
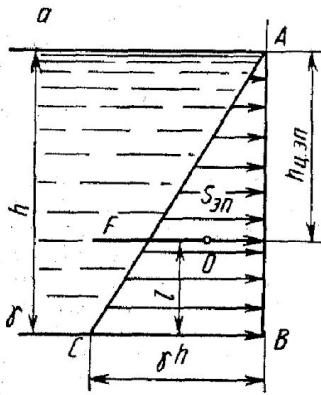


# ПОСТОЯННЫЕ НАГРУЗКИ

К постоянным нагрузкам  $P_d$  следует относить:

- а) вес частей сооружений, в том числе несущих и ограждающих строительных конструкций;
- б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок), горное давление;
- в) гидростатическое давление.

Сохраняющиеся в конструкции или основании усилия от предварительного напряжения следует учитывать в расчетах как усилия от постоянных нагрузок.





К длительным нагрузкам  $P_l$  следует относить:

- а) вес временных перегородок, подливок и подбетонок под оборудование;
- б) вес стационарного оборудования: станков, аппаратов, моторов, емкостей, трубопроводов с арматурой, опорными частями и изоляцией, ленточных конвейеров, постоянных подъемных машин с их канатами и направляющими, а также вес жидкостей и твердых тел, заполняющих оборудование;
- в) давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт;
- г) нагрузки на перекрытия от складываемых материалов и стеллажного оборудования в складских помещениях, холодильниках, зернохранилищах, книгохранилищах, архивах и подобных помещениях;
- д) температурные технологические воздействия от стационарного оборудования;
- е) вес слоя воды на плоских водонаполненных покрытиях;
- ж) вес отложений производственной пыли, если не предусмотрены соответствующие мероприятия по ее удалению;
- и) пониженные нагрузки от оборудования, людей, животных и транспортных средств на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий;
- к) воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта, а также оттаиванием вечномерзлых грунтов;
- л) воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов.

## КРАТКОВРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ

К кратковременным нагрузкам  $P_t$  следует относить:

- а) нагрузки от оборудования, возникающие в пускоостановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;
- б) вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;
- в) нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с полными нормативными значениями, кроме нагрузок, указанных в 5.4, а, б, г, д;
- г) нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (погрузчиков, электрокаров, кранов-штабелеров, тельферов, а также от мостовых и подвесных кранов с полным нормативным значением), включая вес транспортируемых грузов;
- д) нагрузки от транспортных средств;
- е) климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные).

К особым нагрузкам  $P_s$  следует относить:

- а) сейсмические;
- б) взрывные;
- в) ударные, в том числе нагрузки от столкновений транспортных средств с частями сооружения;
- г) нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;
- д) воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (например, при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых районах;
- е) нагрузки, обусловленные пожаром;
- ж) климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные) нагрузки, действие которых может привести к аварийной расчетной ситуации.

Другие типы особых воздействий устанавливаются в нормах проектирования конструкций и оснований..

# СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК

В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:

а) **основные сочетания нагрузок**, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных

$$C_m = P_d + (\psi_{l1}R_{l1} + \psi_{l2}R_{l2} + \psi_{l3}R_{l3} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots)$$

б) **особые сочетания нагрузок**, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок.

$$C_s = C_m + P_s$$

где  $C_m$  - нагрузка для основного сочетания;

$C_s$  - нагрузка для особого сочетания;

$\psi_{li}$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) - коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

$\psi_{ti}$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) - коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований, **коэффициент сочетаний длительных нагрузок** определяется следующим образом:

$$\psi_{l1} = 1,0 \quad \psi_{l2} = \psi_{l3} = \dots = 0,95$$

Для основных сочетаний необходимо использовать следующие **значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок**:

$$\psi_{t1} = 1,0 \quad \psi_{t2} = 0,9 \quad \psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0,7$$

**Для особых сочетаний:**  $\psi_{l1} = 0,5 \quad \psi_{l2} = \psi_{l3} = \dots = 0,3$





# РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ НАГРУЗКИ (МИНИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ)

N п.п.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок $F_f$ , кПа, не менее
1	Квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы	1,5
2	Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений	2,0
3	Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения электронно-вычислительных машин; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.); технические этажи жилых и общественных зданий высотой менее 75 м; подвальные помещения	2,0
4	Залы: а) читальные б) обеденные (в кафе, ресторанах, столовых и т.п.) в) собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные, спортивные, фитнес-центры, бильярдные г) торговые, выставочные и экспозиционные	2,0 3,0 4,0 4,0
6	Сцены зрелищных предприятий	5,0
7	Трибуны: а) с закрепленными сиденьями б) для стоящих зрителей	4,0 5,0
8	Чердачные помещения	0,7
9	Покрытия на участках: а) с возможным скоплением людей (выходящих из производственных помещений, залов, аудиторий и т.п.) б) используемых для отдыха в) прочих	4,0 1,5 0,7
10	Балконы (лоджии) с учетом нагрузки: а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии) б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии), воздействие которой не благоприятнее, чем определяемое по 10, а	4,0 2,0
11	Участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях	1,5
12	Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях: а) 1, 2 и 3 б) 4, 5, 6 и 11 в) 7	3,0 4,0 5,0
13	Перроны вокзалов	4,0
14	Помещения для скота: а) мелкого б) крупного	2,0 5,0

Примечания

1 Нагрузки, указанные в поз.8, следует учитывать на площади, не занятой оборудованием и материалами.

2 Нагрузки, указанные в поз.9, не следует учитывать одновременно со снеговой нагрузкой.

3 Нагрузки, указанные в поз.10, следует учитывать при расчете несущих конструкций балконов (лоджий) и участков стен в местах защемления этих конструкций. При расчете нижележащих участков стен, фундаментов и оснований нагрузки на балконы (лоджии) следует принимать равными нагрузкам примыкающих основных помещений зданий и снижать их с учетом 6.7 и 6.8.

4 Нормативные значения нагрузок для зданий и помещений, указанных в позициях 3, 4, а, 6, 11 и 14, следует принимать по заданию на проектирование на основании технологических решений.

6.7 При расчете балок, ригелей, плит, стен, колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, нормативные значения нагрузок, указанные в таблице 8.3, допускается снижать в зависимости от грузовой площади  $A$ ,  $\text{м}^2$ , с которой передаются нагрузки на рассчитываемый элемент, умножением на коэффициент  $\varphi_1$  или  $\varphi_2$ , равный:

а) для позиций 1, 2, 12, а (при  $A > A_1 = 9 \text{ м}^2$ )

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/A_1}}; \quad (6.6)$$

б) для позиций 4, 11, 12, б (при  $A > A_2 = 36 \text{ м}^2$ )

$$\varphi_2 = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{A/A_2}}. \quad (6.7)$$

6.8 При определении усилий для расчета колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения нагрузок, указанные в позициях 1, 2, 4, 11, 12, а и 12, б таблицы 8.3, допускается снижать умножением на коэффициенты сочетания  $\varphi_3$  или  $\varphi_4$ :

а) для позиций 1, 2, 12, а

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{\varphi_1 - 0,4}{\sqrt{n}}; \quad (6.8)$$

б) для позиций 4, 11, 12, б

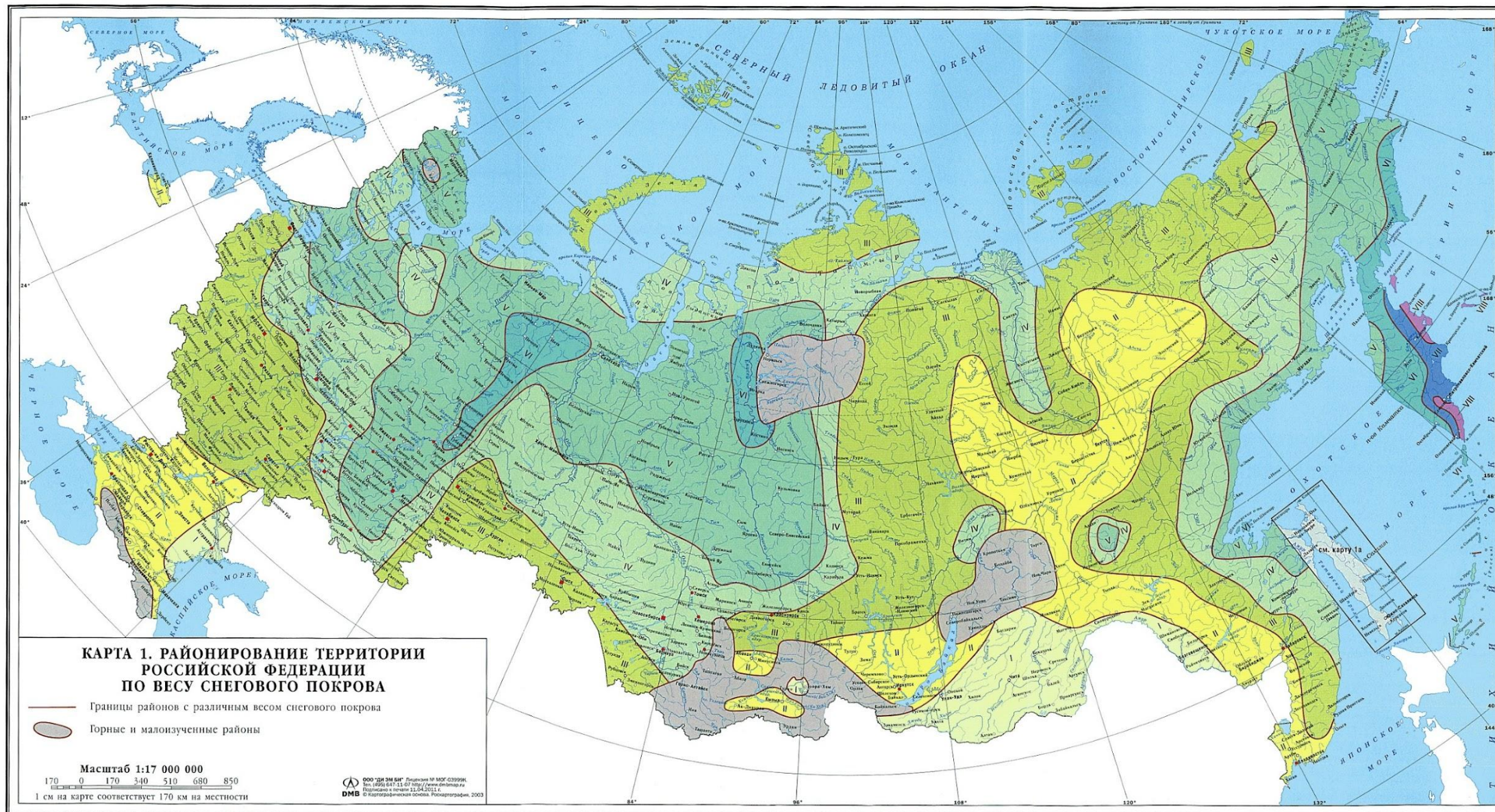
$$\varphi_4 = 0,5 + \frac{\varphi_2 - 0,5}{\sqrt{n}}. \quad (6.9)$$

где  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  - определяются в соответствии с 6.7;

$n$  - общее число перекрытий, нагрузки от которых учитываются при расчете рассматриваемого сечения колонны, стены, фундамента.



# СНЕГОВЫЕ НАГРУЗКИ





10.1 Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_e c_f \mu S_g, \quad (10.1)$$

где  $c_e$  - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5-10.9;

$c_f$  - термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10;

$\mu$  - коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4;

$S_g$  - нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с 10.2.

10.2 Нормативное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли для отдельных населенных пунктов Российской Федерации принимают в соответствии с приложением К.

Для остальной территории Российской Федерации нормативное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли следует принимать в зависимости от снегового района по данным таблицы 10.1.

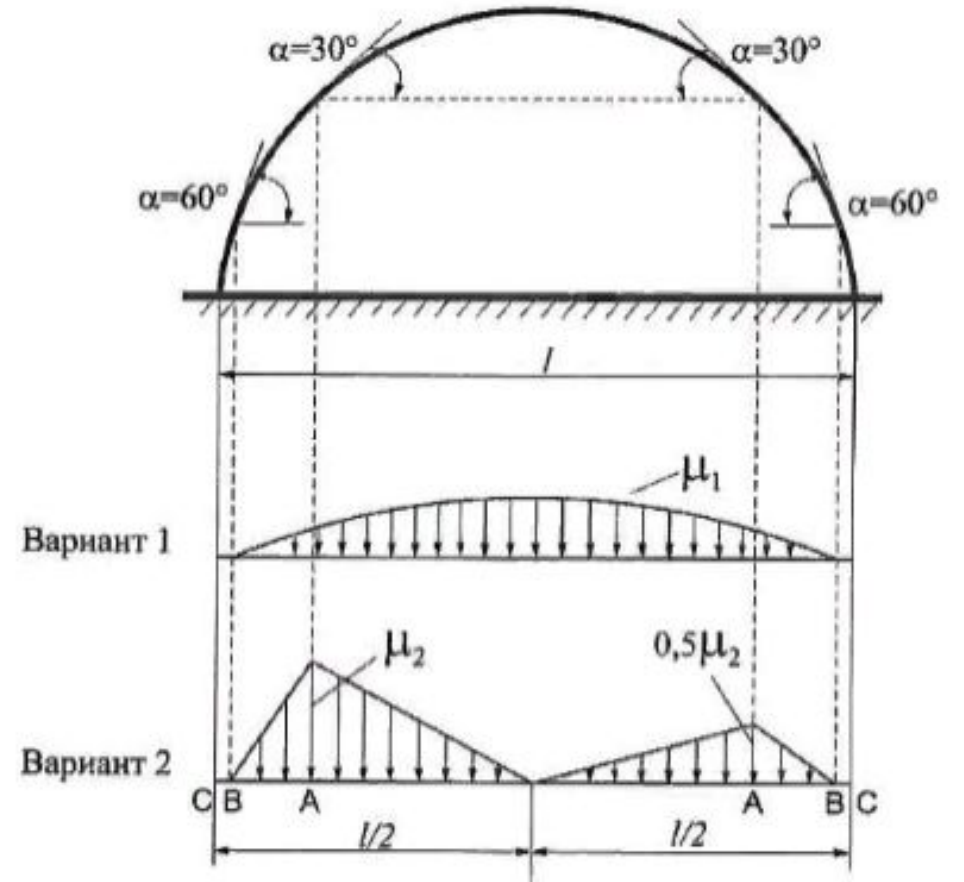
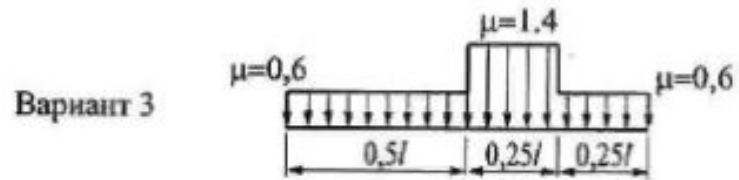
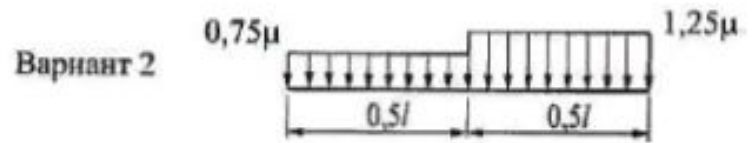
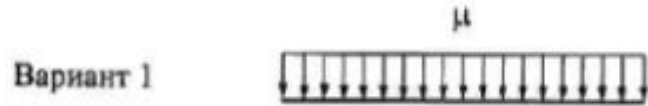
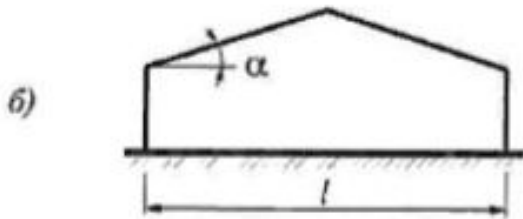
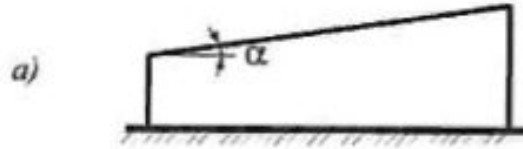
Таблица 10.1

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Е)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_g, \text{ кН/м}^2$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Значения  $S_g$ , указанные в таблице 10.1, допускается уточнять в установленном порядке на основе данных организаций по гидрометеорологии для места строительства. В этом случае значение  $S_g$  следует вычислять по формуле  $S_g = S_{g,50} / 1,4$ , где  $S_{g,50}$  - превышаемый в среднем один раз в 50 лет ежегодный максимум веса снегового покрова, определяемый на основе данных многолетних маршрутных снегосъемок о запасах воды в снеговом покрове на защищенных от прямого воздействия ветра участках местности.



# НЕКОТОРЫЕ СХЕМЫ ПРИЛОЖЕНИЯ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ





# ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

Для зданий и сооружений необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

- а) основной тип ветровой нагрузки (в дальнейшем - "основная ветровая нагрузка", см. раздел 11.1. СП 20.13330);
- б) пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления (в дальнейшем - "пиковая ветровая нагрузка", см. раздел 11.2 СП 20.13330);
- в) резонансное вихревое возбуждение (см. раздел 11.3 и приложение В.2. СП 20.13330);
- г) аэродинамически неустойчивые колебания типа галопирования, дивергенции и флаттера.

Основной тип ветровой нагрузки и пиковые ветровые нагрузки связаны с непосредственным действием на здания и сооружения максимальных для места строительства ураганных ветров и должны учитываться при проектировании всех сооружений.

Резонансное вихревое возбуждение и аэродинамические неустойчивые колебания необходимо учитывать для зданий, сплошностенчатых сооружений или их отдельных участков, имеющих прямолинейную (или близкую к прямолинейной) центральную ось, а также неизменяющиеся или плавно изменяющиеся формы и размеры поперечного сечения

11.1.2 Во всех случаях нормативное значение основной ветровой нагрузки  $w$  следует определять как сумму средней  $w_m$  и пульсационной  $w_g$  составляющих

$$w = w_m + w_g. \quad (11.1)$$

При определении внутреннего давления  $w_i$  пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

(Измененная редакция, [Изм. N 2](#)).

11.1.3 Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки  $w_m$  в зависимости от эквивалентной высоты  $z_e$  над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (11.2)$$

где  $w_0$  - нормативное значение ветрового давления (см. 11.1.4);

$k(z_e)$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$  (см. 11.1.5 и 11.1.6);

$c$  - аэродинамический коэффициент (см. 11.1.7).

11.1.8 Нормативное значение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки  $w_g$  на эквивалентной высоте  $z_e$  необходимо определять следующим образом:

а) для сооружений (и их конструктивных элементов), у которых первая частота собственных колебаний  $f_1$ , Гц, больше предельного значения собственной частоты  $f_{lim}$ , (см. 11.1.10), - по формуле

$$w_g = w_m \zeta(z_e) \psi, \quad (11.5)$$

где  $w_m$  - определяется в соответствии с 11.1.3;

$\zeta(z_e)$  - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 или формуле (11.6) для эквивалентной высоты  $z_e$  (см. 11.1.5);

$\psi$  - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11).

# ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

б) для всех сооружений (и их конструктивных элементов), у которых  $f_1 < f_{lim} < f_2$  - по формуле

$$w_g = w_m \xi \zeta(z_d) v, \quad (11.7)$$

где  $f_2$  - вторая собственная частота;

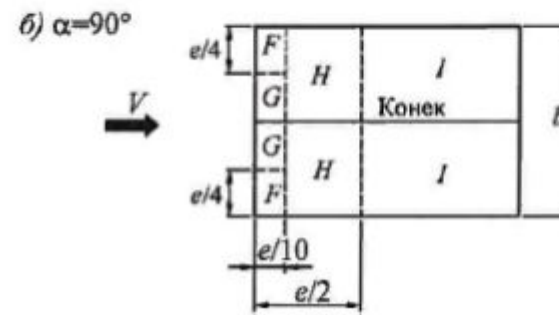
$\xi$  - коэффициент динамичности, определяемый по рисунку 11.1 в зависимости от суммарного логарифмического декремента колебаний  $\delta$  (см. 11.1.10) и безразмерного периода  $T_{g,1}$ , который определяется по формуле (11.8а) для первой собственной частоты  $f_1$ ;

$$T_{g,1} = \frac{\sqrt{w_0 k(z_{3k}) \gamma_f}}{940 f_1} \quad (11.8 \text{ a})$$

Здесь  $w_0$  (Па) - нормативное значение давления ветра (см. 11.1.4);

$k(z_{3k})$  - коэффициент, учитывающий изменение давления ветра для высоты  $z_{3k}$  (11.1.6);

$\gamma_f$  - коэффициент надежности по нагрузке (см. 11.1.12)\*.





5.19 Расчетная сейсмическая нагрузка для здания и сооружения определяется по формулам:

$$S'_{jk} = K_0 K_1 S'_{0,jk}, \quad (5.1)$$

$$M'_{jk} = K_0 K_1 M'_{0,jk}, \quad (5.2)$$

где  $S'_{jk}$  - расчетное значение сейсмической силы;

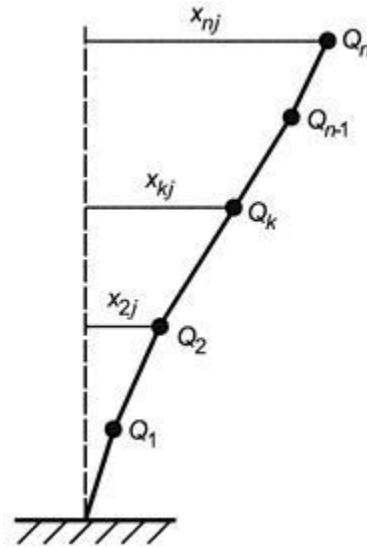
$K_0$  - коэффициент надежности по ответственности рассчитываемого здания и сооружения, определяемый по таблице 5.3;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к неупругому деформированию, принимается по таблице 5.4;

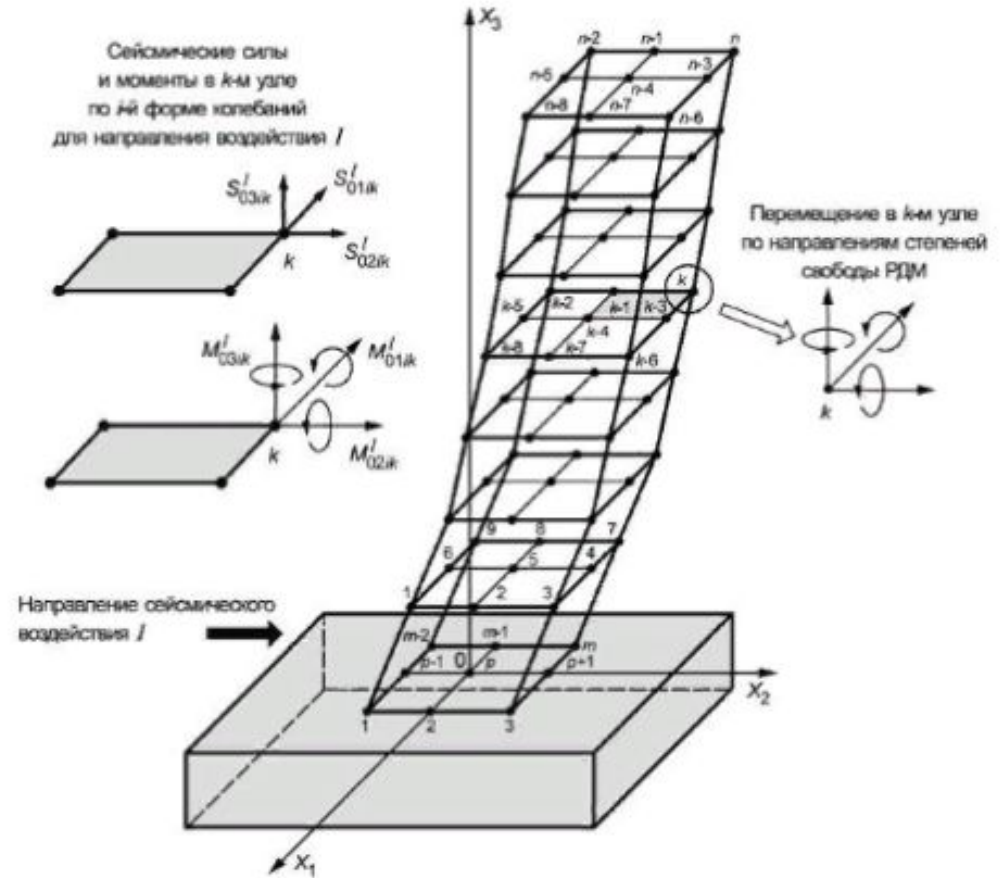
$S'_{0,jk}$  - значение сейсмической силы для  $i$ -й формы собственных колебаний здания в  $k$ -м узле ( $k=1, \dots, n$ ) РДМ (см. рисунок 5.1) в направлении  $j$ -й оси ( $j=1, 2, 3$ ) при  $i$ -й ориентации воздействия;

$M'_{jk}$  - расчетное значение сейсмического момента;

$M'_{0,jk}$  - значение сейсмического момента для  $i$ -й формы собственных колебаний здания в  $k$ -м узле ( $k=1, \dots, n$ ) РДМ (см. рисунок 5.1) (при шести степенях свободы узлов) относительно  $j$ -й оси ( $j=1, 2, 3$ ) при  $i$ -й ориентации воздействия, определяемого в предположении упругого деформирования конструкций.



Консольная РДМ



Пространственная РДМ

# СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

5.20 Сейсмическая нагрузка для здания и сооружения при диагональной (несогласованной) матрице масс, сосредоточенных в узлах РДМ (см. рисунок 5.1), и при упругом деформировании конструкций определяется по формулам:

$$S_{0,jk}^I = Q_k A \beta_j K_{\psi} \bar{\eta}_{jk}^I, \quad (5.3)$$

$$M_{0,jk}^I = g \Theta_{jk} A \beta_j K_{\psi} \bar{\eta}_{jk}^I, \quad (5.4)$$

где  $g$  - ускорение силы тяжести;

$Q_k = g m_k$  - вес  $k$ -го узла РДМ,  $m_k$  - его масса;

$\Theta_{jk}$  - момент инерции массы  $k$ -го узла РДМ относительно  $j$ -й оси ( $j=1, 2, 3$ );

$A$  - коэффициент, значения которого следует принимать равными 1, 2 и 4 м/с<sup>2</sup> для расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно;

$\beta_j$  - КД для  $i$ -й формы собственных колебаний здания и сооружения; значения КД следует принимать не меньше, чем по 5.21;

$K_{\psi}$  - коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии, принимаемый по таблице 5.5;

$\bar{\eta}_{jk}^I$  и  $\bar{\eta}_{jk}^I$  - коэффициенты пространственных форм колебаний, учитывающие приведение сейсмического воздействия с  $l$ -й ориентацией к  $k$ -му узлу РДМ для  $i$ -й формы собственных колебаний здания и сооружения в направлении и относительно  $j$ -й оси ( $j=1, 2, 3$ ).

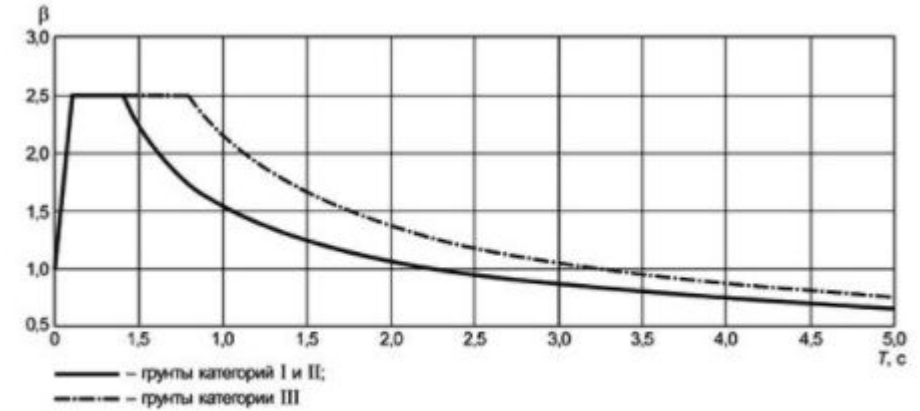
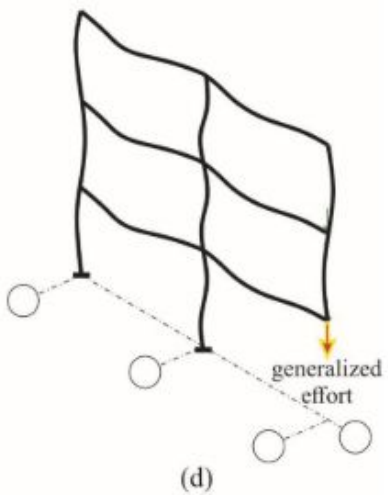
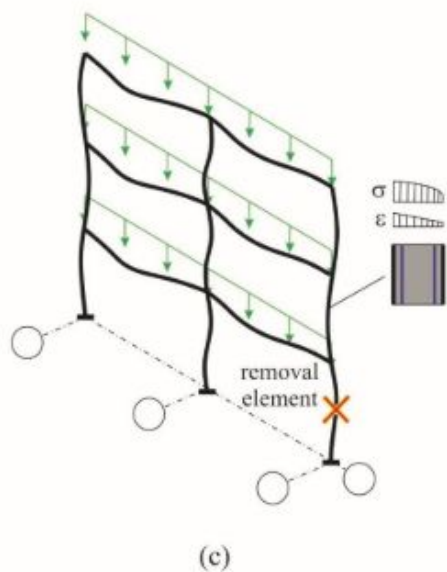
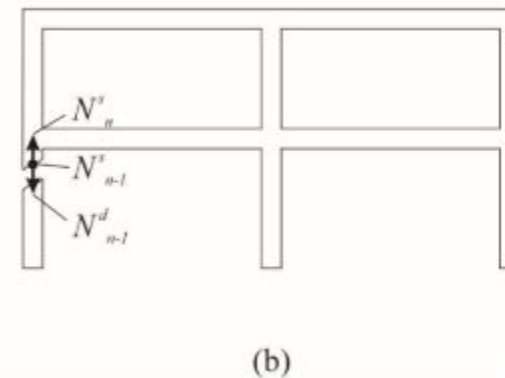
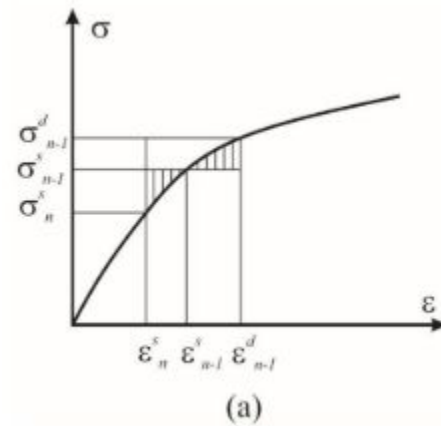
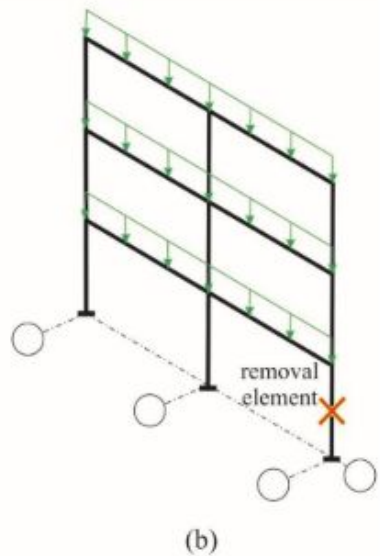
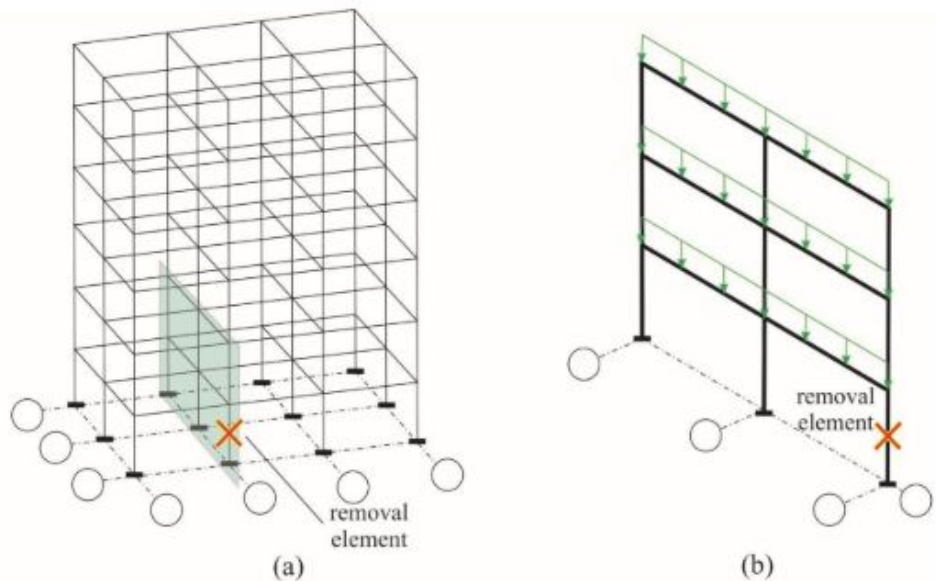


Рисунок 5.3 - Коэффициенты динамичности

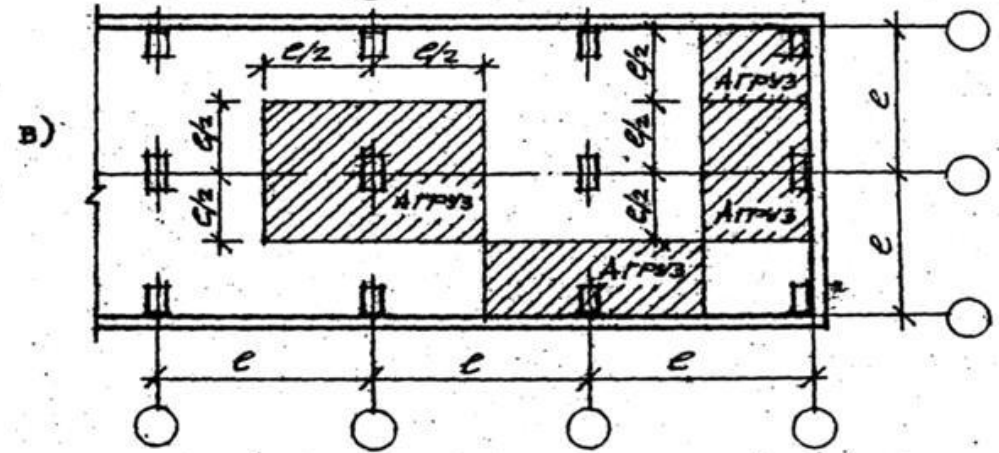
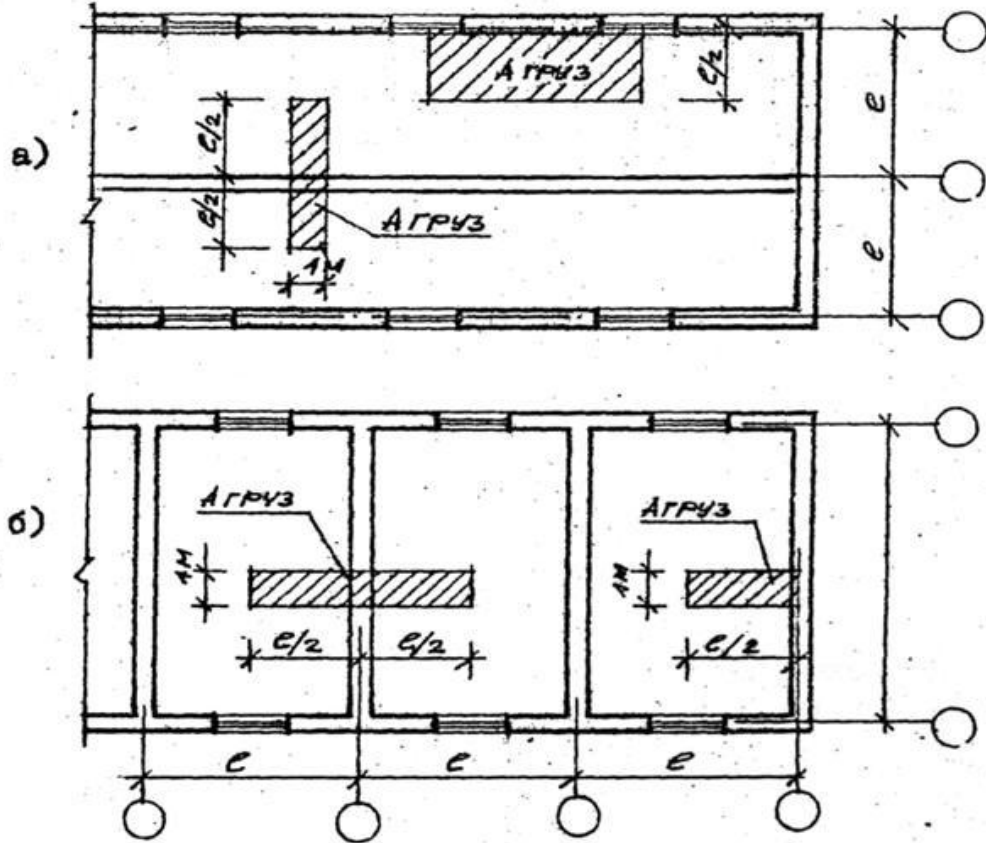




# НАГРУЗКИ ПРИ РАСЧЕТЕ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ



# ГРУЗОВЫЕ ПЛОЩАДИ ПРИ СБОРЕ НАГРУЗОК





**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ**