



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ .....	13
1.1 Исходные данные для проектирования .....	13
1.1.1 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект .....	13
1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта.....	13
1.1.3 Техничко-экономические показатели.....	14
1.2 Схема планировочной организации земельного участка .....	14
1.2.1 Характеристика земельного участка.....	14
1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций.....	14
1.3 Архитектурные решения .....	14
1.3.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта строительства .....	14
1.3.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений.....	15
1.3.3 Описание и обоснование приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	15
1.3.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения .....	15
1.3.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	16
1.3.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	16
1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения .....	17
1.4.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта .....	17

						БР 08.03.01 - ПЗ			
Изм.	Нол.уч.	Лист.	№док	Подпись	Дата				
Разработал	Клушкин					8 Гараж Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска	Стадия	Лист	Листов
							Р	8	108
Руководит	Фроловская						СКиУС		
Н.контр.	Фроловская								
Зав.кафед.	Деордиев								

1.4.2 Сведения об особых природных климатических условиях территории для размещения объекта капитального строительства .....	19
1.4.3 Сведения о характеристиках грунта в основании объекта строительства .....	19
1.4.4 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства.....	19
1.4.5 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.....	20
1.4.6 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства.....	20
1.4.7 Обоснование проектных решений и мероприятий.....	21
1.4.7.1 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	21
1.4.7.2 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность .....	22
1.5 Мероприятия по обеспечению доступа маломобильных групп населения ...	23
<b>2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>24</b>
2.1 Описание конструктивной схемы .....	24
2.2 Расчет элементов покрытия .....	26
2.2.1 Исходные данные.....	26
2.2.2 Сбор нагрузок на покрытие .....	26
2.2.3 Расчет поперечной балки покрытия Б1 .....	29
2.2.4 Расчет продольной балки покрытия Б2 .....	40
<b>3. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ .....</b>	<b>53</b>
3.1 Исходные данные.....	53
3.2 Проектирование столбчатого фундамента.....	54
3.3 Проектирование свайного фундамента .....	59
3.4 Сравнение вариантов фундаментов .....	63

4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	64
4.1 Область применения .....	64
4.2 Общие положения .....	64
4.3 Организация и технология выполнения работ.....	65
4.3.1 Подготовительные работы .....	65
4.3.2 Основные работы .....	66
4.3.3 Завершающие работы .....	68
4.4 Требования к качеству работ .....	68
4.5 Потребность в материально-технических ресурсах .....	69
4.6 Подбор подъемно-транспортного оборудования.....	71
4.7 Техника безопасности и охрана труда .....	73
4.8 Техничко-экономические показатели .....	74
5 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	75
5.1 Объектный строительный генеральный план .....	75
5.1.2 Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства .....	75
5.1.3 Оценка развитости транспортной инфраструктуры.....	76
5.1.4 Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства .....	76
5.1.5 Разработка объектного стройгенплана на период возведения надземной части .....	77
5.1.5.1 Выбор монтажного крана.....	77
5.1.5.2 Размещение крана на объекте.....	77
5.1.5.3 Определение величины опасных зон .....	77
5.1.5.4 Внутрипостроечные дороги .....	79
5.1.5.5 Расчет и проектирование временных инвентарных зданиях .....	80
5.1.5.6 Проектирование складских помещений и площадок.....	82
5.1.5.7 Потребность в электроэнергии .....	83
5.1.5.8 Временное водоснабжение строительной площадки.....	85
5.1.6 Потребность в сжатом воздухе.....	87

5.1.7 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности.....	87
5.1.8 Мероприятия по охране объекта .....	89
5.1.9 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.....	89
5.2 Определение нормативной продолжительности строительства.....	90
6 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА .....	92
6.1 Определение сметной стоимости общестроительных работ.....	92
6.2 Основные технико-экономические показатели проекта.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	104
Приложение А Локальный сметный расчет на общестроительные работы	

## ВВЕДЕНИЕ

Бакалаврская работа в виде проекта «Гараж Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска».

Актуальность темы работы обоснована расширением количества автобусного парка Автотранспортного пассажирского предприятия.

Цели работы:

- разработать конструктивные, архитектурные и объемно-планировочные решения;
- выполнить компоновку каркаса здания;
- выполнить расчет элементов покрытия;
- выполнить проектирование фундамента;
- разработать технологическую карту на монтаж металлического каркаса;
- провести разработку объектного стройгенплана на возведение надземной части здания;
- выполнить локальный сметный расчет на общестроительные работы.

В результате проделанной бакалаврской работы:

- проведены требуемые расчеты;
- разработана технологическая карта на устройство металлического каркаса;
- разработан объектный стройгенплан на возведение надземной части здания,
- составлен и проанализирован локальный сметный расчет на общестроительные работы.

При выполнении бакалаврской работы были использованы расчетные и графические программы, нормативная и техническая документация.

# **1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

## **1.1 Исходные данные для проектирования**

### **1.1.1 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект**

Выпускная квалификационная работа на тему «Гараж Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска» разработана в соответствии с требованиями документов:

- постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №87 (с изм. от 21.12.2020) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [1];

- СП 56.13330 «Производственные здания» [2];

- СП 112.13330 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [3],

и других документов [4-6], а также на основании задания.

Пояснительная записка и графическая часть по разделам оформлены согласно требованиям [7-9].

Разработка ВКР бакалавра в виде проекта выполнена на основании:

- характеристика района;

- характеристика стройплощадки;

- материалы по объекту строительства;

- сведения о функциональном назначении объекта;

- задания по разделам ВКР в виде бакалаврской работы.

### **1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта**

Функциональное назначение объекта строительства – гараж для автобусов Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска.

В рамках строительства разрабатывается отдельностоящий гараж на территории предприятия.

### **1.1.3 Техничко-экономические показатели**

Техничко-экономические показатели объекта:

- Общая площадь здания – 832,0 м<sup>2</sup>.
- Площадь застройки – 1128,8 м<sup>2</sup>.
- Полезная площадь здания – 811,04 м<sup>2</sup>.
- Строительный объем – 4534,4 м<sup>3</sup>.
- Этажность здания - один.

## **1.2 Схема планировочной организации земельного участка**

### **1.2.1 Характеристика земельного участка**

Стройплощадка находится на территории Автотранспортного предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска.

На территорию предприятия предусмотрен 1 въезд/выезд.

Рельеф территории спокойный. Насаждения на территории отсутствуют.

### **1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций**

На территории предусмотрен автомобильный вид транспорта (автомобили работников предприятия, пассажирские автобусы).

Покрытие проездов и парковок (для личного транспорта и стоянки автобусов) – асфальт. Проезжая часть оснащена дорожными бордюрами высотой 150 мм над уровнем проезжей части.

## **1.3 Архитектурные решения**

### **1.3.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта строительства**

Внешний вид объекта строительства (гараж Автотранспортного предприятия) выполнен в стиле предприятия. Здание прямоугольной формы, простое. Высота гаража принята по заданию технологов.

Внутренний вид объекта строительства разработан в едином пространстве на основании задания технологов.

### **1.3.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений**

Все объемно-пространственные и архитектурно-художественные решения приняты на основании задания от технологов (12 машино-мест) и согласования с руководством Автотранспортного предприятия.

Гараж в плане прямоугольной формы с размерами 14,6 х 54,6 м (в крайних осях). Отметка низа несущих конструкций покрытия +4,210. Максимальная отметка здания +5,450.

### **1.3.3 Описание и обоснование приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

При строительстве гаража применяются современные материалы.

Фасады (стены) гаража выполнены из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 150 мм (горизонтальная раскладка). Кровля гаража выполнена из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 200 мм. Цветовая палитра фасада – в фирменном стиле – светло-серый цвет.

Двери, ворота - серый цвет, оконные блоки – белый цвет.

В гараже интерьер не предусмотрен.

### **1.3.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения**

Внутренняя отделка гаража не предусмотрена.

Спецификация заполнения оконных, воротных и дверных проемов приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Спецификация заполнения оконных, воротных и дверных проемов

Марка	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Окна		
ОК1	Индивид.изгот.	ОСП 1850х1500 (h)	1	
ОК2	Индивид.изгот.	ОСП 1250х1500 (h)	1	
ОК3	Индивид.изгот.	ОСП 3560х1500 (h)	1	

Марка	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Ворота		
Вр1	Индивид.изг	Ворота 4000x3800 (h)	12	Подъемные, утепленные
		Двери		
1	ГОСТ 31173-2004	ДН Г 2100-1000 П	2	Утепленные
2	ГОСТ 31173-2004	ДН Г 2100-1000 Л	3	Утепленные
3	ГОСТ 31173-2004	ДН Г 2100-1350 П	1	Утепленные

Экспликацию полов смотри в графической части (лист 1, АР).

Технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям норм, правил и стандартов, действующих на территории РФ [10-13].

### **1.3.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений соответствует требованиям [13].

Местоположение, размеры и количество окон и их «разрезка» приняты в соответствии с техническим заданием.

### **1.3.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия**

Применение двухкамерных стеклопакетов в окнах и использование в наружных конструкциях теплоизоляции обеспечивает защиту от шума проезжей части дороги.

Параметры звукоизоляции ограждающими конструкциями здания обеспечивают требования санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 [14].

Для снижения уровня шума проектом предусматривается:

- заделка стыков между ограждающими конструкциями;
- вентиляционное оборудование подвешивается с помощью виброподвесов.

## 1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения

Объемно-планировочные и конструктивные решения приняты согласно требованиям: СП 56.13330 [2], СП 112.13330 [3].

Здание II степени огнестойкости [5].

Класс конструктивной пожарной опасности здания С1 [5].

Уровень ответственности - нормальный (согласно п.9 ст.4 Федерального закона № 384-ФЗ) [13].

Класс конструктивной пожарной опасности – С1 [15];

Класс функциональной пожарной опасности – Ф2.1 [5].

Вид строительства – новое.

Гараж в плане прямоугольной формы с размерами 14,6 х 54,6 м (в крайних осях). Отметка низа несущих конструкций покрытия +4,210. Максимальная отметка здания +5,450.

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа здания.

Несущие элементы каркаса здания из металлических конструкций.

Полы - монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм укладывается на подбетонку из тощего бетона В7.5 (толщина 100 мм) по утрамбованному грунту основания.

Стены из сэндвич-панелей (горизонтальное расположение, крепление осуществляется на колонны каркаса) с минераловатным утеплителем толщиной 150 мм.

Покрытие кровли из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 200 мм.

В здании имеются оконные проемы для естественного освещения.

Фундамент монолитный железобетонный столбчатый.

Проектом предусмотрены конструктивные и объемно-планировочные решения, обеспечивающие пожарную безопасность здания и эвакуацию людей в случае пожара.

### 1.4.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта

Место строительства – г. Красноярск Красноярского края;

Природно-климатические параметры по СП 131.13330 [16]:

Среднегодовая температура воздуха	1,2 <sup>0</sup> С
Абсолютная максимальная температура воздуха	+37 <sup>0</sup> С
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	+25,8 <sup>0</sup> С
Абсолютная минимальная температура воздуха	-52 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98	-41 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98	-39 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92	-39 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92	-37 <sup>0</sup> С
Средняя температура воздуха	
-наиболее холодного месяца	-16 <sup>0</sup> С
-наиболее теплого месяца	-18,7 <sup>0</sup> С
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0 <sup>0</sup> С	169 сут
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже плюс 8 <sup>0</sup> С	235 сут
Средняя температура со среднесуточной температурой ниже 0 <sup>0</sup> С	-10,7 <sup>0</sup> С
Средняя температура со среднесуточной температурой ниже плюс 8 <sup>0</sup> С	-6,7 <sup>0</sup> С
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	78%
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	55%
Количество осадков за год	471 мм
Суточный максимум	97 мм
Преобладающее направление ветров за декабрь-февраль	3
Преобладающее направление ветров за июнь-август	3

Климат района строительства характеризуется как резко континентальный, с жарким летом, суровой зимой и резким перепадом суточных температур.

Климатический район для строительства -1, подрайон 1В, по приложению «А» СП 131.13330 [16].

По СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия» [18]:

- Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли составляет 1,5 кПа (150 кгс/м<sup>2</sup>) - III снеговой район по [18].

- Нормативное ветровое давление составляет 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>)- III ветровой район по [18].

Нормативная глубина промерзания грунтов –2.5м;

Относительная влажность воздуха – 75%;

Сейсмичность площадки строительства – 6 баллов [19].

#### **1.4.2 Сведения об особых природных климатических условиях территории для размещения объекта капитального строительства**

Особые природные климатические условия территории отсутствуют.

#### **1.4.3 Сведения о характеристиках грунта в основании объекта строительства**

Геологическое строение грунтов изучено до глубины 10,0 м.

Инженерно-геологические условия площадки строительства (сверху вниз):

ИГЭ 1 - почвенно-растительный слой;

ИГЭ 2 - супесь твердая, непросадочная;

ИГЭ 2а - супесь твердая, просадочная;

ИГЭ 3 - суглинок легкий, тугопластичный;

ИГЭ 4 - песок мелкий средней плотности, маловлажный;

ИГЭ 5 - песок мелкий средней плотности, влажный;

ИГЭ 6 - песок мелкий средней плотности, водонасыщенный.

Характеристики грунтов приведены в разделе 3 «Проектирование фундаментов».

#### **1.4.4 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства**

Подземные воды вскрыты на глубине 7,9 м.

Грунтовые воды не агрессивные по отношению к железобетонным конструкциям.

#### **1.4.5 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций**

Гараж одноэтажный, прямоугольной формы в плане 14,6 х 54,6 м (в крайних осях). Отметка низа несущих конструкций покрытия +4,210.

Несущие элементы каркаса гаража металлические. Конструктивная система здания – рамно-связевая. Каркас состоит из двухпролетных поперечных рам, раскрепленных между собой горизонтальными элементами. Рамы состоят из колонн и балок покрытия. Шаг поперечных рам 7,8 м. Сопряжение колонн с фундаментами, балок покрытия с колоннами - жесткое.

Из плоскости поперечные рамы раскреплены балками покрытия (между колоннами) и прогонами (между балками покрытия).

Металлические элементы каркаса приняты сплошнотенчатыми из прокатных профилей. Колонны, балки покрытия – из двутавров по ГОСТ Р 57837-2017 [22], прогоны, стойки фахверка из швеллеров по ГОСТ 8240-97 [23], стойки и ригели из труб квадратного сечения.

Жесткость и пространственная неизменяемость каркаса обеспечивается жестким сопряжением элементов в плоскости поперечной рамы, раскреплением поперечных рам из плоскости.

Марки стали для изготовления стальных конструкций каркаса здания, соответствуют требованиям СП 16.13330 [20].

#### **1.4.6 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства**

В проекте не предусматривается подземных этажей.

Фундамент здания столбчатый из бетона класса В20. Основание фундамента – песок мелкий, средней плотности, маловлажный.

Обратная засыпка выполняется непучинистым, непросадочным грунтом с послойным трамбованием.

Гидроизоляция бетонных конструкций, подлежащих обратной засыпке, выполняется их обмазкой горячим битумом в два слоя.

## 1.4.7 Обоснование проектных решений и мероприятий

### 1.4.7.1 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Исходные данные приняты из СП 131.13330 [16]:

- температура наиболее холодной пятидневки,  $t_n = -41$  °С;
- количество отапливаемых дней в году,  $Z_{от.пер.} = 234$  сут;
- средняя температура отопительного периода,  $t_{от. пер.} = -7,1$  °С;
- климатическая зона – 1В.

Для теплотехнического расчета температура внутреннего воздуха принята по Техническому заданию равной плюс 20 °С.

Определение приведенного сопротивления теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , ограждающих конструкций принимают не менее нормируемых значений  $R_{req}$ , определяемых по таблице 4, СП 50.13330 [21], в зависимости от градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-7,1)) \cdot 234 = 6341,4^\circ C \cdot \text{сут}, \quad (1.1)$$

где  $t_{int}$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха, 18°С;

$t_{ht}$ ,  $z_{ht}$  - средняя температура наружного воздуха, минус 7,1°С и продолжительность отопительного периода, 234 сут., принимаемые по СП 131.13330 [16] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха минус 8°С.

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче определяем по формуле:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b \quad (1.2)$$

Для стен:

$$R_{req} = 0,0002 \cdot 6341,4 + 1,0 = 2,3 м^2 \cdot ^\circ C / Вт.$$

Принимаем по ТУ 5284-381-39124899 «Панели металлические стеновые и кровельные с минераловатным и пенополистирольным экструзионным утеплителем» толщину стеновой сэндвич-панели с минераловатным утеплителем 150 мм с приведенным сопротивлением теплопередаче панели не менее 2,67 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Для покрытия:

$$R_{req} = 0,00025 \cdot 6341,4 + 1,5 = 3,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Принимаем по ТУ 5284-381-39124899 «Панели металлические стеновые и кровельные с минераловатным и пенополистирольным экструзионным утеплителем» толщину кровельной сэндвич-панели с минераловатным утеплителем 200 мм с приведенным сопротивлением теплопередаче панели не менее 3,19 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Для оконного заполнения:

$$R_{req} = 0,00025 \cdot 6341,4 + 0,2 = 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Принимаем по ГОСТ 30674 оконное заполнение СПО 4М1-8-К4, двухкамерное остекление.

#### **1.4.7.2 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность**

В проекте предусматриваются конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа логичного состава пожарных подразделений и подачи средства пожаротушения к очагу возможного пожара;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба.

Параметры элементов строительных конструкций в проектной документации предусмотрены таким образом, чтобы была сведена к минимуму вероятность наступления несчастных случаев и нанесения травм людям.

## **1.5 Мероприятия по обеспечению доступа маломобильных групп населения**

Мероприятия по обеспечению доступа маломобильных групп населения к объекту не предусмотрены.

## 2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Описание конструктивной схемы

Размеры здания в плане 14,6 х 54,6 м (в крайних осях). Здание в плане прямоугольной формы. Верхняя отметка кровли +5,450. Отметка низа несущих конструкций покрытия +4,210.

Несущие конструкции металлические. Конструктивная система здания рамно-связевая.

Каркас состоит из двухпролетных поперечных рам, раскрепленных между собой горизонтальными элементами. Рамы состоят из колонн и балок покрытия.

Шаг поперечным рам принят равным 7,8 м.

Колонны сплошностенчатые двутаврового сечения, двутавр 20К1 по ГОСТ Р 57837-2017 [22]. Заглубление колонн ниже отм. 0,000 – 450 мм. Сопряжение колонн с фундаментами жесткое. Крепление осуществляется через базу колонны фундаментными болтами М20 (4 шт.). Толщина опорной плиты колонны 20 мм. Узел опирания колонны на фундамент смотри в графической части.

В каркасе здания предусмотрены балки покрытия, расположенные в поперечном направлении (входят в поперечную раму), и продольные. Продольные балки расположены между колоннами вдоль здания. Балки покрытия сплошностенчатые, двутавр 35Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 [22]. Расчетные схемы балок покрытия – однопролетные жесткозащемленные балки, загруженные равномерно распределенной нагрузкой.

Также по покрытию предусмотрены прогоны между продольными балками покрытия. Прогоны крепятся к поперечным балкам покрытия.

Сопряжение балок покрытия и прогонов в одном уровне.

Сопряжение колонн с фундаментами, балок покрытия с колоннами - жесткое.

Жесткость и пространственная неизменяемость каркаса обеспечивается жестким сопряжением элементов в плоскости поперечной рамы, раскреплением поперечных рам из плоскости.

Схемы расположения элементов приведены в графической части проекта.

Марка стали элементов принимается по приложению В СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [20] и ГОСТ 27772-2021 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия» [31] в зависимости от района строительства и группы конструкций. Район строительства – г.

Красноярск. По СП 131.13330 [16] принимаем расчетную температуру (температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98) равную минус 41<sup>0</sup>С. Марка стали для элементов каркаса приведена в графической части на листе 2 в «Ведомости элементов».

Антикоррозионная защита запроектирована в соответствии с требованиями СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» [25].

Антикоррозионную защиту производить в соответствии с требованиями СП 72.13330.2016 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ» [26], ГОСТ 12.3.016-87 «Работы антикоррозионные».

Поверхность фундаментов, соприкасающихся с грунтом обмазать горячим битумом за два раза.

Антикоррозийную защиту металлических конструкций, не подлежащих огнезащите, выполнить на заводе изготовителе двумя слоями эмали ПФ-115 (ГОСТ 6465-76) по слою грунтовки ГФ-021 (ГОСТ 25129-82\*). Общая толщина покрытия не менее 55 мкм.

Класс конструктивной пожарной опасности здания С1 [6]. Здание относится к IIIа степени огнестойкости [6]. Тогда предел огнестойкости строительных конструкций должен быть не менее:

- несущие элементы здания (колонны, балки) – R45;
- наружные ненесущие стены E15.

Средства огнезащиты для стальных строительных конструкций следует применять при условии оценки предела огнестойкости конструкций с нанесенными средствами огнезащиты с учетом всех элементов крепления и способов их установки по ГОСТ 30247.0, ГОСТ 30247.1.

Для повышения предела огнестойкости металлических конструкций в проекте предусмотрена конструктивная огнезащита материалом «Металл 01р». «Металл 01р» это огнезащитный состав терморасширяющегося типа, который применяют для огнезащиты несущих металлических конструкций с пределом огнестойкости от R15 [39].

Выбор вида огнезащиты осуществлен с учетом режима эксплуатации объекта защиты и установленных сроков эксплуатации огнезащитного покрытия.

## 2.2 Расчет элементов покрытия

### 2.2.1 Исходные данные

Исходные данные:

Объект расположен в г. Красноярске, III снеговом районе, III ветровом районе по СП 131.13330 [16].

По СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия» [18]:

- Нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли составляет  $1,5 \text{ кПа}$  ( $150 \text{ кгс/м}^2$ ) - III снеговой район по [18].

- Нормативное ветровое давление составляет  $0,38 \text{ кПа}$  ( $38 \text{ кгс/м}^2$ )- III ветровой район по [18].

Тип местности – В: городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более  $10 \text{ м}$  (по п.11.1.6, СП 20.13330 [18]).

Среднемесячная температура воздуха в январе  $t = -15,6 \text{ }^\circ\text{C}$  – по табл. 5.1 СП 131.13330 «Строительная климатология» [16].

Средняя скорость ветра  $v = 2,3 \text{ м/с}$  з-а период со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^\circ\text{C}$  - по табл. 3.1 СП 131.13330 «Строительная климатология» [16].

Кровля односкатная. Уклон кровли  $2$  градуса.

Эквивалентная высота ( $z_e$ ):

$d = 14,6 \text{ м}$  – поперечный размер здания;

$h = 5,45 \text{ м}$  – высота здания (максимальная высота здания в коньке).

При  $h = 5,45 \text{ м} < d = 14,6 \text{ м}$ ,  $z_e = z = 5,45 \text{ м}$ .

### 2.2.2 Сбор нагрузок на покрытие

Предварительно принимаем сечение балки покрытия из двутавра 35Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 [22] с собственным весом  $38,9 \text{ кг/м}$ .

Максимальный шаг балок покрытия –  $7,8 \text{ м}$ .

Марка стали балки покрытия С345-5. Принимаем по СП 16.13330, Таблица В.4, - расчетное сопротивление проката, равное  $315 \text{ Н/мм}^2$ .

На балки покрытия действуют постоянные и временные нагрузки. Постоянные нагрузки от собственного веса балок покрытия, прогонов и веса

кровельных панелей. Временные нагрузки – снеговые, а также нагрузки от технологического оборудования и полезная нагрузка при эксплуатируемой кровле (так как кровля неэксплуатируемая, на кровле не предусмотрено оборудование, следовательно, из временных нагрузок на балку действует только снеговая нагрузка).

### Постоянная нагрузка

Собственный вес ограждающих конструкций принимаем по данным завода-производителя: для кровельной сэндвич-панелей толщиной 200 мм с минераловатным утеплителем 40,7 кг/м<sup>2</sup>.

Сбор постоянной нагрузки от собственного веса кровельных панелей приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Постоянная нагрузка от собственного веса кровельных сэндвич-панелей

Наименование нагрузки	Нормативное значение нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение нагрузки
Кровельная сэндвич-панель с минераловатным утеплителем толщиной 40,7 мм	40,7	1,2	48,8

### Временная снеговая нагрузка

Расчет снеговой нагрузки выполним по п. 10 СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия» [18].

Нормативное значение веса снегового покрова принимаем по таблице 10.1 СП 20.13330 -  $S_g = 1,5 \text{ кН/м}^2$ .

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяем по формуле:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g,$$

где  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый по пп.10.5-10.9 СП 20.13330;

$c_t = 1$  – термический коэффициент, принимаемый по п. 10.10;

$\mu$  – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый по п.10.4;

$S_g = 1,5 \text{ кН/м}^2$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли.

Коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов:

$$c_e = (k_v - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002l_c),$$

где  $k_v = 1,4$  – коэффициент, зависящий от средней скорости ветра в зимний период (2,3 м/с) и среднемесячной температуры воздуха в январе (минус  $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ), принят по таблице 10.2 СП 20.13330;

$k = 0,53$  – коэффициент, зависящий от высоты над уровнем планировочной отметки земли, принят по таблице 11.2 СП 20.13330. Рассчитан линейной интерполяцией в зависимости от высоты для типа местности В;

$l_c = 2b - \frac{b^2}{l_{max}} = 2 \cdot 15,1 - \frac{15,1^2}{55,1} = 26,1 \text{ м}$  – характерный размер покрытия в плане;

$b = 15,1 \text{ м}$  – наименьший размер покрытия;

$l_{max} = 55,1 \text{ м}$  – наибольший размер покрытия в плане.

Тогда  $c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{0,53})(0,8 + 0,002 \cdot 26,1) = 0,94$ .

Коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие  $\mu = 1$  принят по приложению Б.1 СП 20.13330 как для зданий с односкатными покрытиями при уклоне кровли  $2^\circ$ .

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия:

$$S_0 = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,41 \text{ кН/м}^2.$$

На кровле есть парапеты, где могут образоваться снеговые мешки. Высота от покрытия до верха парапета 0,4 м. Согласно Приложению Б СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия» - «местную нагрузку у перепада не следует учитывать, если высота перепада, м, между двумя смежными покрытиями менее  $S_0/2$ , кПа).

Проверим,  $S_0 = \frac{1,41}{2} = 0,75 \text{кПа} < 0,4$ . Следовательно, повышенное значение снеговой нагрузки в месте перепада высот не учитывается.

### 2.2.3 Расчет поперечной балки покрытия Б1

Поперечная балка покрытия - это несущий элемент покрытия, крепится на колонны.

Марка стали балки – С345-5,  $R_y = 315 \text{МПа}$  (расчетное сопротивление стали принято по таблице В.4, Приложение В, СП 16.13330 «Стальные конструкции» [20]).

Шаг поперечных балок –  $a = 7,8 \text{м}$  – грузовая площадь балок покрытия, с которой собирается на них нагрузка.

Расчетная схема балки покрытия – однопролетная жесткозащемленная балка, загружена равномерно распределенной нагрузкой. Пролет 7,3 м.

Нормативная нагрузка на поперечную балку покрытия Б1 от веса кровельных сэндвич-панелей:

$$P_n = 40,7 \cdot 7,8 = 317,5 \text{кг/м.}$$

Здесь 7,8 м – шаг балок поперечных покрытия Б1 (грузовая площадь, с которой приходит нагрузка на балку покрытия).

Расчетная нагрузка на поперечную балку покрытия Б1 от веса кровельных сэндвич-панелей:

$$P = 48,8 \cdot 7,8 = 380,6 \text{кг/м.}$$

На рисунке 2.1 приведена схема приложения постоянной нагрузки на балку покрытия.

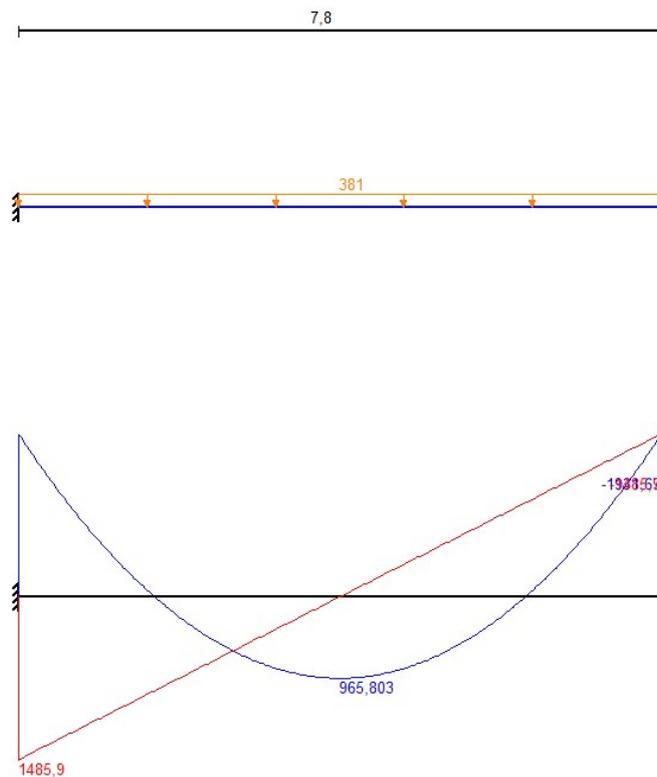


Рисунок 2.1 – Схема приложения постоянной нагрузки на балку покрытия

Нормативное значение снеговой нагрузки на поперечную балку покрытия при грузовой площади, равной 7,8 м,

$$S_n = 1,41 \cdot 7,8 = 11,0 \text{ кН/м.}$$

Расчетное значение снеговой нагрузки на поперечную балку покрытия при грузовой площади, равной 7,8 м,

$$S = 1,41 \cdot 7,8 \cdot 1,4 = 15,4 \text{ кН/м.}$$

Здесь 1,4 – коэффициент надежности по снеговой нагрузке.

На рисунке 2.2 приведена схема приложения снеговой нагрузки на балку покрытия.

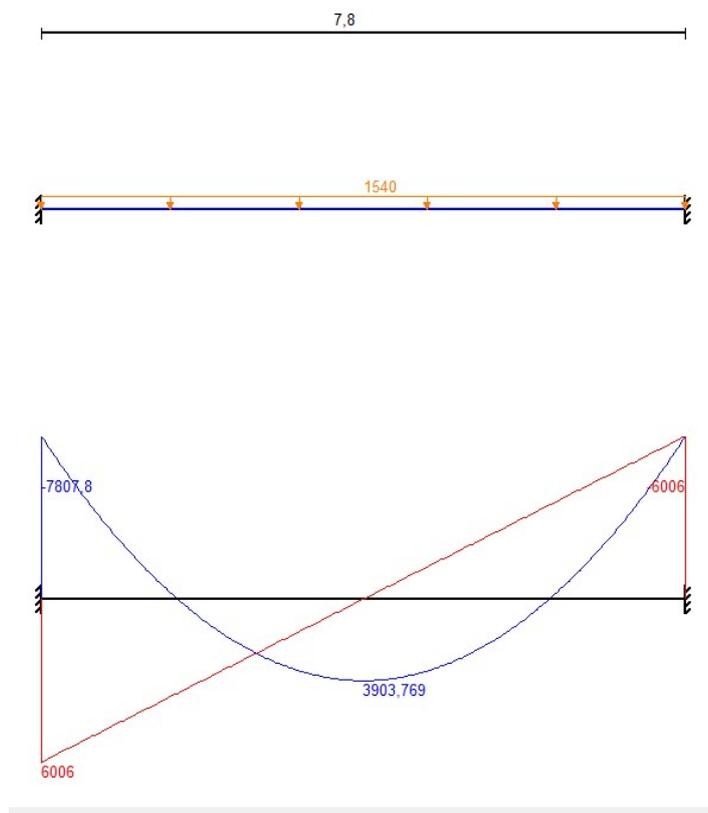


Рисунок 2.2 – Схема приложения снеговой нагрузки на балку покрытия

Выполним расчет поперечной балки покрытия в программе «Кристалл» программного комплекса SCAD Office.

По результатам расчета окончательно принято сечение поперечной балки покрытия Б1 из двутавра 35Б1. Коэффициент использования сечения 0,686.

Результаты расчета представлены ниже.

Диаграмма факторов [СП 16.13330.2011]

Проверка		Коэффициент	
Прочность при действии поперечной силы	п.8.2.1	0,22	
Прочность при действии изгибающего момента	п.8.2.1	0,574	
Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	п.8.4.1	0,686	
Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	п. 8.2.1	0,237	

Рисунок 2.3 – Диаграмма факторов проверки балки покрытия

# Балки

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

## Общие характеристики

**Сталь:** С345 категория 1

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2011 3

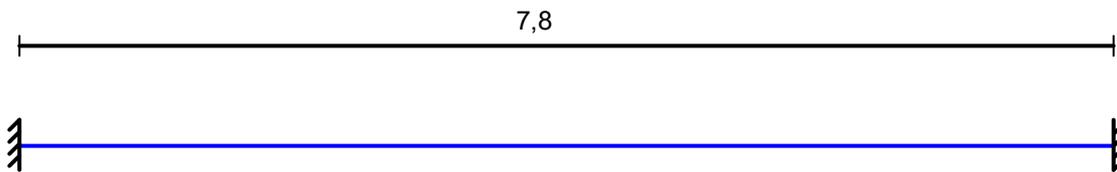
Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1

Коэффициент условий работы 1

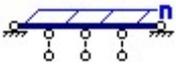


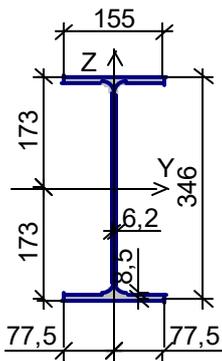
## Конструктивное решение



## Закрепления от поперечных смещений и поворотов

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

Закрепления из плоскости изгиба  Число участков  $n=2$   
**Сечение**



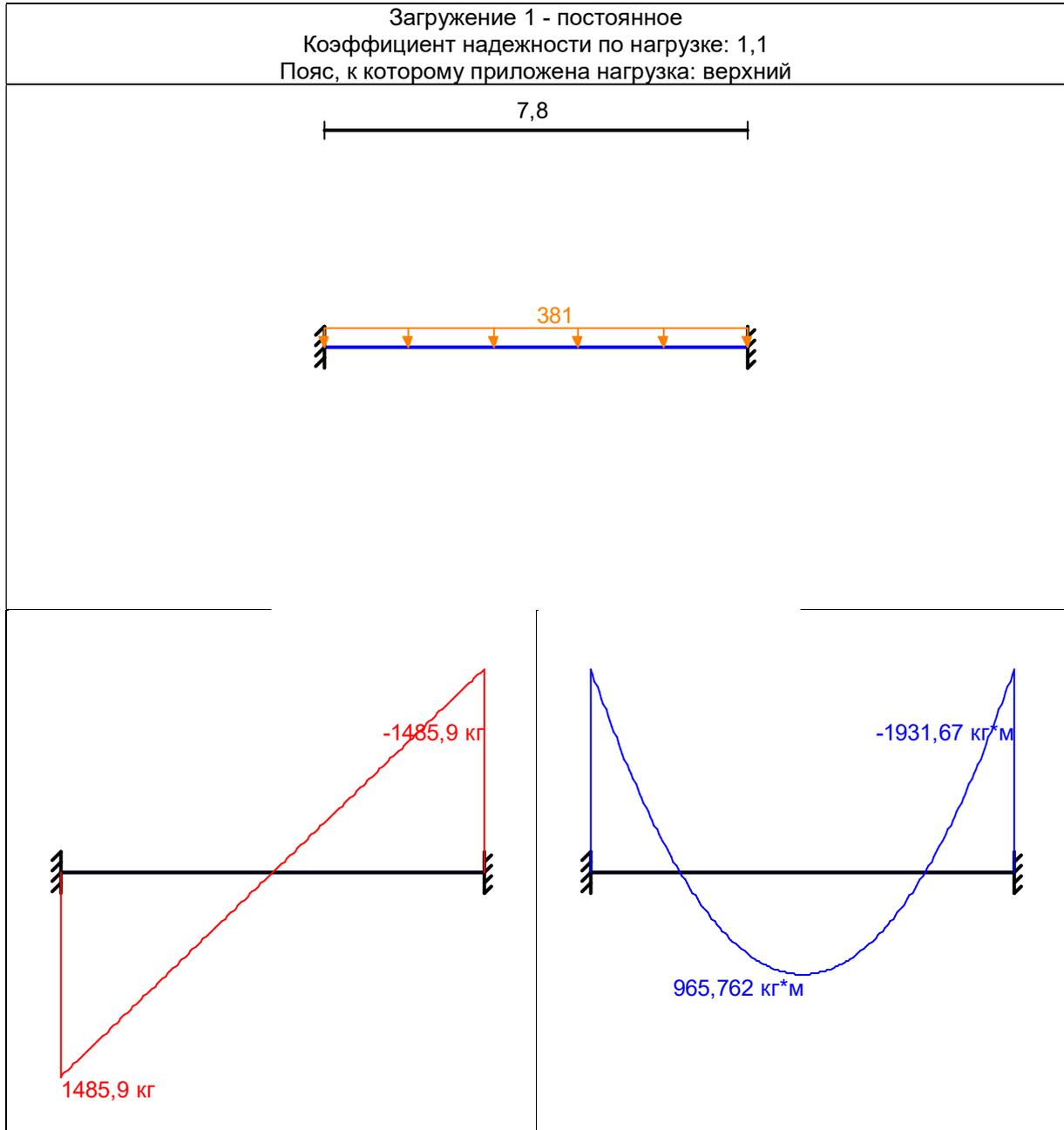
Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б1

### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	49,53	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	18,37	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	20,081	см <sup>2</sup>
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10060	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	529,6	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	14,843	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	150811,86	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	14,252	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	3,27	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	581,503	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	581,503	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	68,335	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	68,335	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	657,063	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	107,248	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	10060	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	529,6	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	14,252	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	3,27	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,38	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,38	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	11,74	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	11,74	см
P	Периметр	126,87	см

### Загрузка 1 - постоянное

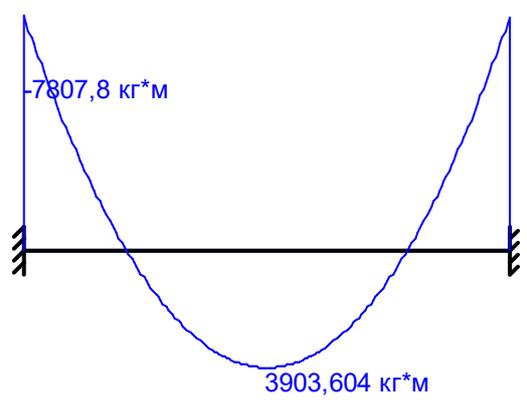
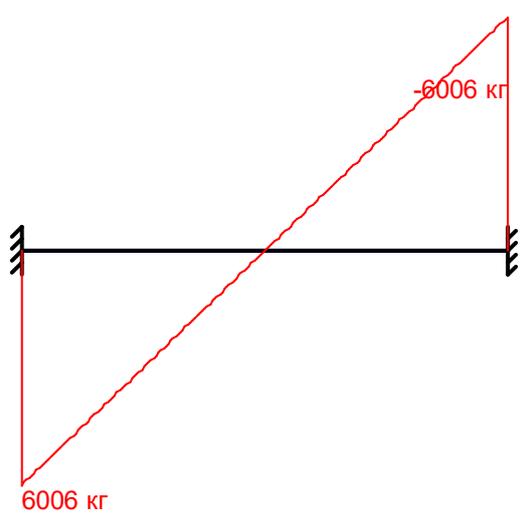
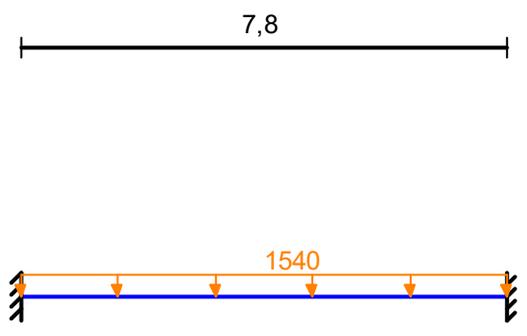
	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 7,8 м		
		381	кг/м



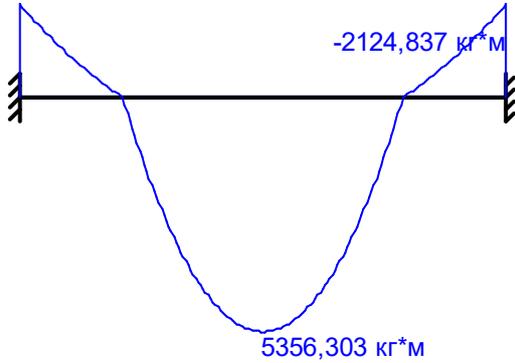
### Загрузка 2 - снеговое

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 7,8 м		
		1540	кг/м

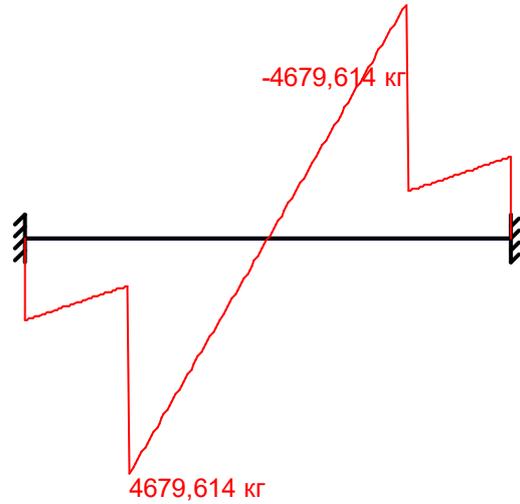
Загрузка 2 - снеговое  
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,4  
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям расчетных нагрузок

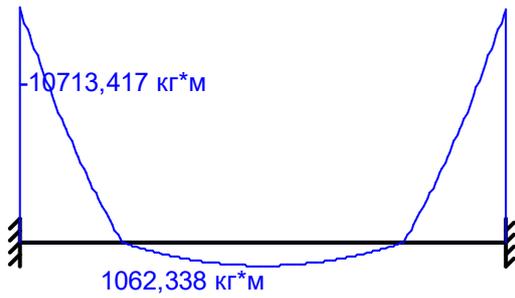


Максимальный изгибающий момент

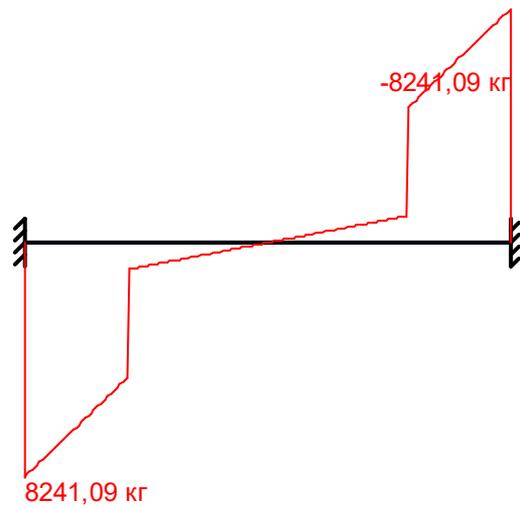


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям расчетных нагрузок

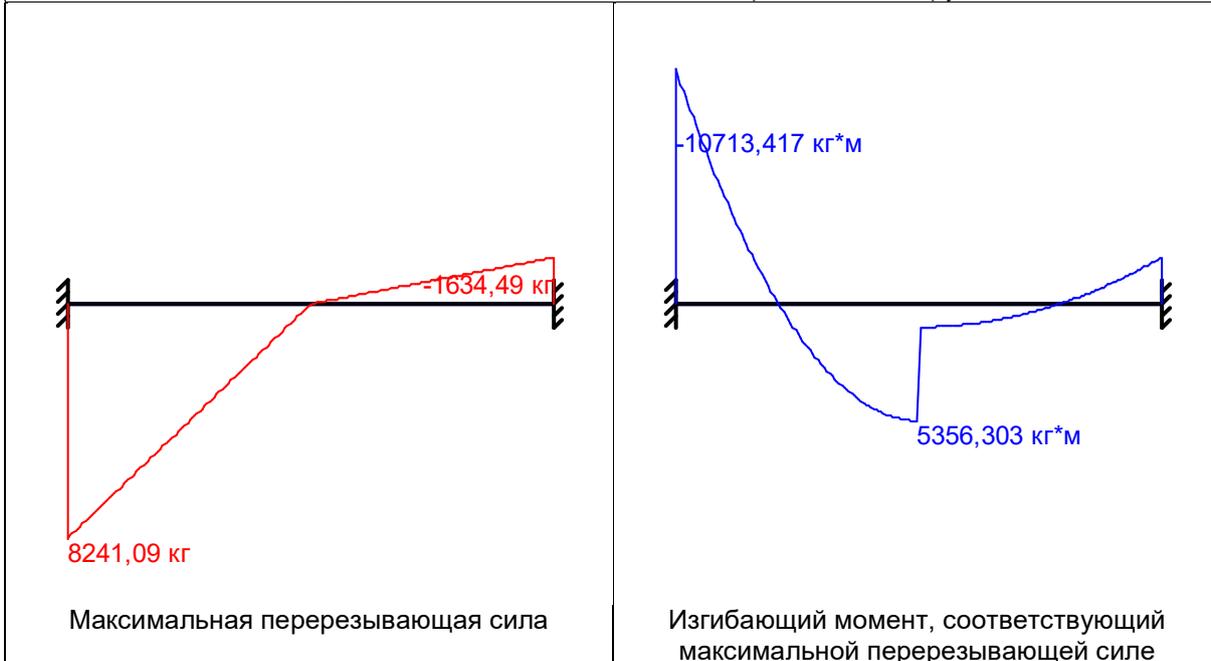


Минимальный изгибающий момент

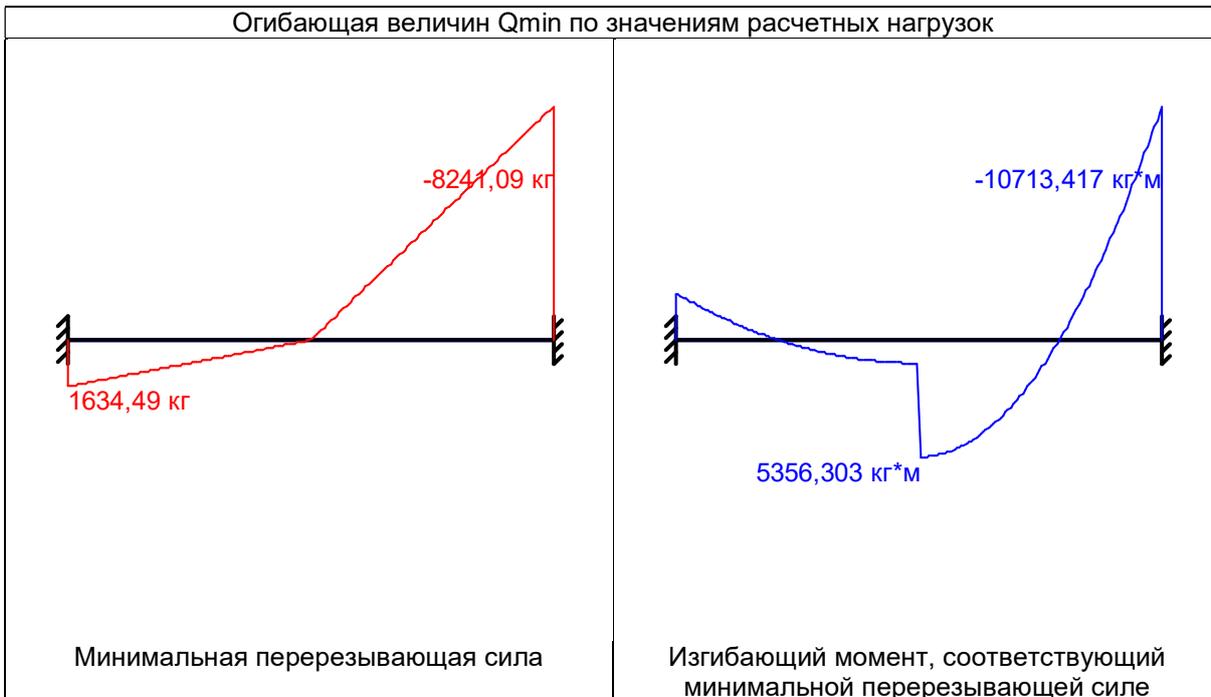


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

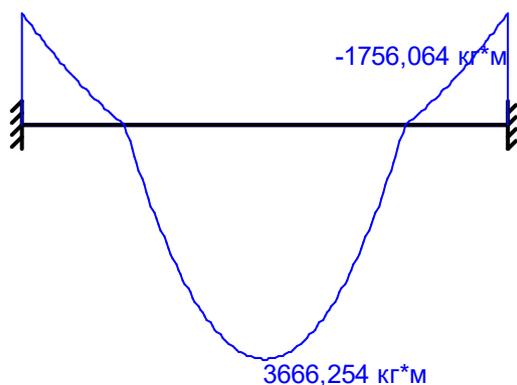
Огибающая величин  $Q_{max}$  по значениям расчетных нагрузок



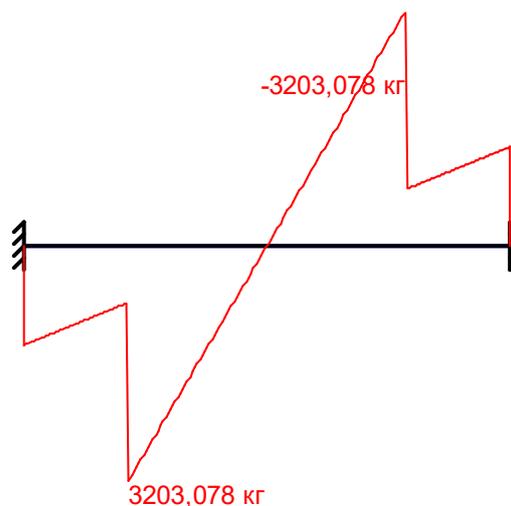
Огибающая величин  $Q_{min}$  по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям нормативных нагрузок

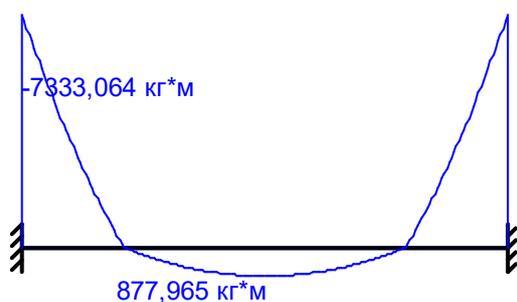


Максимальный изгибающий момент

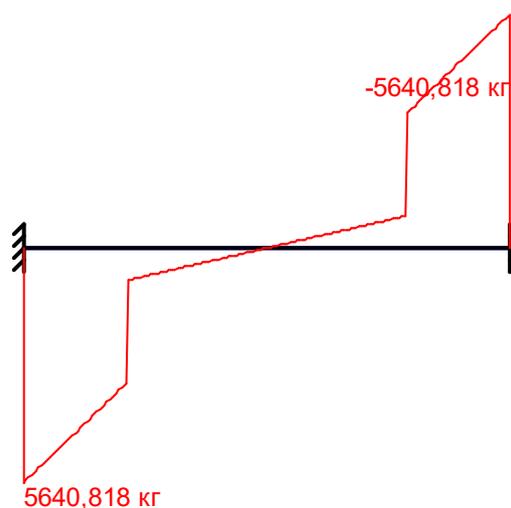


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям нормативных нагрузок

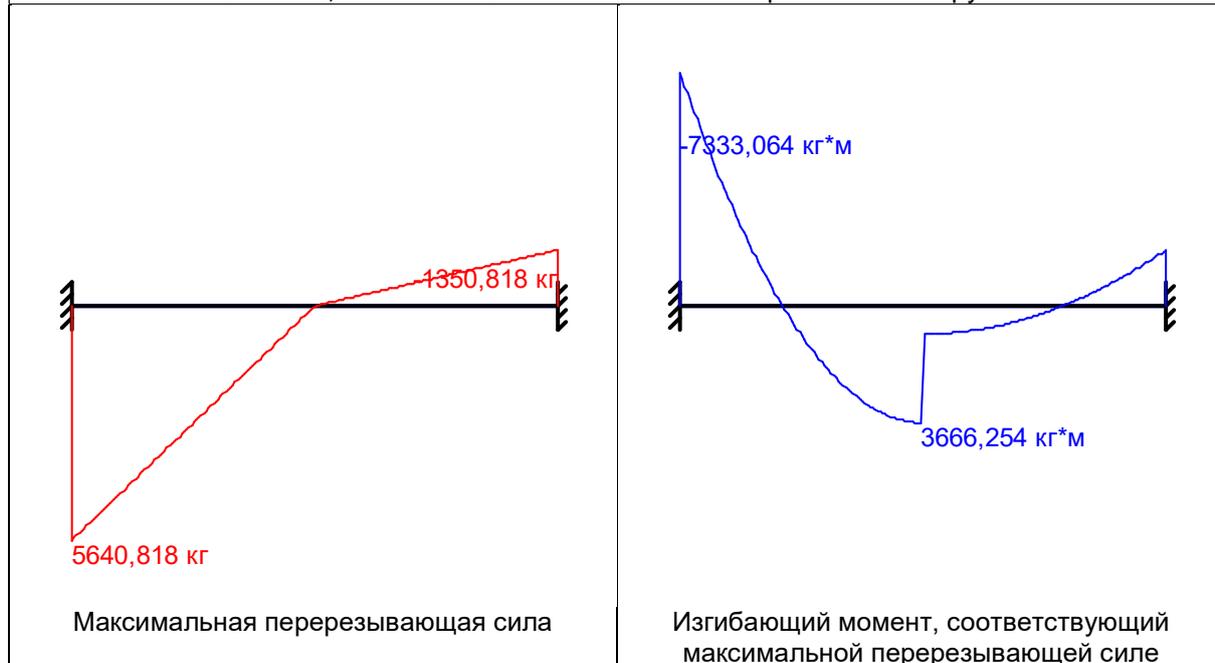


Минимальный изгибающий момент

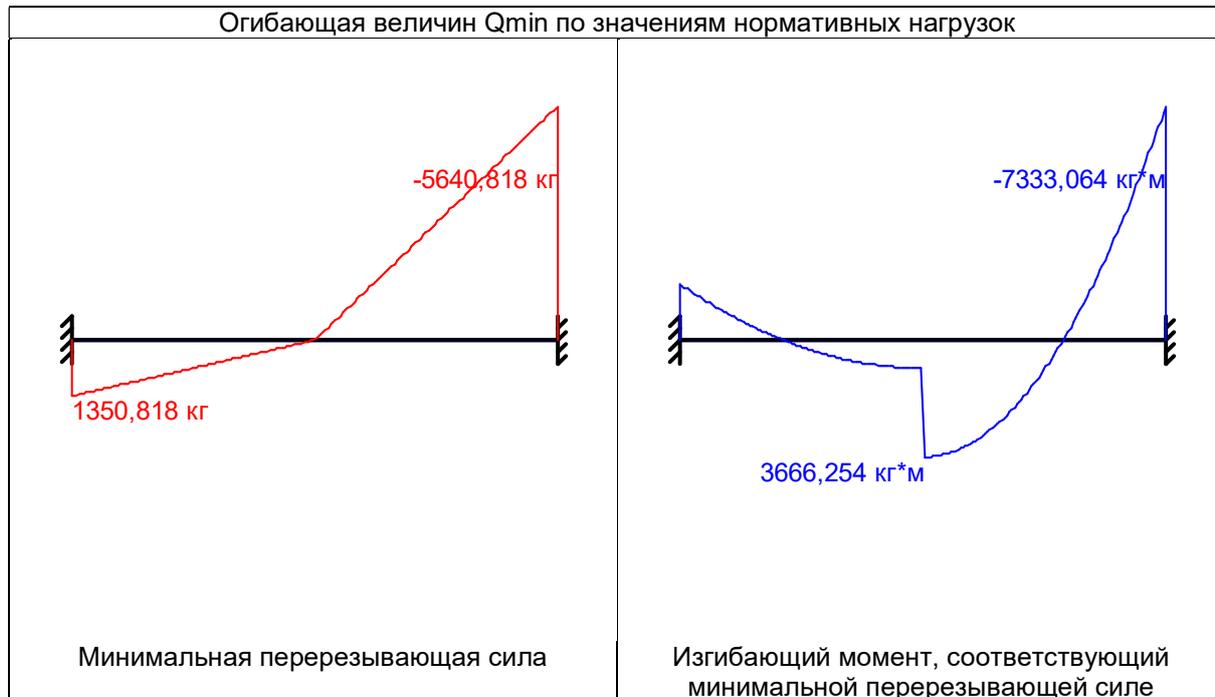


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $Q_{max}$  по значениям нормативных нагрузок



Огибающая величин  $Q_{min}$  по значениям нормативных нагрузок



	Опорные реакции			
	Момент в опоре 1 кг*м	Сила в опоре 1 кг	Сила в опоре 2 кг	Момент в опоре 2 кг*м
по критерию $M_{max}$	-2124,837	1634,49	1634,49	-2124,837
по критерию $M_{min}$	-10713,417	8241,09	8241,09	-10713,417

	<b>Опорные реакции</b>			
	<b>Момент в опоре 1</b>	<b>Сила в опоре 1</b>	<b>Сила в опоре 2</b>	<b>Момент в опоре 2</b>
	<b>кг*м</b>	<b>кг</b>	<b>кг</b>	<b>кг*м</b>
по критерию $Q_{max}$	-10713,417	8241,09	1634,49	-2124,837
по критерию $Q_{min}$	-2124,837	1634,49	8241,09	-10713,417

<b>Результаты расчета</b>		
<b>Проверено по СНиП</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,22
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,574
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,686
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,237

**Коэффициент использования 0,686 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

Максимальный прогиб - 0,007 м

Узел сопряжения поперечной балки покрытия к колонне приведен в графической части.

## **2.2.4 Расчет продольной балки покрытия Б2**

Продольная балка покрытия - это несущий элемент покрытия, примыкающий к колоннам из плоскости поперечной рамы.

Марка стали балки – С345-5,  $R_y = 315$ МПа (расчетное сопротивление стали принято по таблице В.4, Приложение В, СП 16.13330 «Стальные конструкции» [20]).

Шаг продольных балок –  $a = 2,45$ м – грузовая площадь балок покрытия, с которой собирается на них нагрузка.

Расчетная схема балки покрытия – однопролетная жесткозащемленная балка, загружена равномерно распределенной нагрузкой. Пролет 7,8 м.

Нормативная нагрузка на поперечную балку покрытия Б2 от веса кровельных сэндвич-панелей:

$$P_n = 40,7 \cdot 2,45 = 99,7 \text{ кг/м.}$$

Здесь 2,45 м – шаг балок покрытия Б2 (грузовая площадь, с которой приходит нагрузка на балку покрытия).

Расчетная нагрузка на балку покрытия Б2 от веса кровельных сэндвич-панелей:

$$P = 48,8 \cdot 2,45 = 119,6 \text{ кг/м.}$$

На рисунке 2.4 приведена схема приложения постоянной нагрузки на балку покрытия.

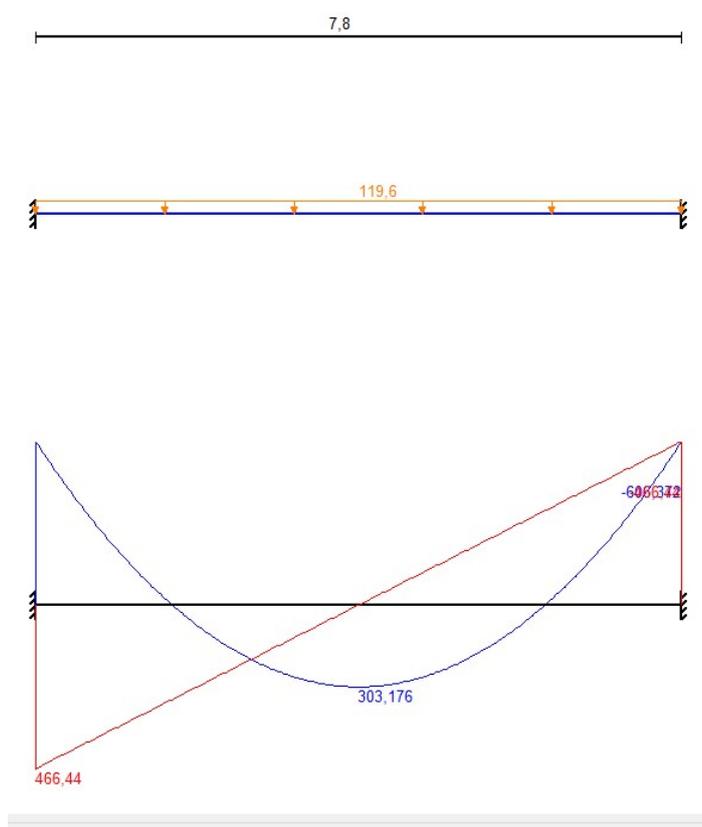


Рисунок 2.4 – Схема приложения постоянной нагрузки на балку покрытия

Нормативное значение снеговой нагрузки на продольную балку покрытия при грузовой площади, равной 2,45 м,

$$S_n = 1,41 \cdot 2,45 = 3,45 \text{ кН/м.}$$

Расчетное значение снеговой нагрузки на продольную балку покрытия при грузовой площади, равной 2,45 м,

$$S = 1,41 \cdot 2,45 \cdot 1,4 = 4,84 \text{ кН/м.}$$

Здесь 1,4 – коэффициент надежности по снеговой нагрузке.

На рисунке 2.5 приведена схема приложения снеговой нагрузки на балку покрытия.

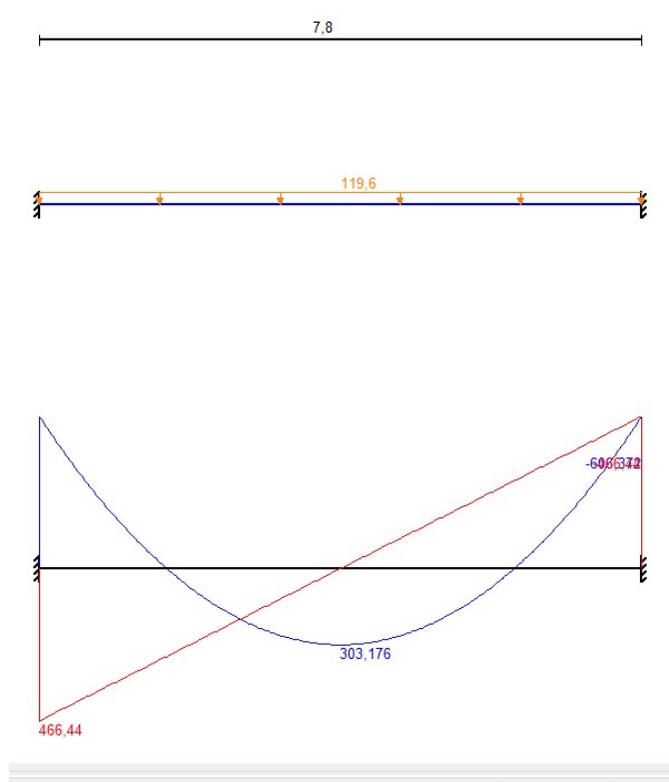


Рисунок 2.5 – Схема приложения снеговой нагрузки на балку покрытия

Выполним расчет поперечной балки покрытия в программе «Кристалл» программного комплекса SCAD Office.

По результатам расчета окончательно принято сечение продольной балки покрытия Б2 из двутавра 35Б1. Коэффициент использования сечения 0,772.

Результаты расчета представлены ниже.

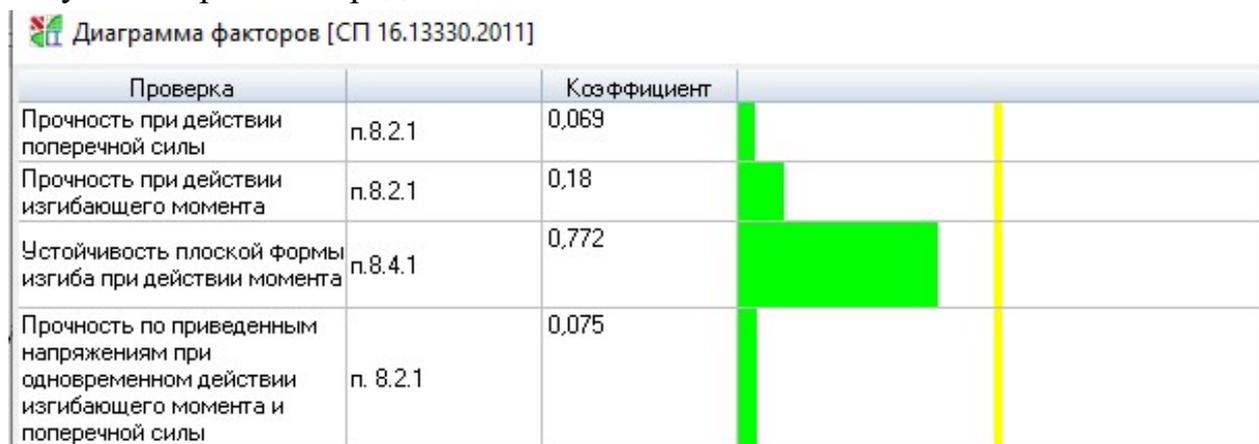


Рисунок 2.3 – Диаграмма факторов проверки балки покрытия

## Балки

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

### Общие характеристики

**Сталь:** С345 категория 1

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2011 3

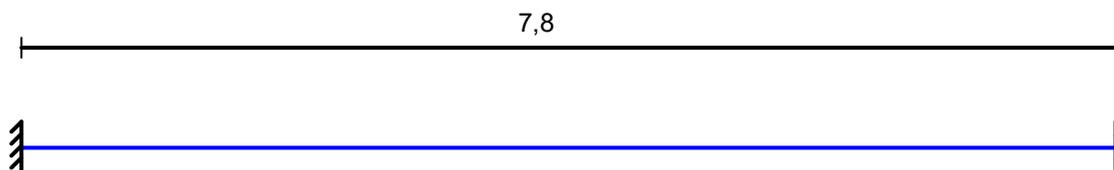
Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1

Коэффициент условий работы 1



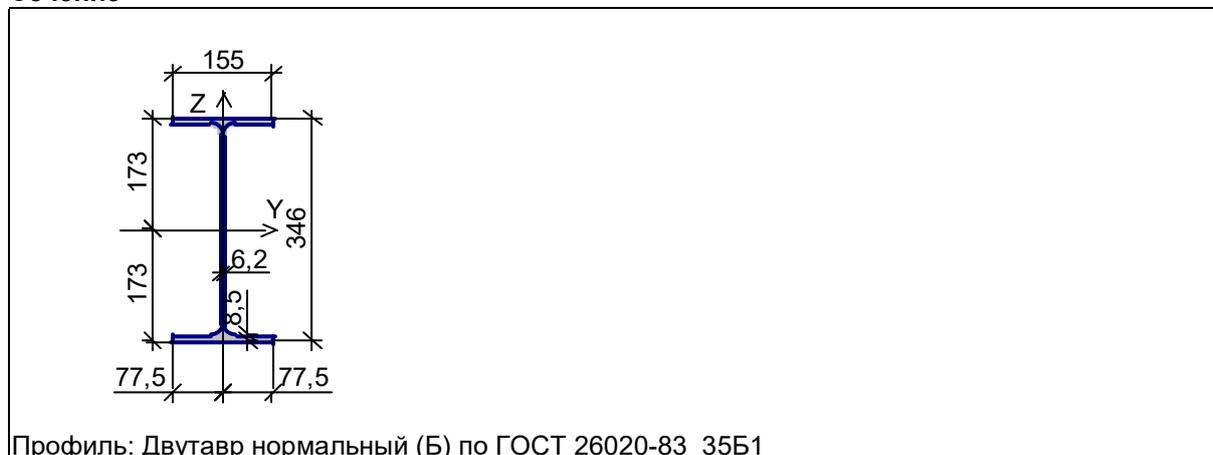
### Конструктивное решение



**Закрепления от поперечных смещений и поворотов**

	Слева	Справа
Смещение вдоль Y	Закреплено	Закреплено
Смещение вдоль Z	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Y	Закреплено	Закреплено
Поворот вокруг Z		

### Сечение



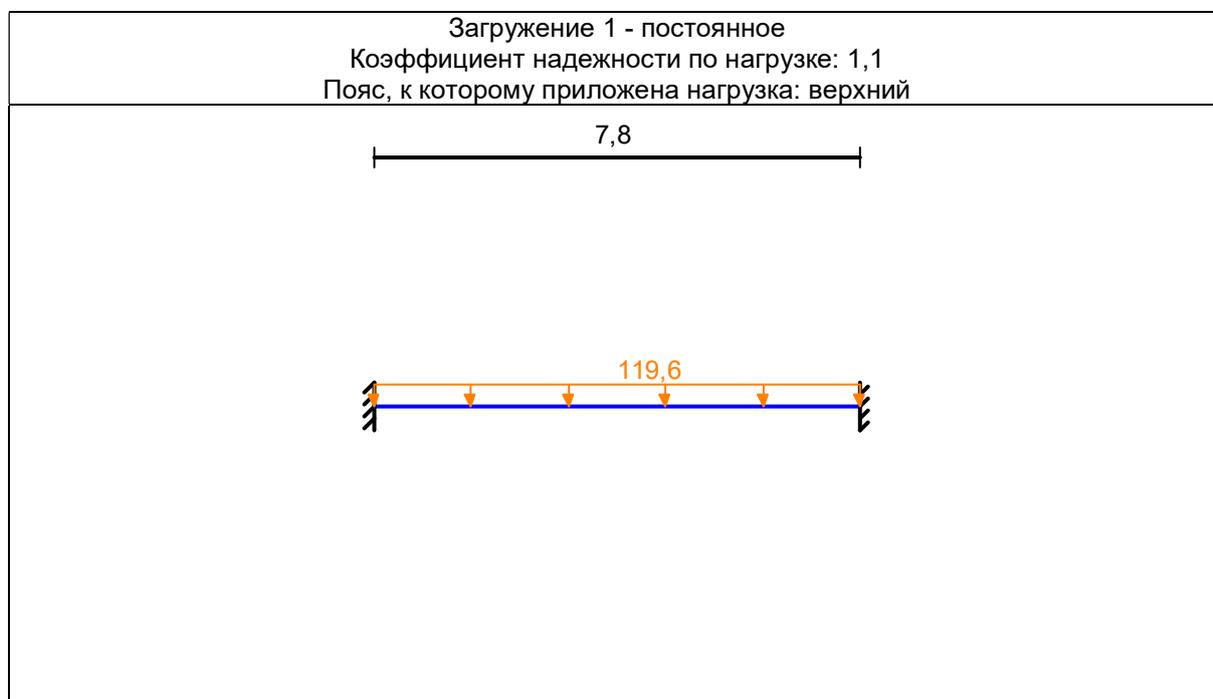
### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	49,53	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	18,37	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	20,081	см <sup>2</sup>
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10060	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	529,6	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	14,843	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	150811,86	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	14,252	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	3,27	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	581,503	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	581,503	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	68,335	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	68,335	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	657,063	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	107,248	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	10060	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	529,6	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	14,252	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	3,27	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,38	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,38	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси V	11,74	см

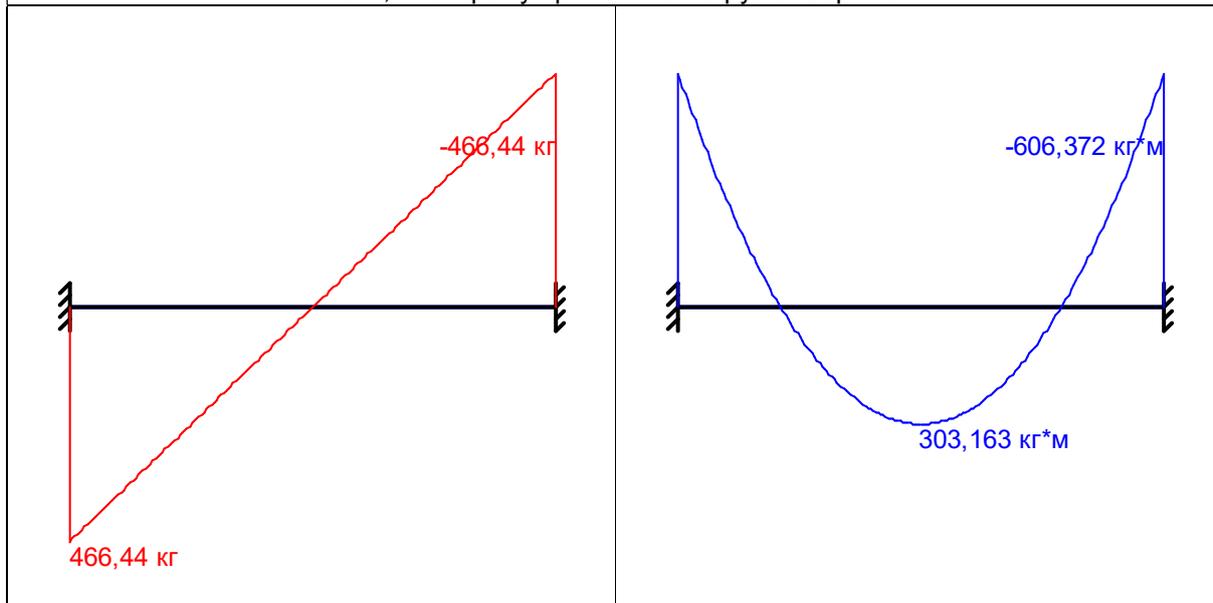
	Параметр	Значение	Единицы измерения
	Z(V)		
a <sub>v</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	11,74	см
P	Периметр	126,87	см

### Загрузка 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 7,8 м		
		119,6	кг/м



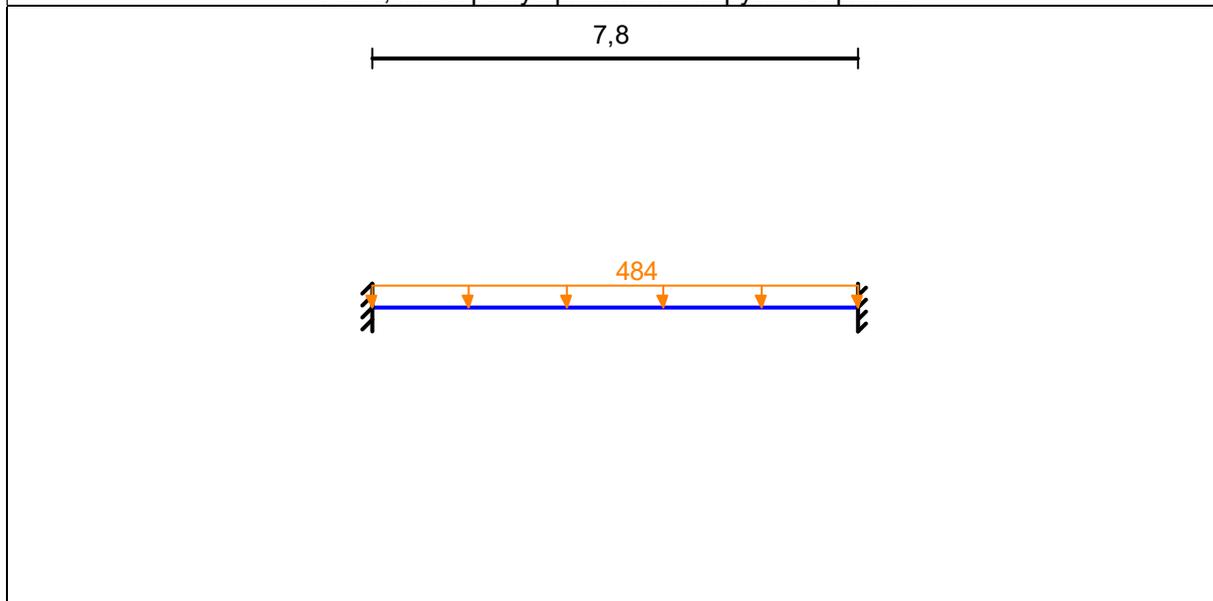
Загрузка 1 - постоянное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1  
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



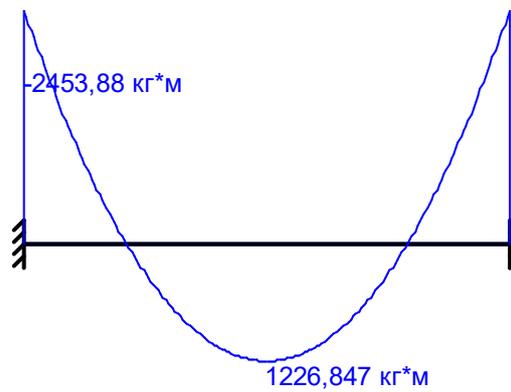
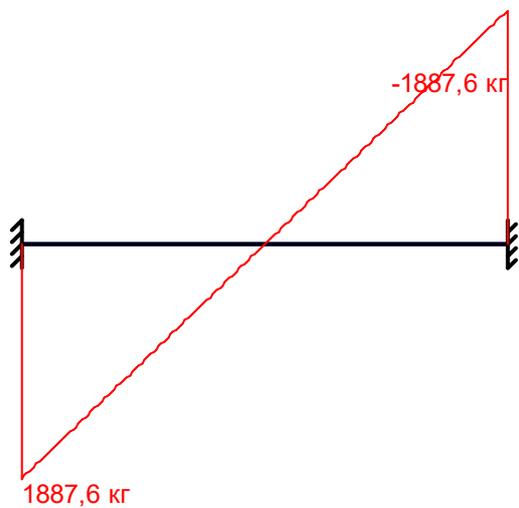
**Загрузка 2 - снеговое**

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 7,8 м		
		484	кг/м

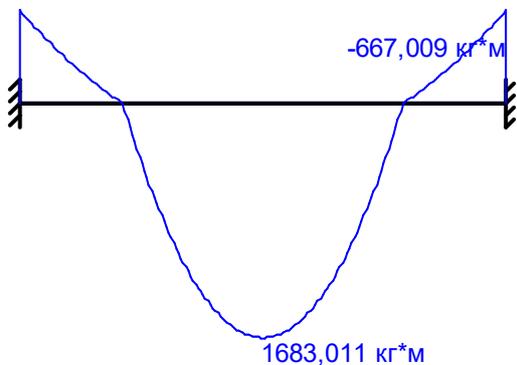
Загрузка 2 - снеговое  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1,4  
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



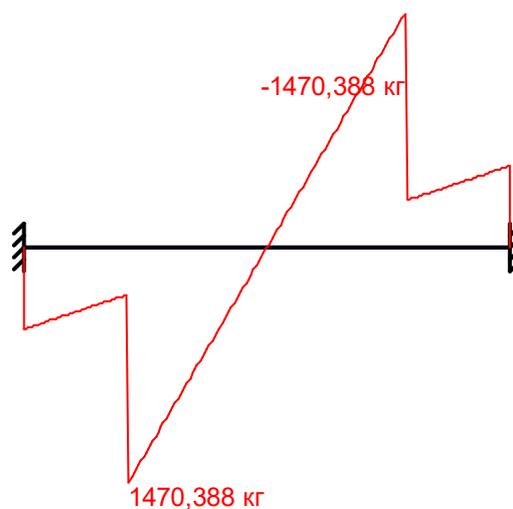
Загружение 2 - снеговое  
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,4  
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям расчетных нагрузок

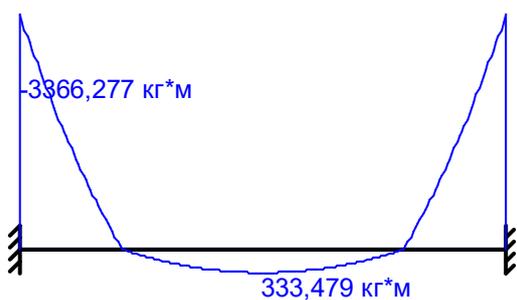


Максимальный изгибающий момент

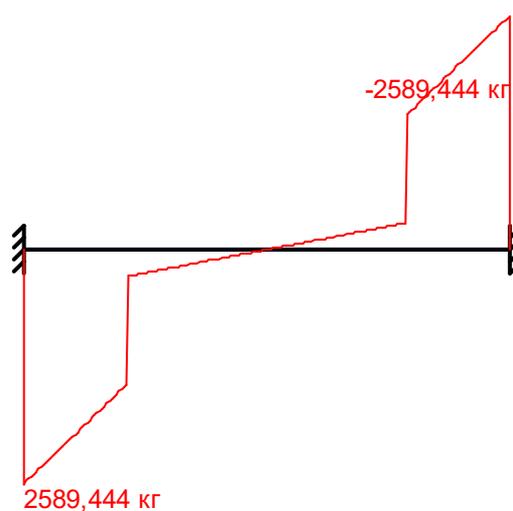


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям расчетных нагрузок

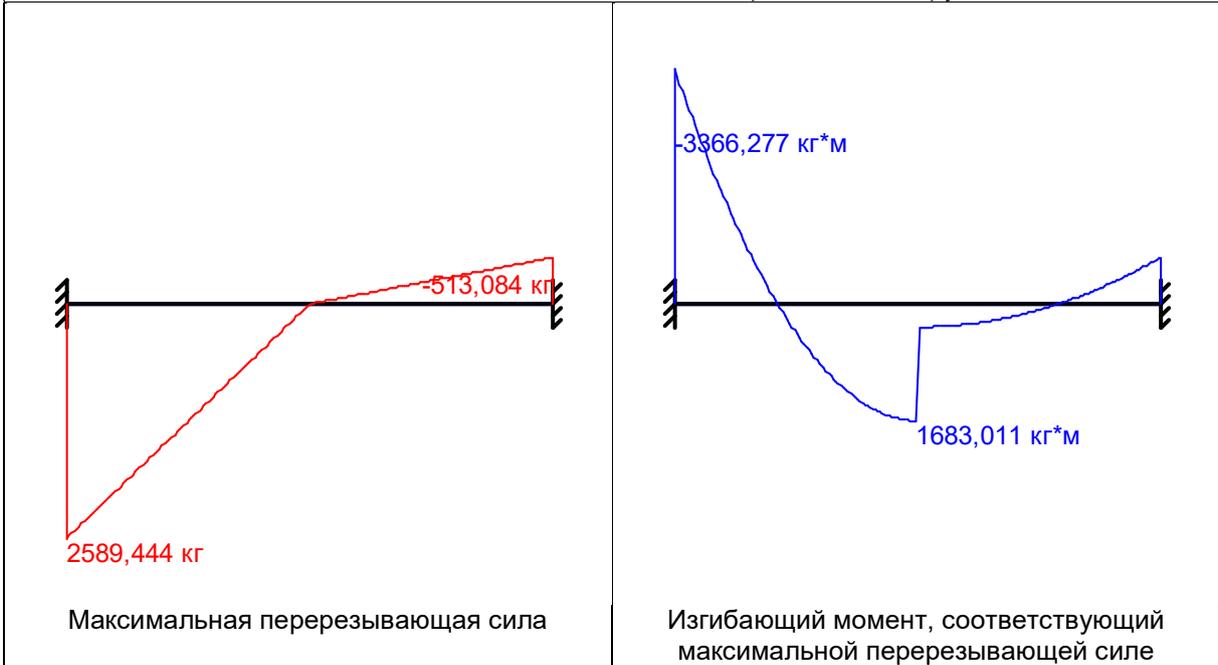


Минимальный изгибающий момент

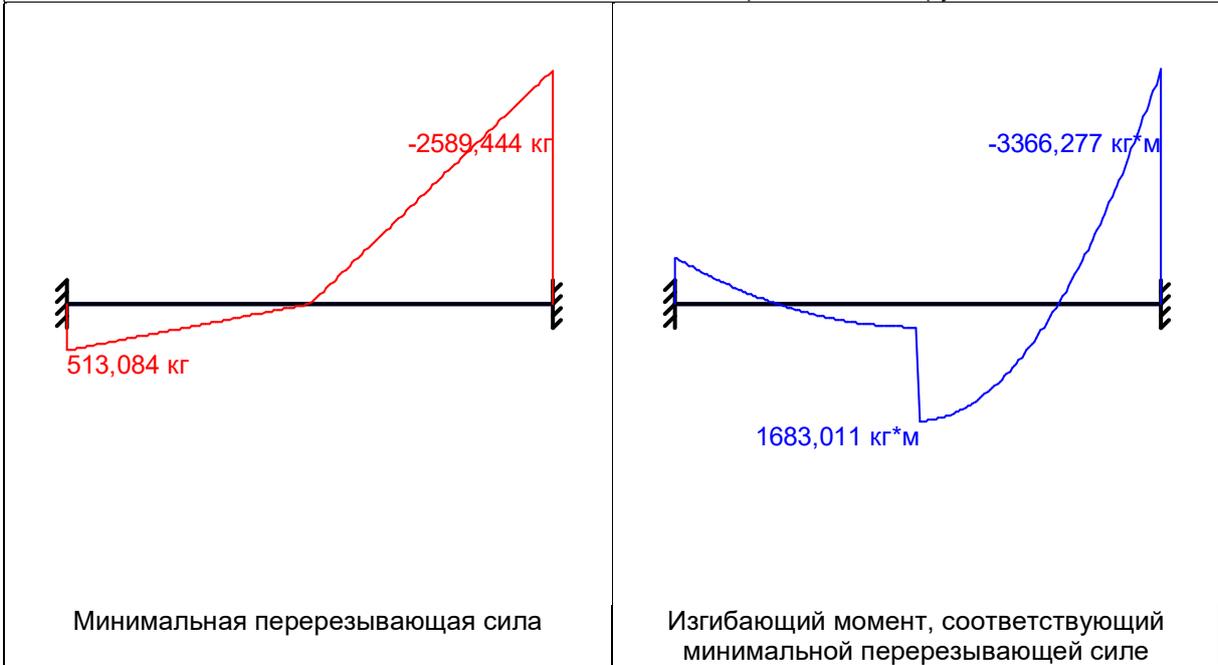


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

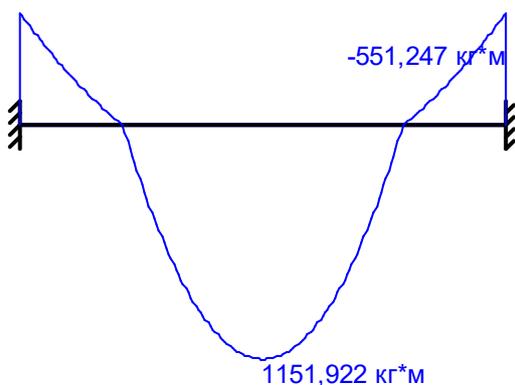
Огибающая величин  $Q_{max}$  по значениям расчетных нагрузок



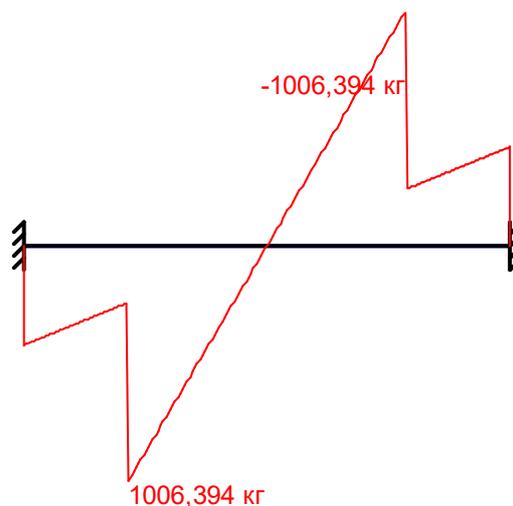
Огибающая величин  $Q_{min}$  по значениям расчетных нагрузок



Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям нормативных нагрузок

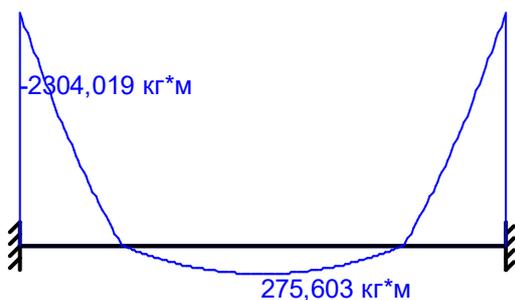


Максимальный изгибающий момент

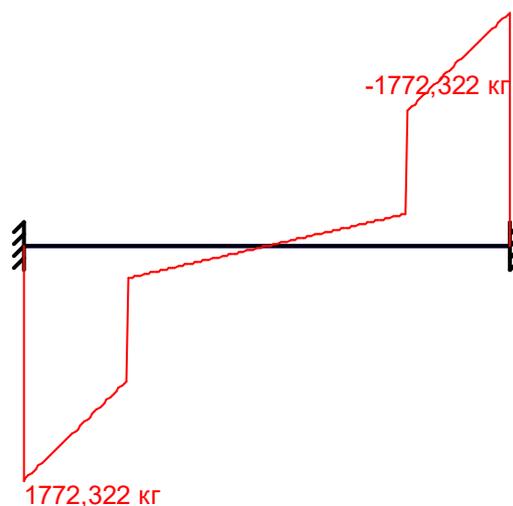


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

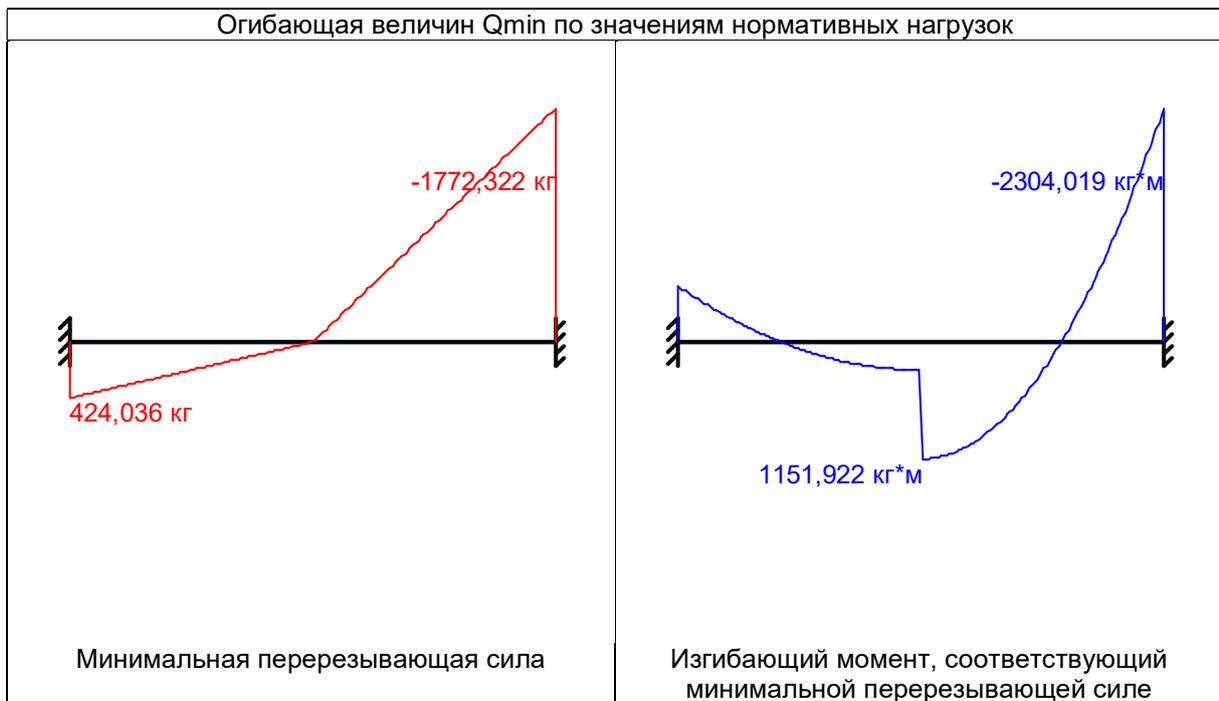
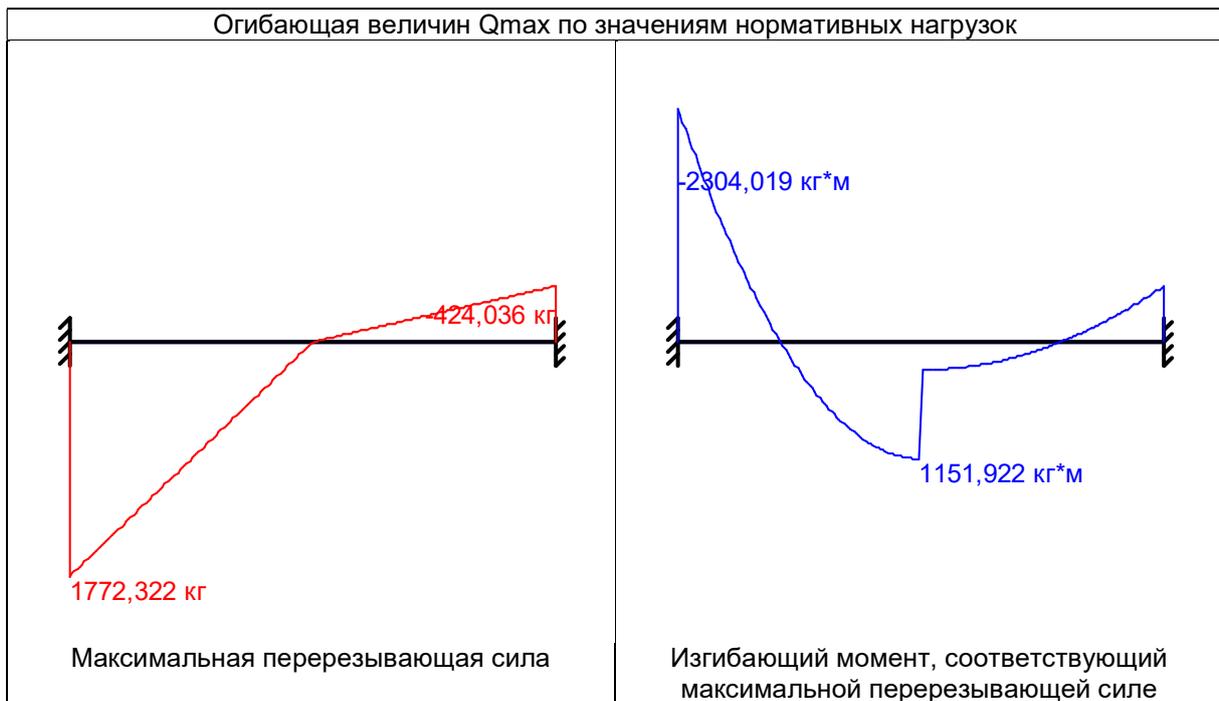
Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям нормативных нагрузок



Минимальный изгибающий момент



Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту



	<b>Опорные реакции</b>			
	Момент в опоре 1 кг*м	Сила в опоре 1 кг	Сила в опоре 2 кг	Момент в опоре 2 кг*м
по критерию $M_{max}$	-667,009	513,084	513,084	-667,009
по критерию $M_{min}$	-3366,277	2589,444	2589,444	-3366,277

	<b>Опорные реакции</b>			
	<b>Момент в опоре 1</b>	<b>Сила в опоре 1</b>	<b>Сила в опоре 2</b>	<b>Момент в опоре 2</b>
	<b>кг*м</b>	<b>кг</b>	<b>кг</b>	<b>кг*м</b>
по критерию $Q_{max}$	-3366,277	2589,444	513,084	-667,009
по критерию $Q_{min}$	-667,009	513,084	2589,444	-3366,277

<b>Результаты расчета</b>		
<b>Проверено по СНиП</b>	<b>Проверка</b>	<b>Коэффициент использования</b>
п.8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,069
п.8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,18
п.8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,772
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,075

**Коэффициент использования 0,772 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента**

Максимальный прогиб - 0,002 м

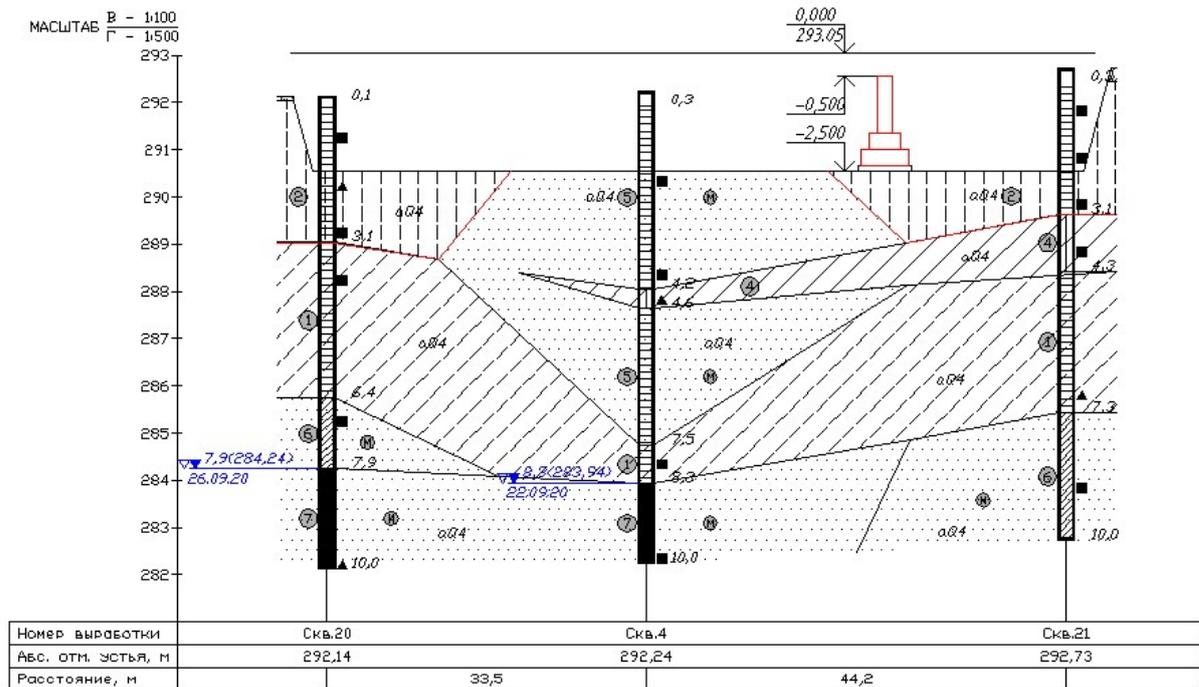
Узел сопряжения поперечной балки покрытия к колонне приведен в графической части.

### 3. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

#### 3.1 Исходные данные

За отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 293,05. Верх обреза ростверка расположен на отметке -0,050. Нагрузка на фундамент составляет 18,2 т.

Инженерно-геологический разрез представлен на рисунке 3.1.



#### Условные обозначения

-  Почвенно-растительный слой
- ①  Сугесь твердая, непроницаемая
- ②  Сугесь твердая, проницаемая
- ③  Сугесь пластинчатая
- ④  Суглинок легкий, тугопластичный
- ⑤  Песок мелкий средней плотности, маловлажный
- ⑥  Песок мелкий средней плотности, влажный
- ⑦  Песок мелкий средней плотности, водонасыщенный

Рисунок 3.1 - Инженерно-геологический разрез

### **Характеристики грунтов:**

Геологическое строение изучено до глубины 10,0 м.

Инженерно-геологические условия площадки строительства (сверху вниз):

ИГЭ 1 - почвенно-растительный слой;

ИГЭ 2 - супесь твердая, непросадочная;

ИГЭ 2а - супесь твердая, просадочная;

ИГЭ 3 - суглинок легкий, тугопластичный;

ИГЭ 4 - песок мелкий средней плотности, маловлажный;

ИГЭ 5 - песок мелкий средней плотности, влажный;

ИГЭ 6 - песок мелкий средней плотности, водонасыщенный.

### **Анализ грунтовых условий:**

1. Наличие слабых грунтов с поверхности – нет.
2. Наличие слабого подстилающего слоя – нет.
3. Глубина сезонного промерзания грунта:  $d_f = 0,7 \cdot 2,5 = 1,75$  м.
4. Подземные воды находятся на глубине 4,5 м от уровня земли.

## **3.2 Проектирование столбчатого фундамента**

### **Выбор глубины заложения фундамента**

Глубина промерзания грунта:  $d_f = 1,75$  м.

Грунтом основания фундаментов служит песок пылеватый рыхлый, маловлажный и влажный, серовато-коричневого цвета, с линзами супеси (ИГЭ 2), с характеристиками в состоянии полного водонасыщения:  $\rho = 1,87 \text{ г/см}^3$ ;  $e = 0,91$ ;  $c = 0,001 \text{ МПа}$ ;  $\varphi = 20,7^\circ$ ;  $E = 11 \text{ МПа}$ ;

Принимаем глубину заложения фундамента – 2,5 м.

### **Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления**

Предварительные размеры подошвы фундамента назначаем из условия:

$$p_{cp} \leq R, \text{ где } p_{cp} = \frac{N'}{A} = \frac{\Sigma N_{II}}{A} + \gamma_{cp} \cdot d.$$

$$A = \frac{N_{\max}}{(R_0 - \gamma_{cp} \cdot d) \cdot 1,15} = \frac{182}{(300 - 20 \cdot 2,5) \cdot 1,15} = 6,3 \text{ м}^2$$

где  $A$  – площадь подошвы фундамента;

$\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$  – усредненный удельный вес фундамента и грунта на его обрезах;

$d = 2,5 \text{ м}$  – глубина заложения фундамента;

$R_0 = 300 \text{ кПа}$  – условно принятое расчетное сопротивление в первом приближении.

В первом приближении принимаем размеры подошвы фундамента  $b = 2,5 \text{ м}$  и  $l = 2,5 \text{ м}$ ;

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot (M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma + M_g \cdot d \cdot \gamma' + M_c \cdot c);$$

где  $\gamma_{c1} = 1,2$  и  $\gamma_{c2} = 1$  – коэффициенты условия работы

$K = 1,1$  – коэффициент, учитывающий надежность;

$M_\gamma = 2,28$ ,  $M_g = 10,11$ ,  $M_c = 11,25$  – коэффициенты зависящие от  $\varphi = 20,7^\circ$ , принятые по табл.4.;

$K_z = 1,0$  – коэффициент, принимаемый при ширине фундамента  $b < 10 \text{ м}$ ;

$c = 0 \text{ кПа}$  – расчетное значения удельного сцепления грунта под подошвой фундамента;

$\gamma = 20,5 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma' = 20,5 \text{ кН/м}^3$  – удельный вес грунта выше подошвы фундамента и под подошвой фундамента.

Второе приближение:

$$A = \frac{N_{II}}{R - \gamma_{cp} \cdot d} = \frac{182}{611,6 - 20 \cdot 2,5} = 3,2 \text{ м}^2;$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1}{1,1} \cdot (2,28 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 20,5 + 10,11 \cdot 2,5 \cdot 20,5 + 11,25 \cdot 0) = 611,6 \text{ кПа}.$$

Принимаем размеры подошвы фундамента  $b = 2,3 \text{ м}$ ,  $l = 2,3 \text{ м}$  с  $A = 5,29 \text{ м}^2$ .

## Приведение нагрузок к подошве фундамента

$$N' = \frac{N_{\max}}{1,15} + N_{\phi} = \frac{182}{1,15} + 74,4 = 232,7 \text{ кН}$$

$$N_{\phi} = b \cdot \ell \cdot d \cdot \gamma_{\text{ср}} = 2,3 \cdot 2,3 \cdot 0,35 \cdot 20 + 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,35 \cdot 20 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 20 = 74,4 \text{ кН};$$

$$M' = \frac{M_{\max}}{1,15} + \frac{Q_{\text{соемб}}}{1,15} \cdot d = \frac{63,3}{1,15} + \frac{17,6}{1,15} \cdot 2,5 = 93,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$N'$  – вертикальная нагрузка на основание от фундамента;

$M'$  – нагрузка приведенная к подошве фундамента;

$N_{\phi}$  – нагрузка от веса фундамента;

$b, \ell$  – размеры подошвы фундамента;

$d$  – глубина заложения фундамента.

## Определение давлений под подошвой фундамента

Давление под подошвой фундамента:

$$P_{\text{ср}} \leq R; \quad P_{\text{ср}} = \frac{N'}{A};$$

$$P_{\text{max}} \leq 1,2 \cdot R; \quad P_{\text{max}} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W};$$

$$P_{\text{min}} \geq 0; \quad P_{\text{min}} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W};$$

$$W = \frac{b \cdot \ell^2}{6} = (2,3 \cdot 2,3^2) / 6 = 2,0 \text{ м}^3$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{N'}{A} = \frac{195,2}{4,0} = 48,8 \text{ кПа} < R = 712,4 \text{ кПа};$$

$$P_{\text{max}} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{232,7}{5,29} + \frac{93,3}{2,0} = 90,6 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 1,2 \cdot 712,4 = 854,9 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{232,7}{5,29} - \frac{93,3}{2,0} = 2,6 \text{ кПа} \geq 0$$

Условия выполняются, окончательно принимаем размеры подошвы фундамента  $b = 2,3 \text{ м}$ ,  $l = 2,3 \text{ м}$  с  $A = 5,29 \text{ м}^2$ .

### Конструирование фундамента

Выполним конструирование монолитного фундамента под колонну (рисунок 3.2).

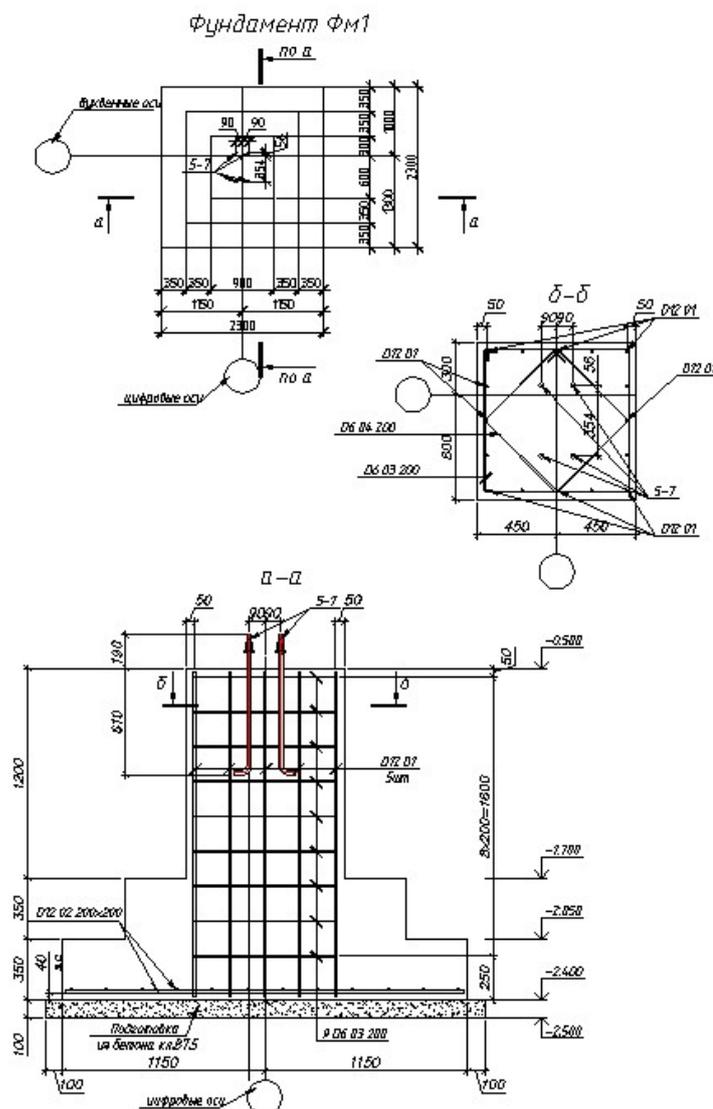


Рисунок 3.2 – Монолитный фундамент

Параметры фундамента  $b = 2,3$  м,  $l = 2,30$  м с  $A = 5,29$  м<sup>2</sup>; колонна стальная сечением – двутавр 30К1. Назначение размеров ступеней высоты (h) и вылета (c):  $h = 350$  мм,  $c = 350$  мм.

### Подсчет объемов работ и стоимости

Таблица 3.1

Номер расценок по ТЕР	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость чел·ч	
				Ед. изм-я	Всего	Ед. изм-я	Всего
01-01-003-07	Разработка грунта экскаватором	1000м <sup>3</sup>	0,75	3643,2	223,82	8,3	4,24
	Ручная доработка грунта	100м <sup>3</sup>	0,15	1492,1	308,63	172,9	25,94
06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В7,5	100м <sup>3</sup>	0,048	6429,76	673,42	180	8,64
06-01-001-05	Устройство монолитного фундамента	100м <sup>3</sup>	0,036	18706,1	634,52	785,9	28,29
СЦМ 204-0025	Стоимость арматуры АIII	т	0,078	8134,9	713,06	-	-
01-01-034-02	Обратная засыпка грунта бульдозером	1000м <sup>3</sup>	0,73	976,8	12900,00	-	-
	Стоимость ПГС	м <sup>3</sup>	300	43,0	223,82	-	-
<b>Итого:</b>				<b>18185,85</b>		<b>62,87</b>	

### 3.3 Проектирование свайного фундамента

#### Выбор глубины заложения ростверка и длины сваи

Глубину заложения ростверка принимаем минимальной из конструктивных требований –  $d_p = 1,0$  м.

Грунтом основания фундаментов служит песок пылеватый рыхлый, маловлажный и влажный, серовато-коричневого цвета, с линзами супеси (ИГЭ 2), с характеристиками в состоянии полного водонасыщения:  $\rho = 1,87 \text{ г/см}^3$ ;  $e = 0,91$ ;  $c = 0,001 \text{ МПа}$ ;  $\varphi = 20,7^\circ$ ;  $E = 11 \text{ МПа}$ ;

Принимаем сваи длиной – 6 м (С 60.30),

Сечение сваи принимаем 300×300 мм.

#### Определение несущей способности сваи

Несущая способность сваи:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} \cdot A \cdot R + u \sum \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i)$$

$$F_d = 1(1 \cdot 0,09 \cdot 9250 + 1,2(1 \cdot 7,5 \cdot 2,45 + 1 \cdot 57 \cdot 3 + 1 \cdot 60 \cdot 0,55)) = 1099,35 \text{ кН};$$

$F_d$  – несущая способность висячей сваи;

$R$  – расчетное сопротивление грунта под нижнем концом сваи;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи;

$\gamma_c = 1,0$  – коэффициент условия работы сваи в грунте;

$h_i$  – толщина слоя

$u$  – периметр поперечного сечения сваи;

$f_i$  – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи.

$$N_{св} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1099,35}{1,4} = 785,25 \text{ кН}.$$

$\gamma_k = 1,4$  – коэффициент надежности по нагрузке. Принимаем  $N_{св} = 400 \text{ кН}$ ;

## Определение количества свай в фундаменте

Количество свай в кусте:

$$n = \frac{N_{max} + N_{cm}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{cp} \cdot 1,1} = \frac{182}{400 - 0,9 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,1} = 0,5 = 1шт$$

$n$  – количество свай в кусте;

$N_1$  – максимальная нагрузка на колонну;

$d_p$  – глубина заложения ростверка;

$\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$  – усредненный удельный вес фундамента и грунта на его обрезах.

Принимаем 1 сваю в кусте.

## Приведение нагрузок к подошве ростверка

Нагрузка в подошве ростверка:

$$N' = N_{max} + N_{cm} + N_p = 182 + 22 = 204 \text{ кН};$$

$$M' = M_k + Q_k \cdot (d_p) + N_{cm} \cdot a = -63,3 - 17,6 \cdot 1,0 = -80,9 \text{ кНм};$$

$$Q' = Q_k = -17,6 \text{ кН}.$$

$$N_p = 1,1 \cdot b_p \cdot \ell_p \cdot d_p \cdot \gamma_{cp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 20 = 22 \text{ кН};$$

$b_p, \ell_p$  – размеры ростверка в плане;

$N'$  – нагрузка приведенная к подошве ростверка;

$M'$  – нагрузка приведенная к подошве ростверка;

$Q'$  – нагрузка приведенная к подошве ростверка;

$N_p$  – нагрузка от ростверка

## Проверка свай по несущей способности

Проверка несущей способности свай выполняется по формулам:

$$N_{св} \leq \frac{F_d}{\gamma_k}; N_{свmax} \leq 1,2 \cdot \frac{F_d}{\gamma_k}; N_{свmin} \geq 0;$$

$$N_{св} = \frac{N'}{n} - \frac{M_x \cdot y}{\Sigma(y_i)^2};$$

$$N_{св}^{1,2} = \frac{182}{1} + \frac{80,9 \cdot 0}{1 \cdot 0^2} = 182 \text{ кН} \leq 1,2 \cdot \frac{F_d}{\gamma_k} = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кН}.$$

Условия выполняются.

### Проверка свай на горизонтальную нагрузку

Производим расчет перемещения верхнего конца сваи от единичной силы:

Коэффициент пропорциональности  $K=8000 \text{ кН/м}^4$ ;

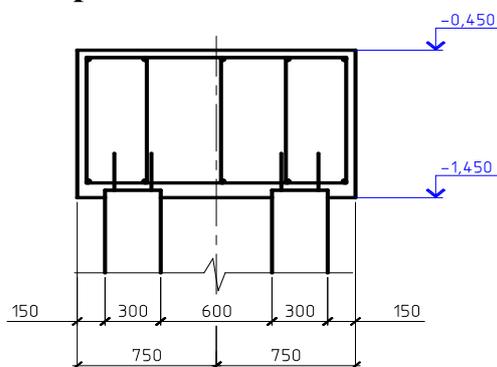
Отсюда горизонтальное перемещение сваи от единичной горизонтальной силы равно  $E_{нн}=4,3 \text{ мм}$ .

$$U=4,3 \cdot 3,75=16,13 \text{ мм} \geq 10 \text{ мм};$$

Выбираем жесткое сопряжение ростверка со сваяй.

Принимаем для сваи С60.30 бетон класса В-15, арматуру 4 Ø10 АП.

### Конструирование ростверка



Размеры ростверка в плане 1,5x1,5 м, высота ростверка 1,0 м.

### Подбор сваебойного оборудования и расчет отказа

Принимаем для забивки свай механический молот, масса ударной части  $m_4=4 \text{ т}$ , энергия удара  $E_d=40 \text{ кДж}$ , полная масса молота  $m_1=4 \text{ т}$ .

Отказ в конце забивке сваи:

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3};$$

Расчетный отказ сваи должен находиться в пределах:  $0,3 \text{ см} \leq S_a < 3 \text{ см}$ .

$\eta$  – коэффициент принимаемый  $1500 \text{ кН/м}^2$ ;

$F_d = 1,4 \cdot 400 = 560 \text{ кН}$  – несущая способность сваи;

$A = 0,09 \text{ м}^2$  – площадь поперечного сечения сваи;

$m_2 = 1,38 \text{ т}$  – масса сваи;

$m_3 = 0,2 \text{ т}$  – масса наголовника.

$$S_a = \frac{40 \cdot 1500 \cdot 0,09}{560 \cdot (560 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4 + 0,2 \cdot (1,38 + 0,2)}{4 + 1,38 + 0,2} = 0,011 \text{ м} = 1,1 \text{ см}.$$

$0,3 \text{ см} < 1,1 \text{ см} < 3 \text{ см}$  – условие выполняется.

### Подсчет объемов работ и стоимости

Таблица 3.2

Номер расценки по ТЕР	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Ед. изм-я	Всего	Ед. изм-я	Всего
01-02-055-01	Разработка грунта бульдозером	1000м <sup>3</sup>	0,144	1409,3	202,94	-	-
СЦМ-441-300	Стоимость свай	м <sup>3</sup>	3,24	1809,2	5861,81	-	-
05-01-002-01	Погружение свай длиной до 6м	м <sup>3</sup>	3,24	306,2	992,09	3,9	12,64
05-01-010-01	Срубка голов свай	свая	1	115,5	115,5	1,4	1,4
	Устройство опалубки для воздушной прослойки	м <sup>2</sup>	2,56	25,9	66,31	0,93	2,38
06-01-001-05	Устройство монолитного	100м <sup>3</sup>	0,023	18706,1	430,24	785,9	18,08

	ростверка						
	Устройство плиты-ростверка под полы	100м <sup>3</sup>	0,11	18706,1	2057,67	785,9	86,45
СЦМ 204-0003	Стоимость арматуры ростверка	т	0,095	9372,4	890,38	-	-
	Стоимость арматуры плиты-ростверка	т	1,1	9372,4	10309,6	-	-
01-01-034-02	Обратная засыпка грунта бульдозером	1000м <sup>3</sup>	0,070	976,8	68,38	-	-
Итого:					21572,42		127,95

### 3.4 Сравнение вариантов фундаментов

Сравнив варианты, а также проанализировав грунтовые условия, выбираем столбчатый фундамент, т.к. он экономичнее свайного фундамента на 16% по стоимости и на 51% по трудоемкости.

## **4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **4.1 Область применения**

Технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса гаража Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска.

Данная технологическая карта предназначена для нового строительства и при нормальных условиях. Поэтому следует учитывать условия производства работ в зимнее время.

В технологической карте предусмотрено выполнение работ по устройству колонн, стоек, балок покрытия, ригелей фахверка, прогонов.

В состав работ, последовательно выполняемых при монтаже металлоконструкций, входят:

- геодезическая разбивка местоположения металлоконструкций;
- установка готовых металлоконструкций;
- выверка и закрепление металлоконструкций в проектном положении.

Подачу материалов выполнять при помощи крана КС-55713.

Технологическая карта удовлетворяет всем нормативным требованиям к разработке соответствующих разделов организации труда в проектах производства работ с учетом мероприятий по научной организации труда и технике безопасности.

### **4.2 Общие положения**

Настоящая технологическая карта составлена на монтаж металлического каркаса здания, состоящего из колонн, балок покрытия, прогонов и ригелей фахверка.

Данная технологическая карта разработана в соответствии с МДС 12-29.2006 [46], СП 48.13330.2019 «Организация строительства» [47], СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве» [48], СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [34]. Технологическая карта разработана на основе рабочих чертежей проекта, методической литературы и других нормативных документов.

### **4.3 Организация и технология выполнения работ**

Строительство производится из материалов, производимых местными предприятиями.

#### **4.3.1 Подготовительные работы**

До начала монтажа колонн генеральным подрядчиком должны быть полностью закончены и приняты заказчиком следующие работы:

- устройство фундаментов под монтаж колонн;
- произведена обратная засыпка пазух траншей и ям;
- грунт спланирован в пределах нулевого цикла;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта;
- подготовлены площадки для складирования конструкций и работы крана;
- должна быть организована рабочая зона строительной площадки.

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

До установки в проектное положение сборные конструкции должны быть соответственно подготовлены. Прежде всего необходимо проверить состояние конструкций: наличие на них марок и осевых рисков, соответствие геометрических размеров рабочим чертежам. Особое внимание обращают на стыки. Проверяют отметки опорных частей и при необходимости выравнивают их до проектного уровня. До начала монтажа необходимо окрасить все металлоконструкции согласно технологической карты на окраску металлической поверхностей.

При подготовке колонн к монтажу на них наносят следующие риски: продольной оси колонны, на уровне низа колонны и верха фундамента. Затем

обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

Подготовка балок, прогонов к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- прикрепление планок для опирания последующих конструкций, подлежащих монтажу;
- прикрепления по концам балок (прогонов) покрытия двух оттяжек из пенькового каната, для удержания балок (прогонов) от раскачивания при подъеме.

### **4.3.2 Основные работы**

Комплексный процесс монтажа металлических конструкций состоит из следующих процессов и операций:

- геодезическая разбивка местоположения колонн на фундаментах;
- установка, выверка и закрепление готовых колонн на фундаментах;
- подготовка мест опирания балок;
- установка, выверка и закрепление готовых балок покрытия на опорных поверхностях.

Основные операции при монтаже колонн: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стропуют колонны за верхний конец, либо в уровне опирания подкрановых балок. В некоторых случаях для понижения центра тяжести к башмаку колонны крепят дополнительный груз. Колонны захватывают стропами или полуавтоматическими захватными приспособлениями. После проверки надежности строповки колонну устанавливает звено из 4-х рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. На высоте 30-40 см над верхним обрезаем фундамента монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами. Дополнительного смещения колонны для выверки по осям и по высоте в этом случае не требуется.

Перед установкой колонны необходимо прокрутить гайки по резьбе анкерных болтов. Кроме того, резьбу болтов смазывают и предохраняют от повреждения колпачками из газовых труб.

Первыми монтируют пару колонн, между которыми расположены вертикальные связи, закрепляют их фундаментными болтами. Раскрепляют

первую пару колонн связями и балками. Стропы снимают с колонны только после ее постоянного закрепления. Устанавливают после каждой очередной колонны балку, вертикальные связи или распорку, т.к. колонна должна быть быстро закреплена к смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Вертикальные связи должны быть установлены и закреплены согласно проекту, временное закрепление конструкции выполняют сварными и болтовыми соединениями. Сварные соединения металлоконструкций выполняются электродами типа Э50А.

Геодезический контроль правильности установки колонн по вертикали осуществляют с помощью двух теодолитов, во взаимно-перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны.

После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ригелей, балок и балок покрытия. По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки этих плоскостей. Выполняют это следующим образом. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от верха колонны или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование осуществляют по этому горизонту.

Для строповки балок применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют балки за две или четыре точки. Монтаж балок выполняет звено рабочих-монтажников, к работе звена привлекают электросварщика.

Подъем балки покрытия машинист крана начинает по команде звеньевых. При подъеме балки покрытия ее положение в пространстве регулируют, удерживая балку покрытия от раскачивания, с помощью канатов-оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки балку покрытия разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника. На высоте около 0,6 м над местом опирания балку покрытия принимают двое других монтажников (находящиеся на монтажных площадках, прикрепленных к колоннам). Наводят ее, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси балок покрытия, с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении балку покрытия при необходимости смещают ломом без ее подъема, а для смещения балки покрытия в продольном направлении ее предварительно поднимают. После монтажа очередной балки покрытия

монтируют 3-4 прогона, необходимые для обеспечения устойчивости и ее расстроповки.

После монтажа балок монтируют горизонтальные связи, прогоны и фахверковые конструкции. Прогоны необходимо ставить полностью или частично сразу после монтажа балок покрытия, так как поднятая балка покрытия должна быть быстро закреплена к ранее смонтированным конструкциям и расстроплена, чтобы не простаивал монтажный кран. Чтобы лучше использовать грузоподъемность крана, прогоны поднимают пачками, складывают на одно место и затем растаскивают вручную по скату балок покрытия.

Стойки сначала временно закрепляются анкерными болтами, затем после выверки вертикальности крепятся к колоннам. Далее монтируют остальные конструкции фахверка согласно проекту.

### **4.3.3 Завершающие работы**

После завершения основных работ очистить строительную площадку от строительного мусора, снять ограждения и предупредительные знаки опасных зон. Убрать с территории технологическое оборудование, оснастку и инструменты.

Передать подрядчику исполнительную и техническую документацию на выполненные работы.

### **4.4 Требования к качеству работ**

Контроль и оценку качества работ при монтаже конструкций выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

- СП 48.13330.2019 Организация строительного производства [47].
- СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции [34].
- ГОСТ Р 58945-2020 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений [49].

При приемочном контроле выполнить измерение и оценку предельных величин отклонений параметров и характеристик стального каркаса, приведенных в рабочей документации.

Контроль технологических операций осуществлять в процессе их выполнения, следует предусмотреть своевременное измерение параметров,

выявление их отклонений (дефектов) и меры по их устранению и предупреждению.

#### 4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Таблицы с перечнем машин и технологического оборудования; перечень материалов и изделий представлены в графической части.

Таблица 4.1 – Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

№ п/п	Наименование технологического процесса и его операции	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика	Кол-во
1	Выверка и временное крепление колонн	Контейнер с комплектом клиновых вкладышей ЦНИИОМТП №323-8	Применение для колонн до 24 т	2
2	Монтаж каркаса	Лестница вертикальная типа ЛП ВНИПИ Промстальконстр. шифр 2980002-1, 1 исполн.	Обеспечение рабочего места на высоте до 20 м	4
3	Строповка элементов	Стропы 2-х ветвевые ГОСТ Р 58753-2019	Грузоподъемность 1 т	2
4	Строповка элементов	Стропы 2-х ветвевые ГОСТ Р 58753-2019	Грузоподъемность 2,5 т	2
5	Строповка элементов	Стропы 1-но ветвевой ГОСТ Р 58753-2019	Грузоподъемность 1,0 т	1
6	Измерение углов	Теодолит 3Т2КП2	500*30	1
7	Определение превышений	Нивелир НИ-3		2
8	Монтаж балок	Инвентарная распорка		2
9	Монтаж балок	Расчалка с карабином и винтовой стяжкой		4
10	Монтаж каркаса	Кассета для складирования ферм К-8 инвентарная	Длина 18,5 м	10

11	Проверка вертикальности	Отвес стальной строительный ГОСТ 7948-80		6
12	Измерение длины	Рулетка измерительная ГОСТ 7502-80	Длина 10 м	8
13	Проверка горизонтальности	Уровень строительный ГОСТ 9416-76		6
14	Выверка элементов	Кувалда ГОСТ 11401-75		2
15	Монтаж каркаса	Оттяжки из пенькового каната Ф22 4-6 м ГОСТ 483-75		8
16	Выверка элементов	Метр металлический ШР-3	Длина 1 м	2
17	Выверка элементов	Уровень строительный 9416-88		2
18	Монтаж каркаса	Топор строительный А-2		1
19	Монтаж каркаса	Струбцина №5444-3.00.000		10
20	Сварочные работы	Сварочный аппарат СТМ	Мощность 750 Вт	1
21	Монтаж каркаса	Электролобзик HAMMER Flex LZK550LE		1
22	Монтаж каркаса	Набор инструмента для ручной дуговой сварки		4
23	Монтаж каркаса	Ограждение леерное сигнальное		200 м.п
24	Монтаж каркаса	Комплект знаков по технике безопасности ГОСТ Р 2.4.026-2001		5
25	Средство индивидуальной защиты	Пояс предохранительный ГОСТ 12.4089-80		11
26	Средство индивидуальной защиты	Каска строительная ГОСТ 12.4087-84		11
27	Средство индивидуальной защиты	Очки защитные ЗП 1-90 ГОСТ 12.400		11
28	Средство индивидуальной	Флажок сигнальный		2

	защиты			
29	Средство индивидуальной защиты	Аптечка универсальная ТУ 94-457-98		2
30	Средство индивидуальной защиты	Жилеты оранжевые		11
31	Средство индивидуальной защиты	Рукавицы		18

#### 4.6 Подбор подъемно-транспортного оборудования

Подбираем кран по наиболее тяжелому элементу – наиболее тяжелый элемент – балка покрытия ( $M_3=0,303$  т).

Для строповки элемента используется строп 2СТ-10-4 ( $m=0,0948$  т,  $h_{\Gamma} = 3,8$  м).

Определяем монтажные характеристики:

1. Монтажная масса:

$$M_M = M_3 + M_{\Gamma} = 0,303 + 0,0948 = 0,4 \text{ т}$$

2. Высота подъема крюка:

$$H_k = h_0 + h_p + h_3 + h_{\Gamma} = 5,45 + 0,5 + 0,35 + 3,8 = 10,1 \text{ м,}$$

где  $h_0$  – максимальная высотная отметка здания = 5,45 м;

$h_3$  – запас по высоте = 0,5 м;

$h_3$  – высота элемента в монтажном положении = 0,35 м;

$h_{\Gamma}$  – высота грузозахватного устройства = 3,8 м.

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы:

$$H_c = H_k + h_{\Pi} = 10,1 + 2 = 12,1 \text{ м}$$

### 3. Вылет крюка

По подобию треугольников определяется требуемый монтажный вылет крюка

$$l_k = \frac{(v+v_1+v_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{(h_r + h_{п})} + v_3 = \frac{(2,85+0,2+0,5) \cdot (12,1-2,8)}{(4+2)} + 2 = 7,5 \text{ м}$$

где  $v$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, м.

$v_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, м.

$v_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м.

$h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до поворота стрелы, м.

4. Необходимая наименьшая длина стрелы самоходного крана стрелового крана

$$L_c = \sqrt{(l_k - v_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(7,5 - 2)^2 + (12,1 - 2,8)^2} = 10,8 \text{ м}$$

С помощью графического метода и исходя из монтажных характеристик, выбираем по каталогу автомобильный кран КС-55173 (рис. 4.1) со следующими рабочими параметрами: длина основной стрелы – 15,7 м; вылет – 13 м; высота подъема – 17 м; грузоподъемность до 1,5 т.

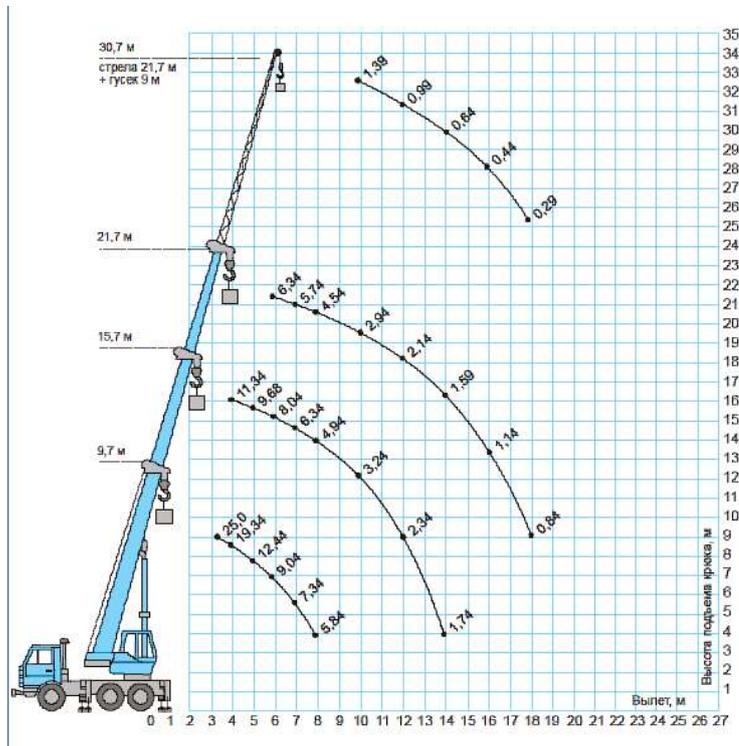


Рисунок 4.1 - Грузовысотные характеристики крана КС-55173

#### 4.7 Техника безопасности и охрана труда

Качество бетонных и железобетонных конструкций определяется как качеством используемых материальных элементов, так и тщательностью соблюдения регламентирующих положений технологии на всех стадиях комплексного процесса. Для этого необходим контроль и его осуществляют на следующих стадиях: при приемке и хранении всех исходных материалов (цемента, песка, щебня, гравия, арматурной стали, лесоматериалов и др.); при изготовлении и монтаже арматурных элементов и конструкций; при изготовлении и установке элементов опалубки; при подготовке основания и опалубки к укладке бетонной смеси; при приготовлении и транспортировке бетонной смеси; при уходе за бетоном в процессе его твердения. Все исходные материалы должны отвечать требованиям ГОСТов. Показатели свойств материалов определяют в соответствии с единой методикой, рекомендованной для строительных лабораторий. В процессе армирования конструкций контроль осуществляется при приемке стали (наличие заводских марок и бирок, качество арматурной стали); при складировании и транспортировке (правильность складирования по маркам, сортам, размерам, сохранность при перевозках); при изготовлении арматурных элементов и конструкций (правильность формы и размеров, качество сварки, соблюдение технологии сварки). После установки и соединения всех арматурных элементов в блоке бетонирования проводят окончательную проверку правильности размеров и положения арматуры с учетом допускаемых отклонений. В процессе опалубливания контролируют правильность установки опалубки, креплений, а также плотность стыков в щитах и сопряжениях, взаимное положение опалубочных форм и арматуры (для получения заданной толщины защитного слоя). Правильность положения опалубки в пространстве проверяют привязкой к разбивочным осям и нивелировкой, а размеры - обычными измерениями. Допускаемые отклонения в положении и размерах опалубки приведены в СП 70.13330.2012 (ч. 3) и справочниках. Перед укладкой бетонной смеси контролируют чистоту рабочей поверхности опалубки и качество ее смазки. На стадии приготовления бетонной смеси проверяют точность дозирования материалов, продолжительность перемешивания, подвижность и плотность смеси. Подвижность бетонной смеси оценивают не реже двух раз в смену. Подвижность не должна отклоняться от заданной более чем на  $\pm 1$  см, а плотность - более чем на 3%. При транспортировке бетонной смеси следят за тем,

чтобы она не начала схватываться, не распадалась на составляющие, не теряла подвижности из-за потерь воды, цемента или схватывания. На месте укладки следует обращать внимание на высоту сбрасывания смеси, продолжительность

#### 4.8 Техничко-экономические показатели

Калькуляция трудовых затрат и машинного времени приведена в графической части.

Критериями технологической карты являются технико-экономические показатели.

Таблица 4.2 – Техничко-экономические показатели

Наименование	Ед.изм	Кол-во
Объем работ	т	25,7
Трудоемкость	чел-смен	55,2
Выработка на одного человека в смену	т	0,64
Максимальное количество работающих в смену	чел.	9
Количество смен	смен	1
Продолжительность работ	дни	10

## 5 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

### 5.1 Объектный строительный генеральный план

Объектный стройгенплан разрабатывает подрядчик на стадии рабочих чертежей в составе ППР на строящееся здание. Данный стройгенплан составлен на основной период строительства (возведение надземной части), в нем была спроектирована площадка, непосредственно прилегающая к строящемуся зданию, и определено расположение временных зданий и сооружений, открытых и закрытых складов, инженерных сетей и коммуникаций, строительных машин и устройств, необходимых для возведения проектируемого объекта строительства.

#### 5.1.2 Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства

Район строительства – г. Красноярск.

Климатический район строительства – IV.

По СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» определяем температурный режим города.

Природно-климатические параметры по СП 131.13330 [16]:

Среднегодовая температура воздуха	1,2 <sup>0</sup> С
Абсолютная максимальная температура воздуха	+37 <sup>0</sup> С
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	+25,8 <sup>0</sup> С
Абсолютная минимальная температура воздуха	-52 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98	-41 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98	-39 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92	-39 <sup>0</sup> С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92	-37 <sup>0</sup> С
Средняя температура воздуха -наиболее холодного месяца	-16 <sup>0</sup> С

-наиболее теплого месяца				-18,7°С
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°С				169 сут
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже плюс 8°С				235 сут
Средняя температура со среднесуточной температурой ниже 0°С				-10,7°С
Средняя температура со среднесуточной температурой ниже плюс 8°С				-6,7°С
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца				78%
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца				55%
Количество осадков за год				471 мм
Суточный максимум				97 мм
Преобладающее направление ветров за декабрь-февраль				3
Преобладающее направление ветров за июнь-август				3

Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,8 кПа (180 кгс/м<sup>2</sup>), III снеговой район.

Нормативное значение ветрового давления – 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>), III ветровой район.

Сейсмичность района по СП 14.13330.2018 – 6 баллов.

### **5.1.3 Оценка развитости транспортной инфраструктуры**

Условия проходимости хорошие. Проезд автотранспорта имеется.

Подъезд автотранспорта к площадке строительства осуществляется по существующей автодороге с твёрдым покрытием.

Схема движения автотранспорта и строительных механизмов определена на строительном генеральном плане.

### **5.1.4 Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства**

На период строительства планируется использовать рабочую силу строительного-монтажных подразделений, определяемых на торгах.

Привлечение для строительства квалифицированных специалистов из других регионов, и работа вахтовым методом не предусматривается.

### **5.1.5 Разработка объектного стройгенплана на период возведения надземной части**

#### **5.1.5.1 Выбор монтажного крана**

Расчет и выбор крана на основной период строительства произведен в разделе 4 пояснительной записки.

#### **5.1.5.2 Размещение крана на объекте**

Поперечную привязку самоходных стреловых кранов, или минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания определяют по формуле

$$b=R_{\text{пов}}+l_{\text{без}} \quad (5.1)$$

где  $l_{\text{без}}=1,0$  м, т.к. выступающие части здания располагаются на высоте  $> 2$  м;  
 $R_{\text{пов}}$  – ширина поворотной части с опорами (взято из паспорта крана)

$$b=2,8+1,0=3,8 \text{ м.}$$

Продольная привязка самоходного крана к зданию определяется графическим способом с таким расчетом, чтобы зоны работы кранов со всех стоянок перекрывали площадь, на которой монтируют конструкции.

При этом число стоянок принимают минимально необходимым.

#### **5.1.5.3 Определение величины опасных зон**

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов.

1. Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Она зависит от высоты здания и величины отклонения падающего предмета.

Принимается по СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [52], таблица Г.1.

Радиус действия монтажной зоны:

$$M_m = l_2 + x = 7,8 + 3,5 = 11,3 \text{ м} \quad (5.2)$$

где  $l_2$  – наибольший габарит перемещаемого груза (7,8 м – сэндвич-панель);  
 $x$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 3, РД 11–06–2007).

2. Зоной обслуживания крана или рабочей называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана.

$R_{\max} = 15,7$  м, равна вылету стрелы.

3. Зона перемещения груза – пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза. Отдельно на стройгенплане не показывают. Данная зона служит составляющей при расчете границ опасной зоны работы крана, которая суммирует все входящие в ее контур зоны.

$$R_{\text{п.гр.}} = R_{\max} + 0,5 l_{\text{эл.мах.}} = 15,7 + 0,5 \cdot 4,0 = 17,7 \text{ м} \quad (5.3)$$

где  $l_{\text{эл.мах}}$  – ширины наибольшего монтируемого элемента, м (ширина пакета с металлическим прокатом,  $l_{\text{эл.мах}} = 4000$  мм);

4. Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом его рассеивания или отлета при падении.

$$R_{\text{оп}} = R_{\max} + 0,5 \cdot B_2 + l_{\text{эл.мах}} + x, \quad (5.4)$$

где  $B_2$  – ширина монтируемого элемента, м.

$x$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 3, РД 11–06–2007).

$$R_{оп} = 17,7 + 0,5 \cdot 0,8 + 4,0 + 4,0 = 26,1 \text{ м.}$$

Зоны потенциально действующих опасных факторов относят участки территории вблизи строящегося здания и этажи здания в одной захватке, над которыми происходит монтаж конструкций ограждаются сигнальными ограждениями в соответствии с ГОСТ Р 58967-2020. Производство работы в этих зонах требуют специальных организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работающих.

#### **5.1.5.4 Внутривозрастные дороги**

Проектом предусмотрено строительство временных и постоянных автодорог, которые можно использовать для строительного транспорта.

Расположение дорог на стройгенплане обеспечивает проезд в зону действия монтажного крана, склада, бытовых помещений.

Ширина строительных дорог принята шириной 3,5 м, с уширением до 6,5 м под разгрузочные для автотранспорта. Расстояние между дорогой и складской площадкой принято 1 м, между дорогой и забором, ограничивающим строительную площадку, зависит от границы опасной зоны монтажного крана. В соответствии с нормами минимальный радиус закруглений принят 12 м.

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный стенд пожарной защиты с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, схемой движения транспорта, местонахождением источников, средств пожаротушения и связи, и назначается пожарный расчет.

На дорогах должна предусматриваться установка знаков ограничения скорости движения транспорта.

Поскольку основная часть строительных дорог предусмотрена по полотну строительных дорог, устанавливается верхний слой из песчано-гравийной смеси.

### 5.1.5.5 Расчет и проектирование временных инвентарных зданий

Таблица 5.1 – Расчет потребности в кадрах

№ п/п	Категория работающих	Удельный вес работающих в %	Из занятых в наиболее многочисленную смену	
			% общего числа работающих	Всего человек
1	Рабочие	83,9 (9 чел)	70	7
2	ИТР	11 (2 чел)	80	1
3	Служащие	3,6 (1 чел)	80	1
4	МОП и охрана	1,5 (1 чел.)	80	1
	Всего	14		10

На период строительства на площадке необходимо предусмотреть временные бытовые помещения для строителей.

Расчет потребности в площадях инвентарных, временных зданий выполнен на основании «Расчетных нормативов для составления ПОС» Часть 1, гл. 10, п.п. 10.11-10.12.

Для обслуживания строительства используются временные здания инвентарного типа комплектной поставки. Отопление инвентарных зданий производится электронагревателями заводского изготовления.

Расчет площадей инвентарных зданий санитарно-бытового назначения произведен исходя из численности работающих, занятых на строительной площадке в наиболее многочисленную смену.

Расчет площадей гардеробных производится на общее количество рабочих, занятых на строительной площадке.

Расчет площадей контор производится на общее количество ИТР, служащих и МОП или на их линейный персонал, принимаемый, при отсутствии исходных данных, в размере 50 % общего количества ИТР, служащих и МОП.

Расчет сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Площади временных зданий

Временные здания	Кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>		Тип помещения	Площадь, м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		Одног о здания	Всех здани й	
1	2	3	4	5	6	7	8
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная	7	0,9	5,6	6x2x3	12	12	1
Душевая	7	0,43	3,01	6x2x3	12	12	1
Столовая	10	0,6	6,0	6x2x3	12	12	1
Туалет	10	0,07	0,7	3x3x3	9	9	1
Умывальная	7	0,05	0,35	6x2x3	12	12	1
Сушильня	7	0,2	1,4	6x2x3	12	12	1
Помещение для обогрева рабочих	7	0,35	2,45	6x2x3	12	12	1

На строительной площадке рекомендуется установить временные инвентарные бытовые помещения по типовому проекту.

Количество временных зданий может быть увеличено, их следует расположить на запроектированной площадке, представленной в графической части.

### 5.1.5.6 Проектирование складских помещений и площадок

Необходимый запас материалов на складе определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.5)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период (по ППР);

$T$  – продолжительность расчетного периода по календарному плану, дн.;

$T_{\text{н}}$  – норма запаса материала, дн.;

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

$K_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода.

Полезная площадь склада (без проходов), занимаемая сложенными материалами определяется по формуле

$$F = \frac{p}{V'}, \quad (5.6)$$

где  $V'$  – кол-во материала укладываемого на 1 м<sup>2</sup>;

Общая площадь склада

$$S = \frac{F}{\beta'}, \quad (5.7)$$

где  $\beta'$  – коэффициент использования склада.

Для открытых складов коэффициент использования склада 0,7.

Расчеты сводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Ведомость подсчетов площадей складов

Наименование изделий, материалов и конструкций	Ед. изм.	$P_{\text{общ}}$	$T_{\text{н}}$	$V'$	F	S
Стеновые сэндвич-панели	м <sup>3</sup>	84,3	10	7,55	11,2	16,0
Кровельные	м <sup>3</sup>	166,4	10	9,4	17,7	25,3

сэндвич-панели						
Стальные конструкции	т	25,7	10	2,57	14,1	20,1

Итого: открытый склад 175 м<sup>2</sup>.

Для хранения отделочных материалов будет задействован 1 этаж здания (как закрытые склады) после их монтажа.

Материалы, требующие закрытого способа хранения, складировать внутри строящегося здания. Дополнительное помещение на СГП не проектируем.

### 5.1.5.7 Потребность в электроэнергии

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определяется на период выполнения максимального объема строительно-монтажных работ по формуле

$$P = L_x \left( \sum \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + \sum K_2 P_{o.v.} + \sum K_3 P_{o.n.} + \sum K_4 P_{c.v.} \right), \quad (5.8)$$

где  $L_x = 1,05$  – коэффициент потери мощности в сети;

$P_M$  – сумма номинальных мощностей работающих электромоторов (бетоноломы, трамбовки, вибраторы и т.д.);

$P_{o.v.}$  – суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{o.n.}$  – то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{c.v.}$  – то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$  – коэффициент потери мощности для силовых потребителей электромоторов;

$K_1 = 0,5$  – коэффициент одновременности работы электромоторов;

$K_3 = 0,8$  – то же, для внутреннего освещения;

$K_4 = 0,9$  – то же, для наружного освещения;

$K_5 = 0,6$  – то же, для сварочных трансформаторов.

Данные подсчетов требуемых мощностей приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость подсчетов требуемых мощностей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм.	Кэф. спроса, $K_c$	$\cos \varphi$	Требуемая мощность, кВт
<b>Силовые потребители</b>						
Лебедка	шт	3	10	0,1	0,5	6,00
Сварочный аппарат	шт	2	20	0,35	0,7	14,29
Насос	шт	3	5,5	0,65	0,8	13,41
Мелкие строительные механизмы	шт	5	7	0,15	0,55	9,55
Растворомешалка	шт	2	22	0,15	0,55	12,00
Компрессор	шт	2	15	0,55	0,8	20,63
<b>Внутреннее освещение</b>						
Отделочные работы	м <sup>2</sup>	631,91	0,015	0,8	1	7,58
Складская площадь	м <sup>2</sup>	332,21	0,003	0,8	1	0,97
Прорабская	м <sup>2</sup>	18	0,015	0,8	1	0,22
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	18,4	0,003	0,8	1	0,04
Помещение приема пищи, гардеробная	м <sup>2</sup>	18,4	0,003	0,8	1	0,04
<b>Наружное освещение</b>						
Территория строительства	м <sup>2</sup>	7387,63	0,002	1	1	11,23
<b>Проходы и проезды</b>						
Проходы и проезды	км	0,2	0,005	1	1	0,04
Общая требуемая мощность $95,99 \times 1,05 = 100,80$ кВт						

Требуемая мощность  $P = 100,80$  кВт.

Выбираем трансформаторную подстанцию типа СКТП-560, мощность которой больше расчетной, т.к. не все электропотребители были учтены.

Требуемое количество прожекторов для строительной площадки определим по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (5.9)$$

где  $P$  – мощность;

$E$  – освещенность;

$S$  – площадь, подлежащая освещению;

$P_{л}$  – мощность лампы прожектора.

Для освещения используем ПЗС-45 мощностью  $P=0,3$  Вт/м<sup>2</sup>.

Мощность лампы прожектора  $P_{л} = 1000$  Вт.

Освещенность  $E = 2$  лк.

Площадь, подлежащая освещению  $S = 7387,63$  м<sup>2</sup>.

$$n = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 7387,63}{1000} = 4,43.$$

Принимаем для освещения строительной площадки 5 прожекторов.

В качестве ЛЭП принимаются воздушные линии электропередач.

### 5.1.5.8 Временное водоснабжение строительной площадки

Потребность в воде  $Q_{тр}$ , определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{пр}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{хоз}$  нужды. Определяют по формуле

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{п.г.}, \quad (5.10)$$

где  $Q_{пр}$  – расхода воды на производственные нужды;

$Q_{хоз}$  – расхода воды на хозяйственно-бытовые нужды;

$Q_{п.г.}$  – расхода воды для пожаротушения.

Расход воды на производственные потребности, л/с, определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \cdot \frac{q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{t \cdot 3600}, \quad (5.11)$$

где  $q_{\text{п}} = 500 \text{ л}$  – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

$\Pi_{\text{п}}$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления

$T = 8 \text{ ч}$  – число часов в смене;

$K_{\text{н}} = 1,2$  – коэффициент на неучтенный расход воды.

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 1 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,031 \text{ л/сек.}$$

Расходы воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с, определяют по формуле

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{х}} \cdot \Pi_{\text{р}} \cdot K_{\text{ч}}}{t \cdot 3600} + \frac{q_{\text{д}} \cdot \Pi_{\text{д}}}{t_1 \cdot 60}, \quad (5.12)$$

где  $q_{\text{х}} = 15 \text{ л}$  – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

$\Pi_{\text{р}}$  – численность работающих в наиболее загруженную смену ( $15 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,8 = 13 \text{ чел}$ );

$K_{\text{ч}} = 2$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_{\text{д}} = 30 \text{ л}$  – расход воды на прием душа одним работающим;

$\Pi_{\text{д}} = 11$  – численность пользующихся душем (до 80 %  $\Pi_{\text{р}}$ );

$t_1 = 45 \text{ мин}$  – продолжительность использования душевой установки;

$t = 8 \text{ ч}$  – число часов в смене.

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 13 \cdot 2}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 11}{60 \cdot 45} = 0,135 \text{ л/сек.}$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{\text{пож}} = 5 \text{ л/сек}$  определен в соответствии с СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения».

Находим расчетный расход воды, получаем

$$Q_{\text{тр}} = 0,031 + 0,135 + 5 = 5,2 \text{ л/сек.}$$

По расчетному расходу воды определяем необходимый диаметр водопровода по формуле

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \cdot v}}, \quad (5.13)$$

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{5,2}{3,14 \cdot 2}} = 57,6 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент», принимаем трубы с наружным диаметром 60 мм.

### 5.1.6 Потребность в сжатом воздухе

Потребность в сжатом воздухе, м<sup>3</sup>/мин, определяется по формуле:

$$Q = 1,4 \cdot \sum q \cdot K_0,$$

где  $\sum q$  – общая потребность в воздухе пневмоинструмента;

$K_0$  – коэффициент при одновременном присоединении пневмоинструмента – 0,9.

$$Q = 1,4 \cdot 3000 \cdot 0,9 = 3700 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

### 5.1.7 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

При производстве строительного-монтажных работах необходимо соблюдать требования СП 48.13330.2019 «Организация строительства» [49], СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [53], СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» [54], Правил по охране труда в строительстве, утверждённых приказом Минтруда России от 01.06.2015 N 336н [55].

Лица, допускаемые к участию в производственных процессах, должны иметь профессиональную подготовку, в том числе по безопасности труда, соответствующую характеру работ.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц. Запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей на этажах, над которыми производятся перемещение, установка и временное закрепление элементов конструкций или оборудования. Следует установить опасные зоны для людей, в пределах которых постоянно действует или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности, надписями установленной формы и ограждены в установленном порядке согласно ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия» [56].

Знаки должны быть снабжены поясняющими надписями в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний» [57].

Обеспечение противопожарной безопасности на строительной площадке должно осуществляться в соответствии с требованиями Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Мероприятия по пожарной безопасности при производстве строительных работ должны быть разработаны в проекте производства работ. Приказом по строительной организации должно быть назначено лицо, ответственное за соблюдение требований пожарной безопасности на строительной площадке и местах производства работ.

Пожарная безопасность на строительной площадке, участках работ и рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с требованиями Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5].

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и проходы, в тёмное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-2014 «Строительство. Нормы освещения строительных площадок» табл. 1 [58].

Хранение горюче-смазочных материалов на территории строительной площадки не предусмотрено. Заправка механизмов должна осуществляться централизованно.

Работники должны быть обеспечены СИЗ и СИЗОД в соответствии с действующими нормативами.

### **5.1.8 Мероприятия по охране объекта**

Охрана строительных объектов включает в себя предупреждение хищений строительных материалов, инструментов и техники (как посторонними лицами, так и персоналом подрядчиков), пресечение несанкционированного доступа на площадку, предотвращение несчастных случаев в период строительства.

Для выполнения задач безопасности объекта в период строительства охранное

предприятие должно реализовать ряд мероприятий, включающих в себя:

- круглосуточное присутствие на объекте;
- патрулирование территории по всему периметру;
- осуществление контроля за целостностью заборов, ограждений, решеток и щитов в оконных проемах;
- организацию контрольно-пропускного режима;
- проверку сопроводительной документации при въезде и выезде грузового транспорта со строительного объекта;
- видеонаблюдение;
- контроль сохранности пломб и печатающих материалов во время бездействия техники;
- сдачу и прием дежурного поста по соответствующему акту с перечислением всех материальных и технических ценностей, расположенных на охраняемом участке;
- вызов группы экстренного реагирования в случае выявления опасности или правонарушений;
- вызов пожарных и коммунальных служб при возникновении возгораний или иных аварийных ситуаций на объекте.

### **5.1.9 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

При строительстве данного объекта необходимо осуществлять мероприятия по охране окружающей природной среды.

Процесс строительства не должен оказывать негативного воздействия на близлежащие территории.

С целью снижения отрицательного воздействия строительного производства на окружающую среду и создание наиболее благоприятных условий

для трудящихся на строительной площадке в проекте предусматривается выполнение следующих мероприятий:

- в летний период времени все автодороги и площадки дорожного типа должны регулярно поливаться водой;

- при уборке помещений, заканчиваемых строительством, отходы и мусор должны удаляться с обязательным использованием закрытых лотков и бункеров-накопителей, предотвращающих запыление территории, и вывозится автотранспортом на близлежащие свалки;

- с целью уменьшения шума от производства строительных работ запрещается работа механизмов в холостую.

Работу строительной техники, создающую шум и вибрацию осуществлять с 8 до 22 часов.

Источником загрязнения атмосферы на стройплощадке является строительная техника. Настоящие мероприятия по охране окружающей среды предусматривают охрану воздушной среды, борьбу с шумом, охрану и национальное использование воды, земли, почвенно-растительного слоя, минеральных и органических ресурсов.

## **5.2 Определение нормативной продолжительности строительства**

Нормативная продолжительность строительства определена на основании СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» [59], раздел 4, «Автомобильный транспорт», пункт 10 «Закрытая стоянка для автомобильного транспорта». Число автобусов 30 - 8 мес.

Расчет. Согласно п.7 Общих положений принимается метод экстраполяции исходя из имеющегося в нормах минимального объема 30 автобусов с продолжительностью строительства 8 мес.

Здание гаража Автотранспортного пассажирского предприятия рассчитано на 12 автобусов.

Уменьшение составит:

$$(30-12)/30 \cdot 100\% = 60\%.$$

Уменьшение нормы продолжительности строительства составит:

$$60 \cdot 0,3 = 18\%$$

Продолжительность строительства с учетом экстраполяции будет равна:

$$T = 8 \cdot (100-18)/100 = 6,56 \text{ мес.}$$

Принимаю продолжительность строительства 7 месяцев (в том числе 1 месяц на подготовительный период).

## **6 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **6.1 Определение сметной стоимости общестроительных работ**

В данной работе был составлен локальный сметный расчет на общестроительные работы.

Основным методическим документом в строительстве выступает Методика утверждена Приказом Минстроя России от 04.08.2020 N 421/пр. [58], которая содержит общие положения по ценообразованию и конкретные рекомендации по составлению всех форм сметной документации на разные виды работ.

При применении этого метода величина прямых затрат, определенная в базисных ценах на основании федеральных единичных расценок (ФЕР), переводится в текущий уровень путем использования текущих индексов цен.

Индексы дифференцированы по видам строительства и регионам; разрабатываются Федеральным центром ценообразования в строительстве Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

Сметная стоимость пересчитывается в текущих ценах по состоянию на II квартал 2023 года для прочих объектов с использованием индекса изменения сметной стоимости для Красноярского края (1 зона), согласно письму Министерства строительства № 12381-ИФ/09 от 10.03.2023 г. [59]:

- оплата труда 37,40;
- материалы, изделия и конструкции 8,33;
- эксплуатация машин и механизмов 13,26.

Накладные расходы определены в соответствии с [60]

Сметная прибыль определена в соответствии с [61].

Лимитированные затраты учтены по следующим действующим нормам:

- 1) Дополнительные затраты на возведение временных зданий и сооружений – 2,6 % [62, прил.1. пн.30]
- 2) Дополнительные затраты на производство строительно – монтажных работ в зимнее время – 4,4 % [63, прил.1, пн.40].
- 3) Размер средств на непредвиденные работы и затраты для объектов капитального строительства производственного назначения – 3% [58, пн. 179а].

Налог на добавленную стоимость составляет 20 % на суммарную сметную стоимость всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные.

Локальный сметный расчет на общестроительные работы приведен в приложении А.

Приведен анализ структуры сметной стоимости на общестроительные работы по разделам локального сметного расчета в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам

Наименование разделов ЛСР	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Фундаменты	151 320,45	1 838 907,73	8,73
Металлический каркас	175 587,72	1 793 827,70	8,51
Стены	239 111,52	2 908 931,61	13,80
Проемы	306917,98	3 161 775,79	15,00
Кровля	312 822,67	3 018 236,32	14,32
Устройство полов	274 047,46	3 351 338,44	15,90
Лимитированные затраты	135129,85	1 487 829,09	7,06
НДС	318987,53	3 512 169,34	16,67
Итого	1913925,18	21 073 016,04	100,00

На рисунке 6.1 представлена структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам.

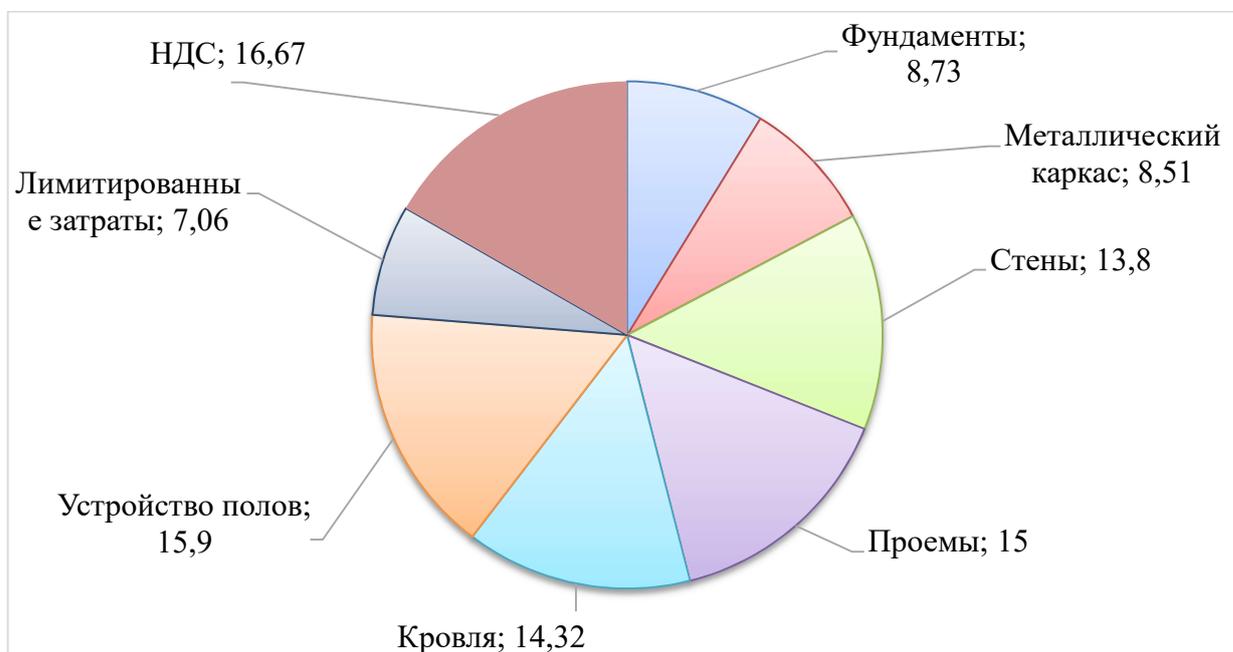


Рисунок 6.1– Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам, %

На рисунке 6.2 отображена структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам в виде гистограммы.

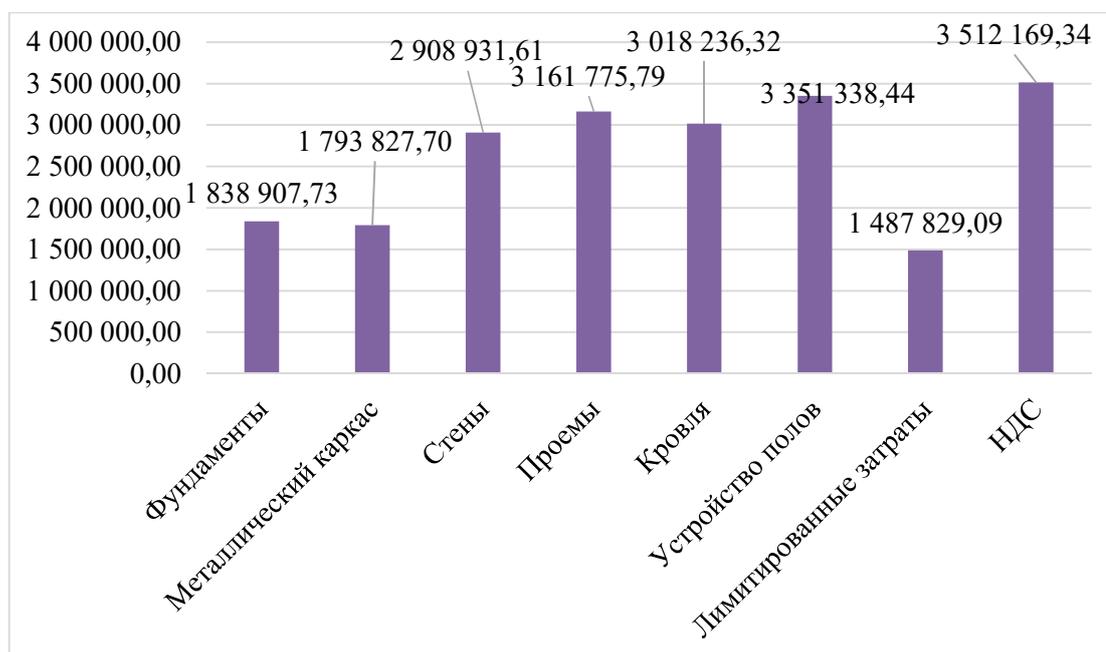


Рисунок 6.2 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам в рублях

Таким образом, в результате анализа структуры локального сметного расчета на общестроительные работы по разделам можно сделать вывод, что наибольший удельный вес приходится на устройство проемов – 15,00 % (3 161 775,79 руб.), а наименьший на устройство металлического каркаса – 8,51 % (1 793 827,70 руб.).

Приведен анализ структуры сметной стоимости общестроительных работ по составным элементам в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Прямые затраты, всего	1 381 536,35	13 145 665,20	62,38
в том числе			
материалы	1 243 073,32	10 354 800,76	49,14
машины и механизмы	98 908,57	1 311 527,64	6,22
основная заработная	39 554,46	1 479 336,80	7,02

плата			
Накладные расходы	48 166,36	1 801 422,34	8,55
Сметная прибыль	30 105,09	1 125 930,05	5,34
Лимитированные затраты	135 129,85	1 487 829,09	7,06
НДС	318 987,53	3 512 169,34	16,67
Всего	1 913 925,18	21 073 016,02	100,00

На рисунке 6.3 представлена структура сметной стоимости локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

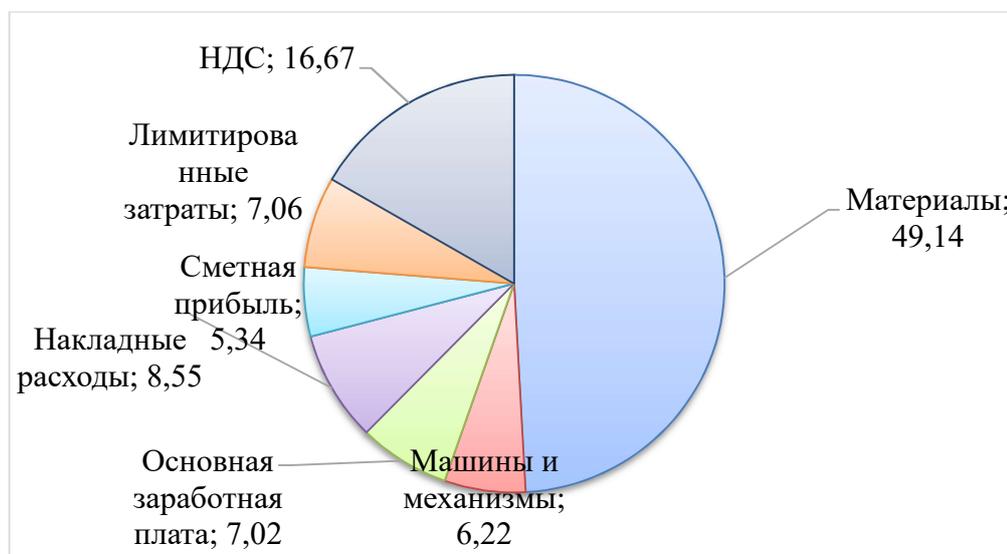


Рисунок 6.3 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам, %

На рисунке 6.4 отображена структура локального сметного расчета на работы на общестроительные работы по составным элементам в виде гистограммы.

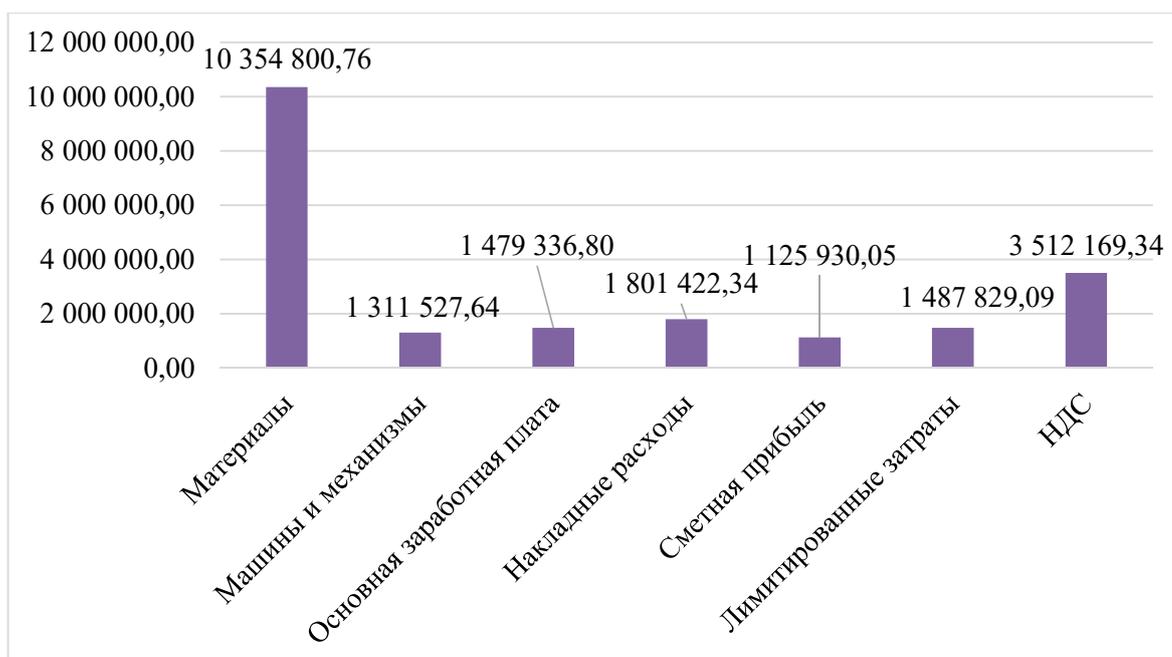


Рисунок 4.4 – Структура локального сметного расчета по составным элементам в рублях

На основе анализа структуры локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам можно сделать вывод, что наибольший удельный вес 49,14 % (10 354 800,76 руб.) в рассматриваемом локальном сметном расчете приходится на строительные материалы, которые являются составной частью прямых затрат, наименьший 5,34 % (1 125 930,05 руб.) – на затраты, связанные со сметной прибылью.

## 6.2 Основные технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства. Основные технико-экономические показатели проекта и соответствующие к ним пояснения представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Основные технико-экономические показатели строительства

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
<b>1. Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	1128,8
Этажность здания	эт.	1
Материал стен		сэндвич-панель
Высота этажа	м	4,21
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	4534,4
Общая площадь	м <sup>2</sup>	832
Полезная площадь	м <sup>2</sup>	811,04
Планировочный коэффициент		0,97
Объемный коэффициент		5,45
<b>2. Параметры застройки земельного участка</b>		
Площадь участка	га	0,68
Площадь застройки	га	0,11
Площадь проездов и площадок	га	0,02
Площадь озеленения	га	0,1
Площадь неиспользуемой территории	га	0,45
Коэффициент застройки		0,16
<b>3. Стоимостные показатели</b>		
Сметная стоимость общестроительных работ	руб.	21 073 016,04
Сметная стоимость общестроительных работ 1 м <sup>2</sup> общей площади	руб.	25328,14
Сметная стоимость общестроительных работ 1 м <sup>2</sup> полезной площади	руб.	25982,71
Сметная стоимость общестроительных работ 1 м <sup>3</sup> строительного объема	руб.	4647,37
<b>4. Показатели трудовых затрат</b>		
Трудоемкость производства работ	чел.-ч	5 007,41
Нормативная выработка на 1 чел.-ч	руб/чел.-ч	4208,37
<b>5. Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства	мес.	7

Планировочный коэффициент определяется по формуле

$$K_{пл} = \frac{S_{пол}}{S_{общ}}, \quad (6.1)$$

где  $S_{пол}$  – полезная площадь;  
 $S_{общ}$  – общая площадь;

$$K_{пл} = \frac{811,04}{832} = 0,97.$$

Объемный коэффициент определяется по формуле

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{общ}}, \quad (6.2)$$

где  $S_{общ}$  – общая площадь;  
 $V_{общ}$  – объем здания;

$$K_{об} = \frac{4534,4}{832} = 5,45.$$

Коэффициент застройки определяется по формуле

$$K_з = \frac{S_з}{S_{уч}}, \quad (6.3)$$

где  $S_з$  – площадь застройки;  
 $S_{уч}$  – площадь участка;

$$K_з = \frac{0,11}{0,68} = 0,16.$$

Сметная стоимость общестроительных работ 1 м<sup>2</sup> общей площади рассчитана по формуле

$$C_{1м^2(общ)} = \frac{C}{S_{общ}}, \quad (6.4)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $S_{общ}$  – общая площадь здания.

$$C_{1м^2(общ)} = \frac{21\,073\,016,04}{832} = 25328,14 \text{ руб.}$$

Сметная стоимость общестроительных работ 1 м<sup>2</sup> полезной площади помещений рассчитана по формуле

$$C_{1м^2(пол)} = \frac{C}{S_{пом}}, \quad (6.5)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $S_{пом}$  – полезная площадь помещений.

$$C_{1м^2(пол)} = \frac{21\,073\,016,04}{811,04} = 25982,71 \text{ руб.}$$

Сметная стоимость общестроительных работ 1 м<sup>3</sup> объема рассчитана по формуле

$$C_{1\text{м}^2(\text{об})} = \frac{C}{V}, \quad (6.6)$$

где  $C$  – сметная стоимость строительства,  
 $V$  – объем здания.

$$C_{1\text{м}^2(\text{об})} = \frac{21\,073\,016,04}{4534,4} = 4647,37 \text{ руб.}$$

Нормативная выработка на 1 чел-ч определяется по формуле

$$B = \frac{C_{\text{смп}}}{\text{ТЗО}_{\text{см}}}, \quad (6.7)$$

где  $C_{\text{смп}}$  – стоимость строительно-монтажных работ по итогам сметы, руб.;;  
 $\text{ТЗО}_{\text{см}}$  – затраты труда основных рабочих по смете, руб.

$$B = \frac{21\,073\,016,04}{5\,007,41} = 4208,37 \text{ руб/чел.-ч.}$$

Нормативная продолжительность строительства принимается по СНиП 1.04.03-85\* [57].

Таким образом, технико-экономические показатели имеют положительный результат и свидетельствуют о целесообразности строительства объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалаврская работа в виде проекта «Гараж Автотранспортного пассажирского предприятия в Октябрьском районе г. Красноярска».

Актуальность темы работы обоснована расширением количества автобусного парка Автотранспортного пассажирского предприятия.

Гараж в плане прямоугольной формы с размерами 14,6 х 54,6 м (в крайних осях). Отметка низа несущих конструкций покрытия +4,210. Максимальная отметка здания +5,450.

Фасады (стены) гаража выполнены из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 150 мм (горизонтальная раскладка). Кровля гаража выполнена из сэндвич-панелей с минераловатным утеплителем толщиной 200 мм.

Полы - монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм укладывается на подбетонку из тощего бетона В7.5 (толщина 100 мм) по утрамбованному грунту основания.

В архитектурно-строительном разделе выполнены теплотехнические расчеты стен, кровли и окон.

Несущие конструкции металлические. Конструктивная система здания рамно-связевая.

Каркас состоит из двухпролетных поперечных рам, раскрепленных между собой горизонтальными элементами. Рамы состоят из колонн и балок покрытия. Шаг поперечным рам принят равным 7,8 м.

Колонны сплошностенчатые двутаврового сечения, двутавр 20К1 по ГОСТ Р 57837-2017 [22]. Заглубление колонн ниже отм. 0,000 – 450 мм. Сопряжение колонн с фундаментами жесткое. Крепление осуществляется через базу колонны фундаментными болтами М20 (4 шт.). Толщина опорной плиты колонны 20 мм. Узел опирания колонны на фундамент смотри в графической части.

В каркасе здания предусмотрены балки покрытия, расположенные в поперечном направлении (входят в поперечную раму), и продольные. Продольные балки расположены между колоннами вдоль здания. Балки покрытия сплошностенчатые, двутавр 35Б1 по ГОСТ Р 57837-2017 [22]. Расчетные схемы балок покрытия – однопролетные жесткозащемленные балки, загруженные равномерно распределенной нагрузкой.

Также по покрытию предусмотрены прогоны между продольными балками покрытия. Прогоны крепятся к поперечным балкам покрытия.

Сопряжение балок покрытия и прогонов в одном уровне.

Сопряжение колонн с фундаментами, балок покрытия с колоннами - жесткое.

Жесткость и пространственная неизменяемость каркаса обеспечивается жестким сопряжением элементов в плоскости поперечной рамы, раскреплением поперечных рам из плоскости.

Марка стали элементов принимается по приложению В СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [20] и ГОСТ 27772-2021 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия» [31] в зависимости от района строительства и группы конструкций. Район строительства – г. Красноярск. По СП 131.13330 [16] принимаем расчетную температуру (температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98) равную минус 41<sup>0</sup>С.

Поверхность фундаментов, соприкасающихся с грунтом обмазать горячим битумом за два раза.

Антикоррозийную защиту металлических конструкций, не подлежащих огнезащите, выполнить на заводе изготовителе двумя слоями эмали ПФ-115 (ГОСТ 6465-76) по слою грунтовки ГФ-021 (ГОСТ 25129-82\*). Общая толщина покрытия не менее 55 мкм.

Класс конструктивной пожарной опасности здания С1 [6]. Здание относится к IIIа степени огнестойкости [6]. Тогда предел огнестойкости строительных конструкций должен быть не менее:

- несущие элементы здания (колонны, балки) – R45;
- наружные ненесущие стены E15.

Для повышения предела огнестойкости металлических конструкций в проекте предусмотрена конструктивная огнезащита материалом «Металл 01р».

В расчетно-конструктивном разделе выполнены расчеты балок покрытия.

Предварительно принято сечение балки покрытия из двутавра 35Б1.

Максимальный шаг балок покрытия – 7,8 м.

Марка стали балки покрытия С345-5.

На балки покрытия действуют постоянные и временные нагрузки. Постоянные нагрузки от собственного веса балок покрытия, прогонов и веса кровельных панелей. Временные нагрузки – снеговые, а также нагрузки от технологического оборудования и полезная нагрузка при эксплуатируемой кровле (так как кровля неэксплуатируемая, на кровле не предусмотрено оборудование, следовательно, из временных нагрузок на балку действует только снеговая нагрузка).

Расчетная схема балки покрытия Б1 – однопролетная жесткозащемленная балка, загружена равномерно распределенной нагрузкой. Пролет 7,3 м. Выполним расчет поперечной балки покрытия в программе «Кристалл» программного комплекса SCAD Office.

По результатам расчета окончательно принято сечение поперечной балки покрытия Б1 из двутавра 35Б1. Коэффициент использования сечения 0,686.

Продольная балка покрытия - это несущий элемент покрытия, примыкающий к колоннам из плоскости поперечной рамы. Шаг продольных балок – 2,45 м – грузовая площадь балок покрытия, с которой собирается на них нагрузка. Расчетная схема балки покрытия – однопролетная жесткозащемленная балка, загружена равномерно распределенной нагрузкой. Пролет 7,8 м.

Расчет поперечной балки покрытия выполнен в программе «Кристалл» программного комплекса SCAD Office.

По результатам расчета окончательно принято сечение продольной балки покрытия Б2 из двутавра 35Б1. Коэффициент использования сечения 0,772.

В разделе «Основания и фундаменты» выполнен расчет столбчатого и свайного фундамента. Сравнив варианты, а также проанализировав грунтовые условия, выбираем столбчатый фундамент, т.к. он экономичнее свайного фундамента на 16% по стоимости и на 51% по трудоемкости. Грунтом основания фундаментов служит песок пылеватый рыхлый, маловлажный и влажный, серовато-коричневого цвета, с линзами супеси

В разделе технология строительного производства разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса гаража.

В технологической карте предусмотрено выполнение работ по устройству колонн, стоек, балок покрытия, ригелей фахверка, прогонов.

Подачу материалов выполнять при помощи крана КС-55713.

Технико-экономические показатели техкарты: при объеме работ 25,7 т, 9 рабочих будут выполнять работы 10 дней.

В разделе «Организация строительства» разработан стройгенплан на основной период строительства (возведение надземной части), в нем была спроектирована площадка, непосредственно прилегающая к строящемуся зданию, и определено расположение временных зданий и сооружений, открытых и закрытых складов, инженерных сетей и коммуникаций, строительных машин и устройств, необходимых для возведения проектируемого объекта строительства.

Продолжительность строительства 7 месяцев (в том числе 1 месяц на подготовительный период).

В разделе «Экономика строительства» был составлен локальный сметный расчет на общестроительные работы. Стоимость работ составила 21073 тыс. руб. Стоимость 1 кв.м. примерно 25,3 тыс.руб.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте.

В рамках проекта была изучена нормативно-техническая и правовая литература по данной теме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 27 мая 2022 года) - Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87.// Российская газета – 2008 г.
- 2 СП 56.13330.2011. Производственные здания.
- 3 СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. Дата введения 19.07.2011.
- 4 «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 28.04.2023).
- 5 Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ.
- 6 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года) : федер. закон от 22.07.2008. № 123-ФЗ // Российская газета №163. – 01.08.2008.
- 7 ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 01.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 59 с.
- 8 ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501-2011; введ. 01.06.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.
- 9 СТУ 7.5-07-2021 «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» – Введ. 20.12.2021. – Красноярск : ИПК СФУ, 2021. – 61 с.
- 10 СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 (с Изменениями N 1, 2) – Введ 20.05.2011 г. – Москва : Минрегион России, 2011 год – 68 с.
- 11 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 (с Изменениями N 1, 2). – Введ 01.12.2017 г. – Москва : Стандартинформ, 2017 г. – 51 с.
- 12 ГОСТ 21519 –2003 «Блоки оконные из алюминиевых сплавов. Технические условия». Дата введения 01.03.2004.
- 13 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Взамен СП 52.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 70с.

- 14 Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30.12.2022 г.). Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2022 года № 2.
- 15 СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты». Дата введения 12.09.2020.
- 16 СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99\*. – Введ. 25.06.2021. – Москва : Стандартинформ, 2021 г. – 120 с.
- 17 ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Дата введения 01.07.2015.
- 18 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями N 1, 2, 3) – Введ. 04.06.2017. – Москва : Минрегион РФ, 2017. – 96 с.
- 19 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* – Введ. 25.11.2018. – Москва : Стандартинформ, 2018 г. – 73 с.
- 20 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II –23 –8\*. –Введ. 20.05.2011. –М: ОАО ЦПП, 2011. –173с.
- 21 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Минрегион РФ, 2012. – 100 с.
- 22 ГОСТ Р 57837-2017 Национальный стандарт Российской Федерации. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия. Дата введ. 01.05.2018.
- 23 ГОСТ 8240-97. Межгосударственный стандарт. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. Дата введения 01.01.2002.
- 24 ГОСТ 8510-93. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент. Дата введ. 01.07.87.
- 25 СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. Дата введ. 28.08.2017.
- 26 СП 72.13330.2016. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 3.04.03-85 (с Изменением № 1). Дата введ. 17.06.2017.
- 27 ГОСТ 12.3.016-87. Межгосударственный стандарт. Система безопасности труда. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности.

- 28 СП 433.1325800.2019. Огнезащита стальных конструкций. Правила производства работ.
- 29 ГОСТ 9.402-2004. Межгосударственный стандарт. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию. Дата введ. 01.01.2006.
- 30 ГОСТ 27772-2021. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. Дата введ. 01.08.2022. Взамен ГОСТ 27772-2015.
- 31 ГОСТ 11533. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Дата введ. 01.01.1977.
- 32 СП 470.1325800.2019. Свод правил. Конструкции стальные. Правила производства работ. Дата введ. 17.06.2020.
- 33 ГОСТ 23118-2019. Межгосударственный стандарт. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. Дата введ. 01.01.2021.
- 34 СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Дата введ. 01.07.2013.
- 35 ГОСТ 25129-2020. Межгосударственный стандарт. Грунтовка ГФ-021. Технические условия. Дата введ. 01.07.2021.
- 36 ГОСТ 9.401-2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов.
- 37 ГОСТ 9467-75. Межгосударственный стандарт. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы. Дата введ. 01.01.1977.
- 38 ТУ 2313-046-91934056-2015. Технологический регламент ТР 002/91934056-2015 по нанесению огнезащитного состава. Огнезащита Металл 01р Universum. ООО «Пластик-Строймаркет». Тверь.
- 39 СП 24.13330.2021 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция [СНиП 2.02.03-85](#) Дата введения 2011-05-20 М.: Стандартинформ, 2019.- 96 с
- 40 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция [СНиП 2.02.01-83\\*](#) Дата введения 2017-07-07 М.: Стандартинформ, 2017.- 186 с
- 41 ГОСТ 19804-2021 Сваи железобетонные. Технические условия Взамен.-Взамен ГОСТ 19804-91; введ. 01.07.2021 - Москва : ИПК Издательство Стандартов 2003. – 13с.

- 42 Козаков Ю.Н. Основания и фундаменты, проектирование свайных фундаментов из забивных свай: учеб.-метод. пособие . - Красноярск : СФУ, 2012. - 52 с.
- 43 ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия.
- 44 ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.-Взамен ГОСТ 26633-91; введ. 01.09.2016. - Москва : Стандартинформ, 2019. – 15 с.
- 45 СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция [СНиП 3.02.01-87](#) Дата введения 2017-08-28 М.: АО НИЦ «Строительство», 2017.- 2012 с
- 46 МДС 12-29.2006
- 47 СП 48.13330.2019 «Организация строительства»
- 48 СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве»
- 49 ГОСТ Р 58945-2020 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.
- 50 СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве».
- 51 СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
- 52 СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
- 53 Правил по охране труда в строительстве, утверждённых приказом Минтруда России от 01.06.2015 N 336н.
- 54 ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия».
- 55 ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».
- 56 ГОСТ 12.1.046-2014 «Строительство. Нормы освещения строительных площадок».
- 57 СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений».
- 58 Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников

истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации. – Введ. 2020-08-04 – Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ.

59 Письмо Минстроя России №12381-ИФ/09 от 10.03.2023 г. «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2023 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ» - 48 стр.

60 Методика по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства – Введ. 21.12.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 812/пр – 34 стр.

61 Методика по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства – Введ. 11.12.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 774/пр – 23 стр.

62 Методика определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства – Введ. 19.06.2020 г.; М.: Минстрой РФ № 332/пр – 20 стр.

63 Методика определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время – Введ. 25.05.2021 г.; М.: Минстрой РФ № 325/пр – 57 стр.

64 Налоговый кодекс Российской Федерации. Глава 2. [Электронный ресурс]: ФЗ от 31.07.1998 № 146-ФЗ (ред. от 28.05.2022) // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

подпись      инициалы, фамилия

«28»      08      2023 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде \_\_\_\_\_ проекта \_\_\_\_\_

08.03.01. «Строительство»  
код, наименование направления

Гараж Автотранспортного пассажирского предприятия  
в Октябрьском районе г. Красноярска

Руководитель А.В. Фроловская к.т.н., доцент каф. СКиУС      А.В. Фроловская  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Выпускник Д.В. Клушкин      Д.В. Клушкин  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Задача Автомобильно-транспортного пассажирского  
предприятия в Омской области  
г. Красный Яр

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

В.И. 15.05.23  
подпись, дата

Н.Н. Волкова  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

А.В. 15.05.23  
подпись, дата

А.В. Фроловская  
инициалы, фамилия

фундаменты

В.И. 15.05.23  
подпись, дата

В.А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

В.И. 15.06.23  
подпись, дата

А.А. Жемкина  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

В.И. 15.06.23  
подпись, дата

А.А. Жемкина  
инициалы, фамилия

экономика строительства

В.И. 15.06.23  
подпись, дата

М.О. Журикова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

А.В. 15.06.23  
подпись, дата

А.В. Фроловская  
инициалы, фамилия