

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА
ОДНОЭТАЖНОГО
ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ*

*Курсовой проект по дисциплине «Металлические
конструкции, включая сварку»*

СБОР НАГРУЗОК

Нагрузки – внешние механические силы (вес конструкций; оборудования; снегоотложений; людей и т.д.), действующие на строительные объекты.

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 НДС строительных конструкций. При проведении расчетов воздействия допускается задавать как эквивалентные нагрузки.

Нормативное (базовое) значение нагрузок — основная базовая характеристика, устанавливаемая соответствующими нормами проектирования, техническими условиями или заданием на проектирование

Расчетное значение нагрузки — предельное (максимальное или минимальное) значение нагрузки в течение срока эксплуатации объекта

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

Классификация

По своей природе и происхождению:

- Нагрузки от веса несущих и ограждающих конструкций
- Атмосферные
- Технологические
- Воздействия смещений земной поверхности
- Нагрузки, вызываемые чрезвычайными обстоятельствами

Классификация

По времени непрерывного воздействия на конструкцию



Нагрузки, действующие на раму каркаса

1. Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций
2. Снеговая нагрузка
3. Ветровая нагрузка
4. Нагрузка от мостовых кранов

Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

Нагрузка от веса несущих конструкций на данном этапе принимается по справочным данным и уточняется после окончательного определения размеров всех элементов

Приложение 4

Таблица П 4.1. Расход стали на производственные здания общего назначения

Типы зданий	Расход стали, кН/м ² , на здание*			
	шатер	колонны	подкрановые балки	общий
Бескрановые здания	0,30...0,45	0,09...0,12	—	0,42...0,60
Здания с подвесным крановым оборудованием до 10 т в пролете	0,35...0,50	0,12...0,15	—	0,50...0,70
Здания с мостовыми опорными кранами при Q, т:				
до 50	0,30...0,45	0,25...0,35	0,20...0,30	0,80...1,30
50 ... 100	0,30...0,45	0,30...0,60	0,30...0,60	1,00...1,70
100 ... 150	0,30...0,45	0,55...0,75	0,40...0,70	1,40...2,00

* Данные значения следует рассматривать как нормативные.

Металлические конструкции в 3-х томах. Т.2 Конструкции зданий. Под общ. Редакцией В.В. Горева. Приложение 4

Металлические конструкции. Под ред. Ю.И. Кудишина. Раздел 12.2

Таблица 12.1

Расход стали на производственные здания общего назначения

Расположение мостовых кранов	Расход стали, кг/м ² здания			
	шатер	колонны	подкрановые балки	всего
Одноярусное при грузоподъемности, т:				
до 100	30—45	25—60	20—60	80—150
125—250	30—45	55—90	40—100	140—250
Двухъярусное	30—45	80—100	70—160	220—300

Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

Нагрузка от веса ограждающих конструкций принимается по показателям объемного веса элементов.

Каталоги производителей

Технические характеристики

Толщина стеновых панелей, мм	50	80	100	120	150	200	250
Средний вес, кг/м ²	15,9	18,9	20,9	22,9	25,9	30,9	35,9
Термическое сопротивление, м ² × °С/Вт	1,18	1,79	2,20	2,61	3,21	4,24	5,26
Звукоизоляция, dB	32	32	32	32	34	35	35
Огнестойкость, минут	45	45	90	90	150	150	150
Монтажная ширина панелей, мм	1000 / 1200						
Монтажная длина панелей, мм	от 2500 до 12000						

Программа BeCT ПК SCAD Office

BeCT (64-bit) - Плотности

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Плотности

Элементы покрытий
 Стальные настилы
 Теплоизоляция
 Пароизоляция

Гидроизоляция
 Засыпки и обмазки
 Бетоны и растворы
 Другие

Название	Распределенная нагрузка	
	Т/м ²	γ
Кровельный щит из досок в два слоя	0,040	1,200
Асбоцементные плоские плитки (одиночное покрытие)	0,012	1,200
Асбоцементные плоские плитки (двойное покрытие)	0,020	1,200
Кровельная сталь оцинкованная	0,008	1,100
Асбоцементные волнистые листы усиленного профиля	0,017	1,200
Асбоцементные волнистые листы обыкновенного профиля	0,012	1,200
Асбоцементные полуволнистые листы с постоянной толщиной	0,020	1,200
Рубероид с мелкой минеральной посыпкой	0,002	1,200
Рубероид с крупнозернистой посыпкой	0,003	1,200
Стеклорубероид кровельный с крупнозернистой посыпкой	0,003	1,200
Стеклорубероид гидроизоляционный	0,002	1,200

Добавить
Изменить
Удалить
Сохранить

Меню Справка

BeCT (64-bit) - Собственный вес

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Плотности

Элементы покрытий
 Стальные настилы
 Теплоизоляция
 Пароизоляция

Гидроизоляция
 Засыпки и обмазки
 Бетоны и растворы
 Другие

Название	Распределенная нагрузка	
	Т/м ²	γ
Кровельный щит из досок в два слоя	0,040	1,200
Асбоцементные плоские плитки (одиночное покрытие)	0,012	1,200
Асбоцементные плоские плитки (двойное покрытие)	0,020	1,200

Изменить
Удалить
Сохранить пакет

Нормативная нагрузка Т/м²
Расчетная нагрузка Т/м²

Меню Вычислить Отчет Справка

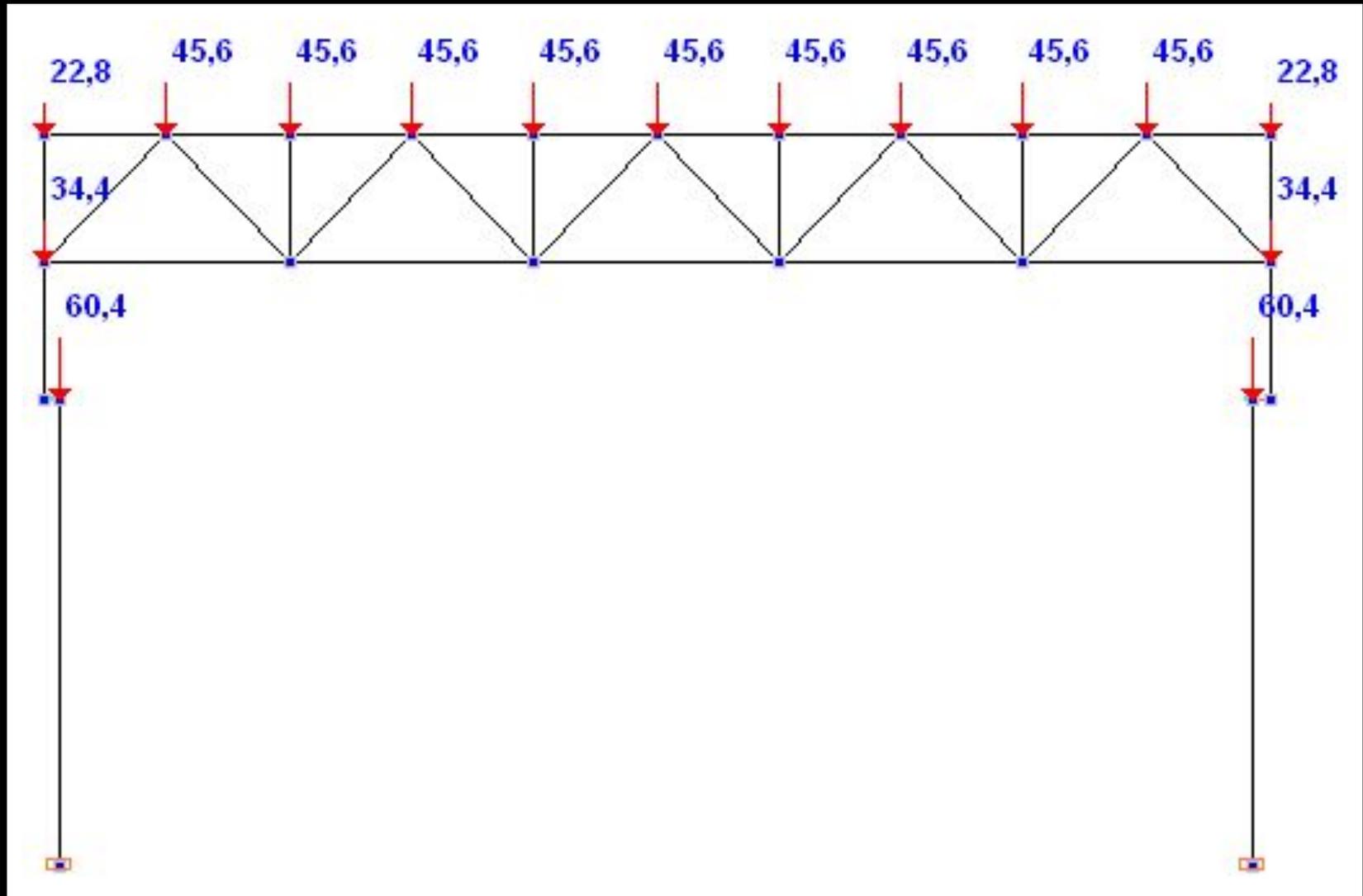
Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

При этом постоянные нагрузки, как правило, приводятся к равномерно-распределенным по площади нагрузкам и представляются в табличной форме

№	Нагрузка	Нормативное значение, кН/м ²	Коэффициент надежности γ_f	Расчетное значение, кН/м ²	Примечание
Постоянные нагрузки					
1	Вес колонн	0,50	1,05	0,525	
2	Вес шатра	0,4	1,05	0,42	
3	Сэндвич панель стеновая	0,36	1,1	0,4	
Итого		1,26		1,345	

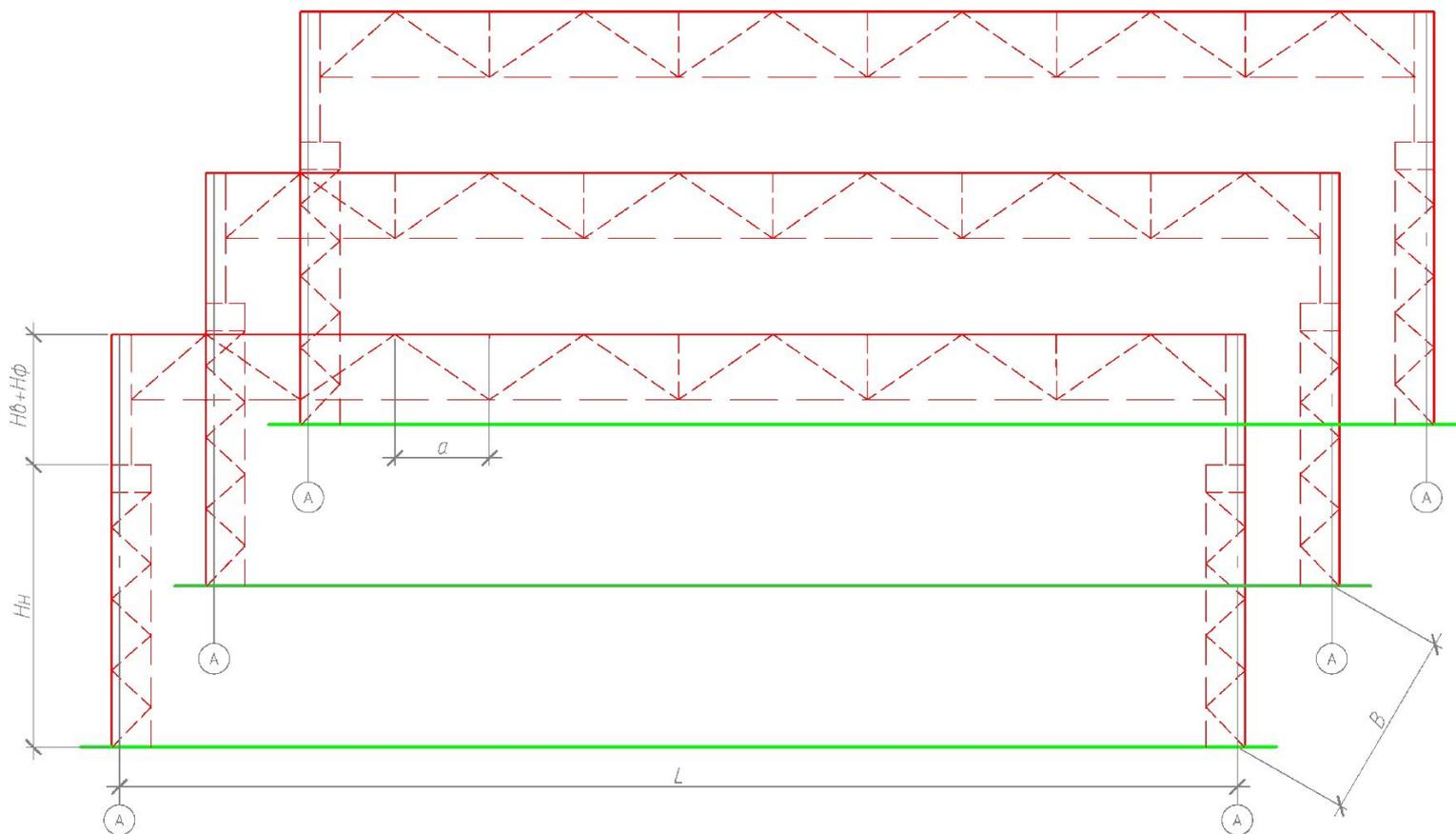
Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

Приложение постоянных нагрузок



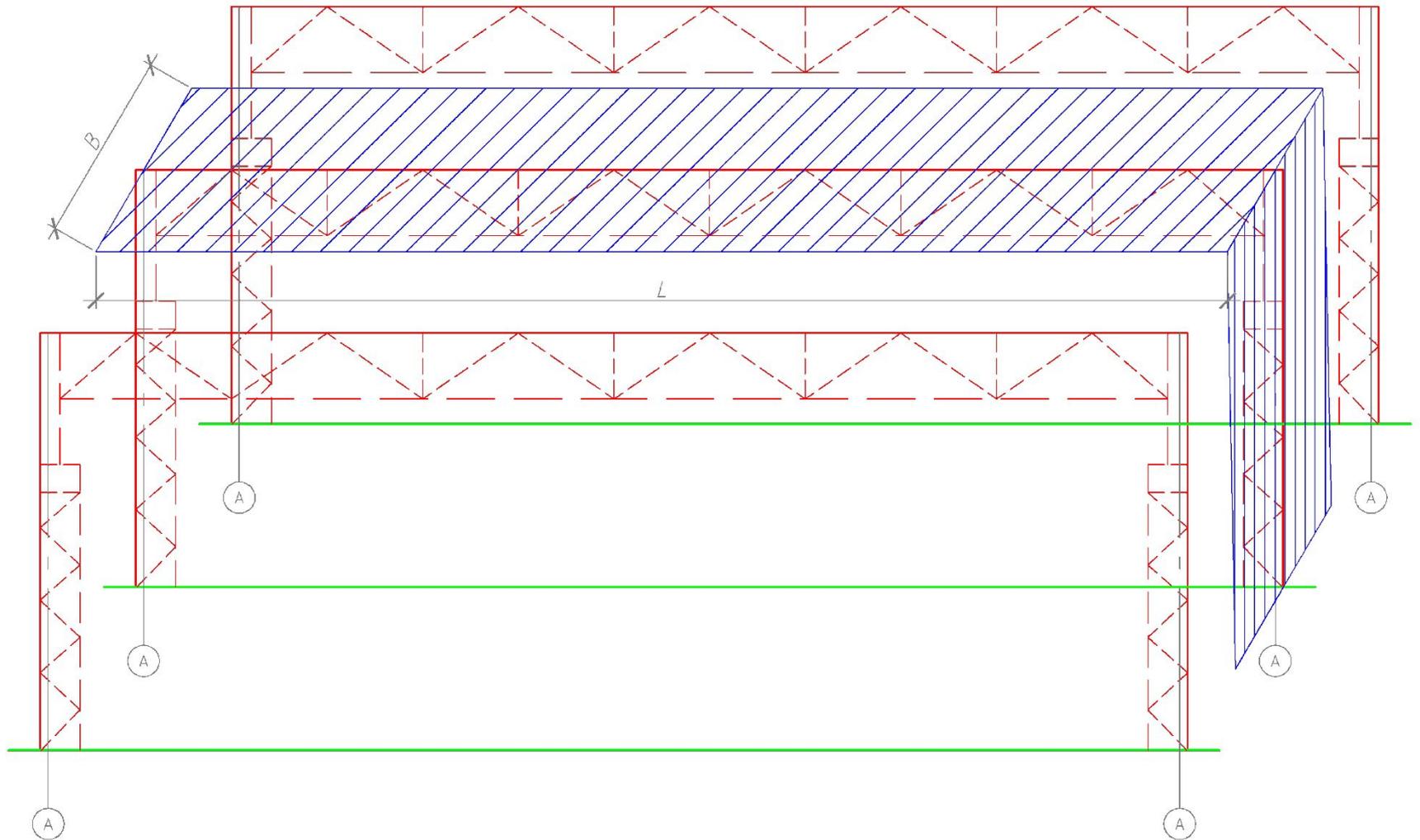
Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

О грузовых площадях



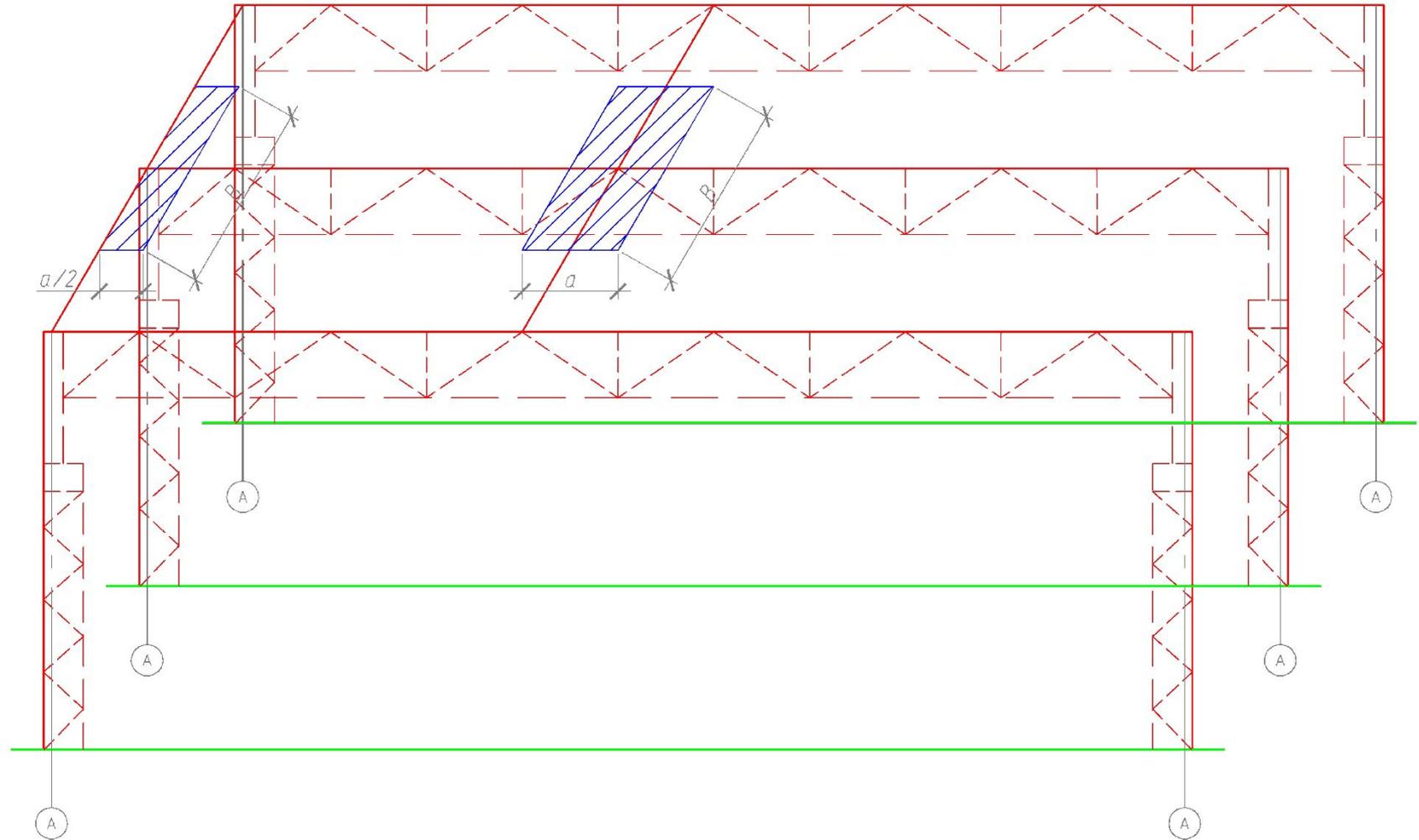
Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

О грузовой площадке



Нагрузка от веса несущих и ограждающих конструкций

О грузовых площадях



Снеговая нагрузка

Регламентируется ***n.10*** СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия (формула 10.1):

S_g – вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной проекции земли.

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

C_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра (***n. 10.5 – 10.9***)

C_t – термический коэффициент (***n. 10.10***)

μ - коэффициент формы (перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие) (***n. 10.4, приложение Б***)

Снеговая нагрузка

Определение коэффициента μ

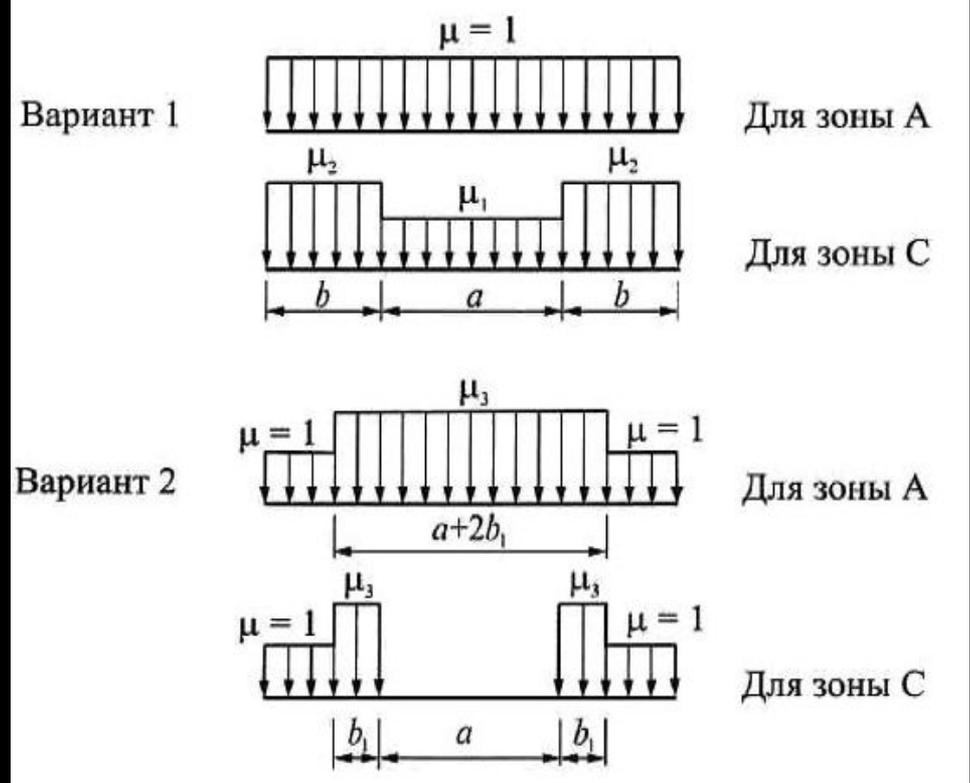
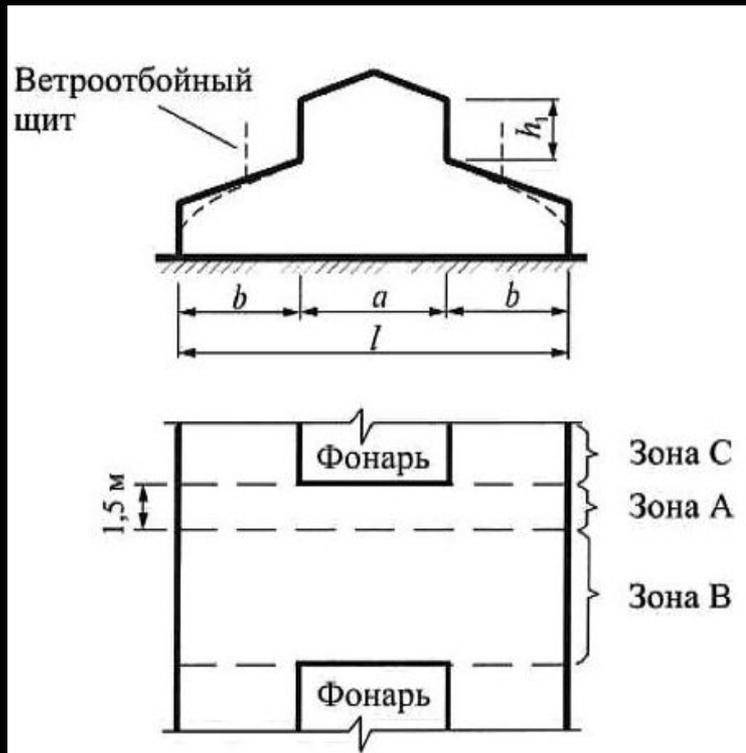


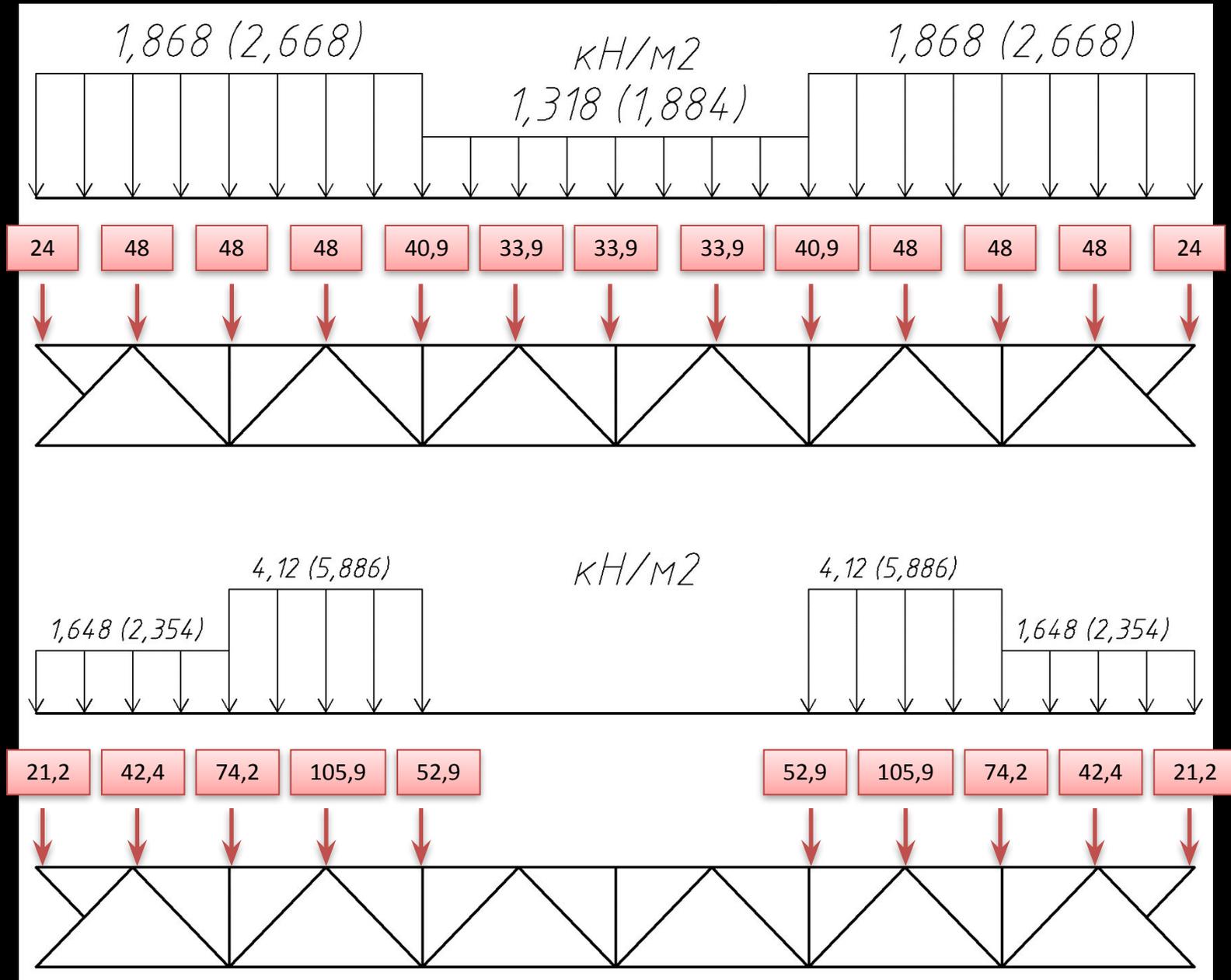
Схема Б. 3.1

Можно использовать программу ВеСТ ПК SCAD

Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$

Снеговая нагрузка

Приложение нагрузки



Ветровая нагрузка

Регламентируется *п. 11 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия*

Нормативное значение ветровой нагрузки определяется как сумма средней и пульсационной составляющей (*формула 11.1*)

В рамках курсового проекта рассматривается только средняя составляющая, которая определяется (*формула 11.2*)

w_0 – нормативное значение ветрового давления (*п. 11.1.4*)

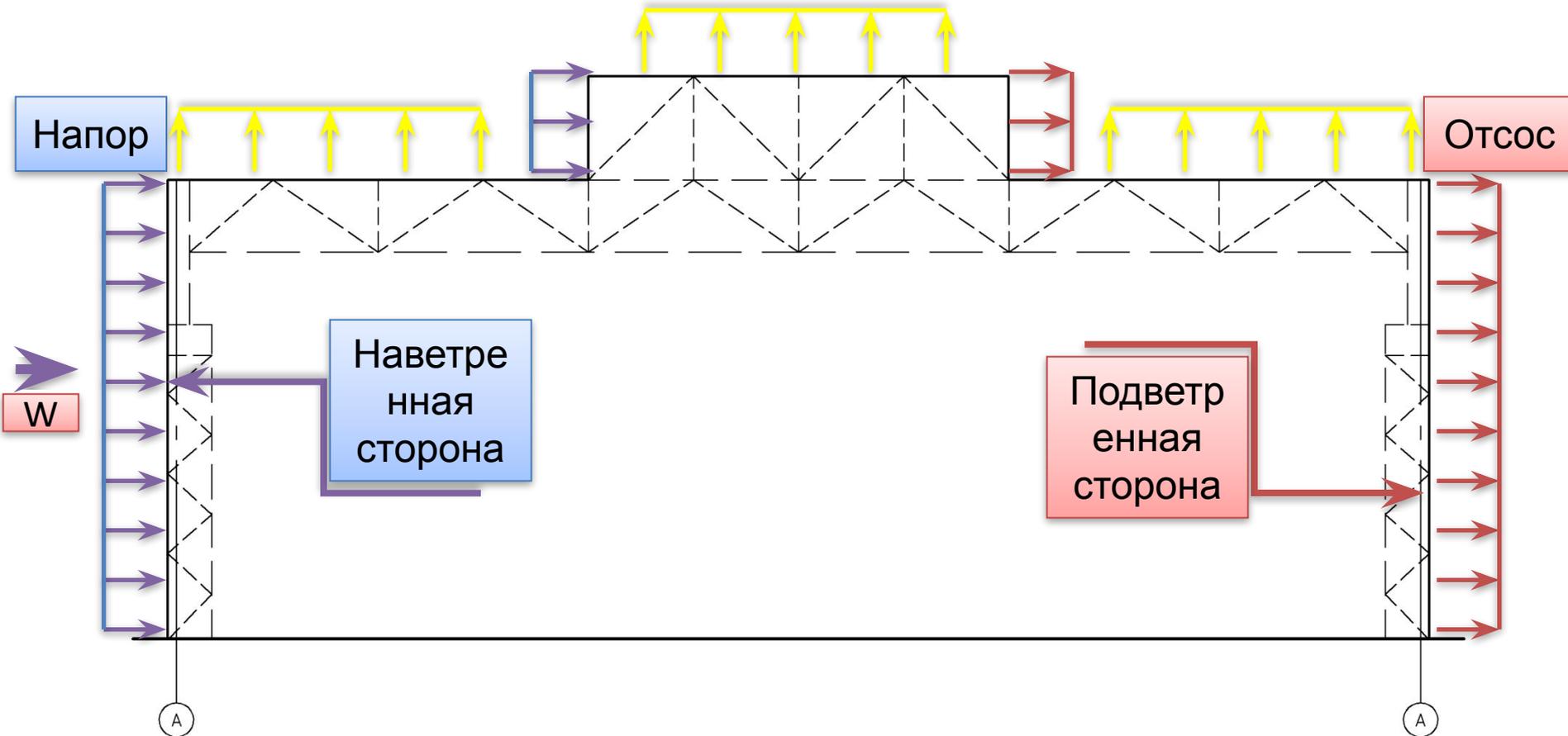
Ветровые районы (принимаются по карте 2 приложения Е)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e (*п. 11.1.5, 11.1.6*)

c – аэродинамический коэффициент (*п. 11.1.7, приложение В*)

Ветровая нагрузка

Определение коэффициента s



Ветровая нагрузка

Определение коэффициента s

Схема
В.1.2

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Участки				
A	B	C	D	E
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

Программа
BeCT

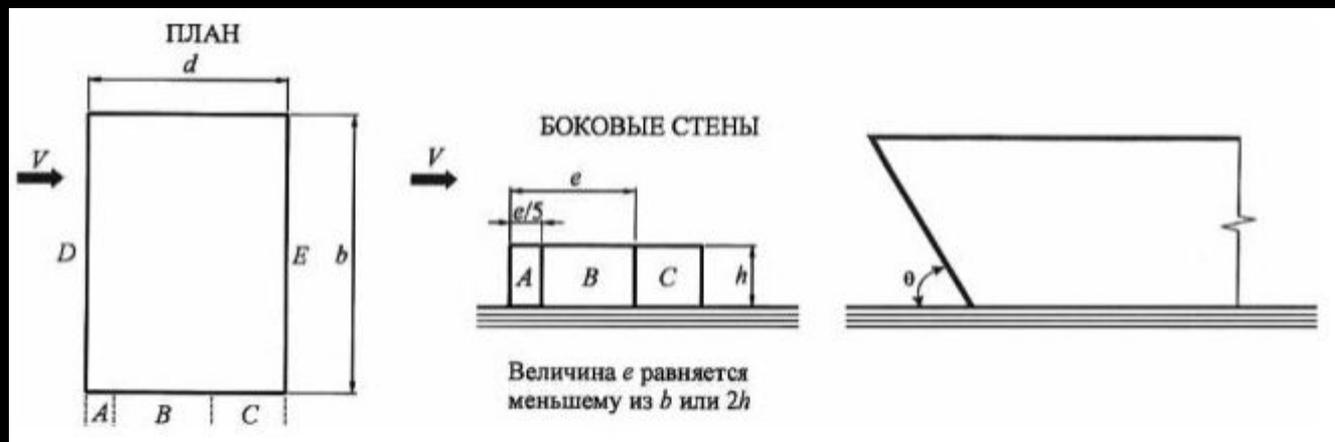
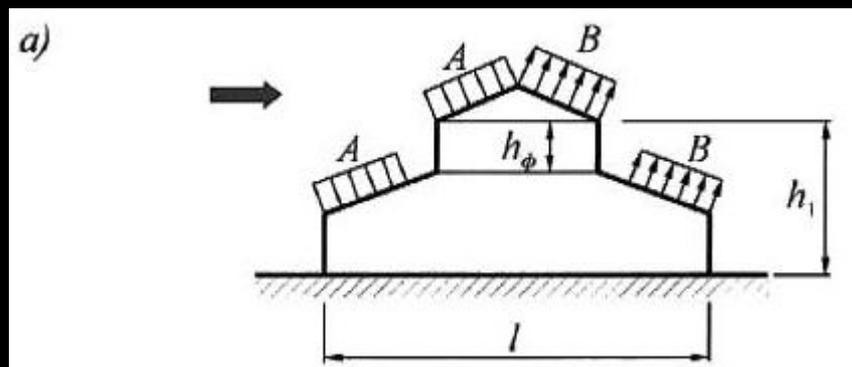
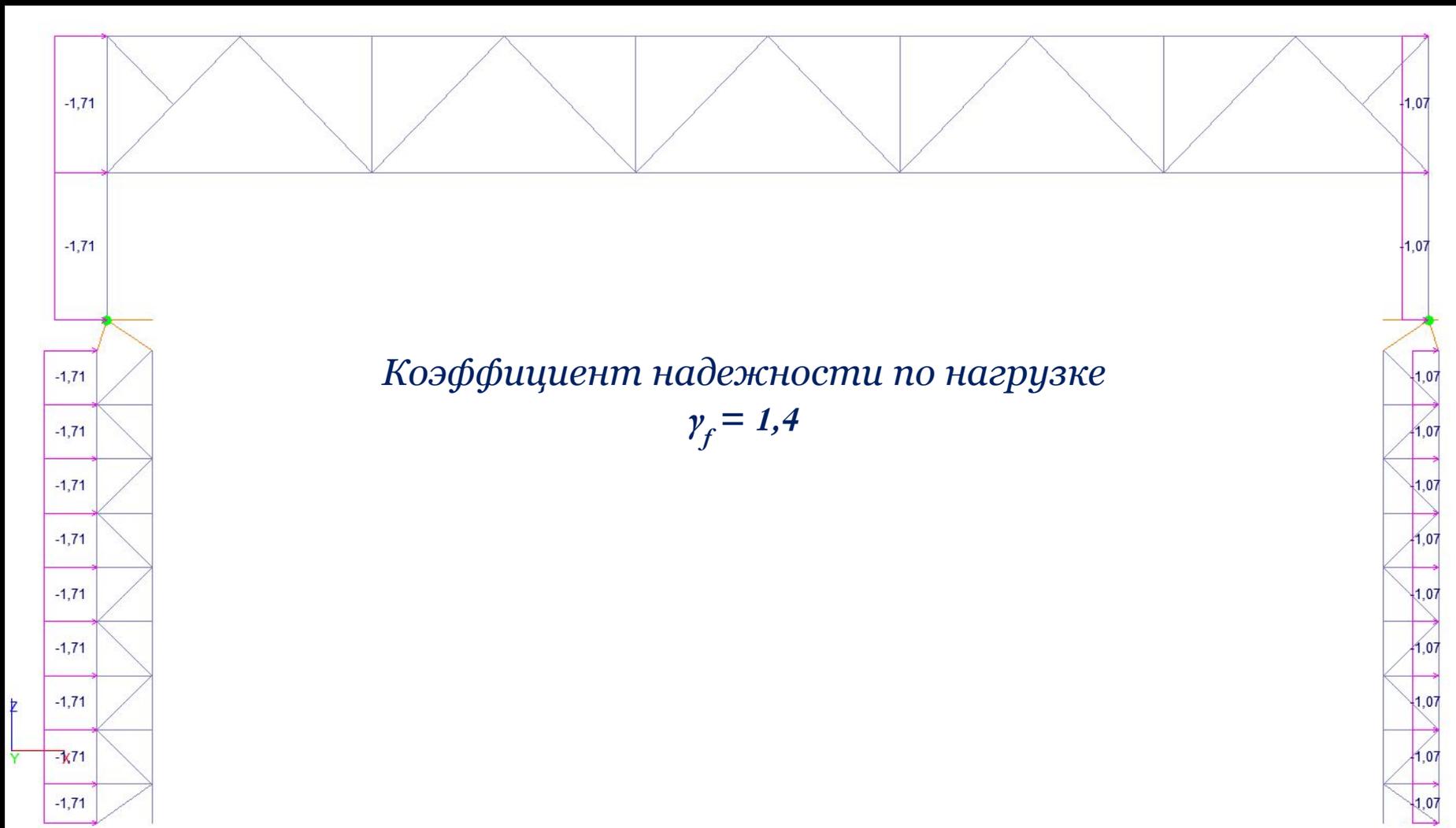


Схема
В.1.5

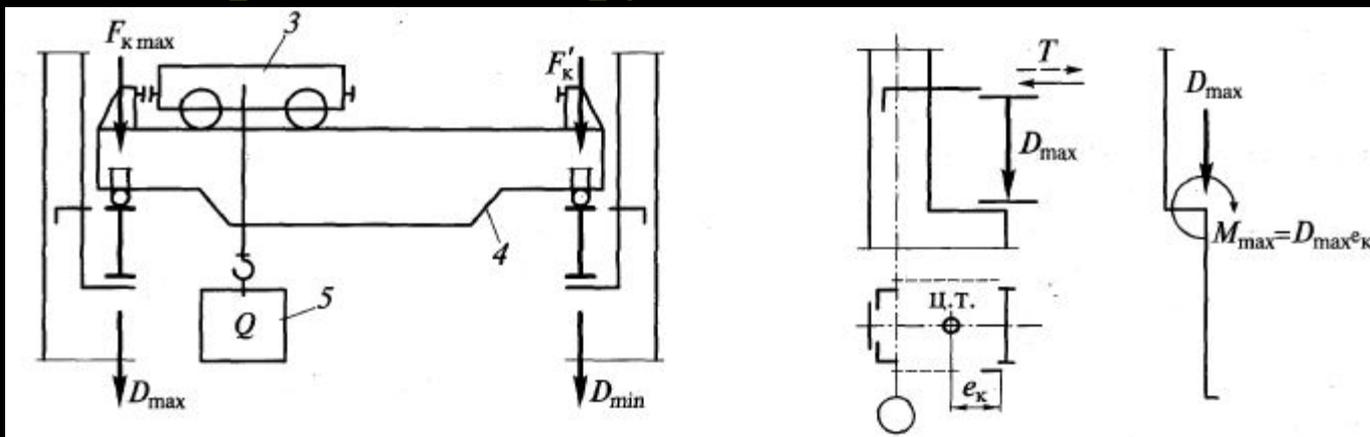
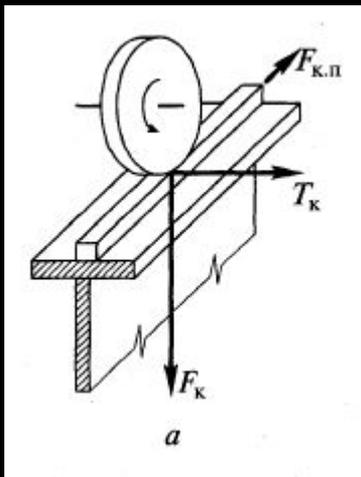


Ветровая нагрузка

Приложение нагрузки



Крановая нагрузка



При движении колеса мостового крана на крановый рельс передаются силы трех направлений.

Вертикальная сила $F_{к}$ — зависит от массы крана, массы груза на крюке и положения крановой тележки

Горизонтальная сила $T_{к}$ — возникает из-за перекосов крана, торможения тележки, распирающего воздействия колес.

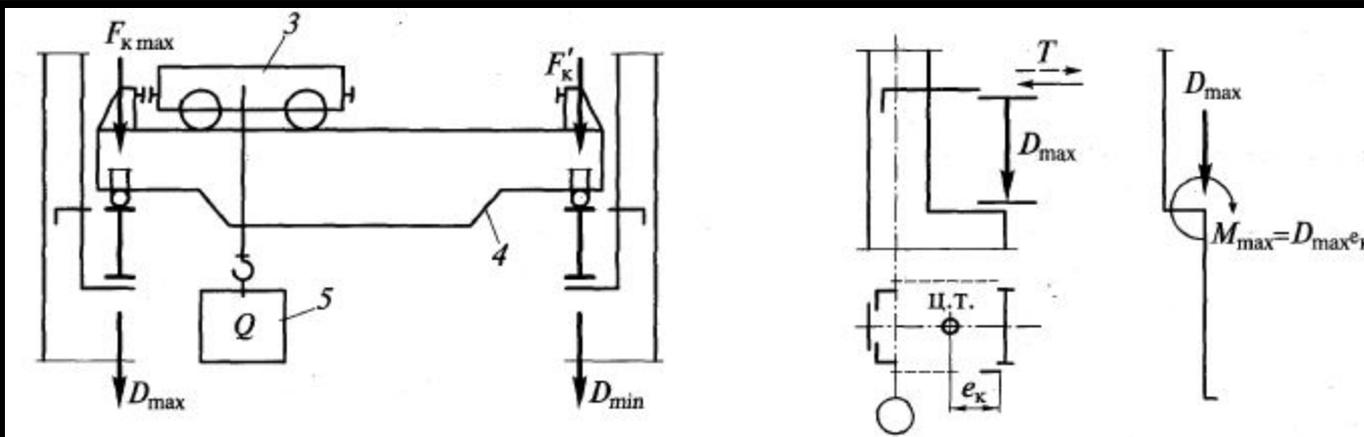
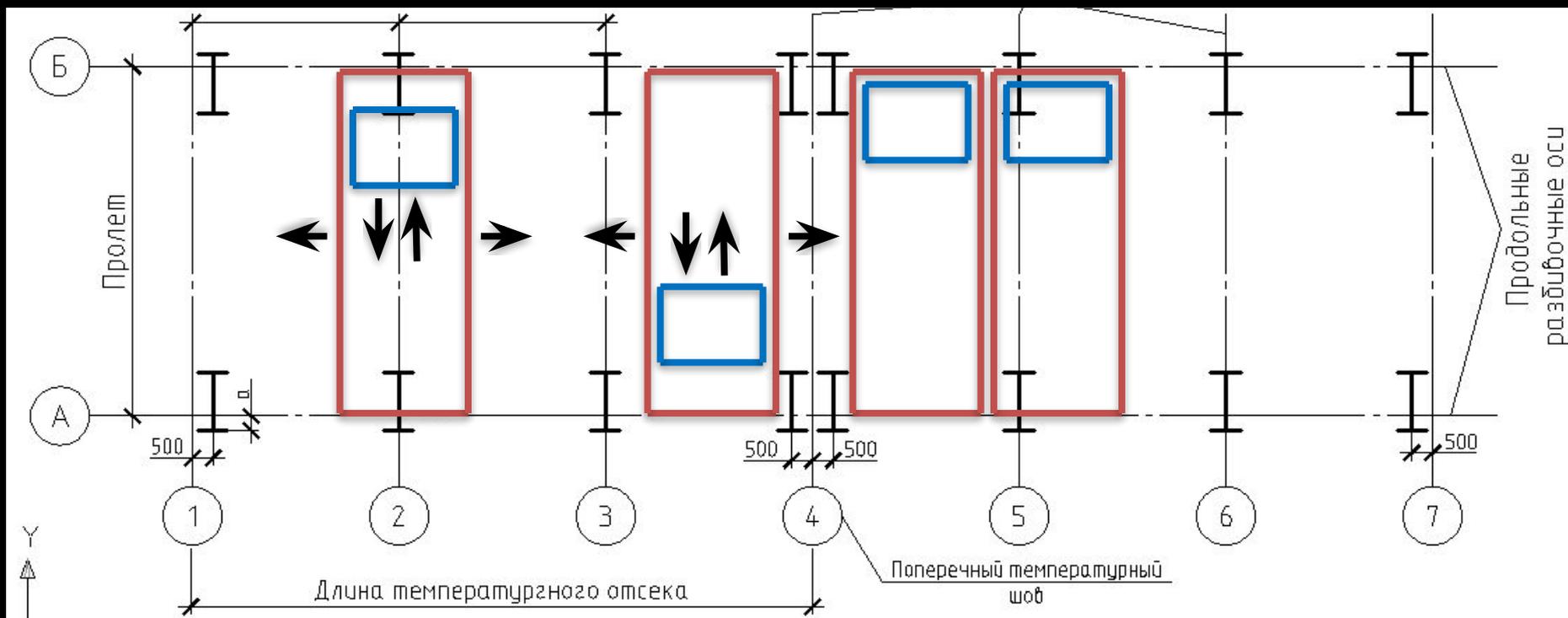
Нормативное значение этой силы

Продольная сила $F_{к.п}$ возникает от сил торможения крана

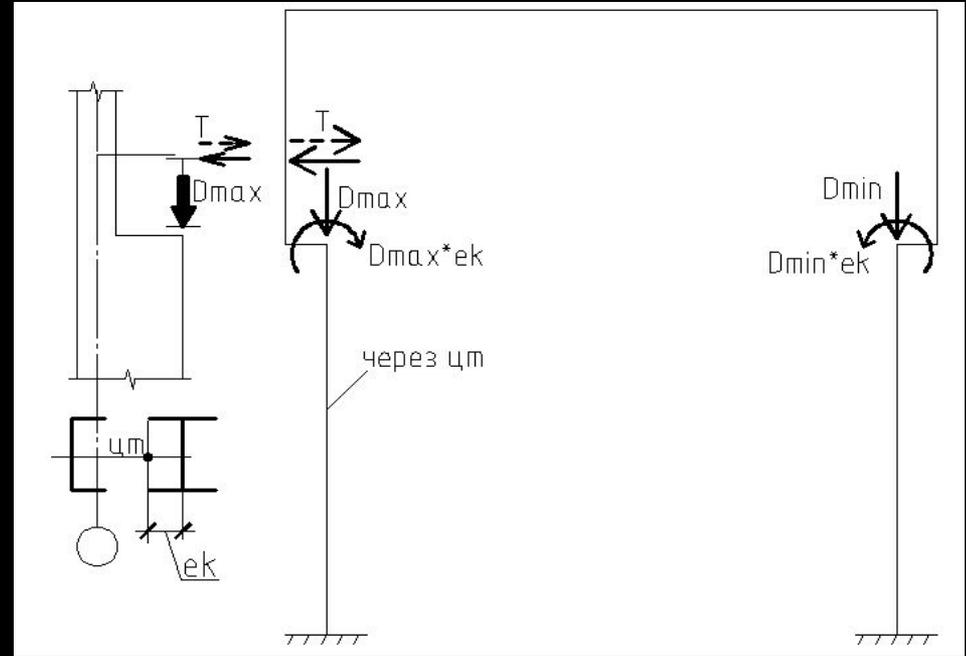
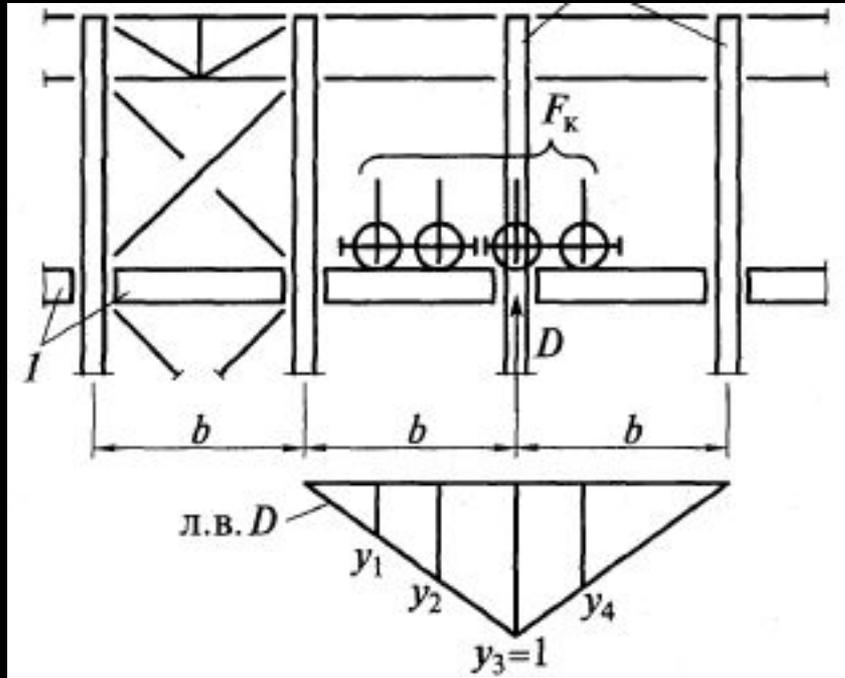
Крановые нагрузки регламентируются п. 9
СП 20.13330.2016

Крановая нагрузка

Невыгодное положение крана при расчете рамы каркаса



Крановая нагрузка



Вертикальное давление D_{max} определяется

Для определения D_{min} необходимо
заменить F_{kmax} на силу

*Определение расчетных сочетаний
нагрузок (РСН) и расчетных
сочетаний усилий (РСУ)*

Определить РСУ — это значит найти те сочетания отдельных загрузений, которые могут быть решающими (наиболее опасными) для каждого проверяемого элемента либо каждого сечения элемента (это касается стержня).

Выполнить расчет на комбинацию загрузений — это получить показатели напряженно-деформированного состояния системы, на которую одновременно действуют несколько загрузений.

Загрузки, приложенные на раму

1. Постоянные нагрузки (L1);
2. Снеговая нагрузка вариант 1 (L2);
3. Снеговая нагрузка вариант 2 (L3);
4. Ветровая нагрузка слева (L4);
5. Ветровая нагрузка справа (L5);
6. Крановая D_{\max} слева (L6);
7. Крановая D_{\max} справа (L7);
8. Крановая T слева (L8);
9. Крановая T справа (L9)

Общие сведения (п. 4 СП 20.13330.2016)

Основными характеристиками нагрузок, установленных в настоящих нормах, являются их **нормативные** (базовые) значения.

При необходимости учета влияния длительности нагрузок, при проверке на выносливость, усталостной прочности и в других случаях, оговоренных в нормах проектирования конструкций и оснований, устанавливаются **пониженные нормативные значения** нагрузок от оборудования, людей, животных и транспортных средств на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий

Общие сведения (п. 4 СП 20.13330.2016)

Расчетные значения нагрузки следует определять как произведение ее нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , соответствующий рассматриваемому предельному состоянию. Минимальные значения коэффициентов определяются:

А) При расчете по предельным состояниям 1-й группы – в соответствии с 7.2-7.4, 8.1.4, 8.2.2, 8.3.4, 8.4.5, 9.8, 10.12, 11, 12.5 и 13.8

Б) При расчете по предельным состояниям 2-й группы – принимаются равными единице, если в нормах проектирования конструкций и оснований не установлены другие значения

Расчетные значения особых нагрузок устанавливаются в нормативных документах или задании на проектирование

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2016)

Расчет конструкций и оснований по предельным состояниям первой и второй групп следует выполнять с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок или соответствующих им усилий

Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции или основания

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2016)

При этом выделяют:

.Основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных

.Особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2011)

ψ_{ii} – коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок

ψ_{ti} – коэффициенты сочетаний для кратковременных
нагрузок

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2011)

ψ_{ii} – коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок

ψ_{ti} – коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2011)

Одна временная нагрузка

Нагрузка одного вида от одного источника (давление или разрежение в емкости, снеговая, ветровая, гололедная, температурные климатические воздействия, нагрузка от одного погрузчика, электрокара, мостового или подвесного крана)

Нагрузки от нескольких источников, принимаемые со своими расчетными значениями, если они действуют совместно (нагрузки от оборудования, людей и складированных материалов на одно или несколько перекрытий, нагрузки от нескольких мостовых или подвесных кранов, гололедно-ветровая)

Сочетания нагрузок (п. 6 СП 20.13330.2011)

При формировании РСН необходимо учитывать **ЛОГИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ** между отдельными загружениями
Загружения $L1$ и $L2$ являются **независимыми** если имеют различные источники происхождения и могут входить в сочетания одновременно

Загружения $L1$ и $L2$ являются **взаимоисключающими** если не могут действовать одновременно

Загружение $L1$ является **сопутствующим** загружению $L2$ если $L1$ не может входить в сочетание без $L2$. При этом $L2$ может входить в сочетание и без $L1$

Также выделяют **знакопеременные** загружения и загружения, которые при попадании в одно сочетание должны рассматриваться как одно загружение (**объединенные**)

Загрузки, приложенные на раму

1. Постоянные нагрузки (L1);

2. Снеговая нагрузка вариант 1 (L2);

3. Снеговая нагрузка вариант 2 (L3);

4. Ветровая нагрузка слева (L4);

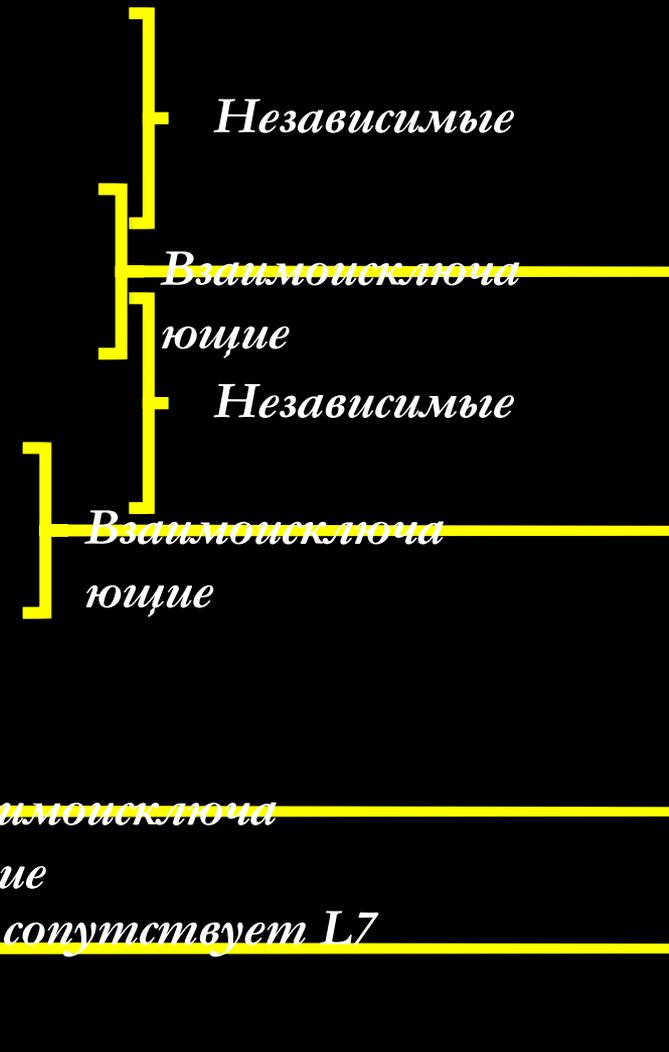
5. Ветровая нагрузка справа (L5);

6. Крановая D_{\max} слева (L6);

7. Крановая D_{\max} справа (L7);

8. Крановая T слева (L8);

9. Крановая T справа (L9)



Загрузки, приложенные на раму

1. Постоянные нагрузки (L1); постоянное
2. Снеговая нагрузка вариант 1 (L2); кратковременное
3. Снеговая нагрузка вариант 2 (L3); кратковременное
4. Ветровая нагрузка слева (L4); кратковременное
5. Ветровая нагрузка справа (L5); кратковременное
6. Крановая D_{\max} слева (L6); кратковременное
7. Крановая D_{\max} справа (L7); кратковременное
8. Крановая T слева (L8);
9. Крановая T справа (L9)

Возможные РСН

Для расчета РСУ можно использовать ПК SCAD

[Элемент № 1] Расчетные сочетания в элементе

Тип комбинации: Расчетные значения

Номер сечения: 1

Сортировать по: Критерий



Экспорт

Отчет

Таблица

Сечение	Критерий	N	M _y	Q _z	Формула
		кН	кН*м	кН	
1	1	-321,13	82,79	-15,14	L1+L8
1	1	-521,38	97,63	-8,89	L1+0.9*L4+0.9*L6+L8
1	1	-545,31	-15,81	5,29	L1+L4+L6
1	2	-356,26	-147,83	10,45	L1+0.9*L2+L9
1	2	-447,85	-224,33	21,07	L1+0.7*L2+0.9*L5+0.9*L7+L9
1	2	-358,11	-37,46	-1,79	L1+L2
1	2	-464,2	-123,09	10,01	L1+0.9*L2+L5+L7
1	9	-322,8	-32,3	-1,66	L1
1	13	-324,47	-143,18	10,56	L1+L9
1	13	-547,41	-172,98	22,08	L1+L4+L6+0.9*L9
1	13	-545,9	-73,19	11,08	L1+L4+L6
1	14	-349,67	79,41	-15,34	L1+0.9*L3+L8
1	14	-354,52	-36,05	-1,88	L1+L3
1	18	-359,62	-137,26	9,21	L1+L2+0.9*L9
1	18	-578,85	-155,46	19,52	L1+0.9*L2+L4+L6+0.7*L9
1	18	-577,68	-77,84	10,97	L1+0.9*L2+L4+L6

2011

Выход

Справка