

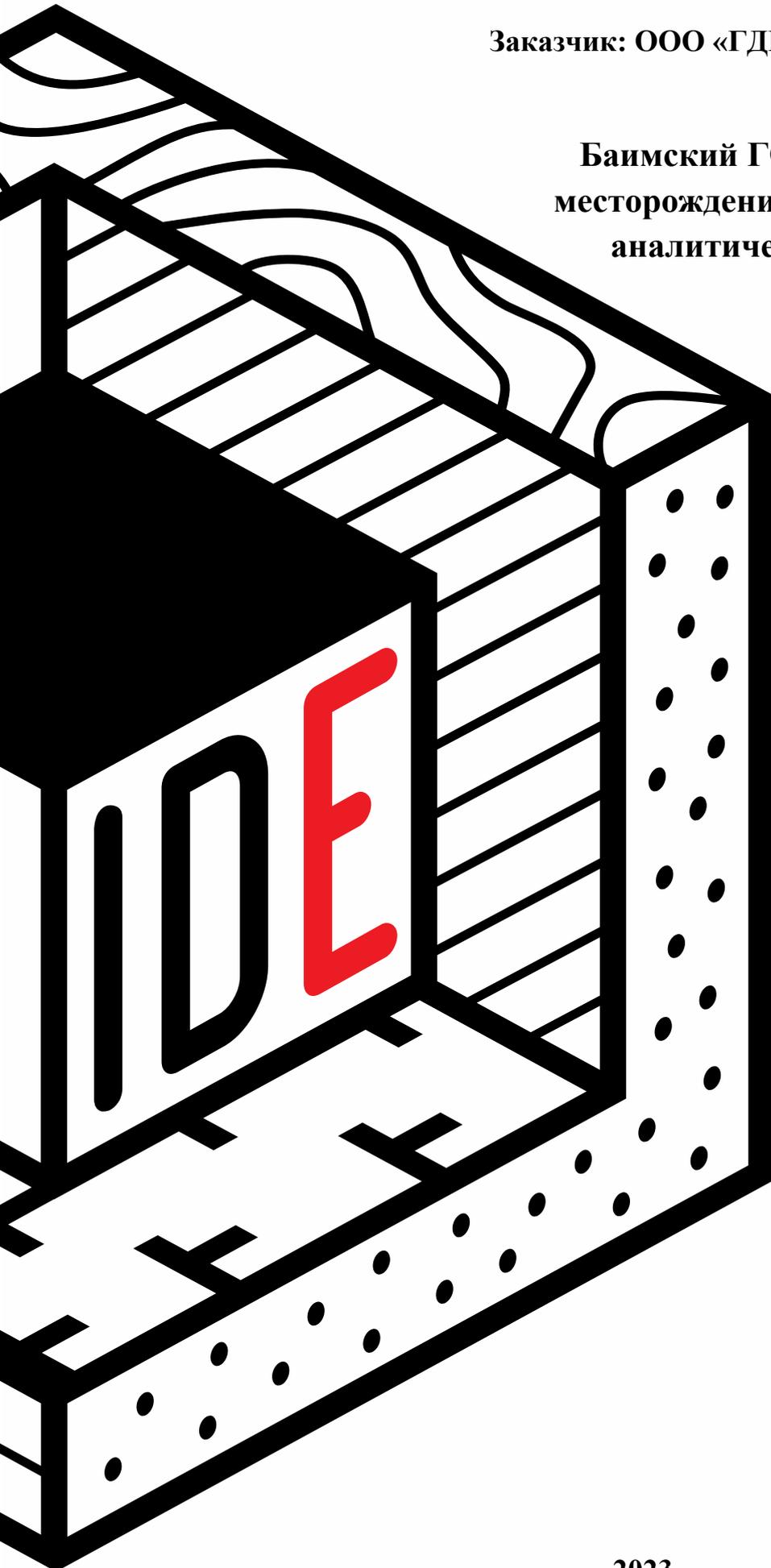
Общество с ограниченной ответственностью «Ай Ди Инжинирс»  
(ООО «Ай Ди Инжинирс»)

Заказчик: ООО «ГДК Баимская»

Баимский ГОК. Проект медного  
месторождения «Песчанка». Здание  
аналитической лаборатории

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ  
ЗАПИСКА

ЕС-209-2560-IDE-ПД-КР.РПЗ





Общество с ограниченной ответственностью  
«Ай Ди Инжинирс» (ООО «Ай Ди Инжинирс»)

Свидетельство СРО «Совет проектировщиков» № СРО-П-011-16072009 от 26.10.2016 г.

**Недропользователь (заказчик)  
ООО «ГДК Баимская»**

**Баимский ГОК. Проект медного месторождения «Песчанка». Здание  
аналитической лаборатории**

*РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА*

ЕС-209-2560-IDE-ПД-КР.РПЗ

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Генеральный директор

 Е. И. Колесников

Главный инженер проекта

 А. Ю. Николаев  


СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Главный инженер проекта	 _____	Николаев А.Ю.
	подпись, дата	
Начальник строительного отдела	 _____	Васильев Е.Г.
	подпись, дата	
Ведущий специалист	 _____	Зыков И.В.
	подпись, дата	
Специалист	 _____	Шатров П.И.
	подпись, дата	
Нормоконтролер	 _____	Медведева Ю.И.
	подпись, дата	

## **Содержание**

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	5
2.	ОБЩИЕ ДАННЫЕ.....	5
2.1	Природно-климатическая характеристика участка .....	5
2.2	Архитектурно-конструктивные решения.....	5
2.3	Материал конструкций .....	5
3.	РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ .....	6
3.1	Жесткостные характеристики и условия примыкания .....	6
3.2	Совместная работа каркаса здания и основания .....	22
3.3	Загружения, использованные в расчетной схеме.....	23
3.4	Сбор нагрузок .....	27
3.5	Результаты конструктивного расчета.....	54
3.6	Горизонтальные прогибы элементов конструкций.....	72
3.7	Вертикальные прогибы элементов конструкций .....	74
3.8	Расчет узла сопряжения фермы с колонной .....	76
3.9	Расчет базы колонны БШ1 .....	81
4.	Выводы .....	84
5.	Расчет основания и фундаментов.....	85
5.1	Расчет основания фундаментов под базы колонн БШ1 на предельные усилия в основании.....	89
5.2	Расчет основания фундаментов под базы колонн БШ1 на опрокидывание.....	91
5.3	Расчет монолитной плиты пола .....	93
	Список использованной литературы .....	108

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий раздел проекта разработан для определения достаточной устойчивости и неизменяемости проектируемого каркаса здания аналитической лаборатории.

## **2. ОБЩИЕ ДАННЫЕ**

### **2.1 Природно-климатическая характеристика участка**

- нормативная снеговая нагрузка (район I II I):  $175 \text{ кг/м}^2$ ,
- нормативное значение ветрового давления (район I):  $23 \text{ кг/м}^2$ ;
- расчетная температура наружного воздуха (температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98):  $-54.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- сейсмичность площадки строительства: 6 баллов;
- конструкции относятся к нормальному уровню ответственности зданий и сооружений КС-2, коэффициент надежности по ответственности,  $\gamma_n = 1,0$ .

### **2.2 Архитектурно-конструктивные решения**

Здание аналитической лаборатории имеет размеры в плане по осям -  $18,0 \times 108,0 \text{ м}$ . Здание не разделено на блоки. Максимальная высота здания в осях «1-19 / А-Б» до низа ферм -  $4,850 \text{ м}$ .

Здание с металлическим каркасом имеет рамно-связевую конструктивную схему. Геометрическая неизменяемость стального каркаса здания в поперечном направлении обеспечивается жёстким креплением колонн к фундаментам, а в продольном - системой вертикальных связей по колоннам. Жесткость покрытия обеспечивается горизонтальными связями в уровне верхнего пояса фермы, распорками и прогонами.

Фундамент под каркас здания монолитный железобетонный. Бетон фундаментов принят класса В30F200W8, рабочая арматура класса А500С по ГОСТ Р 34028-2016.

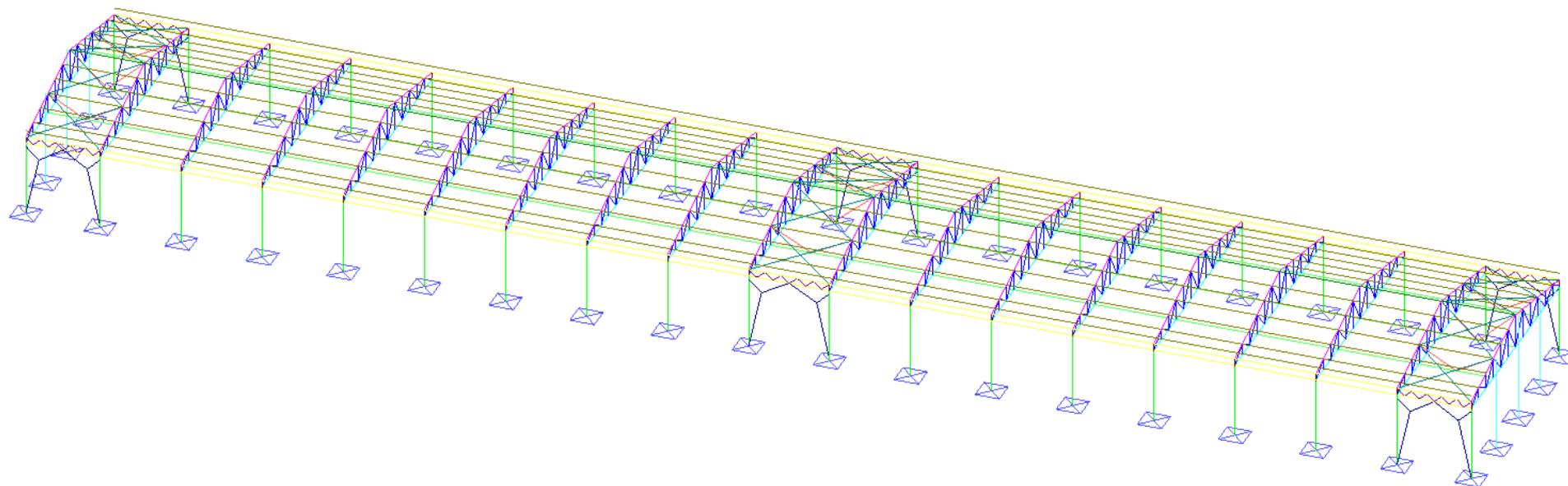
### **2.3 Материал конструкций**

Все несущие элементы здания выполнены из марки стали С345-6, с требованием содержания углерода не более 0,15 % и гарантированной ударной вязкостью  $KCV > 34 \text{ Дж/см}^2$  при минус  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Бетон фундаментов принят класса В30F200W8, рабочая арматура класса А500С по ГОСТ Р 34028-2016.

### 3. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

#### 3.1 Жесткостные характеристики и условия примыкания



Жесткостные характеристики в расчетной схеме

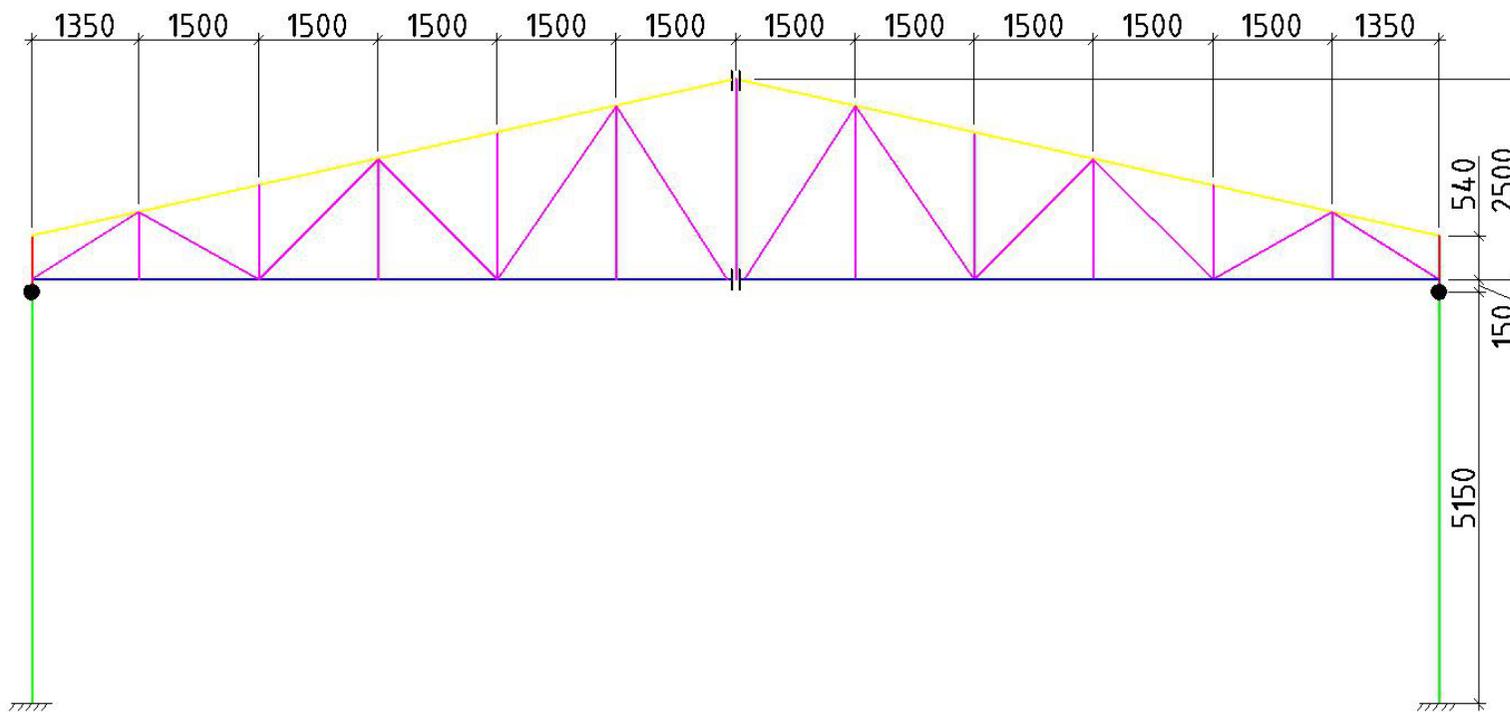
Жесткости

Выбор	ИД	Цвет	Иконка	Название	Материал	Значение
<input checked="" type="checkbox"/>	?	Желтый	?			0
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Зеленый	I	30К1	К1	62
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Синий	O	180x6	Ф1	6
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Фиолетовый	O	120x6	ФС нижний пояс	228
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Красный	O	100x5	ФС решетка	437
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Синий	O	120x6	ФС верхний пояс	228
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Оливковый	O	120x6	ФС стойка	76
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Зеленый	I	25Ш1	ПР1	216
<input checked="" type="checkbox"/>	8	Синий	I	24П	ПР2	18
<input checked="" type="checkbox"/>	9	Фиолетовый	O	120x5	СГ	48
<input checked="" type="checkbox"/>	10	Красный	O	120x6	СВ1	36
<input checked="" type="checkbox"/>	11	Синий	O	80x5	СВ2	60
<input checked="" type="checkbox"/>	12	Желтый	O	80x5	СВ3	18
<input checked="" type="checkbox"/>	13	Зеленый	O	120x6	РС1	126
<input checked="" type="checkbox"/>	14	Синий	O	100x5	РС2/3	63
<input checked="" type="checkbox"/>	15	Фиолетовый	h=0.3	300		176

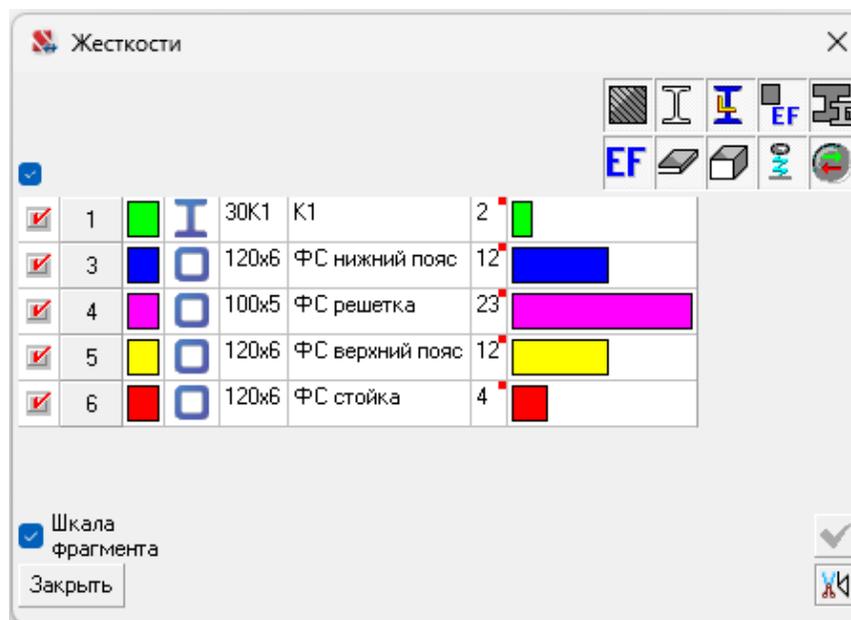
Шкала фрагмента

Закреть

Список типов жесткостей в расчетной схеме



Жесткостные характеристики расчетной схемы рамы каркаса



Список типов жесткостей в схеме. Рама каркаса

Таблица 3.1.1 Жесткостные характеристики в расчетной схеме

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Имя типа жесткости: К1</p> <p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: СТО АСЧМ 20-93</p> <p>Семейство: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93</p> <p>Профиль: 30К1</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math></p> <p>Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math></p> <p>Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math></p> <p>Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2\text{e-}005</math></p> <p>Продольная жесткость <math>EF = 232680,02 \text{ Т}</math></p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 3958,29 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 1310,59 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 46506,54 \text{ Т}</math></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 19998,21 \text{ Т}</math></p> <p>Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 5,78 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,77 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,77 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 11,42 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 11,42 \text{ см}</math></p>	
2	<p>Имя типа жесткости: Ф1</p> <p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..</p> <p>Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003</p> <p>Профиль: 180x6</p> <p>Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math></p> <p>Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math></p> <p>Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math></p> <p>Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2\text{e-}005</math></p> <p>Продольная жесткость <math>EF = 85743,01 \text{ Т}</math></p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 427,56 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 427,56 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 14478,44 \text{ Т}</math></p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 14478,44 \text{ Т}</math></p> <p>Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 255,3 \text{ Т*м}^2</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 5,54 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 5,54 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 5,54 \text{ см}</math></p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 5,54 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

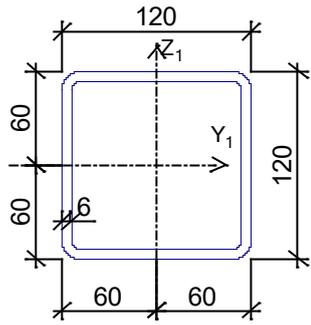
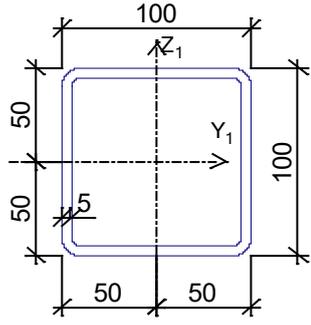
<p>3</p>	<p>Имя типа жесткости: ФС нижний пояс                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120x6                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 55503 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 71,8 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 3,54 \text{ см}</math></p>	
<p>4</p>	<p>Имя типа жесткости: ФС решетка                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 100x5                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,89 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,89 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6459,15 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6459,15 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

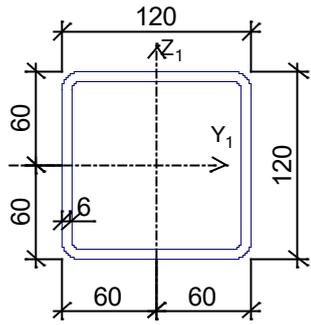
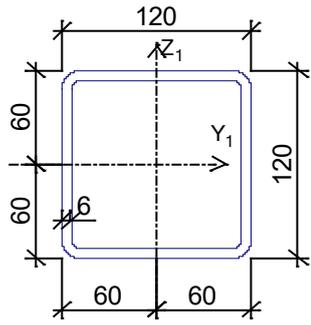
<p>5</p>	<p>Имя типа жесткости: ФС верхний пояс                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120х6                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 55503 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 71,8 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 3,54 \text{ см}</math></p>	
<p>6</p>	<p>Имя типа жесткости: ФС стойка                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120х6                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 55503 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 71,8 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 3,54 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

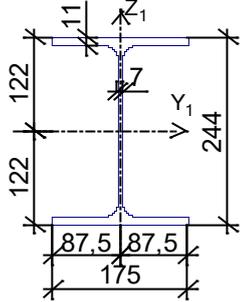
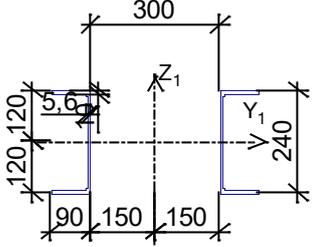
<p>7</p>	<p>Имя типа жесткости: ПР1                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: СТО АСЧМ 20-93                  Семейство: Двутавр широкополочный по СТО АСЧМ 20-93                  Профиль: 25Ш1                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 118104 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 1285,62 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 206,7 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 21632,97 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 12736,3 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 1,87 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 2 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 2 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 8,92 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 8,92 \text{ см}</math></p>	
<p>8</p>	<p>Имя типа жесткости: ПР2                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката (составное)                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89                  Профиль: 24П                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 128520,01 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 1222,2 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 4139,67 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 20316,01 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 19161,67 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 570,02 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{u+} = 16,52 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{u-} = 16,52 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{v+} = 7,92 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{v-} = 7,92 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

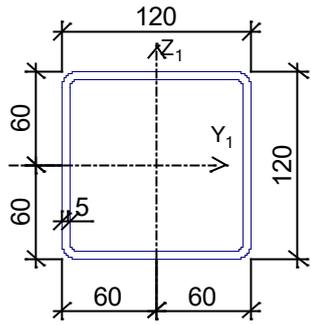
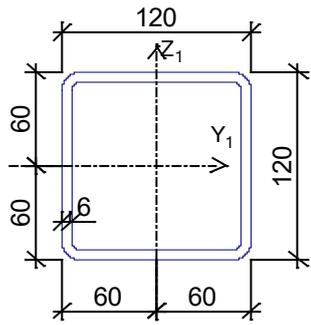
<p>9</p>	<p>Имя типа жесткости: СГ                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120x5                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 46956 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 101,91 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 101,91 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 7898,7 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 7898,7 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 61,42 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,62 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,62 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,62 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 3,62 \text{ см}</math></p>	
<p>10</p>	<p>Имя типа жесткости: СВ1                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120x6                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 55503 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 71,8 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 3,54 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

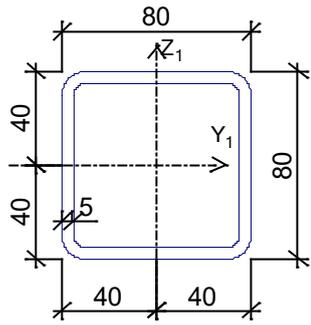
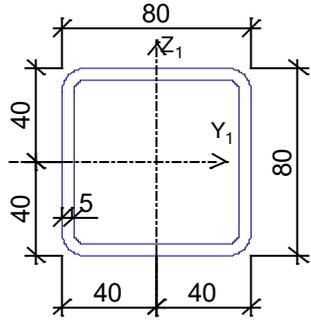
<p>11</p>	<p>Имя типа жесткости: СВ2                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 80х5                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,57 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,57 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5020,12 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5020,12 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	
<p>12</p>	<p>Имя типа жесткости: СВ3                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 80х5                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 30156 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 27,57 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 27,57 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 5020,12 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 5020,12 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 17,04 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,29 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,29 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

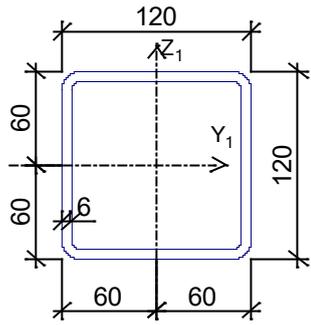
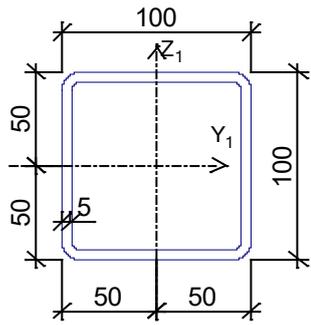
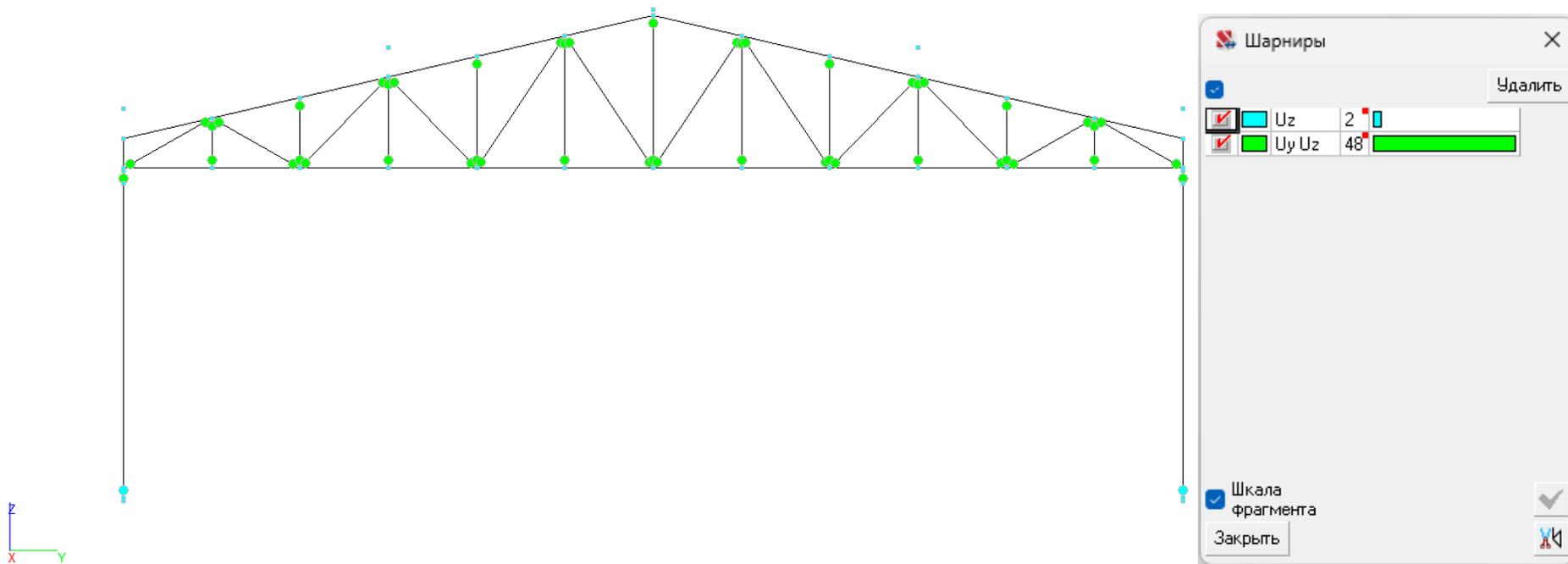
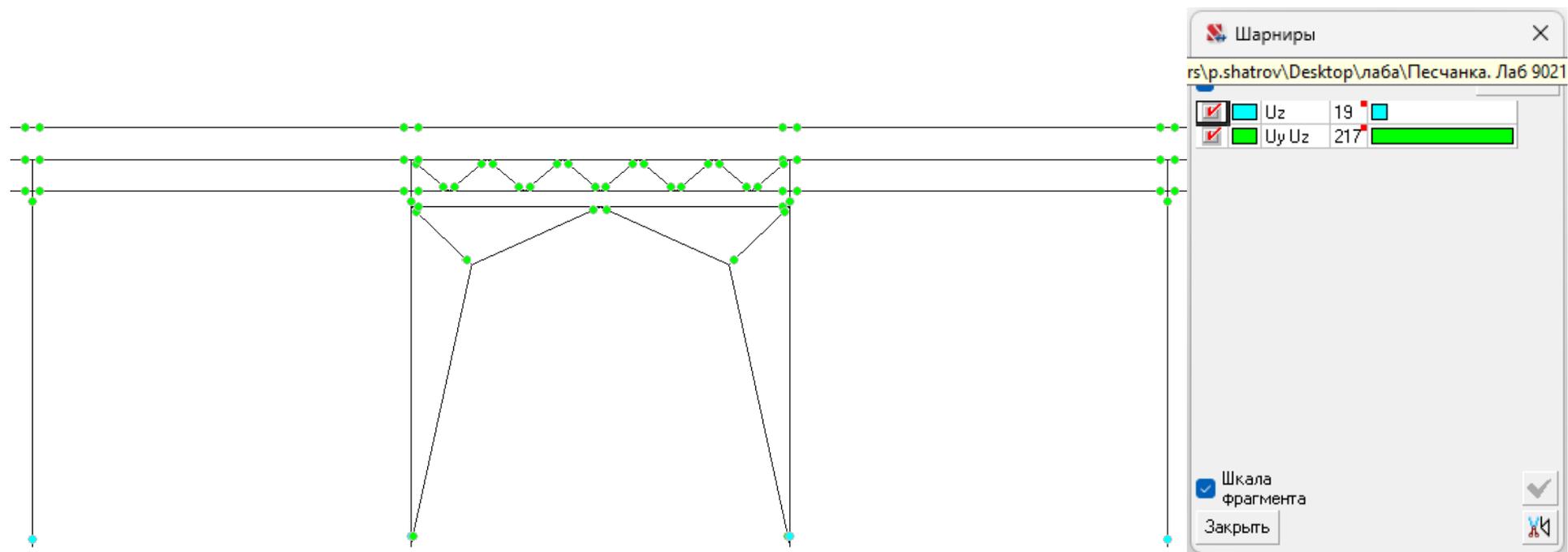
<p>13</p>	<p>Имя типа жесткости: РС1                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 120x6                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 55503 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 117,98 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 9302,2 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 71,8 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 3,54 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 3,54 \text{ см}</math></p>	
<p>14</p>	<p>Имя типа жесткости: РС2/3                  Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката                  Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..                  Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003                  Профиль: 100x5                  Модуль упругости <math>E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2</math>                  Коэффициент Пуассона <math>\nu = 0,3</math>                  Объемный вес <math>\gamma = 7,85 \text{ Т/м}^3</math>                  Коэффициент температурного расширения <math>\alpha = 1,2e-005</math>                  Продольная жесткость <math>EF = 38556 \text{ Т}</math>                  Изгибная жесткость (ось Y) <math>EI_y = 56,89 \text{ Т*м}^2</math>                  Изгибная жесткость (ось Z) <math>EI_z = 56,89 \text{ Т*м}^2</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Y) <math>GF_y = 6459,15 \text{ Т}</math>                  Сдвиговая жесткость (ось Z) <math>GF_z = 6459,15 \text{ Т}</math>                  Крутильная жесткость <math>GI_{кр} = 34,62 \text{ Т*м}^2</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) <math>a_{y+} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) <math>a_{y-} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) <math>a_{z+} = 2,95 \text{ см}</math>                  Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) <math>a_{z-} = 2,95 \text{ см}</math></p>	

Таблица 3.1.1 продолжение

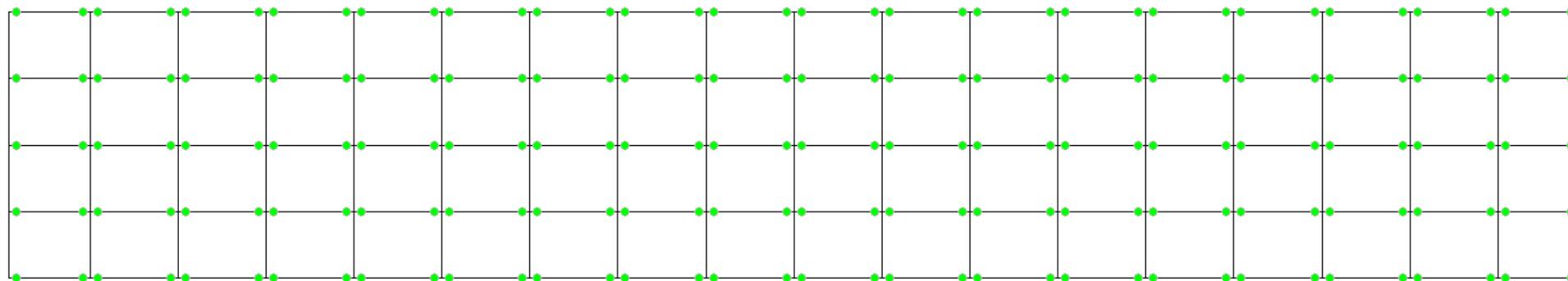
15	Имя типа жесткости: 300 Жесткости пластин Модуль упругости $E = 2750000 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$ Толщина $h = 0,3 \text{ м}$ Объемный вес $\rho = 2,5 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1,е-005$	
----	--	--



Шарниры и связи рамы каркаса



Шарниры и связи. Фрагмент. Связевой блок



Шарниры

Удалить

Uy Uz 180°

Шкала фрагмента

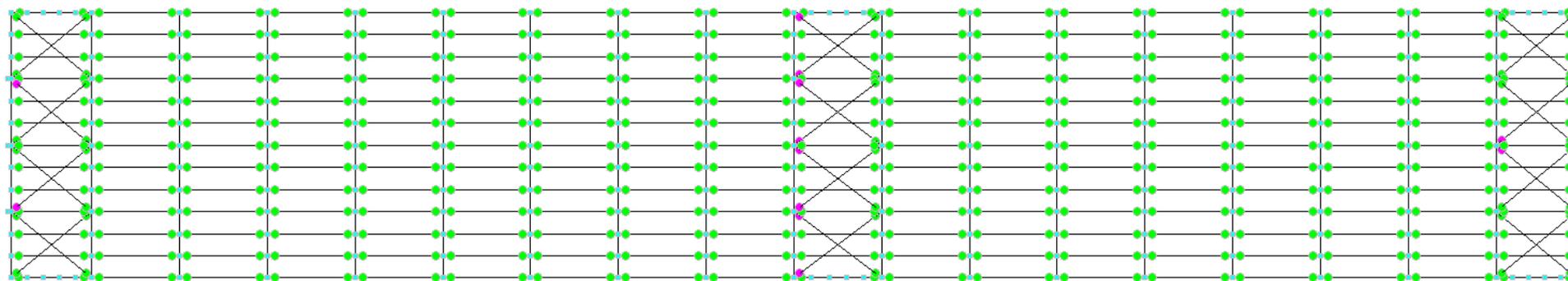
Закреть

✓

✂

A screenshot of a software dialog box titled "Шарниры" (Hinges). It features a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there is a checked checkbox and a button labeled "Удалить" (Delete). A row of settings includes a checked checkbox, a green bar, the text "Uy Uz", a red square, the value "180°", and another green bar. At the bottom left, there is a checked checkbox labeled "Шкала фрагмента" (Scale fragment) and a "Закреть" (Close) button. At the bottom right, there are two icons: a checkmark and a scissors icon.

Шарниры и связи. Фрагмент. Распорки по нижнему поясу фермы



Шарниры

Удалить

<input checked="" type="checkbox"/>	U <sub>y</sub> U <sub>z</sub>	504	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	X U <sub>y</sub> U <sub>z</sub>	12	<input type="checkbox"/>

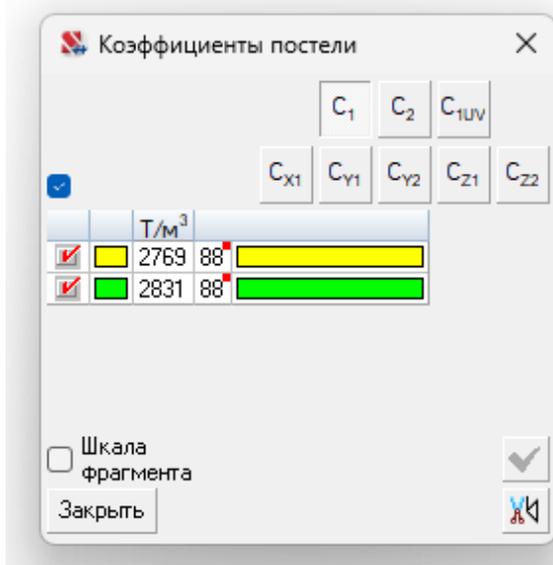
Шкала фрагмента

Закреть

Шарниры и связи. Фрагмент. Связи по верхнему поясу фермы и прогоны

### 3.2 Совместная работа каркаса здания и основания

Плиты толщиной 0,45 м используются в расчетной схеме для моделирования совместной работы каркаса здания и основания.



Коэффициент постели плит, обеспечивающих совместную работу каркаса здания и основания

### 3.3 Загружения, использованные в расчетной схеме

Расчет конструкций выполнен с помощью лицензионного сертифицированного проектно-вычислительного комплекса SCAD 21.1.9.9.

Статический расчет выполнен в линейной постановке.

Для расчета принята пространственная конечно-элементная модель (КЭМ). Конечно-элементная модель представляет собой сложную пространственную систему, состоящую из конечных элементов типа «пространственный стержень» - тип конечного элемента № 5. Конечно-элементная модель повторяет геометрию и жесткостные характеристики здания пожарного депо.

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа, называемых конечными элементами, присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом.

Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 - линейное перемещение вдоль оси X;
- 2 - линейное перемещение вдоль оси Y;
- 3 - линейное перемещение вдоль оси Z;
- 4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);
- угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);
- угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Для задания данных о расчетной схеме использована декартова система координат:

- глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой;
- локальные правосторонние системы координат X1 Y1 Z1, связанные с каждым конечным элементом.

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

1	СВ
2	СВ кровельных панелей
3	СВ стеновых панелей
4	Снег полный
5	Снег половина
6	Ветер по у+
7	Ветер по у-
8	Ветер по х+
9	Ветер по х-
10	Ветер по покрытию по у+ прижимная
11	Ветер по покрытию по у+ отрыв
12	Ветер по покрытию по у- прижимная
13	Ветер по покрытию по у- отрыв
14	Ветер дин по у+
15	Ветер дин по у-
16	Ветер дин по х+
17	Ветер дин по х-
18	Ветер дин по покр по у+ прижим
19	Ветер дин по покр по у+ отрыв
20	Ветер дин по покр по у- прижим
21	Ветер дин по покр по у- отрыв
22	Инж Сети

Загрузки в расчетной схеме

	Комбинации нагрузок	Название
1	$0.9 \cdot L1 + 0.9 \cdot L2 + 0.9 \cdot L3 + 1.4 \cdot L14 + 1.4 \cdot L19$	Опрокидывание ветер по у+
2	$0.9 \cdot L1 + 0.9 \cdot L2 + 0.9 \cdot L3 + 1.4 \cdot L15 + 1.4 \cdot L21$	Опрокидывание ветер по у-
3	$0.9 \cdot L1 + 0.9 \cdot L2 + 0.9 \cdot L3 + 1.4 \cdot L6 + 1.4 \cdot L11$	Опрокидывание
4	$1.05 \cdot L1 + 1.2 \cdot L2 + 1.2 \cdot L3 + 1.4 \cdot L4 + 1.4 \cdot L14 + 1.4 \cdot L18 + 1.2 \cdot L22$	Расчетное сочетание
5	$L1 + L2 + L3 + L4 + L14 + L18 + L22$	Нормативное сочетание
6	$L1 + L2 + L3 + L4 + L6 + L10 + L22$	Устойчивость

Комбинации нагрузок

Таблица 3.3.1 – Расчетные сочетания усилий.

	Активное загружение	Активное загружение в РСП	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакопере- менные	Участвуют в групповых операциях			Коэф. надежност н	Доля длительно сти	Коэффици- енты для групп элементов с разными требовани- ями надежност и К <sub>1</sub>
							Объедине- ния	Взаимоиск- лучения	Сопутствия			
1	+	+	СВ	Постоянные нагрузки	Вес металлических конструкций					1,05	1	1
2	+	+	СВ кровельных панелей	Длительные нагрузки	Вес временных перегородок и т.п.					1,2	1	1
3	+	+	СВ стеновых панелей	Длительные нагрузки	Вес временных перегородок и т.п.					1,2	1	1
4	+	+	Снег полный	Кратковременные нагрузки	Полные снеговые нагрузки в районах со средней температурой января не выше минус 5°С			+		1,4	0,5	1
5	+	+	Снег половина	Кратковременные нагрузки	Полные снеговые нагрузки в районах со средней температурой января не выше минус 5°С			+		1,4	0,5	1
6			Ветер по у+	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
7			Ветер по у-	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
8			Ветер по х+	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
9			Ветер по х-	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
10			Ветер по покрытию по у+ прижимная	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
11			Ветер по покрытию по у+ отрыв	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
12			Ветер по покрытию по у- прижимная	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
13			Ветер по покрытию по у- отрыв	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки					1,4	0	1
14	+	+	Ветер дин по у+	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
15	+	+	Ветер дин по у-	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
16	+	+	Ветер дин по х+	Кратковременные	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1

	Активное загружение	Активное загружение в РСЦ	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакопере- менные	Участвуют в групповых операциях			Коэф. надежност и	Доля длительно сти	Коэффици- енты для групп элементов с разными требовани ями надежност и
							Объедине ния	Взаимоиск лючения	Сопутствия			
				нагрузки								
17	+	+	Ветер дин по х-	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
18	+	+	Ветер дин по покр по у+ прижим	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
19	+	+	Ветер дин по покр по у+ отрыв	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
20	+	+	Ветер дин по покр по у- прижим	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
21	+	+	Ветер дин по покр по у- отрыв	Кратковременные нагрузки	Ветровые нагрузки			+		1,4	0	1
22	+	+	Инж Сети	Длительные нагрузки	Вес временных перегородок и т.п.					1,2	1	1

Таблица 3.3.2 – Взаимоисключения в РСЦ

	Наименование	4	5	14	15	16	17
4	Снег полный		+				
5	Снег половина	+					
14	Ветер дин по у+				+	+	+
15	Ветер дин по у-			+		+	+
16	Ветер дин по х+			+	+		+
17	Ветер дин по х-			+	+	+	

Таблица 3.3.3 – Сопутствия в РСЦ

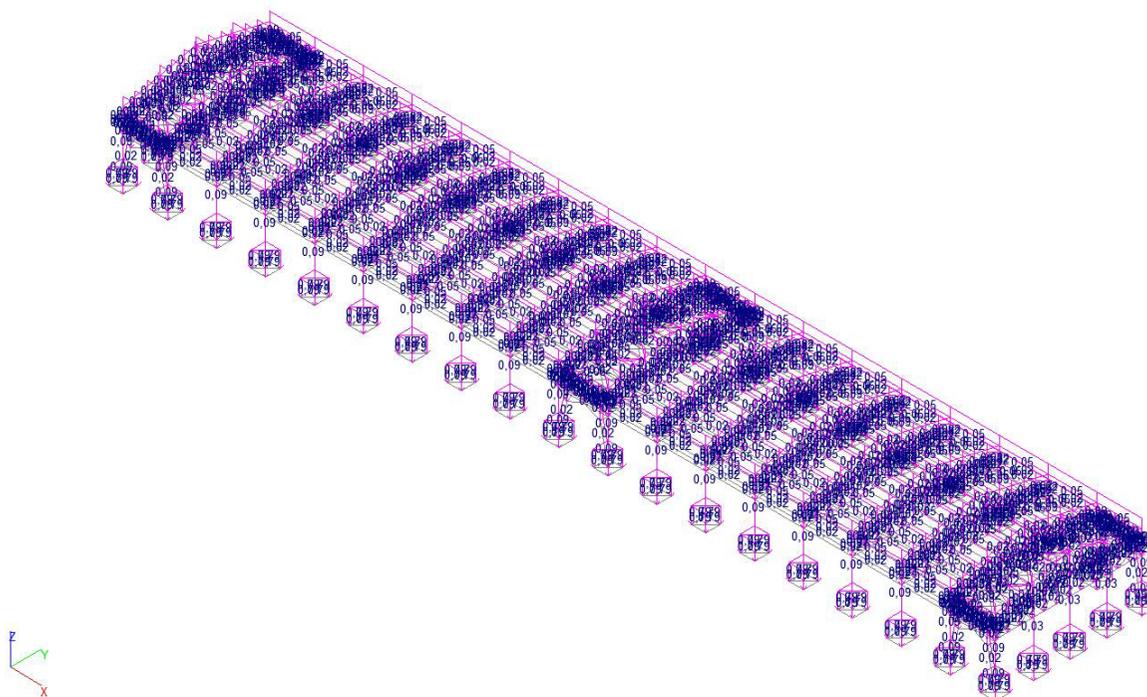
	Наименование	14	15	16	17
18	Ветер дин по покр по у+ прижим	+			
19	Ветер дин по покр по у+ отрыв		+		
20	Ветер дин по покр по у- прижим			+	
21	Ветер дин по покр по у- отрыв				+

### 3.4 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок осуществлен на основании технического задания, СП 20.13330.2016 актуализированной редакции СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия». Коэффициенты надежности по нагрузкам приняты по таблицам 7.1, 8.2; пункту 8.4.5, 10.12 и разделу 11 СП 20.13330.2016. Коэффициент надежности по ответственности 1,0.

#### Загрузка №1 (L1)

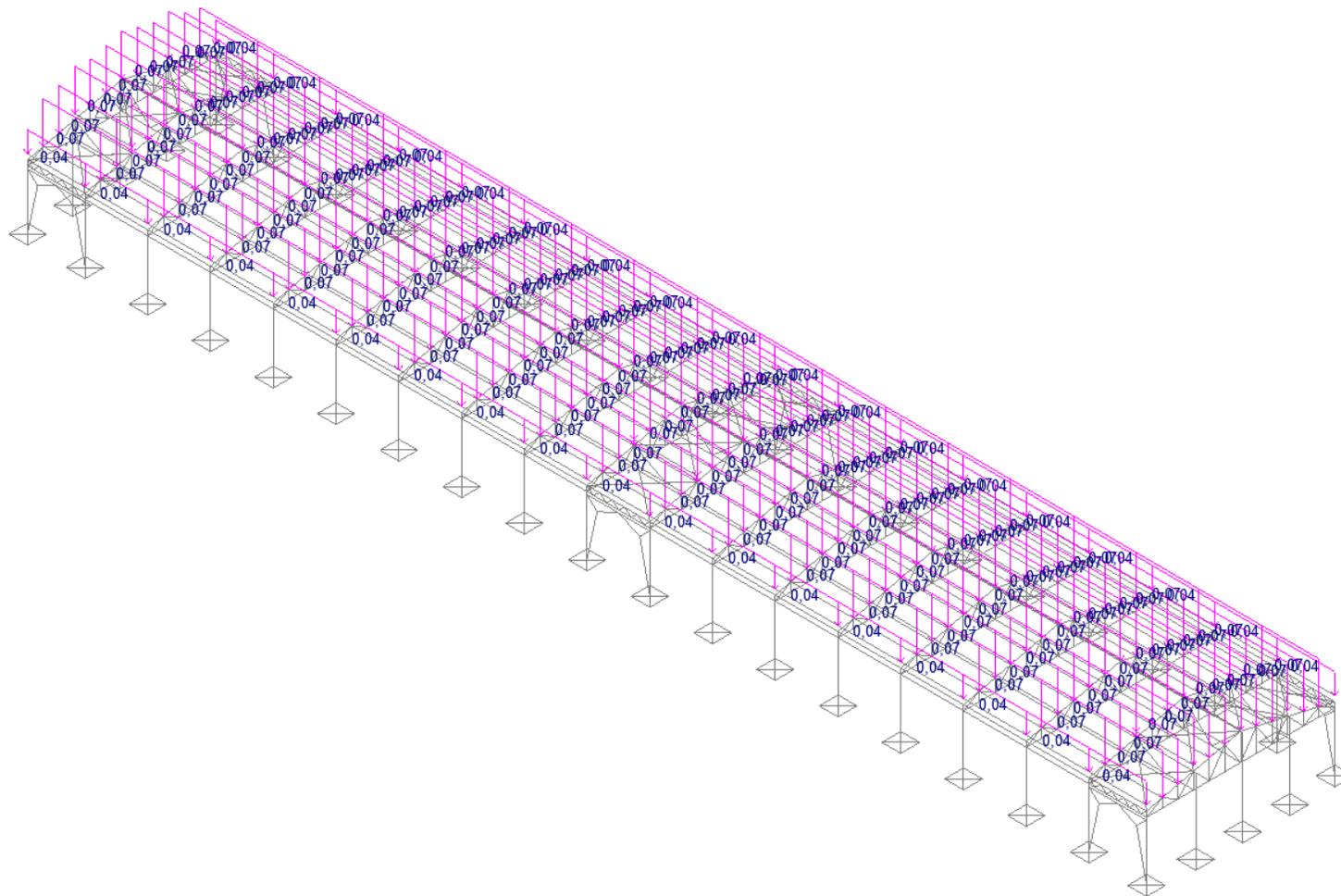
Собственный вес металлических конструкций каркаса (формируется программой SCAD автоматически), т.с. Коэффициент надежности по нагрузке 1,05.



Загрузка №1

### Загрузка №2 (L2)

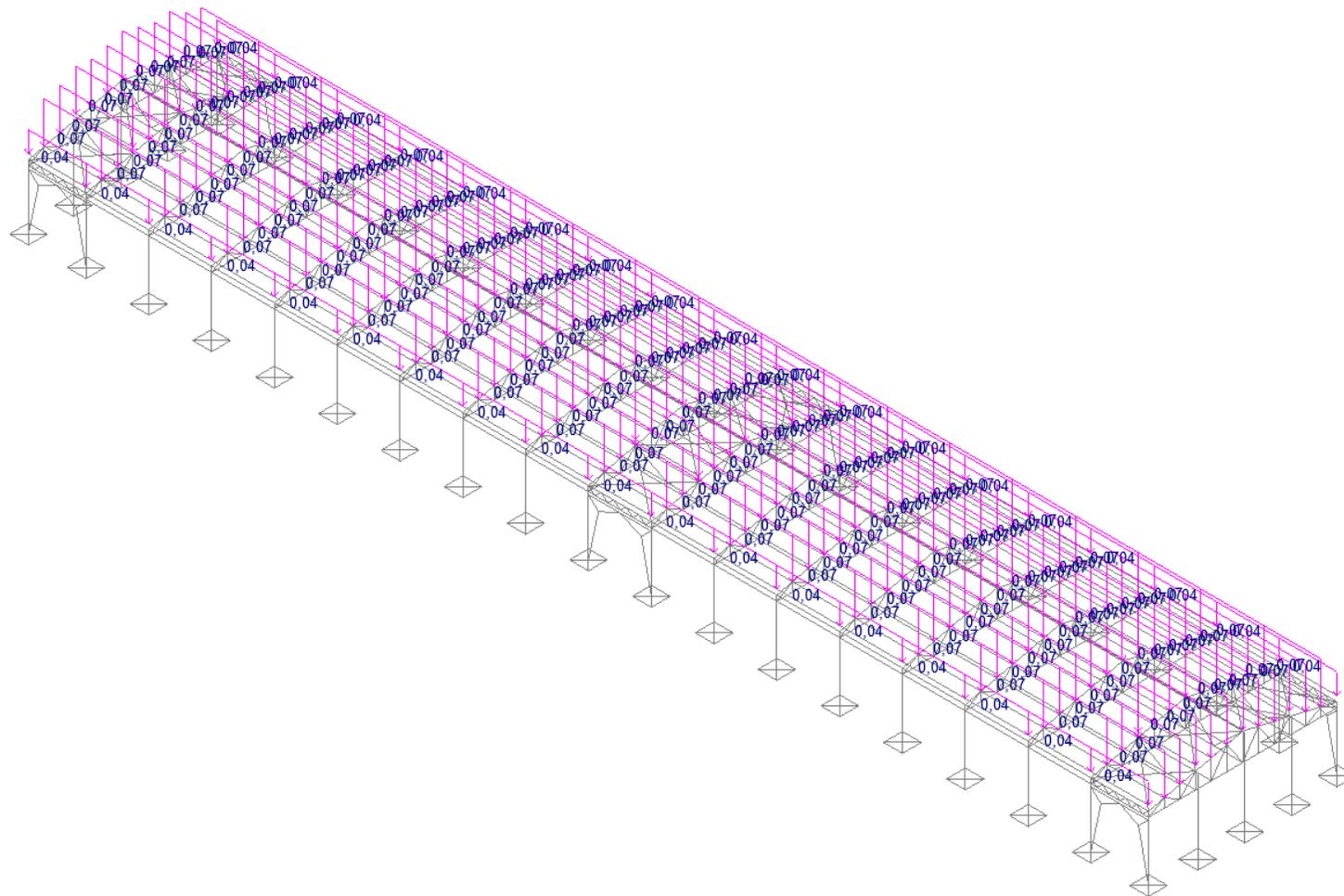
Собственный вес стен из стеновых сэндвич панелей на минераловатном заполнителе, толщиной 250 мм, 0,03 тс/м<sup>2</sup>. Коэффициент надежности по нагрузке 1,2.



Загрузка №2

### Загрузка №3 (L3)

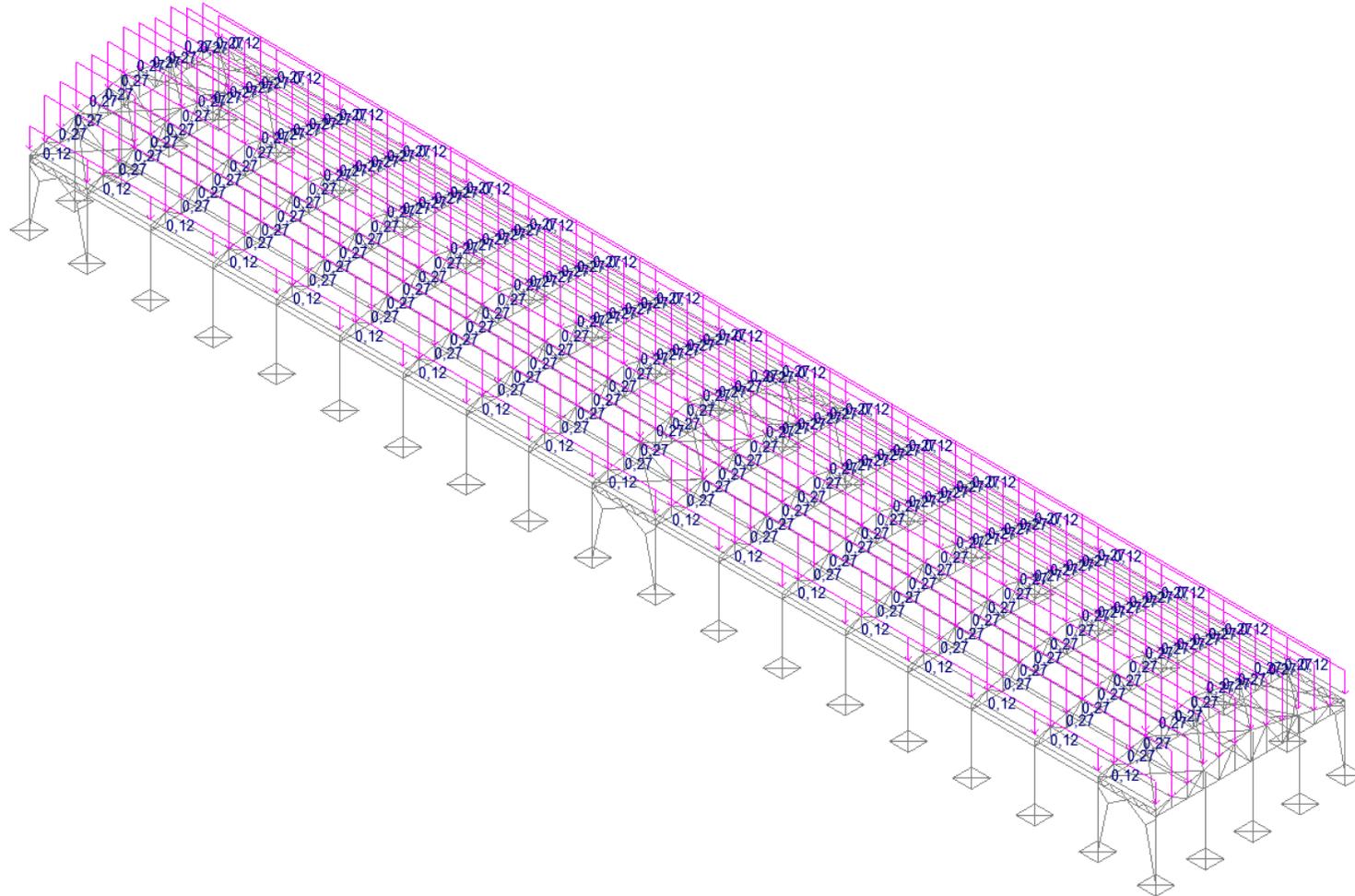
Собственный вес кровли из кровельных сэндвич панелей на минераловатном заполнителе, толщиной 300 мм, 0,47 тс/м<sup>2</sup>. Коэффициент надежности по нагрузке 1,2.



Загрузка №3

### Загрузка №4 (L4)

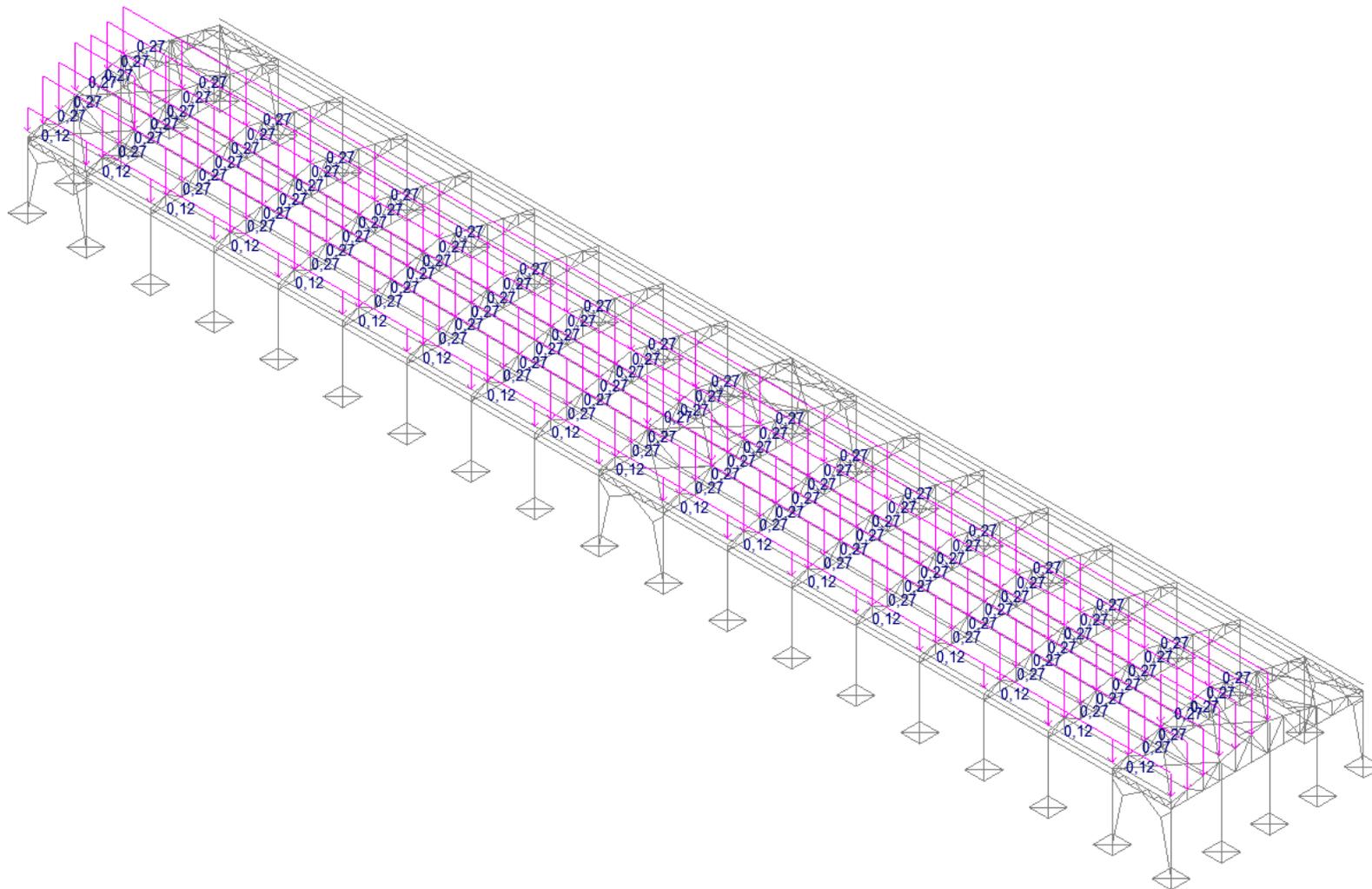
Снеговая нагрузка на всей поверхности кровли здания с учетом снеговых мешков, при шаге прогонов 1,5 м – 0,23 тс/м. Коэффициент надежности по нагрузке 1,4.



Загрузка №4

**Загружение №5 (L5)**

Снеговая нагрузка на половине поверхности кровли здания, тс/м<sup>2</sup>. Коэффициент надежности по нагрузке 1,4.



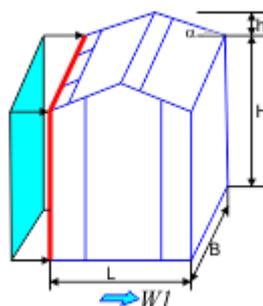
Загружение №5

**Загружение №6...13 (L6...13). Ветровая нагрузка.**

Сбор ветровых нагрузок произведен в ПК «Вест»

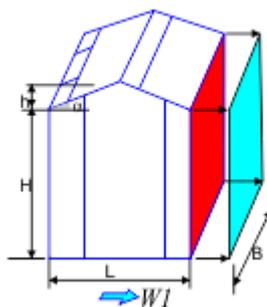
Нагрузки в поперечном направлении:

Ветровой район	I
Нормативное значение ветрового давления	0,023 Т/м <sup>2</sup>
Тип местности	A - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра
Тип сооружения	Прямоугольные в плане здания с двускатными покрытиями



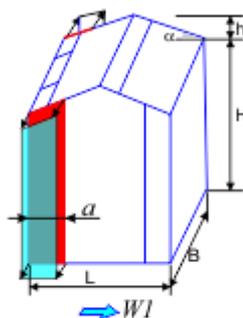
Параметры		
Поверхность	Наветренная стена (D)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	0,019	0,026
1	0,019	0,026
2	0,019	0,026
3	0,019	0,026
4	0,019	0,026
5	0,019	0,026
6	0,019	0,026
7	0,019	0,026
8	0,019	0,026



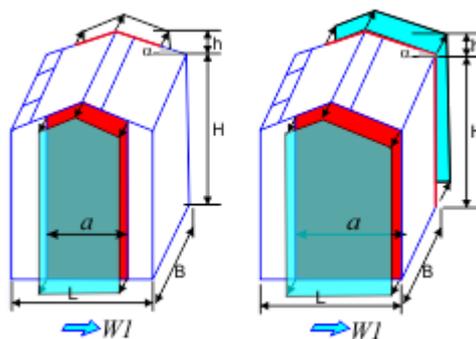
Параметры		
Поверхность	Заветренная стена (E)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,012	-0,016
1	-0,012	-0,016
2	-0,012	-0,016
3	-0,012	-0,016
4	-0,012	-0,016
5	-0,012	-0,016
6	-0,012	-0,016
7	-0,012	-0,016
8	-0,012	-0,016



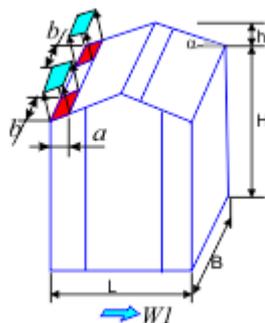
Параметры		
Поверхность	Боковые стены (A)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	4,031	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,024	-0,033
1	-0,024	-0,033
2	-0,024	-0,033
3	-0,024	-0,033
4	-0,024	-0,033
5	-0,024	-0,033
6	-0,024	-0,033
7	-0,024	-0,033
8	-0,024	-0,033



Параметры		
Поверхность	Боковые стены (В)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	16,125	м

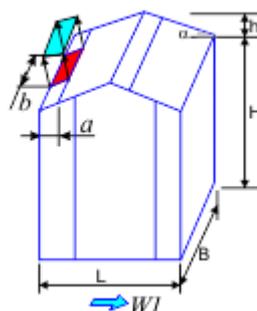
Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,019	-0,026
1	-0,019	-0,026
2	-0,019	-0,026
3	-0,019	-0,026
4	-0,019	-0,026
5	-0,019	-0,026
6	-0,019	-0,026
7	-0,019	-0,026
8	-0,019	-0,026



Параметры		
Поверхность	Кровля (F) вариант 1	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	2,016	м
b	5,039	м

Нормативная нагрузка:  $-0,024 \text{ Т/м}^2$

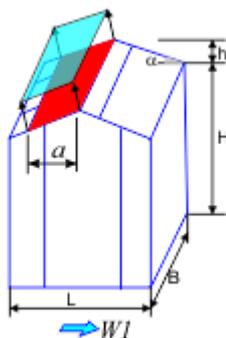
Расчетная нагрузка:  $-0,034 \text{ Т/м}^2$



Параметры		
Поверхность	Кровля (G) вариант 1	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	2,016	м
b	97,922	м

Нормативная нагрузка:  $-0,002 \text{ Т/м}^2$

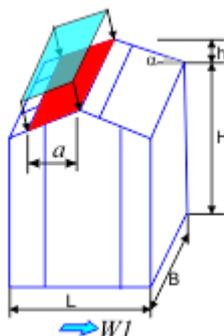
Расчетная нагрузка:  $-0,002 \text{ Т/м}^2$



Параметры		
Поверхность	Кровля (Н) вариант 1	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	6,984	м

Нормативная нагрузка:  $-0,008 \text{ Т/м}^2$

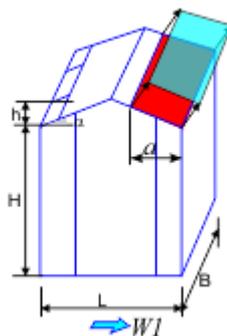
Расчетная нагрузка:  $-0,012 \text{ Т/м}^2$



Параметры		
Поверхность	Кровля (Н) вариант 2	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	6,984	м

Нормативная нагрузка:  $0,002 \text{ Т/м}^2$

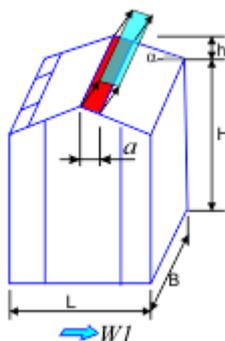
Расчетная нагрузка:  $0,003 \text{ Т/м}^2$



Параметры		
Поверхность	Кровля (I)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	6,984	м

Нормативная нагрузка:  $-0,01 \text{ Т/м}^2$

Расчетная нагрузка:  $-0,014 \text{ Т/м}^2$

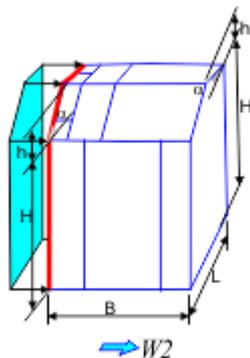


Параметры		
Поверхность	Кровля (J)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	2,016	м

Нормативная нагрузка:  $-0,022 \text{ Т/м}^2$

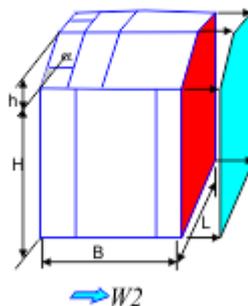
Расчетная нагрузка:  $-0,031 \text{ Т/м}^2$

Сбор ветровых нагрузок в продольном направлении:



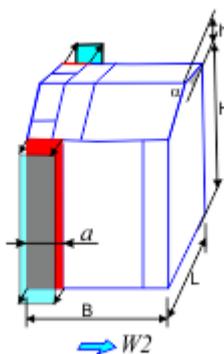
Параметры		
Поверхность	Наветренная стена (D)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	0,019	0,026
1	0,019	0,026
2	0,019	0,026
3	0,019	0,026
4	0,019	0,026
5	0,019	0,026
6	0,019	0,026
7	0,019	0,026
8	0,019	0,026



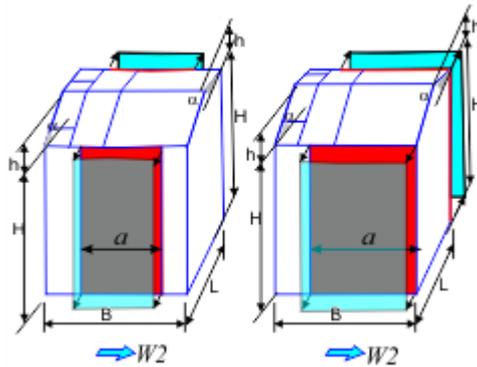
Параметры		
Поверхность	Заветренная стена (E)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,012	-0,016
1	-0,012	-0,016
2	-0,012	-0,016
3	-0,012	-0,016
4	-0,012	-0,016
5	-0,012	-0,016
6	-0,012	-0,016
7	-0,012	-0,016
8	-0,012	-0,016



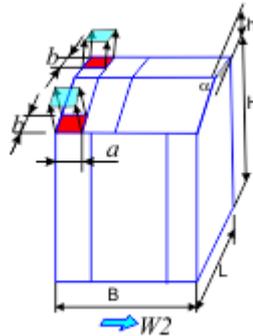
Параметры		
Поверхность	Боковые стены (А)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	4,031	м

Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,024	-0,033
1	-0,024	-0,033
2	-0,024	-0,033
3	-0,024	-0,033
4	-0,024	-0,033
5	-0,024	-0,033
6	-0,024	-0,033
7	-0,024	-0,033
8	-0,024	-0,033



Параметры		
Поверхность	Боковые стены (В)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	16,125	м

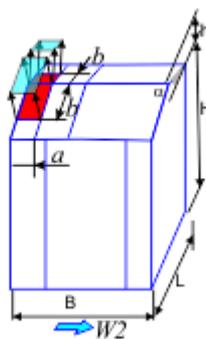
Высота (м)	Нормативное значение (Т/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (Т/м <sup>2</sup> )
0	-0,019	-0,026
1	-0,019	-0,026
2	-0,019	-0,026
3	-0,019	-0,026
4	-0,019	-0,026
5	-0,019	-0,026
6	-0,019	-0,026
7	-0,019	-0,026
8	-0,019	-0,026



Параметры		
Поверхность	Кровля (F)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	2,016	м
b	5,039	м

Нормативная нагрузка: -0,032 Т/м<sup>2</sup>

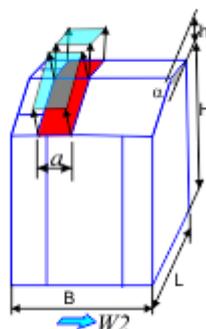
Расчетная нагрузка: -0,045 Т/м<sup>2</sup>



Параметры		
Поверхность	Кровля (G)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	2,016	м
b	3,961	м

Нормативная нагрузка:  $-0,031 \text{ Т/м}^2$

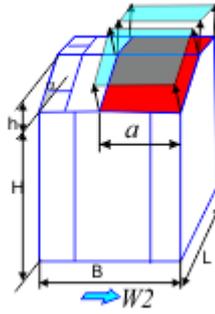
Расчетная нагрузка:  $-0,043 \text{ Т/м}^2$



Параметры		
Поверхность	Кровля (H)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	8,062	м

Нормативная нагрузка:  $-0,014 \text{ Т/м}^2$

Расчетная нагрузка:  $-0,02 \text{ Т/м}^2$

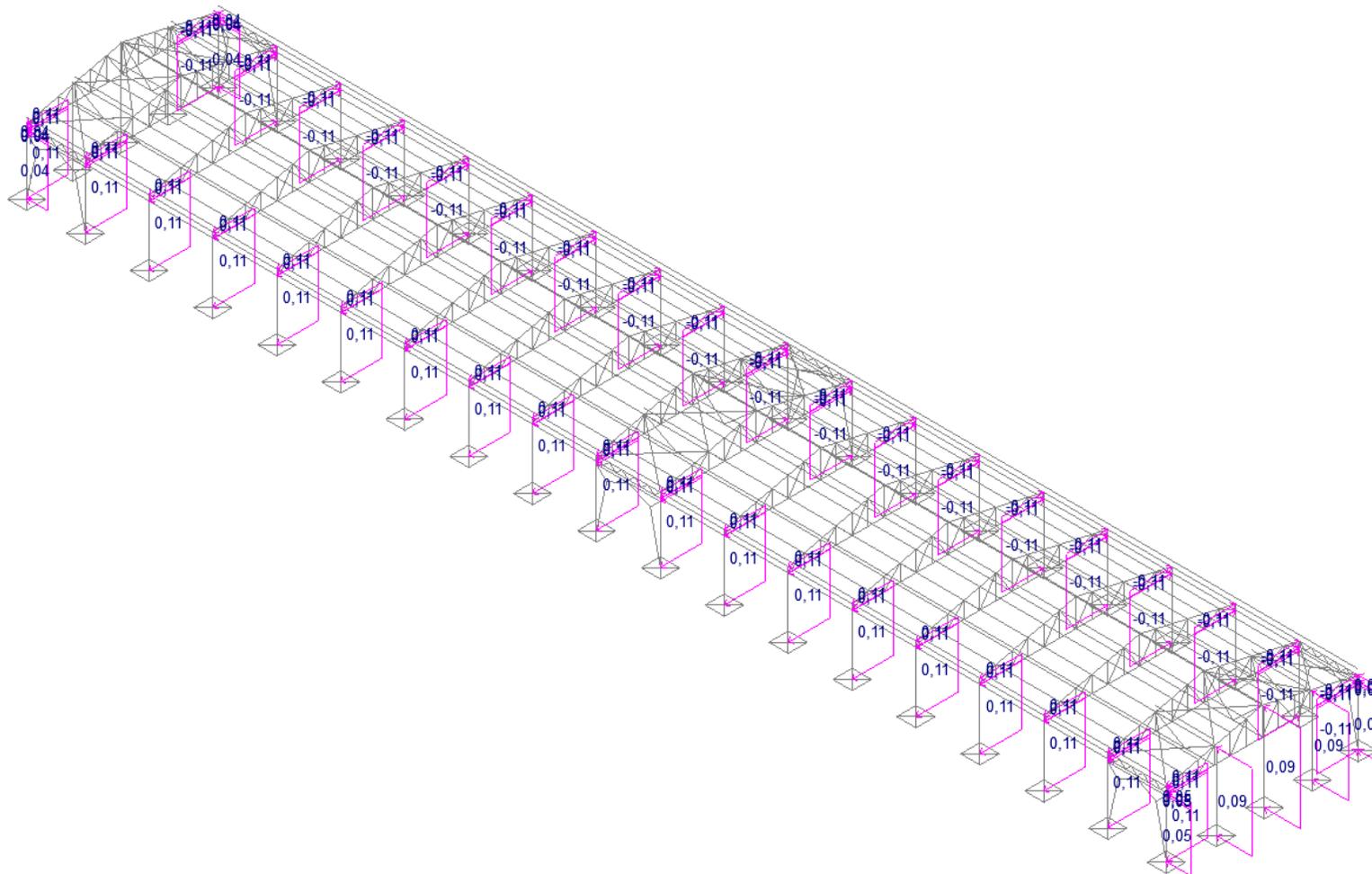


Параметры		
Поверхность	Кровля (I)	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	8	м
B	108	м
$\alpha$	13	град
L	18	м
a	7,922	м

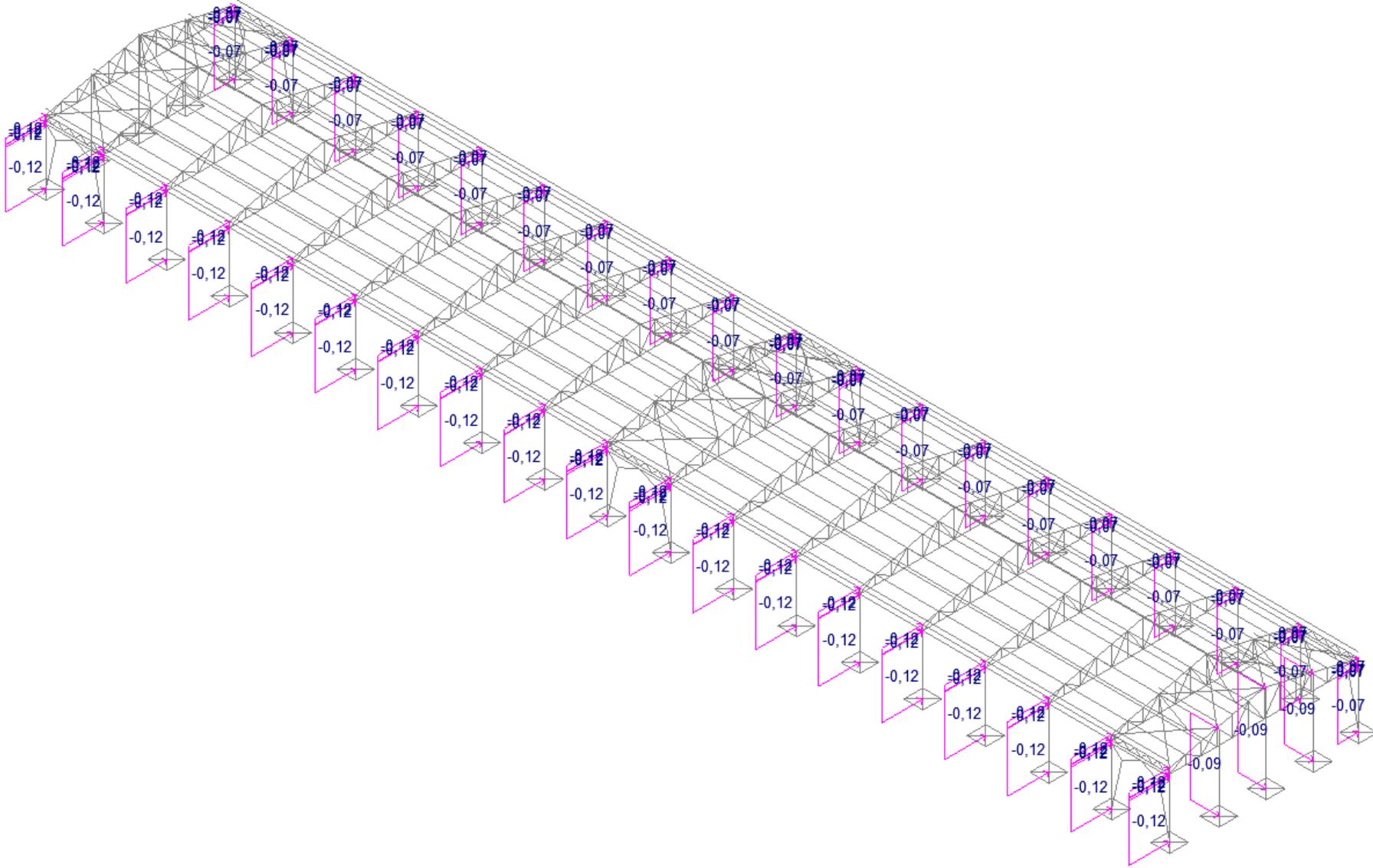
Нормативная нагрузка:  $-0,012 \text{ Т/м}^2$

Расчетная нагрузка:  $-0,016 \text{ Т/м}^2$

Ветровая нагрузка на каркас здания, приложенная к колоннам со значением 0,03-0,12 тс в зависимости от площади ограждающих конструкций примыкающих к колонне. Коэффициент надежности по нагрузке 1,4.

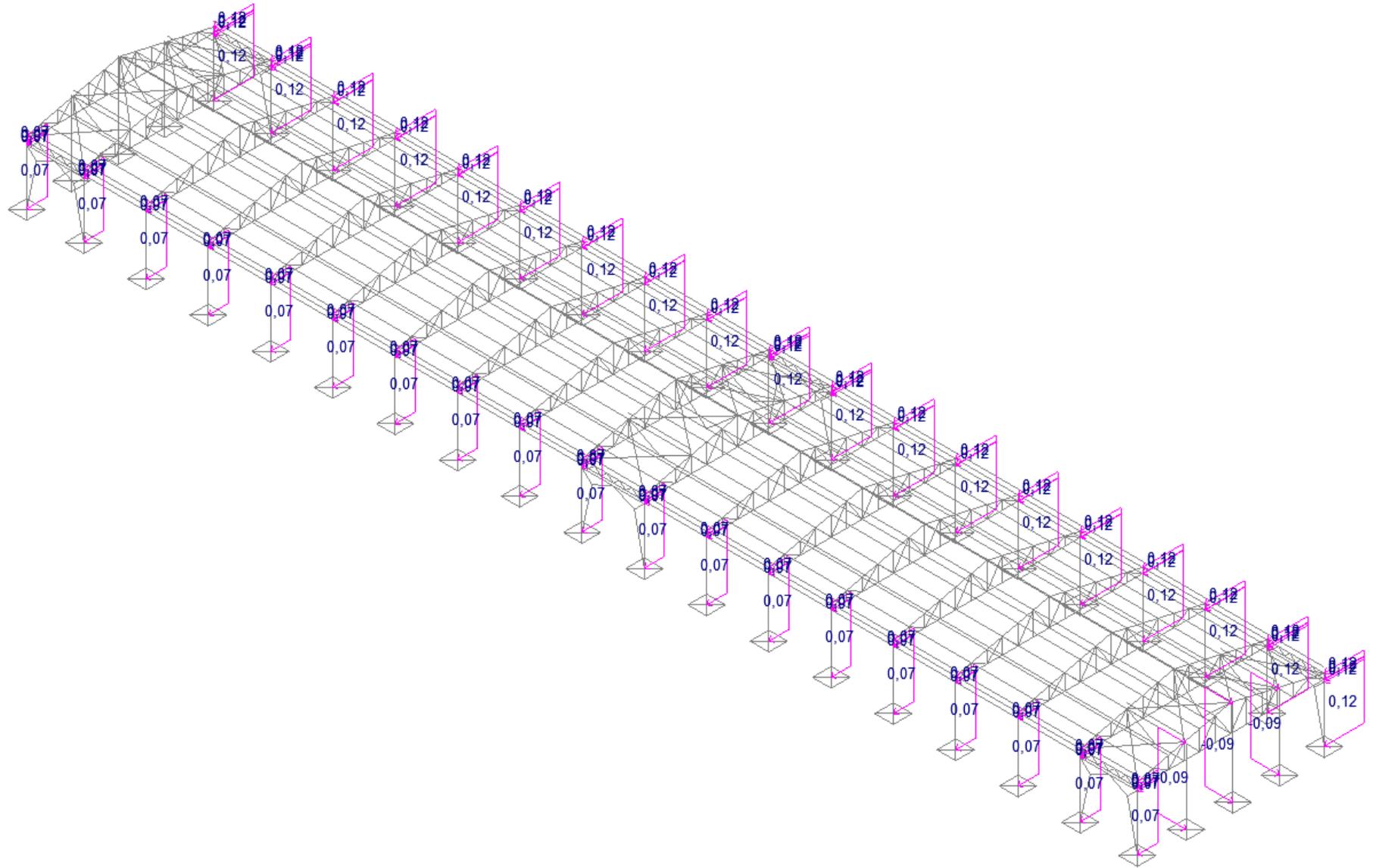


Загружение №6 - Ветер по X+



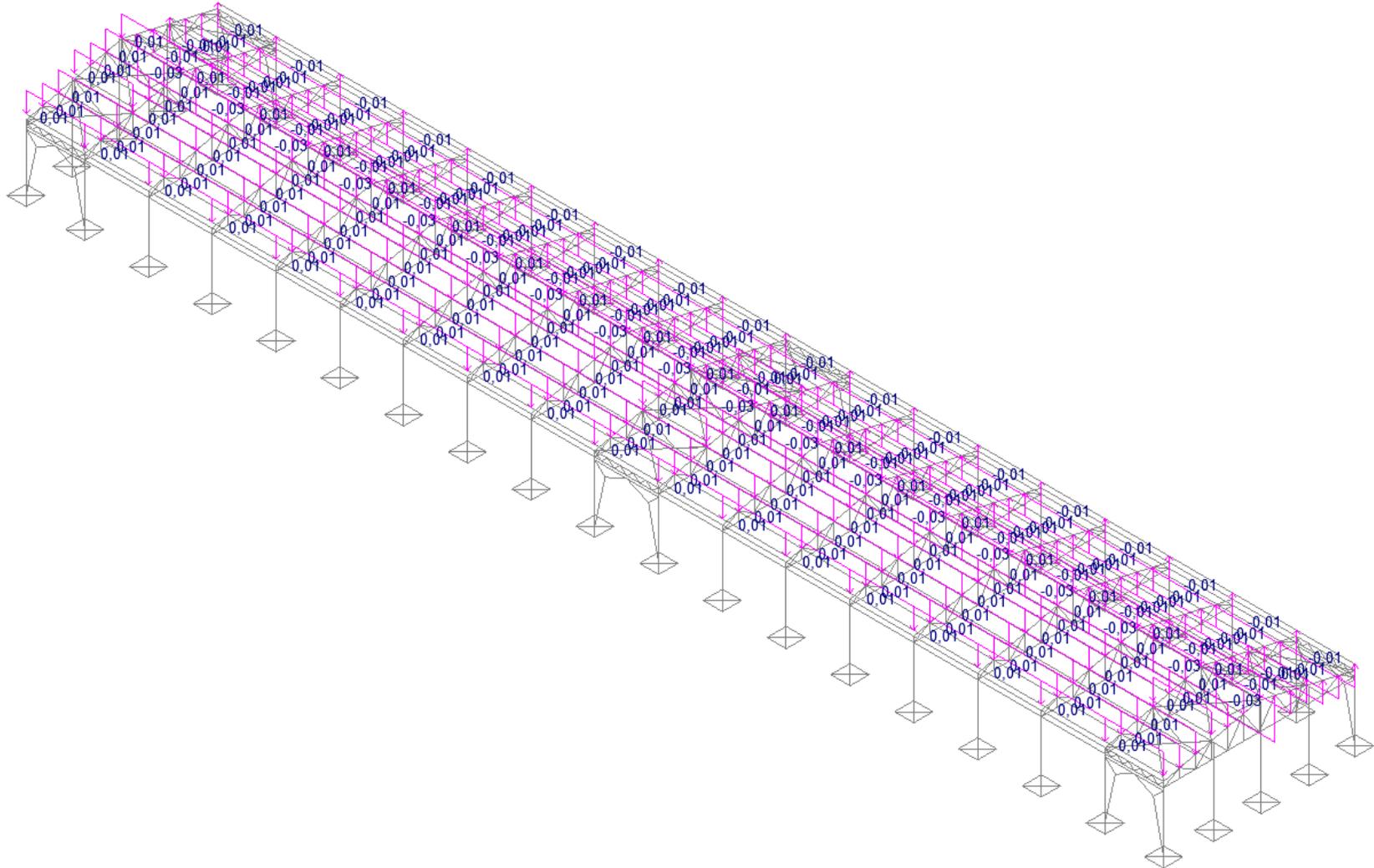
Загружение №7 - Ветер по У+



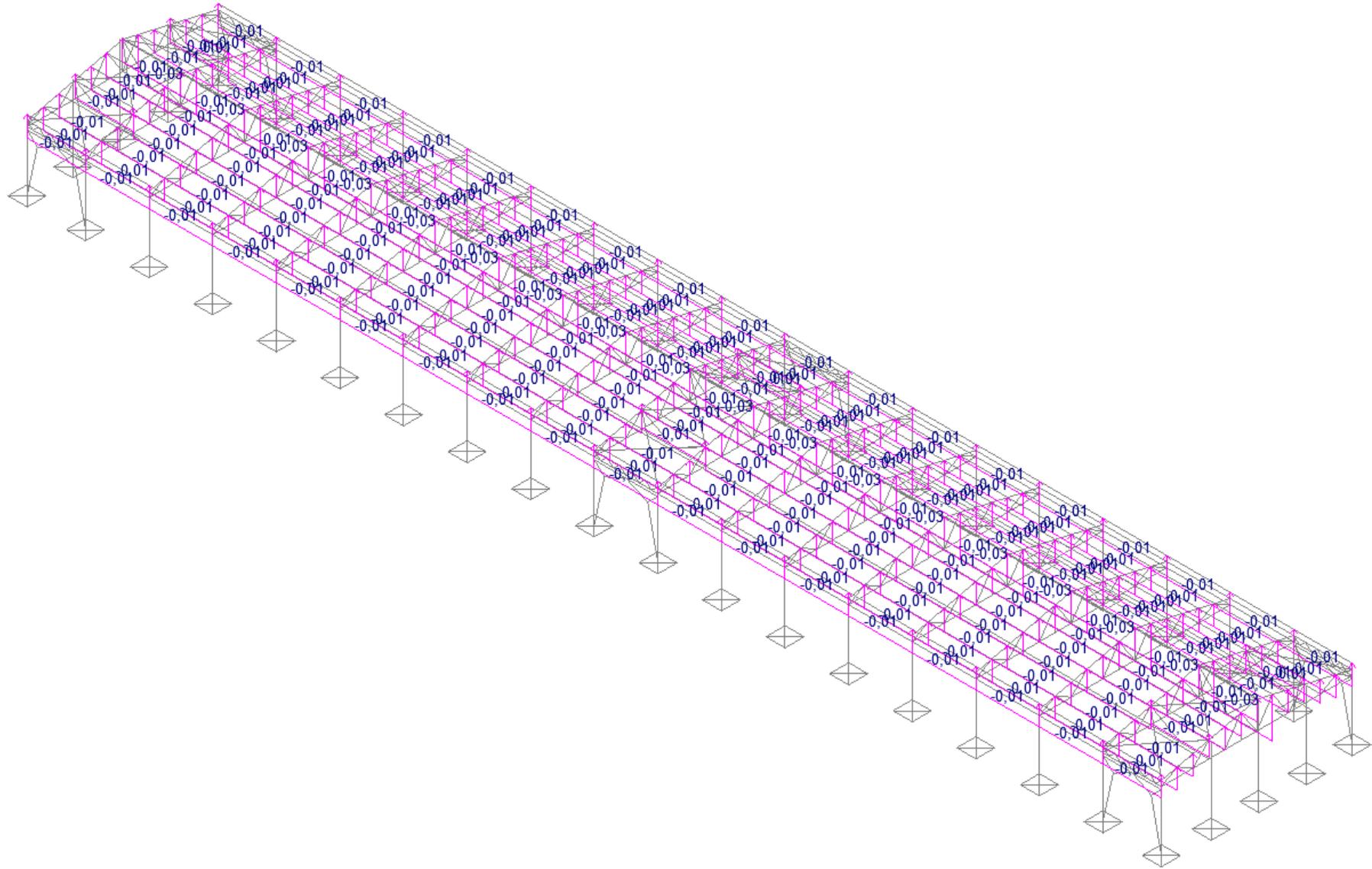


Загружение №9 - Ветер по У-

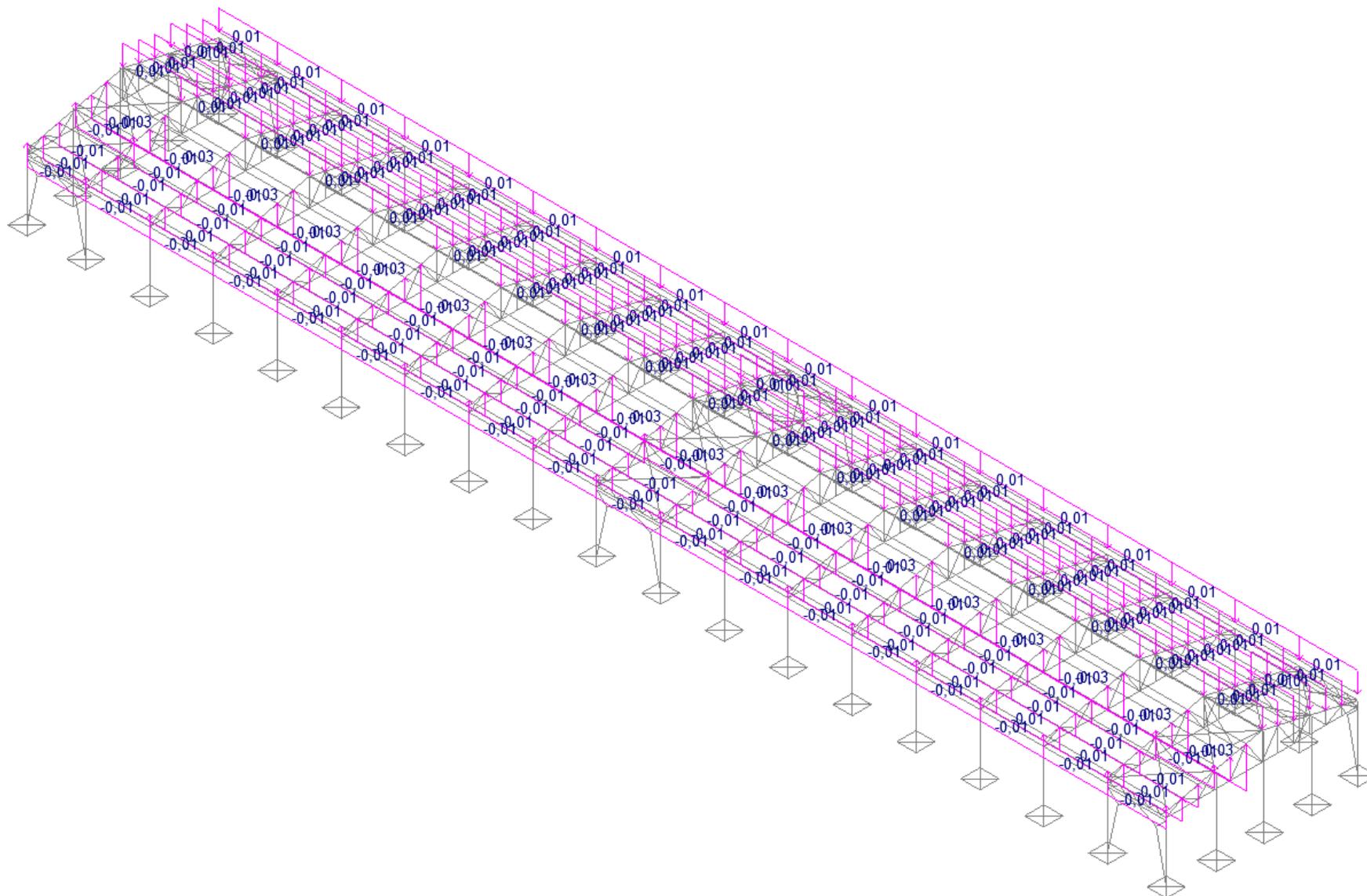
Ветровая нагрузка на каркас здания, приложенная к кровле со значением 0,01-0,03 тс в зависимости от площади ограждающих конструкций примыкающих к колонне. Коэффициент надежности по нагрузке 1,4.



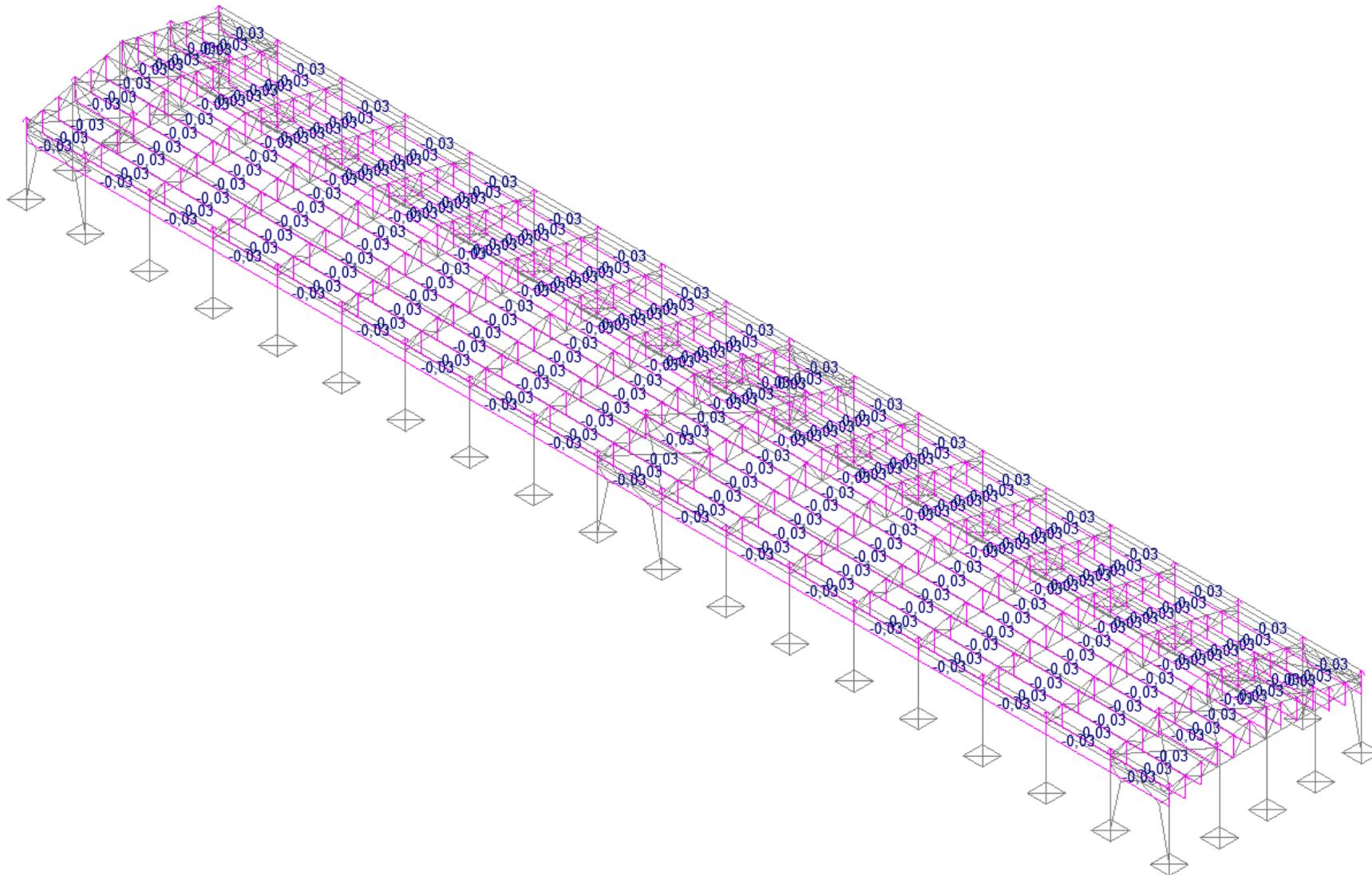
Загрузка №10 - Ветер по У+



Загружение №11 - Ветер по У-



Загружение №12 - Ветер по X+



Загружение №13 - Ветер по X-

Ветровая нагрузка с учетом пульсационной составляющей формируется программой SCAD автоматически на основании ранее заданной статической ветровой нагрузки в загружениях №№14-21. Параметры динамических воздействий приведены на рисунках ниже.

Параметры динамических воздействий

Общие данные | Пульсационная составляющая ветровой нагрузки (СП 20.13330.2011, СП 20.13330.2016)

Вид воздействия

Сейсмические воздействия

Ветровые воздействия

Прочие воздействия

Прямое интегрирование

Нормативная нагрузка

Преобразовывать массы из расчетных в нормативные

Имя: 16 Ветер по х+

Имя загрузки: Ветер по х+

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 4 Снег полный

Козф. пересчета: 0,5

Загружение	Козф. ициент
1 СВ	1
2 СВ кровельных панелей	1
3 СВ стеновых панелей	1
4 Снег полный	0,5
22 Инж Сети	1

Страна	Шифр	Наименование	
	Россия	СНиП 2.01.07-85*	Нагрузки и воздействия
	Россия	МГСН 4.19-05	Многофункциональные высотные здания и комплексы
	Россия	СП 20.13330	Нагрузки и воздействия (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85)

Определение собственных форм и частот выполнить методом

Анализ в заданном частотном диапазоне

от  Гц до  Гц

Ограничение по максимальной частоте  Гц

Автоматическое определение количества форм исходя из % выбранных масс по направлениям:

X  % Y  % Z  %

Итерации подпространств

Ланцоша

Наискорейшего спуска

Вычисление остаточных членов

Использовать согласованную матрицу масс

Параметры динамической ветровой нагрузки

Параметры динамических воздействий

Общие данные    Пульсационная составляющая ветровой нагрузки (СП 20.13330.2011, СП 20.13330.2016)

Число учитываемых форм собственных колебаний:

Ветровое статическое нагружение:

Координата нижнего узла расчетной схемы, на который воздействует ветер:

Поправочный коэффициент:

Ширина здания по фронту обдуваемой поверхности:

Длина здания вдоль действия ветра:

Расчет по п. 6.7 СНиП 2.01.07-85\* для учета всех вычисленных форм

Использовать Изменение №1 к СП 20.13330.2016

Параметры [СП 20.13330.2011, СП 20.13330.2016]

Ветровой район (см. табл. 11.1):

Тип местности (см. пункт 11.1.6):

Тип сооружения (см. пп. 11.1.4, 11.1.8):

Логарифмический декремент (см. пункт 11.1.10):

Направление ветра:  Вдоль оси X     Вдоль оси Y

В плоскости XoY

Направление по X:

Направление по Y:

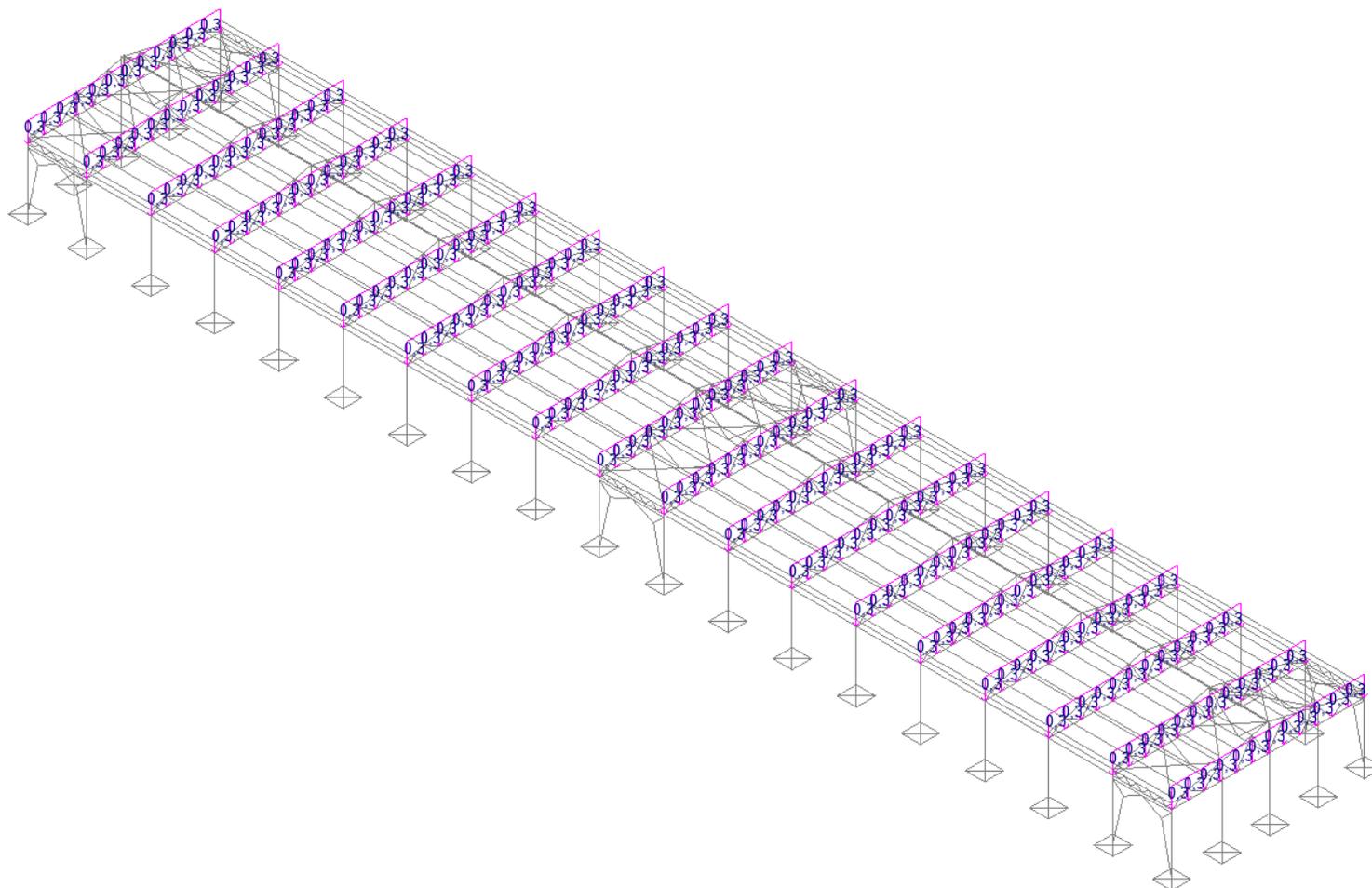
Все размеры задаются в м

OK    Отмена    Справка

Параметры динамической ветровой нагрузки

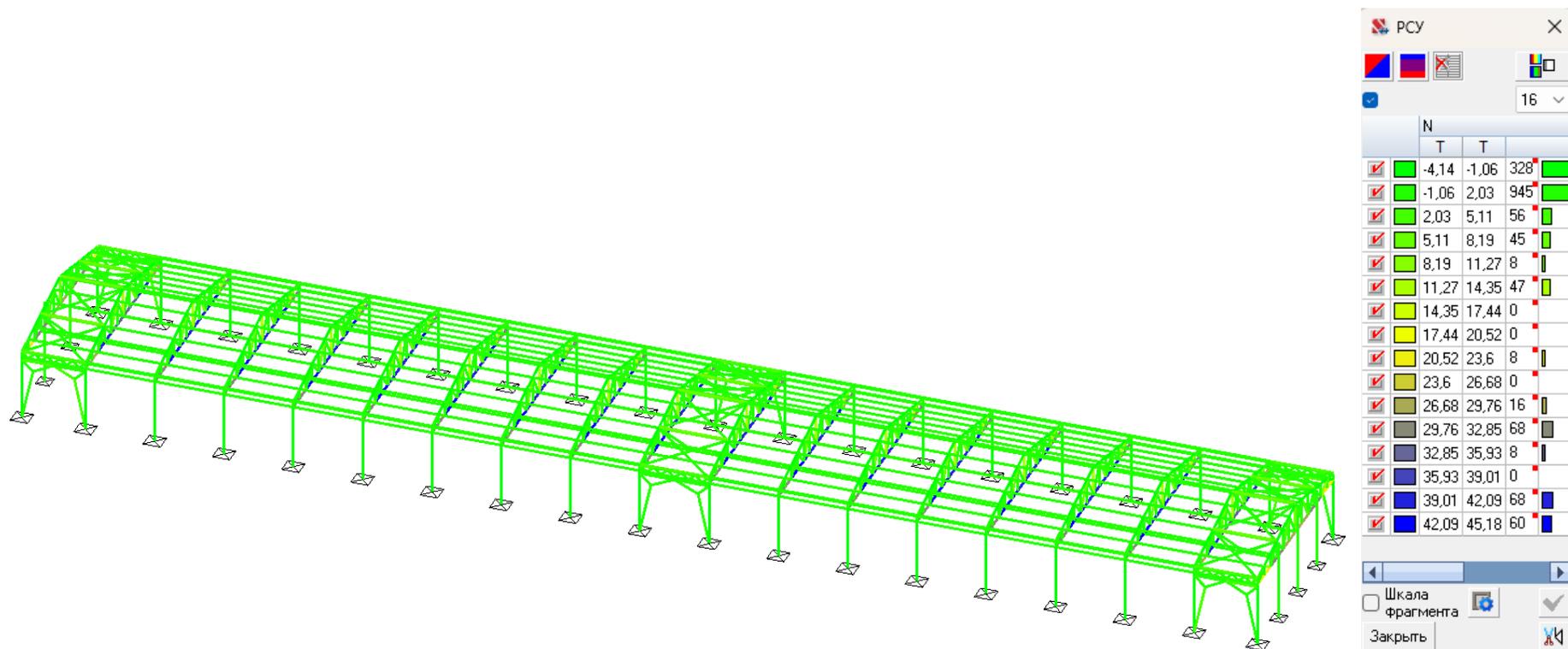
**Загрузка №22 (L22)**

Вес технологического оборудования, которое может крепиться к нижним поясам всех ферм и балок 0,3 тс/м. Коэффициент надежности по нагрузке 1,05.

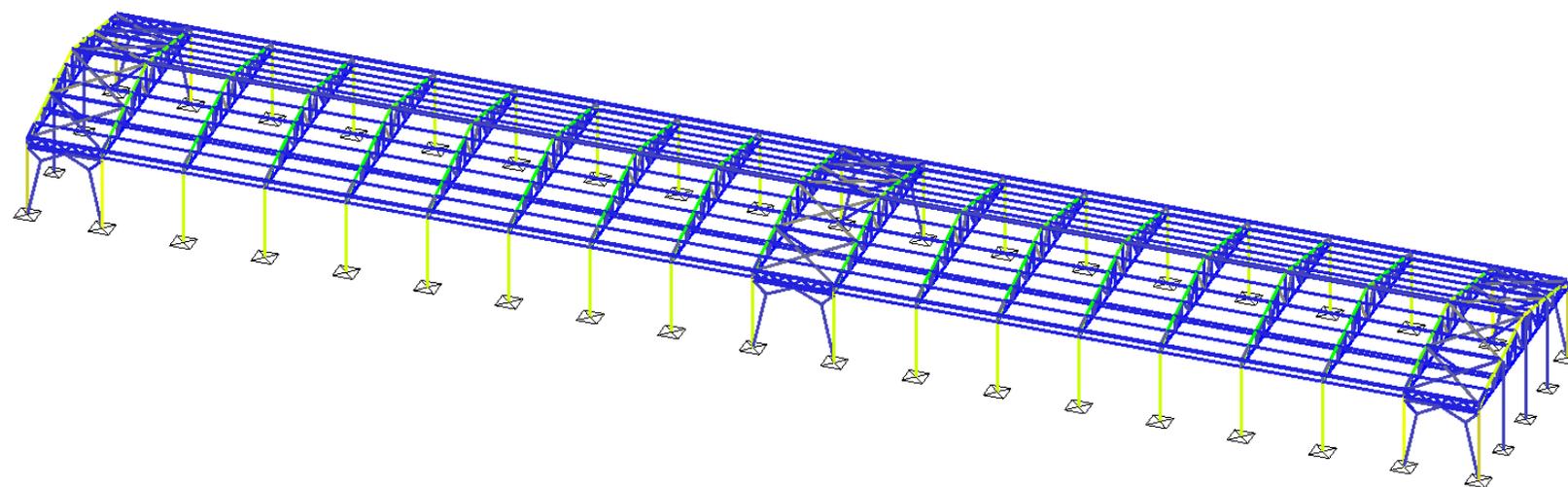


Загрузка №22

### 3.5 Результаты конструктивного расчета



Расчетные сочетания усилий N max, тс

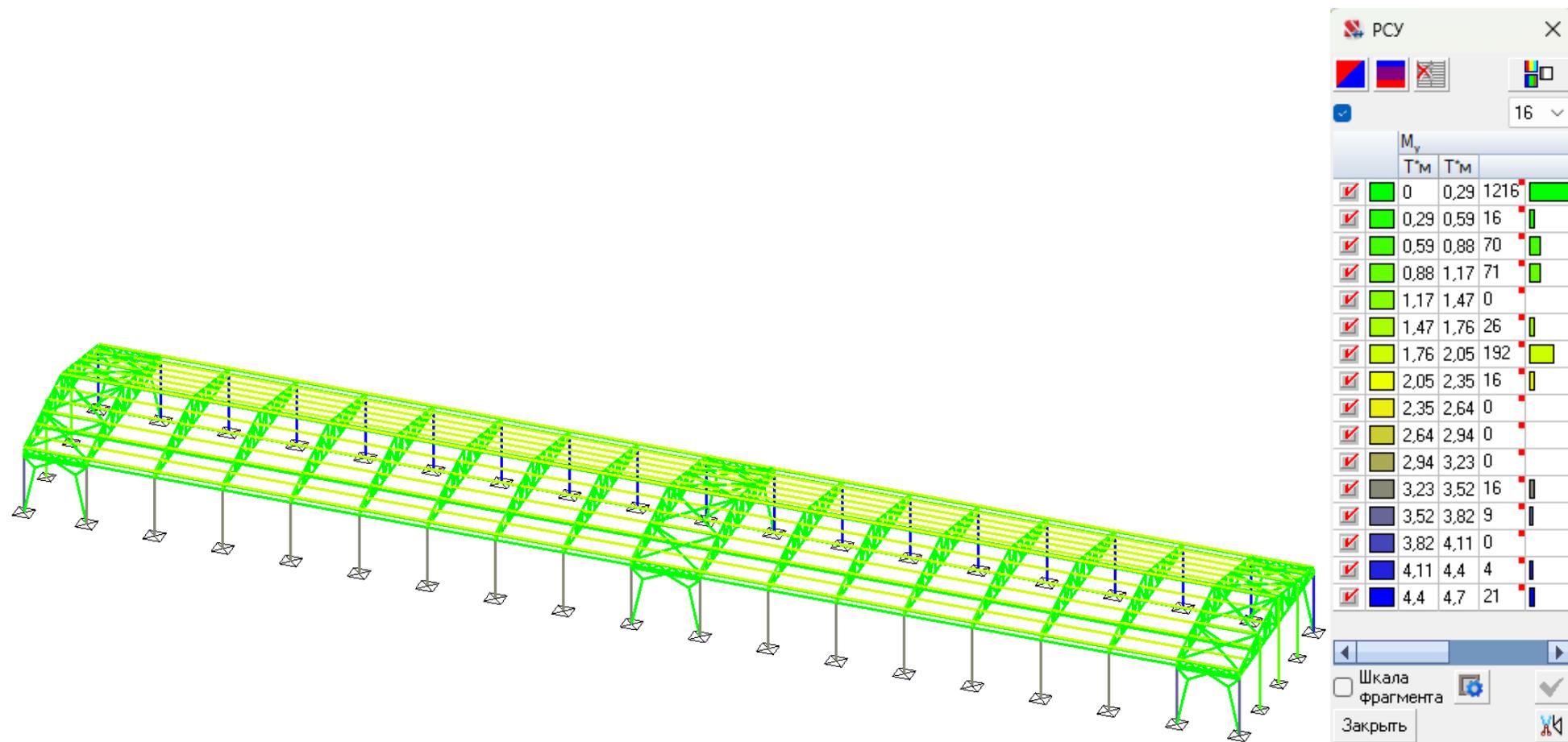


		N		
		T	T	
<input checked="" type="checkbox"/>		-43.66	-40.65	104
<input checked="" type="checkbox"/>		-40.65	-37.64	16
<input checked="" type="checkbox"/>		-37.64	-34.63	42
<input checked="" type="checkbox"/>		-34.63	-31.62	4
<input checked="" type="checkbox"/>		-31.62	-28.61	32
<input checked="" type="checkbox"/>		-28.61	-25.6	8
<input checked="" type="checkbox"/>		-25.6	-22.59	48
<input checked="" type="checkbox"/>		-22.59	-19.57	58
<input checked="" type="checkbox"/>		-19.57	-16.56	4
<input checked="" type="checkbox"/>		-16.56	-13.55	12
<input checked="" type="checkbox"/>		-13.55	-10.54	0
<input checked="" type="checkbox"/>		-10.54	-7.53	33
<input checked="" type="checkbox"/>		-7.53	-4.52	102
<input checked="" type="checkbox"/>		-4.52	-1.51	224
<input checked="" type="checkbox"/>		-1.51	1.5	741
<input checked="" type="checkbox"/>		1.5	4.51	229

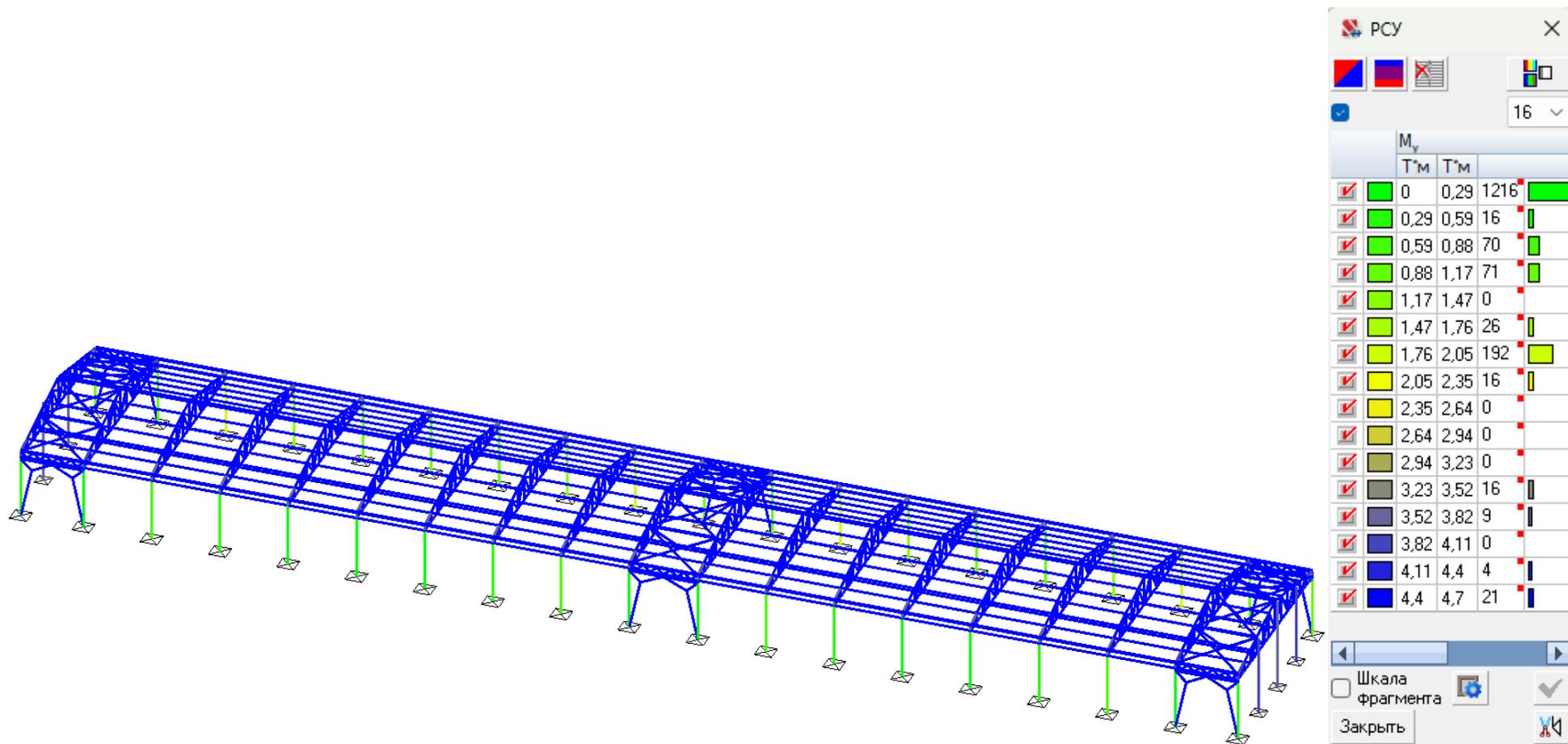
Шкала фрагмента

Закреть

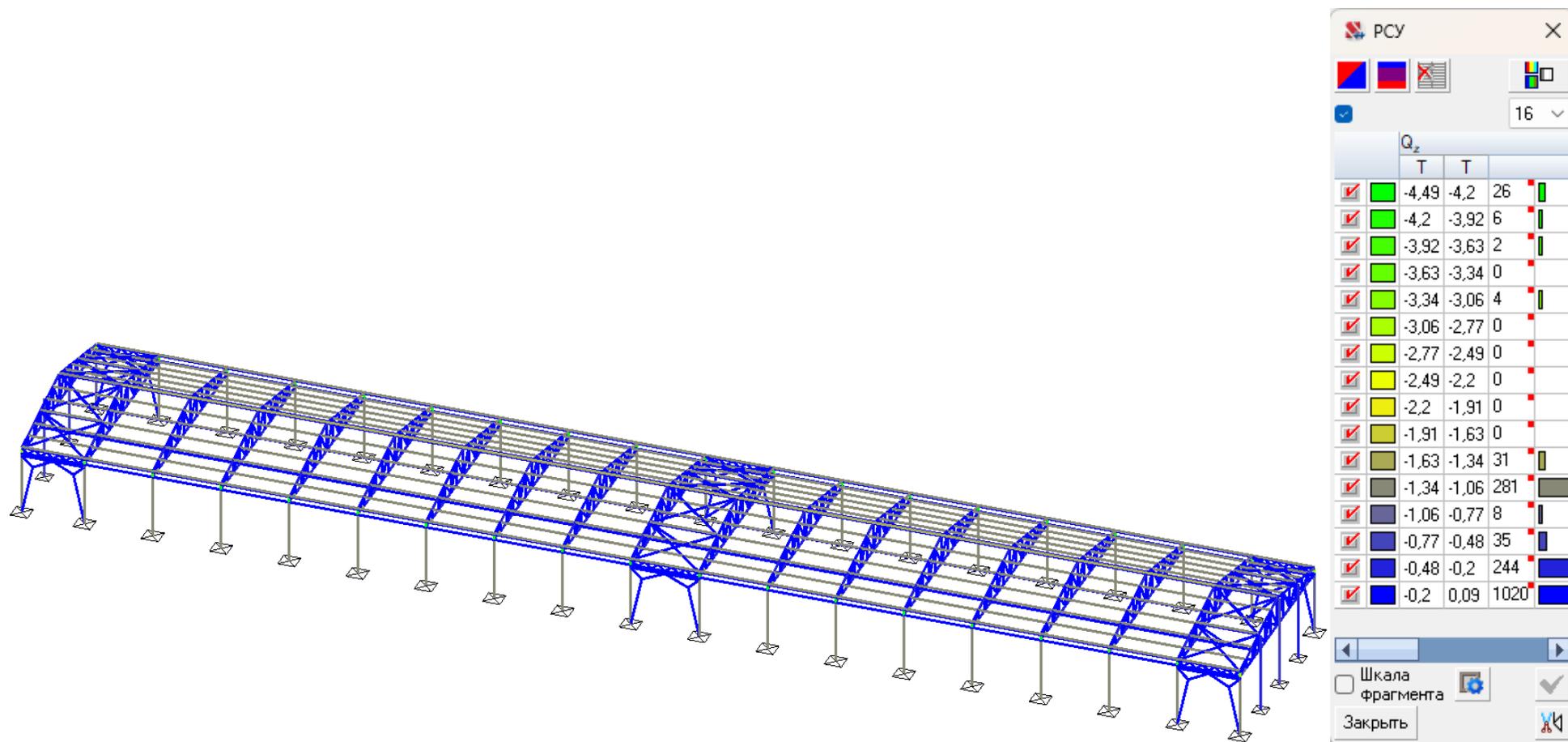
Расчетные сочетания усилий N min, тс



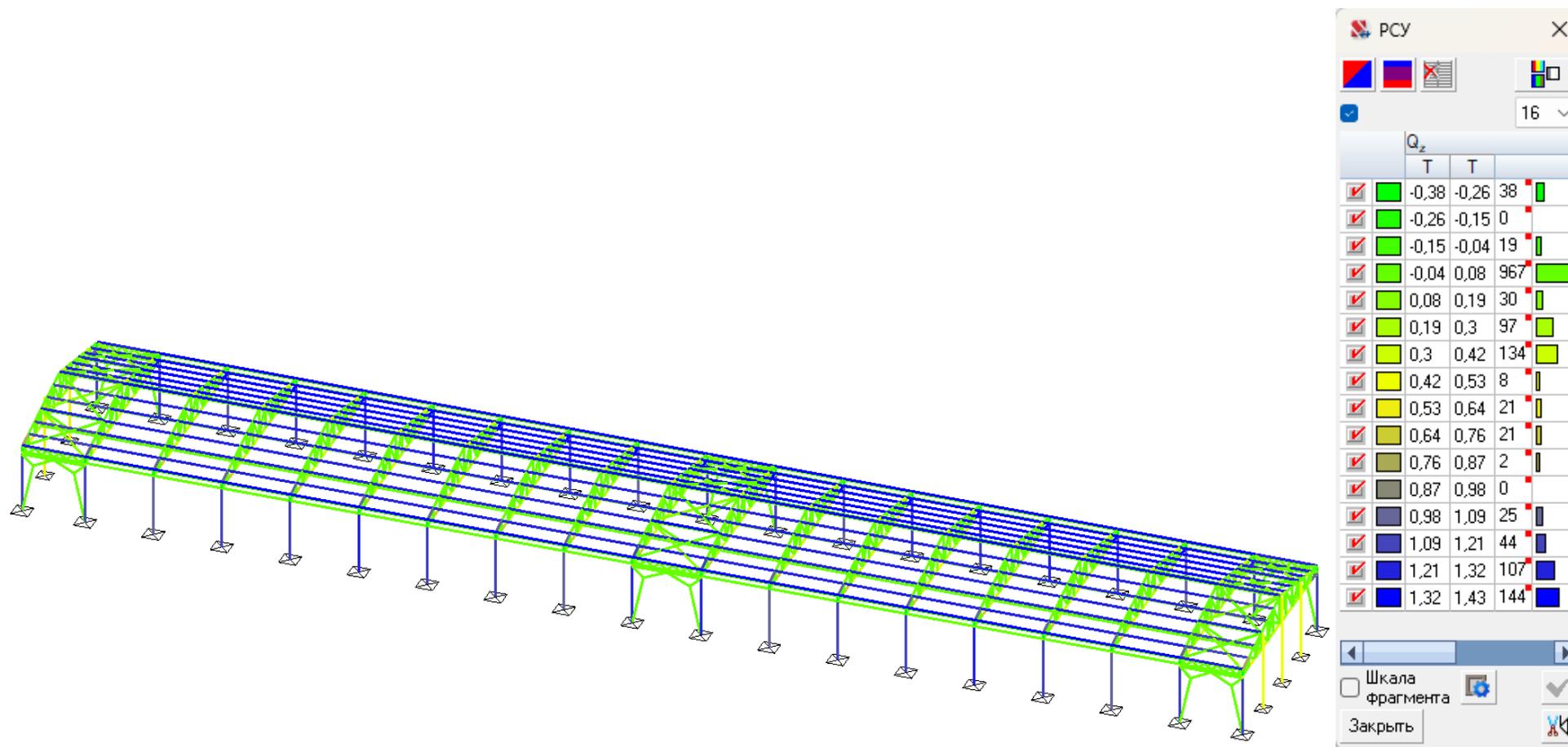
Расчетные сочетания усилий  $M_y$  max, тс



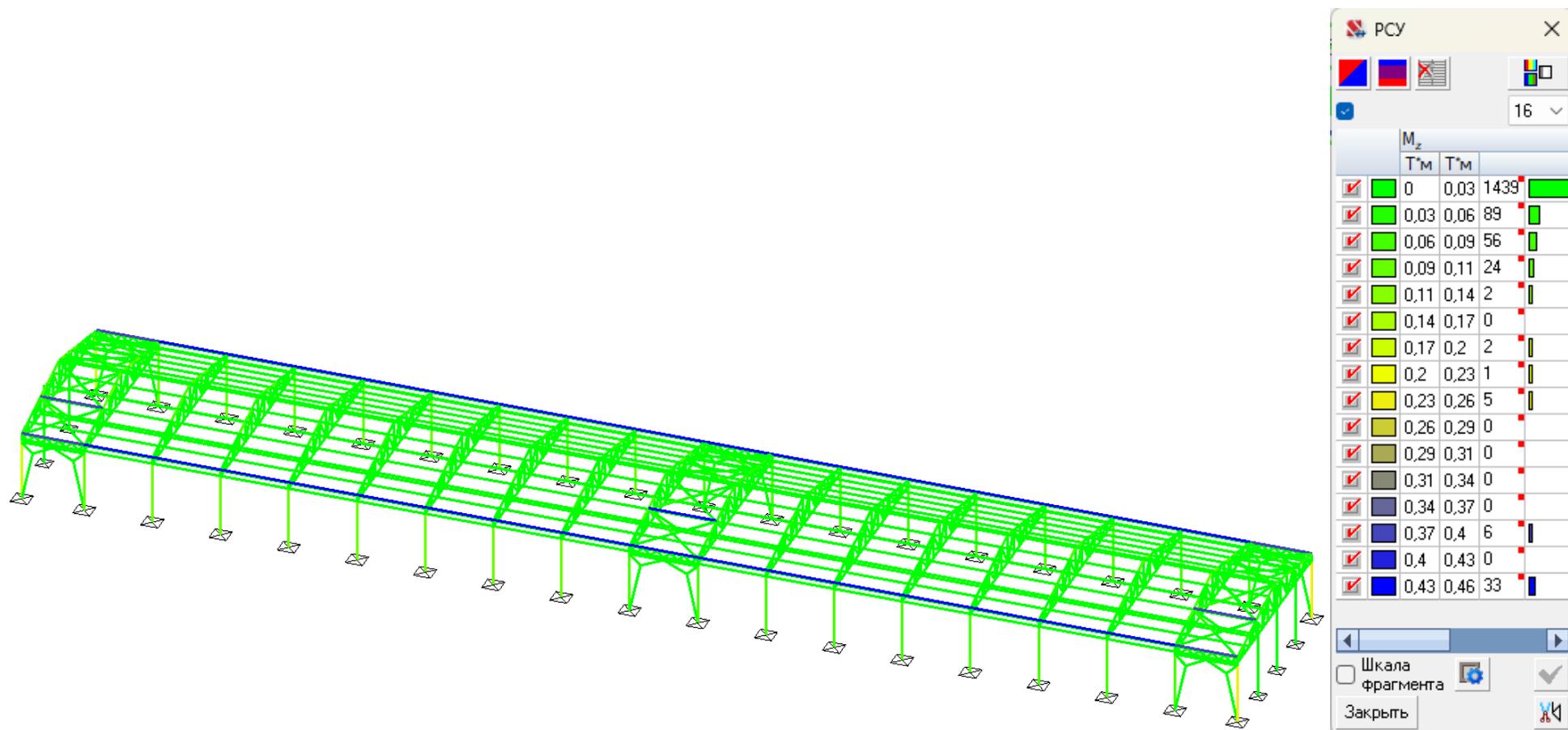
Расчетные сочетания усилий  $M_y \min$ , тс



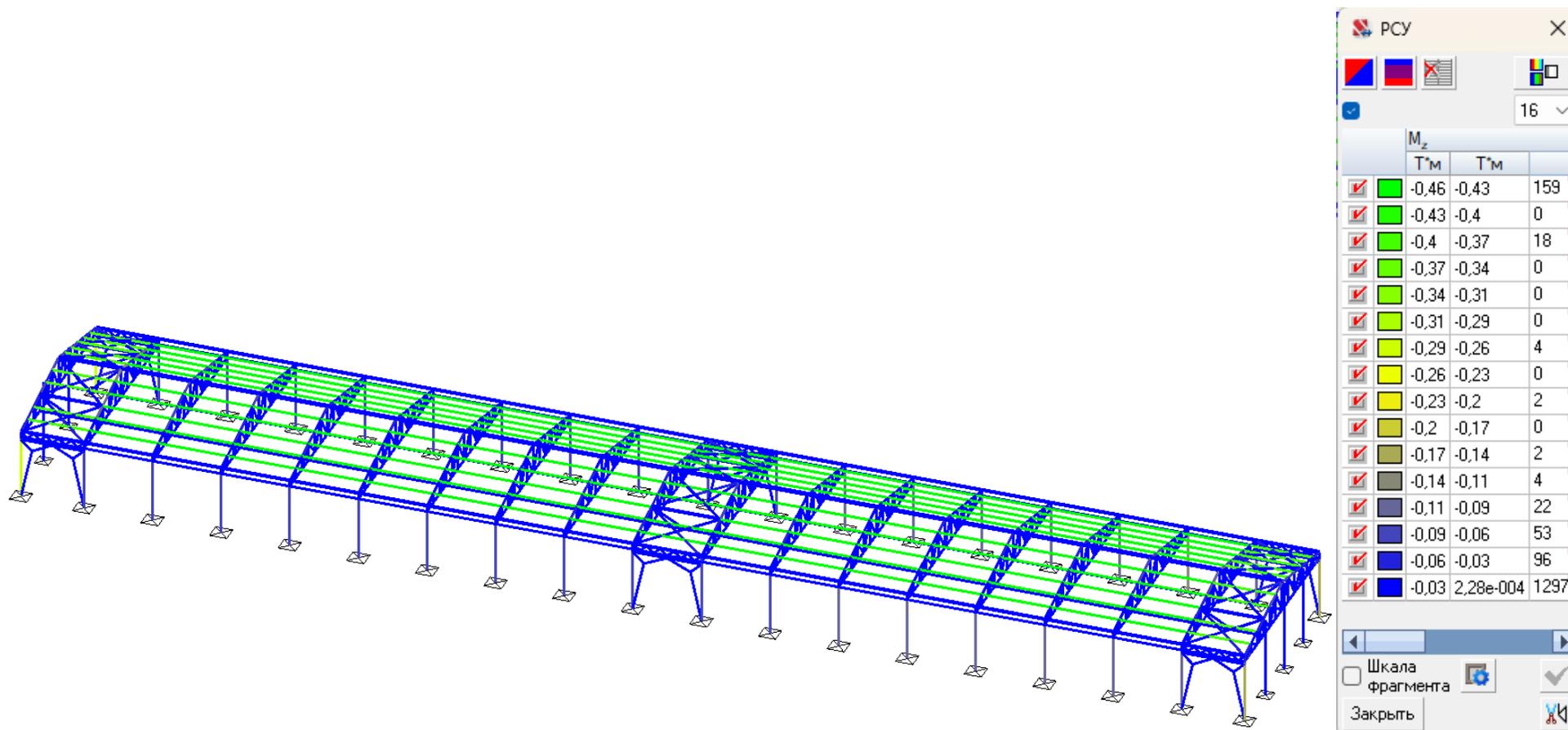
Расчетные сочетания усилий Qz min, тс



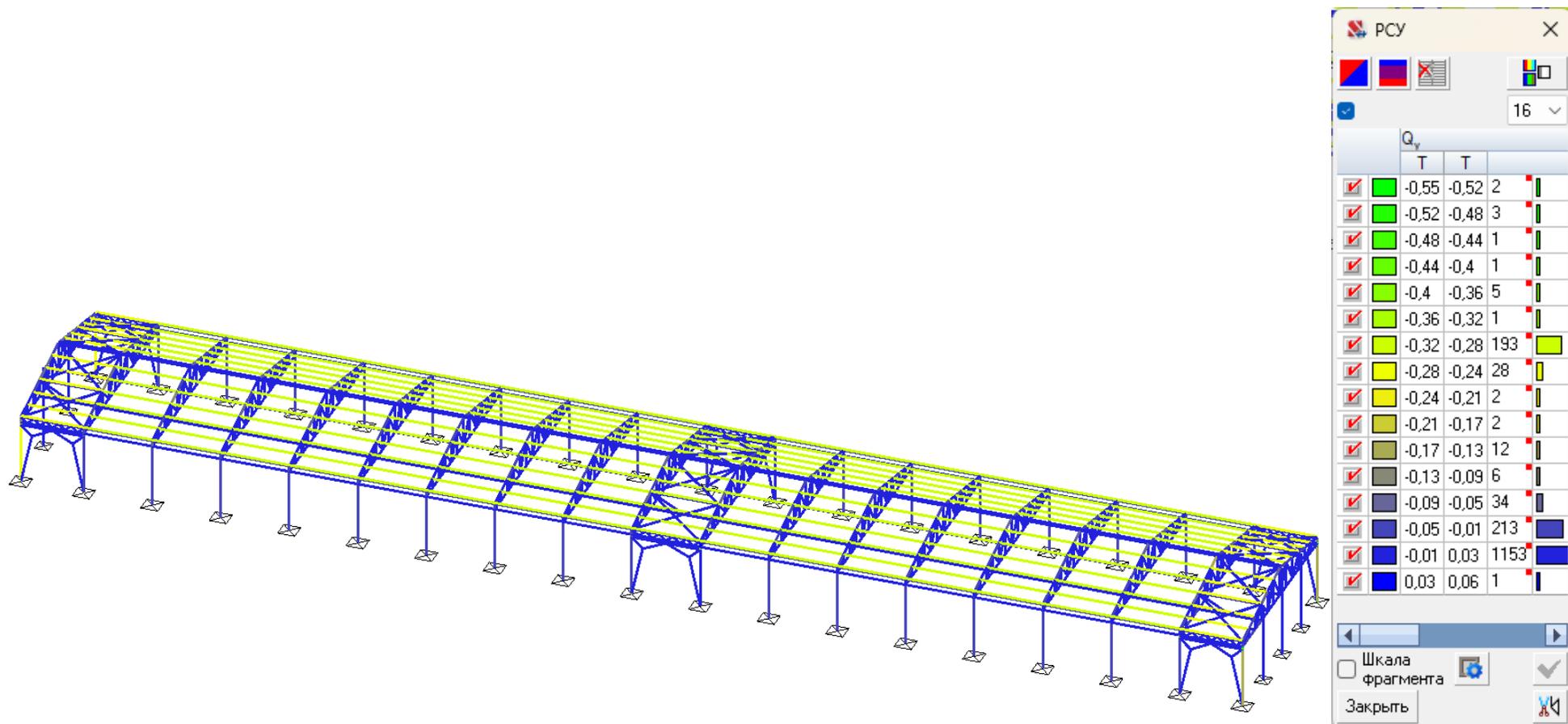
Расчетные сочетания усилий  $Q_z$  max, тс



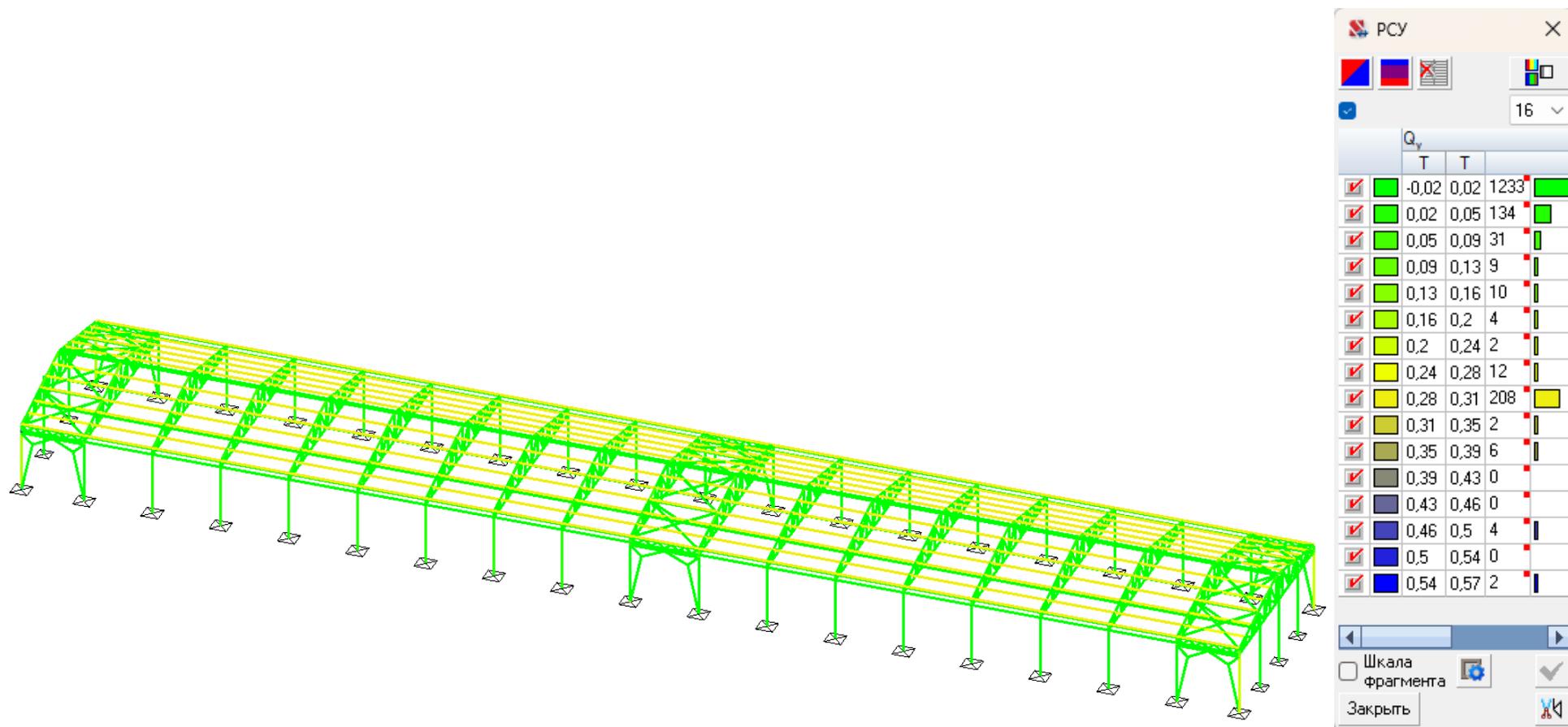
Расчетные сочетания усилий Mz max, тс



Расчетные сочетания усилий Mz min, тс



Расчетные сочетания усилий Q<sub>y</sub> max, тс



Расчетные сочетания усилий Q<sub>y</sub> min, тс

Таблица 3.5.1 Информация о группах стальных конструктивных элементов

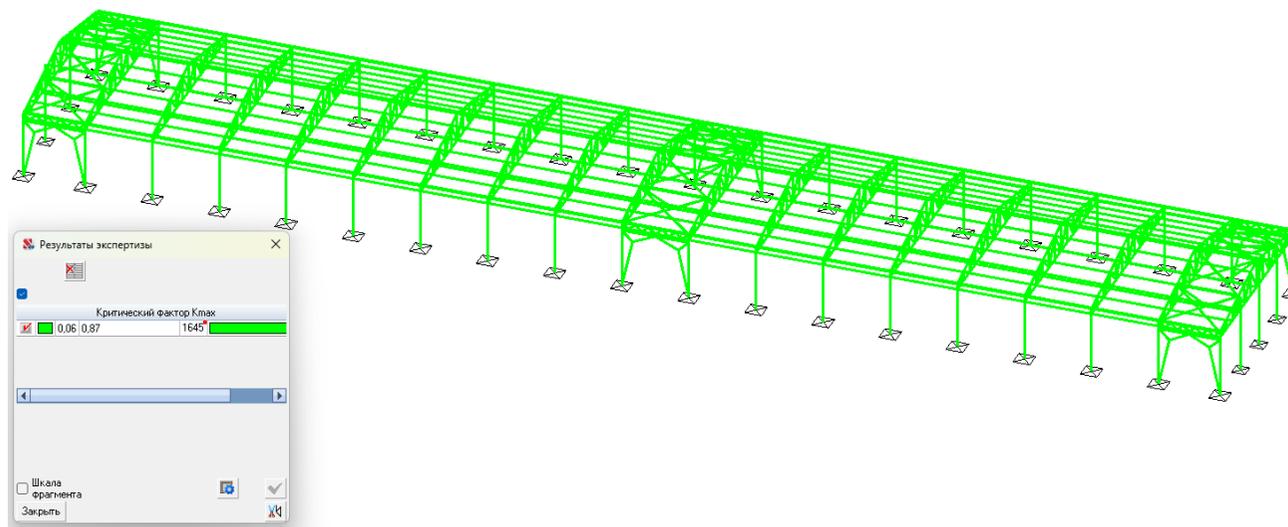
	К1	Ф1	ФС нижний пояс	ФС верхний пояс	ФС решетка
Конструктивный элемент	-	-	-	-	-
Группа конструктивных элементов	+	+	+	+	+
Дополнительная группа					
Тип конструктивной группы	Элемент общего вида				
Неупругая работа сечения не допускается					
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается					
Сталь	C355Б	C345	C345	C345	C345
Коэффициент условий работы $\gamma_c$	1	1	1	1	1
Коэффициент надежности по ответственности	1	1	1	1	1
Дополнительные коэффициенты условий работы					
- расчет на прочность при сейсмике	0	0	0	0	0
- расчет на устойчивость при сейсмике	0	0	0	0	0
- при особых (не сейсмических) воздействиях	1	1	1	1	1
- коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1	1	1	1	1
Предельные гибкости:					
- сжатые элементы	180 - 60 $\alpha$	210 - 60 $\alpha$	180 - 60 $\alpha$	180 - 60 $\alpha$	210 - 60 $\alpha$
- растянутые элементы	300	400	400	400	400
Коэффициенты расчетной длины					
- в плоскости $X_1OZ_1$	2	1	1	1	1
- в плоскости $X_1OY_1$	1	1	-	1	1
Коэффициенты расчетной длины отличаются от рекомендаций норм	-	-	-	-	-
Расчетная длина, м					
- в плоскости $X_1OZ_1$	-	-	-	-	-
- в плоскости $X_1OY_1$	-	-	4,5	-	-
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба, м	0	0	0	0	0

Таблица 3.5.1 продолжение

	ФС стойка	ФС опорный раскос	ПР1	ПР2	СВ1 ветка
Конструктивный элемент	-	-	-	-	-
Группа конструктивных элементов	+	+	+	+	+
Дополнительная группа					
Тип конструктивной группы	Элемент общего вида	Опорный раскос фермы	Элемент общего вида	Элемент общего вида	Элемент общего вида
Неупругая работа сечения не допускается		-			
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается					
Сталь	C345	C345	C345Б	C345	C345
Коэффициент условий работы $\gamma_c$	1	0,9	0,9	0,9	1
Коэффициент надежности по ответственности	1	1	1	1	1
Дополнительные коэффициенты условий работы					
- расчет на прочность при сейсмике	0	0	0	0	0
- расчет на устойчивость при сейсмике	0	0	0	0	0
- при особых (не сейсмических) воздействиях	1	1	1	1	1
- коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1	1	1	1	1
Предельные гибкости:					
- сжатые элементы	180 - $60\alpha$	-	200	200	210 - $60\alpha$
- растянутые элементы	400	-	400	400	300
Коэффициенты расчетной длины					
- в плоскости $X_1OZ_1$	1	1	1	1	1
- в плоскости $X_1OY_1$	1	1	1	0,2	-
Коэффициенты расчетной длины отличаются от рекомендаций норм					
Расчетная длина, м					
- в плоскости $X_1OZ_1$	-	-	-	-	-
- в плоскости $X_1OY_1$	-	-	-	-	6,62
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба, м	0	0	0	1	0

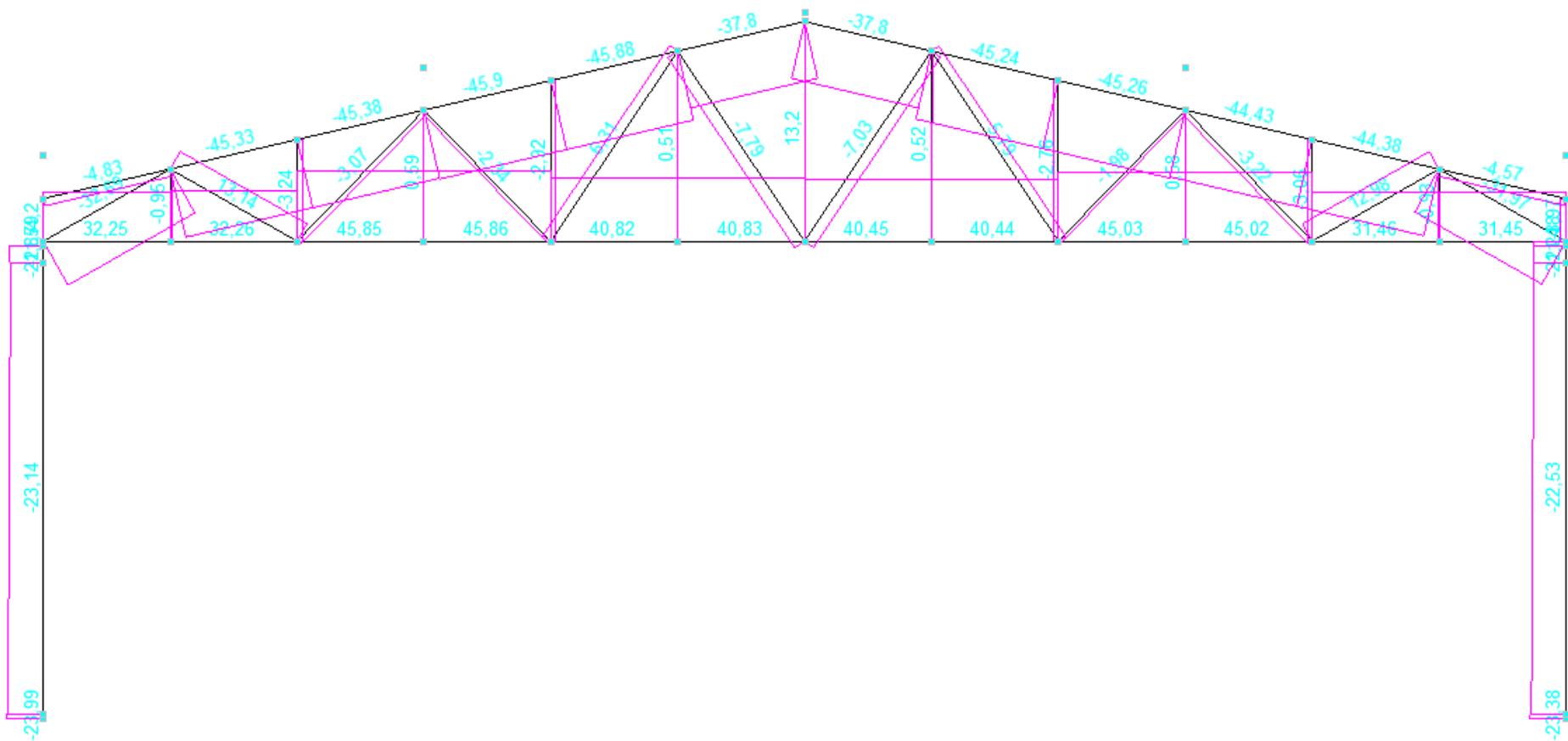
Таблица 3.5.1 продолжение

	PC1 свблок	PC2	PC2 свблок	PC3	PC3 свблок
Конструктивный элемент	-	-	-	-	-
Группа конструктивных элементов	+	+	+	+	+
Дополнительная группа					
Тип конструктивной группы	Элемент общего вида				
Неупругая работа сечения не допускается					
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается					
Сталь	C345	C345	C345	C345	C345
Коэффициент условий работы $\gamma_c$	1	1	1	1	1
Коэффициент надежности по ответственности	1	1	1	1	1
Дополнительные коэффициенты условий работы					
- расчет на прочность при сейсмике	0	0	0	0	0
- расчет на устойчивость при сейсмике	0	0	0	0	0
- при особых (не сейсмических) воздействиях	1	1	1	1	1
- коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1	1	1	1	1
Предельные гибкости:					
- сжатые элементы	210 - $60\alpha$	210 - $60\alpha$	200	200	200
- растянутые элементы	400	400	400	400	400
Коэффициенты расчетной длины					
- в плоскости $X_1OZ_1$	1	1	1	1	1
- в плоскости $X_1OY_1$	-	1	2	1	2
Коэффициенты расчетной длины отличаются от рекомендаций норм	-	-	-	-	-
Расчетная длина, м					
- в плоскости $X_1OZ_1$	-	-	-	-	-
- в плоскости $X_1OY_1$	6	-	-	-	-
Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба, м	0	0	0	0	0

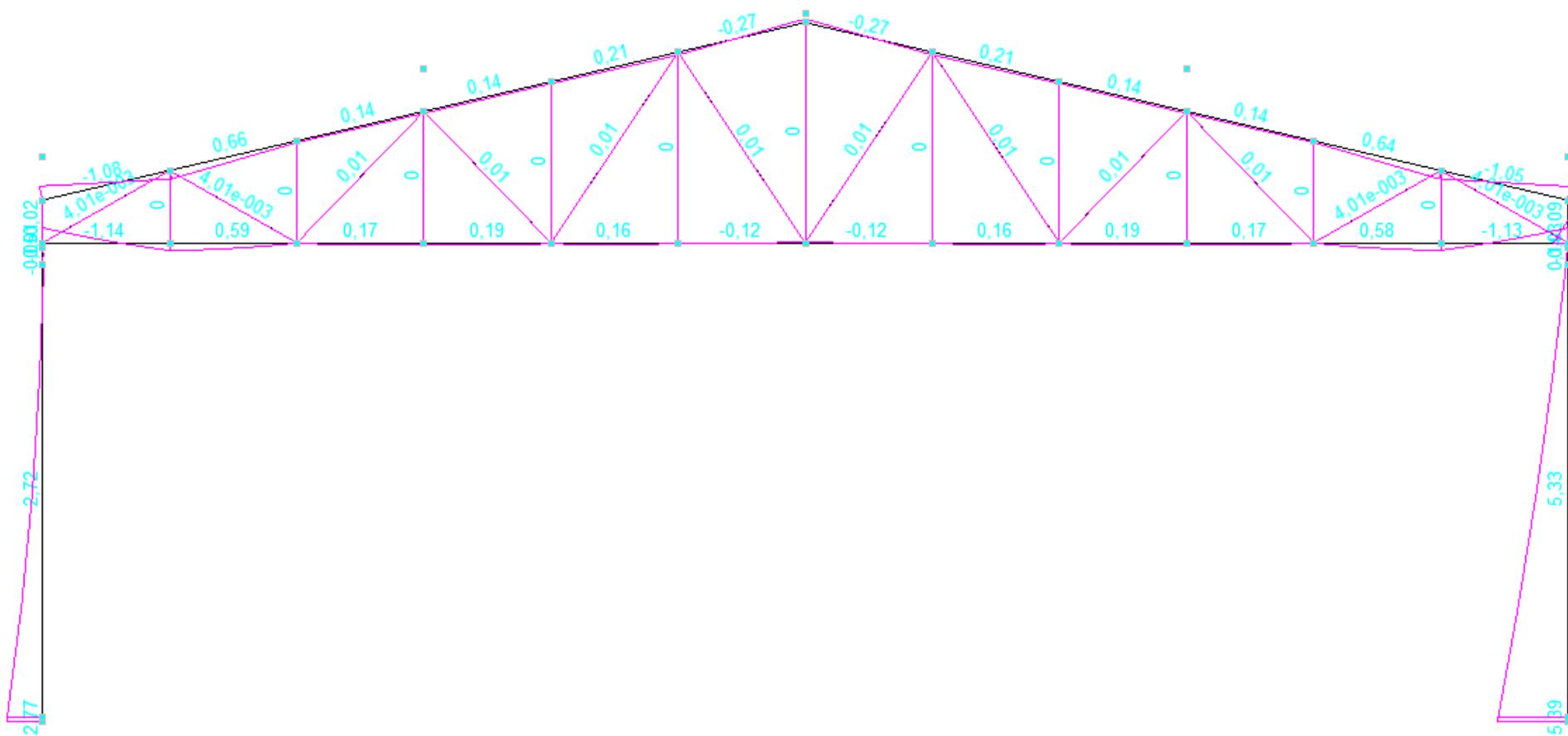


Критический фактор  $K_{max}$

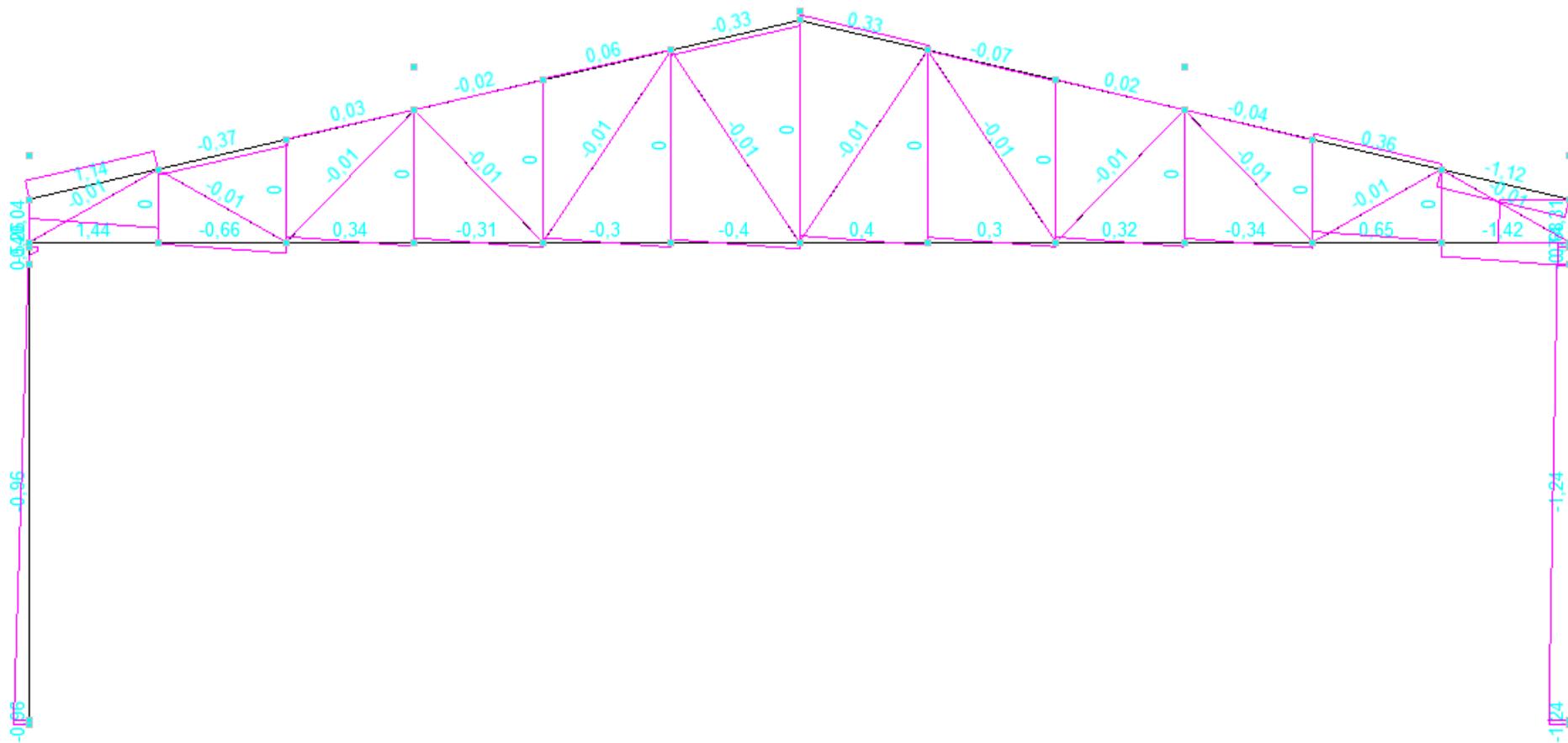
**Максимальный критический фактор элементов каркаса 0,87 не превышает предельно допустимого значения 1,0, что позволяет сделать вывод о достаточной прочности проектируемых стержневых конструкций.**



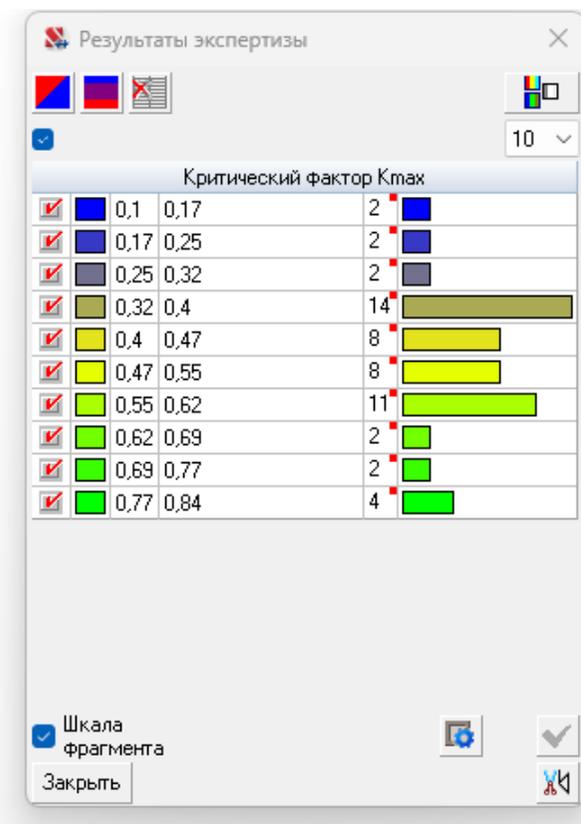
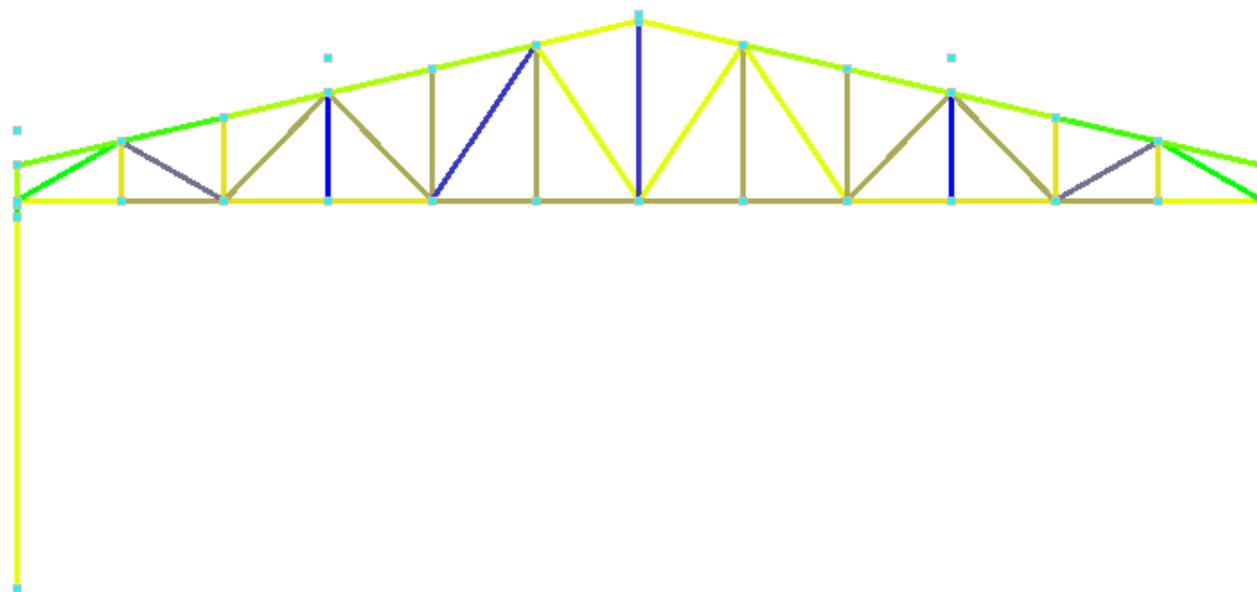
Эпюра продольных усилий в элементах рамы каркаса N, тс



Эпюра моментов в элементах рамы каркаса М, тс/м

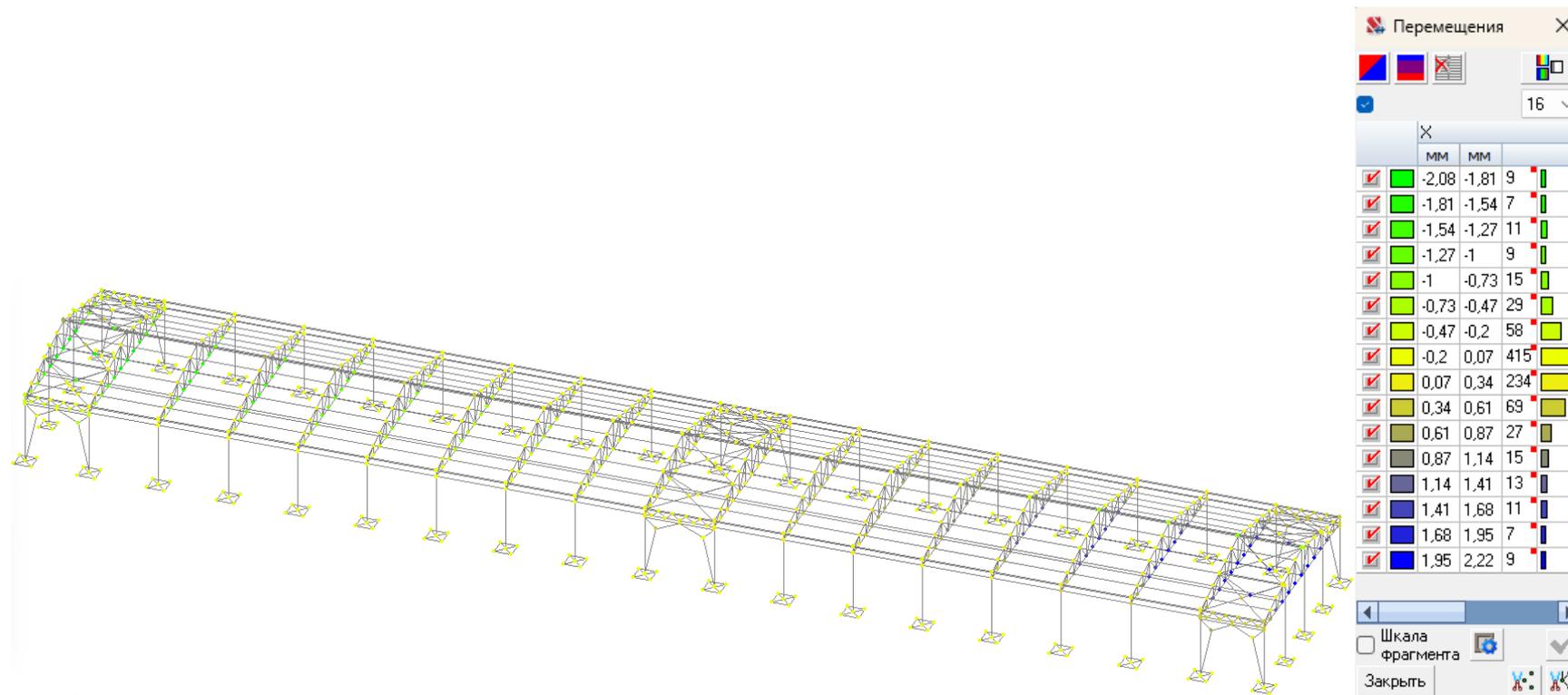


Поперечные усилия в элементах рамы каркаса Q, тс

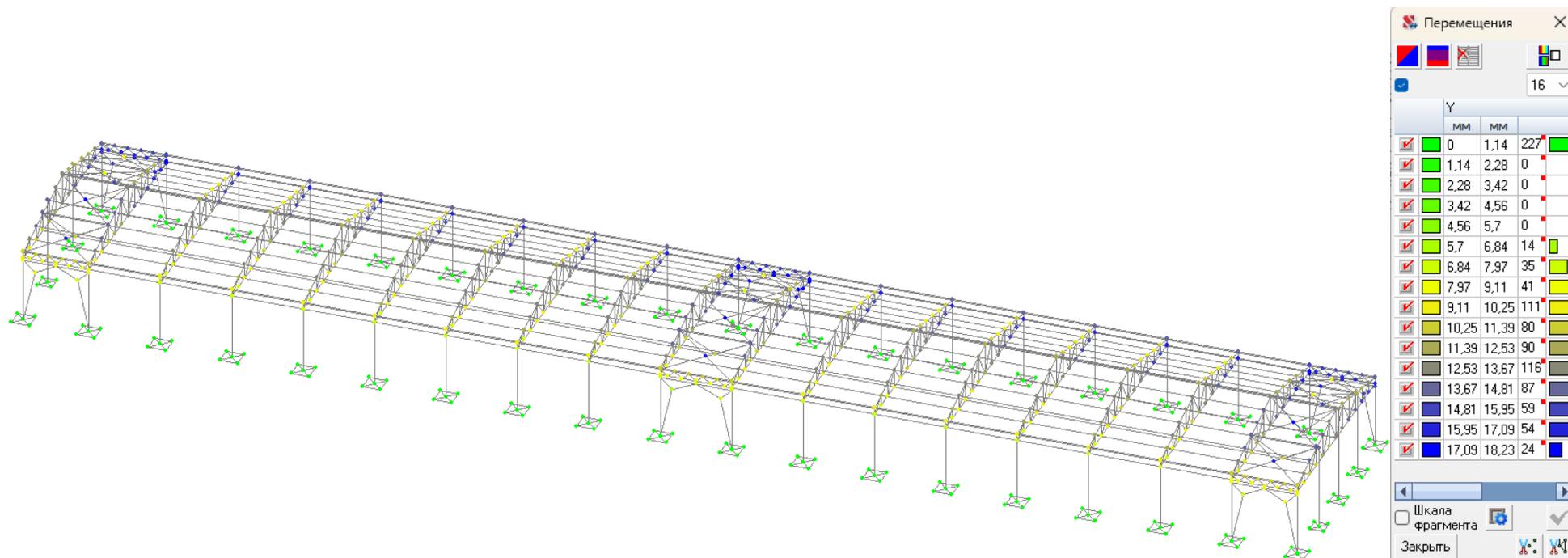


Коэффициент полезного использования элементов рамы каркаса Kmax

### 3.6 Горизонтальные прогибы элементов конструкций



Расчетные сочетания усилий  $Q_y \min$ , мм



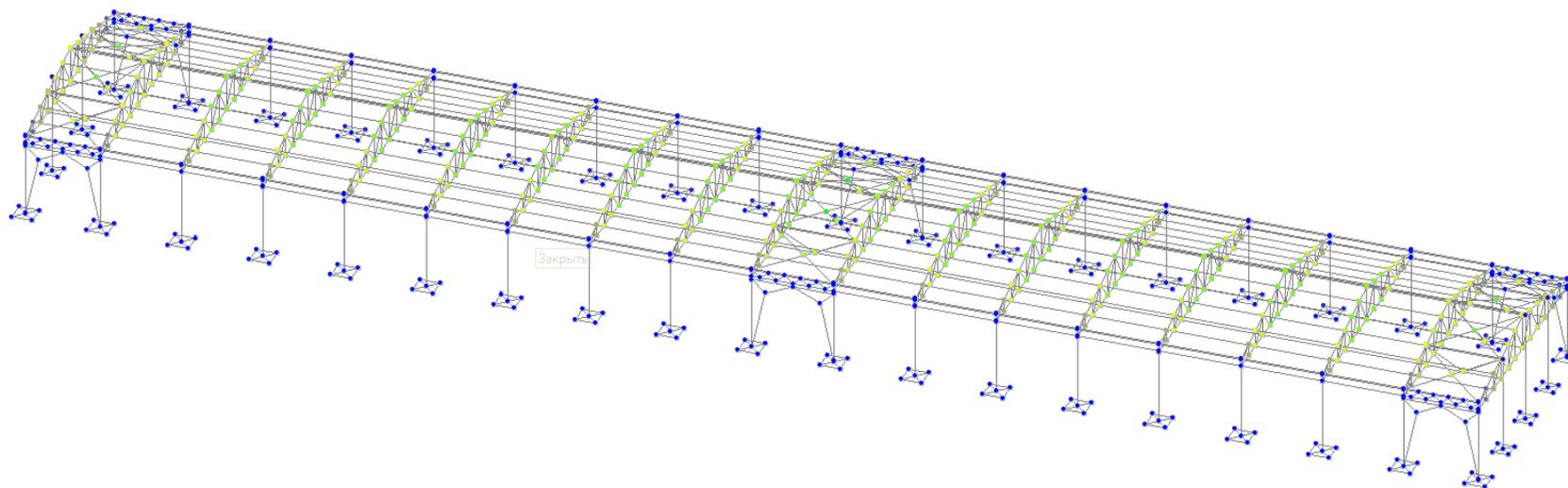
Расчетные сочетания усилий  $Q_u \min$ , мм

Согласно прил. Д.2.4.5 СП 20.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия» горизонтальные предельные перемещения здания не должны превышать значения  $hs/150$ , где  $hs$  - высота этажа:

Для каркаса здания в осях 1-19/А-Г, высотой  $H_s = 5150$  мм:  $H_s/150 = 5150/150 = 34,3$  мм  $> 18,23$  мм.

После знака  $>$  указаны значения по расчёту.

### 3.7 Вертикальные прогибы элементов конструкций



Перемещения

а\Б. ЛАБ\2. Корректировка П...

16

	Z		
	мм	мм	
<input checked="" type="checkbox"/>	-58,21	-54,57	2
<input checked="" type="checkbox"/>	-54,57	-50,94	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-50,94	-47,3	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-47,3	-43,66	4
<input checked="" type="checkbox"/>	-43,66	-40,03	155
<input checked="" type="checkbox"/>	-40,03	-36,39	13
<input checked="" type="checkbox"/>	-36,39	-32,75	90
<input checked="" type="checkbox"/>	-32,75	-29,12	55
<input checked="" type="checkbox"/>	-29,12	-25,48	49
<input checked="" type="checkbox"/>	-25,48	-21,84	18
<input checked="" type="checkbox"/>	-21,84	-18,21	67
<input checked="" type="checkbox"/>	-18,21	-14,57	9
<input checked="" type="checkbox"/>	-14,57	-10,93	8
<input checked="" type="checkbox"/>	-10,93	-7,3	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-7,3	-3,66	34
<input checked="" type="checkbox"/>	-3,66	-0,02	434

Шкала фрагмента

Заккрыть

Расчетные сочетания усилий  $Q_y \min$ , мм

Согласно табл. Д.1 СП 20.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия» вертикальные предельные прогибы элементов конструкций здания не должны превышать значения:

Для балок, ферм, ригелей, прогонов:

При длине балок 6 м:  $L/200=6000/200=30 \text{ мм} > 29,73 \text{ мм}$ ;

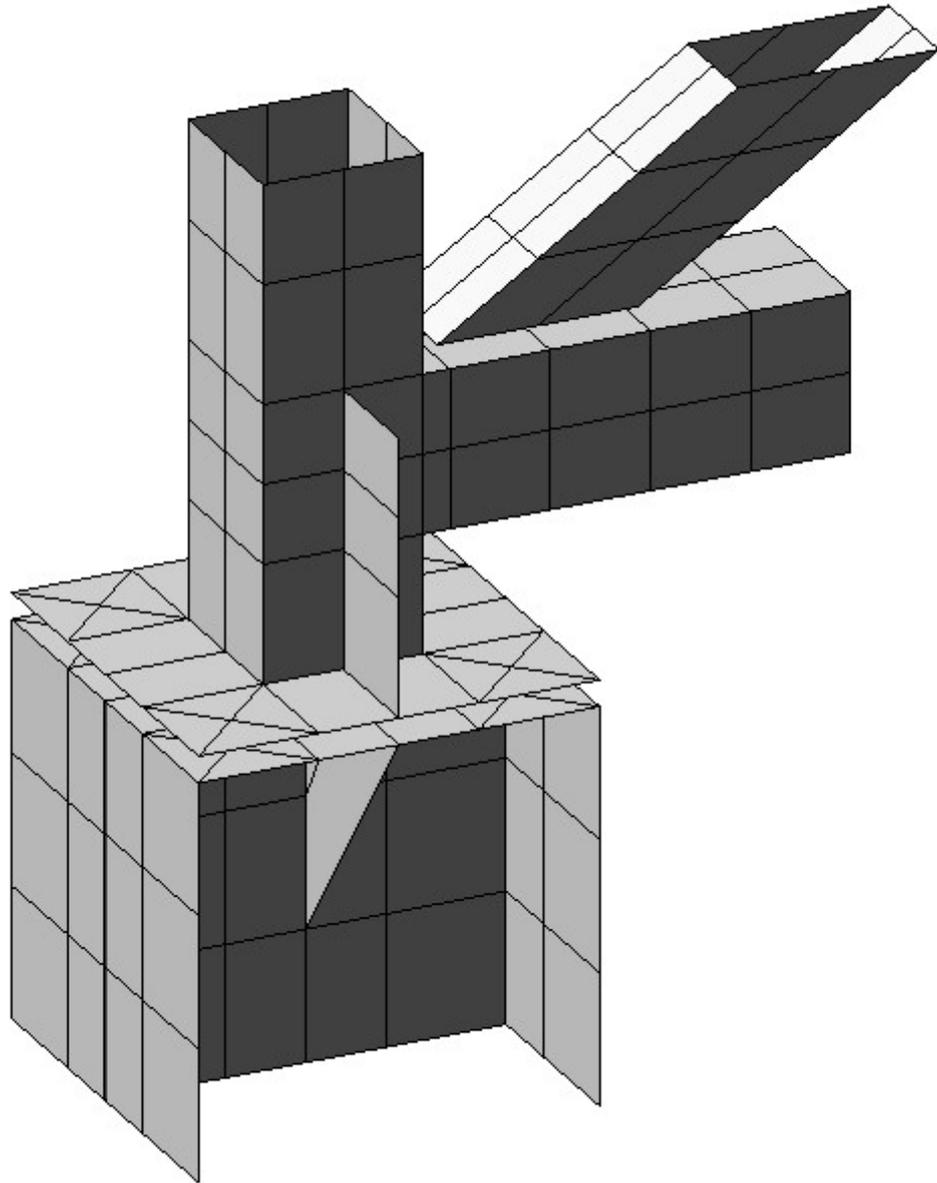
Для ферм пролетом 18 м:  $L/230=18000/230=78,3 \text{ мм} > 32,06 \text{ мм}$ ;

После знака > указаны значения по расчёту

**По результатам расчёта максимальные значения прогибов конструкций каркаса не превышают максимально допустимые значения. Это позволяет сделать вывод о достаточной устойчивости и неизменяемости проектируемых конструкций.**

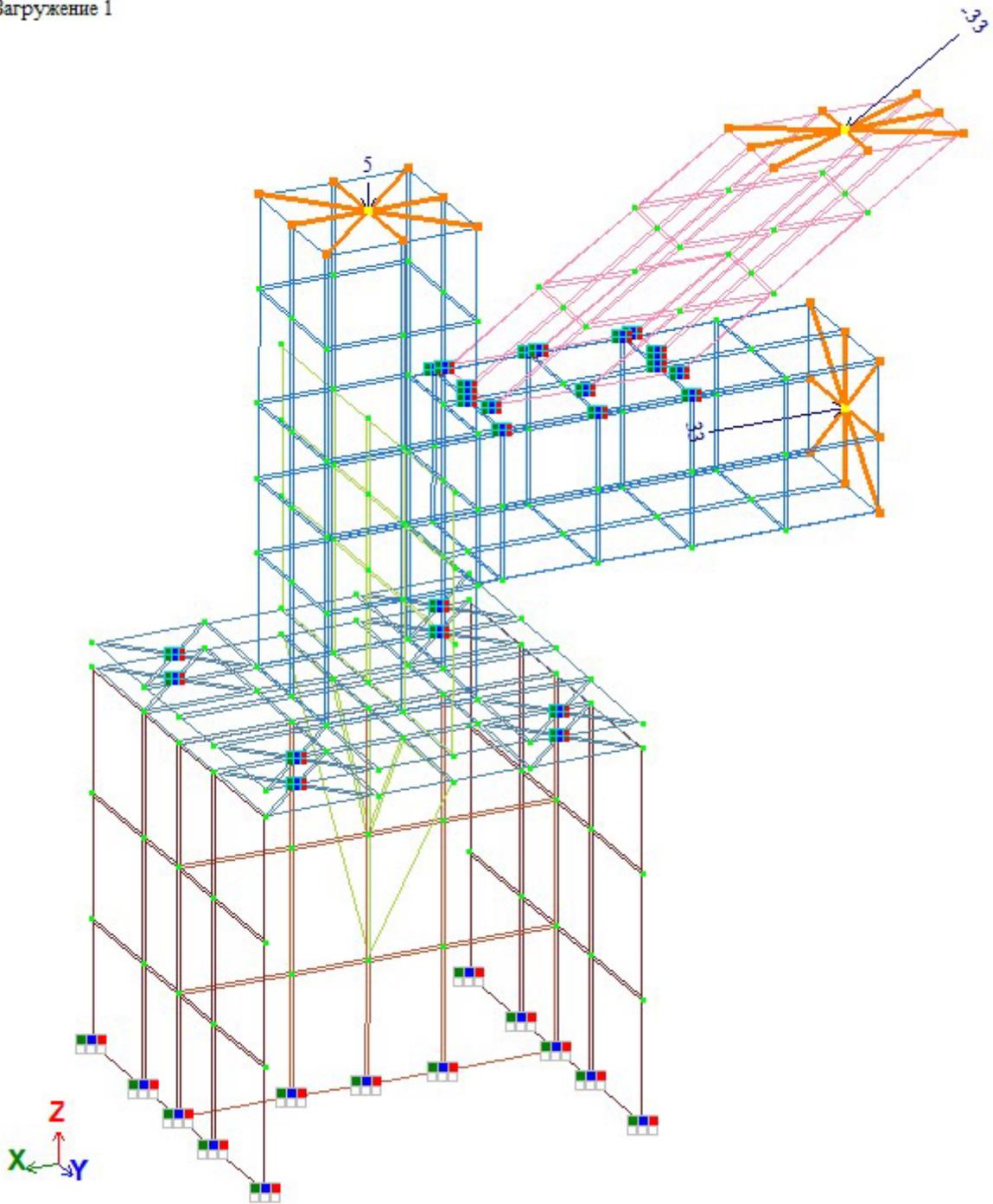
### 3.8 Расчет узла сопряжения фермы с колонной

Расчет узла сопряжения фермы с колонной произведен в ПК Лира.

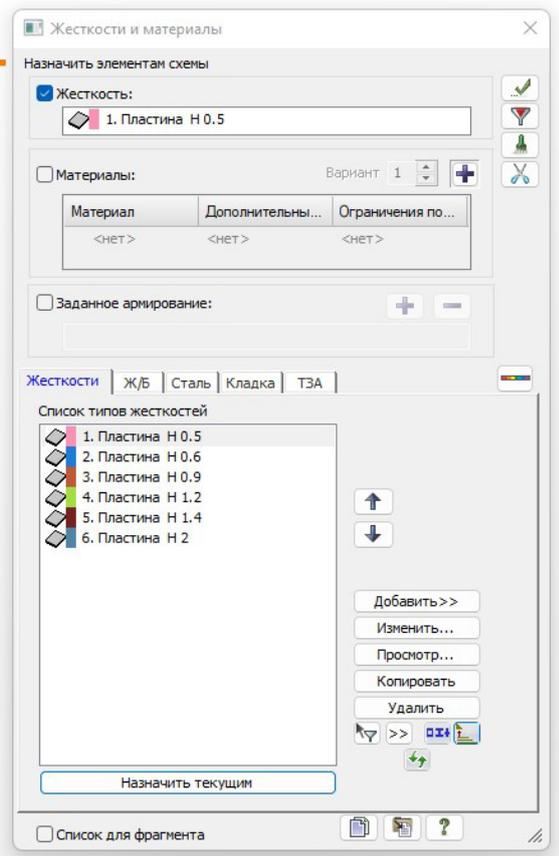
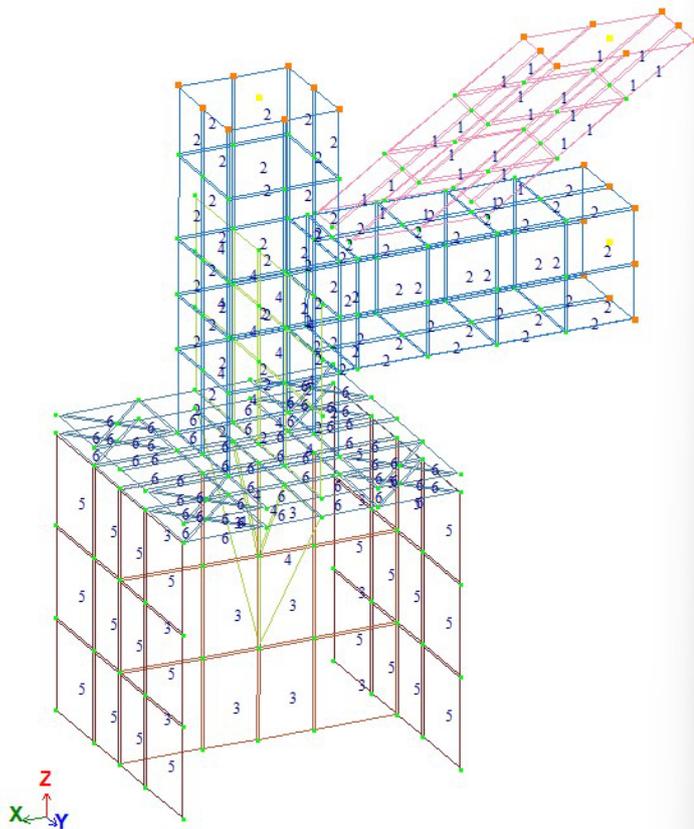


Сетка КЭ расчетной схемы узла сопряжения фермы и колонны

Загрузка 1

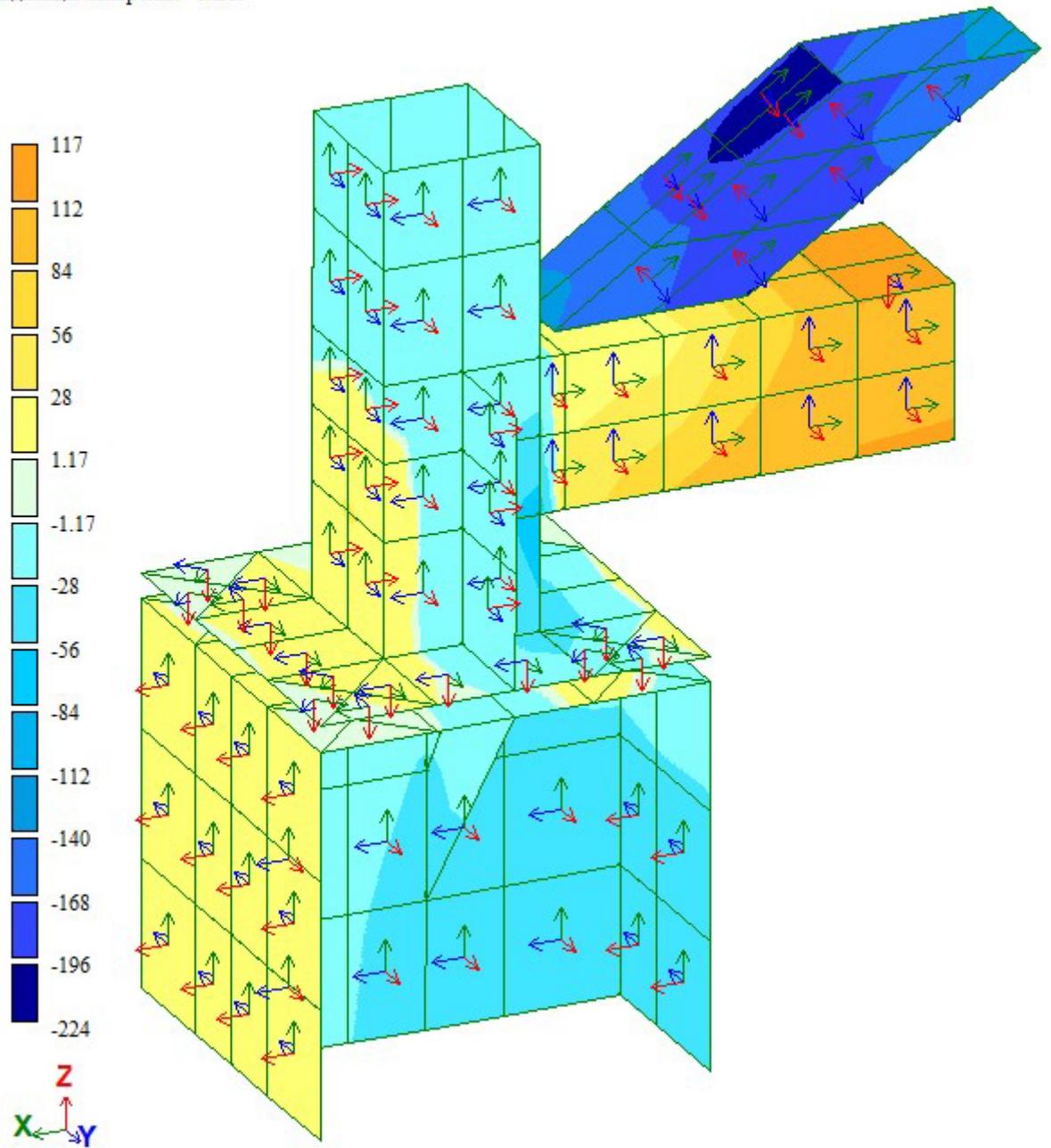


Загрузки расчетной схемы узла сопряжения фермы и колонны, тс



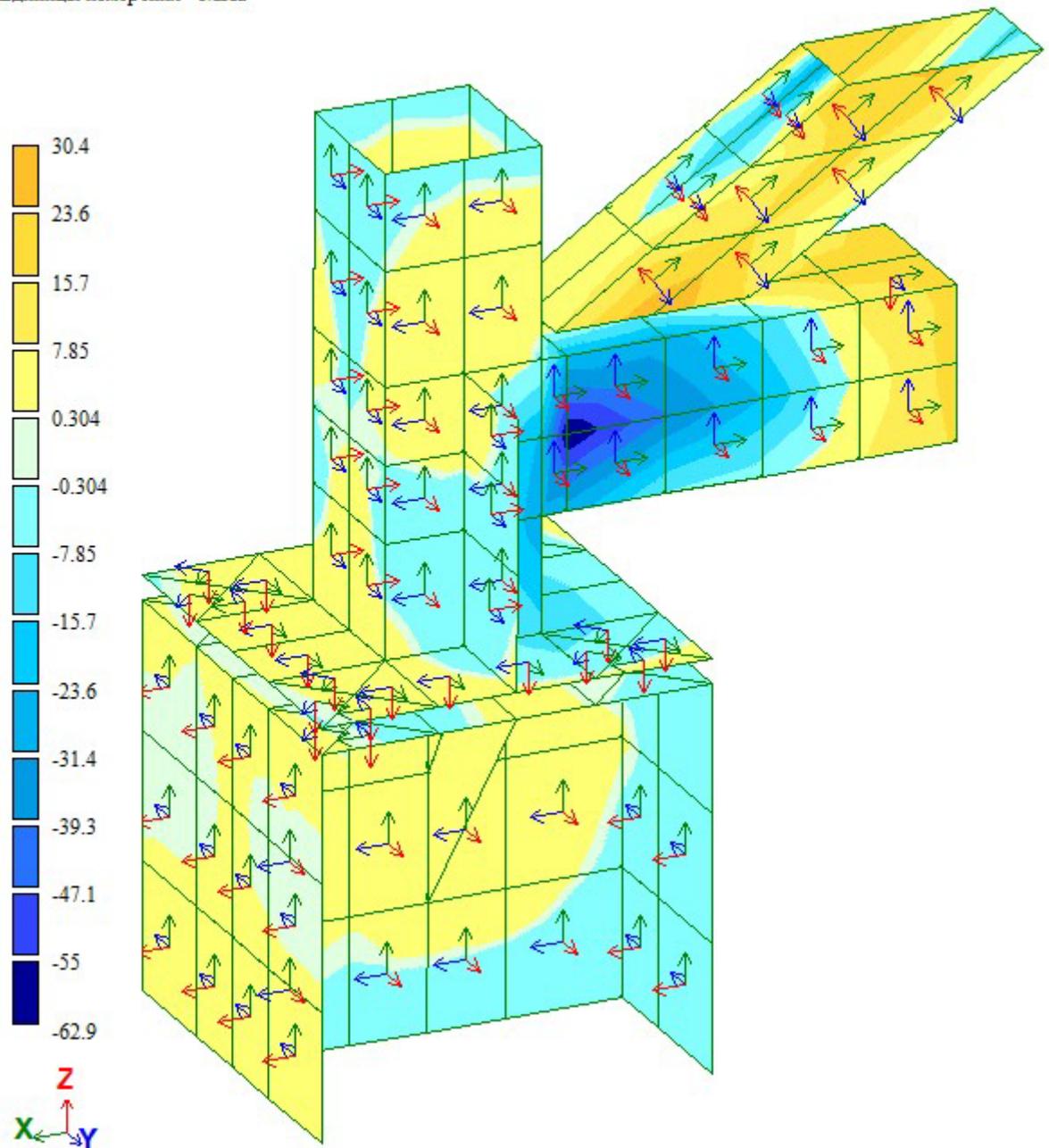
Жесткостные характеристики элементов узла

Загружение 1  
Изополю напряжений по Nx  
Единицы измерения - МПа



Изополю напряжений по X, МПа

Загружение 1  
Изополю напряжений по  $N_y$   
Единицы измерения - МПа



Изополю напряжений по Y, МПа

**Вывод по расчету узла сопряжения фермы и колонны:** значения расчетных напряжений не превышают значений нормативных сопротивлений элементов узла.

### 3.9 Расчет базы колонны БШ1

Расчет базы колонны БШ1 произведен в ПК «SCAD Office КРИСТАЛЛ»

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$

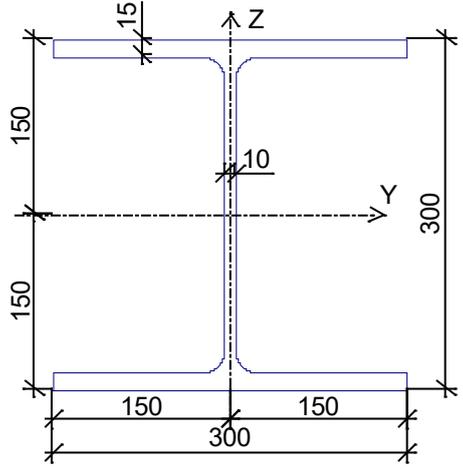
Коэффициент условий работы 1

Сталь колонны С255

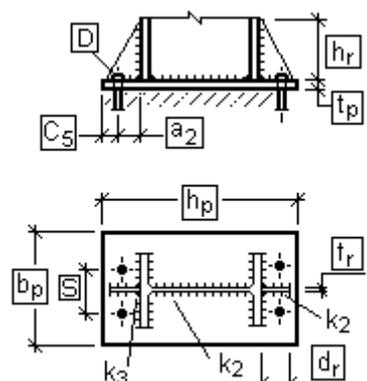
Сталь плиты С255

Бетон тяжелый класса В30

#### Профиль

<p>30К2 (Двутавр колонный по ГОСТ Р 57837-2017)</p>	
---	---

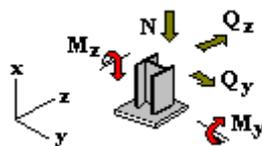
#### Конструкция

	<p>Болты анкерные диаметра 30 из стали СтЗпс4</p> <p> <math>h_p = 600</math> мм  <math>b_p = 400</math> мм  <math>t_p = 30</math> мм  <math>h_r = 250</math> мм  <math>d_r = 150</math> мм  <math>t_r = 12</math> мм  <math>S = 200</math> мм  <math>C_5 = 75</math> мм  <math>a_2 = 75</math> мм  <math>k_2 = 10</math> мм  <math>k_3 = 5</math> мм         </p>
---	---

#### Свойства материалов сварки

<p>Нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению, <math>R_{wun}</math></p>	<p>49949,032 Т/м<sup>2</sup></p>
<p>Расчетное сопротивление угловых швов срезу по металлу шва, <math>R_{wf}</math></p>	<p>21916,412 Т/м<sup>2</sup></p>
<p>Вид сварки</p>	<p>Ручная</p>
<p>Положение шва</p>	<p>Нижнее</p>

### Знаки усилий



### Результаты расчета по комбинациям нагрузок

	N	My	Qz	Mz	Qy
	T	T*M	T	T*M	T
1	25	6,9	1,48	0	1

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.6.2, (101), (104)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на три стороны	0,603
п.8.6.2, (101), (104)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на две стороны, которые сходятся под углом	0,685
п.8.6.2, (101)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты	0,159
	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	0,257
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления колонны к опорной плите	0,049
п.14.1.19, (182), (183)	Прочность крепления консольного ребра к полкам колонны	0,354
п.14.2.9, (186)-(188), п.14.2.10, (189)	Прочность фундаментных болтов	0,575
п. 9.1.1	Несущая способность поперечного сечения колонны	0,712

### Коэффициент использования 0,712 - Несущая способность поперечного сечения колонны

	N	My	Qz	Mz	Qy
	T	T*M	T	T*M	T
2	8,2	4,3	1,41	0	0

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.8.6.2, (101), (104)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на три стороны	0,341
п.8.6.2, (101), (104)	Прочность опорной плиты по нормальным напряжениям на участках, опертых на две стороны, которые сходятся под углом	0,387
п.8.6.2, (101)	Прочность опорной плиты	0,09

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
	по нормальным напряжениям на свободных трапециевидных участках плиты	
	Прочность бетона фундамента на местное смятие под плитой	0,146
п.14.1.16, (176), (177)	Прочность крепления колонны к опорной плите	0,018
п.14.1.19, (182), (183)	Прочность крепления консольного ребра к полкам колонны	0,116
п.14.2.9, (186)-(188), п.14.2.10, (189)	Прочность фундаментных болтов	0,55

Расчет базы связевой колонны на сдвиг и необходимость установки противосдвиговых упоров произведен в соответствии с СП 43.13330.2012 п. Г.17 для наименее благоприятного (опрокидывающего) сочетания нагрузок:

	N	My	Qz	Mz	Qy
	T	T* <sub>M</sub>	T	T* <sub>M</sub>	T
2	8,2	4,3	1,41	0	0

Условие для расчета сдвигающей силы для сплошных колонн, воспринимаемой силой трения от действия продольной силы и силы затяжки болтов (СП 43.13330.2012):

$$Q \leq f(nA_{sa}R_{ba} / 4 + N), \quad (\text{Г.9})$$

где  $f$  - коэффициент трения, принимаемый равным 0,25;

$n$  - число болтов для крепления сжатой ветви колонны или число сжатых болтов, расположенных с одной стороны башмака колонны сплошного сечения;

$A_{sa}$  - площадь сечения одного болта;

$N$  - минимальная продольная сила, соответствующая нагрузкам, от которых определяется сдвигающая сила.

$Q$  – сдвигающая сила (в данном случае равная  $Qz$ );

$R_{ba}$  – расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов, принимаемое по СП 16.13330.2017 таблица Г.7.

Для данного частного случая (фундаментные болты М30, из стали 09Г2С):

$n=2$ ;  $A_{sa}=7,07\text{см}^2$ ;  $N=8,2\text{т}$ ;  $R_{ba}=245\text{МПа}=2,45\text{т/см}^2$ ;  $Q=1,41\text{т}$ .

Подставляя исходные значения в формулу, получаем:

$$1,41 \leq 0,25*(2*7,07*2,45 / 4 + 8,2);$$

$$1,41 \leq 4,21.$$

Условие выполняется.

Сдвигающие усилия в базе колонн воспринимаются силой трения от действия продольной силы и силы затяжки болтов. Противосдвиговые упоры для восприятия поперечных усилий в основании колонн не требуются.

**Вывод по расчету базы колонны БШ1:** несущая способность базы колонны обеспечена, противосдвиговые упоры не требуются.

#### 4. Выводы

По результатам расчета следует, что конструкции каркаса здания аналитической лаборатории способны воспринять все действующие на них нагрузки. Конструкции каркаса удовлетворяют всем требованиям по 1-ому (по несущей способности) и 2-ому (по деформациям) предельному состоянию.

Таблица 4.1 - Сводная таблица максимальных процентов использования несущей способности стальных конструкций, %

№	Наименование группы конструкций	1 предельное состояние (1ПС)	2 предельное состояние (2ПС)	Местная устойчивость
1	Колонны каркаса	26	53	84
2	Прогоны покрытия	64	80	83
3	Фермы	68	41	74
4	Вертикальные связи	10	74	80
5	Горизонтальные связи	63	65	69

## 5. Расчет основания и фундаментов

Фундаменты здания аналитической лаборатории - монолитные железобетонные столбчатые. Основанием фундаментов служат:

Насыпь – Сухой щебень фракция 20-40.

Столбчатые монолитные фундаменты под колонны прямоугольные в плане, отметка подошв – минус 2,100. Расчетное минимальное армирование по подошве по направлениям X, Y в наиболее нагруженной зоне 12A500C. Защитный слой арматуры – от 30 до 40 мм. Фундаментные болты 1.1 М30х1100 по ГОСТ 24379.1-2012.

Фундаментные балки по грунту – монолитные, железобетонные, прямоугольного сечения, размеры сечения балок 900х300(h). Отметка низа балок – минус 0,800, что совпадает с отметкой верха столбчатых фундаментов под колонны. Защитный слой арматуры – 35 мм.

В осях «1-19» - «А-Б» предусмотрена монолитная железобетонная плита пола толщиной 400мм, верх плиты – на отм. -0,100. Защитный слой арматуры – 35 мм.

Все подземные конструкции из бетона класса В30F200W8, арматура А500С по ГОСТ 34028-2016.

Под плитами пола предусмотрен утеплитель Технониколь CARBON ECO SP или аналог толщиной 150 мм.

Гидроизоляция – окраска битумной мастикой за два раза.

Стратиграфический индекс	№ ИГЭ	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020		Влажность суммарная (природная)	Плотность грунта	Компрессионный модуль деформации мерзлого грунта	Коэффициент сжимаемости мерзлого грунта при оттаивании	Коэффициент оттаивания	Эквивалентное сцепление
				W tot	ρ	Ек	mth	Ath	Сeq
				д.е.	г/см <sup>3</sup>	МПа	МПа <sup>-1</sup>	д.е.	МПа
edQIII-IV	1.1.1.1	Щебенистый грунт мерзлый с глинистым заполнителем до 45%, слабодистый, темно-серый, заполнитель: суглинок тяжелый пылеватый, после оттаивания текучий	X <sub>n</sub>	0,331	1,85	15,4	0,090	0,086	0,257
			X <sub>0,85</sub>	—	1,84	—	—	—	0,241
			X <sub>0,90</sub>	—	1,83	—	—	—	0,229
			X <sub>0,95</sub>	—	1,83	—	—	—	0,218
	1.1.2.1	Суглинок мерзлый слабодистый, темно-коричневый, легкий песчанистый, пластичномерзлый, с дресвой до 25%, после оттаивания текучий	X <sub>n</sub>	0,355	1,79	11,0	0,093	0,102	0,094
			X <sub>0,85</sub>	—	1,78	—	—	—	0,089
			X <sub>0,90</sub>	—	1,77	—	—	—	0,085
			X <sub>0,95</sub>	—	1,76	—	—	—	0,081

Стратиграфический индекс	№ ИГЭ	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020		Влажность	Плотность грунта	По результатам сдвиговых и компрессионных испытаний				По результатам полевых испытаний	
						Сцепление	Угол внутреннего трения	Компр. модуль деформации	Одометрический модуль	Сцепление	Угол внутреннего трения
						We	$\rho$	C	$\phi$	$E_{k0,1-0,2}$	$E_{od0,1-0,2}$
%	г/см <sup>3</sup>	МПа	град.	МПа	МПа	МПа	град.				
edQIII-IV	1.2.1.1	Щебенистый грунт с глинистым заполнителем до 45%, темно-серый, заполнитель: суглинок тяжелый пылеватый, текучий	X <sub>n</sub>	33,1	1,85	0,012	14	—	4,8	0,009	40
			X <sub>0,85</sub>	—	1,84	0,011	13	—	—	0,009	38
			X <sub>0,95</sub>	—	1,83	0,010	12	—	—	0,008	37
			X <sub>0,98</sub>	—	1,83	0,009	11	—	—	—	—
	1.2.2.1	Суглинок темно-коричневый, легкий песчанистый, пластичномерзлый, с дресвой до 25%, текучий	X <sub>n</sub>	35,5	1,79	0,013	14	—	4,5	—	—
			X <sub>0,85</sub>	—	1,78	0,011	13	—	—	—	—
			X <sub>0,95</sub>	—	1,77	0,010	12	—	—	—	—
			X <sub>0,98</sub>	—	1,76	0,010	11	—	—	—	—

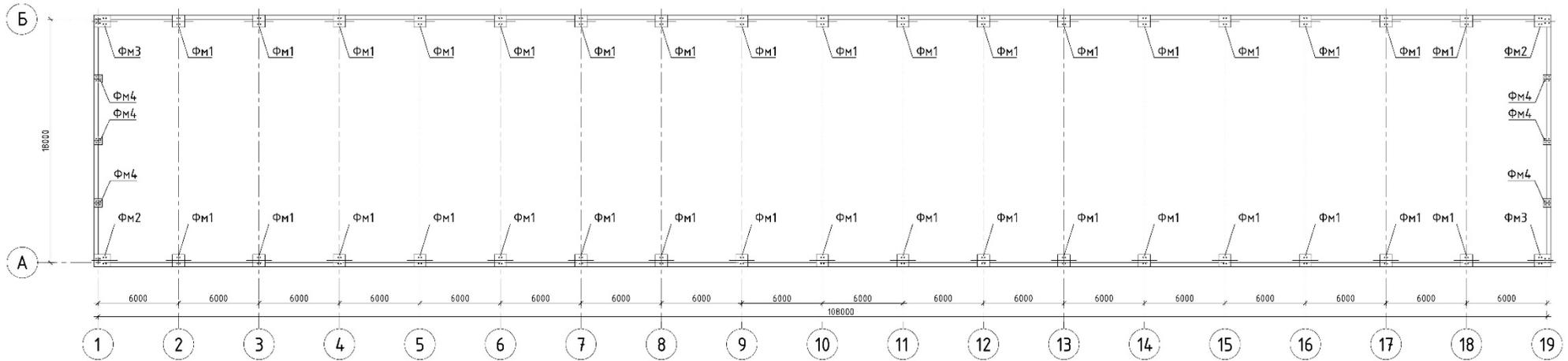
Стратиграфический индекс	№ ИГЭ	Наименование инженерно-геологического элемента	Статистические показатели	Динамический модуль упругости	Модуль общей деформации	Прочность на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии	Прочность на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии	Прочность на одноосное растяжение в
				Е д	Ео	Рс	Рсw	Рfw
				ГПа	ГПа	МПа	МПа	МПа
J3v	2.1.1.1	Туфоконгломерат морозный малопрочный, очень плотный, слабопористый, размягчаемый, средневыветрелый, среднетрещиноватый	Xn	12,8	3	40,3	10,4	0,76
			0,85	—	—	—	9,8	0,73
			0,95	—	—	—	9,3	0,70
	2.1.1.2	Туфоконгломерат морозный средней прочности, очень плотный, слабопористый, размягчаемый, средневыветрелый, среднетрещиноватый	Xn	25,1	8	80,9	45,3	2,38
			0,85	—	—	—	44,5	2,34
			0,95	—	—	—	44,0	2,32
	2.1.1.3	Туфоконгломерат морозный очень прочный, очень плотный, слабопористый, неразмягчаемый, средневыветрелый, сильнотрещиноватая	Xn	29	17,9	213,1	168,2	13,49
			0,85	—	—	—	164,0	13,14
			0,95	—	—	—	161,5	12,93

Удельный вес грунта выше подошвы 1.8 Т/м³.

Расчет фундаментов произведен в ПК «Фундамент».



Схема расположения фундаментов



Расчетные нагрузки на фундаменты

Место расположения фундамента	Правила знаков	Усилия	Nmax (прямая комбинация)	Nmin (оприятная комбинация)	В том числе	Примечания
 ФМ1-ФМ3		$N, \text{ тс}$	25	8,2		
		$M_y, \text{ тс}\cdot\text{м}$	6,9	4,3		
		$Q_x, \text{ тс}$	1,48	1,41		
		$Q_y, \text{ тс}$	0	0		
 ФМ1		$N, \text{ тс}$	3,25	3,25		
		$M_y, \text{ тс}\cdot\text{м}$	0	0		
		$Q_x, \text{ тс}$	0	1,54		
		$Q_y, \text{ тс}$	0	0		

## 5.1 Расчет основания фундаментов под базы колонн БШ1 на предельные усилия в основании

Расчет фундаментов под базы колонн БШ1 произведен в ПК «Фундамент».

Столбчатый на естественном основании
— □ ×

Файл Параметры Сервис Справка

Тип грунта расчетного слоя

Крупнообломочные с песчаным заполнителем и песчаные

Способ определения характеристик грунта

На основе непосредственных испытаний

По таблицам СП 22.13330.2016

Фиксированное R  $tc/m^2$

Характеристики по I пред. состоянию (Fi)  \* (C)   $tc/m^2$

Автоматический пересчет на  $k_{ver}=0.95$

Характеристики по II предельному состоянию ( $k_{ver}=0.85$ )

Уровень грунтовых вод (hv)  м

Расчет по подстилающему слою

От подошвы до кровли расчетного слоя грунта (hg)  м

Объемный вес грунта (G)   $1.8$   $tc/m^3$

Угол внутреннего трения (Fi)   $40$   $^{\circ}$

Удельное сцепление грунта (C)   $0$   $tc/m^2$

Исходные данные для расчета

Конструктивная схема здания  Гибкая  Прямоугольный

Высота фундамента (H)   $1.8$  м

Глубина заложения фундамента от уровня планировки (без подвала) (d)   $1.5$  м

Тип расчета

Подбор унифицированной подошвы по серии 1.412-1

Подобрать с соотношением сторон a/b

Проверить заданный

Усредненный коэффициент надежности по нагрузке   $1.15$

С уклоном подошвы вдоль X   $0$

Бетонная (щебеночная) подготовка

$7$  баллов

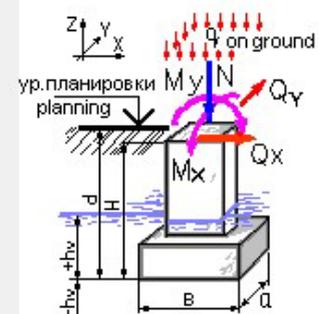
Информация о конструкции

Расчетные нагрузки

N   $25$   $tc$  q   $0$   $tc/m^2$

My   $6.7$   $tc*m$  Qx   $1.48$   $tc$

Mx   $0$   $tc*m$  Qy   $1$   $tc$



Результаты расчета

Результаты расчета Отчет

По расчету по деформациям коэффициент использования  $K = 0,39$  (краевое давление)

По расчету прочности грунта основания коэффициент использования  $K = 0,1$  при сое

По расчету устойчивости на сдвиг коэффициент использования  $K = 0,09$  при совокуг

Расчетное сопротивление грунта основания  $39,76$   $tc/m^2$

Максимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании  $20,39$   $tc$

Минимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании  $0,41$   $tc/m^2$

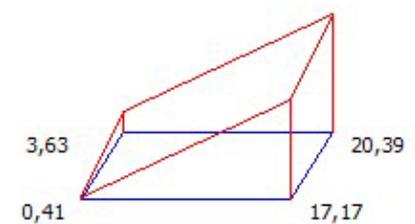
Результирующая вертикальная сила  $38,75$   $tc$

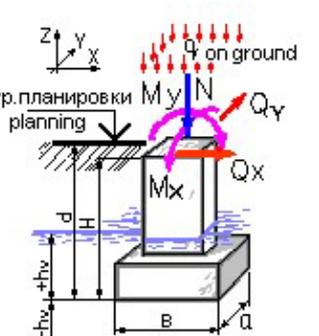
Сопротивление основания  $396,01$   $tc$

Сдвигающая сила  $1,79$   $tc$

Удерживающая горизонтальная сила  $19,45$   $tc$

Эпюра напряжений под подошвой фундамента ( $tc/m^2$ ):





Конструирование

Отчет

Назад

**Конструирование**

Фундамент (ростверк)

Прямоугольное сечение

Размеры подошвы фундамента: A = 1,8 м, B = 1,8 м

**Заполнить автоматически**

Размеры подколлонника (стены):  
 вдоль X (b0) = 0,9 м  
 вдоль Y (L0) = 0,9 м  
 Высота ступеней фундамента (hn) = 0,3 м  
 Защитный слой подколлонника (zv) = 3 см  
 Защитный слой арматуры подошвы (zn) = 4 см  
 Класс бетона: B40

**Пересчитать все, что ниже**

Армирование: вдоль X(Z) / D мм / шт. / вдоль Y(Z) / D мм / шт.

Подколлонник	A 500	12	5	12	5
Подошва	A 500	12	10	12	10

Длина ступени рядовой верхней: вдоль X = 0,45 м, вдоль Y = 0,45 м  
 Количество ступеней: вдоль X = 1 шт., вдоль Y = 1 шт.

Наличие анкерных болтов  
 Наличие стакана

Площадка опирания колонны (стены):  
 вдоль X (bs) = 0,5 м  
 вдоль Y (as) = 0,5 м

**Внимание!**  
 Расчет армирования прямоугольного сечения производится только для свайных ростверков

**Расчетные нагрузки**  
 Основные сочетания  
 Особые сочетания

Подбор  
 Проверка

**Справка**  
 Меню  
 Расчет  
 Выход

**Результаты конструирования**

По расчету на продавливание подколлонником несущей способности подошвы ДОСТА

Подошва столбчатого фундамента  
 Рабочая арматура вдоль X 10D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подошва столбчатого фундамента  
 Рабочая арматура вдоль Y 10D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколлонник столбчатого фундамента, грани вдоль X  
 Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколлонник столбчатого фундамента, грани вдоль Y  
 Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

**Расчет затрат**

Общий отчет  
 Назад

## 5.2 Расчет основания фундаментов под базы колонн БШ1 на опрокидывание

Расчет фундаментов под базы колонн БШ1 произведен в ПК «Фундамент».

Столбчатый на естественном основании

Файл Параметры Сервис Справка

Тип грунта расчетного слоя  
Крупнообломочные с песчаным заполнителем и песчаные

Способ определения характеристик грунта  
 На основе непосредственных испытаний  
 По таблицам СП 22.13330.2016  
 Фиксированное R

Характеристики по I пред. состоянию (k<sub>вер</sub>=0.95)  
 Автоматический пересчет на k<sub>вер</sub>=0.95

Характеристики грунта по II предельному состоянию (k<sub>вер</sub>=0.85)  
 Уровень грунтовых вод (h<sub>в</sub>) 0 м  
 Объемный вес грунта (G) 1.8 тс/м<sup>3</sup>  
 Угол внутреннего трения (Fi) 40 °  
 Удельное сцепление грунта (C) 0 тс/м<sup>2</sup>

Исходные данные для расчета  
 Конструктивная схема здания Гибкая Прямоугольный

Высота фундамента (H) 1.8 м  
 Глубина заложения фундамента от уровня планировки (без подвала) (d) 1.5 м

Тип расчета  
 Подбор унифицированной подошвы по серии 1.412-1  
 Подобрать с соотношением сторон a/b  
 Проверить заданный

Способ расчета  
 Расчет основания по деформациям  
 Расчет по прочности грунтового основания  
 Расчет устойчивости против сдвига  
 Расчет на сейсмические воздействия

Усредненный коэффициент надежности по нагрузке 1.15  
 С уклоном подошвы вдоль X 0

Информация о конструкции

Расчетные нагрузки  
 N 8.2 тс q 0 тс/м<sup>2</sup>  
 M<sub>y</sub> 4.3 тс\*м Q<sub>x</sub> 1.41 тс  
 M<sub>x</sub> 0 тс\*м Q<sub>y</sub> 0 тс

Справка Меню Расчет Выход

Результаты расчета

Результаты расчета Отчет

По расчету по деформациям коэффициент использования K= 0,25 (краевое давление)  
 По расчету прочности грунта основания коэффициент использования K= 0,06 при сс  
 По расчету устойчивости на сдвиг коэффициент использования K= 0,13 при совокуп

Расчетное сопротивление грунта основания 39,76 тс/м<sup>2</sup>  
 Максимальное напряжение в расчетном слое грунта в основном сочетании 12,01 тс  
 Орыв подошвы 1,92 %

Результирующая вертикальная сила 21,95 тс  
 Сопротивление основания 343,2 тс

Сдвигающая сила 1,41 тс  
 Удерживающая горизонтальная сила 11,02 тс

Эпюра напряжений под подошвой фундамента (тс/м<sup>2</sup>):

Конструирование

Отчет Назад

**Конструирование**

Фундамент (ростверк)

Прямоугольное сечение

Размеры подошвы фундамента: A = 1,8 м, B = 1,8 м

**Заполнить автоматически**

Размеры подколонника (стены):  
 вдоль X (b0) = 0,9 м  
 вдоль Y (L0) = 0,9 м  
 Высота ступеней фундамента (hn) = 0,3 м  
 Защитный слой подколонника (zv) = 3 см  
 Защитный слой арматуры подошвы (zn) = 4 см  
 Класс бетона: B40

**Пересчитать все, что ниже**

Армирование

	вдоль X(Z)			вдоль Y(Z)		
	Класс	D мм	шт.	D мм	шт.	
Подколонник	A 500	12	5	12	5	
Подошва	A 500	12	10	12	10	

Длина ступени рядовой верхней:

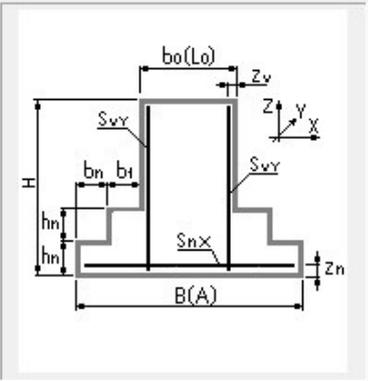
вдоль X	0,45 м	Количество ступеней	1 шт.
вдоль Y	0,45 м		1 шт.

**Расчетные нагрузки**

Основные сочетания  
 Особые сочетания

Подбор  
 Проверка

**Наличие анкерных болтов**  
 Наличие анкерных болтов  
 Наличие стакана



Площадка опирания колонны (стены):  
 вдоль X (bs) = 0,5 м  
 вдоль Y (as) = 0,5 м

**Внимание!**  
 Расчет армирования прямоугольного сечения производится только для свайных ростверков

**Справка** Меню  
 Расчет Выход

**Результаты конструирования**

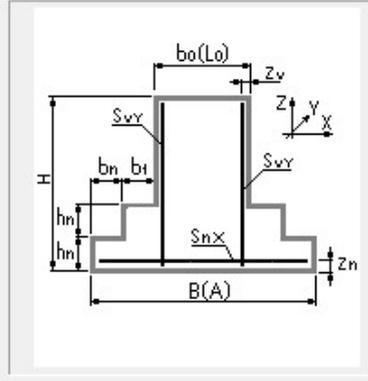
По расчету на продавливание подколонником несущей способности подошвы ДОСТА

Подошва столбчатого фундамента  
 Рабочая арматура вдоль X 10D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подошва столбчатого фундамента  
 Рабочая арматура вдоль Y 10D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль X  
 Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль Y  
 Вертикальная рабочая арматура 5D 12 A 500  
 По прочности по нормальному сечению армирование ДОСТАТОЧНО.



Σ Расчет затрат

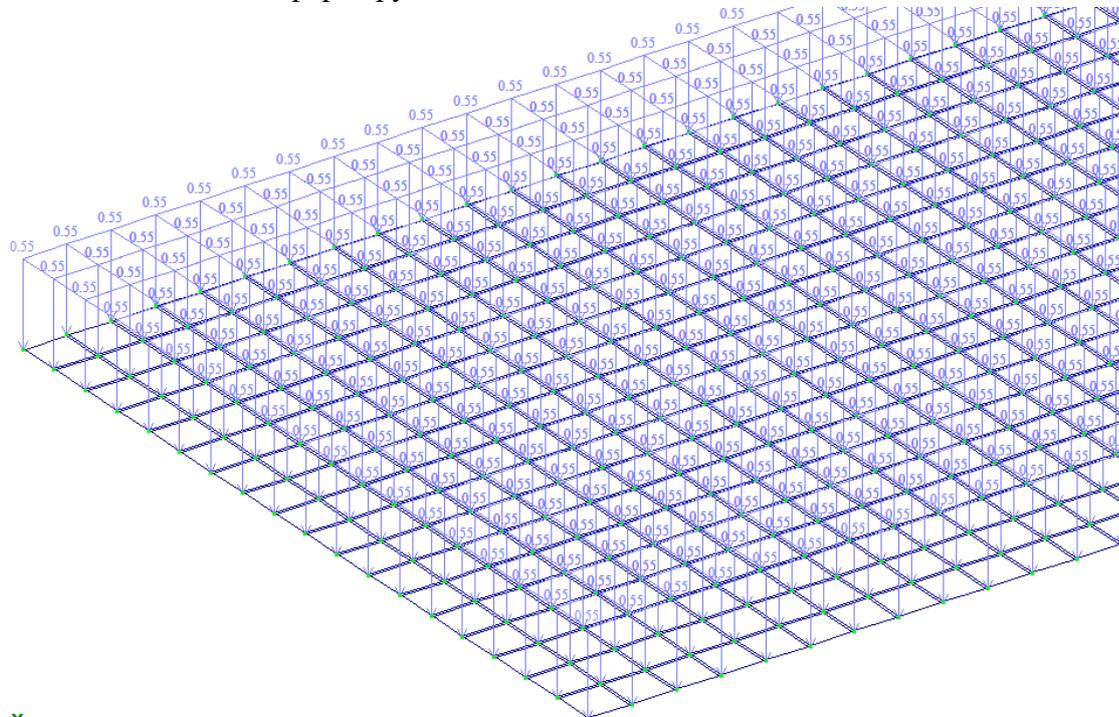
Общий отчет  
 Назад

### 5.3 Расчет монолитной плиты пола

Расчет монолитной плиты пола произведен в ПК «ЛИРА-САПР».

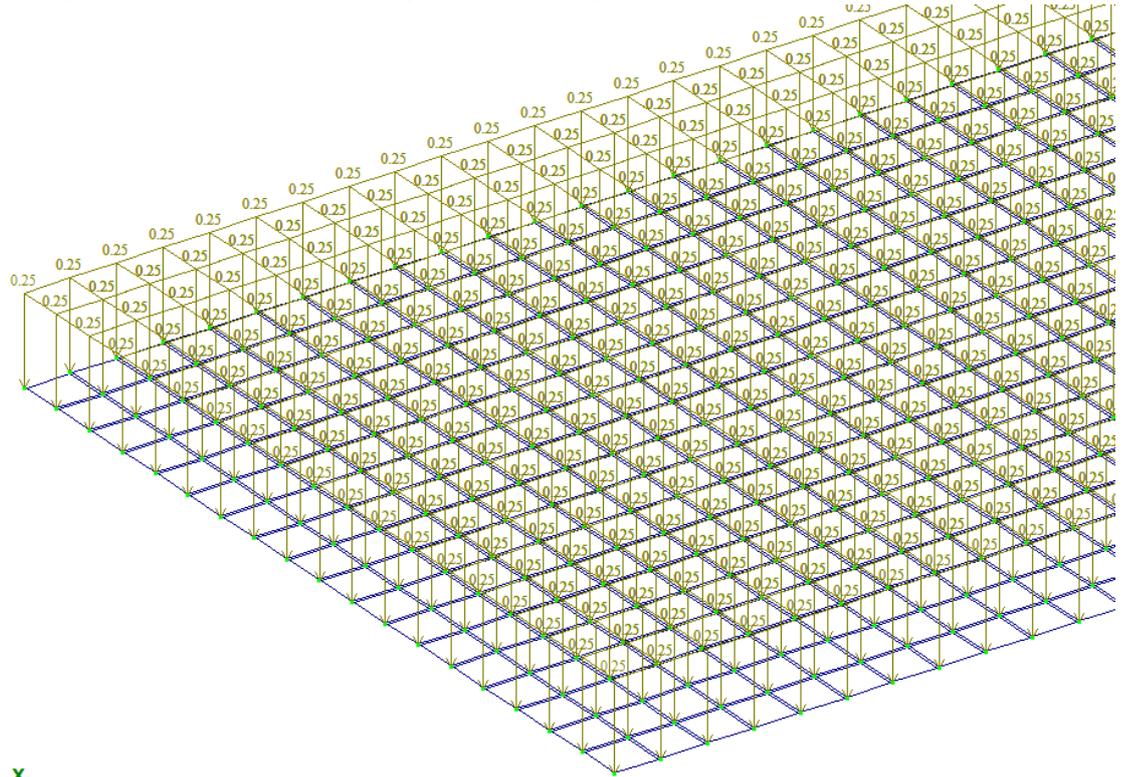
#### Сбор нагрузок на плиту

Собственный вес плиты – формируется ПК «ЛИРА-САПР» автоматически



Собственный вес плиты (фрагмент)

Распределенная полезная нагрузка на плиту в помещениях принята 0,25 тс/м<sup>2</sup>



Полезная нагрузка на плиту (фрагмент)

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1 | Имя таблицы РСН: СП.20.13330.2011/2016\_1

СП.20.13330.2011/2016

Динамика по модулю

Определяющие РСН

Козф. надежности по ответственности:

для I-го ПС	1
для II-го ПС	1
для особых сочетаний	1

Не учитывать сейсмику для II-го ПС

Не учитывать особое загруз. для II-го ПС

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длителн.	1.РСН1
1	собств вес	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.
2	распред нагр	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	1.

Основное сочетание

Особое сочетание

$$P^d + \psi_{11} \cdot P_{11}^d + \sum_{i=2}^{n1} \psi_{1i} \cdot P_{1i}^d + \psi_{t1} \cdot P_{t1}^d + \psi_{t2} \cdot P_{t2}^d + \sum_{j=3}^{nt} \psi_{tj} \cdot P_{tj}^d$$

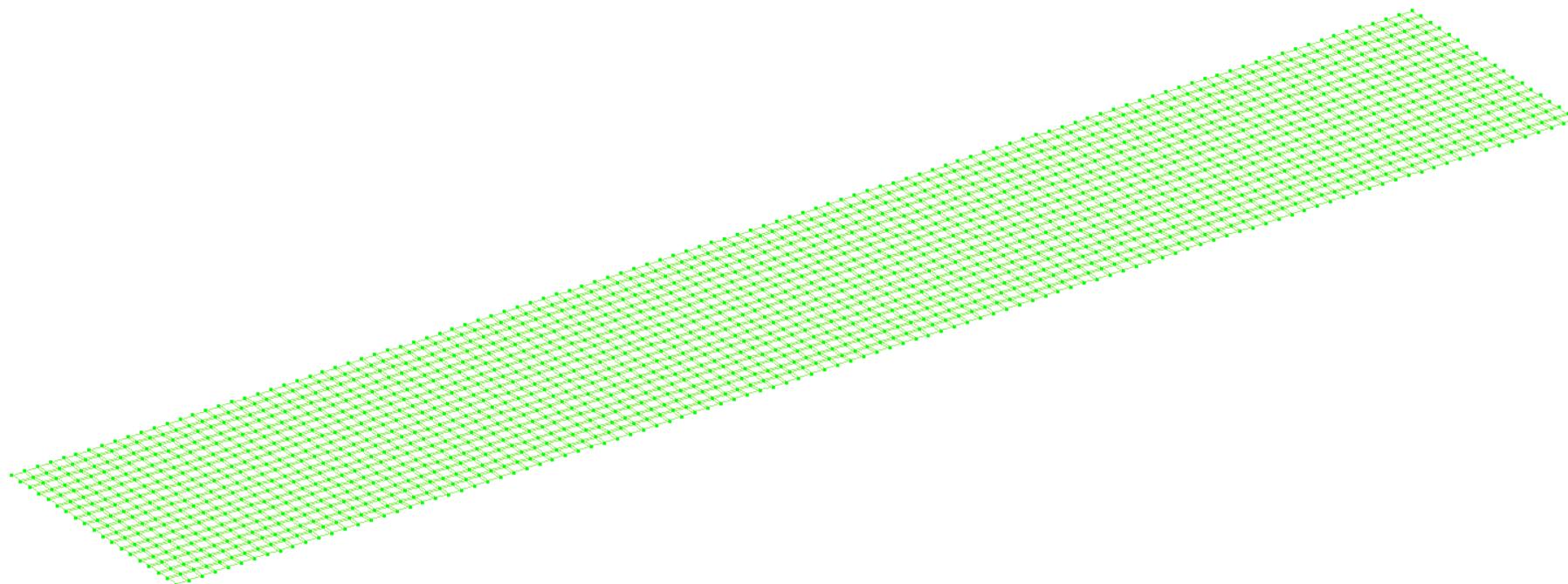
Козффициенты

Добавить

Параметры нагрузок на плиту пола

**Жесткости в расчетной схеме плиты пола**

В расчетной схеме плита задана пластинами толщиной 200 мм.



Жесткости плиты пола в расчетной схеме

СП 63.13330.2012/2018 Материалы для расчета Ж/Б конструкций

ТИП СТЕРЖЕНЬ

#	Название	Вид рас...	Симм...	Низ (...)	Верх...	Бок (...)	II пр...	Про...	Непр...	Шаг/...	Дли...	Рас...	Ly	Lz	Учи...	Выд...	Бок...	Ma
Соз...																		

ПЛАСТИНА

#	Название	Вид рас...	Вуд. ...	Низ X ...	Верх ...	Низ Y ...	Верх ...	1 кв....	II пре...	Прод...	Непр...	Шаг...	Учи...	Выс...	Расч...	Мин....	N
1 (1)	Плита	-		5.00	5.00	6.00	4.00	-	+	0.30	0.40	Ш 2...	-	-	-	0.050	1

БЕТОН

#	Название	Класс ...	Rbn, ...	Rbтн, ...	Eб, М...	Вид бе...	Марка...	Запол...	Диagr...	G_b...	G_b...	G_b...	Относ...	SEY ...	SEZ ...	G_а...	Fi
1 (1)		B30	22.0	1.8	32500...	тяжелый	2000	Силик...	2-х ли...	0.90	0.85	1.00	80.00	0.00	0.00	1.00	1

АРМАТУРА

#	Название	RX Пр...	Rs, М...	Rsw, ...	RY Пр...	Rs, М...	Rsw, ...	RT По...	Rs, М...	Rsw, ...	S1, К...	S2, К...	G_а...	Fi_s...	Eps_s...	D m...	N,
1 (1)	A500...		435.0	300.0	A500...	435.0	300.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0250	32	1

СП 63.13330.2012/2018  
Название

Арматура I типа

ПРОДОЛЬНАЯ ВДОЛЬ X A500C d=10...4

Продольная вдоль Y A500C d=10...4

Поперечная арматура A240 d=6...40

Продольная X	A500C d=10...40 (МПа)
Es	200000.00
Rsp	500.00
Rs	435.00
Rsw	300.00
Rsc	435.00

Учет сейсмического воздействия

Коефф. из т.6 СП 14.13330.2014/2018 1

Коефф. условий работы при расчете наклонных сечений, т.6 СП 14.13330.2014/2018 1

Расчет с особыми/аварийными сочетаниями

$\gamma_{ad}$  1  $\Psi_s$  1  $\epsilon_{s2}$  0.025

Арматура II типа

Выбрать...

Параметры типа жесткости пластин плиты пола

### Коэффициент постели

Задание коэф. C1 и C2

Назначить на элементы типа:

- Стержни
- Пластины
- Двухузловые КЭ 53
- Одноузловые КЭ 54

Односторонняя работа упр. основания

Назначить элементам

Коэффициенты постели

Получить по модели грунта

Pz

Группа - 0 №

Модель грунта

Назначить

- C1z 2769 т/м<sup>3</sup>
- C2z 0. т/м

Расчет C1, C2

Вс=B Вс 0. см

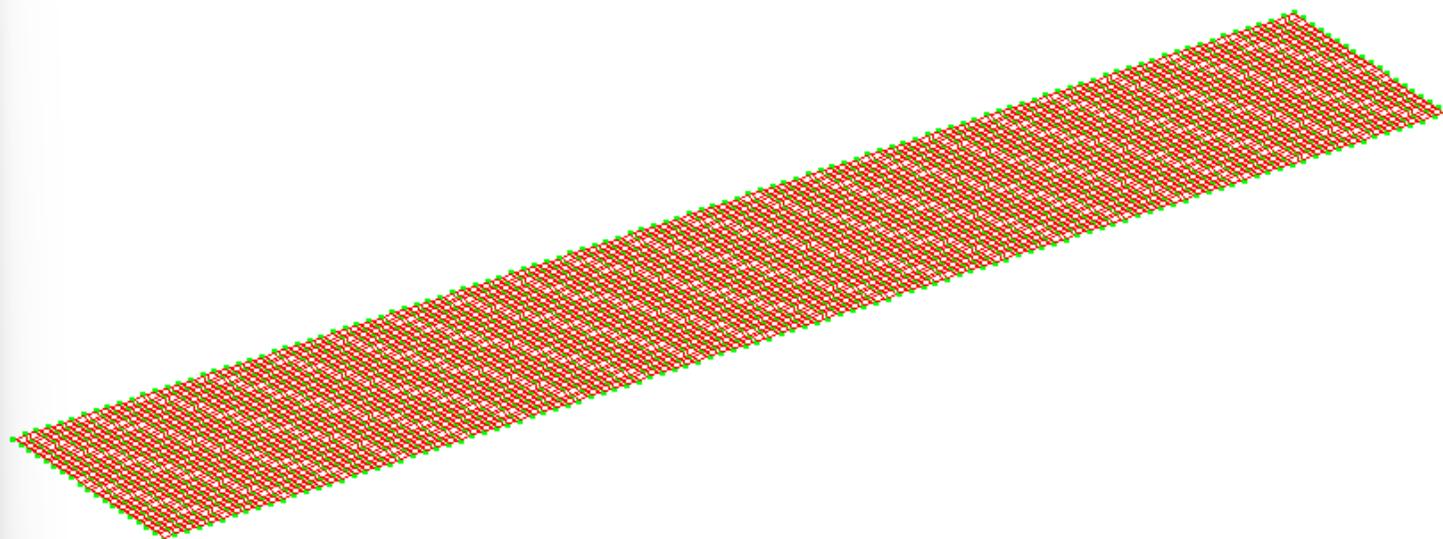
Учет C1y, C2y

- C1y 0. т/м<sup>3</sup>
- C2y 0. т/м
- Нс 0. см

Изменить в n раз (C=C\*n)

Угол зоны грунта

Fi 0. °  рад



Параметры коэффициента постели плиты пола

**Информация о группах армирования плиты пола**

Нормы проектирования: СП 63.13330.2018 с изменениями №1

Нормы по надежности: ГОСТ 27751-2014

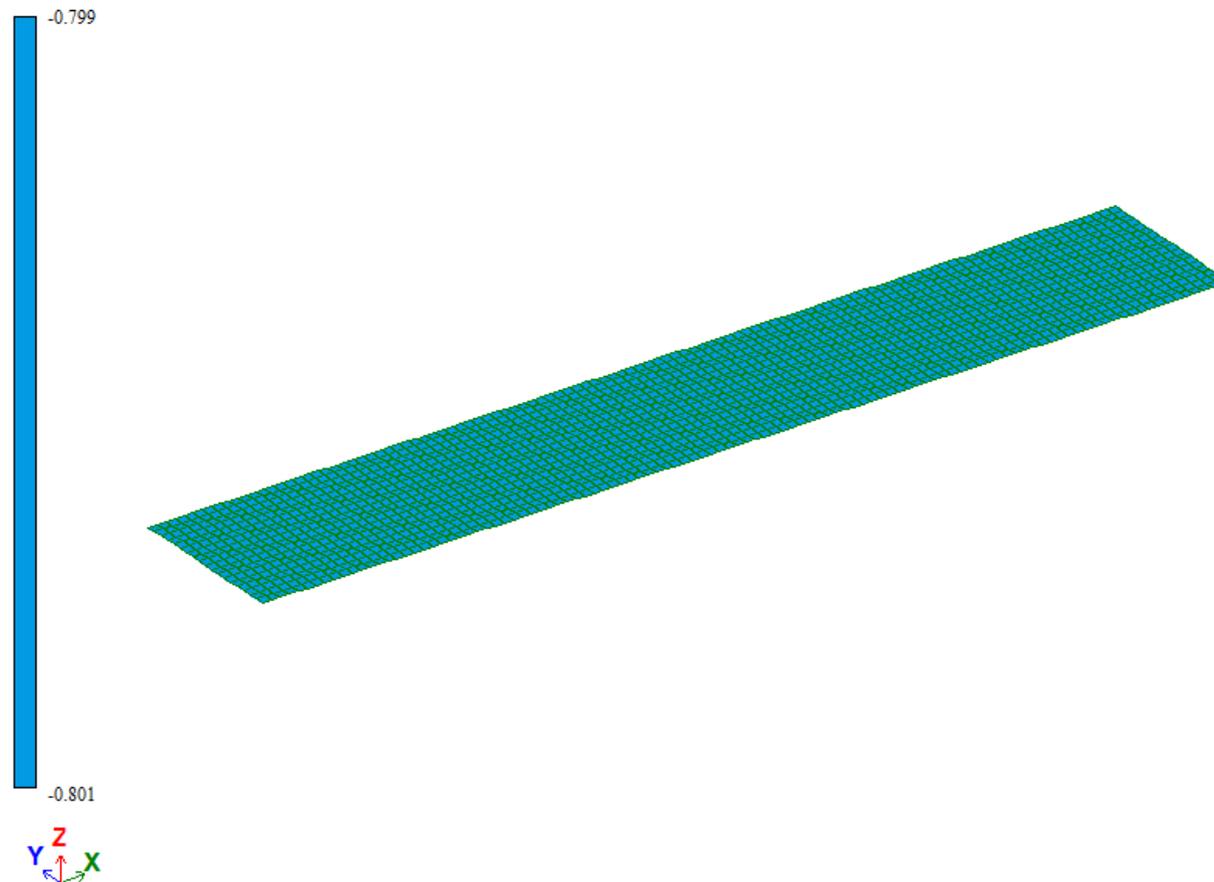
	Плита общая
Группа армирования пластин	+
Тип элемента	Плита
Напряженное состояние	-
Расстояние до ц.т. арматуры, мм	
a <sub>1</sub>	50
a <sub>2</sub>	60
a <sub>3</sub>	50
a <sub>4</sub>	40
Максимальный процент армирования	10
Коэффициент надежности по ответственности	1
Дополнительные коэффициенты условий работы	
- нормальных сечений при сейсмике	0
- наклонных сечений при сейсмике	0
- снижения граничной относительной высоты сжатой зоны	0,85
- бетона при особых (не сейсмических) воздействиях	1
- арматуры при особых (не сейсмических) воздействиях	1,1
- коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1
Класс арматуры	
- продольной	A500
- поперечной	A500
Коэффициент условий работы арматуры	
- продольной	1
- поперечной	1
Максимально допустимый диаметр арматуры, мм	
- продольной	40
- поперечной	6
Класс бетона	B30
Вид бетона	Тяжелый
Условия твердения	Естественное
Коэффициент условий твердения	1
Коэффициенты условий работы бетона	
- учет нагрузок длительного действия $\gamma_{b1}$	0,9
- учет характера разрушения	1
- учет вертикального положения при бетонировании	1
- учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1
Трещиностойкость	Ограниченная ширина раскрытия трещин
Условия эксплуатации конструкции	В помещении
Режим влажности бетона	Естественная влажность
Допустимая ширина раскрытия трещин, мм	
- непродолжительное раскрытие	0,4
- продолжительное раскрытие	0,3

При нулевом значении используются требования норм

При нулевом значении используются требования норм

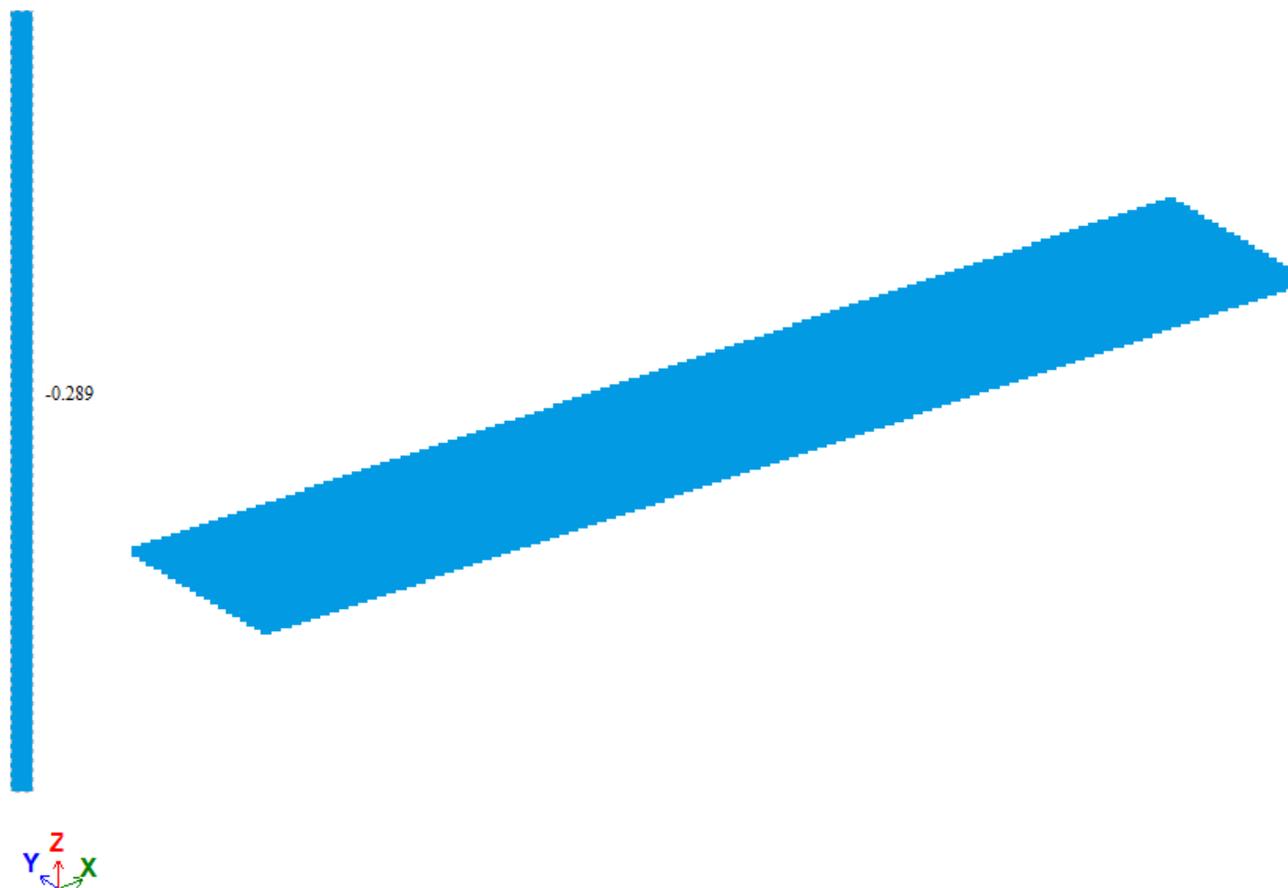
### Результаты расчета плиты пола

РСН1(СП 20.13330.2011/2016\_1)  
Изополя напряжений Rz  
Единицы измерения - т/м2



Расчетное сопротивление под подошвой фундамента при основном сочетании нагрузок, т/м2

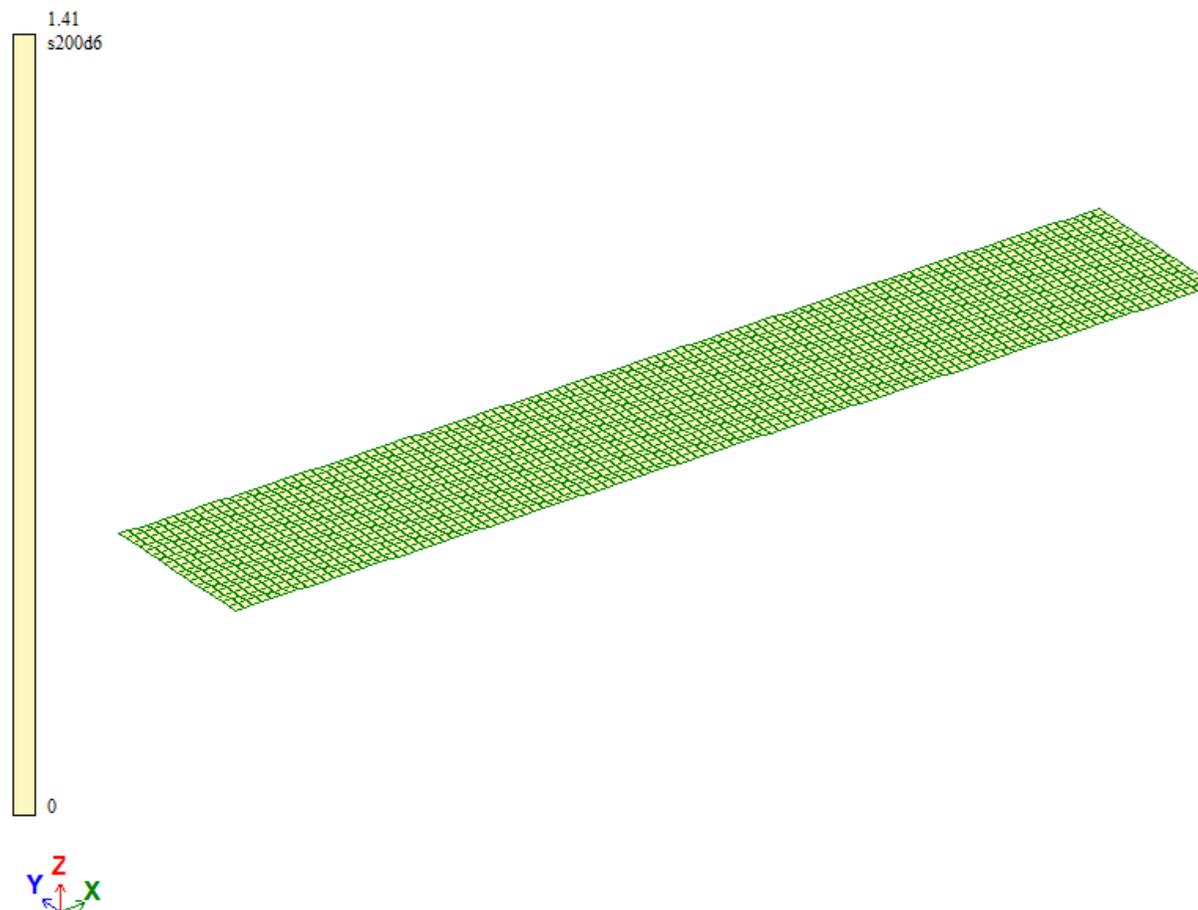
РСН1(СП 20.13330.2011/2016\_1)  
Мозаика перемещений по Z(G)  
Единицы измерения - мм



Перемещения по Z от основного сочетания нагрузок, мм

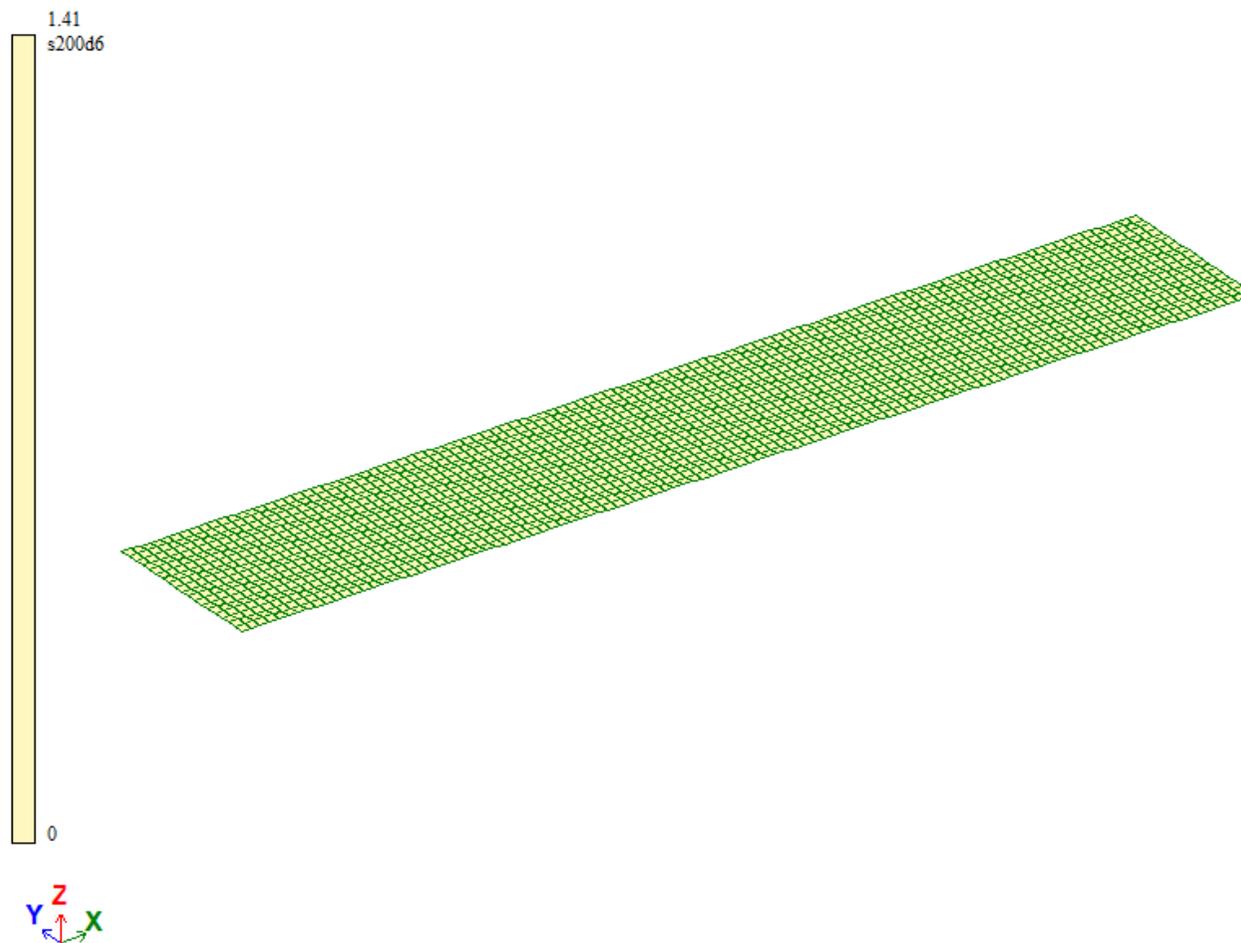
### Результаты армирования

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН:СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
Шаг, Диаметр - мм



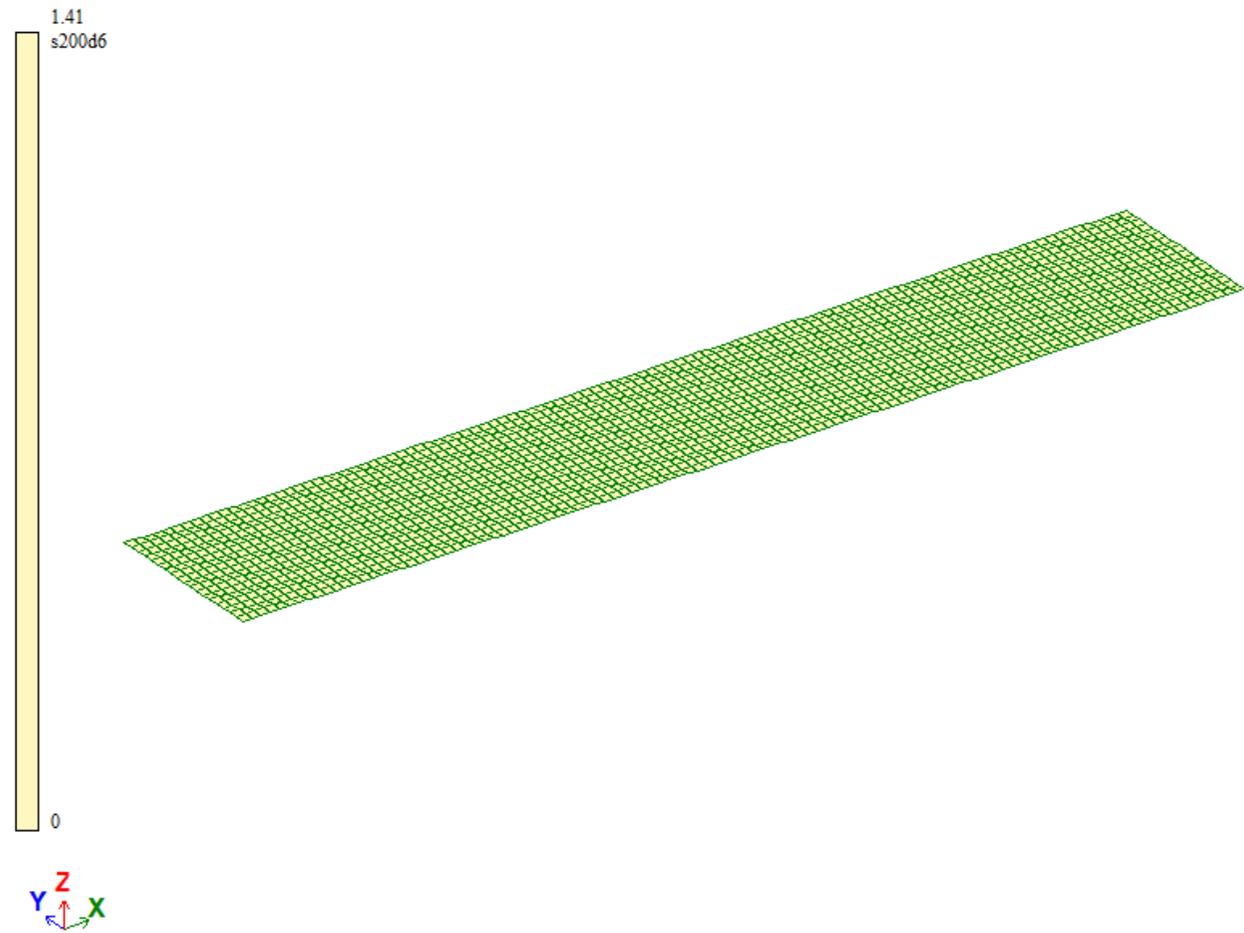
Нижнее армирование по X, мм

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
Шаг, Диаметр - мм



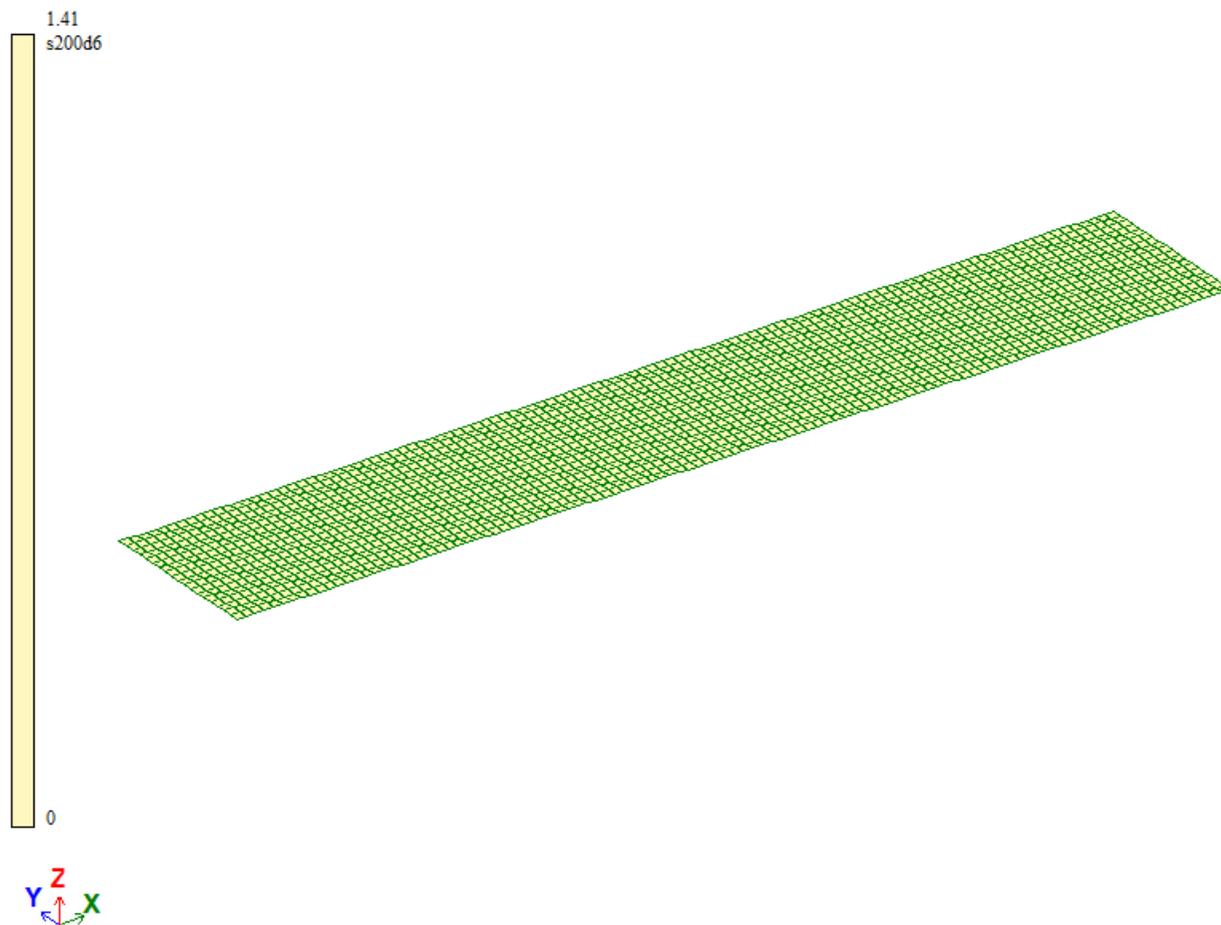
Нижнее армирование по Y, мм

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
Шаг, Диаметр - мм



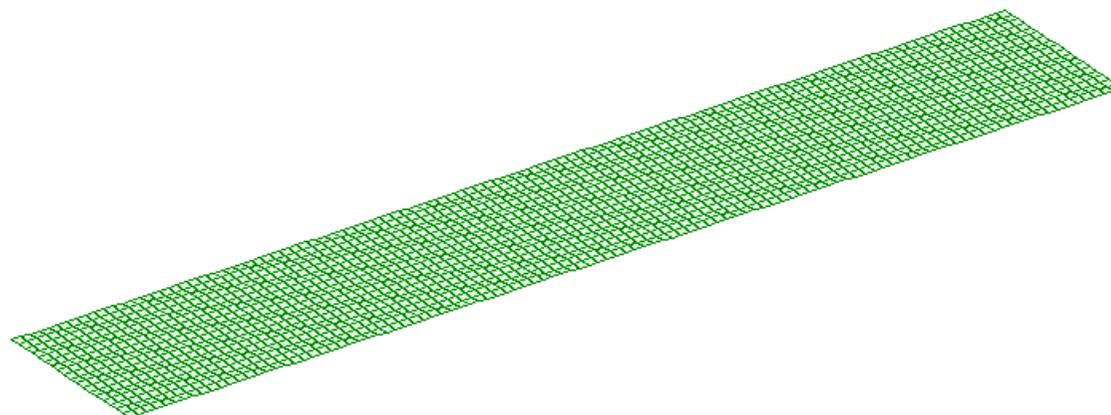
Верхнее армирование по X, мм

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м  
Шаг, Диаметр - мм



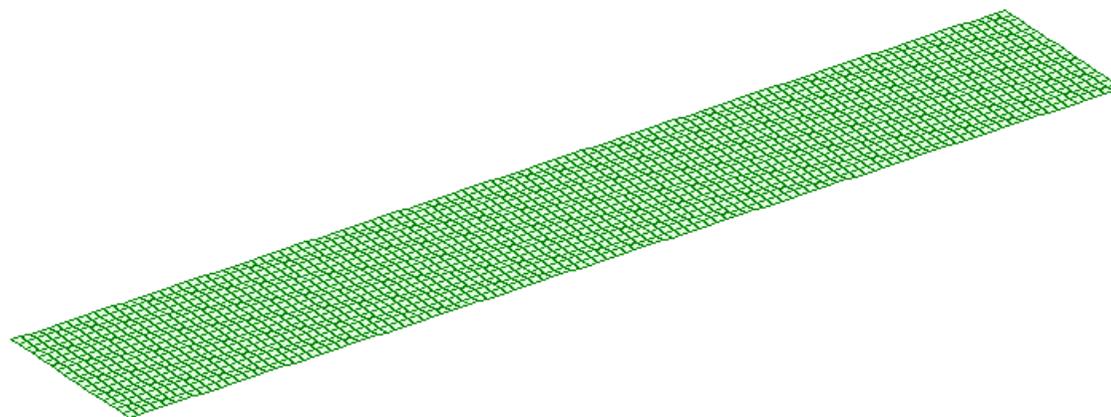
Верхнее армирование по Y, мм

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/1м<sup>2</sup>  
Шаг, Диаметр - мм



Поперечное армирование с шагом стержней 200 мм по X, мм

Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН: СП 20.13330.2011/2016\_1 (СП 63.13330.2012/2018)  
Единицы измерения - см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>  
Шаг, Диаметр - мм



Поперечное армирование с шагом стержней 200 мм по Y, мм

**Вывод по результатам расчета плиты пола:** поперечное армирование в несущей плите пола по расчету не требуется. Давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунта. Максимальное значение осадки фундаментов, а также значение максимальной разности осадок фундаментов в пределах норм.

**Выводы по результатам расчета основания и фундаментов:** давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунта. Максимальное значение осадки фундаментов, а также значение максимальной разности осадок фундаментов в пределах норм.

**Список использованной литературы**

1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»
2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»
3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
4. СП 22.13330.2016 «Основания и фундаменты»
5. СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»
6. СП 56.13330.2011 «Производственные здания»
7. СП 63.13330.2018 «Железобетонные конструкции»