

1. Принципиальные расчетные положения

Цель расчета: определить перемещения узлов конструкции, напряжения и усилия в элементах конструкции, площадь арматуры в ж/б элементах, их несущую способность, оценить устойчивость здания.

1.1. Описание расчетной схемы.

Пространственные статические расчеты выполнены методом конечных элементов (КЭ), с помощью сертифицированного программного комплекса «Лири 2020 R3». Расчеты выполнялись по схеме деформирования здания с использованием пространственной расчетной модели. Под действием нагрузок все конструкции деформируются, причем на тех участках, где перемещения происходят в сторону грунта, в модели задана жесткость обладающая упругими свойствами, возникают реактивные усилия упругий отпор.

1.2. Расчетная схема металлического каркаса.

В расчетных схемах колонны и балки моделировались с помощью конечного элемента "стержень". Оперения колонн надземной конструкции на плиту перекрытия принято жестким. Пространственная жесткость и устойчивость каркаса обеспечивается работой связей.

1.2.1 Расчетная схема сооружения из монолитного железобетона.

В расчетных схемах стены и плиты моделировались с помощью конечного элемента и "пластина".

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №
1.2						Лист
1.1						
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата	1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

2. Нагрузки и воздействия

Классификация нагрузок принята в соответствии с СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия". Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций приняты по таблице 7.1 для металлических конструкций 1,05.

Согласно карте приложения в СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия" здание расположено во II районе по давлению ветра и в III районе по снеговой нагрузке.

Нормативные значения ветрового давления 30 кгс/м² и снеговой нагрузки 155 кгс/м² (по СП 20.13330.2016). **Расчетные значения ветрового давления приняты по расчету:**

Тип местности	B	Размеры здания	
Коэф-т надежности по нагрузке, γ_f	1.4	b=	18 м
Коэф-т надежности по назначению, γ_n	1	a=	2 м
Нормативное значение ветрового давления на 1м ² , w_0	0.03	h=	10 м

Ce	k(z _{ce}) стат.	Статич. Давление, w _{ст}	Коэффициент пульсации давления ветра (z _{ce})	ρ	χ	ν	Динамич. Давление w _р	Суммарное давление w=w _{ст} +w _р
Ветер вдоль основной рамы								
Наветренная сторона:								
0.80	0.65	0.022	1.06	2	10	0.90	0.021	0.043
Подветренная сторона:								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	2	10	0.90	-0.013	-0.027
Боковые поверхности								
для зоны А шириной 3.6 м								
-1.00	0.65	-0.027	1.06	7.2	10	0.86	-0.025	-0.052
для зоны В шириной 14.4 м								
-0.80	0.65	-0.022	1.06	7.2	10	0.86	-0.020	-0.042
для зоны С шириной -16 м								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	7.2	10	0.86	-0.012	-0.026
Ветер поперек основной рамы								
Наветренная сторона:								
0.80	0.65	0.022	1.06	18	10	0.79	0.018	0.040
Подветренная сторона:								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	18	10	0.79	-0.011	-0.025
Боковые поверхности								
для зоны А шириной 0.4 м								
-1.00	0.65	-0.027	1.06	0.8	10	0.91	-0.026	-0.054
для зоны В шириной 1.6 м								
-0.80	0.65	-0.022	1.06	0.8	10	0.91	-0.021	-0.043
для зоны С шириной 16 м								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	0.8	10	0.91	-0.013	-0.027

Таблица 1 Расчет ветровой нагрузки по СП 20.13330.2016

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист
РР

Расчетные значения снеговой нагрузки приняты по расчету:

Вес от снегового покрова (по СП 2013330.2016 – 155 кгс/м2)

Нагрузка от снегового давления на 1м2 принята по СП и рассчитана по формуле:

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

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g = 1 * 1 * 1 * 150 = 155 * 1,4 = \mathbf{217 \text{ кгс/м}^2}$$

где c_e — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5—10.9; Принимаем $c_e = 1$

c_t — термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10; Принимаем $c_t = 1$

μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4; Принимаем $\mu = 1$

S_g — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м2 горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с 10.2. Принимаем $S_g = 155$

коэффициент надежности $\gamma_f = 1,4$, обеспечивающий компенсацию теряющейся со временем прочности материалов конструкций. (п.10.12 СП 20.13330.2016)

Расчет нагрузки от гидростатического давления.

Сила гидростатического давления в расчете не учитывается, так как расчетное сооружение не является доком, согласно перечня нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения из СП 58.13330.2019.

1.1 Боковые стенки.

Гидростатическое давление на боковую стенку $p_{ст} = \rho * g * h_{ст}$

где ρ – плотность воды, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$h_{ст}$ – заглубление стенки под уровень воды, м.

$$h_{ст} = a - z_1,$$

$$h_{ст} = 5,2 - 0,1 = 5,1 \text{ м}$$

$$p_{ст} = 1000 * 9,81 * 5,1 = 50,031 * 10^3 \text{ Па} = 50,03 \text{ кПа.}$$

Сила гидростатического давления на боковую стенку,

$$P_{ст} = \rho * g * h_c * S_{ст} = 1000 * 9,81 * 2,55 * 29,07 = 727,2 * 10^3 \text{ Н} = 727,2 \text{ кН. (не учтена в расчете)}$$

где h_c – заглубление центра тяжести боковой стенки под уровень воды, м;

$$h_c = h_{ст} / 2 = 5,1 / 2 = 2,55 \text{ м}$$

$S_{ст}$ – площадь боковой стенки, находящейся под уровнем воды, м2;

Инв. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Давление грунта от автотранспортной нагрузки:

Давление грунта от технологической автотранспортной нагрузки автомобиля КАМАЗ-65115 г/п = 15т и массой брутто 24,8т на стену сооружения по заданию заказчика = 24800кг, определяем по формуле: $p \cdot \text{tg}^2(45 - \phi/2) = 24800 \cdot 0,18 = 4,464 \cdot 1,2 = 5,357 \text{т/м}^2$.

Сосредоточенная сила от автотранспортной нагрузки:

Сосредоточенная сила от технологической автотранспортной нагрузки автомобиля КАМАЗ-65115 г/п = 15т и массой брутто 24,8т на перекрытие сооружения по заданию заказчика = 24800кг, определяем по пункту 8,4,2 СП 20.13330.2016: $0,5Q = 24800 \cdot 0,5 = 12400 \text{кг}$ и прикладываем на расчетную модель в соответствии данному пункту.

Обоснование принятой зоны сейсмического воздействия:

Расчетное значение сейсмической нагрузки S_{i0ik} для г. Белгород, принято по СП 14 13330.2018 с сейсмичностью площадки по карте ОСР-2015 для $B < 7$ (меньше семи баллов), вероятность превышения 5% или 95% не превышения указанной бальности согласно районам в картах ОСР-2015-В.

Таблица нагрузок

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №
	1.2					
	1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата	1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР
						Лист
						РР

Таблица 1. Постоянные нагрузки на конструкции

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Статические				
Нагрузка от гидростатического давления на стены и перегородки		5003	1,2	6004
Нагрузка от гидростатического давления на фундаментную плиту		5003	1,2	6004
Давление грунта на плиту со стороны напора грунта		2511	1,15	2887
Давление грунта от полезной равномерно распределенной нагрузки от людей на стенку	200*0,18	36	1,2	45
Давление грунта на плиту перекрытия от собственного веса грунта		3270	1,15	3760
Давление грунта от полезной равномерно распределенной нагрузки от людей на плиту перекрытия		200	1,2	240
Давление грунта от автотранспортной нагрузки на стену сооружения	24800*0,18	4464	1,2	5357
Сосредоточенная сила от автотранспортной нагрузки на перекрытие сооружения		24800	0,5	12400
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		45287		36697

Таблица 2. Временные и кратковременные нагрузки

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Снеговая нагрузка		155	1,4	217
Ветровая нагрузка	Таблица 1. Расчет ветровой нагрузки по СП 20.13330.2016	30	1,4	43
<i>Всего кратковременной нагрузки:</i>		185		260

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

1. Постоянное

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

2. Длительное
3. Кратковременное
4. Ветровое (с учетом пульсационной составляющей в статическом нагружении).

3. Правила чтения результатов расчета.

В приведенном в отчете результатах расчетов (приложение №1) приняты следующие правила.

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №	
1.2						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
1.1							РР
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата		

Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси. Перемещения имеют следующую индексацию:

X - линейное по оси X;

Y - линейное по оси Y;

Z - линейное по оси Z.

Универсальный пространственный стержневой КЭ элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

M изгибающий момент относительно оси Y1; Y положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

M изгибающий момент относительно оси Z1; Z положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

Прямоугольный пространственный КЭ оболочки воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N нормальное напряжение вдоль оси X1; X положительный знак соответствует растяжению.

N нормальное напряжение вдоль оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению.

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1; X положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

R реактивный отпор грунта (при расчете оболочек на упругом Z основании); положительное усилие действует по направлению оси Z1 (грунт растянут).

4. Выводы

1. Определенная расчетом арматура соответствует загрузкам по РСН и РСУ.
2. В принятых конструктивных решениях пространственная жесткость и устойчивость сооружения обеспечены.

5. Список литературы

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
2. СП 63.13330.2018 «Бетонные и Железобетонные конструкции».
3. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения основные положения».

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №	
1.2						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
1.1							РР
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата		

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.2		
1.1		

Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата
------	------	------	-----	-------	------

Таблица РСН

Расчетные сочетания нагрузок

Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2011/2016_1

Коэф. надежности по ответственности: Не учитывать сейсмику для I-го РС Не учитывать особое загруз. для II-го РС

В расчетной схеме заданы: расчетные нагрузки нормативные нагрузки

Коэф. надежности по ответственности для I-го РС: 1
 для II-го РС: 1
 для особых сочетаний: 1

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительно.	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6
1	Нагрузка от собственного веса K = 1,1	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2	Гидростатическая нагрузка на дно	Длгт. доминир.1 (P1)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
3	Гидростатическая нагрузка на стены	Длгт. доминир.1 (P1)	+	1	1.0	1.0	1.	0.	0.	0.	0.	1.
4	Гидростатическая нагрузка на стены Б.О.	Длгт. доминир.1 (P1)	+	1	1.0	1.0	0.	1.	0.	0.	0.	0.
5	Давление от грунта на стены	Постоянное (P)	+	1	1.0	1.0	0.	0.	1.	0.	0.	0.
6	Давление от людей на стены	Кратк. доминир.1 (P1)	+	1	1.0	0.35	0.	0.	0.	1.	0.	0.
7	Давление от автомобилей на стены	Кратк. доминир.1 (P1)	+	1	1.0	0.35	0.	0.	0.	0.	1.	0.
8	Давление грунта на плиту перекрытия	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
9	Давление грунта от людей на плиту перекрытия	Кратк. доминир.1 (P1)	+		1.0	0.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.
10	Давление от автомобилей на плиту перекрытия	Кратк. доминир.1 (P1)	+		1.0	0.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.
11	Нагрузка в местах опирания каркаса цеха	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
12	Технологическая нагрузка	Длгт. доминир.1 (P1)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
13	Нагрузка от конструкции пола 1г/н2	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.

Основное сочетание
 Особое сочетание

$$P^d + \psi_{1j} P_{1j}^d + \sum_{i=2}^n \psi_{1i} P_{1i}^d + \psi_{11} P_{11}^d + \psi_{12} P_{12}^d + \sum_{j=3}^n \psi_{1j} P_{1j}^d$$

Добавить

Коэффициенты

Расчетные сочетания усилий

Строительные нормы: СП 20.13330.2016

Номер загрузки: 1 Нагрузка от собственного веса K = 1,1

Вид загрузки: Постоянное (0) По умолчанию

N группы объединяемых временных загрузок: 0

Учитывать знакопеременность:

N группы взаимоисключающих загрузок: 0

NN сопутствующих загрузок: 0 0

Коэффициент надежности: 1.00

Доля длительности: 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов: Кран Тормоз

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сочет.	6 сочет.
4	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
6	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
8	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
9	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
10	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
11	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
12	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
13	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№.	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Нагрузка от ...	Постоянное ...	0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Гидростатиче...	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
3	Гидростатиче...	Длительное ...	1 0 0 1 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
4	Гидростатиче...	Длительное ...	1 0 0 1 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
5	Давление от ...	Постоянное ...	0 0 0 1 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Давление от ...	Кратковреме...	2 0 0 1 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
7	Давление от ...	Кратковреме...	2 0 0 1 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
8	Давление гр...	Постоянное ...	0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
9	Давление гр...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
10	Давление от ...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
11	Нагрузка в м...	Постоянное ...	0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
12	Технологиче...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
13	Нагрузка от ...	Постоянное ...	0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00

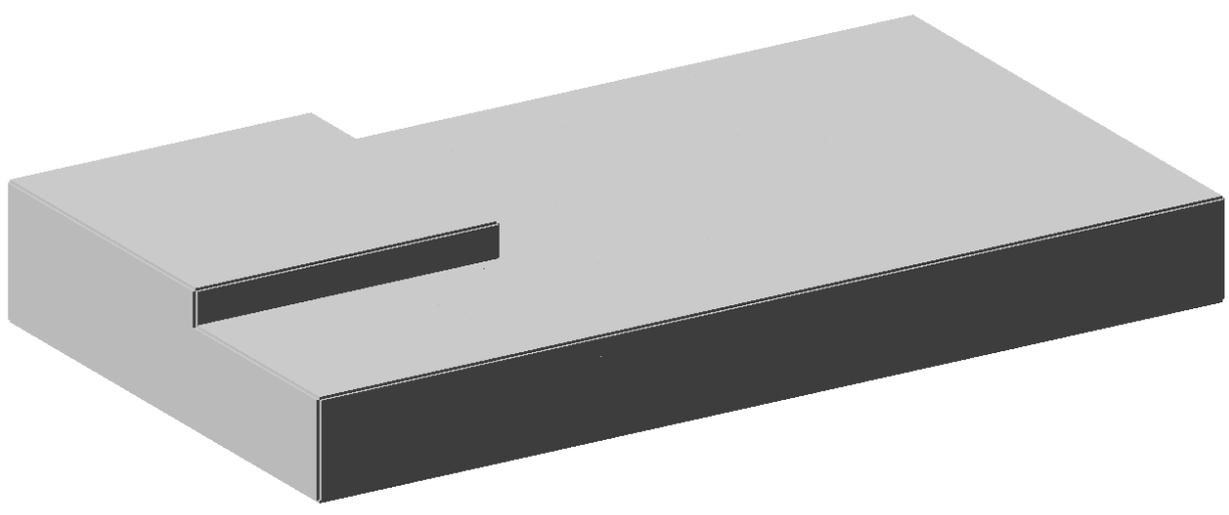
Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

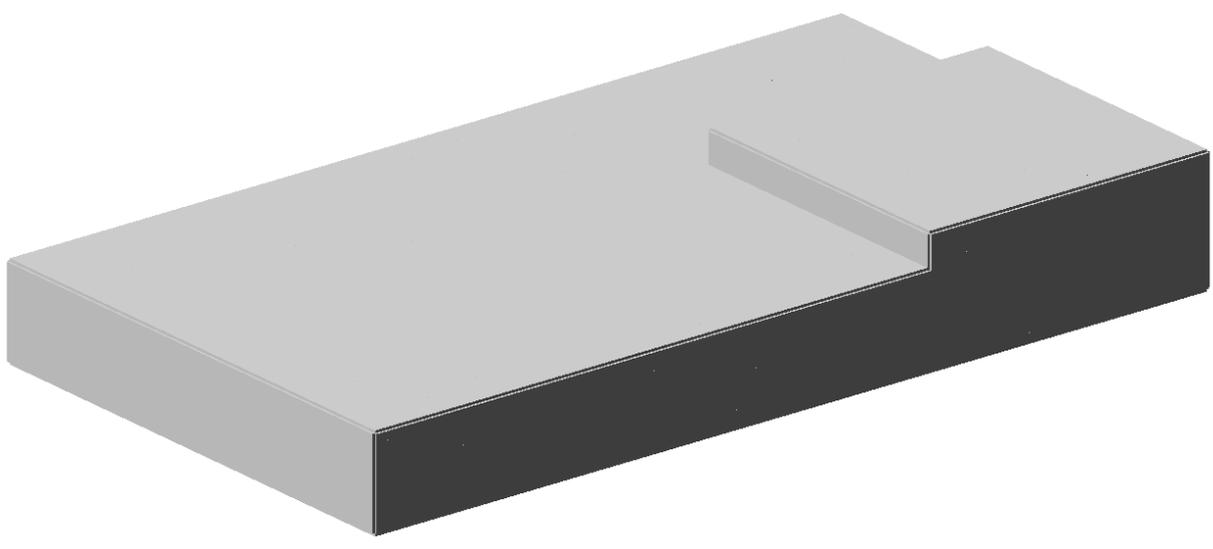
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Приложение №1. Результаты статического расчета каркаса здания

кж жемчужина.3d



кж жемчужина.3d



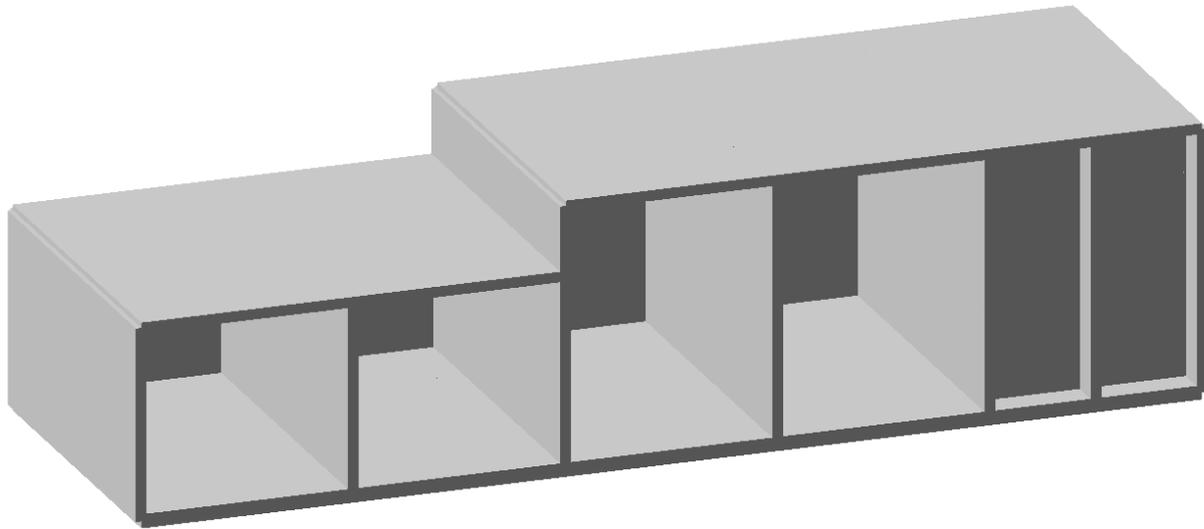
3D модель общего вида подземного сооружения

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

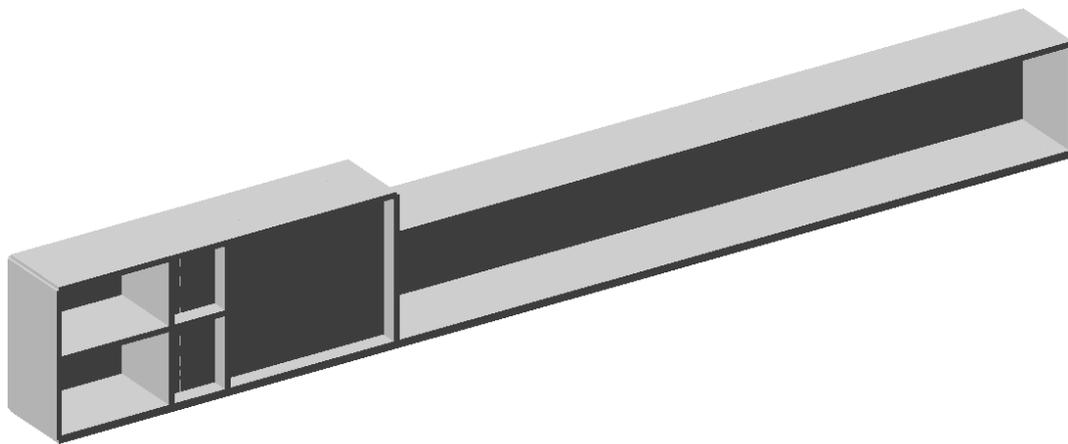
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

кжжмчуэина.3д



3D модель подземного сооружения (фрагмент №1)

кжжмчуэина.3д



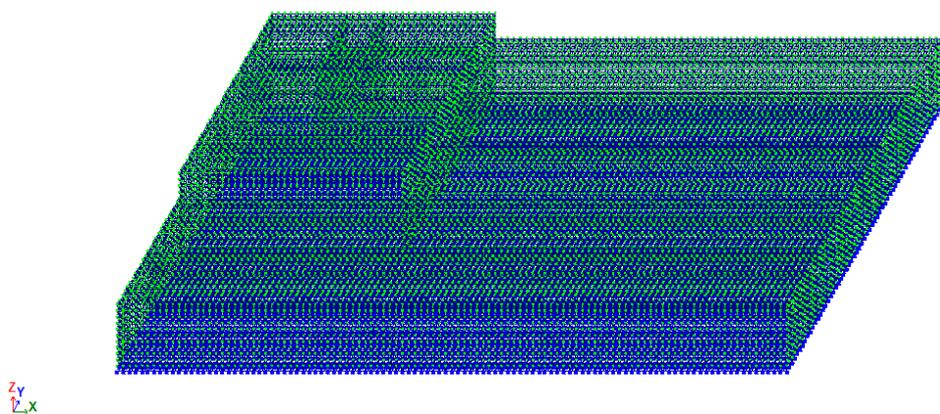
3D модель подземного сооружения (фрагмент №2)

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Нагрузка от собственного веса K = 1.1



Расчетная схема конструкции сооружения

Нагрузка от собственного веса K = 1.1

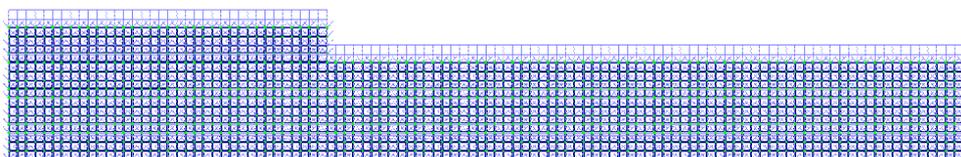


Схема нагрузки от собственного веса

Гидростатическая нагрузка на дно 0.04 кПа/м²

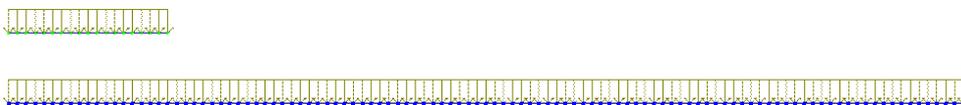


Схема нагрузки от гидростатического давления на фундамент и плиту гашения напора

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Гидростатическая нагрузка на стены Ц.О. 60.04 мПа

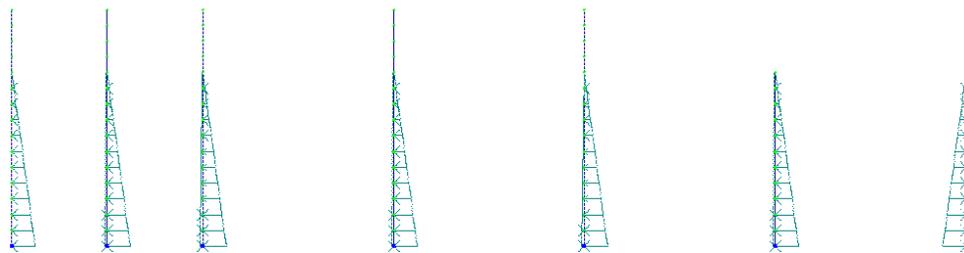


Схема нагрузки от гидростатического давления на стены вдоль цифровых осей

Гидростатическая нагрузка на стены Б.О. 60.04 мПа

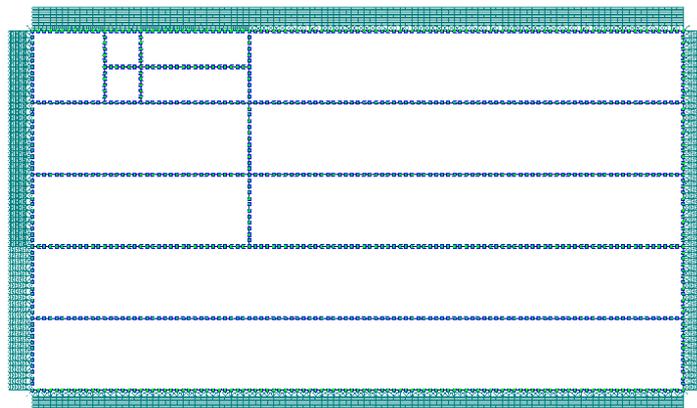


Схема нагрузки от гидростатического давления на стены вдоль буквенных осей

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.2		
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
	№до	Подп.
	Дата	

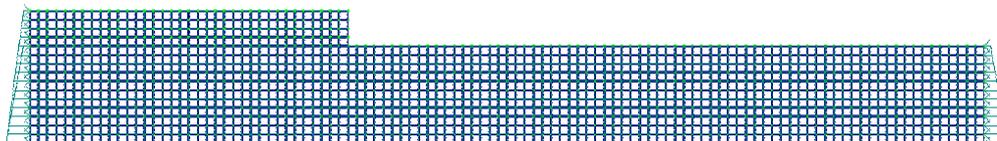
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Давление от грунта на стенки 3.013гнМ



Y
x

Давление от грунта на стенки 3.013гнМ



Z
x

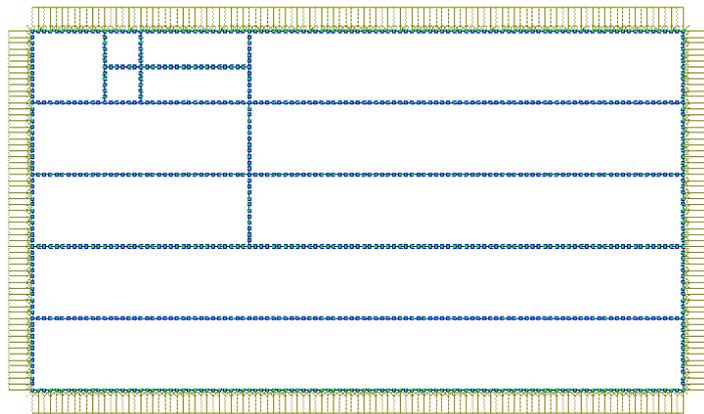
Схема нагрузки от давления грунта на ограждающие стены на плане и в профиль

Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

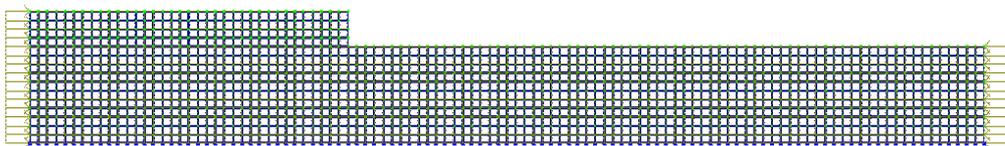
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Давление от людей на стены 0.045т/м2



Y
x

Давление от людей на стены 0.045т/м2



Z
x

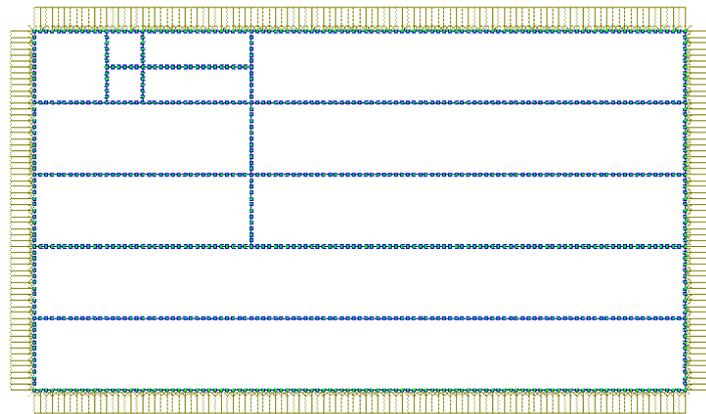
Схема нагрузки давления грунта от людей на ограждающие стены на плане и в профиль

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

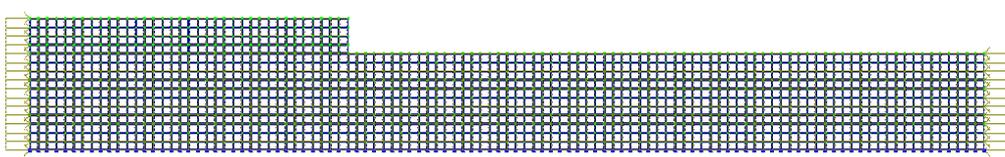
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Давление от автомобилей на стенки 4.464:м2



Y
x

Давление от автомобилей на стенки 4.464:м2



Z
x

Схема нагрузки давления грунта от автомобилей на ограждающие стены на плане и в профиль

Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Давление грунта на плиту перекрытия 3.27/102



Схема нагрузки от давления грунта на перекрытие

Давление грунта от людей на плиту перекрытия 0.24:



Схема нагрузки давления грунта от людей на перекрытие

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Давление от автомобилей на плиту перекрытия 12.4г

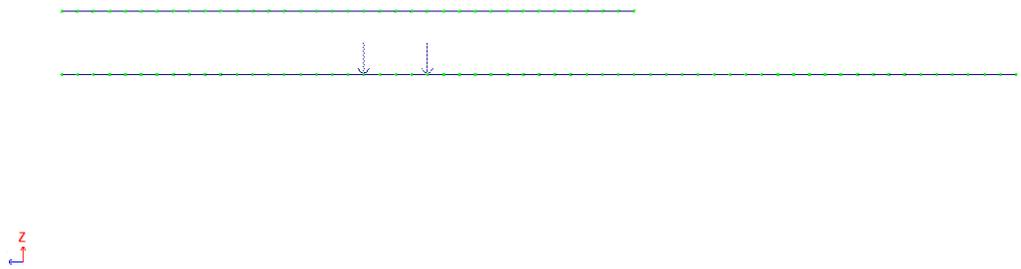


Схема нагрузки давления грунта от автомобилей на перекрытие, отм.-2,000

Нагрузка в местах опирания каркаса цеха 18.5г

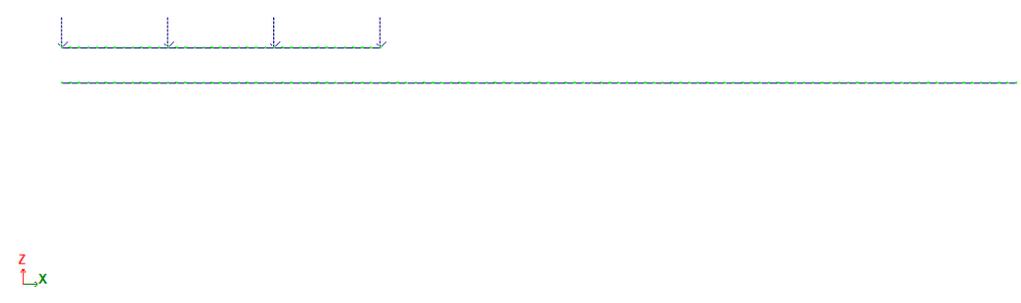


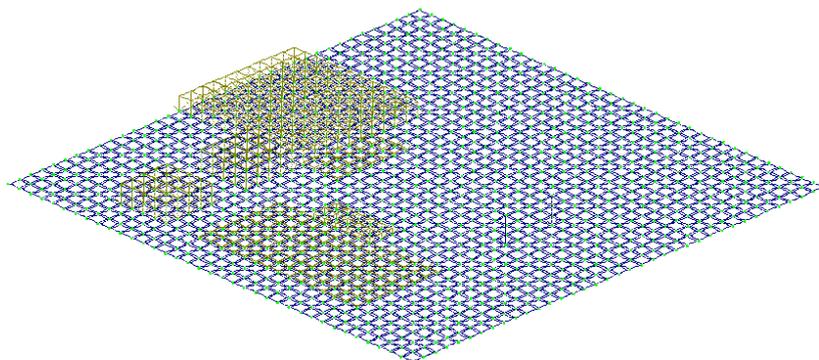
Схема нагрузки давления силы опирания каркаса надземной конструкции цеха, отм.0,000

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Технологическая нагрузка



Технологическая нагрузка



Схема технологической нагрузки в профиль и на плане на плиту перекрытия цеха, отм.0,000

Нагрузка от конструкции пола 1-го я



Схема нагрузки на фундаментную плиту от конструкции пола, ила и бетонных откосов, отм.-7,100

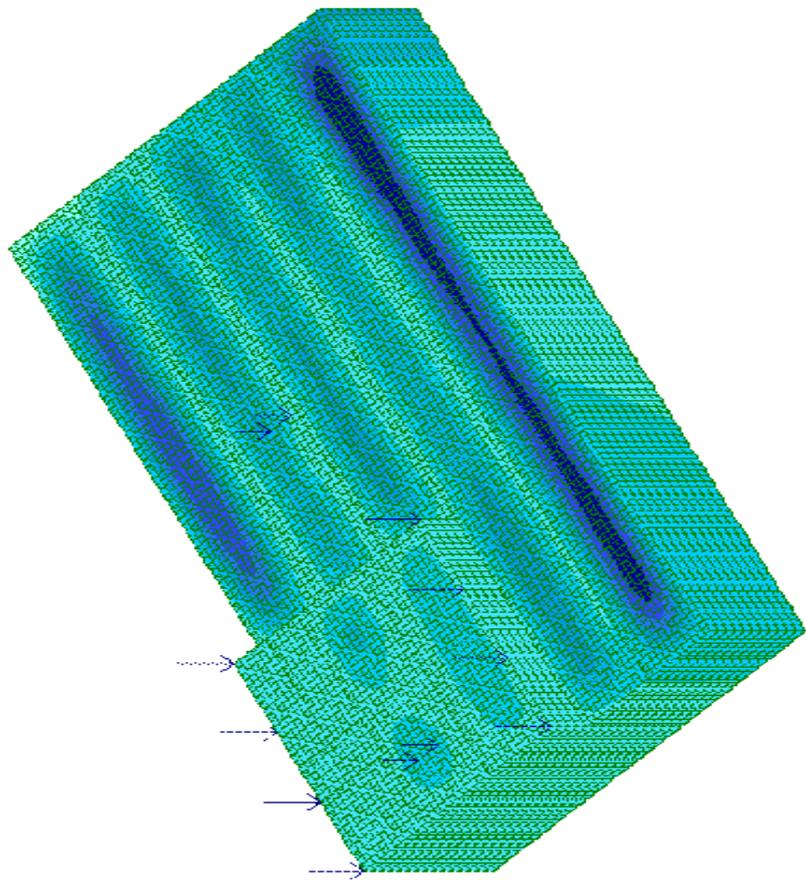
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР



1
 Изоплота перемещений по Z (G)
 Единицы измерения - мм

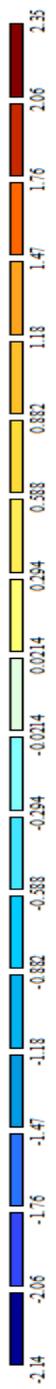


Мозаика перемещений по РСН вдоль оси Z в деформируемом состоянии

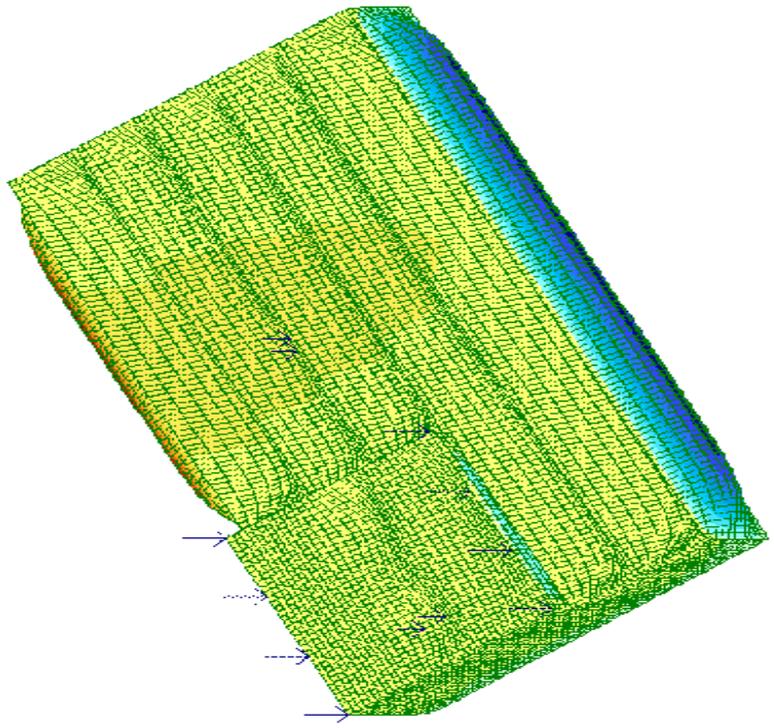
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



1
Изометрия перемещений по Y (G)
Единица измерения - мм

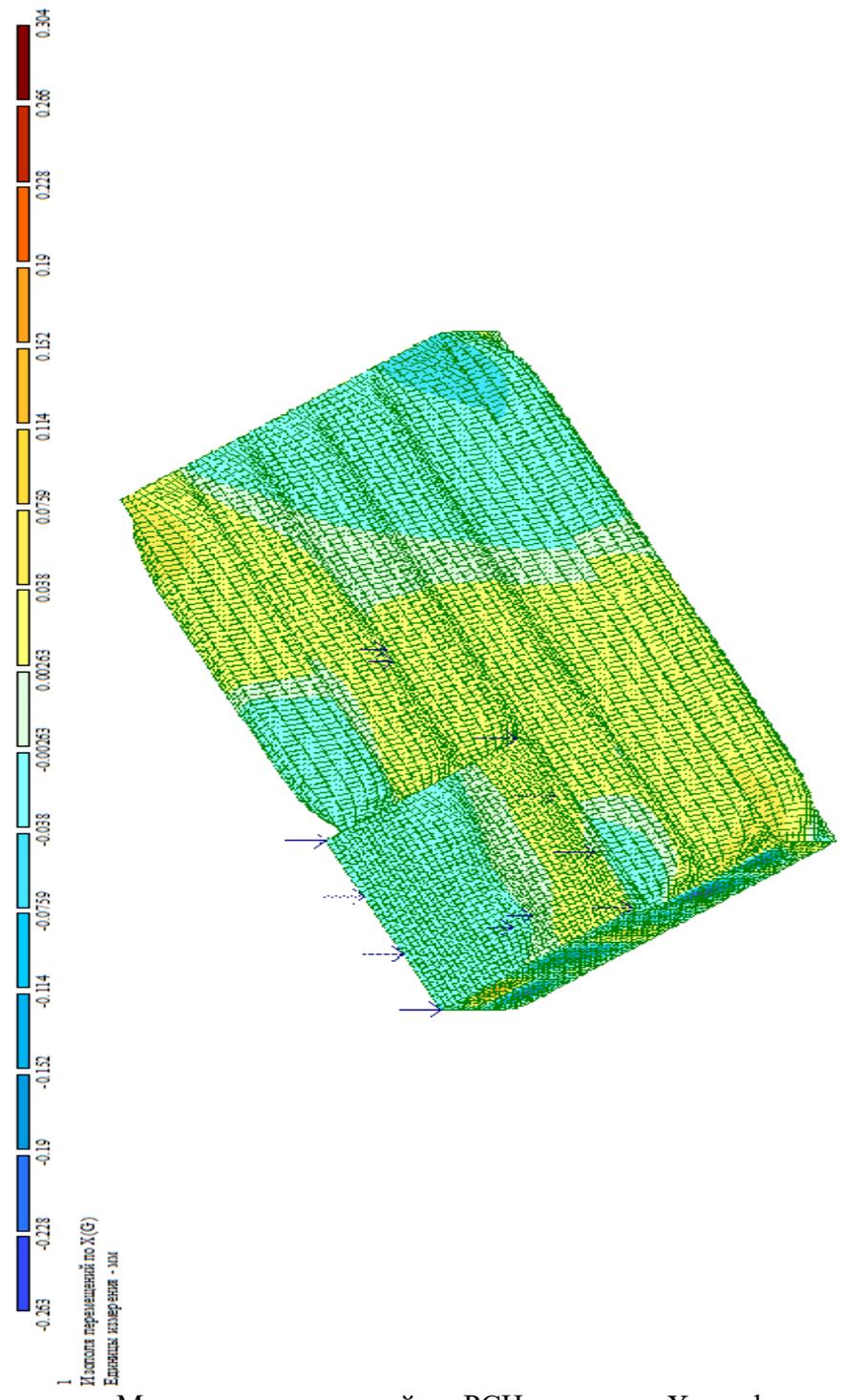


Мозаика перемещений по РСН вдоль оси Y в деформируемом состоянии

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

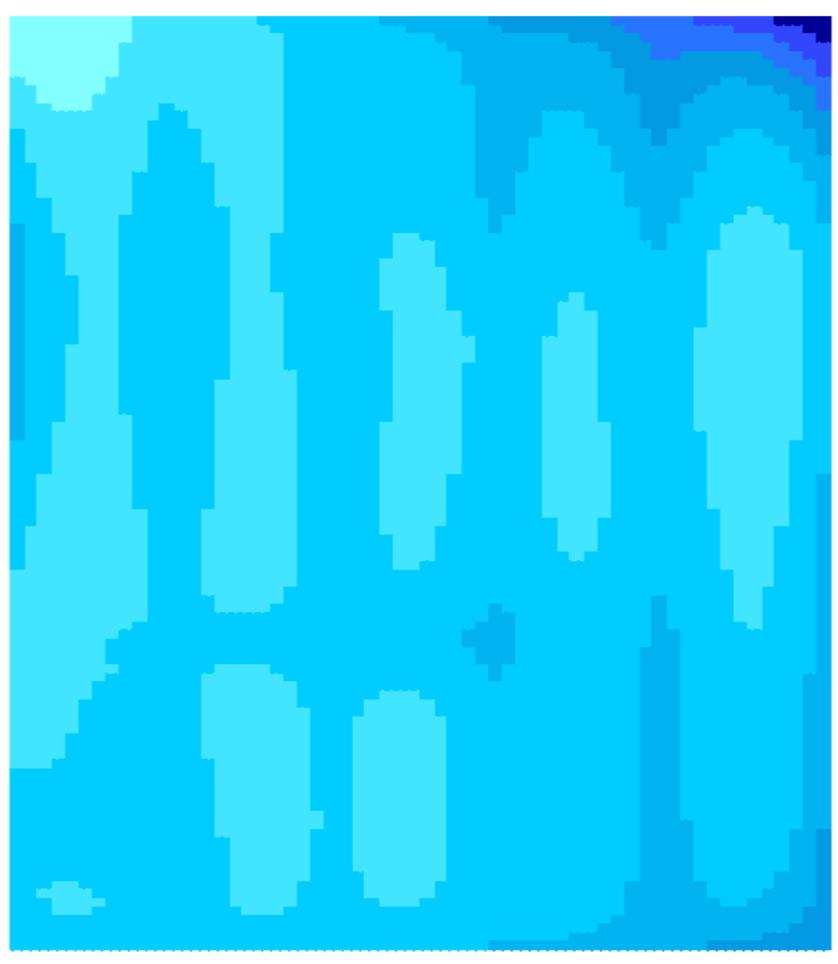
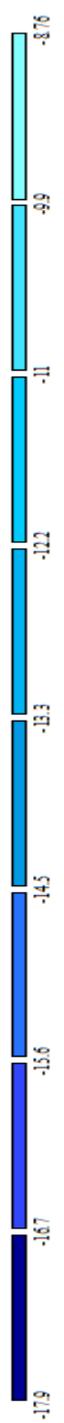
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



1
 Изоплота перемещений по X (G)
 Единицы измерения - мм

Мозаика перемещений по РСН вдоль оси X в деформируемом состоянии

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата



1
 Мозаика результатов по R_z
 Единица измерения - 10^4 кг^2



Мозаика результатов расчетного сопротивления R_z под подошвой фундамента

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

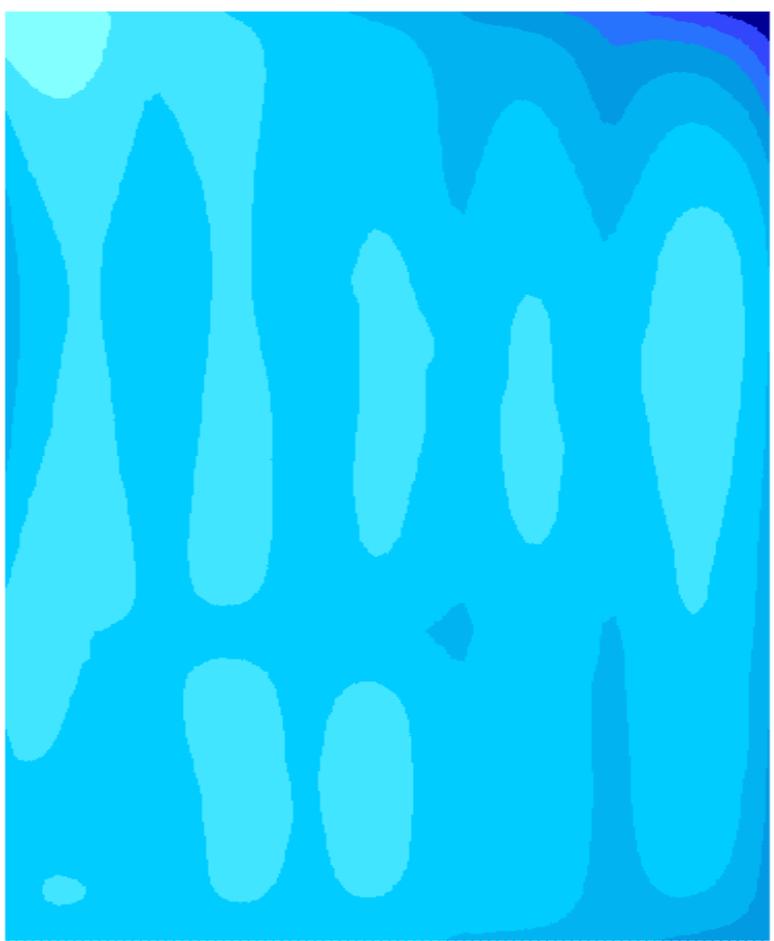
1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



1
 Источник перемещений по Z (Z)
 Единица измерения - мм

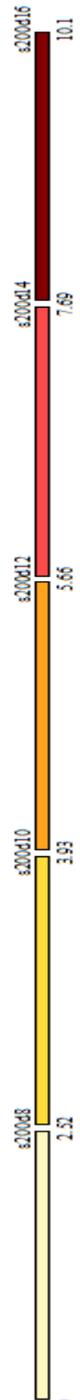


Мозаика перемещения фундаментной плиты от РСН по оси Z

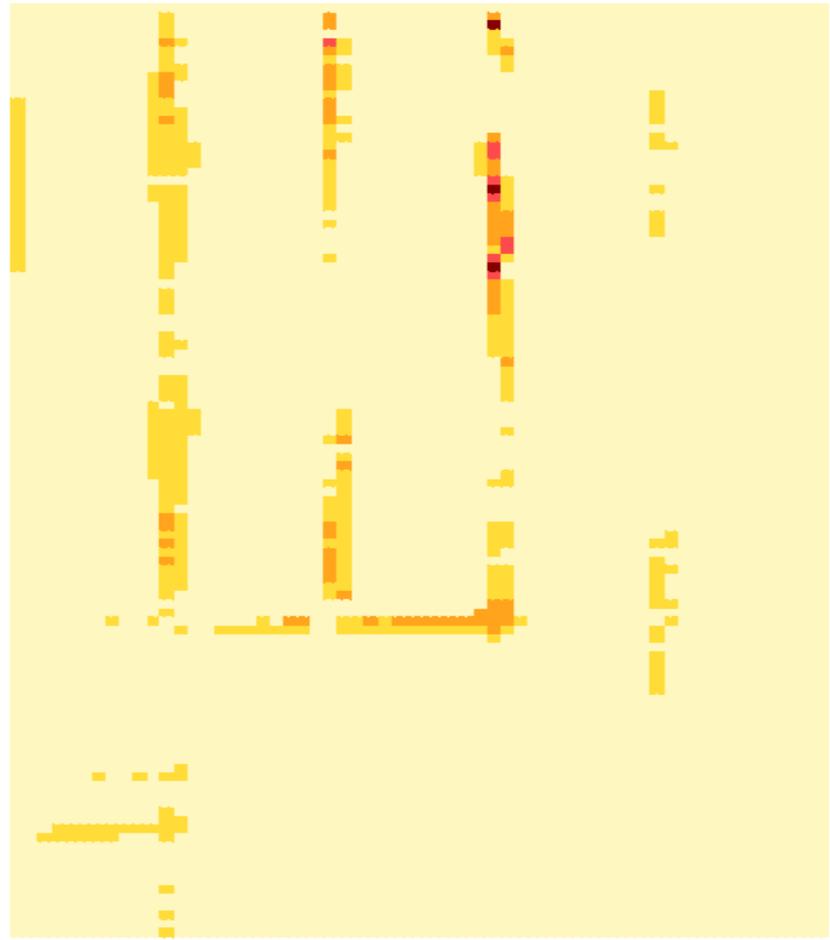
1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шт. Динаер - 101



Площадь арматуры на 1м по оси X у нижней грани (божки-стенки - посередине), максимум в элементе 5185

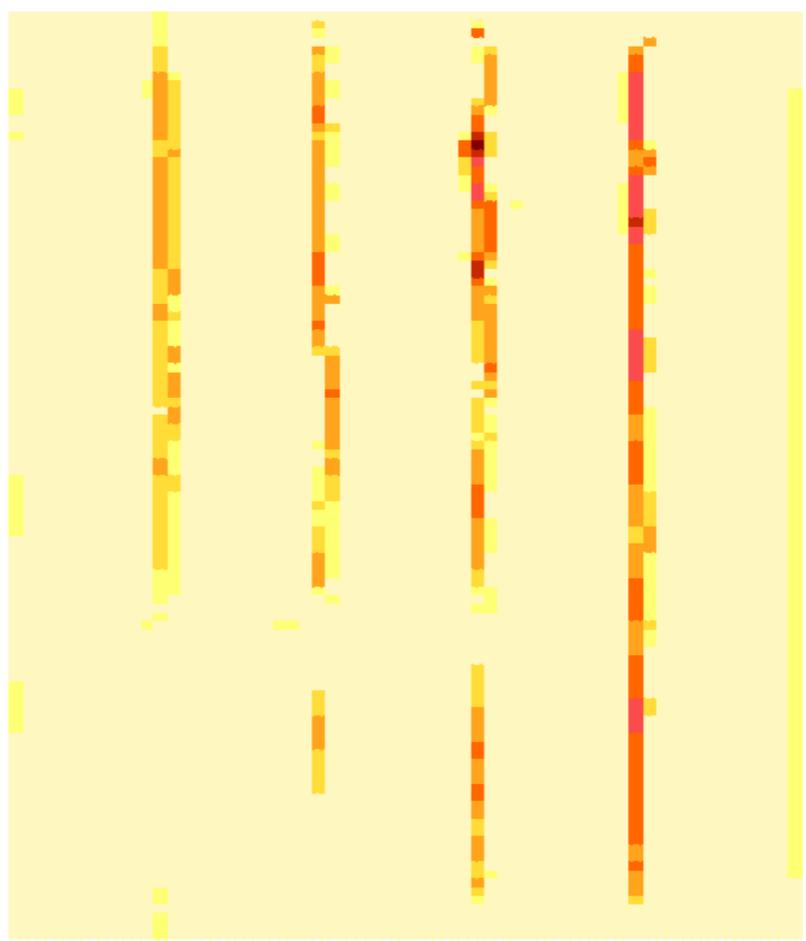
Мозаика результатов подбора нижнего армирования фундаментной плиты по X

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/лм
 Шаг, Диаметр - мм

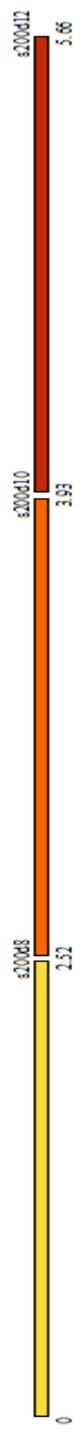


Площадь арматуры на 1лм по оси Y у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 5545

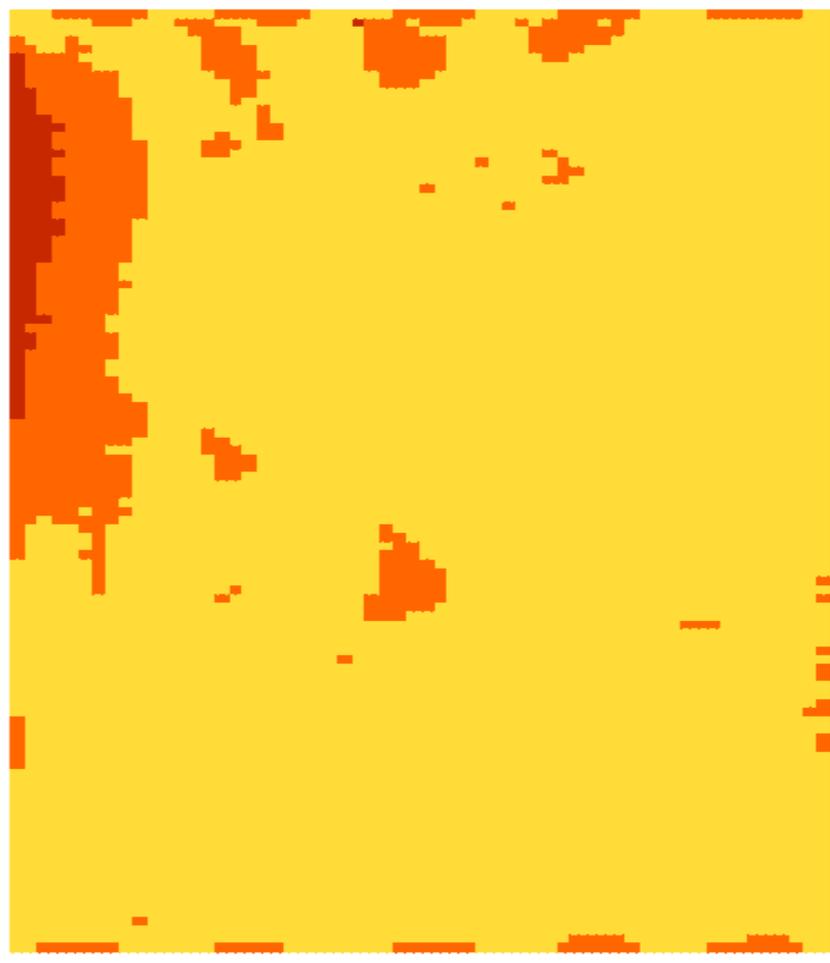
Мозаика результатов подбора нижнего армирования фундаментной плиты по Y

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, Диаметр - мм

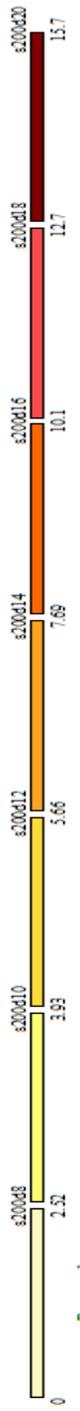


Площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани, максимум в элементе 3620

Мозаика результатов подбора верхнего армирования фундаментной плиты по X

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструктивного решения
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, Диаметр - мм

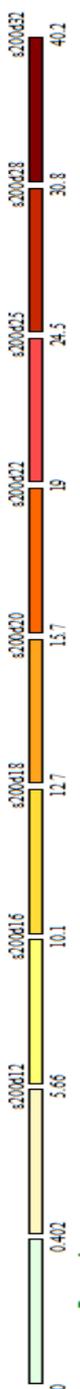


Площадь арматуры на 1м по оси Y в верхней грани, максимум в элементе 4511

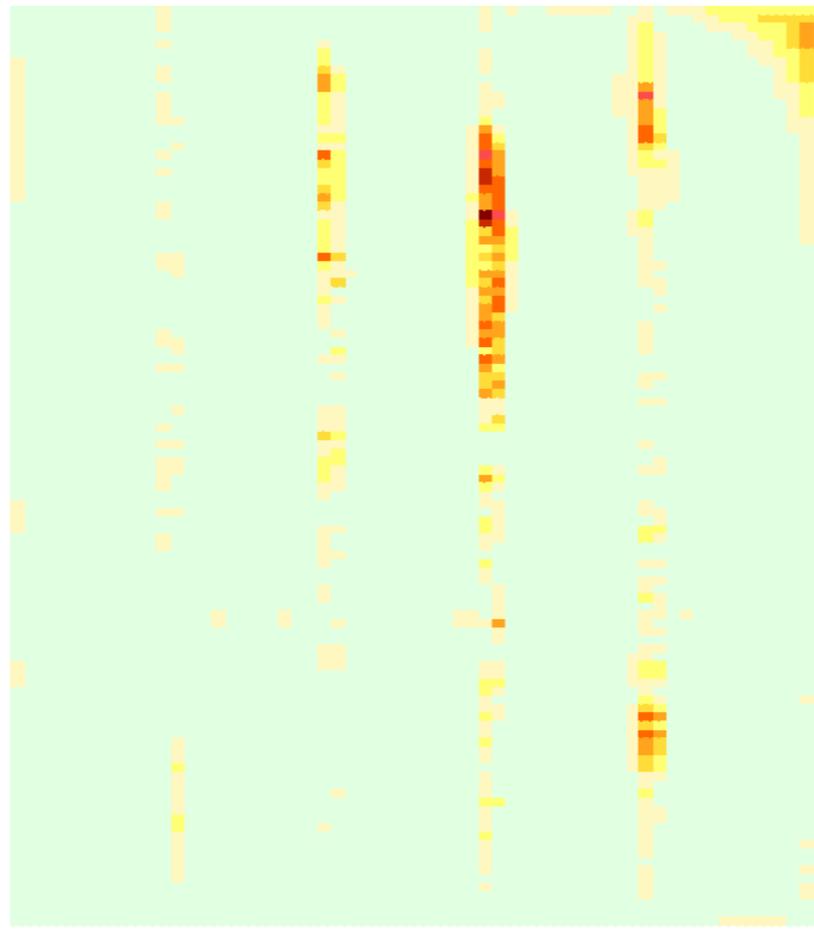
Мозаика результатов подбора верхнего армирования фундаментной плиты по Y

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, Диаметр - мм



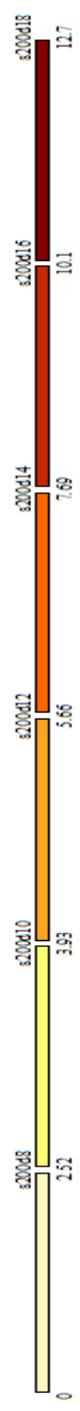
Площадь поперечной арматуры вдоль оси Y при шаге 100 см; максимум в плане 5005

Мозаика результатов подбора поперечного армирования фундаментной плиты

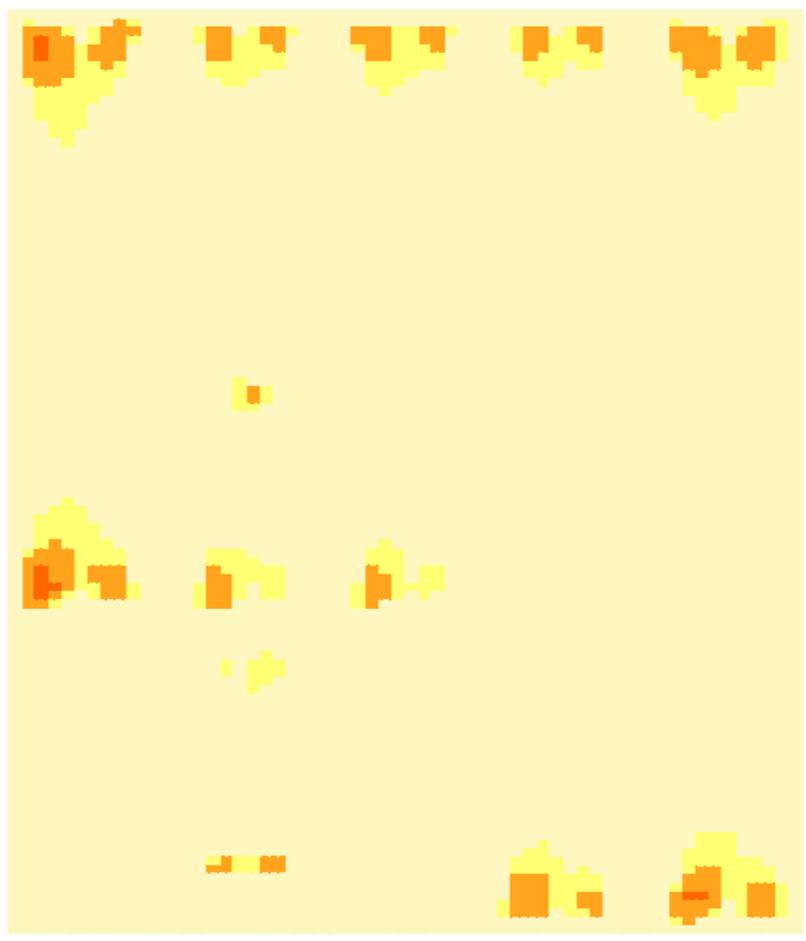
1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант армирования Бариланг 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь арматуры на 1м² по оси X у нижней грани (ближ. стержни - посередине), максимум в элементе 22734

Мозаика результатов подбора нижнего армирования плиты перекрытия по X

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструктивного решения: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см*2/м
 Шаг, Диаметр - мм

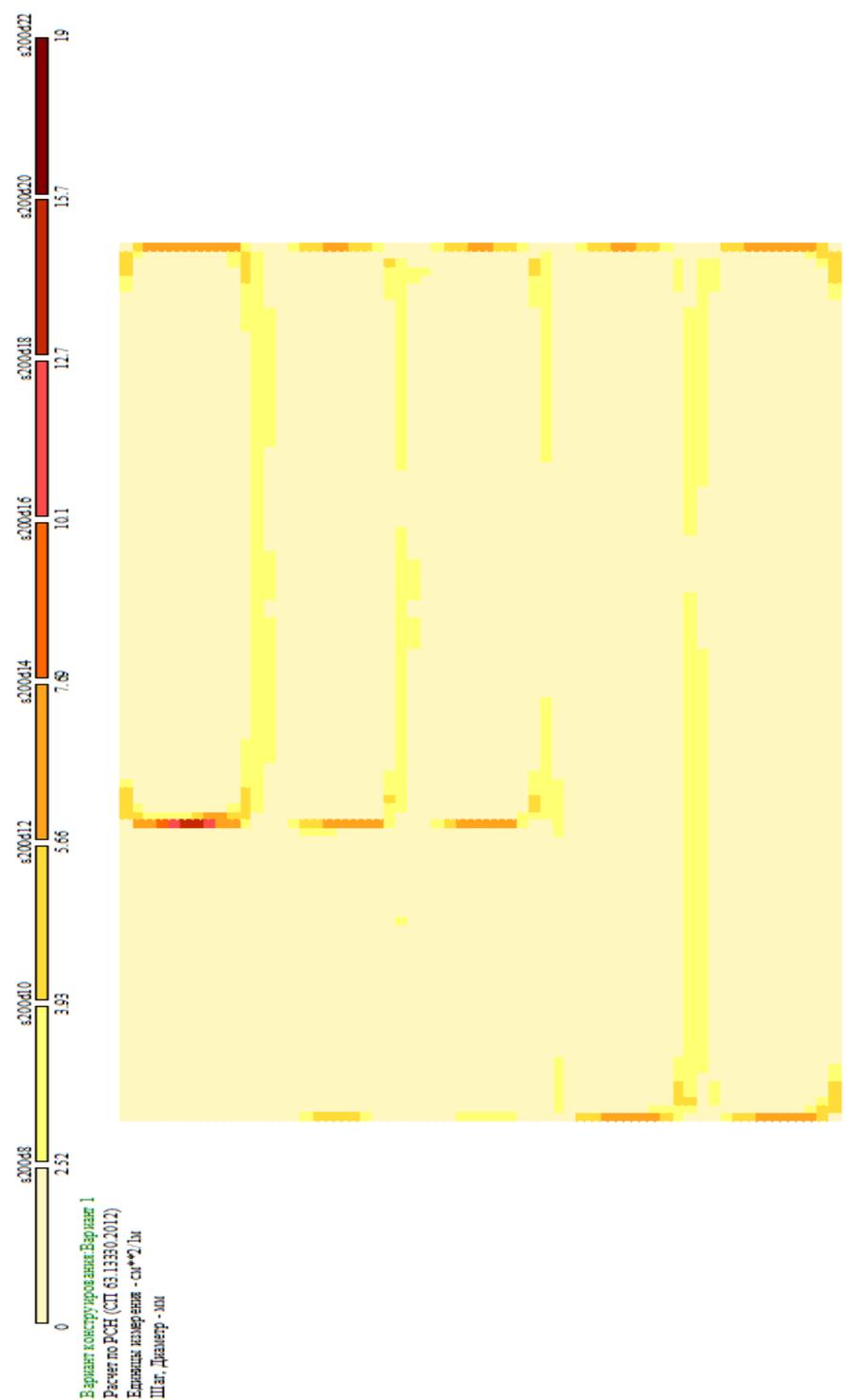


Площадь арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 11045

Мозаика результатов подбора нижнего армирования плиты перекрытия по Y

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, диаметр - мм



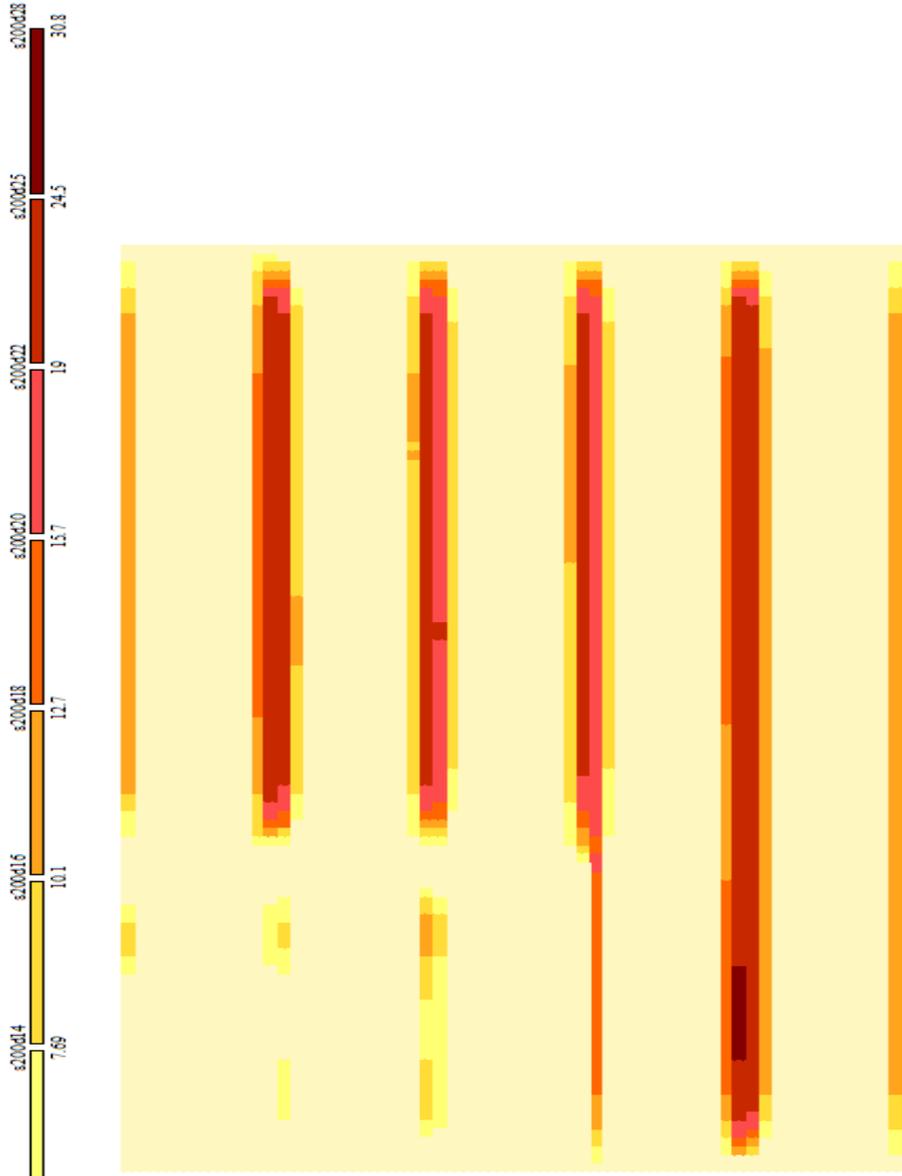
Площадь арматуры на 1м² по оси X у верхней грани, максимум в элементе 2306

Мозаика результатов подбора верхнего армирования плиты перекрытия по X

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструктивного решения 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см²/м
 Шаг, Диаметр - мм

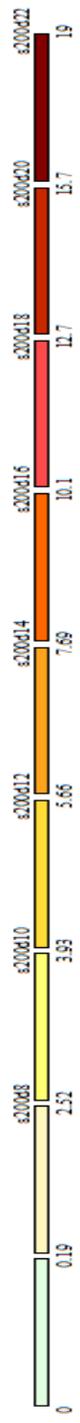
Y ↑ X
 Площадь армирования 1 по оси Y у верхней грани, максимум в значении 17581

Мозаика результатов подбора верхнего армирования плиты перекрытия по Y

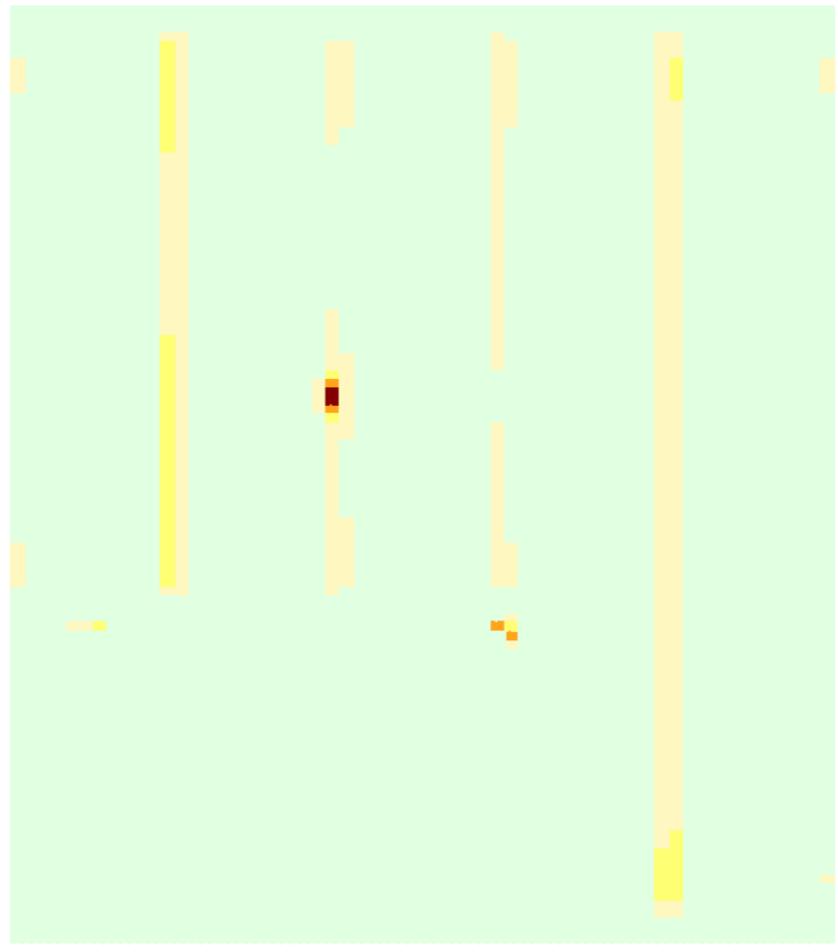
1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 63.13330.2012)
 Единица измерения - см*%²/м
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь поперечной арматуры вдоль оси Y при шаге 100 см, максимум в элементе 10357

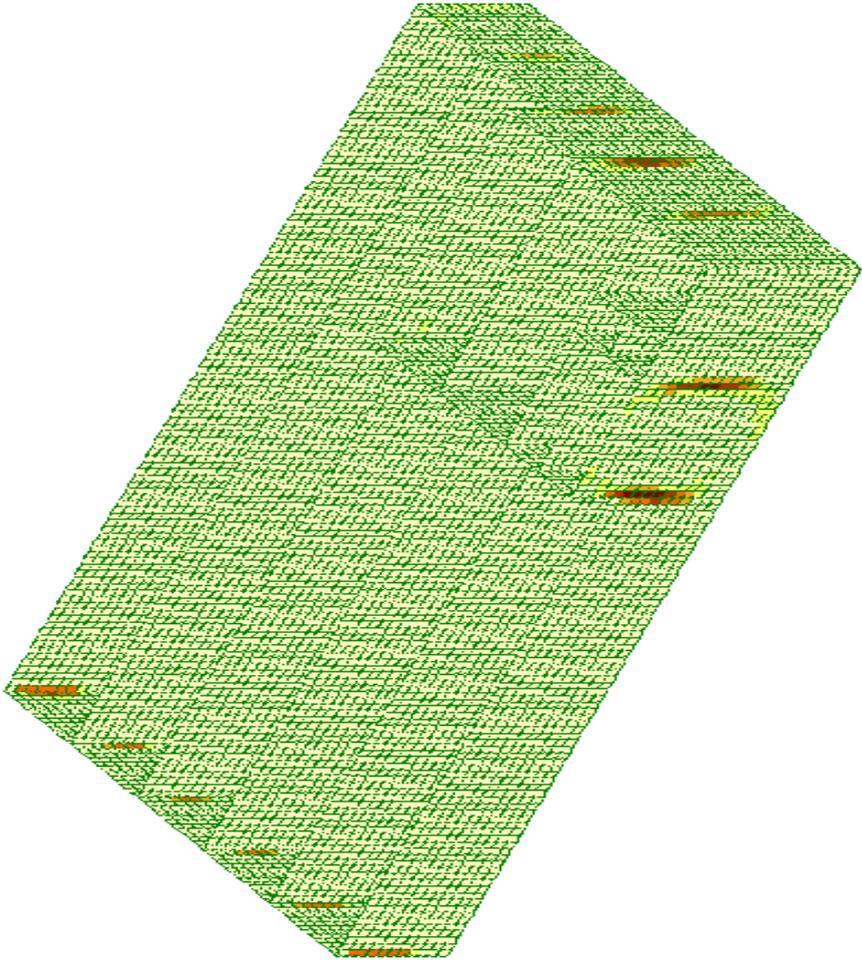
Мозаика результатов подбора поперечного армирования плиты перекрытия

1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



окружающая среда
 РСН (СП 69.13330.2012)
 толщина - 0.12 м
 шаг - 0.1 м



арматура на 1 шаг по оси X у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 8735

Мозаика результатов подбора горизонтального армирования стен в растянутой зоне

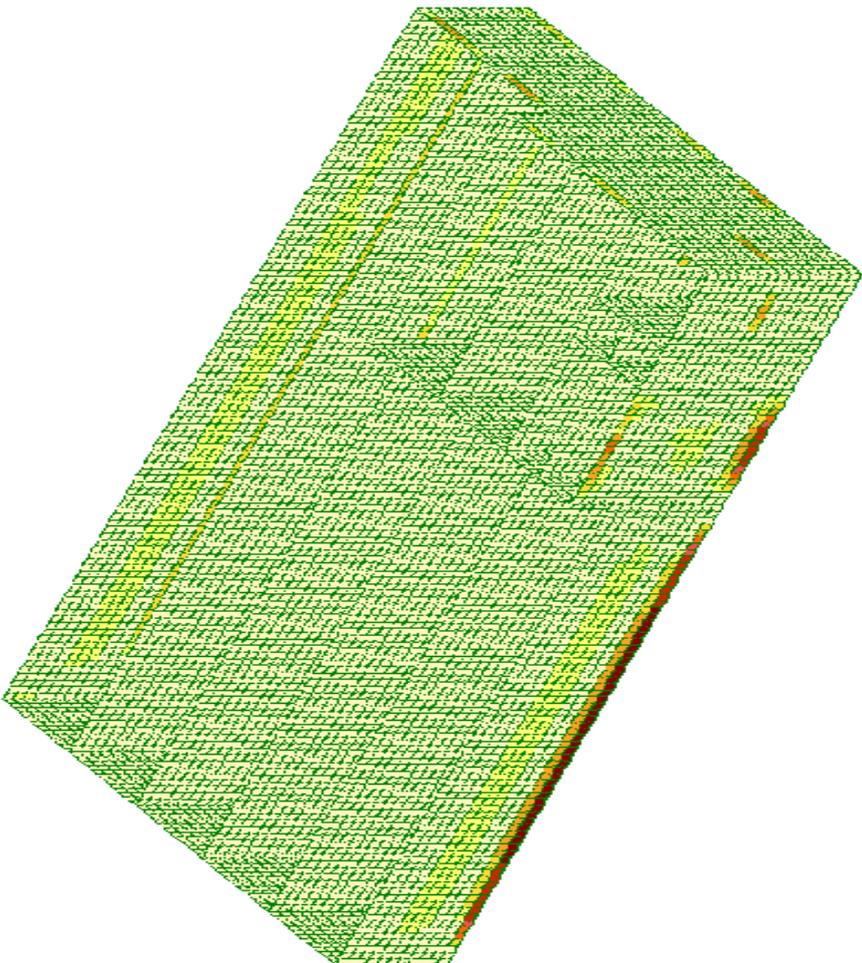
1.2					
1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



структурная программа 1
 РСН (СП 63.13330.2012)
 программа - сис*2.1м
 автор - илп



арматура на I по оси Y у нижней грани (балки-стены - поперечные), максимум в элементе 1429

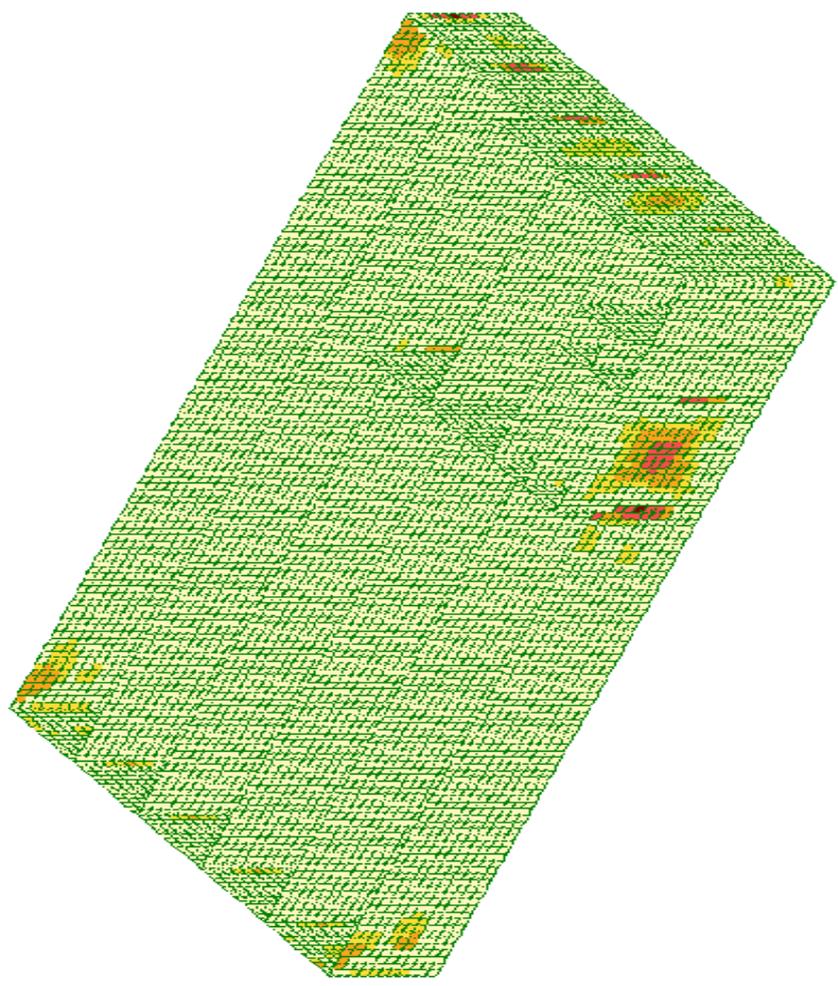
Мозаика результатов подбора вертикального армирования стен в растянутой зоне

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



инструментальная в. вариант 1
 РСН (СП 61.13330.2012)
 измерения - сг**2.0м
 сетр - 100



архитура на 1м по оси X, у верхней грани, максимум в элементе 6487

Мозаика результатов подбора горизонтального армирования стен в сжатой зоне

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата
1.2					
1.1					

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



конструкция стены В. вариант 1
 РСН (СП 69.13330.2012)
 размеры - см*20м
 шаг - 3м



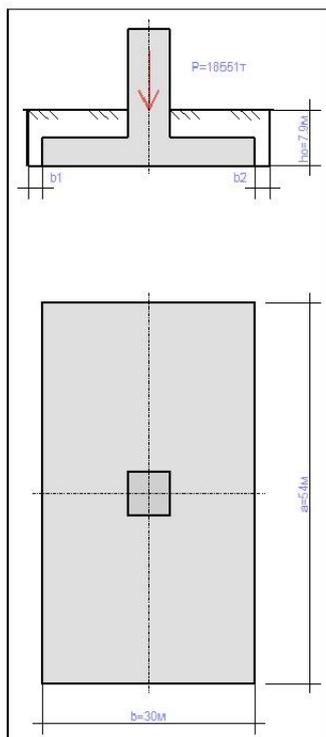
архитурка на 1м по оси X, у верхней грани, максимум в элементе 6487

Мозаика результатов подбора вертикального армирования стен в сжатой зоне

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Расчет основания по 1721/01-22-ИГИ-Г.7 (скважина №82 с отметкой устья 194,59м),
руководствуясь СП 22.13330.2016

5 август 2023

Конструктивное решение

Наименование	Значение
Вертикальная нагрузка (P)	18551.000 т
Эксцентриситет (e)	0.000 м
Глубина заложения (h ₀)	7.900 м
Форма фундамента	Прямоугольный
Меньшая сторона фундамента (b)	30.000 м
Соотношение сторон фундамента	1.800
Расстояние до стенок котлована (b ₁ +b ₂)	4.150 м
Удельный вес грунта выше подошвы фундамента (g ₀)	1.800 т/м ³
Соотношение напряжений для ограничения глубины сжимаемой толщи	0.500
Схема расчета	Схема линейно-деформированного

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.2

1.1

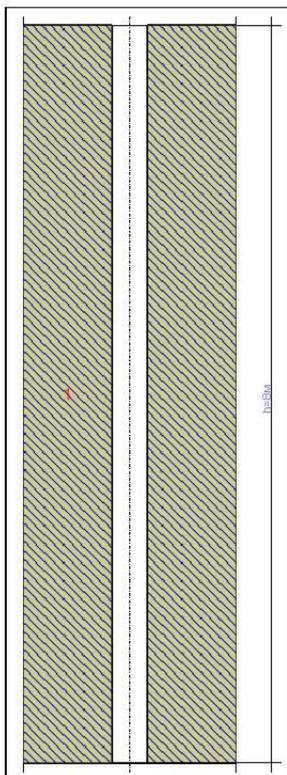
Изм. Кол.у Лист №до Подп. Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

5 август 2023

Геология

Наименование	Значение
Номер текущего слоя	1
Модуль деформации слоя	2390.000 т/м ²
Коэффициент Пуассона	0.350
Толщина слоя	8.000 м
Удельный вес грунта	1.950 т/м ³
Признак грунта	пылевато-глинистый
Слой является	водонасыщенным
Коэффициент жесткости для формулы О.А.Савинова	1000.000 т/м ³

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.2

1.1

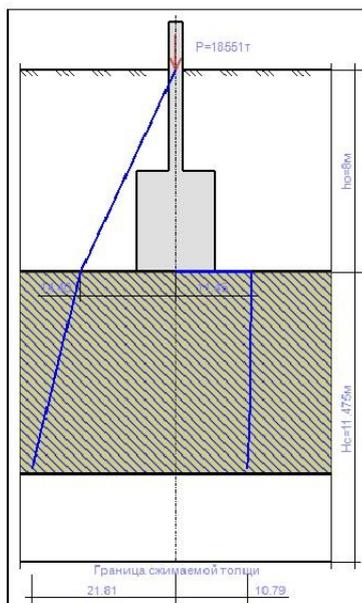
Изм. Кол.у Лист №до Подп. Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

8 апрель 2023

Результат

Наименование	Значение
Осадка (S)	0.018 м
Глубина сжимаемой толщи (Hл)	11.475 м
Среднее значение модуля деформации (Eгр)	2390.000 т/м**2
Среднее значение коэффициента Пуассона (mгр)	0.244
Усредненное значение модуля деформации (Eгр3)	31140.651 т/м**2
Крен фундамента (i)	0.000
Соотношение напряжений для ограничения глубины сжимаемой толщи	0.495
Выбранный метод	3
Коэффициент постели (C1)	3080.625 т/м**3
Коэффициент постели (C2)	47874.661 т/м

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.2

1.1

Изм. Кол.у Лист №до Подп. Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

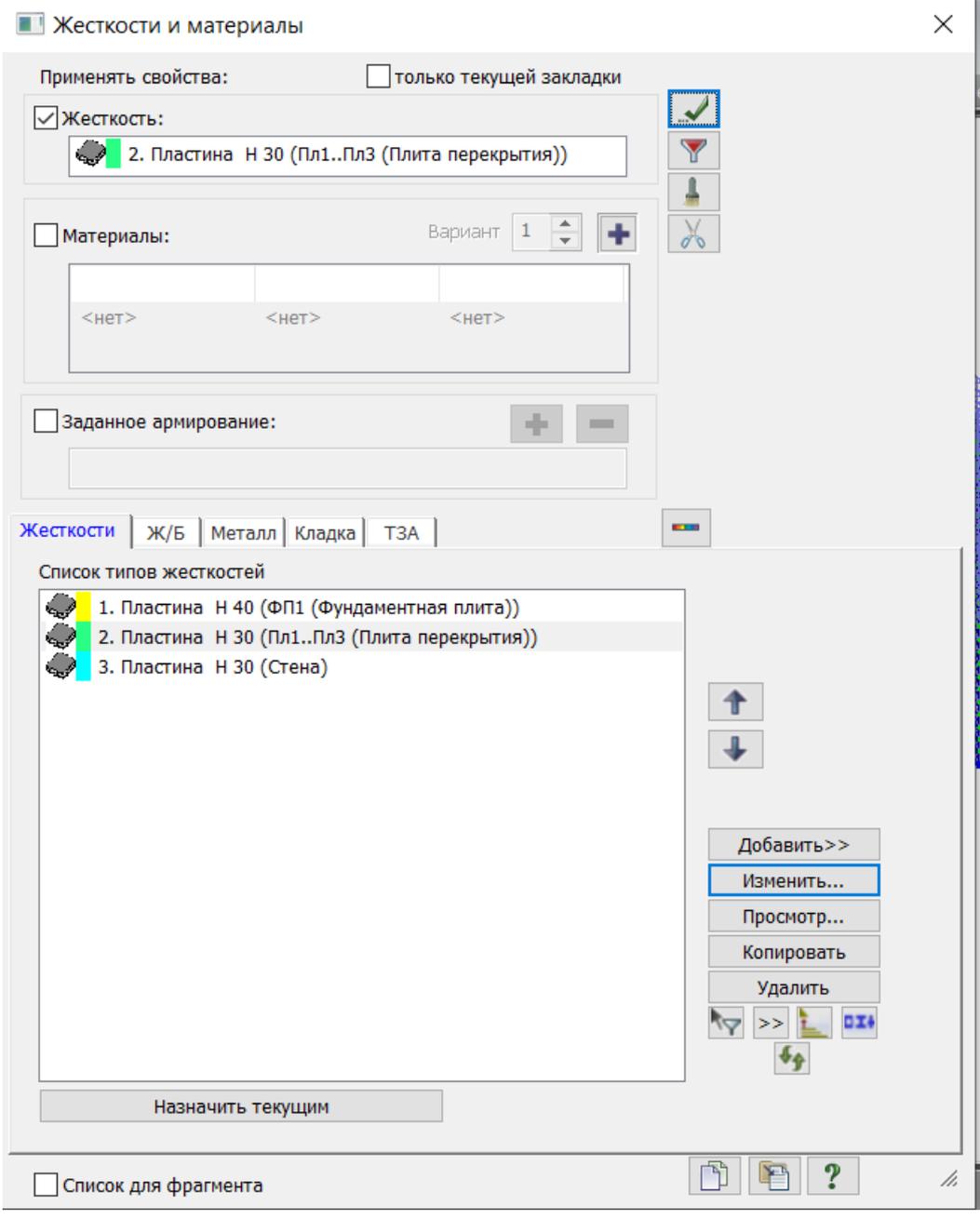


Таблица назначенных жесткостей элементам расчетной модели

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Жесткости и материалы [X]

Применять свойства: только текущей закладки

Жесткость: 2. Пластина Н 30 (Пл1..Пл3 (Плита перекрытия))

Материалы: СП 63.13330.2012, вариант 1

Тип: 3. Оболочка.Общ... Бетон: 1. В25.Характер... Арматура: 1. А500.А500.А5...

Заданное армирование: [+] [-]

Жесткости | **Ж/Б** | Металл | Кладка | ТЗА

Задание параметров для железобетонных конструкций

1 (1). В25.Характеристики бетона для ФП1, ПЛ1..ПЛ3, Стены

ТИП
 БЕТОН
 АРМАТУРА

[↑] [↓]

Редактировать...
Копировать
Удалить
[+] [-]
Дополнительно...
Настройки...

Список для фрагмента

Таблица назначенных классов бетона жесткостям элементов расчетной модели

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №
1.2						Лист
1.1						
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата	

1721/01-22-ИЛО2.3.3.PP

Заключение

Результаты расчета проведенного на конструкцию подземного сооружения показали следующие:

1. Максимальное расчетное вертикальное перемещение плиты перекрытия составляет 9мм, что не превышает нормы по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $6000/250 = 24$ мм.
2. Максимальное расчетное вертикальное перемещение фундаментной плиты составляет 6мм, что не превышает нормы по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $6000/250 = 24$ мм.
3. Максимальное расчетное горизонтальное перемещение стен подземного сооружения по РСН составляет 2,5мм, что не превышает нормы по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $5900/1000 = 5,9$ мм.
4. Расчетное максимальное сопротивление под подошвой фундамента $R_z = 19,9$ т.
5. Оптимальное армирование железобетонных конструкций подземного сооружения, запроектировано в комплекте чертежей марки - КЖ1 согласно расчетным результатам подбора сечений приложенных в текущем отчете схем с мозаиками армирования, а именно:
 - а) Фоновая арматура в фундаментной плите (ФП1) вдоль цифровых осей Ф16 с ячейкой 200х200мм, вдоль буквенных осей Ф16 с ячейкой 200х200мм.
 - б) Фоновая арматура в плите перекрытия резервуара (ПЛ1) вдоль цифровых осей Ф16 с шагом 200мм, вдоль буквенных осей Ф22 с шагом 200мм.
 - в) Дополнительная арматура в плите перекрытия резервуара (ПЛ1) вдоль цифровых осей Ф16 и Ф25 с шагом 200мм, вдоль буквенных осей Ф22 с шагом 200мм.
 - г) Фоновая арматура в плите перекрытия резервуара (ПЛ2) вдоль цифровых осей Ф16 с шагом 200мм, вдоль буквенных осей Ф16 с шагом 200мм.
 - г) Фоновая арматура в плите перекрытия резервуара (ПЛ3) вдоль цифровых осей Ф12 с шагом 200мм, вдоль буквенных осей Ф12 с шагом 200мм.
 - г) Фоновая арматура в наружных и внутренних стенах резервуара вдоль горизонтальных осей Ф12 с шагом 200мм, вдоль вертикальных осей Ф16 с шагом 200мм.
 - д) Дополнительная арматура в наружных и внутренних стенах резервуара вдоль вертикальных осей Ф16 с шагом 100мм.
 - е) Дополнительная арматура в плитах резервуара (ФП1, ПЛ1, ПЛ2, ПЛ3) вдоль горизонтальных осей Ф12 и Ф16 с шагом 200мм.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
1.2							РР	
1.1								
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

6. Осадка основания согласно результату расчета составила $1,8\text{см} < 12\text{см}$, условие выполняется.
7. Глубина сжимаемой толщи $H_c = 11,475\text{м}$
8. Класс бетона для проектируемых конструкций назначен в расчете для ФП1, ПЛ1, ПЛ2, ПЛ3, Стены ограждающие и наружные В25 F150 W6.

Расчеты выполнил:

Инженер конструктор



А.В.Сухой.

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №	
1.2						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
1.1							РР
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата		

Система добровольной сертификации
 «Федеральный центр
 сертификации программного обеспечения «АВОК»
 (СДС ФЦСПО «АВОК»)

Регистрационный номер в реестре зарегистрированных систем
 добровольной сертификации № РОСС RU.32123.04АВКО

Создатель Системы ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
 Адрес: 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, дом 46, корпус 2, ком. 17

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
 № 002-2021

Настоящий сертификат удостоверяет, что программа

**«Программный комплекс
 ЛИРА-САПР»**

соответствует требованиям

ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ГОСТ Р ИСО 9127-94,
 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, СП 14.13330.2018 (СНиП II-7-81*),
 СП 15.13330.2020 (СНиП II-22-81*), СП 16.13330.2017 (СНиП II-23-81*),
 СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*), СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83*),
 СП 24.13330.2011 (СНиП 2.02.03-85*), СП 35.13330.2011 (СНиП 2.05.03-84*),
 СП 63.13330.2018 (СНиП 52-01-2003), СП 266.1325800.2016, СП 268.1325800.2016,
 СП 294.1325800.2017, СП 295.1325800.2017, СП 328.1325800.2020,
 СП 331.1325800.2017, СП 333.1325800.2020, СП 335.1325800.2017,
 СП 260.1325800.2016, СП 296.1325800.2017, СП 385.1325800.2018,
 СТО 36554501-006-2006, СП 50-101-2004, СП 50-102-2003, СП 52-101-2003,
 СП 52-103-2007, СП 53-102-2004, СП 31-114-2004, ГОСТ 27751-2014, ТСН 102-00*,
 НП 031-01.

Дата выдачи: 11.08.2021
 Действительно до: 10.08.2024



Руководитель СДС ФЦСПО «АВОК»
 Жучков А.Г.



Инов. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

1.2					
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

1. Принципиальные расчетные положения

Цель расчета: определить перемещения узлов конструкции, напряжения и усилия в элементах конструкции, сечения металлических элементов, их несущую способность, оценить устойчивость здания.

1.1. Описание расчетной схемы.

Пространственные статические расчеты выполнены методом конечных элементов (КЭ), с помощью сертифицированного программного комплекса «Лири 2020 R3». Расчеты выполнялись по схеме деформирования здания с использованием пространственной расчетной модели. Под действием нагрузок все конструкции деформируются, причем на тех участках, где перемещения происходят в сторону грунта, в модели задана жесткость обладающая упругими свойствами, возникают реактивные усилия упругий отпор.

1.2. Расчетная схема металлического каркаса.

В расчетных схемах колонны и балки моделировались с помощью конечного элемента "стержень", Наружные стеновые навесные самонесущие панели не учитывались как нагрузка на стойку фахверка и колонну приложенная от веса панелей на балки фахверка, так как по заданию заказчика информация для проведения расчета с таким учетом не задана. Операния колонн на фундаменты принято жестким. Функцию ригеля каркаса выполняет плоская ферма, соединения фермы с колонной шарнирное.

Пространственная жесткость и устойчивость каркаса обеспечивается работой связей.

1.2.1 Расчетная схема сборного металлического каркаса.

В расчетных схемах колонны и балки моделировались с помощью конечного элемента и "стержень".

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
			1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

2. Нагрузки и воздействия

Классификация нагрузок принята в соответствии с СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия". Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций приняты по таблице 7.1 для металлических конструкций 1,05.

Согласно карте приложения в СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия" здание расположено во II районе по давлению ветра и в III районе по снеговой нагрузке.

Нормативные значения ветрового давления 30 кгс/м² и снеговой нагрузки 155 кгс/м² (по СП 20.13330.2016). **Расчетные значения ветрового давления приняты по расчету:**

Тип местности	B	Размеры здания	
Коэф-т надежности по нагрузке, γ_f	1.4	b=	18 м
Коэф-т надежности по назначению, γ_n	1	a=	2 м
Нормативное значение ветрового давления на 1м ² , w_0	0.03	h=	10 м

Ce	k(z _{ce}) стат.	Статич. Давление, w _{ст}	Коэффициент пульсации давления ветра (z _{ce})	ρ	χ	ν	Динамич. Давление w _д	Суммарное давление w = w _{ст} + w _д
Ветер вдоль основной рамы								
Наветренная сторона:								
0.80	0.65	0.022	1.06	2	10	0.90	0.021	0.043
Подветренная сторона:								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	2	10	0.90	-0.013	-0.027
Боковые поверхности								
для зоны А шириной 3.6 м								
-1.00	0.65	-0.027	1.06	7.2	10	0.86	-0.025	-0.052
для зоны В шириной 14.4 м								
-0.80	0.65	-0.022	1.06	7.2	10	0.86	-0.020	-0.042
для зоны С шириной -16 м								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	7.2	10	0.86	-0.012	-0.026
Ветер поперек основной рамы								
Наветренная сторона:								
0.80	0.65	0.022	1.06	18	10	0.79	0.018	0.040
Подветренная сторона:								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	18	10	0.79	-0.011	-0.025
Боковые поверхности								
для зоны А шириной 0.4 м								
-1.00	0.65	-0.027	1.06	0.8	10	0.91	-0.026	-0.054
для зоны В шириной 1.6 м								
-0.80	0.65	-0.022	1.06	0.8	10	0.91	-0.021	-0.043
для зоны С шириной 16 м								
-0.50	0.65	-0.014	1.06	0.8	10	0.91	-0.013	-0.027

Таблица 1. Расчет ветровой нагрузки по СП 20.13330.2016

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист
РР

Конструкция ригелей пролетного строения выполнена из стальных плоских балок с профилем из сварного двутавра.

Конструкция фонарей не предусмотрена.

Конструкция колонн здания выполнена из стальных одноступенчатых опор;

Конструкция покрытия из сэндвич панелей с утеплителем из минеральной ваты и толщиной облицовки 0,7мм весом $1 \text{ м}^2 = 26,68 \text{ кг}$.

Конструкция ограждающих конструкций из сэндвич панелей с утеплителем из минеральной ваты и толщиной облицовки 0,7мм весом $1 \text{ м}^2 = 23,43 \text{ кг}$.

Нагрузка на балку фахверка = статическая+динамическая $(1,19*1*23,43)+(1,19*1*43) = 27,88+51,17 = 79,05 \text{ кг/м}$

Планировочные отметки приняты на основании чертежей марки АР заданных заказчиком.

Расчетные значения снеговой нагрузки приняты по расчету:

Вес от снегового покрова (по СП 2013330.2016 – 155 кгс/м²)

Нагрузка от снегового давления на 1м² принята по СП и рассчитана по формуле:

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

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g = 1 * 1 * 1 * 150 = 155 * 1,4 * 1,1 = 238,7 \text{ кгс/м}^2$$

где c_e — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5—10.9; Принимаем $c_e = 1$

c_t — термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10; Принимаем $c_t = 1$

μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4; Принимаем $\mu = 1$

S_g — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с 10.2. Принимаем $S_g = 155$

коэффициент надежности $\gamma_f = 1,4$, обеспечивающий компенсацию теряющейся со временем прочности материалов конструкций. (п.10.12 СП 20.13330.2016)

При расчете прогонов покрытий учтена локальная неравномерность снегоотложений введением дополнительного коэффициента $\mu = 1,1$ к нормативным значениям снеговой равномерно распределенной нагрузки (п.10.4 примечание 4, СП 20.13330.2016).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
1.1						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата		

Сбор нагрузок на несущие элементы каркаса здания от кранов, группа работы КЗ

Собственный вес подкрановой балки задан по предварительному сечению 20Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 = $21,3 \cdot 1,05 = 22,36$ кг/м;

Собственный вес подкранового рельса отсутствует.

Расчетные характеристики крановых нагрузок для крана $Q = 3,2$ т принимаем по ГОСТ 7890-93. Код крана по ОКП 31 5725 1119 04.

Для расчета высоты фермы принимаем профиль крана сечением 36М (Двутавр 35Б2 по ГОСТ Р 57837-2017).

№ п.п	Наименование крановой нагрузки	Ед. изм.	Кол - во	Примечание
1	Нагрузка на путь от тележки	кН	23,4	2,39 т
2	Нагрузка на путь от колеса крана	кН	11,7	1,2 т
3	Конструктивная масса	т	2,47	24,23 кН
4	Грузоподъемность крана	т	3,2	31,392 кН

Расчетное вертикальное давление крана на рельс

$$F_{k_{max}} = \gamma_n \gamma_f \gamma_d F^nk_{max} = 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 1,728 \text{ т.}$$

$$F_{k_{min}} = \gamma_n \gamma_f \gamma_d F^nk_{min} = 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,48 = 0,69 \text{ т.}$$

Повышенная нагрузка на рядовую опору равна: $F_{k_{max}} \cdot 2 = 1,728 \cdot 2 = \underline{\underline{3,456 \text{ т.}}}$

Пониженная нагрузка на рядовую опору равна: $F_{k_{min}} \cdot 2 = 0,69 \cdot 2 = \underline{\underline{1,38 \text{ т.}}}$

где, 1,2 тонн и 0,48 тонн – повышенная и пониженная нагрузки по ГОСТ 7890-93 на одно колесо крана,

2 – количество колес с одной стороны на рядовой опоре,

по п.9.8 СП 20.13330.2016 принимаем $\gamma_f = 1,2$.

Нормативное значение горизонтальной нагрузки, направленной вдоль кранового пути и вызываемой торможением моста крана тормозными колесами, принимаем по п.9.3 СП 20.13330.2016 равным 0,1: для рядовой опоры = $T^n = 0,1 \cdot F^nk = 1,2 \text{ т} \cdot 0,1 = 0,12 \text{ т.}$

Расчетное значение горизонтальной нагрузки направленной вдоль кранового пути

$$T = \gamma_f \cdot T^n = 1,2 \cdot 0,12 = \underline{\underline{0,144 \text{ т.}}}$$

Нормативное значение горизонтальной нагрузки, направленной поперек кранового пути и вызываемой торможением электрической тележки, принимаем по п.9.4 СП 20.13330.2016 равным для кранов с гибким подвесом груза 0,05: = $T^nk = 0,05 \cdot (Q_{кр} + G_T) / n_0 = 0,05 \cdot (3,2 +$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
			1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата			

$$2,39) / 2 = 0,14 \text{ т.}$$

Расчетное значение горизонтальной нагрузки направленной поперек кранового пути

$$T_k = \gamma_f \cdot T_k^n \cdot n_0 = 1,2 \cdot 0,14 \cdot 2 = \underline{\underline{0,336 \text{ т.}}}$$

где 2,39 т вес тележки по ГОСТ 7890-93.

n_0 – число колес с одной стороны крана,

Пониженное значение крановых нагрузок принимаем 0,4 — для групп режимов работы кранов ЗК;

Коэффициент надежности по назначению; устанавливается в зависимости от класса ответственности здания $\gamma_n = 1$,

по п.9.8 СП 20.13330.2016 принимаем $\gamma_f = 1,2$,

по п.9.9 СП 20.13330.2016 принимаем $\gamma_d = 1,2$,

Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,05$ для веса оборудования и материалов по п.8.1.4, а так же для веса строительных конструкций по п.7.2 СП 20.13330.2016;

Сбор нагрузок от крана на подкрановую балку

Нагрузка на подкрановую балку рядового ряда от одного колеса крана равна:

$$F_{k_{\max}} = 1,728 \cdot 1,2 = \underline{\underline{2,074 \text{ т.}}}$$

Обоснование принятой зоны сейсмического воздействия:

Расчетное значение сейсмической нагрузки S_{i0ik} для г. Белгород, принято по СП 14 13330.2018 с сейсмичностью площадки по карте ОСР-2015 для $V < 7$ (меньше семи баллов), вероятность превышения 5% или 95% не превышения указанной бальности согласно районам в картах ОСР-2015-В.

Таблица нагрузок

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м2	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м2
Статические и крановые				
Нагрузка от конструкции кровли		26,68	1,3	35
Повышенная крановая вертикальная нагрузка на рядовую опору		3456	Расчет	3456
Пониженная крановая вертикальная нагрузка на рядовую опору		1380	Расчет	1380
Расчетное значение горизонтальной нагрузки направленной вдоль кранового пути		144	Расчет	144
Расчетное значение горизонтальной нагрузки направленной поперек кранового пути		336	Расчет	336
Нагрузка на подкрановую балку рядового ряда от одного колеса крана равна		2074	Расчет	2074
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		7416,68		7425

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР						Лист
			1.1	Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Таблица 2. Временные и кратковременные нагрузки

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Снеговая нагрузка		155	1,4*1,1	238,7
Ветровая нагрузка	Таблица 1. Расчет ветровой нагрузки по СП 20.13330.2016	30	1,4	43
<i>Всего кратковременной нагрузки:</i>		185		281,7

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

1. Постоянное
2. Длительное

1.1

Лист

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

РР

Изм. Кол.у Лист №до Подп. Дата

3.Кратковременное

4.Ветровое (с учетом пульсационной составляющей в статическом нагружении).

3. Правила чтения результатов расчета.

В приведенном в отчете результатах расчетов (приложение №1) приняты следующие правила.

Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №
1.1						
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата	
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР						Лист
						РР

вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X - линейное по оси X;

Y - линейное по оси Y;

Z - линейное по оси Z.

Универсальный пространственный стержневой КЭ элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

M изгибающий момент относительно оси Y1; Y положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

M изгибающий момент относительно оси Z1; Z положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

Прямоугольный пространственный КЭ оболочки воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N нормальное напряжение вдоль оси X1; X положительный знак соответствует растяжению.

N нормальное напряжение вдоль оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению.

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1; X положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

R реактивный отпор грунта (при расчете оболочек на упругом Z основании); положительное усилие действует по направлению оси Z1 (грунт растянут).

4. Выводы

1. Величины усилий по элементам каркаса здания превышают предельные значения.
2. В принятых конструктивных решениях пространственная жесткость и устойчивость здания не обеспечены.

5. Список литературы

1. СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия"
2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист РР
			1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

Расчетные сочетания нагрузок

СП 20.13330.2016 Не учитывать сейсмiku для II-го ПС Не учитывать особое загруз. для II-го ПС

N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коеф. надежн.	Доля длител.н.	1	2
1	Нагрузка от собственного веса K = 1,05	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.0	1.0
2	Нагрузка от пирога кровли 26,68кг/м2	Длит. доминир.1 (Pt1)	+		1.0	1.0	1.0	1.0
3	Снеговая нагрузка 231кг/м2	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.0	.35	1.0	1.0
4	Ветровая нагрузка с наветренной стороны 43кг/м2	Кратк. доминир.2 (Pt2)	+	1	1.0	.35	.9	.9
5	Ветровая нагрузка с подветренной стороны 27кг/м2	Кратк. доминир.2 (Pt2)	+	2	1.0	.35	.9	.0
6	Ветровая нагрузка Y с наветренной стороны 43кг/м2	Кратк. доминир.2 (Pt2)	+	1	1.0	.35	.0	.0
7	Ветровая нагрузка Y с подветренной стороны 27кг/м2	Кратк. доминир.2 (Pt2)	+	2	1.0	.35	.0	.9
8	Кран (Лево)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.0	.35	1.0	1.0
9	Кран (Право)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.0	.35	1.0	1.0
10	Тормоз вдоль путей (Лево)	Мгновенное(M)	+/-		1.0	.0	.7	.7
11	Тормоз вдоль путей (Право)	Мгновенное(M)	+/-		1.0	.0	.7	.7
12	Тормоз поперек путей (Лево)	Мгновенное(M)	+/-		1.0	.0	.7	.7
13	Тормоз поперек путей (Право)	Мгновенное(M)	+/-		1.0	.0	.7	.7

Основное сочетание (I ПС)
 Особое сочетание (I ПС)
 Основное сочетание (II ПС)
$$P^k + \psi_{11} \cdot P_{11}^k + \sum_{i=2}^{n1} \psi_{1i} \cdot P_{1i}^k + \psi_{111} \cdot P_{111}^k + \psi_{112} \cdot P_{112}^k + \sum_{j=3}^{n2} \psi_{1j} \cdot P_{1j}^k$$

 Особое сочетание (II ПС)

Коеффициенты

Расчетные сочетания усилий

Строительные нормы: СП 20.13330.2016

Номер загрузки: 1 Нагрузка от собственного веса K = 1,05

Вид загрузки: Постоянное (0) По умолчанию

N группы объединяемых временных загрузений: 0

Учитывать знакопеременность:

N группы взаимоисключающих загрузений: 0

NN сопутствующих загрузений: 0 0

Коеффициент надежности: 1.00

Доля длительности: 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов: Кран 1 Тормоз 1

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сочет.	6 сочет.	7 сочет.	8
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	
2	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00	0.00	
3	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	
4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	
5	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	
6	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	
7	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	
8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Сводная таблица для вычисления РСУ:

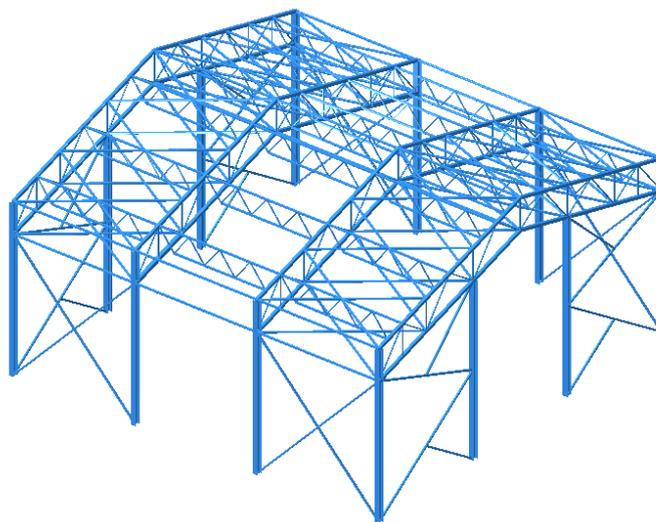
№.	Имя загрузе...	Вид	Параметры РСУ	Коеффициенты РСУ
1	Нагрузка от ...	Постоянное (0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Нагрузка от ...	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
3	Снеговая наг...	Кратковременное (2)	2 0 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
4	Ветровая наг...	Кратковременное (2)	2 0 0 1 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
5	Ветровая наг...	Кратковременное (2)	2 0 0 2 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
6	Ветровая наг...	Кратковременное (2)	2 0 0 1 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
7	Ветровая наг...	Кратковременное (2)	2 0 0 2 0 0 0 1.00 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
8	Кран (Лево)	Крановое (3)	3 0 0 0 0 10 12 1.00 0.60	1.00 1.00 0.00
9	Кран (Право)	Крановое (3)	3 0 0 0 0 11 13 1.00 0.60	1.00 1.00 0.00
10	Тормоз вдол...	Тормозное (4)	4 0 1 0 0 0 0 1.00 0.00	1.00 1.00 0.00
11	Тормоз вдол...	Тормозное (4)	4 0 1 0 0 0 0 1.00 0.00	1.00 1.00 0.00
12	Тормоз попе...	Тормозное (4)	4 0 1 0 0 0 0 1.00 0.00	1.00 1.00 0.00
13	Тормоз попе...	Тормозное (4)	4 0 1 0 0 0 0 1.00 0.00	1.00 1.00 0.00

Индв. № полл. Подпись и дата Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

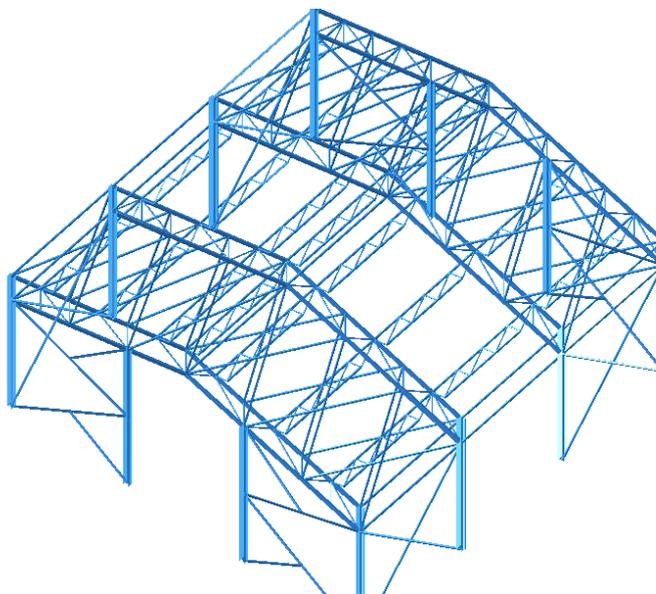
Приложение №1. Результаты статического расчета каркаса здания

км жемчужина.3d



Вид 1

км жемчужина.3d



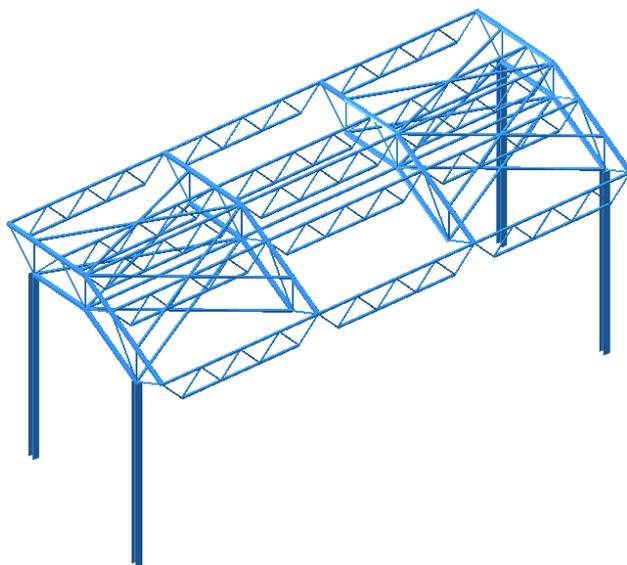
Вид 2

3D модель общего вида здания

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

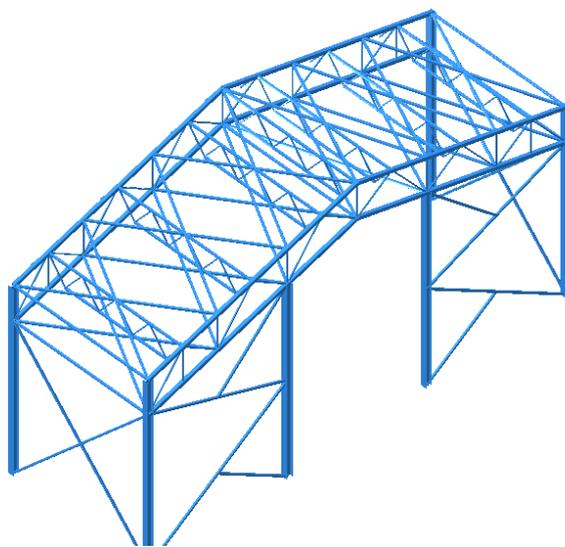
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

км жемчужина.3d



3D модель здания (фрагмент №1)

км жемчужина.3d



3D модель здания (фрагмент №2)

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Нагрузка от собственного веса K = 1,05

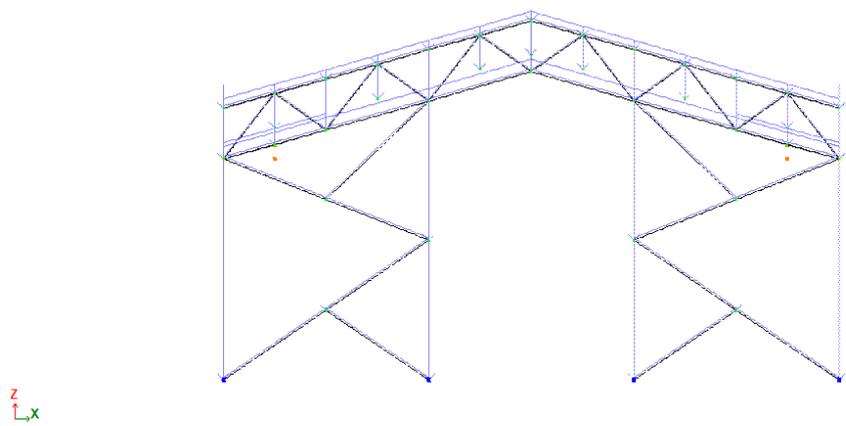


Схема нагрузки от собственного веса

Нагрузка от пирога кровли 26,6кг/м2

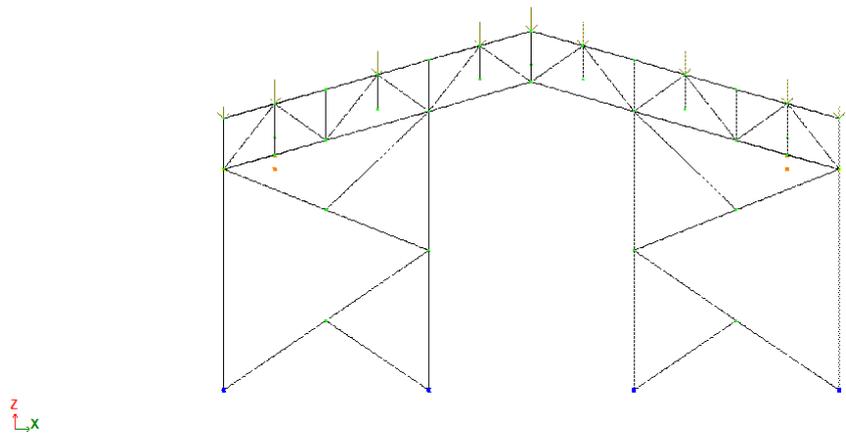


Схема нагрузки от пирога кровли

Снеговая нагрузка 231кг/м2

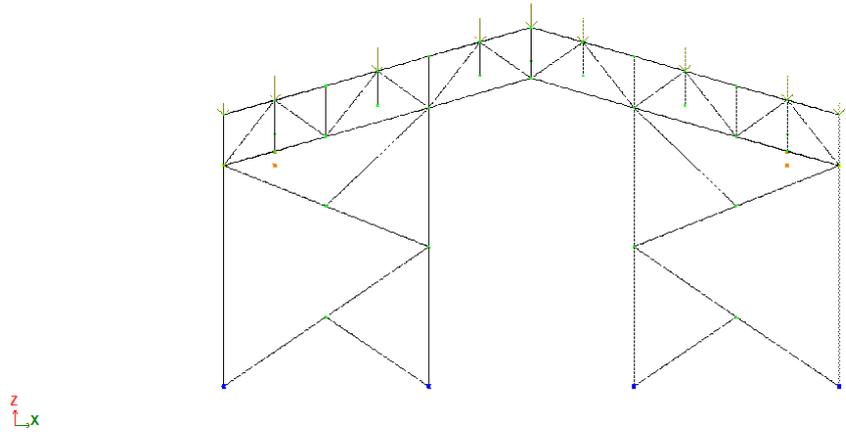


Схема нагрузки от снега

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
	№до	Подп.
		Дата

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист
РР

Ветровая нагрузка с наветренной стороны 43кг/м2

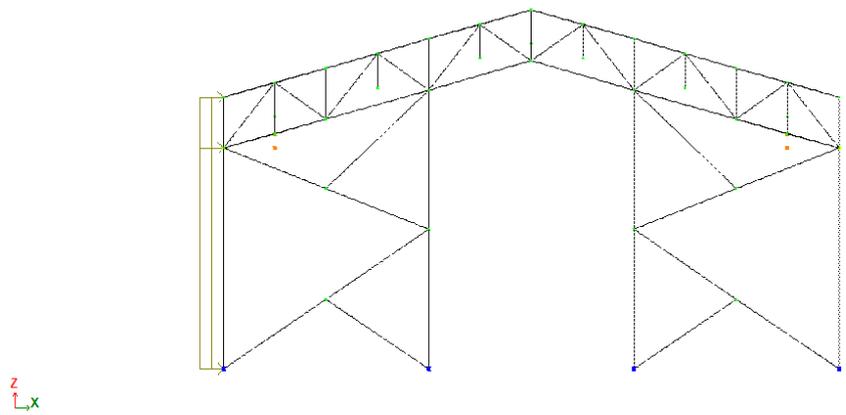


Схема нагрузки от ветра с наветренной стороны вдоль буквенных осей

Ветровая нагрузка с подветренной стороны 27кг/м2

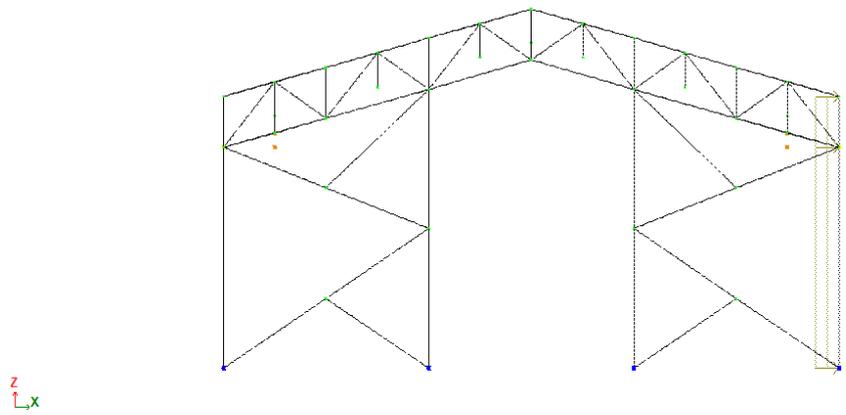


Схема нагрузки от ветра с подветренной стороны вдоль буквенных осей

Ветровая нагрузка Y с наветренной стороны 43кг/м2

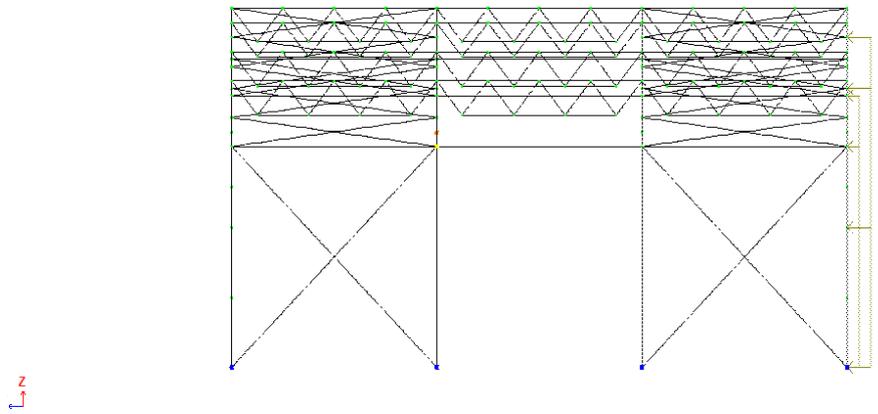


Схема нагрузки от ветра с наветренной стороны вдоль цифровых осей

Инв. № подл.	Взам. инв. №	
	Подпись и дата	

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист
РР

Ветровая нагрузка У с подветренной стороны 2 кг/м²

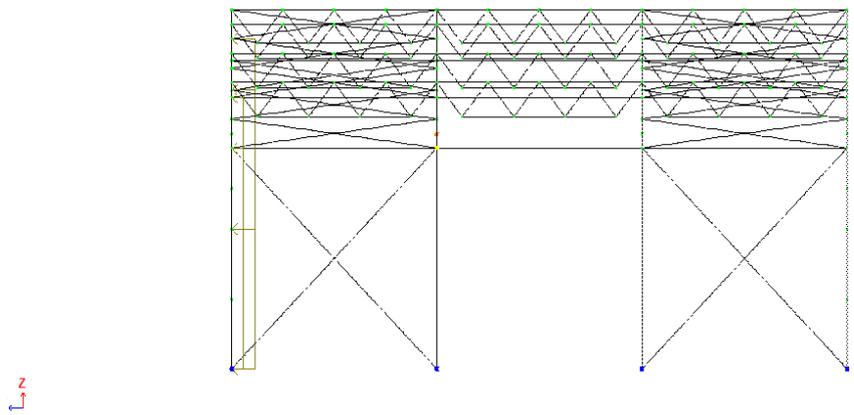
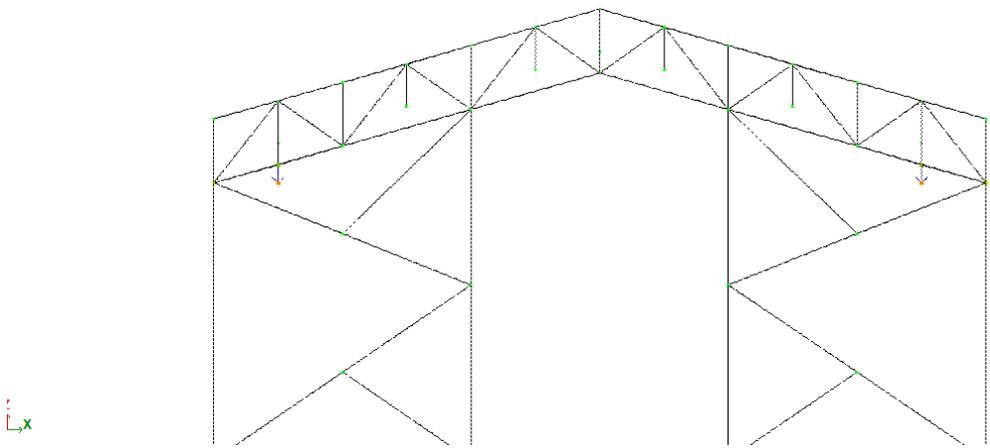
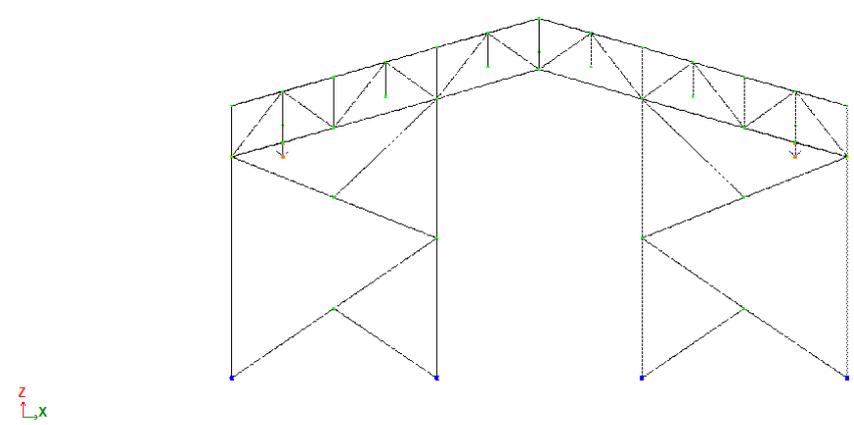


Схема нагрузки от ветра с подветренной стороны вдоль цифровых осей



Крановая нагрузка (Кран слева)

Кран (Справа)



Крановая нагрузка (Кран справа)

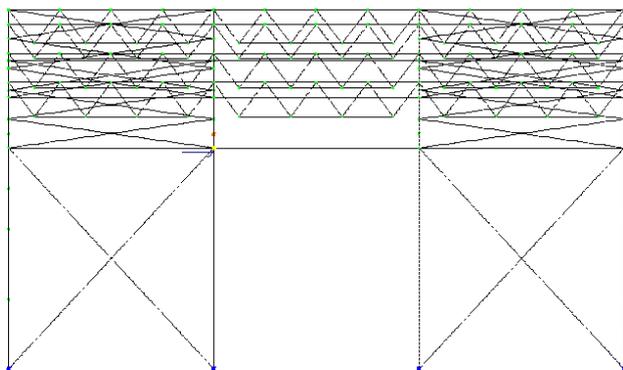
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

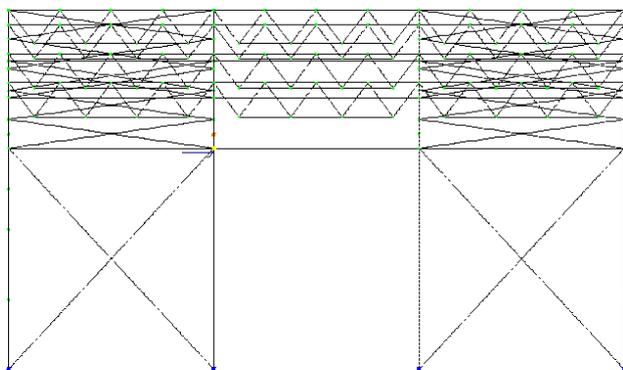
Лист
РР

Тормоза вдоль путей (Лево)



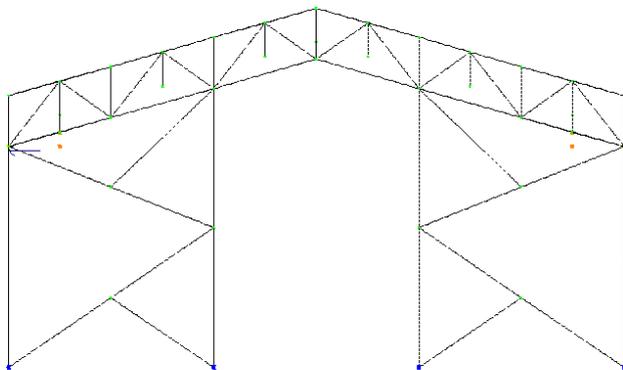
Тормозная нагрузка вдоль путей (слева)

Тормоза вдоль путей (Право)



Тормозная нагрузка вдоль путей (справа)

Тормоза поперек путей (Лево)



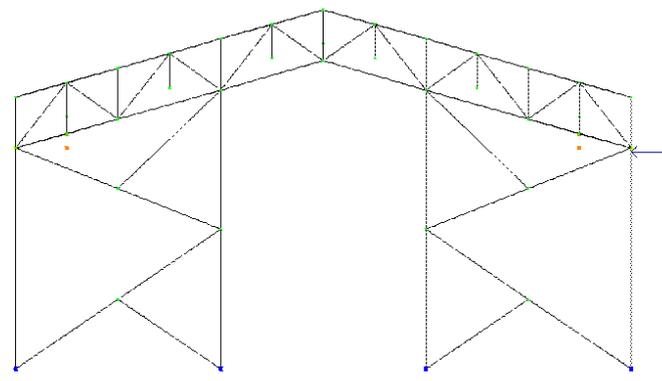
Тормозная нагрузка поперек путей (слева)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Тормоза поперек путей (Прав)



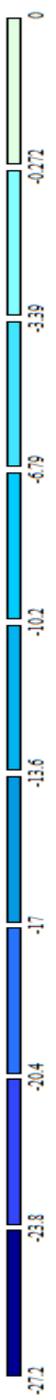
Тормозная нагрузка поперек путей (справа)

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист

№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		



1
Масштаб перемещений по Z (G)
Единицы измерения - мм

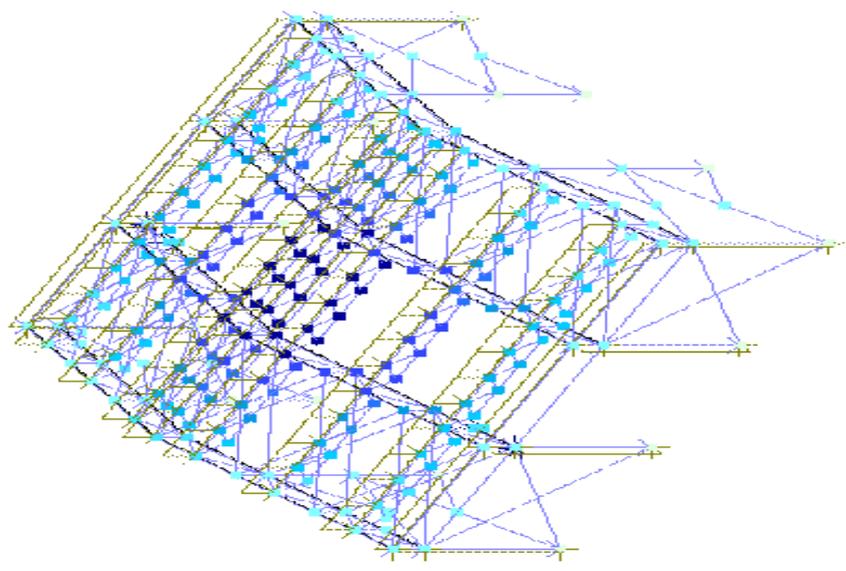


Схема перемещений по РСН вдоль оси Z

Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

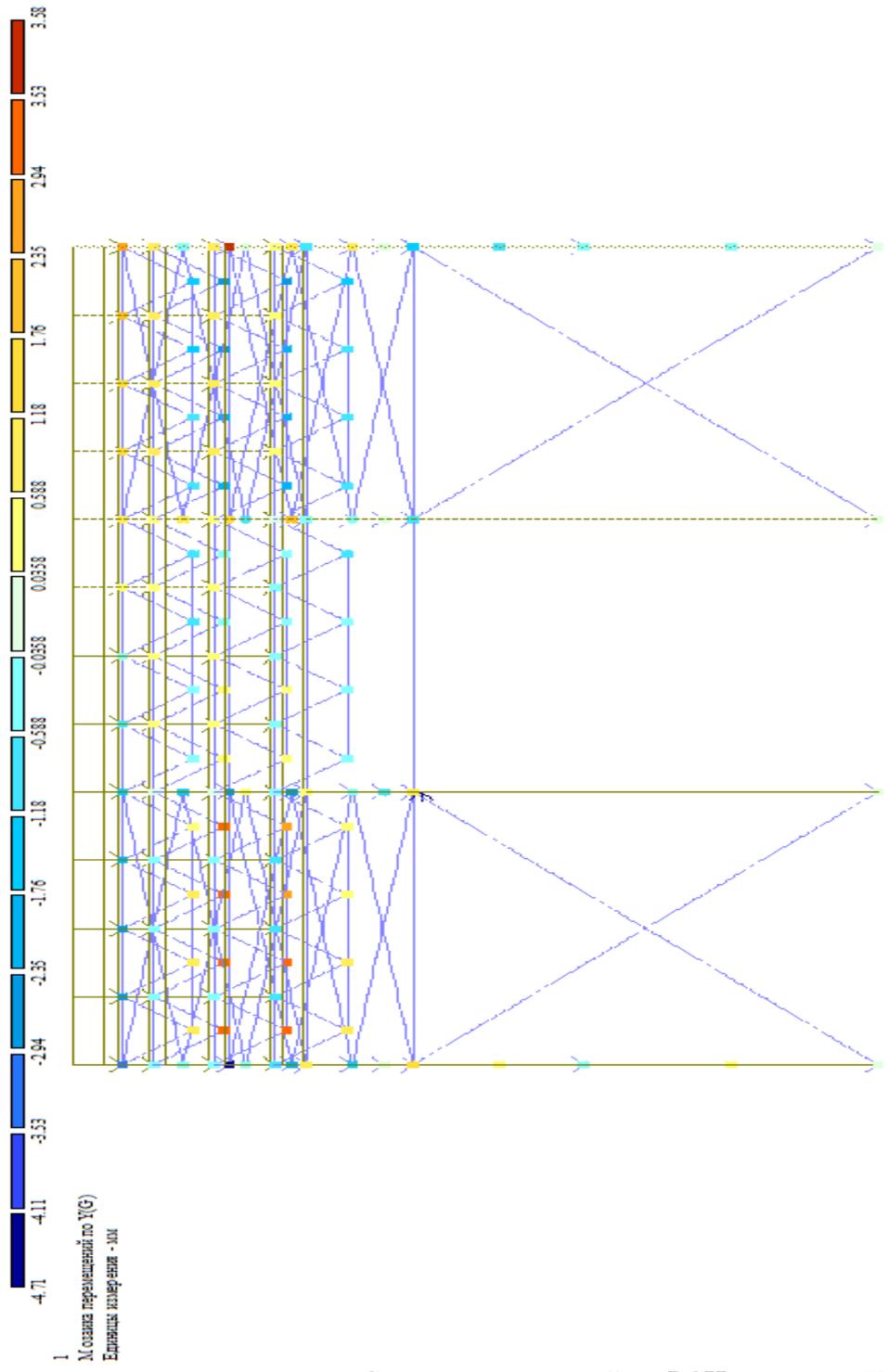


Схема перемещений по РСН вдоль оси Y

Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Колу	Лист
	№до	Подп.
		Дата

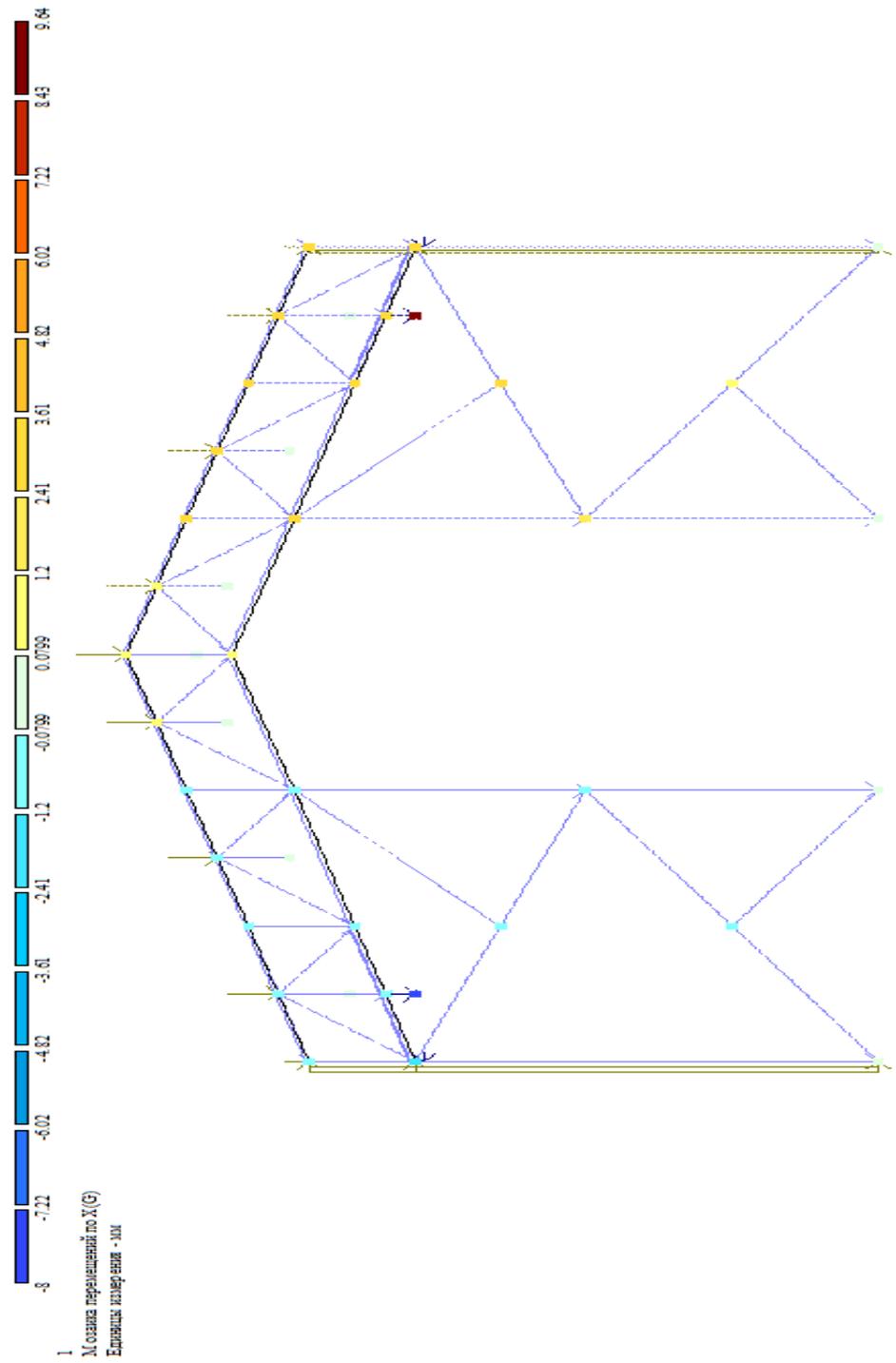


Схема перемещений по РСН вдоль оси X
 $f = 9,64\text{мм} < 6000/500 = 12\text{мм}$, условие по таблице Д.3 в СП 20.13330.2016 выполняется

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Колу	Лист
	№до	Подп.
		Дата

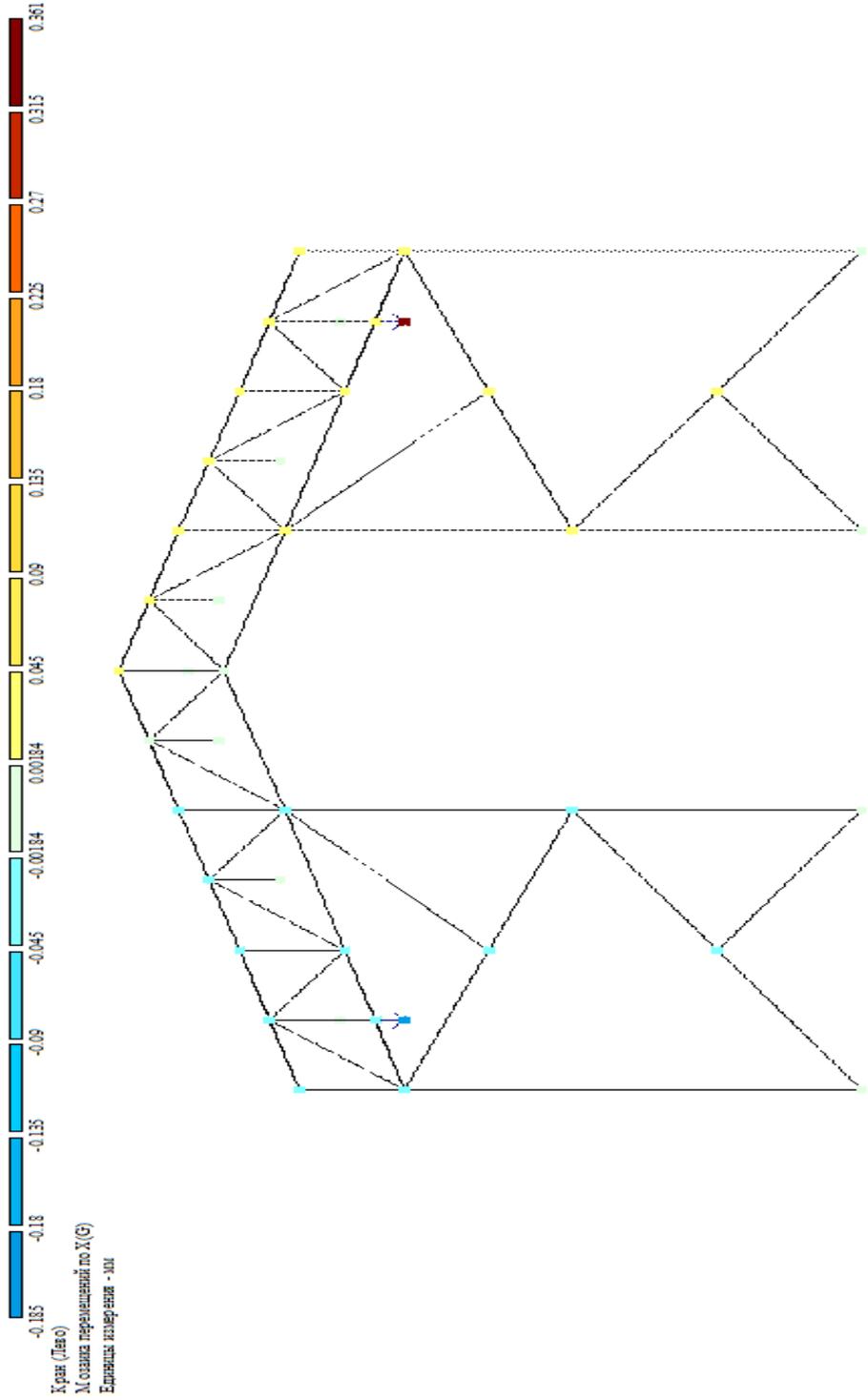
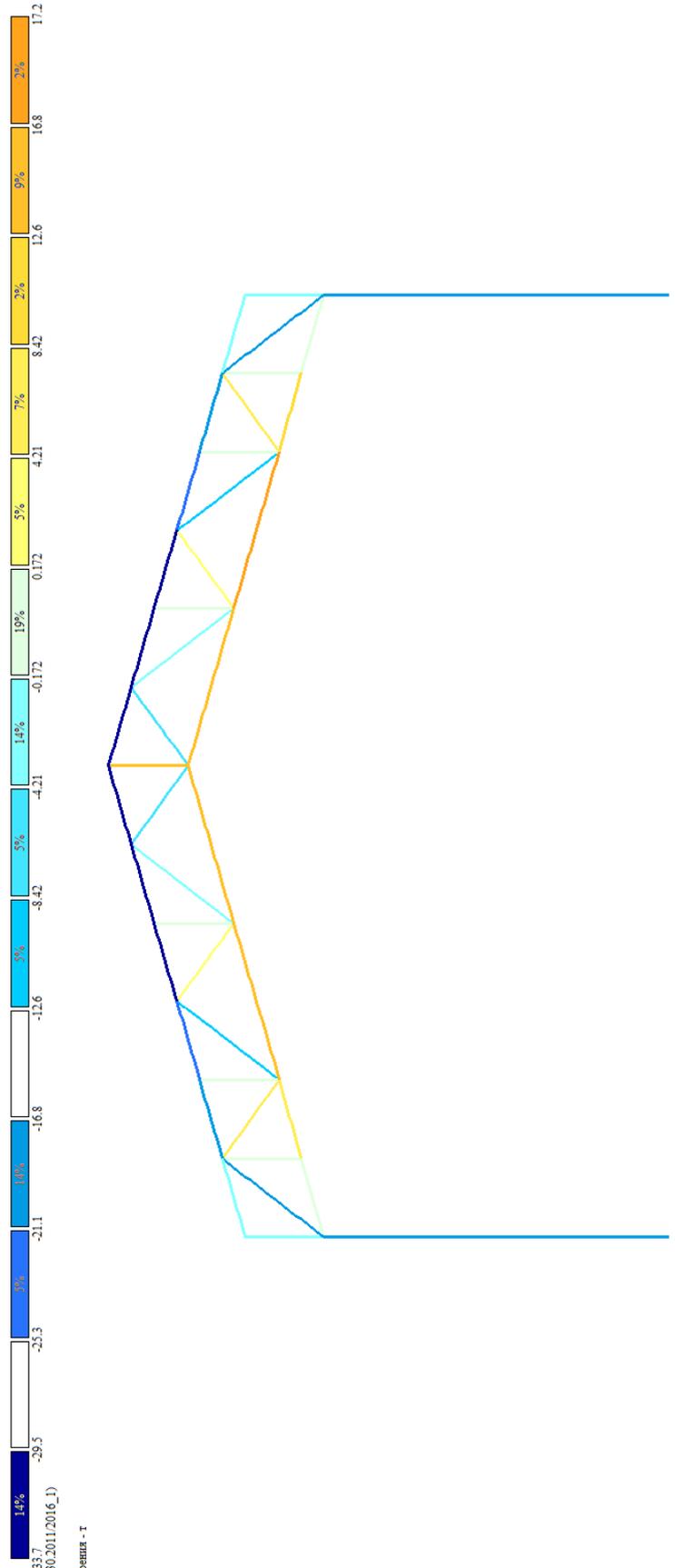


Схема перемещений от Крановой нагрузки (Кран справа) по РСУ вдоль оси X
 $f = 0,381\text{мм} < 6000/500 = 12\text{мм}$, условие по таблице Д.3 в СП 20.13330.2016 выполняется

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР					Лист
					РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

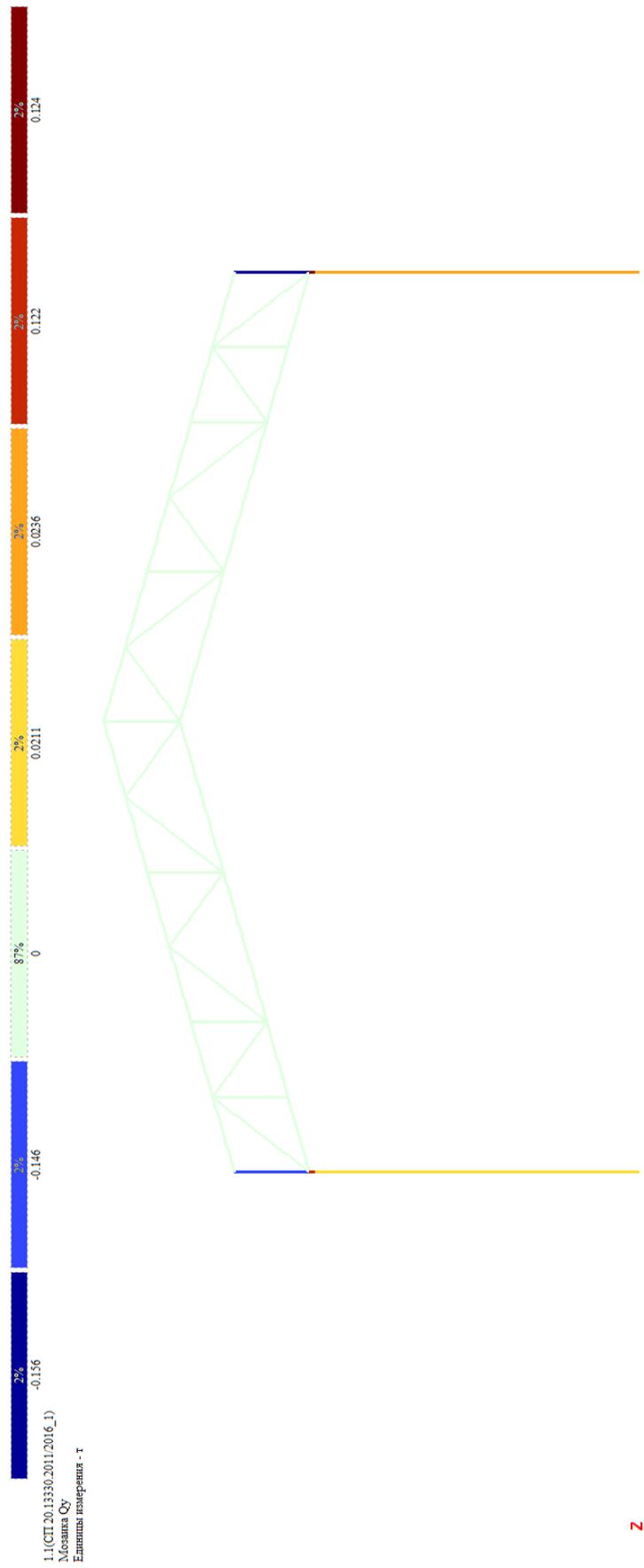


Мозаика усилия_N от РСН в поперечной раме



1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

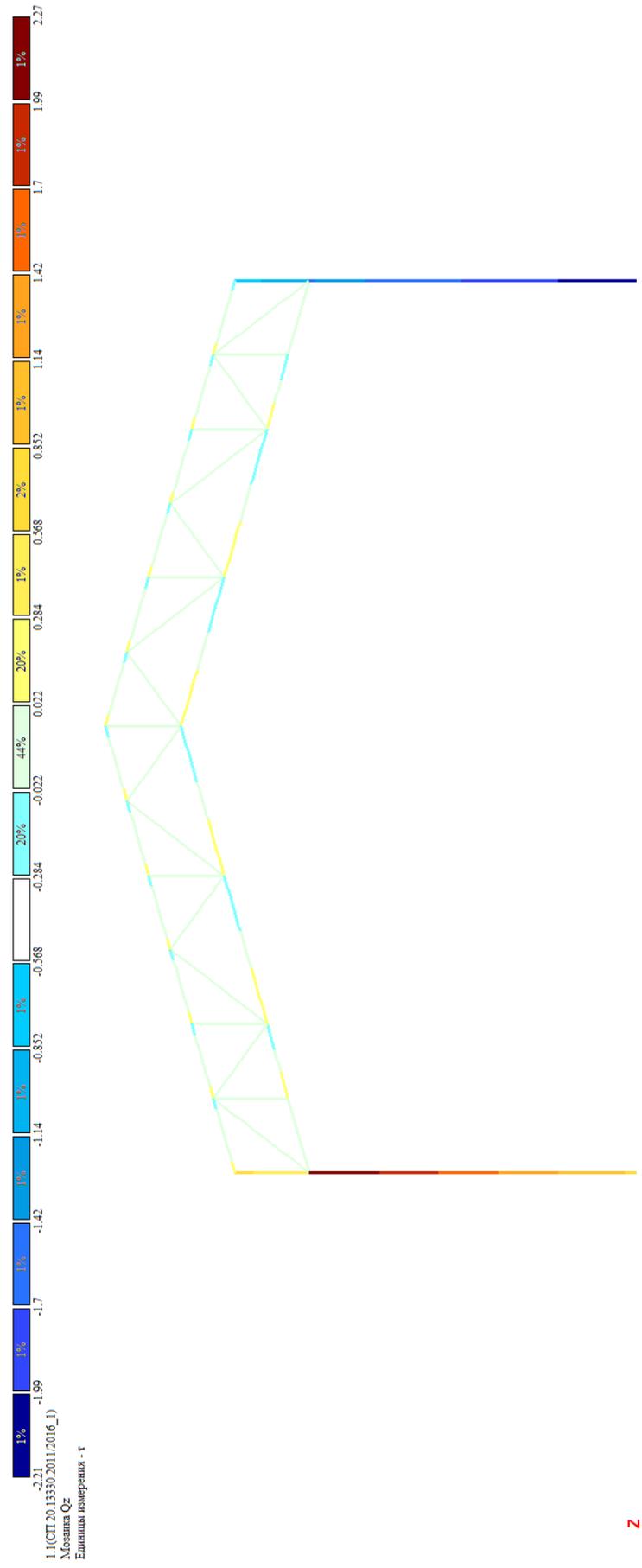
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата



Мозаика усилий_Qy в поперечной раме

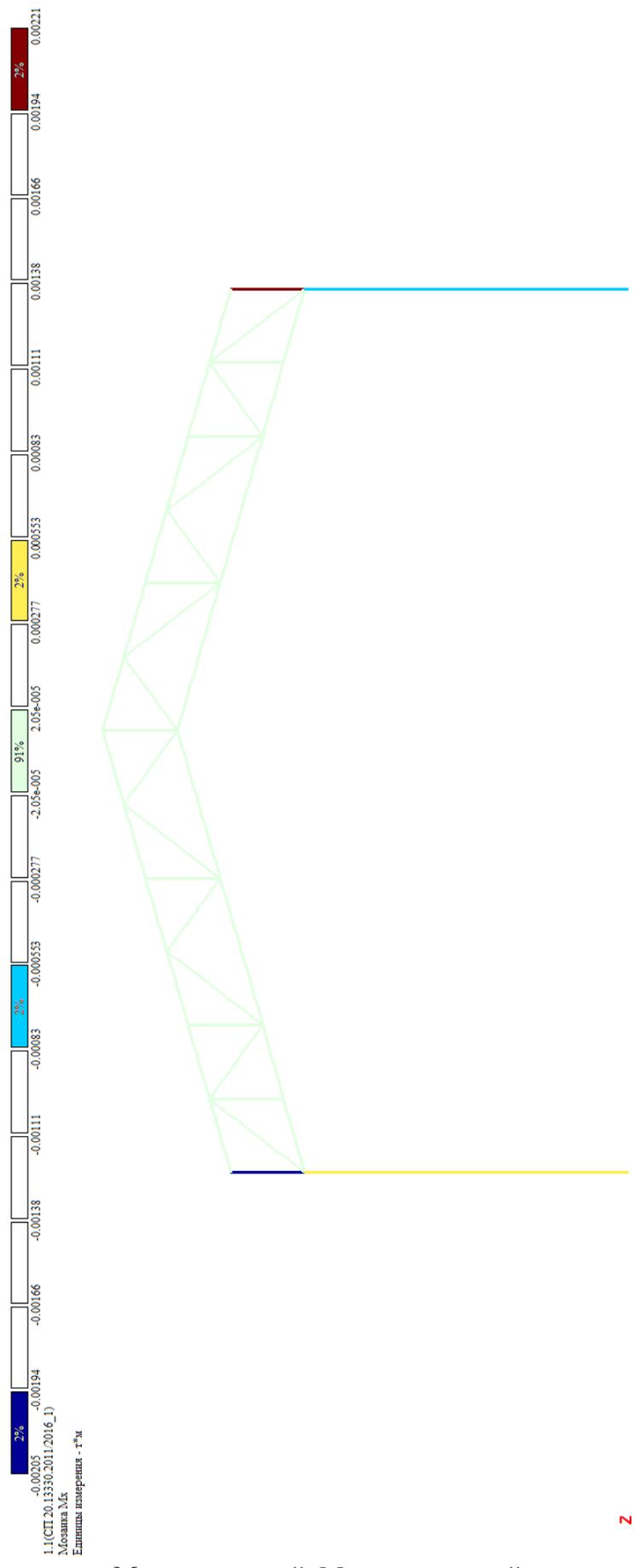
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата



Мозаика усилий_Qx в поперечной раме

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

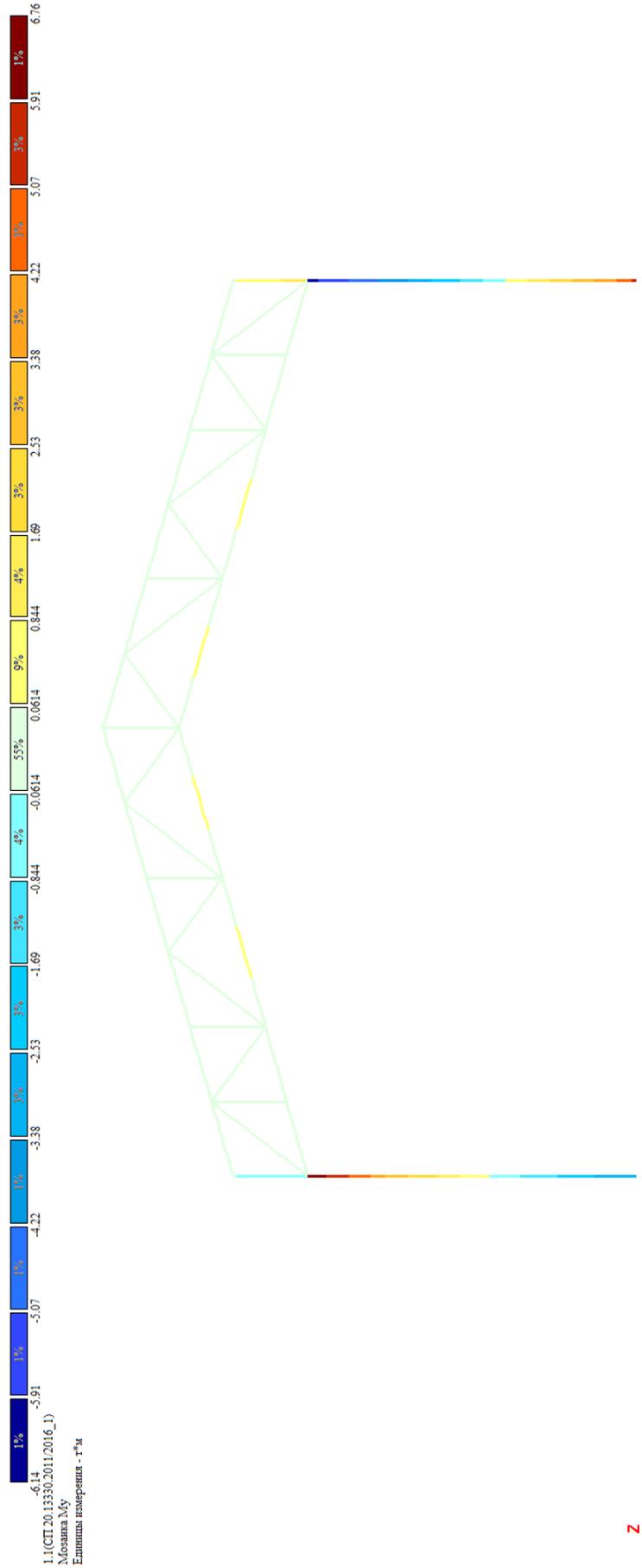


Мозаика усилий_Mx в поперечной раме

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

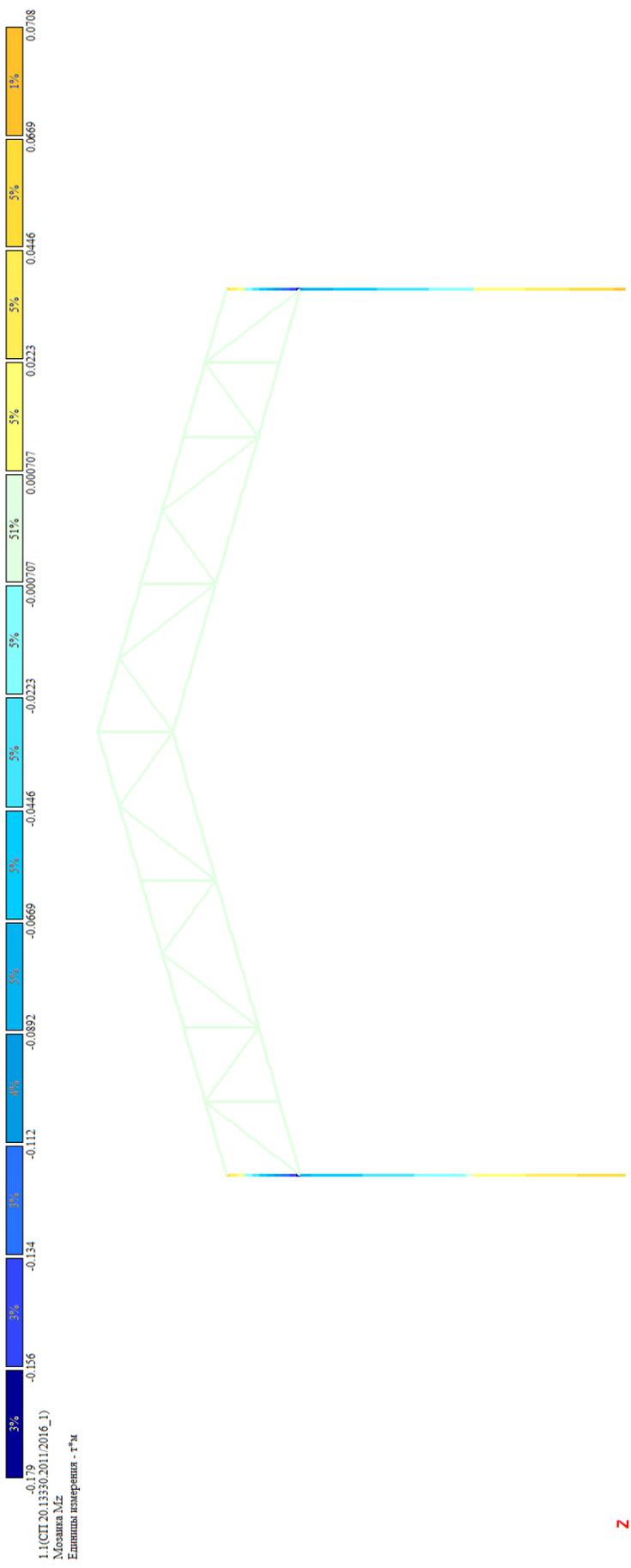
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		



Мозаика усилий Му в поперечной раме

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата



Мозаика усилий_Mz в поперечной раме

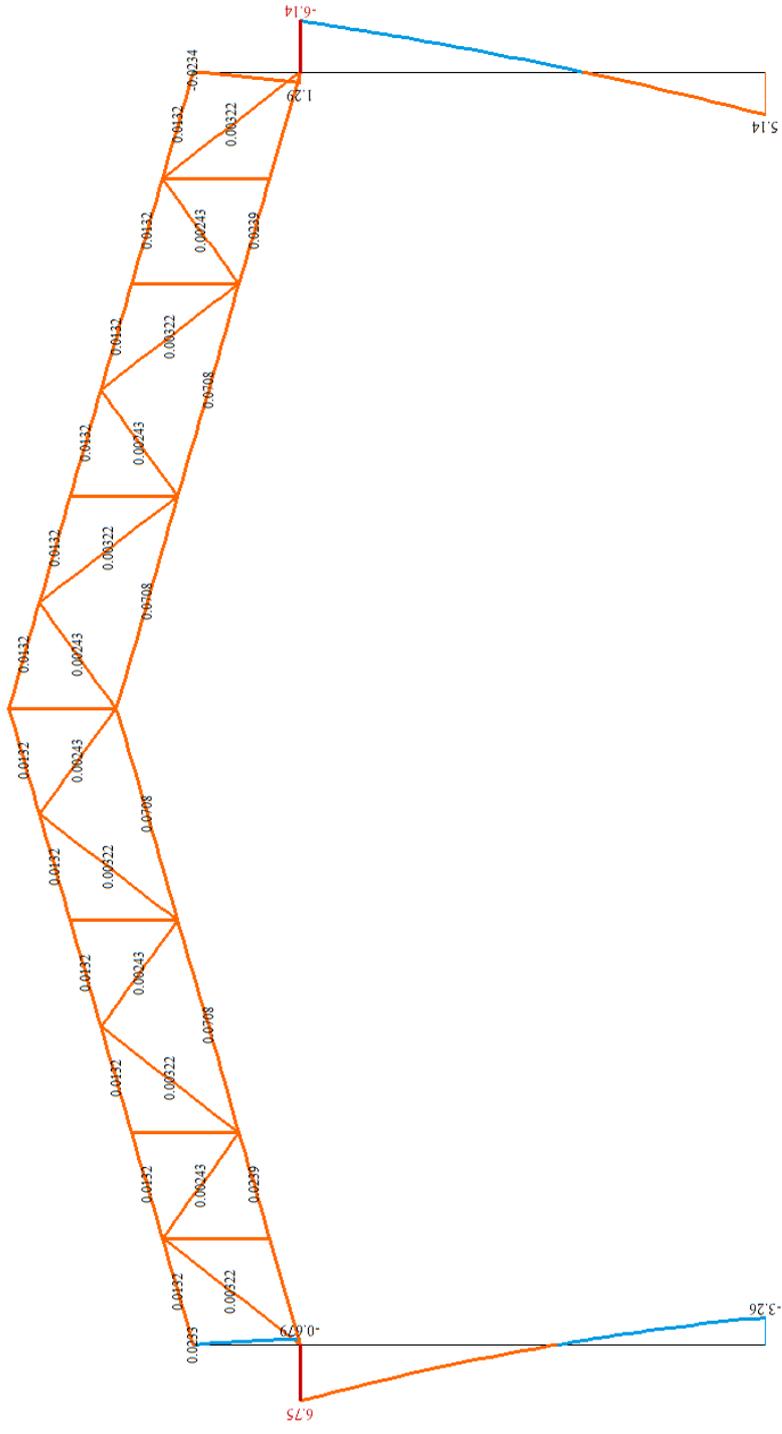
Внутренние усилия				
N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
-17.918*	-4.296*	1.623	0.078*	0.022
-17.918*	-4.296*	1.623*	0.078*	0.022*
-17.515*	-4.282*	1.613*	0.086*	0.022*
-17.918*	-4.296*	1.623*	0.078*	0.022*
-17.989*	-4.292*	1.622*	0.069*	0.019*

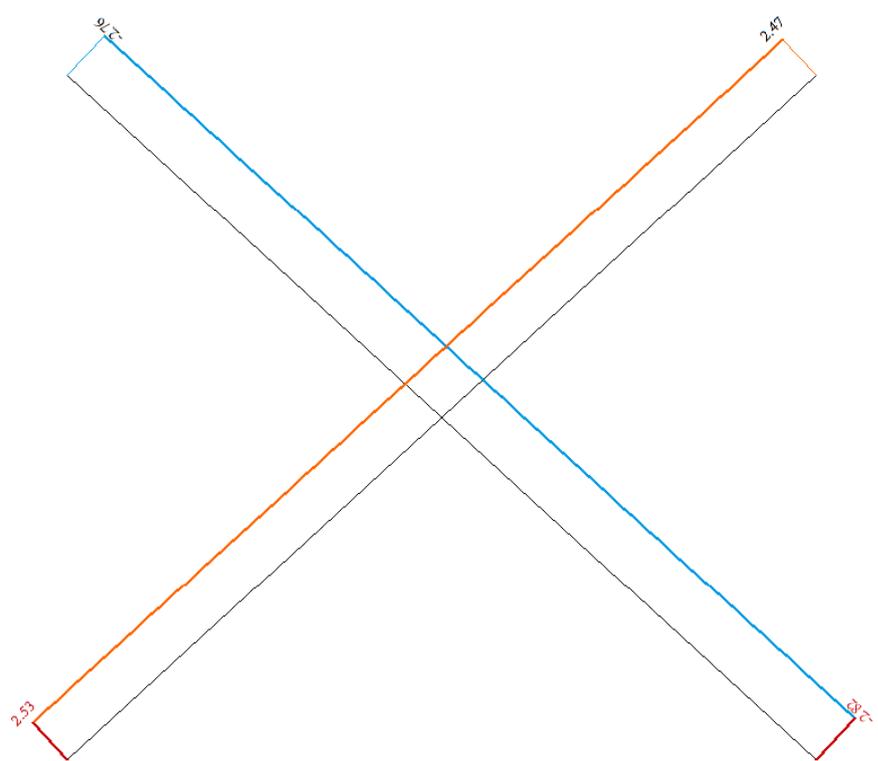
Таблица усилий для расчета базы колонны

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
			1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Колу	Лист
	№до	Подп.
		Дата

1.1(СП.20.13330.2011.2016.1)
Эпюра Му
Единица измерения - т*м





1.1(СП.20.13330.2011/2016_1)
Эпюра N
Единица измерения - г

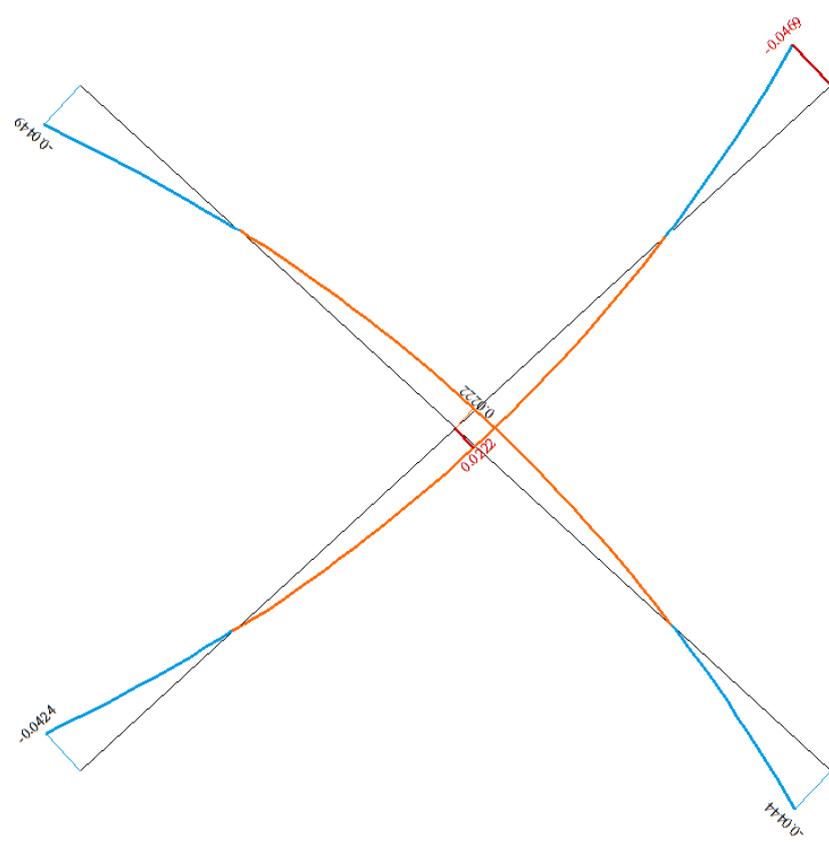
Максимальное значение - 2.82059; Максимальное значение 2.53231

Эпюра_N по РСН в СВ1

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР



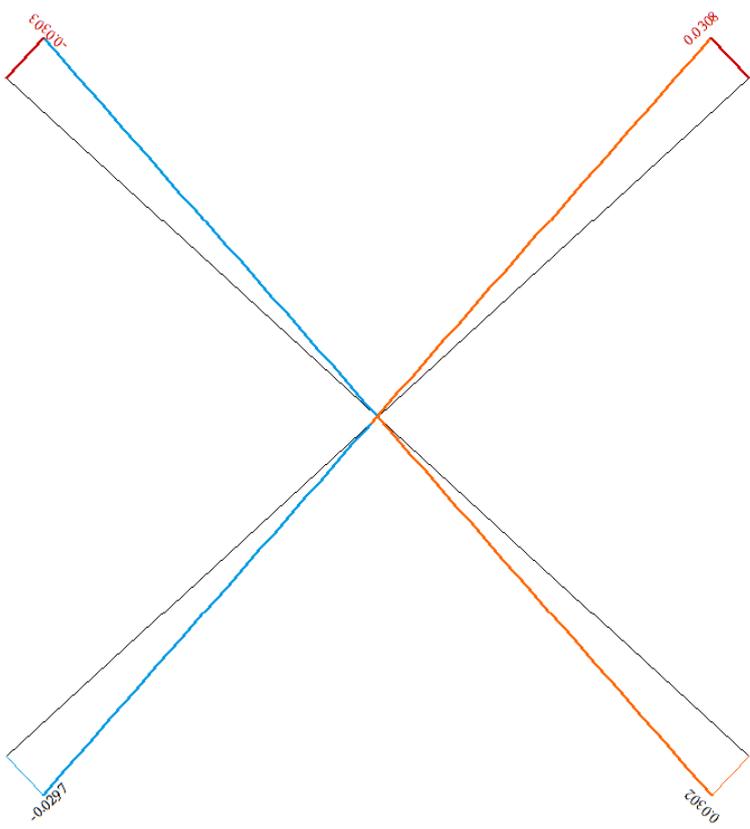
1.1(СП.20.13330.2011/2016.1)
 Эпюра М_у
 Единица измерения - т*м

Минимальное значение -0.0469/201; Максимальное значение 0.0222/16

Эпюра М_у по РСН в СВ1

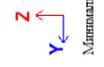
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР



1.1(СП.20.13330.2011/2016_1)
Эпюра Qx
Единица измерения - т

Эпюра Qx по РСН в СВ1



Минимальное значение -0.030294; Максимальное значение 0.0307502

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист

1.1(СП 2013330.2011/2016_1)
Элега N
Больша памерена - т



Эпюра__N по РСН в П2

Отч.+ 8,000
 Максимальное значение 3.99222

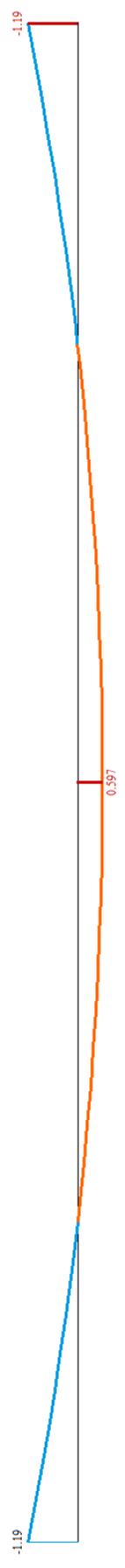
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата
------	-------	------	-----	-------	------

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1:1(СП.20.13330.2011/2016.1)
Экспр.Му
Единица измерения - г*м

Эпюра_M по РСН в П2





 Шаг: 8,000
 Минимальное значение: -1,19025; Максимальное значение: 0,597041

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

1.1(СП.20.13330.2011.2016.1)
Элемент Qx
Единица измерения - т

Эпюра_Qx по РСН П2





 Отм.+ 8.000
 Минимальное значение -1.19109; Максимальное значение 1.19139

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист

1.1(СП.20.13330.2011/2016_1)
Эпюра N
Единица измерения - т



↑ Z
← Y
Отм. - 6 500
Максимальное значение 3 32392

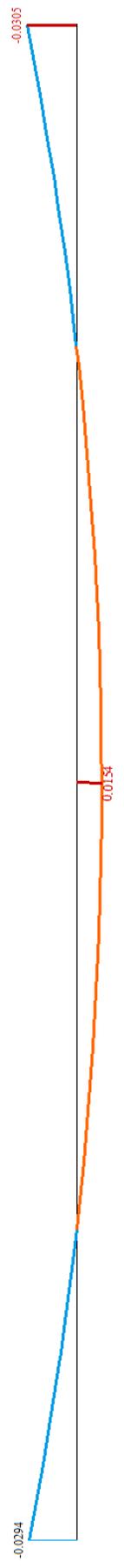
Эпюра __N по РСН в Р2

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1.1(СП.20.13390.2011.2016_1)
Этера Му
Еллиши измерения - г*м



Отл.+ 6.500
Минимальное значение -0.030481; Максимальное значение 0.015488



1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Эпюра M_y по РСН в Р2



1.1(СП 20.13330.2011.2016.1)
 Эпюра Q_z
 Единица измерения - т

$Z \uparrow$
 $Y \leftarrow$
 Отсч. + 6,500
 Минимальное значение - 0.0300536; Максимальное значение 0.0304264

Эпюра Q_y по РСН в Р2

Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата
1.1					

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1.1(СП.20.13330.2011/2016_1)
Эксер N
Единица измерения - т



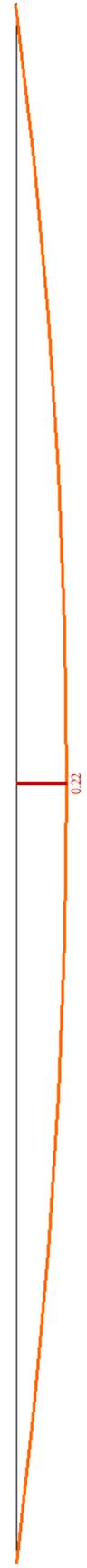
Эпюра __N по РСН в РЗ

Отп.+ 8.430
 Минимальное значение -1.36154;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1.1(СП.20.13330.2011.2016.1)
Элемент Му
Единица измерения - Г*М

Эпюра M_y по РСН в РЗ



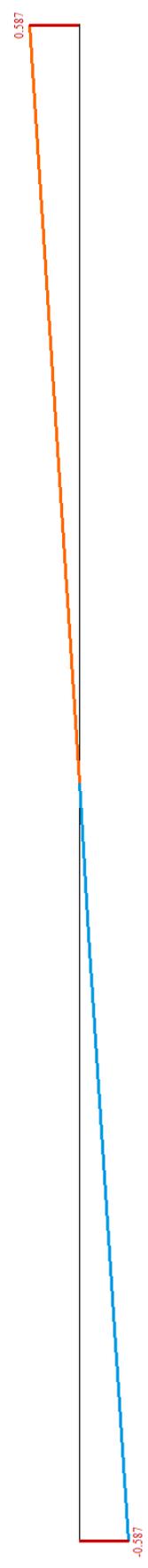


 Отм. + 8.430
 Максимальное значение 0.220241

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1.1(СП.20.13330.2011/2016.1)
Эпюра Qx
Единица измерения - т

Эпюра_Qx по РСН в РЗ





 Ось + 8.430
 Минимальное значение -0.58731; Максимальное значение 0.58731

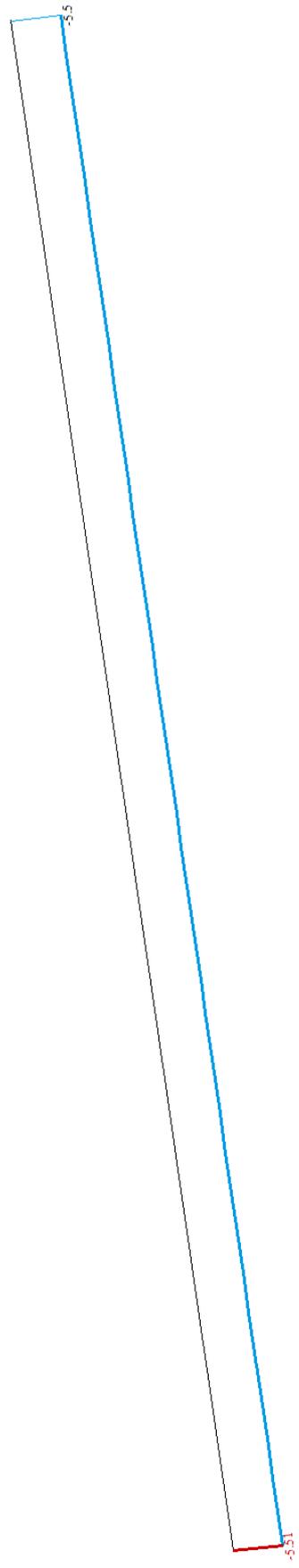
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

11(СП.20.13330.2011.2016_1)
Эпюра N
Единица измерения - т

Эпюра_N по РСН в СГ1



Z ↑
Y ←
Минимальное значение -5.5096;

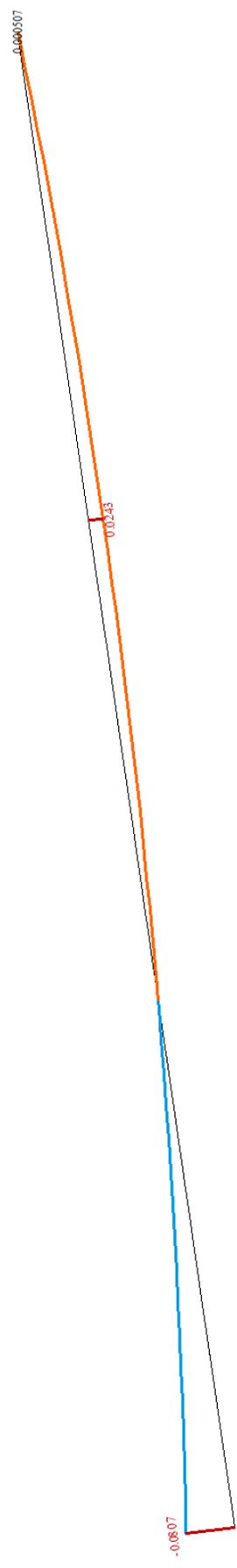
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1:1(СП.2013330.2011.2016_1)
 Экспр. Мб
 Единица измерения - г*м

Эпюра __Му по РСН в СГ1



Z
 Y

Минимальное значение -0.0806708; Максимальное значение 0.0212844

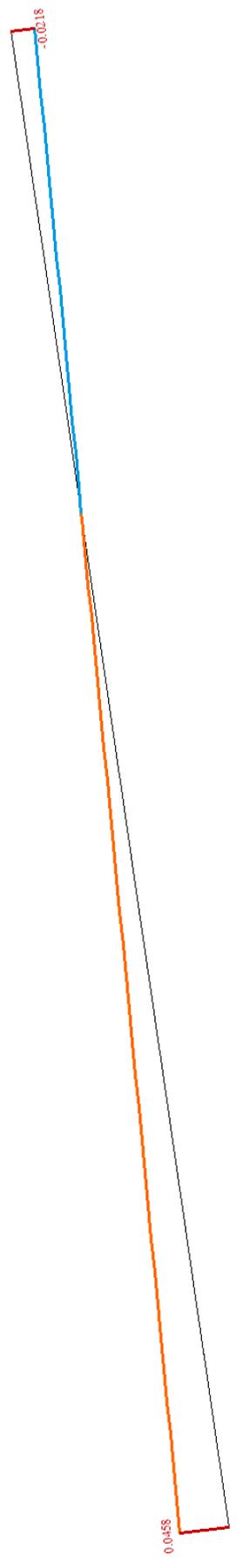
1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1.1(СП.20.13330.2011/2016_1)
Элемент Oz
Единица измерения - т

Эпюра Qx по РСН в СГ1





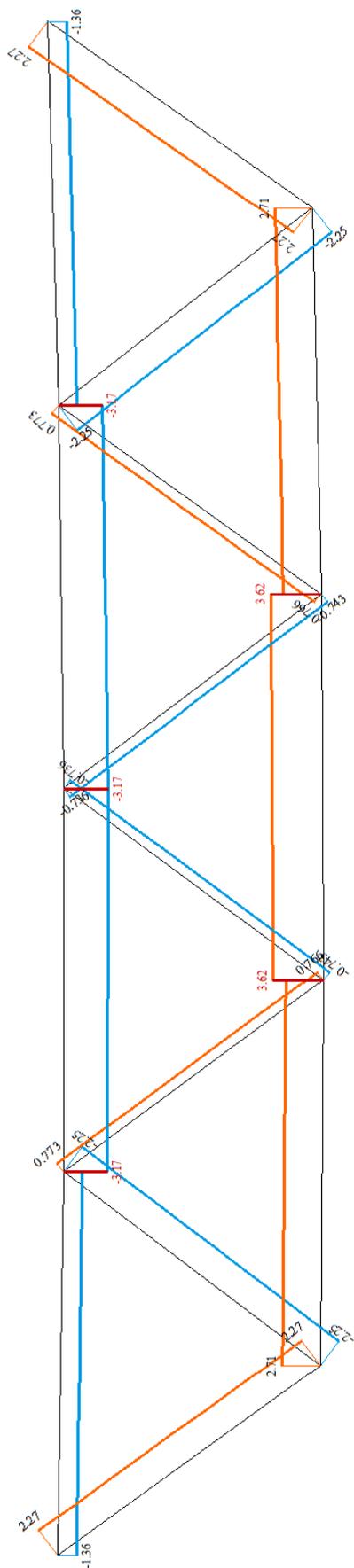
 Минимальное значение -0.0218063; Максимальное значение 0.0458124

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1(СП.20.13330.2011.2016.1)
Эюра N
Единица измерения - т



Z
Y
X
Минимальное значение -3.17253; Максимальное значение 3.61631

Эюра_N по РСН в П1

1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

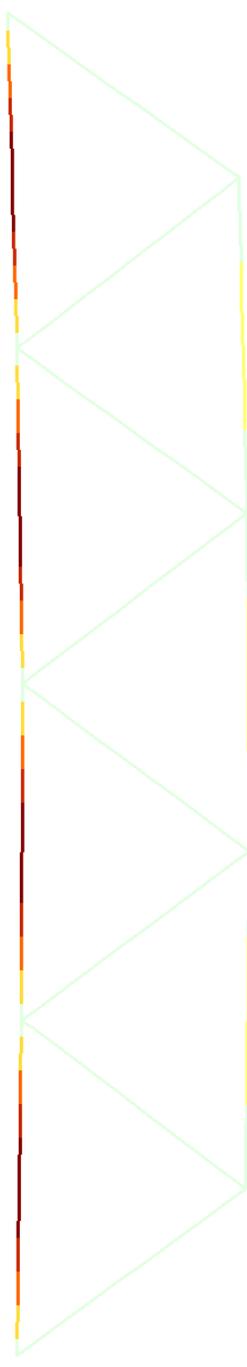
1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата



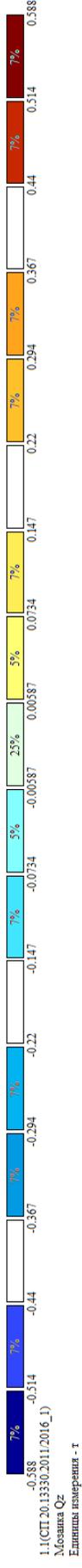
1:1(СП.20.13350.2011/2016_1)
 Мозаика Му
 Единица измерения - г*м



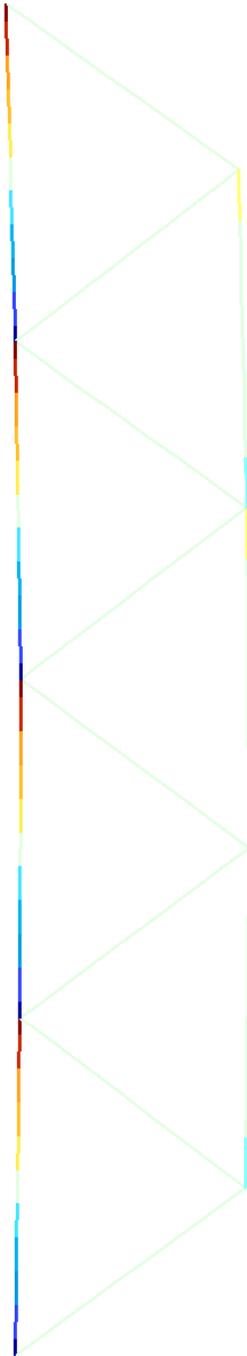
Мозаика Му по РСН в П1

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

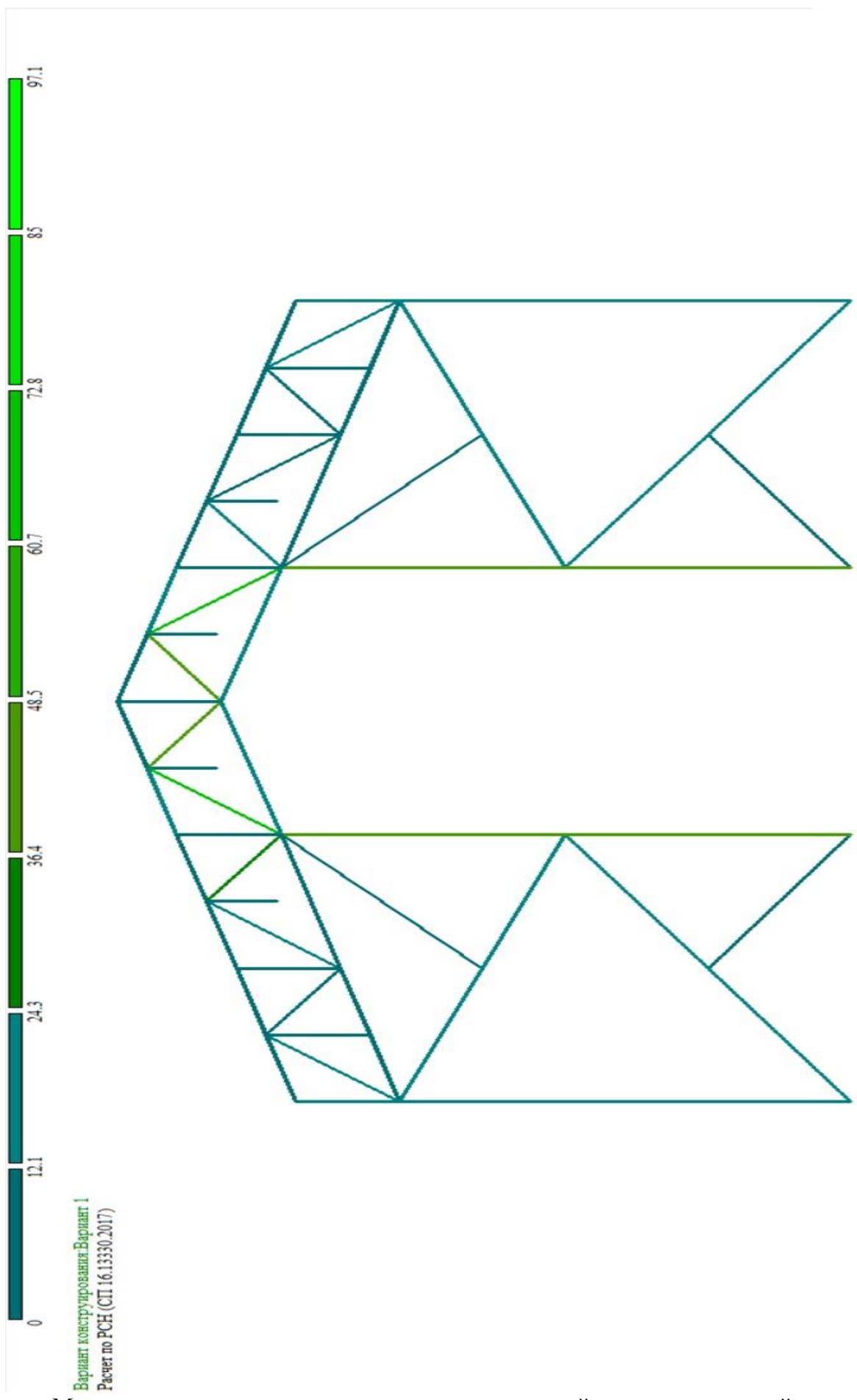


1:1(СП.20.13330.2011/2016.1)
 Мозаика Qx
 Единица измерения - г



Мозаика Qx по РСН в П1

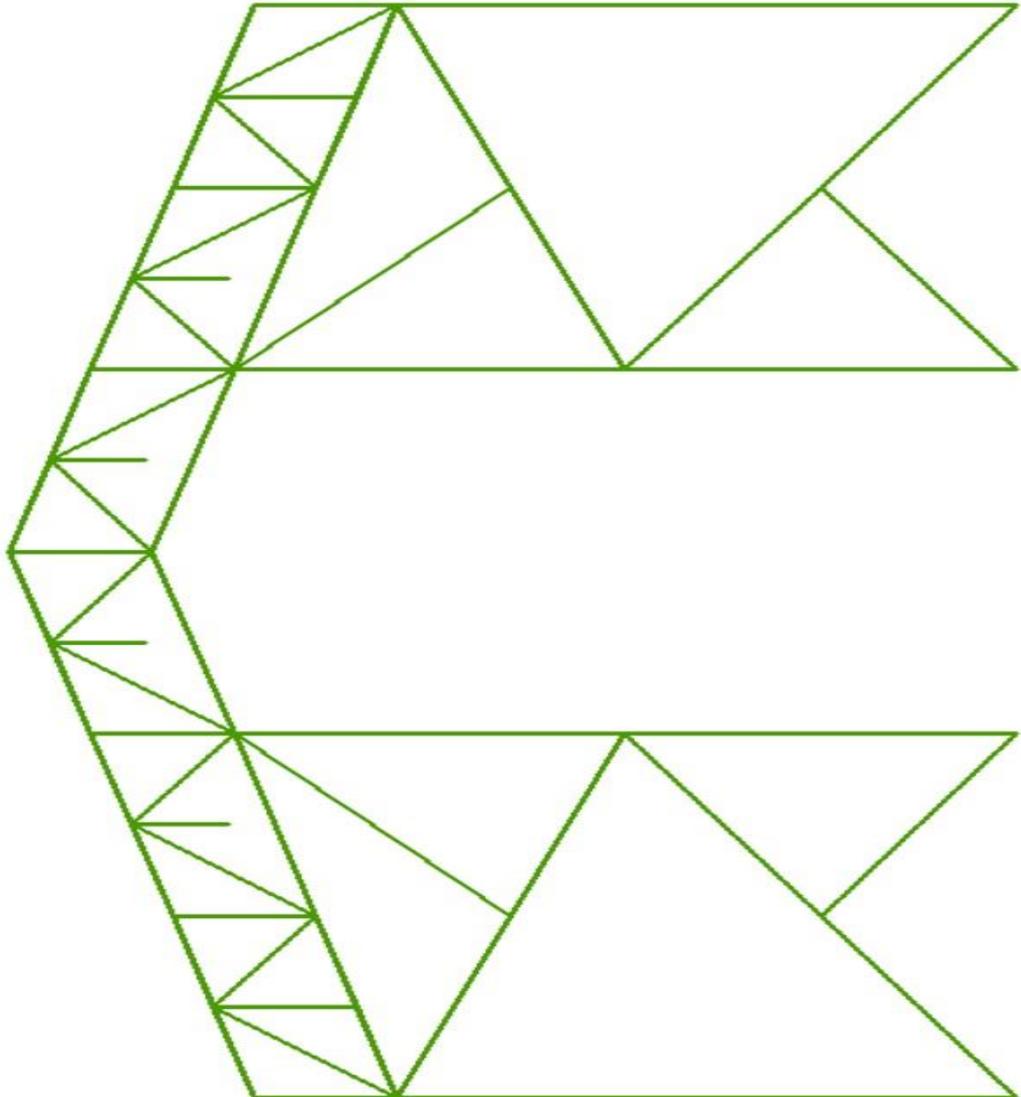
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата



Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по первому предельному состоянию (ПС1), Коэффициент использования $K = 0,97$

Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
	№до	Подп.
		Дата



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по второму предельному состоянию (ПС2), Коэффициент использования $K = 0,00$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Жесткости и материалы [X]

Применять свойства: только текущей закладки

Жесткость: 11. Двутавр 10Б1 (P2 (Нижний распор))

Материалы: Вариант 1

Заданное армирование:

Жесткости | Ж/Б | Металл | Кладка | ТЗА

Список типов жесткостей

- 1. Двутавр 10Б1 (P1 (Распор))
- 2. Двутавр 20Б1 (P2 (Верхний распор))
- 3. Двутавр 25К1 (K1)
- 4. Прямоугольная труба 50 x 5 (П1 (Связи диагональные))
- 5. Прямоугольная труба 50 x 5 (Ф1 (Связи диагональные))
- 6. Прямоугольная труба 50 x 3 (Ф1 (Связи распорные))
- 7. Прямоугольная труба 50 x 3 (СВ1 (Связи вертикальные))
- 8. Прямоугольная труба 80 x 4 (СГ1 (Связи горизонтальные))
- 9. Прямоугольная труба 80 x 4 (П1 (Верхний пояс))
- 10. Прямоугольная труба 80 x 4 (П1 (Нижний пояс))
- 11. Двутавр 10Б1 (P2 (Нижний распор))
- 12. Прямоугольная труба 140 x 6 (Ф1 (Нижний пояс))
- 13. Прямоугольная труба 140 x 8 (Ф1 (Верхний пояс))

Назначить текущим

Список для фрагмента

Таблица назначенных жесткостей металлических сечений каркаса здания

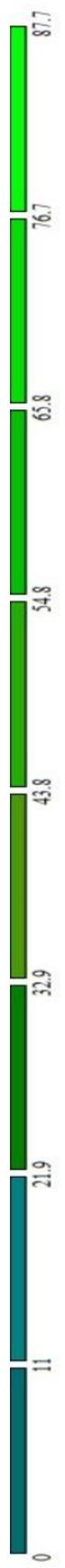
Инов. № подл.

Подпись и дата

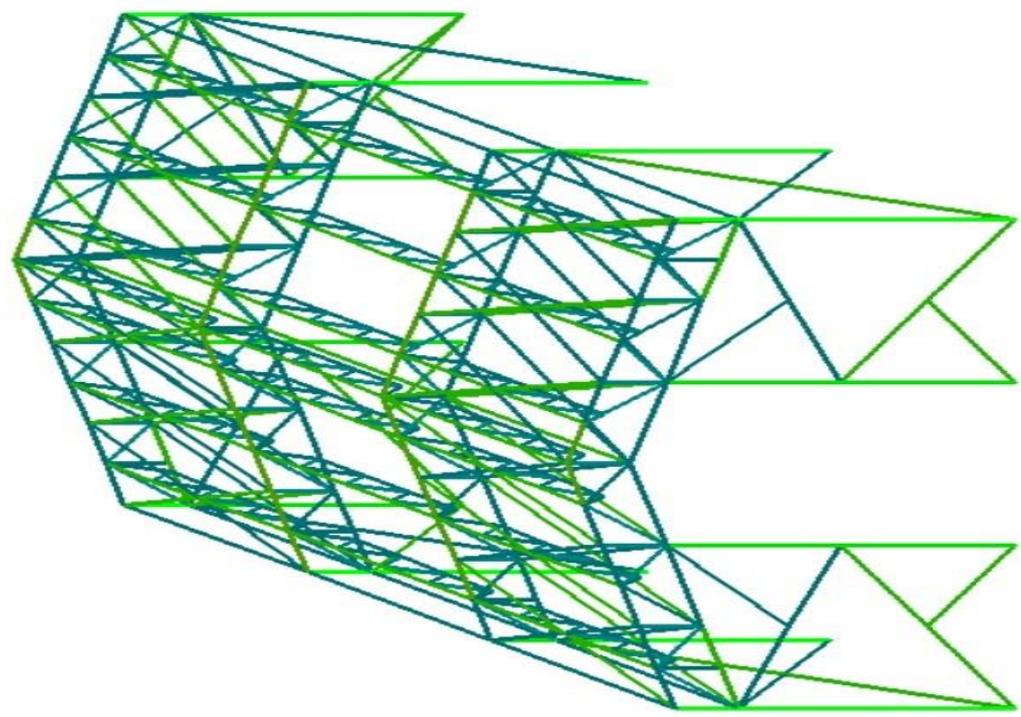
Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		



Вариант конструирования: Вариант 1
 Расчет по РСН (СП 16.13330.2017)



Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по местной устойчивости, Коэффициент использования $K = 0,87$



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Расчёт подкрановой балки БМ1

Рис.1 Расчётная схема балки

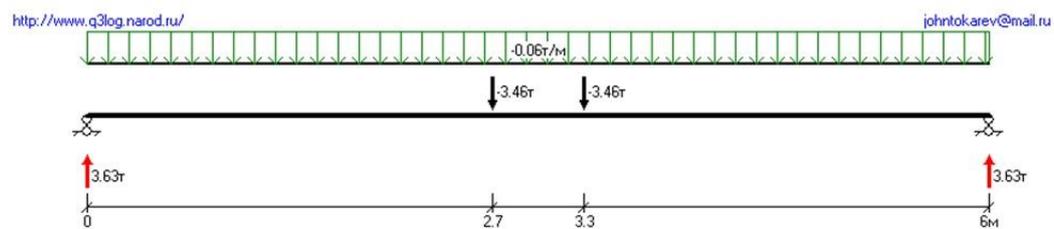


Рис.2 Эшюра прогибов [м]

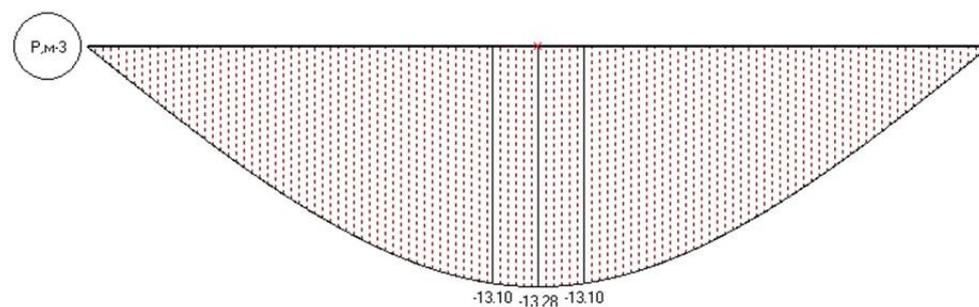


Рис.3 Эшюра углов поворота [град]-2

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

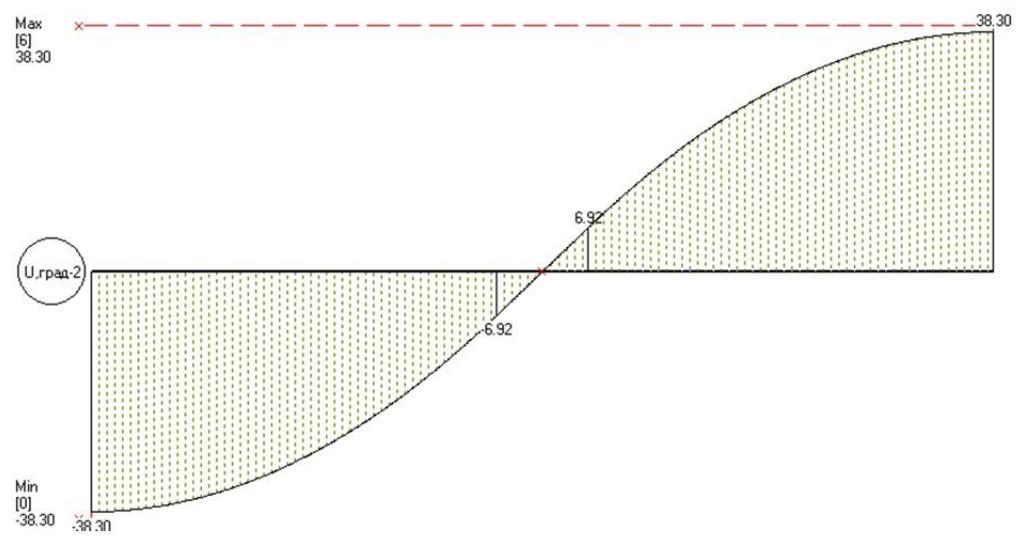


Рис.4 Эшора изгибающих моментов [т·м]

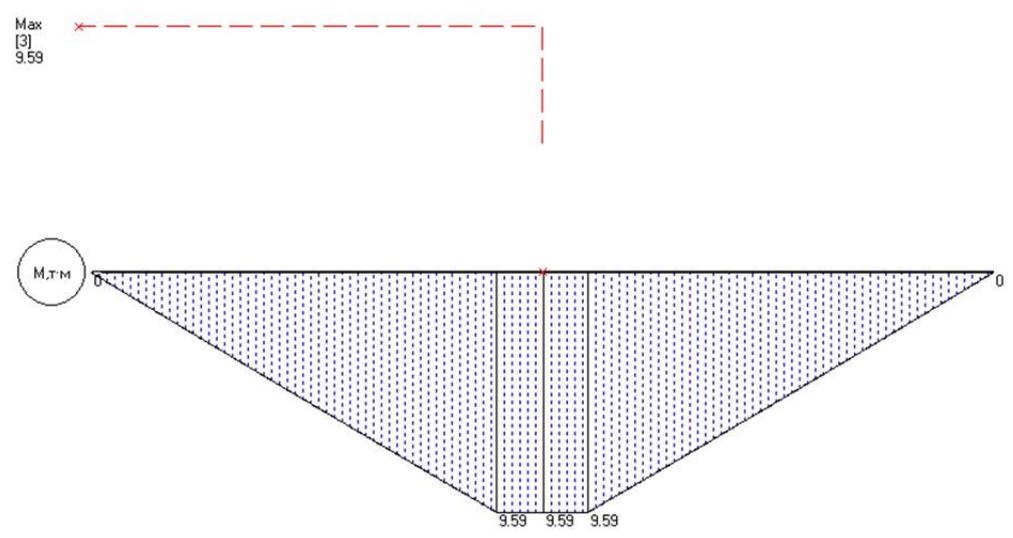
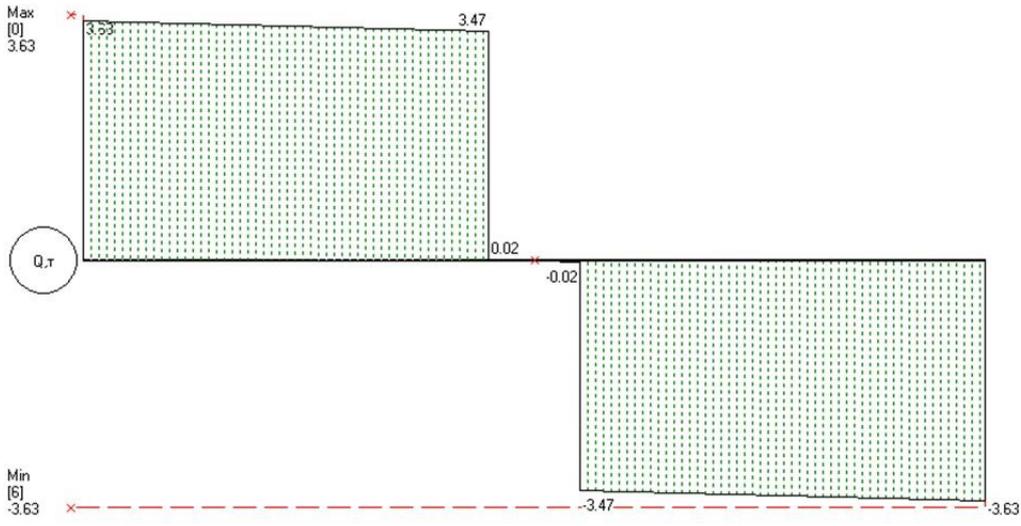


Рис.5 Эшора поперечных сил [т]

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №								

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР



Результаты расчёта:

Расчёт выполнен: 16.03.2023 16:22:40

Проект: Мой проект

Объект: Мой объект

Конструкция: Моя конструкция

Характеристики элемента:

Сортамент: Двутавры широкополочные (Ш) по СТО АСЧМ 20-93

Элемент: 30Ш1

Масса 1 м.п. = 56.80 кг

Момент инерции, $J_x = 11339.00 \text{ см}^4$

Момент сопротивления, $W_x = 771.40 \text{ см}^3$

Статический момент полусечения, $S_x = 429.50 \text{ см}^3$

Марка стали - С235

Расчётное сопротивление стали, $R_y = 230 \text{ МПа}$

Относительный прогиб - 1/400 пролёта

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Модуль упругости, $E = 206000 \text{ МПа}$

Напряжения в балке, с учётом собственного веса:

- нормальное (от M_{max}): 121.97 МПа
- касательное: (от Q_{max}) 29.06 МПа

Максимальный прогиб (с k -том надёжности) равен 13.28 м-3,
что составляет 1/452 от максимального пролёта 6 м.

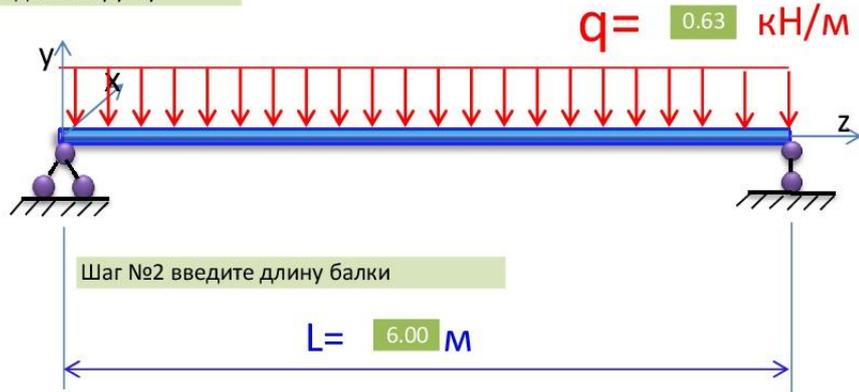
Сечение элемента проходит по условиям прочности и жесткости.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Результат проверки назначенных сечений стальных стержней подкрановой балки по первому и второму предельному состоянию (ПС1...ПС2) ручным расчетом по статически определимой схеме

1.1						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата		РР

Шаг №1 введите нагрузку



Шаг №2 введите длину балки

$$M = q \cdot L^2 / 8 = \frac{0.6 \times 6^2}{8} = 2.835 \text{ кН*м}$$

$$R = q \cdot L / 2 = \frac{0.6 \times 6}{2} = 1.89 \text{ кН}$$

Шаг №3 выберите прокатный профиль

10П Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89
 I = 175 см⁴ W = 35 см³

Шаг №4 Введите расчётное сопротивление стали

R = 245 МПа марка стали С 245

$$\sigma = M / W = \frac{0.002835}{0.000035} = 81.2 \text{ МПа}$$

Вычисляем прогиб балки

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0.63 \cdot 6^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0.0000175} = 29.5 \text{ мм}$$

Вычисляем относительный прогиб балки

$$f = \frac{l}{203} < \frac{l}{200}$$

Результат

Прочность балки обеспечена
 Прогиб балки меньше допустимого

Инв. № Подп.	Подп. и дата
Взам. инв №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шифр	Лист
						1

Расчет балки монтажного мостика ПЗ. Сечения балок П1, П2, П4, П5, П6 приняты по аналогии.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		

Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

Проверка стального центрально-сжатого элемента

Допущения и предпосылки. Методика расчета принята согласно СНиП II-23-81*. Расчет выполнен для случая сплошностенчатых элементов не П-образного сечения при отсутствии планок. Предполагается, что $R_u/\gamma_u > R_y$.

Исходные данные. $N = 0.20 \cdot 10^3$ кгс, $A_n = 13.81$ см², $A = 13.81$ см², $l_{ef} = 594.4$ см, $i = 4.76$ см, $E = 2.1 \cdot 10^6$ кгс/см², предельная гибкость ограничена, $\lambda_u = 180 - 60\alpha$, $R_y = 2450.0$ кгс/см², $\gamma_c = 1.00$.

Расчет. Проверка прочности по формуле (5)

$$\frac{N}{A_n} = \frac{0.20 \cdot 10^3}{13.81} = 14.1 \text{ кгс/см}^2 \leq R_y \gamma_c = 2450.0 \cdot 1.00 = 2450.0 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность **обеспечена**.

Определение гибкости.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{594.4}{4.76} = 124.9, \quad \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 124.9 \sqrt{\frac{2450.0}{2.1 \cdot 10^6}} = 4.265$$

Поскольку $2.5 < \bar{\lambda} \leq 4.5$, то φ определяется по формуле (9)

$$\begin{aligned} \varphi &= 1.47 - 13.0 \frac{R_y}{E} - \left(0.371 - 27.3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0.0275 - 5.53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 = \\ &= 1.47 - 13.0 \frac{2450.0}{2.1 \cdot 10^6} - \left(0.371 - 27.3 \cdot \frac{2450.0}{2.1 \cdot 10^6} \right) 4.265 + \left(0.0275 - 5.53 \cdot \frac{2450.0}{2.1 \cdot 10^6} \right) 4.265^2 = 0.391 \end{aligned}$$

Проверка устойчивости по формуле (7)

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{0.20 \cdot 10^3}{0.391 \cdot 13.81} = 36.1 \text{ кгс/см}^2 \leq R_y \gamma_c = 2450.0 \cdot 1.00 = 2450.0 \text{ кгс/см}^2$$

Устойчивость **обеспечена**.

Проверка предельной гибкости.

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{0.20 \cdot 10^3}{0.391 \cdot 13.81 \cdot 2450.0 \cdot 1.00} = 0.015 \neq 0.5$$

Условие не выполняется, принимается $\alpha = 0.5$.

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0.500 = 150.0$$

$$\lambda = 124.9 \leq \lambda_u = 150.0$$

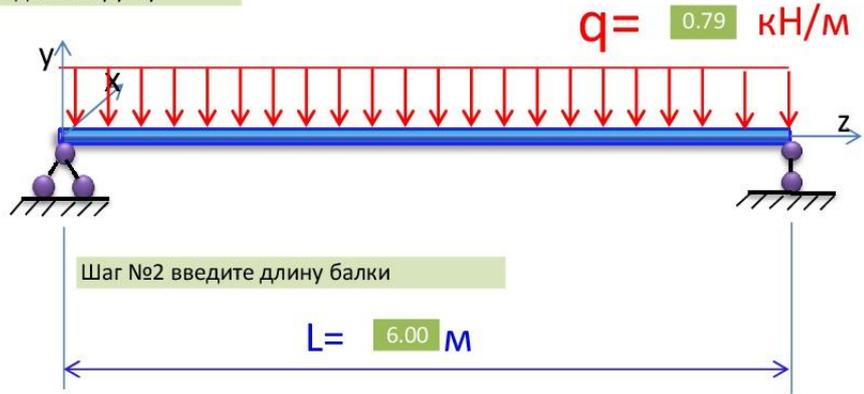
Требования по ограничению гибкости **выполняются**.

Вывод. Прочность **обеспечена**. Устойчивость **обеспечена**. Требования по ограничению гибкости **выполняются**.

Проверка по гибкости опоры Ст1 под площадку П2.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
1.1						1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата		

Шаг №1 введите нагрузку



Шаг №2 введите длину балки

$$M = q \cdot L^2 / 8 = \frac{0.8 \times 6^2}{8} = 3.555 \text{ кН*м}$$

$$R = q \cdot L / 2 = \frac{0.8 \times 6}{2} = 2.37 \text{ кН}$$

Шаг №3 выберите прокатный профиль

100x4 Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003
 l= см⁴ W= см³

Шаг №4 Введите расчётное сопротивление стали

R= МПа марка стали С 245

$$\sigma = M / W = \frac{0.003555}{0.000045} = 79.0 \text{ МПа}$$

Вычисляем прогиб балки

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0.79 \cdot 6^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0.0000225} = 28.7 \text{ мм}$$

Вычисляем относительный прогиб балки

$$f = \frac{l}{209} < \frac{l}{200}$$

Результат

Прочность балки обеспечена
 Прогиб балки меньше допустимого

Инв. № Подп.	Подп. и дата
Взам. инв №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шифр	Лист
						1

Расчет балки фахверка

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

ДЛЯ КАКИХ ЦЕЛЕЙ

ДЛЯ СПЛОШНЫХ КОЛОНН

УСИЛИЯ **РАЗМЕРЫ**

20. N (т) 57С I_s (мм)

14. N_{min} (т) 41С b_s (мм)

4.2. M (т·м) 205 с (мм)

1.6. Q (т) 2 п (шт)

БОЛТЫ

Диаметр (мм) 12

Тип с отгибом

Сталь 09Г2С-4

БЕТОН

Класс В25

КОЭФФИЦИЕНТ

1.05 1.18 1.35

ДИНАМ. НАГРУЗКА

1.00 1.25 1.57 2.25 3.15

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

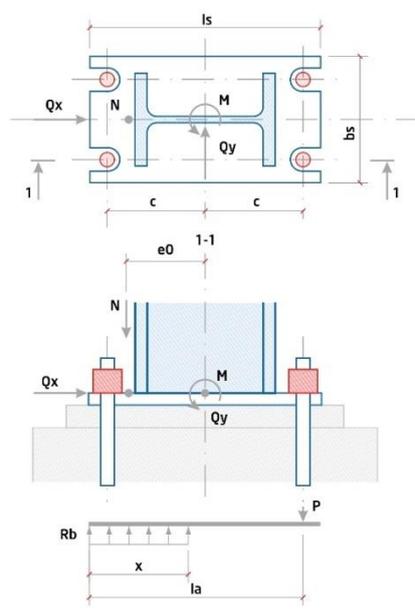
[Перейти к результату](#)

N - нормальная сила, положительно направлена вниз

N_{min} - минимальная нормальная сила от которой определяется сдвиговое усилие

M - момент в плоскости колонны

Q - горизонтальная нагрузка



l_s - длина опорной плиты колонны

b_s - ширина опорной плиты колонны

c - расстояние от оси колонны до болта; считается что болты располагаются симметрично; не может быть больше l_s/2

п - количество болтов на одной стороне

Диаметр болта - выбрать из списка

Тип болта - выбрать из списка: с отгибом, в анкерной плитой глухой или съёмный, прямой, конический (распорный).

Марка стали болта - выбрать из списка из двух возможным вариантов согласно СП 16.13330.2017

Класс бетона - выбрать из списка класс бетона фундамента.

Коэффициент k₀ - выбрать из списка; коэффициент, зависящий от типа сооружения, типа нагрузки и типа болта.

Проверка на выносливость - поставить или убрать галочку; выполняется при наличии динамических нагрузок. При выборе коэффициента k₀ автоматические принимает значение для динамических нагрузок.

Коэффициент α - выбрать из списка; IT от количества циклов нагружения.

Инов. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1. Расстояние от равнодействующей усилий в растянутых болтах до противоположной грани плиты:

$$l_a = l_s - (l_s - 2 \cdot c) / 2 = 570 - (570 - 2 \cdot 205) / 2 = 490 \text{ мм} = 0.490 \text{ м}$$
2. Эксцентриситет приложения нагрузки:

$$e_0 = M / N = 4.29 / 20.74 = 0.207 \text{ м}$$
3. Расчётное сопротивление бетона фундамента осевому сжатию:
 Для бетона класса В25 $R_b = 14.5 \text{ МПа} = 1478.08 \text{ т/м}^2$
4. Высота сжатой зоны бетона под опорной плитой базы колонны:

$$x = l_a - \sqrt{(l_a^2 - 2 \cdot N \cdot (e_0 + c)) / (R_{bt} \cdot b_s)} =$$

$$= 0.490 - \sqrt{(0.490^2 - 2 \cdot 20.74 \cdot (0.207 + 0.205)) / (1478.084 \cdot 0.410)} = 0.030 \text{ м}$$
5. Расчётное сопротивление стали 09Г2С-4, 09Г2С-6 растяжению для болта М12
 $R_{ba} = 265 \text{ МПа}$
6. Проверка прочности бетонного основания:

$$\xi_R = (0.85 - 0.008 \cdot R_b) / (1 + (R_{ba} / 400) \cdot (1 - (0.85 - 0.008 \cdot R_b) / 1.1)) =$$

$$(0.85 - 0.008 \cdot 14.5) / (1 + (265 / 400) \cdot (1 - (0.85 - 0.008 \cdot 14.5) / 1.1)) = 0.601$$

$$x \leq \xi_R \cdot l_a \rightarrow 0.030 \leq 0.601 \cdot 0.490 \rightarrow 0.030 \leq 0.295 \rightarrow \text{Условие выполняется}$$
7. Значение расчётной нагрузки, приходящейся на один болт:

$$P = (R_b \cdot b_s \cdot x \cdot N) / n = (1478.084 \cdot 0.410 \cdot 0.030 - 20.74) / 2 = -1.382 \text{ т}$$
8. Площадь поперечного сечения болта (по резьбе) по условию прочности:
 Нагрузка на болт отрицательная, следовательно болты ставятся конструктивно
9. Проверка площади сечения болтов при динамических нагрузка на выносливость:
 Нагрузка на болт отрицательная, следовательно болты ставятся конструктивно
10. Величина предварительной затяжки болта:
 Конструктивные болты следует затягивать на допускаемый максимальный крутящий момент
11. Проверка возможности восприятия сдвигающей силы в плоскости сопряжения базы колонны с фундаментом:

коэффициент трения $f = 0.25$

$$Q_x \leq f \cdot (n \cdot A_{sa} \cdot R_{ba} / 4 + N_{\min})$$

$$1.622 \leq 0.25 \cdot (2 \cdot 0.842 \cdot 2.701 / 4 + 14.52)$$

$$1.622 \leq 3.91 \rightarrow \text{Условие выполняется}$$

12. Минимальная глубину заделки болтов в бетон:

Расчётное сопротивление бетона растяжению:

$$R_{bt}^{12.5} = 0.66 \text{ МПа}$$

$$R_{bt}^{B25} = 1.05 \text{ МПа}$$

$$m_1 = R_{bt}^{12.5} / R_{bt}^{B25} = 0.66 / 1.05 = 0.63$$

Расчётное сопротивление стали растяжению:

$$R_{ba}^{BCT3kn2} = 185 \text{ МПа}$$

$$R_{ba}^{09Г2С} = 265 \text{ МПа}$$

$$m_2 = R_{ba}^{09Г2С} / R_{ba}^{BCT3kn2} = 265 / 185 = 1.43$$

$$H_0 = H \cdot m_1 \cdot m_2 = 25 \cdot 12 \cdot 0.63 \cdot 1.43 = 270.12 \text{ мм}$$

Минимальные расстояния

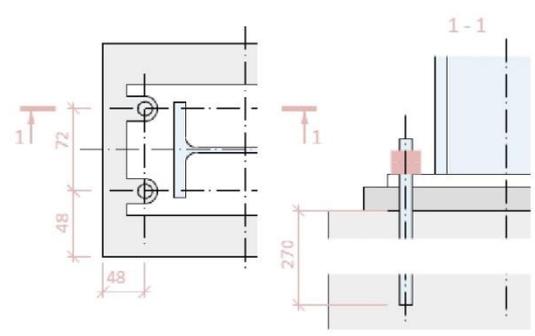
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Колу	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР



Описание

— Болт фундаментный 1.1 М12х400

Марка стали	Диаметр	Длина, мм	Масса, кг	Покрытие
09Г2С	М12	400	0,43	без покрытия

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
1.1		
Изм.	Кол.у	Лист
№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Расчет болтов М16 в узле сопряжения нижнего пояса фермы с колонной. Расчетные усилия приняты по узлу 2 из расчета 4 болта на расчетные усилия.



СП 16.13330.2017 изм.2

Исходные данные для расчета болтовых соединений

d_b	=	16	мм - наружный диаметр стержня болта;	
		8.8	- класс прочности болта;	Таб. В.3
		В, С	- класс точности болта;	Таб. В.5
n_s	=	1	шт. - число расчетных срезов одного болта;	
$\sum t$	=	40	мм - наименьшая суммарная толщина соединяемых элементов, сминаемых в одном напр.;	
R_{un}	=	360	н/мм ² - Временное нормативное сопротивление стали соединяемых элементов;	
γ_c	=	0.80	- коэффициент условий работы, определяемый по табл. 1;	
γ_b	=	1.00	- коэффициент условий работы болтового соединения, определяемый по табл. 41;	
N_s	=	5	т - срезающие усилие действующее на болт;	
N_t	=	1	т - растягивающее усилие действующее на болт;	
A_b	=	2.01	см ² - Площадь сечения стержня болта брутто;	
A_{bn}	=	1.57	см ² - Площадь сечения резьбовой части болта нетто;	
R_{bs}	=	332	н/мм ² - расчетное сопротивление срезу одноболтового соединения;	
R_{bp}	=	475	н/мм ² - расчетное сопротивление смятию одноболтового соединения;	
R_{bt}	=	451	н/мм ² - расчетное сопротивление растяжению одноболтового соединения;	

Расчет одноболтового соединения

Согласно СП 16.13330.2017:

14.2.9 Расчетное усилие, которое может воспринято одним болтом, в зависимости от вида напряженного состояния следует определять по формулам:

При срезе: $N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c = 332 \cdot 10.2 \cdot 2.01 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8/1000 = 5.44$ т (186)

При смятии: $N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t \gamma_b \gamma_c = 475 \cdot 10.2 \cdot 1.6 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 0.8/1000 = 24.80$ т (187)

При растяжении: $N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c = 451 \cdot 10.2 \cdot 1.57 \cdot 0.8 / 1000 = 5.78$ т (188)

14.2.13 При одновременном действии на болтовое соединение усилий, вызывающих срез и растяжение болтов, наиболее напряженный болт, наряду с проверкой по формуле (188), следует проверять по формуле:

$$\sqrt{(N_s/N_{bs})^2 + (N_t/N_{bt})^2} = 0.93 \leq 1 \quad (190)$$

Условие выполняется

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

Расчет высокопрочных болтов М12 в стыках нижнего пояса фермы. Расчетные усилия приняты по разрезу 1 – 1 в узле 3 из расчета 12 болтов на расчетные усилия.



СП 16.13330.2017 изм.2

Исходные данные для расчета болтовых соединений

d_b	=	12	мм - наружный диаметр стержня болта;	
		10.9	- класс прочности болта;	Таб. В.3
		В, С	- класс точности болта;	Таб. В.5
n_s	=	1	шт. - число расчетных срезов одного болта;	
$\sum t$	=	52	мм - наименьшая суммарная толщина соединяемых элементов, сминаемых в одном напр.;	
R_{un}	=	360	н/мм ² - Временное нормативное сопротивление стали соединяемых элементов;	
γ_c	=	0.80	- коэффициент условий работы, определяемый по табл. 1;	
γ_b	=	1.00	- коэффициент условий работы болтового соединения, определяемый по табл. 41;	
N_s	=	3	т - срезающие усилие действующее на болт;	
N_t	=	1	т - растягивающее усилие действующее на болт;	
A_b	=	1.13	см ² - Площадь сечения стержня болта брутто;	
A_{bn}	=	0.88	см ² - Площадь сечения резьбовой части болта нетто;	
R_{bs}	=	416	н/мм ² - расчетное сопротивление срезу одноболтового соединения;	
R_{bp}	=	475	н/мм ² - расчетное сопротивление смятию одноболтового соединения;	
R_{bt}	=	728	н/мм ² - расчетное сопротивление растяжению одноболтового соединения;	

Расчет одноболтового соединения

Согласно СП 16.13330.2017:

14.2.9 Расчетное усилие, которое может воспринято одним болтом, в зависимости от вида напряженного состояния следует определять по формулам:

При срезе: $N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c = 416 \cdot 10.2 \cdot 1.13 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.8/1000 = 3.84$ т (186)

При смятии: $N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t \gamma_b \gamma_c = 416 \cdot 10.2 \cdot 1.2 \cdot 52 \cdot 1 \cdot 0.8/1000 = 24.18$ т (187)

При растяжении: $N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c = 728 \cdot 10.2 \cdot 0.88 \cdot 0.8 / 1000 = 5.24$ т (188)

14.2.13 При одновременном действии на болтовое соединение усилий, вызывающих срез и растяжение болтов, наиболее напряженный болт, наряду с проверкой по формуле (188), следует проверять по формуле:

$$\sqrt{(N_s/N_{bs})^2 + (N_t/N_{bt})^2} = 0.80 \leq 1 \quad (190)$$

Условие выполняется

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР

Лист

РР

Заключение

Результаты расчета проведенного на конструкцию здания производственного цеха показали следующие:

1. Максимальное расчетное вертикальное перемещение конструкции подкрановой балки составляет 13,28мм, что не превышает нормы по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $6000/400 = 15\text{мм}$.
2. Максимальное расчетное вертикальное перемещение элементов конструкции каркаса здания по РСН составляет 28мм, что не превышает нормы по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $18000/300 = 60\text{мм}$.
3. Максимальное расчетное горизонтальное перемещение, от крановой нагрузки, элементов конструкции каркаса здания по РСУ составляет 0,368мм, что не превышает нормы по таблице Д.3 в СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» $6000/1000 = 6\text{мм}$.

Выводы

1. Принять для верхнего пояса стропильной фермы Ф1 профиль из квадратной трубы 140x8 по ГОСТ 30245-2003 С245.
2. Принять для нижнего пояса стропильной фермы Ф1 профиль из квадратной трубы 140x6 по ГОСТ 30245-2003 С245.
3. Принять для опорных диагональных раскосов стропильной фермы Ф1 профиль из квадратной трубы 50x6 по ГОСТ 30245-2003 С345.
4. Принять для пролетных диагональных раскосов стропильной фермы Ф1 профиль из квадратной трубы 50x5 по ГОСТ 30245-2003 С345.
5. Принять для распорок стропильной фермы Ф1 профиль из квадратной трубы 50x3 по ГОСТ 30245-2003 С345.
6. Принять для вертикальных связей СВ1 профиль из квадратной трубы 2x50x3 с распорными планками из трубы 40x3 по ГОСТ 30245-2003 С345.
7. Принять для горизонтальных связей СГ1 профиль из квадратной трубы 80x4 по ГОСТ 30245-2003 С345.
8. Принять для верхнего пояса фермы прогона П1 профиль из квадратной трубы 80x4 по ГОСТ 30245-2003 С245.
9. Принять для нижнего пояса фермы прогона П1 профиль из квадратной трубы 80x4 по ГОСТ 30245-2003 С245.
10. Принять для связей диагональных прогона П1 профиль из квадратной трубы 50x5 по ГОСТ 30245-2003 С245.
11. Принять для колонны К1 двутавровый профиль 25К1 по ГОСТ Р 57837-2017 С245.

Индв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
1.1							РР	
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

12. Принять для распора Р1 двутавровый профиль 10Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 С245.
13. Принять для нижнего распора Р2 двутавровый профиль 10Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 С245.
14. Принять для прогонного тяжа Р3 профиль из квадратной трубы 50х3 по ГОСТ 30245-2003 С245.
15. Принять для верхнего распора П2 двутавровый профиль 20Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 С245.
16. Принять для балки фахверка БФ профиль из квадратной трубы 100х4 по ГОСТ 30245-2003 С245.
17. Принять для подкрановых путей БМ1 и БМ2 двутавровый профиль 30Ш1 по ГОСТ Р 57837-2017 С245.
18. Принять для балок монтажного мостика П1...П6 профиль из швеллера 10П по ГОСТ 8240-97 (или аналог) С245.
19. Принять для стойки С1 под лестничную площадку профиль из квадратной трубы 120х3 по ГОСТ 30245-2003 (или аналог) С245.
20. Принять для стойки С2 под лестничную площадку профиль из квадратной трубы 80х4 по ГОСТ 30245-2003 (или аналог) С245.
21. Принять для эстакадных и площадочных вертикальных связей СВ1 профиль из квадратной трубы 50х3 с распорными планками из трубы 40х3 по ГОСТ 30245-2003 (или аналог) С245.

Расчет выполнил:

Инженер конструктор



А.В.Сухой.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР	Лист
			1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата			

Система добровольной сертификации
 «Федеральный центр
 сертификации программного обеспечения «АВОК»
 (СДС ФЦСПО «АВОК»)

Регистрационный номер в реестре зарегистрированных систем
 добровольной сертификации № РОСС RU.32123.04АВКО

Создатель Системы ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
 Адрес: 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, дом 46, корпус 2, ком. 17

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
 № 002-2021

Настоящий сертификат удостоверяет, что программа

**«Программный комплекс
 ЛИРА-САПР»**

соответствует требованиям

ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ГОСТ Р ИСО 9127-94,
 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, СП 14.13330.2018 (СНиП II-7-81*),
 СП 15.13330.2020 (СНиП II-22-81*), СП 16.13330.2017 (СНиП II-23-81*),
 СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*), СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83*),
 СП 24.13330.2011 (СНиП 2.02.03-85*), СП 35.13330.2011 (СНиП 2.05.03-84*),
 СП 63.13330.2018 (СНиП 52-01-2003), СП 266.1325800.2016, СП 268.1325800.2016,
 СП 294.1325800.2017, СП 295.1325800.2017, СП 328.1325800.2020,
 СП 331.1325800.2017, СП 333.1325800.2020, СП 335.1325800.2017,
 СП 260.1325800.2016, СП 296.1325800.2017, СП 385.1325800.2018,
 СТО 36554501-006-2006, СП 50-101-2004, СП 50-102-2003, СП 52-101-2003,
 СП 52-103-2007, СП 53-102-2004, СП 31-114-2004, ГОСТ 27751-2014, ТСН 102-00*,
 НП 031-01.

Дата выдачи: 11.08.2021
 Действительно до: 10.08.2024



Руководитель СДС ФЦСПО «АВОК»
 Жучков А.Г.



Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

1.1					
Изм.	Кол.у	Лист	№до	Подп.	Дата

1721/01-22-ИЛО2.3.3.РР